جمهورية مصر العربية

وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

مركز بحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية

الملحق الثالث

دليل الاختبارات المعملية لمواد الخرسانة

اللجنة الدائمة للكود المصرى

لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية

كود رقم ٢٠٣

إصدار ٢٠٠٢

قرار وزارى

رقم (٩٨) لسنة ٢٠٠١

بشأن تحديث الكود المصرى

لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

- بعد الإطلاع على القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ فى شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى القرار الوزارى رقم ١٠٩٥ لسنة ١٩٦٩ فى شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الخرسانة المسلحة فى المبانى.
- وعلى القرار الجمهورى رقم ٤٦ لسنة ١٩٧٧ فى شأن الهيئة العامة لمركز بحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمرانى.
- وعلى القرار الوزارى رقم ٢٠٨ لسنة ١٩٩٥ بشأن الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة .
- وعلى القرار الوزارى رقم ٤٩٢ لسنة ١٩٩٦ بتشكيل اللجنة الرئيسية لأسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى القرار الوزارى رقم ٤٩٣ لسنة ١٩٩٦ والمتضمن تشكيل اللجنة الدائمة لأسس تصميم وشروط تنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة والقرارات المكملة رقم ٦٩ لسنة ١٩٩٨ ورقم ١٤١ لسنة ١٩٩٨.
- وعلى المذكرة المقدمة من كل من السيد الأستاذ الدكتور / رئيس اللجنة الدائمة لأسس تصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة والسيدة الأستاذ الدكتور / رئيس مجلس إدارة مركز بحوث الإسكان والبناء .

قـــــــرر

مادة (١) : تحديث الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة الصادر بالقرار الوزارى رقم ٢٠٨ لسنة ١٩٩٥ طبقاً لما هو وارد بالكود المرفق.

مادة (٢) : تتولى اللجنة الدائمة لأسس تصميم وشروط تنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة اقتراح التعديلات التى تراها لازمة بهدف التحديث كلما دعت الحاجة لذلك وتصير التعديلات بعد إصدارها جزءاً لا يتجزأ من الكود.

مادة (٣) : يتولى مركز بحوث الإسكان والبناء العمل على تنفيذ ما جاء بالكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة ونشره والتدريب عليه.

مادة (٤) : ينشر هذا القرار فى الوقائع المصرية ويعتبر نافذاً من تاريخ نشره.

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

صدر فى ٢١ / ٤ / ٢٠٠١

استاذ دكتور مهندس / محمد ابراهيم سليمان

١-١ طرق سحب عينات الأسمنت
SAMPLING OF CEMENT

١-١-١ عـــــام

تحـــدد هذه المواصفات طرق سحب عينات الأسمنت لغرض اختبار الرسائل الموردة على هيئة أسمنت معبأ فى أكياس أو أوعية أخرى أو الأسمنت السائب المورد فى سيارات أو سفن أو المسحوب من صوامع التخزين . الغرض من طرق سحب العينات الموصوفة هو الحصول على عيـــنات من الأسمنت الهيدروليكى بعد أن تم تصنيعه وأصبح جاهزا للطرح والبيع . وهى غير مناســبة للتحكم فى الجودة أثناء الإنتاج . والإجراءات المذكورة تغطى عدد الاختبارات التى يتم عملها و تعطى توجيهات لعمل تقارير حول مطابقة أو عدم مطابقة الأسمنت لمواصفات الشراء.

و تستخدم هذه الطرق فى إعداد العينات لجميع أنواع الأسمنت البورتلاندى .

١-١-٢ الهدف

تحديد الطريقة القياسية لأخذ عينات الاختبار سواء من الأسمنت المعبأ أو السائب .

١-١-٣ تعريفات

- رسالة الأسمنت

هـــى كمـــية محددة من الأسمنت معروضة للاختبار عند وقت محدد . وقد تكون الرسالة عـــبارة عن وعاء أو مجموعة أوعية تخزين مملوءة على التوالى . كما قد تكون الرسالة عبارة عن حمولة وحدة نقل أو أكثر تمثل أسمنتاً مسحوباً من نفس وعاء الحفظ.

- العينة الفردية

عيـــنة الأسمنت التى يتم أخذها من ناقلة أو كمية مخزنة أو منقولة فى عملية واحدة تسمى عينة فردية. كما يمكن تسمية العينة المأخوذة خلال عشر دقائق باستخدام جهاز أوتوماتيكى يقوم بأخذ عينات من فيض الأسمنت بعينة فردية.

- العينة المركبة

العينات الفردية التى يتم أخذها على فترات زمنية يمكن تجميعها لتكوين عينة مركبة تعبر عن الأسمنت المنتج خلال فترة أخذ العينات.

١-١-٤ الأجهزة

- أنبوبة سحب العينات : يوضح شكل رقم (١-١-١) أنبوبة سحب العينات.

- جاروف سحب العينات : يوضح شكل رقم (١-١-٢) جاروف سحب العينات

١-١-٥ العينات

- تختار عينات من المصنع أو من مكان التوريد أو عند التشوين فى موقع التسليم حسب الاتفاق بين البائع والمشترى فى حضورهما أو حضور من ينوب عنهما بحيث تكون العينات ممثلة لكل صنف على حدة من كل رسالة .

- يراعى ألا تمثل العينة الواحدة أكثر من ٢٠ طنا من الرسالة الواحدة ذات الصنف الواحد الواردة من مصدر واحد وذلك ما لم يتفق على غير ذلك بين البائع والمشترى .

- لايقل أوزان الكميات المسحوبة عن ٥ كيلو جرام تخلط جيدا للحصول على عينة متجانسة تمثل الرسالة تمثيلا صحيحا سواء كانت عينة فردية أو عينات مركبة .

- يستخدم فى سحب العينات أدوات نظيفة جافة وتوضع العينات فور سحبها فى أوعية من مادة عازلة للرطوبة وغير منفذة للماء والهواء و يغلق الوعاء بإحكام .

- على مورد الأسمنت تقديم الأسمنت لأخذ عينات منه قبل موعد استخدام الأسمنت فى الإنشاء بفترة تسمح بإجراء الاختبارات و تقييم نتائجها.

- تجرى الاختبارات على العينات خلال ثمانية وعشرين يوما من تاريخ توريد العينات .

- يرفق مع العينه شهادة سحب العينات مسجل بها بيانات عن الرسالة وعن العينة .

١-١-٦ طريقة سحب العينات

يتم سحب العينات طبقاً للطريقة التى يورد بها الأسمنت للموقع ويتم ذلك على النحو التالى:

١-١-٦-١ الأسمنت المعبأ فى أكياس أو أوعية

أ - يختار عشوائيا عدد من الأكياس أو الأوعية لايقل عن الجذر التكعيبى للعدد الكلى الذى يمثل الرسالة .

ب – تسحب كميات مناسبة من محتويات كل وعاء من الأوعية المختارة باستخدام أنبوبة سحب العينات أو أى وسيله أخرى مناسبة . وفى حالة سحب العينات بواسطة أنبوبة سحب العينات يتم فتح أنبوبة سحب العينات عندما تضبط علامة الأنبوبة الداخلية مع الأنبوبة الخارجية حيث توضع الأنبوبة مقفولة داخلها ثم تدار لتأخذ ملئها من الأسمنت من كل طول العبوة .

١-١-٦-٢ الأسمنت السائب

أ – الأسمنت المنقول بالسيارات

يفضل استخدام جاروف سحب العينات للحصول على العينة مع مراعاة تجنب الطبقة العليا من الأسمنت (١٥٠ مم تقريبا) ويتم سحب العينات بجرف كميات كافية لتكوين عينة ممثلة .

ب – أسمنت منقول بالسفن

تسحب كميات مناسبة من أماكن مختلفة بطرق شبه منتظمة وعلى أعماق مختلفة بحيث يكون مجموع الكميات المأخوذة ممثلا للرسالة ، ويتم سحب هذه الكميات باستخدام وسائل مناسبة لعمق الأسمنت فى الحاوية . ويتم الاتفاق بين الأطراف المعنية على وزن العينة التى تمثل الرسالة على أن تتفق مع الأسس العامة لطرق أخذ العينات الموضحة فى هذا الكود .

جـ – أسمنت الصوامع

تسحب عينة الأسمنت المفرغ من الصومعة بواسطة جاروف أو أى وسيلة مناسبة . تؤخذ ثلاث كميات على فترات متساوية خلال خروج الأسمنت وتخلط لتكوين العينة ، وتعتبر العينه المسحوبة من الصومعة ممثلة لكمية الأسمنت المفرغة من الصومعة فقط وقت عملية سحب العينة ولا تعتبر ممثلة لشحنة معينة أو لتوريد أسمنت الصومعة إلا إذا كان معلوما أن الصومعة لا تحتوى على أى أسمنت آخر .

– يتم تعبئة العينات فى حاويات عازلة للرطوبة و الهواء و مرقمة بترتيب أخذ العينات.

١-١-٧ التقرير

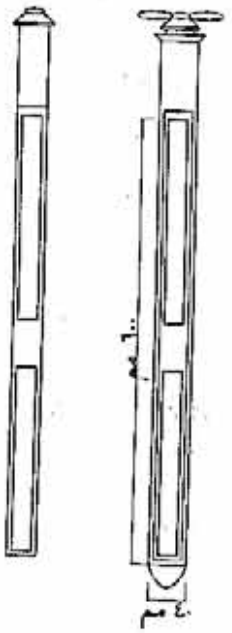
تحتوى شهادة سحب العينات على البيانات التالية :

– المعلومات الخاصة بطالب العينة .

- المعلومـــات الخاصـــة بالعيـــنات (اســـم وتوقيع المسئول عن سحب العينة – المشروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ سحب العينات – ظروف حفظ العينات) .
- البـــيانات الخاصـــة بالرســـالة (نـــوع الأســـمنت – مصدر الرسالة – طبيعة وحجم الرسالة المسحوب منها العينة) .
- المواصفات المتبعة .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف السحب .

١-١-٨ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١٩٤٧ – ١٩٩١ : طرق أخذ عينات الأسمنت.
- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد :
- ASTM C 183-88 : Sampling and Amount of Testing of Hydraulic Cement



شكل رقم (١-١-١) أنبوبة سحب العينة (الأبعاد بالمليمترات)

شكل رقم (١-١-٢) جاروف سحب العينة

١-٢ اختبار تعيين نعومة الأسمنت باستخدام منخل رقم ١٧٠

FINENESS OF CEMENT BY THE SIEVE NO. 170

١-٢-١ عـــــام

تؤثر نعومة الأسمنت على معدل و مدى تفاعله مع الماء ، فبزيادة نعومة حبيبات الأسمنت تـزداد المساحة السطحية النوعية له مما يتيح مساحة أكبر لتلاقى و تفاعل الماء مع وزن محدد مـن الأسمنت ، كما أن سرعة اكتمال عملية التفاعل مع الماء تعتمد على مقاس حبيبات الأسمنت حيث يصعب وصول الماء إلى قلب الحبيبات الكبيرة مما قد يسبب تفاعل القلب الداخلى لحبيبات الأسـمنت فى أزمنة متأخرة و قد يصحب ذلك عدم ثبات حجم الأسمنت؛ كما قد يسبب كبر حجم الحبيـبات عـدم تفـاعل قلبها تماما مما يؤدى إلى ضعف فى المقاومة لنفس محتوى الأسمنت ، وتحسن زيادة نعومة الأسمنت من قابلية التشغيل و التماسك و التحمل مع الزمن للخرسانة وتقلل مـن ظاهـرة النضـح . وقد وجد أن حبيبات الأسمنت ذات المقاس أكبر من ٠,٠٩ ملليمتر لا تتفاعل بصورة تامة مع الماء و لذلك يلزم التأكد من أن الأسمنت لا يحتوى على نسبة كبيرة من هذه الحبيبات.

١-٢-٢ الهدف

الغـرض مـن اختـبار تعيين نعومة الأسمنت باستخدام المنخل رقم ١٧٠ التأكد من عدم وجود نسبه كبيرة من الحبيبات التى تحجز على المنخل ١٧٠ (٩٠ ميكرون) .

١-٢-٣ تعريفات

الإعادة

هـي إعـادة الاختـبار بنفس الطريقة و على نفس المادة و تحت نفس ظروف الاختبار و بواسطة نفس المختبر.

المراجعة

هى إعادة الاختبار بنفس الطريقة و على نفس المادة و لكن عند ظروف اختبار مختلفة.

العينة المرجعية

هـــى عينة بها نسبة محددة من الحبيبات ذات حجم أكبر من فتحه المنخل للتأكد من كفاءة منخل الاختبار.

١-٢-٤ الأجهزة

يتم استخدام الأجهزة و المواد التالية:

- مـنخل الاختـبار : مكون من إطار قطره من ١٥٠ إلى ٢٠٠ ملليمتر وعمقه من ٤٠ إلى ١٠٠ ملليمـتر ومصـنوع من مادة غير قابلة للتآكل ، ويزود الإطار بمنخل مقاس فتحته ٩٠ مـيكرون مصـنوع مـن نسيج الصلب أو الأسلاك المقاومة للصدأ والتآكل ، ويزود المنخل بصينية توضع تحته لمنع فقد المادة أثناء النخل .

- مـــيزان : يزن حتى ١٠٠ جرام بدقة ١٠ ملليجرام .

- مـادة مرجعـية لقياس كفاءة المنخل : تستخدم مادة مرجعية ، كمية المتبقى منها فوق منخل الاختبار معلومة(A). وتحفظ هذه المادة فى وعاء محكم لتجنب تغير خواصها نتيجة تعرضها للجو ويدون على وعاء حفظ العينه المرجعية كمية المتبقى منها فوق منخل الاختبار .

١-٢-٥ العينات

تؤخـذ عينة مقدارها ٥٠ جرام من الأسمنت المراد تعيين نسبة المار منه من منخل ١٧٠ ويتم التأكد من كفاءة المنخل بعد كل ١٠٠ اختبار كما يلى:

- تتـبع نفـس الخطـوات الخاصة بتحديد المتبقى فوق المنخل كما هو متبع فى طريقة إجراء الاختبار مع استخدام المادة المرجعية بدلا من الأسمنت وتحدد كمية المتبقى فوق المنخل (B) بأخذ متوسط نتائج عينتين بشرط ألا يزيد الفرق فى هذه النتائج عن ٠,٣ % .

١-٢-٦ خطوات الاختبار

تقـاس نعومـة الأسمنت بنخله على منخل ١٧٠ قياسى ثم تحدد نسبة الأسمنت المحتجزة فوق المنخل كما يلى :

١ - تـرج عينه الأسمنت تحت الاختبار لمدة دقيقتين فى زجاجة مغلقة لتفكيك أى تجمعات بها وتـترك لمـدة دقيقتيـن ثم تقلب العينه بلطف باستخدام قضيب جاف ونظيف وذلك لتوزيع الحبيبات الناعمة فى الخليط.

٢ – توضع الصينية تحت المنخل ويوزن ٥٠ جرام من الأسمنت لأقرب ٠,١ جرام وتوضع بعناية على المنخل لتجنب فقد أى جزء منها ويتم تفكيك أى تجمعات ثم يغطى المنخل .

٣ – يحرك المنخل حركة دورانية وأفقية ، يتم التأكد من انتهاء عملية النخل عندما لا يزيد معدل المار من المنخل عن ٠,٠٥ جم / دقيقة أثناء النخل . يجمع ويوزن المتبقى فوق المنخل(w_1). ثم يزال الناعم من قاع المنخل بواسطة فرشاة ناعمة بعناية ويجمع فى الصينية .

٤ – تكرر الخطوات السابقة مع ٥٠ جرام أخرى من عينة أخرى من نفس الأسمنت ويحدد الوزن المتبقى (w_2).

١-٢-٧ النتائج

يتم حساب النسبة المئوية للمتبقى على المنخل للعينتين كما يلى :

$$R_1 = (w_1 / 50) * 100 \quad , \quad R_2 = (w_2 / 50) * 100$$

حيث :

R_1 : النسبة المئوية للمتبقى للعينة الأولى .

R_2 : النسبة المئوية للمتبقى للعينة الثانية .

w_1 : الوزن المتبقى على المنخل للعينة الأولى بالجرام .

w_2 : الوزن المتبقى على المنخل للعينة الثانية بالجرام .

– تحسب النسبة المئوية للمتبقى (R_C) من متوسط قيم R_1 , R_2 لأقرب ٠,١ % ، وعند اختلاف النتائج بأكثر من ١,٠ % تجرى عملية تحليل ثالثة ويؤخذ متوسط الثلاث نتائج .

– تصحح النسبة المئوية للمتبقى (R_C) بضرب قيمتها فى معامل المنخل (S_F).

– يحسب معامل المنخل كما يلى :

$$S_F = A / B$$

حيث :

S_F : معامل المنخل .

A : كمية المتبقى للمادة المرجعية فوق المنخل .

B : كمية المتبقى المقاس للمادة المرجعية فوق المنخل .

١-٢-٨ حدود القبول و الرفض

لا يستخدم هذا الاختبار كاختبار قبول أو رفض للأسمنت .

١-٢-٩ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – ظروف حفظ العينات – تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار

١-٢-١٠ دقة وحيود النتائج

الانحراف المعيارى للإعادة فى هذا الاختبار ٠,٢ % وللمراجعة ٠,٣ %

١-٢-١١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٢٤٢١-١٩٩٣ : اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت. الجزء الثانى : تعيين نعومة الأسمنت بإستخدام منخل رقم ١٧٠ .

١-٣ اختبار تعيين نعومة الأسمنت باستخدام جهاز بلين

DETERMINATION OF FINENESS OF CEMENT USING BLAINE APPARATUS

١-٣-١ عـــــام

يساعد تعيين المساحة السطحية لحبيبات الأسمنت على معرفة نعومة الأسمنت ، حيث تؤثر نعومة الأسمنت على معدل و مدى تفاعله مع الماء ، فبزيادة نعومة حبيبات الأسمنت تزداد المساحة السطحية النوعية له مما يتيح مساحة أكبر لتلاقى و تفاعل الماء مع وزن محدد من الأسمنت ، كما أن سرعة اكتمال عملية التفاعل مع الماء تعتمد على مقاس حبيبات الأسمنت حيث يصعب وصول الماء إلى قلب الحبيبات الكبيرة مما قد يسبب تفاعل القلب الداخلى لحبيبات الأسمنت فى أزمنة متأخرة و قد يصحب ذلك عدم ثبات حجم الأسمنت؛ كما قد يسبب كبر حجم الحبيبات عدم تفاعل قلبها تماما مما يؤدى إلى ضعف فى المقاومة لنفس محتوى الأسمنت ، وتحسن زيادة نعومة الأسمنت من قابلية التشغيل و التماسك و التحمل مع الزمن للخرسانة وتقلل من ظاهرة النضح ، ويعتبر هذا الاختبار إلزامياً لقبول أو رفض الأسمنت وفقا للمواصفات القياسية

١-٣-٢ الهدف

يهدف الاختبار إلى تحديد مساحة السطح بمقارنة عينة الاختبار بعينة مرجعية . و كلما زادت المساحة السطحية تزيد سرعة تصلد الخرسانة والحصول على مقاومة مبكرة عاليه . ويحدد هذا الاختبار مدى صلاحية الأسمنت .

١-٣-٣ تعريفات

- مساحة السطح النوعية

هى مجموع المساحات السطحية لحبيبات الأسمنت لوحدة الوزن ويتم حسابها باستخدام جهاز بلين بمعلومية الزمن اللازم لمرور كمية محددة من الهواء خلال طبقة من الأسمنت ذات أبعاد ومسامية محددتين .

- العينة المرجعية

هى أسمنت مرجعى مساحة السطح النوعية له معلومة .

- الإعـــادة

هـــى إعـــادة الاختـــبار بنفس الطريقة و على نفس المادة و تحت نفس ظروف الاختبار و اسطة نفس المختبر.

- المراجعة

هى إعادة الاختبار بنفس الطريقة و على نفس المادة و لكن عند ظروف اختبار مختلفة.

١-٣-٤ الاجهزة

يتم استخدام الأجهزة والمواد التالية :

- جهاز بلين للنفاذية : ويتكون من :

- خلـــية الـــنفاذية : أسطوانة كالموضحة فى شكل رقم (١-٣-١) وتصنع من مادة مقاومة للتآكل والبرى ، ويكون كل من أسطح قمة وقاع الاسطوانة والسطح العلوى لحافة قاعدة الاسطوانة أفقية وعمودية على محور الأسطوانة ، كما يكون السطح الخارجى للأسطوانة مسلوباً بحيث يكون محكما مع التجويف المخروطى للمانومتر .

- القـــرص المثقب : كما فى شكل رقم (١-٣-١) ويصنع من مادة غير قابلة للتآكل ، عدد الـــثقوب به من ٣٠ إلى ٤٠ وقطر كل ثقب ١ ملليمتر ويكون مسطح هذا القرص عموديا على محور الأسطوانة عند وضعه فى الخلية .

- المكبس : كالموضح فى شكل رقم (١-٣-١) ويصنع من مادة مقاومة للتآكل والبرى .

- المانومتر : يكون المانومتر بالأبعاد والتفاوت الموضح فى شكل رقم (١-٣-١) ويصنع من زجاج البوروسيليكات . يمكن استخدام أشكال أخرى للمانومتر بشرط أن تعطى نفس النتائج التى يعطيها الجهاز الموضح بالشكل رقم (١-٣-١) .

- ســـائل المانومـــتر : سائل غير قابل للتميع وغير متطاير منخفض اللزوجة والكثافة مثل (ثنائى بيوتيل فثالين) أو زيت معدنى خفيف .

ب - ساعات إيقاف : ساعة إيقاف بتدريج ٠,٢ثانية وبمدى ٣٠٠ ثانية .

جـ - موازين :

- ميزان يزن ٣ جرام بدقة ١ ملليجرام لوزن الأسمنت
- وميزان يزن ١١٠ جرام بدقة ١ ملليجرام لوزن الزئبق.

د - قنينة كثافة : وكما هى موضحة باختبار قياس كثافة الأسمنت بهذا الدليل (رقم ١-٤) .

هـ - المواد المساعدة لإجراء الإختبار :

- زئبق صنف كاشف تحليلى .
- أسمنت مرجعى مساحة السطح النوعية له معلومة .
- زيت معدنى خفيف لمنع تكوين مملغم الزئبق مع السطح الداخلى للخلية .
- ورق ترشيح مستدير مساميته من النوع المتوسط (واتمان ٤٠) و أبعاده تطابق أبعاد الخلية .

١-٣-٥ العينات

تخلط عينة الأسمنت جيدا برجها فى زجاجة لمدة دقيقتين وبعد مرور دقيقتين من عملية الرج يقلب الأسمنت باستخدام قضيب جاف نظيف وذلك لتوزيع الحبيبات الناعمة فى الخليط .

١-٣-٦ خطوات الاختبار

أ - معايرة الجهاز

يعاير الجهاز عند بدء الاستعمال لحساب كل من حجم طبقة الأسمنت وثابت الجهاز طبقاً لما سيأتى فى البندين ب، جـ التاليين ، وتعاد المعايرة على فترات نتيجة لما قد يحدث من تآكل فى أجزاء الجهاز وتجرى عملية المعايرة فى الأحوال التالية :

- بعد ١٠٠٠ مرة استخدام .
- عند تغيير أى من سائل المانومتر أو ورقة الترشيح أو أنبوبة المانومتر .
- عند استخدام أسمنت مرجعى جديد .

ب - تعيين حجم طبقة الأسمنت

يختلف حجم طبقة الأسمنت باختلاف الخلوص بين الضاغط والسطح العلوى للقرص المثقب . ولتحديد حجم طبقة الأسمنت المقابل لخلوص معين يتبع ما يلى :

١ - تدهن الأسطح الداخلية للخلية بطبقة رقيقة من زيت معدنى خفيف . يوضع القرص المثقب على حافة الخلية وفوق ورقتى ترشيح ويتم التأكد أن كل ورقة مفرودة وتغطى القرص تماما .

٢ - تملأ الخلية تماما بالزئبق وتزال أى فقاعات هوائية باستخدام قضيب نظيف . يتم التأكد من أن الزئبق يملأ الخلية تماما بوضع شريحة زجاجية فوق سطح الزئبق ويضغط عليها حتى يفيض الزئبق خارج الخلية ، تفرغ الخلية ويوزن الزئبق لأقرب ٠,٠١ جرام (W1) وتسجل درجة الحرارة .

٣ - ترفع ورقة ترشيح واحدة من الخلية وتوضع طبقة الأسمنت القياسية والتى تزن ٢,٨ جرام بواسطة قمع مع مراعاة عدم تناثر أى جزء منها على الجوانب ويغطى الأسمنت بورقة ترشيح أخرى ثم يضغط المكبس الخاص داخل الخلية ، ثم ينزع المكبس ويراعى عدم تناثر أى جزء فوق ورقة الترشيح أو يلتصق بأسفل المكبس ، ثم تكمل الخلية بالزئبق حتى نهايتها ، يفرغ الزئبق ويوزن لأقرب ٠,٠١ جرام (W2) وتسجل درجة الحرارة .

٤ - يحسب حجم طبقة الأسمنت بالسم^3 من العلاقة التالية :

$$V = (W1 - W2) / D_q$$

حيث :

V : حجم طبقة الأسمنت (سم^3) .

W1 : وزن الزئبق بالجرام الذى يملأ الخلية لأقرب ٠,٠١ جرام .

W2 : وزن الزئبق بالجرام الذى يملأ الخلية فى وجود الأسمنت لأقرب ٠,٠١ جرام .

D_q : كثافة الزئبق (جم/ سم^3) ويرجع للجدول رقم (١-٣-١) لتحديد كثافة الزئبق عند متوسط درجات حرارة الاختبار .

٥ - تعاد الخطوات السابقة على عينات جديدة من نفس الأسمنت إلى أن يصبح الاختلاف فى النتائج ٠,٠٠٥ سم^3 ، تسجل هذه النتائج على أنها حجم طبقة الأسمنت .

جـ - تعيين ثابت الجهاز

١ - توضع طبقة من الأسمنت المرجعى داخل الخلية وزنها (Wc)، حسب الطريقة الموضحة فى البند رقم (١-٣-٦-ب) .

٢ - يوضع السطح المخروطى للخلية فى التجويف العلوى للمانومتر ويستخدم الشحم لإحكام مرور الهواء خلال الوصلات . يغلق أعلى الخلية بغطاء محكم ملائم ويفتح صمام المانومتر ويرفع مستوى السائل ليصل إلى العلامة العليا (علامة رقم ٨ بالشكل رقم (١-٣-١)). يغلق الصمام ويختبر التسرب ويضبط الإحكام إلى أن يثبت مستوى السائل، يفتح الصمام ويضبط مستوى السائل عند أعلى علامة ثم تفتح الخلية ويحسب زمن سريان سائل المانومتر بدءا من العلامة إلى العلامة الأخيرة ويسجل هذا الزمن Tr لأقرب ٠,٢ ثانية كما تسجل درجة الحرارة لأقرب درجة مئوية .

٣ - تعاد الخطوات السابقة مرتين وعلى نفس طبقة الأسمنت وتسجل قيم الزمن والحرارة فى كل مرة

٤ - يعاد الاختبار على عينتين جديدتين من نفس نوع الأسمنت وبنفس الخطوات السابقة وتسجل قيم الزمن والحرارة فى كل مرة .

٥- لكل عينه يحسب متوسط الزمن ودرجة الحرارة ثم يحسب ثابت الجهاز من العلاقة التالية:

$$K = Sr \times Dr \frac{(1 - Pr) \times \sqrt{0.1 \times Ir}}{\sqrt{(P_r)^3 \times Tr}}$$

حيث :

K : ثابت الجهاز .

S_r : مساحة السطح النوعية للأسمنت المرجعى (سم^2 / جم)

D_r : كثافة الأسمنت المرجعى (جم/ سم^3)

P_r : مسامية طبقة الأسمنت .

I_r : لزوجة الهواء عند متوسط درجات حرارة اختبار الأسمنت المرجعى (باسكال . ثانية) ، ويرجع للجدول رقم (١-٣-١) لتحديد لزوجة الهواء .

T_r : متوسط الزمن الذى يستغرقه السائل المانومترى للهبوط من العلامة رقم (٧) إلى العلامة رقم (٦) كما بالشكل رقم (١-٣-١) لأقرب ٠,٢ ثانية .

– وإذا كانت مسامية طبقة الأسمنت ٠,٥ ، ودرجة حرارة الاختبار ٢٠ ± ٢ درجة مئوية يحسب ثابت الجهاز من العلاقة التالية :

$$K = 1.414 \times Sr \times Dr \times \sqrt{\frac{0.1 \times Ir}{Tr}}$$

٦ – يؤخذ متوسط النتائج الثلاث لثابت الجهاز على أنه ثابت الجهاز(K) .

د – خطوات الاختبار

١ – تعيين الكثافة

– تحدد كثافة الأسمنت (D_C) باستخدام قنينة الكثافة كما هو موضح باختبار قياس الكثافة لأقرب ٠,٠١ جم/سم^3 .

– للتحقق من دقة النتائج يعاد الاختبار ويسجل المتوسط لأقرب ٠,٠١ جم/سم^3 .

٢ – إعداد طبقة الأسمنت

أ – تحدد كتلة الأسمنت (W_C) التى يتم وضعها فى الخلية لجهاز بلين بحيث تحسب مسامية طبقة الأسمنت بالخلية (P_c) من العلاقة التالية :

$$W_C = D_C * V(1 - P_c)$$

حيث :

W_C : كتلة الأسمنت التى تكون طبقة لها مسامية (P_c).

D_C : كثافة الأسمنت لأقرب ٠,٠١ جم/ سم^3 .

V : حجم طبقة الأسمنت (سم^3) كما هو محسوب من بند تعيين حجم طبقة الأسمنت.

P_c : مسامية طبقة الأسمنت .

تؤخذ المسامية فى حالة الأسمنت البورتلاندى ٠,٥ ± ٠,٠٠٥ ، وفى حالة الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد وفائق النعومة ٠,٥٣ ± ٠,٠٠٥ .

– يتم وزن كمية من الأسمنت (W_C) بعناية . يتم وضع كمية الأسمنت الموزونة داخل الخلية فوق ورقة الترشيح السفلية بعناية لتفادى فقد أى أسمنت ، ويسوى سطح الأسمنت ويغطى بورقة ترشيح ثانية .

جـــ - يحـرك المكـبس حتى يلامس الضاغط ورقة الترشيح ويضغط حتى نهايته ، ثم يرفع المكبس حوالى ٥ ملليمتر ويدار ٩٠ درجة ثم يضغط مرة أخرى و يسحب برفق .

٣ - طريقة الاختبار

توضـــع طبقه من عينه الأسمنت تحت الاختبار فى الخلية حسب الطريقة الموضحة بالبند الســـابق ويحســـب كل من متوسط الزمن والحرارة باتباع الخطوات الموضحة ببند تعيين ثابت الجهاز لعينة واحدة .

١-٣-٧ المساعدات الإيضاحية :

يســـتعان بـــالجدول رقـــم (١-٣-١) لـــتحديد لزوجة الهواء بدلالة درجة الحرارة وكثافة الزئبق.

١-٣-٨ النتائج

يتم حساب مساحة السطح النوعية للأسمنت المختبر باستخدام المعادلة العامة التالية :

$$Sc = \frac{K}{Dc} \times \frac{\sqrt{(P_c)^3 \times Tc}}{(1-Pc)\sqrt{0.1 \times Ic}}$$

- وفـــى الحالـــة الـــتى تتســـاوى فـــيها مسامية طبقة عينة الأسمنت مع مسامية طبقة الأسمنت المرجعى ، تصبح العلاقة كما يلى :

$$Sc = Sr \times \frac{Dr}{Dc} \times \frac{\sqrt{Tc}}{\sqrt{Tr}} \times \frac{\sqrt{Ir}}{\sqrt{Ic}}$$

- فـــى الحالـــة الـــتى يجرى فيها الاختبار عند درجة الحرارة ٢٠ ± ٢ درجة مئوية وتتساوى مســـامية طـــبقة عيـــنة الأسمنت و مسامية طبقة الأسمنت المرجعى ، تستخدم العلاقة التالية لحساب مساحة السطح النوعية :

$$Sc = Sr \times \frac{Dr}{Dc} \times \frac{\sqrt{Tc}}{\sqrt{Tr}}$$

حيث :

S_c : المساحة السطحية النوعية للأسمنت المختبر (سم^2/جم) .

K : ثابت الجهاز .

D_c : كثافة الأسمنت المختبر (جم / سم^3) .

P_c : مسامية طبقة الأسمنت المختبر .

I_c : لزوجة الهواء عند متوسط درجات الحرارة أثناء إجراء اختبار الأسمنت المختبر (باسكال.ثانية) ، يرجع للجدول رقم (١-٣-١) لتحديد لزوجة الهواء .

T_c : متوسط الزمن للهبوط من العلامة رقم (٧) الى (٦) كما هو بالشكل رقم (١-٣-١) لأقرب ٠,٢ ثانية .

تقبل النتائج إذا لم يتجاوز الاختلاف فى قيمة مساحة السطح النوعية فى أكثر من تجربه ١%، تسجل القيمة لأقرب ١٠ سم^2/ جم.

١-٣-٩ حدود القبول أو الرفض

يجب ألا تقل نعومة الأسمنت عن :

٢٧٥٠	سم^2/جم	أسمنت بورتلاندى عادى
٣٥٠٠	سم^2/جم	أسمنت بورتلاندى سريع التصلد
٢٨٠٠	سم^2/جم	أسمنت بورتلاندى مقاوم للكبريتات
٢٨٠٠	سم^2/جم	أسمنت بورتلاندى منخفض الحرارة
٢٧٠٠	سم^2/جم	أسمنت بورتلاندى أبيض
٣٠٠٠	سم^2/جم	أسمنت بورتلاندى مخلوط بالرمل
٤١٠٠	سم^2/جم	أسمنت بورتلاندى نعومة ٤١٠٠
٢٥٠٠ سم^2/جم		أسمنت بورتلاندى حديدى

١-٣-١٠ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الإختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – ظروف حفظ العينات – تاريخ إجراء الإختبار) .
- المواصفات المتبعة .

- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار

١-٣-١١ الدقة والحيود

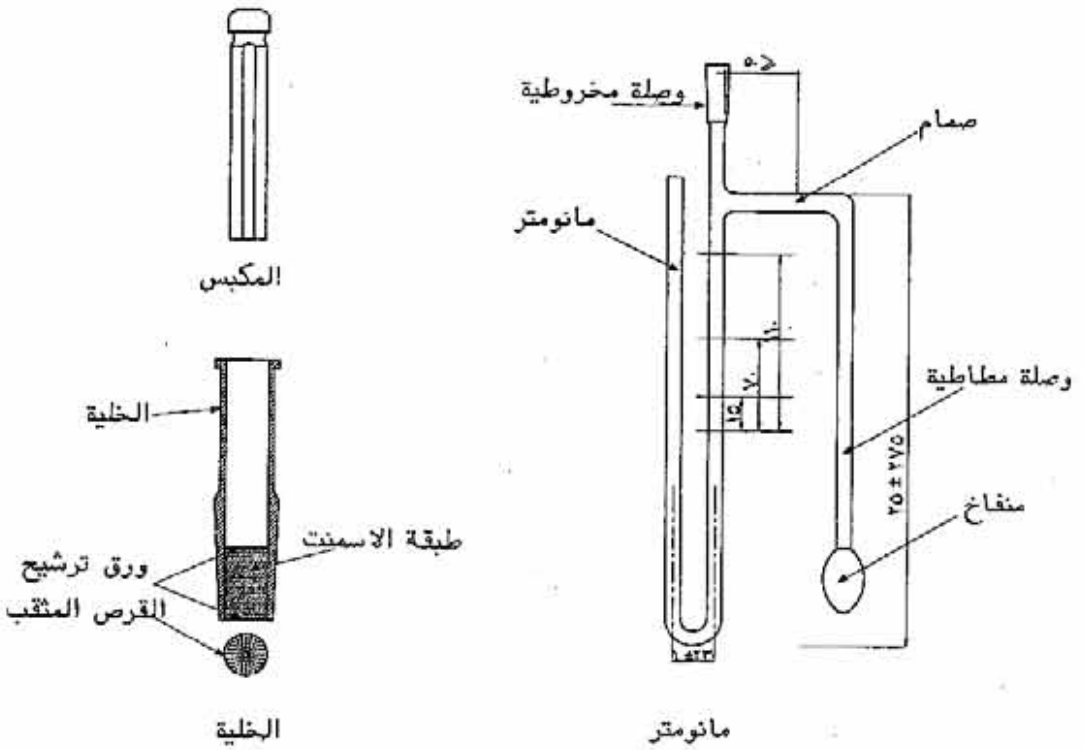
- الانحراف المعيارى للإعادة للعينات المختبرة ٥٠ سم^{٢}/جم وللمراجعه ١٠٠٠ سم^{٢}/جم.

١-٣-١٢ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٢٤٢١ - ١٩٩٣ : اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت. الجزء الثانى : تعيين نعومة الأسمنت بإستخدام جهاز بلين .
- الأسمنت البورتلاندى العادى (م.ق.م - ٣٧٣-١٩٩١) .
- الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد (م.ق.م - ٣٧٣-١٩٩١) .
- الأسمنت البورتلاندى منخفض الحرارة (م.ق.م - ٥٤١-١٩٩٢) .
- الأسمنت البورتلاندى المقاوم للكبريتات (م.ق.م - ٥٨٣-١٩٩٣) .
- الأسمنت البورتلاندى الأبيض (م.ق.م - ١٠٣١-١٩٩٢) .
- الأسمنت البورتلاندى المخلوط بالرمل (م.ق.م - ١٠٧٨-١٩٧١) .
- الأسمنت البورتلاندى ذو النعومة ٤١٠٠ (م.ق.م - ١٤٥٠-١٩٧٩) .
- الأسمنت البورتلاندى الحديدى (م.ق.م - ٩٧٤-١٩٩٢) .

جدول رقم (١-٣-١) : كثافة الزئبق ولزوجة الهواء عند درجات الحرارة المختلفة

درجة الحرارة	كثافة الزئبق (جم/سم^3)	لزوجة الهواء (I_r) (بسكال ثانية)	$\sqrt{0.1 * Ir}$
١٦	١٣,٥٦٠	٠,٠٠٠٠١٨٠٠	٠,٠٠١٣٤٢
١٧	١٣,٥٦٠	٠,٠٠٠٠١٨٠٥	٠,٠٠١٣٤٤
١٨	١٣,٥٥٠	٠,٠٠٠٠١٨١٠	٠,٠٠١٣٤٥
١٩	١٣,٥٥٠	٠,٠٠٠٠١٨١٥	٠,٠٠١٣٤٧
٢٠	١٣,٥٥٠	٠,٠٠٠٠١٨١٩	٠,٠٠١٣٤٩
٢١	١٣,٥٤٠	٠,٠٠٠٠١٨٢٤	٠,٠٠١٣٥١
٢٢	١٣,٥٤٠	٠,٠٠٠٠١٨٢٩	٠,٠٠١٣٥٣
٢٣	١٣,٥٤٠	٠,٠٠٠٠١٨٣٤	٠,٠٠١٣٥٤
٢٤	١٣,٥٤٠	٠,٠٠٠٠١٨٣٩	٠,٠٠١٣٥٦



شكل رقم (١-٣-١) جهاز بلين

١-٤ اختبار قياس كثافة الأسمنت

DENSITY OF CEMENT

١-٤-١ عـــــام

كثافة الأسمنت هى وزن وحدة الحجوم لحبيبات الأسمنت ، ويفيد تحديد كثافة الأسمنت فى تصـــميم الخلطات الخرسانية والتحكم فى جودتها ، ويعتبر هذا الاختبار قياسياً طبقا للمواصفات الأمريكية ASTM C 188-84 .

١-٤-٢ الهدف

يهـــدف الاختبار لتحديد كثافة الأسمنت وذلك بتحديد وزن وحدة الحجوم من مادة الأسمنت باستخدام قنينة لوشاتلييه للكثافة .

١-٤-٣ تعريفات

– كثافة الأسمنت

هى النسبة بين كتلة الأسمنت وحجم حبيباته .

١-٤-٤ الأجهزة

– قنيـــنة لوشـــاتلييه للكثافة : تستخدم قنينة قياسية مستديرة المقطع بالشكل والأبعاد كالموضحة بالشـــكل رقم (١-٤-١). يجب أن تتوافر فى هذه القنينة جميع الاشتراطات الخاصة بالأبعاد والأطوال وكذلك انتظام التدريج ودقة المسافات البينية .

يجـــب أن تكـــون مادة تصنيع القنينة من أجود أنواع الزجاج الخالى من أى عيوب و الذى لا يـــتفاعل مـــع الكيماويات وله مقاومة عالية للحرارة وذو سمك مناسب بحيث يكون له مقاومة عالية للكسر ويكون تدريج القنينة عند رقبتها ويبدأ من صفر إلى ١ ملليلتر ومن ١٨ إلى ٢٤ ملليلـــتر بدقة ٠,١ ملليلتر كما هو موضح بالشكل رقم(١-٤-١)، ويجب أن يكون مكتوباً على كـــل قنيـــنة رقم أو علامة تميزها عن غيرها وأن تكون هذه العلامة مكتوبة أيضا على سدادة القنيـــنة ، وعـــند اســـتبدال أى جزء تالف من القنينة يجب كتابة رقم القنينة أو علامتها على الجـــزء المســـتبدل ، ويكتب أيضا على القنينة درجة الحرارة القياسية وسعتها بالملليلتر فوق أعلى نقطة من التدريج.

- كيروسين : خالى من الماء والنفط ذو كثافة نوعية لاتقل عن ٦٢ API .

- أجهـزة بديلة : يسمح باستخدام أجهزة بديلة عن المذكورة فى البندين السابقين فى تحديد كثافة الأسمنت بشرط أن تكون دقة نتائج الاختبار التى تم إجراؤها بشخص واحد فى حدود ±٠,٠٣ جم/سم^{٣} محسوبة بالنسبة لنتيجة الإختبار الذى تم إجراؤه بطريقة القنينة القياسية .

- حمـام مـائى : لضمان تثبيت درجة الحرارة لفترة كافية بحيث لا يتعدى الفرق بين درجتى الحرارة عند أخذ القراءة الابتدائية والنهائية عن ٠,٢ درجة مئوية .

١-٤-٥ العينات

تجهـز عيـنة من الأسمنت المراد اختباره طبقا لمتطلبات تجهيز عينات الأسمنت كما هو وارد بطـرق سحب العينات بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١) . يوزن ٦٤ جرام من الأسمنت المـراد اختـباره لأقـرب ٠,٠٥ جرام ، يجرى الاختبار على العينات بنفس صورتها التى تم تسـليمها علـيها إلا إذا تـم التوصـيـة بغير ذلك. فى حالـة إجراء الاختبار على عينات بعد تعرضها للحريق تحرق العينة أولا طبقا للطريقة الموضحة بالجزء 6-1 بالمواصفات الأمريكية ASTM C 114- 88 .

١-٤-٦ خطوات الاختبار

أ – تمـلأ القنينة بالكيروسين المذكور ببند الأجهزة حتى يصل إلى نقطة بين التدريجين صفر و ١ ملليلتر ، يجفف السطح الداخلى للقنينة أعلى مستوى الكيروسين إذا لزم الأمر ، ويراعى استخدام مفرش من المطاط يوضع على سطح المنضدة التى يجرى عليها الاختبار عند ملء القنينة.

ب – توضـع القنيـنة المملـوءة بالكيروسـين فـى حمام مائى وتؤخذ قراءة ابتدائية لمستوى الكيروسـين بالقنينة ، ولأخذ قراءة ابتدائية صحيحة يتم تثبيت القنينة فى وضع رأسى داخل الحمام المائى باستخدام أحد هذين الحلين :

– توضع حلقة من الرصاص حول عنق القنينة .

– تثبت القنينة بحامل السحاحة.

جـ – توضـع كمية من الأسمنت تزن ٦٤ جرام موزونة بدقة ٠,٠٥جرام داخل القنينة على دفعـات صـغيرة عـند نفس درجة حرارة الكيروسين ، يراعى عند وضع الأسمنت داخل القنينة عدم فقد أى كمية منه أو التصاقه بالأسطح الداخلية للقنينة أعلى منسوب الكيروسين.

يمكـــن وضع القنينة على هزاز ميكانيكى أثناء وضع الأسمنت داخلها لإسراع عملية وضع الأســمنت فى القنينة ولمنع التصاق حبيبات الأسمنت بالأسطح الداخلية للقنينة أعلى منسوب الكيروسين .

د – بعـــد وضع كمية الأسمنت بأكملها داخل القنينة ، توضع السدادة على فوهة القنينة ثم تحرك القنيـــنة حـــركة دورانية فى وضع مائل على سطح المفرش المطاط بحيث يتم طرد الهواء المحبوس بين حبيبات الأسمنت ، ويستمر تحريك القنينة حتى يتوقف ظهور فقاعات هوائية من سطح الكيروسين داخل القنينة .

هـــ – توضـــع القنيـــنة فى الحمام المائى ثم تؤخذ القراءة النهائية مع مراعاة تثبيت القنينة فى الحمـــام المـــائى كمـــا ســـبق ذكرة ، ويراعى الالتزام بالقراءة عند السطح السفلى لسطح الكيروســـين وذلـــك لتفادى تأثير الشد السطحى . عند أخذ القراءة الابتدائية والنهائية يجب التأكد أن القنينة تم وضعها فى الحمام المائى ذى درجة الحرارة المثبتة لفترة كافية بحيث لا يـــتعدى الفـــرق بيـــن درجتى الحرارة عند أخذ القراءة الابتدائية والنهائية عن ٠,٢ درجة مئوية.

١-٤-٧ المساعدات الإيضاحية

يجب أن تتفق أبعاد القنينة القياسية المستخدمة مع الأبعاد الموضحة بالشـــــكل رقم (١-٤-١)

١-٤-٨ النتائج

يمـــثل الفـــرق بيـــن القراءتيـــن النهائـــية والابتدائية حجم السائل المزاح بعينة الأسمنت المستخدمة فى الاختبار وعلى ذلك :

الحجم المزاح من السائل = القراءة النهائية – القراءة الابتدائية

تحسب كثافة الأسمنت كما يلى :

$$\text{كثافة الأسمنت} = \frac{\text{كتلة الأسمنت (جم)}}{\text{الحجم المزاح من السائل (سم}^3\text{)}}$$

تحسب الكثافة لأقرب ٠,٠١ جم/سم^3

١-٤-٩ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار.

١-٤-١٠ دقة وجيود النتائج

أ - وجد أن الانحراف المعيارى لنتائج الاختبارات التى أجريت على الأسمنت البورتلاندى عن طريق شخص واحد تساوى ٠,٠١٢ وعلى ذلك يجب ألا يتعدى الفرق فى نتائج اختبارين تم إجراؤهما بنفس الشخص لنفس نوع الأسمنت عن ٠,٠٣ .

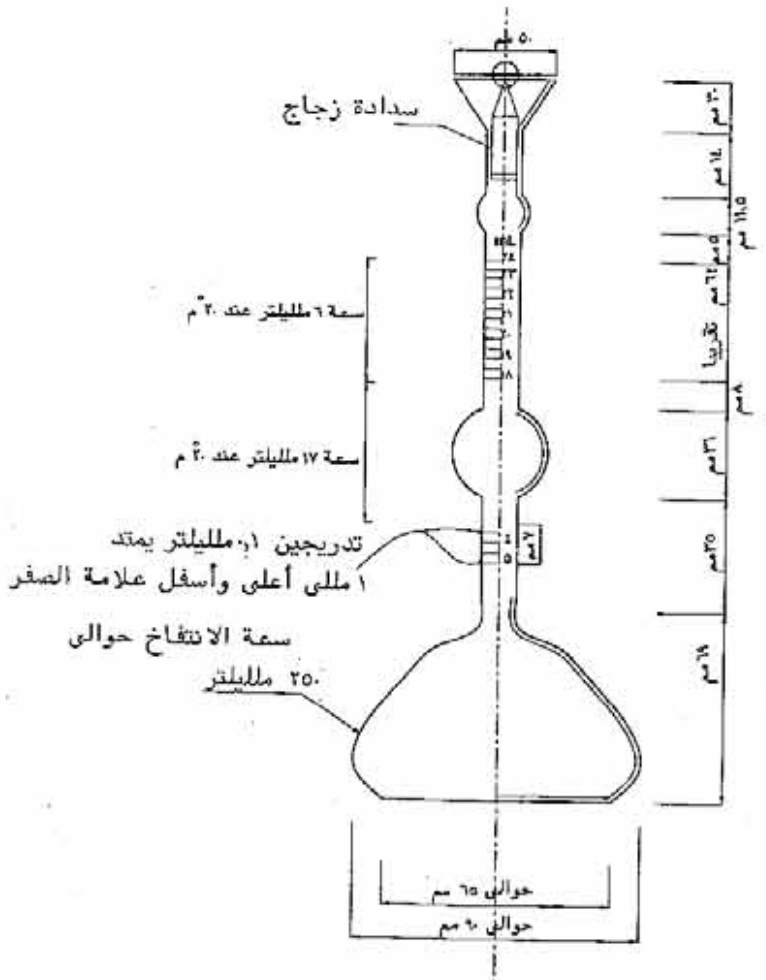
ب - وجد أن الانحراف المعيارى لنتائج الاختبارات التى تجرى بمعامل مختلفة يساوى ٠,٠٣٧ وعلى ذلك يجب ألا يتعدى الفرق فى نتائج اختبارين تم إجراؤهما بمعملين مختلفين لنفس نوع الأسمنت عن ٠,١ .

وذلك طبقا لما هو مذكور بالمواصفات الأمريكية ASTM C670 .

١-٤-١١ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards
C 188- 84 : Density of Hydraulic Cement
C 114- 88 : Chemical Analysis of Hydraulic Cement.
C 183- 88 : Sampling and Amount of Testing of Hydraulic Cement.
C 670-84 : Testing of Building Materials



شكل رقم (١-٤-١) قنينة لوشاتلييه للكثافة

١-٥ طريقة تحديد نسبة الماء اللازمة للعجينة الأسمنتية ذات القوام القياسى

WATER REQUIRED FOR CEMENT PASTE OF STANDARD CONSISTENCY

١-٥-١ عـــام

يتأثر زمن شك الأسمنت ومقدار ثبات حجمه بكمية الماء الداخل فى تكوين العجينة . فكلما زادت كمية المياه زاد زمن الشك للعجينة.

١-٥-٢ الهدف

يـتم تعييـن كمـية المياه اللازمة لعمل عجينة قياسية من أجل إجراء اختبار زمنى الشك الابتدائى والنهائى و اختبار ثبات الحجم للأسمنت .

١-٥-٣ تعريفات

- كمـية المياه اللازمة لتشكيل عجينة ذات قوام قياسى هى الكمية التى تعطى عجينة تسمح بنفاذ الطـرف الأسطوانى لجهاز فيكات إلى نقطة تبعد (٥±١ ملليمتر) من قاع قالب فيكات عند اختبار عجينة الأسمنت.

- زمن الخلط :

هـو الزمـن المحصور بين لحظة إضافة الماء إلى الأسمنت الجاف وحتى بدء ملء قالب جهاز فيكات بعجينة الأسمنت.

١-٥-٤ الأجهزة

يتم استخدام الأجهزة و المواد التالية:

- جهـــاز فـيكـــات : الجهـاز كمـا هو موضح فى شكل رقم (١-٥-١) وللجهاز طرف أسـطواني مثبت بالأجزاء المتحركة من معدن غير قابل للتآكل أو الصدأ طوله الفعال ٥٠± ١ ملليمـتر وقطـره ١٠± ٠,٠٥ ملليمتر ، ووزن جميع الأجزاء المتحركة ٣٠٠± ١ جرام وحركتها فى الاتجاه الرأسى دون احتكاك ومتوافقة تماما مع حركة الطرف الأسطوانى .

- قالـب العجيـنة : يصنع قالب العجينة من المعدن أو المطاط الصلد أو البلاستيك على شكل مخروط ناقص عمقه ٤٠ ± ٢ملليمتر وقطره الداخلى العلوى ٧٠ ± ٥ ملليمتر و السفلى ٨٠ ± ٥ ملليمـتر ، ويـزود القالـب بقاعدة من الزجاج أو مادة مماثلة فى نعومة السطح وغير مسامية أبعادها أكبر من أبعاد القالب .

- مسطرين قياسى : زنة ٢١٠ جم كالموضح فى شكل رقم (١-٥-٢) .

- مخبار مدرج : مخبار مدرج أو ماصة بدقه ٠,١ % من حجم القياس .

١-٥-٥ العينات

٤٠٠ جرام من الأسمنت .

١-٥-٦ خطوات الاختبار

تجرى التجارب فى مكان درجة حرارته ٢٥ ± ٢ درجة مئوية ورطوبته النسبية أكثر من ٥٠% ، وعلى أن تكون درجة حرارة كل من الأسمنت والماء المستخدمين هى نفس درجة الحرارة التى يجرى عندها الاختبار . تعين كمية الماء اللازمة لتكوين عجينة الأسمنت ذات القوام القياسى بتجربة عدة محاولات لنفاذ الأسطوانة فى عجائن ذات محتوى ماء مختلف ، وتحديد بعد الأسطوانة من قاع القالب كما يلى :

١ - يعاير جهاز فيكات بتحريك الأسطوانة لتصل إلى القاعدة الزجاجية للقالب ثم يضبط تدريج الجهاز عند الصفر ثم تعاد الأسطوانة إلى مكانها .

٢ - يوزن لأقرب جرام ٤٠٠ جرام من الأسمنت وتوضع على سطح غير مسامى ثم يضاف ١٠٠ ملليلتر من الماء ويسجل الوقت كبداية لزمن القياسات التالية (صفر القياس) .

٣ - تتم عملية الخلط باستخدام المسطرين فى مدة ٢٤٠ ± ٥ ثانيه على السطح غير المسامى.

٤ - بعد إنتهاء مدة الخلط تنقل العجينه فورا إلى القالب الموضوع على القاعدة الزجاجية المدهونة بالزيت المعدنى الثقيل ويملأ القالب المرتكز على اللوح المستوى غير المسامى دفعة واحدة ملئا يزيد عن القالب بدون ضغط أو هز لمحتوياته ثم تزال هذه الزيادة بتحريك حافة مستقيمة على السطح بحيث تجعل القالب مملوءاً وسطحه ناعما.

- يوضع القالب والقاعدة الزجاجية على جهاز فيكات ويمركز تحت الأسطوانة وتدلى الأسطوانة ببطء حتى تمس سطح العجينه و توقف عند هذا الوضع لمده ثانيه أو ثانيتين لتحاشى السرعة الابتدائية للأجزاء المتحركة و بعد مرور ٤ دقائق ± ١٥ ثانيه من بدء وقت القياس (صفر القياس) تترك الأجزاء المتحركة بحيث تنفذ الأسطوانة رأسيا فى مركز العجينة .

- يقرأ التدريج عند توقف الغرز أو بعد ٣٠ ثانيه من ترك الأسطوانة أيهما أسبق وتسجل قراءة التدريج التى تبين المسافة بين نهاية الاسطوانة وقاعدة القالب وكذلك يسجل محتوى الماء فى العجينه كنسبة مئوية من وزن الأسمنت .

٧ – تـنظف الأسـطوانة فـور عملـية الغرز ، ويكرر الاختبار مع عجائن تحتوى على نسب مخـتلفة مـن الماء إلى أن تصل إلى عجينه تسمح بنفاد الاسطوانة إلى نقطة تبعد ٥ ± ١ ملليمـتر من قاعدة القالب ويسجل محتوى الماء لأقرب ٠,٥ % ليمثل كمية الماء اللازمه لإعداد عجينه الأسمنت ذات القوام القياسى.

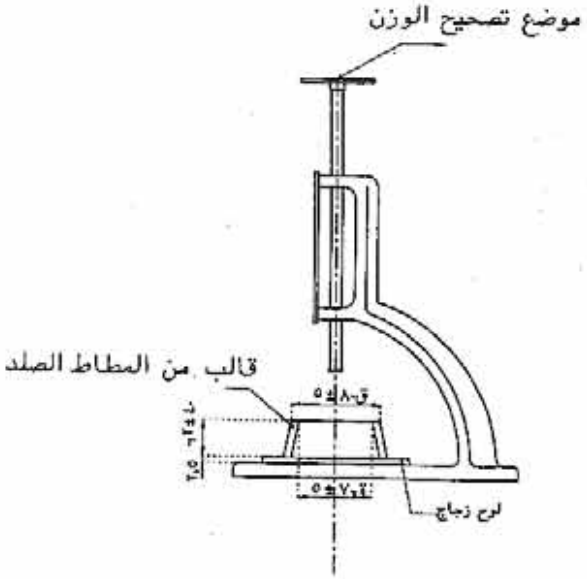
١-٥-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

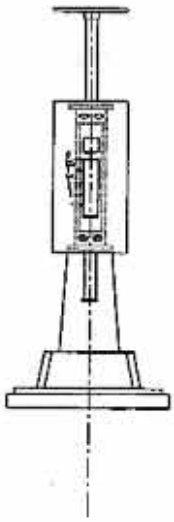
- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومـات الخاصـة بالعيـنات (المشـروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار.

١-٥-٨ المراجع

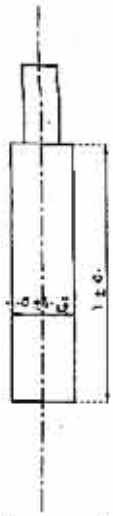
- المواصـفات القياسـية المصـرية م.ق.م. ٢٤٢١ – ١٩٩٣ : اختـبار الخواص الطبيعية و الميكانيكية للأسمنت . الجزء الأول : تعيين زمن الشك للأسمنت .



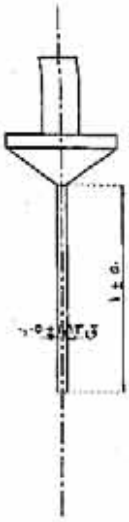
مسقط جانبى لوضع الجهاز عند تعيين زمن الشك الابتدائى



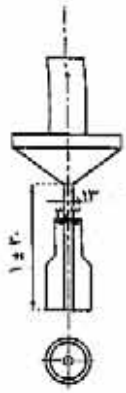
مسقط رأسى للجهاز عند تعيين زمن الشك النهائى



اسطوانة تعيين القوام القياسى



ابرة زمن الشك الابتدائى



حلقة ابرة زمن الشك النهائى

شكل رقم (١-٥-١) جهاز فيكات لتعيين القوام القياسى وتعيين زمن الشك للأسمنت (الأبعاد بالمليمتر)

١-٦ اختبار تحديد زمنى الشك الإبتدائى والنهائى للعجينة الأسمنتية باستخدام جهاز فيكات

INITIAL AND FINAL SETTING TIMES OF CEMENT PASTE USING VICAT'S APPARATUS

١-٦-١ عـــــام

يســاعد تعييــن زمن الشك الابتدائى على معرفة الزمن الذى تبدأ الخرسانة بعده فى الشك ولا يمكــن صبها أو تشكيلها وكذلك يساعد تعيين زمن الشك النهائى على معرفة الزمن الذى تبدأ عنده الخرسانة فى التصلد .

١-٦-٢ الهدف

يهــدف الاختــبار لتحديد زمنى الشك الابتدائى والنهائى لعجينه ذات قوام قياسى باستخدام جهاز فيكات ، ويحدد هذا الاختبار مدى صلاحية الأسمنت للاستخدام .

١-٦-٣ تعريفات

- صفر القياس

وقت إضافة الماء إلى الأسمنت ويؤخذ كبداية لزمن القياسات.

- زمن الشك الإبتدائى

هو الزمن المقاس من صفر القياس حتى تصل الإبرة إلى مسافة ٥ + ١ ملليمتر من قاعدة القالب .

- زمن الشك النهائى

هو الزمن المقاس من صفر القياس حتى نفاذ الإبرة لمسافة ٠,٥ ملليمتر بينما لا تترك فيه الحلقة المتصلة بالإبرة أثرا فى الأسمنت .

١-٦-٤ الأجهزة

جهاز فيكات كما هو موضح بشكل رقم (١-٥-١) ويتكون من :

- حامل: حامل يتحرك داخله رأسيا دون احتكاك مجموعة من الأجزاء المتحركة تزن ٣٠٠±١ جرام وغير قابلة للتآكل أو الصدأ.

– قالب العجينه : ويصنع من المعدن أو المطاط الصلد أو البلاستيك على شكل مخروط ناقص عمقه ٤٠ ± ٢ ملليمتر وقطرة الداخلى العلوى ٧٠ ± ٥ ملليمتر و السفلى ٨٠ ± ٥ ملليمتر ويزود القالب بقاعدة من الزجاج أو أى مادة مماثلة فى نعومة السطح وغير مسامية وأبعادها أكبر من أبعاد القالب.

– إبرة قياس زمن الشك الابتدائى : وتصنع من الصلب على شكل أسطوانة قائمه بطول فعال ٥٠± ١ ملليمتر وقطر ١,١٣ ± ٠,٥ ملليمتر. وإبرة قياس زمن الشك النهائى من الصلب على شكل أسطوانة قائمه بطول فعال ٣٠± ١ ملليمتر وقطر ١,١٣ ± ٠,٥ ملليمتر ومثبت بها حلقة قطرها ٥ ملليمتر عند طرف الإبرة الحر بحيث تكون المسافة بين نهاية الإبرة وبداية الحلقة ٠,٥ ملليمتر.

– مسطرين : مسطرين قياسى زنة ٢١٠ جم كالموضح فى الشكل (١–٥–٢) .

– مخبار : مخبار مدرج أو ماصة بدقه ١% من الحجم المقاس .

١–٦–٥ العينات

١ – توزن عينة الأسمنت لأقرب جرام ٤٠٠ جرام من الأسمنت وتوضع على سطح غير مسامى ثم يضاف ١٠٠ ملليلتر من الماء ويسجل الوقت كبداية لزمن القياسات التالية (صفر القياس) .

٢ – تتم عملية الخلط باستخدام المسطرين فى مدة ٢٤٠±٥ ثانيه على السطح غير المسامى.

١–٦–٦ خطوات الاختبار

أ – العجينة ذات القوام القياسى

يتم تحديد نسبة الماء اللازمة للعجينة ذات القوام القياسى كما هو موضح فى الاختبار رقم (١–٥).

ب – تحديد زمن الشك الإبتدائى

١ – توضع إبرة جهاز فيكات ويعاير الجهاز بتحريك الإبرة حتى تصل القاعدة المستعملة مع القالب ويضبط مؤشر التدريج عند الصفر ثم تعاد الإبرة إلى مكانها.

٢ – يملأ القالب بعجينه الأسمنت ذات القوام القياسى ويسوى سطحها ثم يوضع القالب لفترة زمنية مناسبة فى مكان عند درجة الحرارة والرطوبة المطلوبتين للإختبار .

٣ – ينقل القالب إلى الجهاز ويوضع تحت الإبرة ، ثم تدلى الإبرة ببطء حتى تمس سطح العجينه ، توقف فى مكانها لمدة ثانيه أو ثانيتين لتحاشى تأثير السرعة الابتدائيه ، تترك الأجزاء المتحركة لتنفذ الإبرة رأسيا فى العجينه . يقرأ التدريج عندما يتوقف نفاذ الإبرة أو

بعـــد ٣٠ ثانـــيه من ترك الأجزاء المتحركة أيهما أسبق ، وتسجل قراءة التدريج التى تدل على المسافة بين قاعدة القالب ونهاية الإبرة ، وكذلك الزمن بداية من صفر القياس .

٤ - تكـــرر عملـــية نفاذ الإبرة على نفس العجينه فى مواضع متباعدة بحيث لاتقل المسافة بين نقـــط الغرز وكذلك من حافة القالب وأقرب نقطة غرز عن ١٠ ملليمتر وبعد فترات زمنية متتالية (حوالى ١٠ دقائق) وتنظف الإبرة فور كل اختبار .

٥ - يســـجل الزمن المقاس من صفر القياس حتى تصل إبرة الجهاز إلى ٥ ± ١ ملليمتر من قاعدة القالب كزمن الشك الابتدائى لأقرب ٥ دقائق ، وللتأكد من دقة القياس يقلل الزمن بين اختبارات الغرز ويدرس تذبذب هذه الاختبارات المتتالية.

جـــ - تحديد زمن الشك النهائى

١ - تستخدم إبرة تحديد زمن الشك النهائى والموضحة فى شكل رقم (١-٥-١) ، وتتبع نفس الخطـــوات المتبعة فى تحديد زمن الشك الإبتدائى على أن تزاد الفترة بين اختبارات الغرز إلى ٣٠ دقيقه .

٢ - يسجل الزمن المستغرق من صفر القياس حتى لحظة نفاذ الإبرة لمسافة ٠,٥ ملليمتر كزمن الشـــك الـــنهائى ، ويتم ذلك عمليا بمراقبة أثر الإبرة والحلقة على سطح العينة فيكون زمن الشـــك الـــنهائى هو الزمن الذى يظهر فيه أثر الإبرة ولا تترك فيه الحلقة المتصلة بها أى أثر، وللتأكد من دقة القياس يقلل الزمن بين اختبارات الغرز ويدرس تذبذب هذه الاختبارات المتتالية.

١-٦-٧ النتائج

يسجل زمن الشك الابتدائى والنهائى لأقرب ٥ دقائق .

١-٦-٨ القبول والرفض

يجـــب ألا يقل زمن الشك الابتدائى عن ٤٥ دقيقه لجميع الأنواع ماعدا الأسمنت منخفض الحرارة فلا يقل عن ٦٠ دقيقه وألا يزيد زمن الشك النهائى عن ١٠ ساعات لجميع الأنواع .

١-٦-٩ التقرير

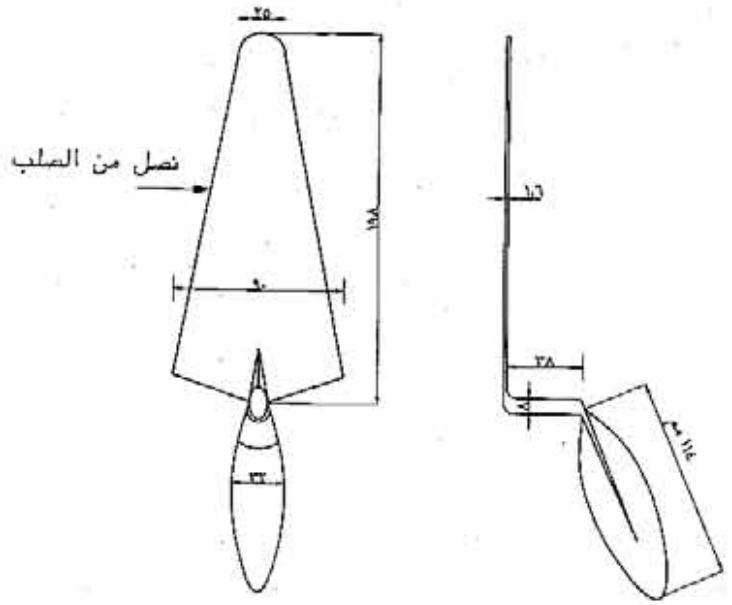
يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالإختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الإختبار .

- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – ظروف حفظ العينات – تاريخ إجراء الإختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار .

١-٦-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٢٤٢١-١٩٩٣ : إختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت. الجزء الأول : تعيين زمن الشك للأسمنت .



شكل رقم (١-٥-٢) مسطرين الخلط القياسى زنة ٢١٠ جرام (جميع الأبعاد بالمليمتر)

١-٧ اختبار تقدير ثبات الحجم (التمدد) للأسمنت بطريقة لوشاتلييه
LE CHATELIER EXPANSION OF CEMENT

١-٧-١ عـــــام

إن تمدد الأسمنت نتيجة إماهة أكسيد الكالسيوم الحر يمثل خطورة على الخرسانة المتصلدة التى يدخل فى تصنيعها هذا الأسمنت و الذى إذا زاد عن الحد المسموح به قد يسبب بعض الشروخ بالخرسانة ، لذلك يعتبر تحديد قيمة هذا التمدد ذا أهمية بالغة . ويحدث هذا التمدد أيضا نتيجة إماهة أكسيد المغنسيوم .

١-٧-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى قياس تمدد الأسمنت باستخدام طريقة لوشاتلييه . و يحدد هذا الاختبار مدى صلاحية جميع أنواع الأسمنت ماعدا الأسمنت ذو النعومة ٤١٠٠ حيث يجرى عليه اختبار التمدد بطريقة الأوتوكلاف .

١-٧-٣ تعريفات

- ثبات الحجم للأسمنت

هو مقدار التغير - غير الضار - فى حجم عينة الأسمنت المتصلدة نتيجة الإماهه المتأخرة لأكسيد الكالسيوم الحر أو أكسيد الماغنسيوم .

١-٧-٤ الأجهزة

- ميزان : دقة ٠,١ جرام وسعة ١٠٠٠ جرام .
- مخبار مدرج : مدرج بدقة ١ % من الحجم المقاس.
- خلاط : كما هو موضح بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل فى اختبار رقم (١-١٤) .
- قالب لوشاتلييه : كالموضح بشكل (١-٧-١/أ) ويصنع القالب الأسطوانى من سبيكة نحاسية خاصة بها شق طولى غير قابلة للتآكل أو التفاعل مع الأسمنت أو الماء وللقالب ذراعان. وتكون مرونة القالب بحيث يؤدى تأثير كتلة مقدارها ٣٠٠ جرام إلى زيادة المسافة بين نهايتى الذراعين بمقدار ١٧,٥ ± ٢,٥ ملليمتر كما هو مبين بشكل رقم (١-٧-١-/ب) دون حدوث تشكل دائم. ومع كل قالب لوحان من الزجاج يستخدمان كقاعدة وغطاء وتكون

أبعـاد الألواح أكبر من قطر الأسطوانة ولا يقل وزن لوح الغطاء عن ٧٥ جرام، ويمكن أن يستعان بكتل صغيرة توضع على لوح أخف لتعويض النقص فى هذا الوزن وذلك إذا لزم الامر .

– حمام مائى : يتكون من وعاء يمكنه احتواء العينات مغمورة ومزود بوسيلة تسخين لها القدرة على رفع درجة الحرارة من ٢٥ ± ٢ درجة مئوية إلى درجة الغليان خلال ٣٠ ± ٥ دقيقة، وإمكانية الحفاظ على هذه الدرجة للحرارة لمدة ساعتين .

١-٧-٥ العينات

تجهز عينتان على الأقل من عجينة الأسمنت ذات القوام القياسى . على أن يتم تعيين كمية الماء اللازمة للعجينة ذات القوام القياسى كما هو وارد بهذا الدليل فى اختبار رقم (١-٥).

١-٧-٦ خطوات الاختبار

١ – تجرى التجارب فى مكان درجة حرارته ٢٥ ± ٢ درجة مئوية ، ورطوبته النسبية أكبر من ٥٠ % ، كما يلاحظ أن تكون درجة حرارة كل من الأسمنت والماء المستخدمين هى نفس درجة الحرارة التى تجرى عندها التجربة .

٢ – يدهن قالب الجهاز ولوح القاعدة بطبقة من الزيت ثم توضع عجينة الأسمنت فور تجهيزها يدويا دون أى ضغط أو هز القالب وتستخدم وسيلة لتسوية السطح ويراعى أن يكون شق القالب مغلقا أثناء عملية الملىء ، ثم يغطى القالب بلوح الغطاء المدهون بالزيت و توضع كتلة إضافية فوقه فى حالة الحاجة إلى ذلك .

٣ – يجرى الاختبار على عينتين من نفس العجينة وفى نفس الوقت .

٤ – فى حالة الاختبار بطريقة الغليان يجرى الاختبار كما يلى :

أ – يوضع الجهاز كاملا فى الغرفة المكيفة عند درجة ٢٥ ±١ درجه مئوية ورطوبة نسبية ٩٨% لمدة ٢٤ ساعة ± ٠,٥ ساعة.

ب – يرفع القالب عند نهاية هذه الفترة و تقاس المسافة (A) بين طرفى المؤشر لأقرب ٠,٥مم.

ج – يوضع القالب فى الحمام المائى عند درجة ٢٥ ± ١ درجه مئوية ثم ترفع درجة الحرارة تدريجيا حتى الغليان فى فترة ٣٠ ± ٥ دقيقة ثم تترك المجموعة عند درجة الغليان لمدة ٢ ساعة ±٥ دقائق.

د – يترك القالب ليبرد حتى درجة ٢٥ ± ٢ درجه مئوية وتقاس المسافة (B) بين طرفى المؤشر لأقرب ٠,٥ مم .

هـ – تسجل القراءات (A ، B) .

٥ – فى حالة الاختبار على البارد يجرى الاختبار كما يلى :

أ – تقاس المسافة (C) بين طرفى المؤشر لأقرب ٠,٥ جم .

ب – يوضع الجهاز فى حمام مائى عند درجة حرارة ٢٥ ± ١ درجه منوية ورطوبة نسبية ٩٨% لمدة سبعة أيام ثم تقاس المسافة(D) بين طرفى المؤشر لأقرب ٠,٥جم .

ج – تسجل القراءات (C ، D) .

١-٧-٧ النتائج

– فى حالة إجراء الاختبار بطريقة الغليان يحسب التمدد كما يلى :

$$E_B = B - A$$

حيث :

E_B : تمدد الأسمنت

A : القراءة الإبتدائية

B : القراءة النهائية

– فى حالة إجراء الاختبار على البارد يحسب التمدد كما يلى :

$$E_C = D - C$$

حيث :

E_C : تمدد الأسمنت

C : القراءة الإبتدائية

D : القراءة النهائية

ويذكر ما إذا كان اختبار العينات تم على البارد أو بالغليان .

١-٧-٨ حدود القبول أو الرفض

– لا يزيد التمدد المقاس بإحدى الطريقتين على ١٠ ملليمتر لجميع أنواع الأسمنت التى يتم عمل الاختبار لها ماعدا الأسمنت عالى الكبريتات لا يزيد عن ٥ ملليمتر .

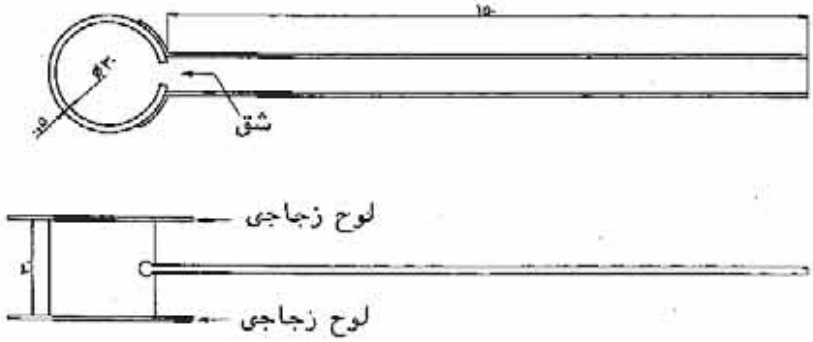
١-٧-٩ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

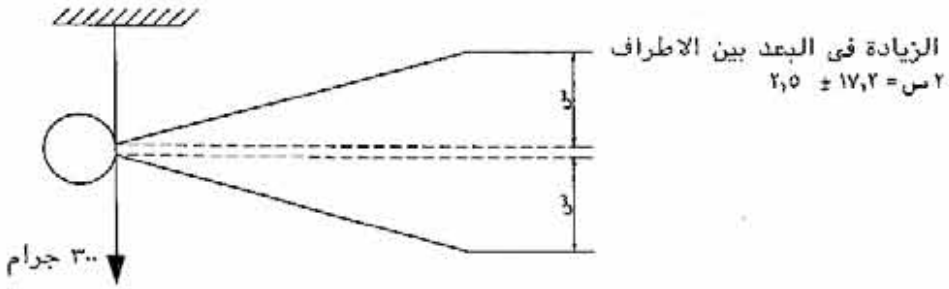
- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالإختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الإختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – ظروف حفظ العينات – تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للإختبار .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار

١-١٠-١٠ المراجع:

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ٢٤٢١-١٩٩٣ . الجزء الخامس : تقدير ثبات حجم الأسمنت (التمدد) بطريقة لوشاتليه .
- مواصفات الهيئة الدولية للتوحيد القياسى
- ISO 9597-1989 : Cements – Test Methods – Determination of Setting and Soundness
- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
- ASTM C 305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.



شكل رقم (١-٧-١-أ) قالب لوشاتليه



شكل رقم (١-٧-١-ب) اختبار مرونة الجهاز

شكل رقم (١-٧-١) جهاز لوشاتلييه لتعيين تمدد الأسمنت (جميع الأبعاد بالمليمتر)

١-٨ اختبار تقدير ثبات حجم الأسمنت (التمدد) بطريقة الأوتوكلاف

DETERMINATION OF SOUNDNESS OF CEMENT USING AUTOCLAVE

١-٨-١ عـــام

يعطـــى تقدير تمدد الأسمنت مؤشرا عن التمدد المتأخر الذى يمكن أن يحدث نتيجة إماهة أكسيد الكالسيوم وأكسيد الماغنسيوم داخل الخرسانة المتصلدة و الذى إذا زاد عن الحد المسموح قد يسبب بعض الشروخ بها .

١-٨-٢ الهدف

يهـــدف الاختـــبار لتحديد التمدد الناتج عن التغير فى طول عينات الأسمنت بعد معالجتها بالبخار داخل الأوتوكلاف، ويحدد هذا الاختبار مدى صلاحية الأسمنت ذى النعومة ٤١٠٠ .

١-٨-٣ تعريفات

– ثبات الحجم للأسمنت

هـــو مقـــدار التغـــير – غـــير الضار – فى حجم عينة الأسمنت المتصلدة نتيجة الإماهه المتأخرة لأكسيد الكالسيوم الحر أو أكسيد الماغنسيوم .

– الطول الفعال

هو المسافة بين الطرفين الداخليين لمسمارى القياس .

١-٨-٤ الأجهزة

– ميزان بدقة ٠,١ جرام ويوفى جميع الاشتراطات الخاصة بالموازين بهذا الدليل .

– المخابير الزجاجية المدرجة :

١ – يجـــب أن تكون المخابير الزجاجية المدرجة ذات سعات مناسبة (كبيرة بحيث تكفى لقياس كمية ماء الخلط اللازمة للمونة أو عجينة الأسمنت فى الخلطة الواحدة) لتحضير الكميات اللازمة للخلط عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية .

٢ – يجـــب ألا تتعدى دقة التدريج للمخابير ذات السعة ١٠٠ إلى ١٥٠ ملليلتر عن ± ١ ملليمتر وبالنســـبة للمخابـــير سعة ٢٠٠ إلى ٣٠٠ ملليمتر عن ± ٢ ملليلتر وألا تتعدى ± ٠,٥ % بالنسبة للمخبار ذى السعة أكبر من ٣٠٠ ملليلتر .

٣ - يجب أن تكون هذه المخابير مدرجة على الأقل إلى ٥ ملليلتر ويجوز أن تقبل التفاوتات الآتية :

- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدريج للـ ١٥ ملليلتر السفلى فى المخابير سعة ١٥٠ ملليلتر .
- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدريج للـ ٢٥ ملليلتر السفلى للمخابير سعة ٢٥٠ ملليلتر .
- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدريج للـ ٥٠ ملليلتر السفلى للمخابير سعة ٥٠٠ ملليلتر .
- يجب أن تمتد خطوط (علامات) التدريج إلى ثلاثة أرباع محيط المخبار على الأقل ويجب أن تكون مرقمة .

- القوالب : يجب أن توفى القوالب المستخدمة الاشتراطات القياسية للجهاز المستخدم فى قياس التغير فى طول مونة وعجينة الأسمنت المتصلدة ، وكما هو موضح بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٣) ، (١-١٤).
- مسطرين من الصلب يتراوح طوله ما بين ١٠٠ إلى ١٥٠ ملليمتر .

- الأوتوكلاف : يتكون الأوتوكلاف من وعاء يتحمل الضغط العالى لبخار الماء وبه مكان لوضع ترمومتر. يكون الأوتوكلاف معدا بحيث يمكن ضبط الضغط بداخله آليا ومزودا بجهاز قياس الضغط وبه صمام أمان وصمام تهوية للسماح بخروج الهواء أثناء مراحل التسخين الأولى وللتخلص من ضغط البخار الزائد عند نهاية التجربة . كما يجب أن يتحقق بالأوتوكلاف الشروط التالية :
- جهاز قياس الضغط قدرته ٤,١ ميجابسكال بقطر ١٤٥ ملليمتر مدرج من صفر إلى ٤,١ ميجابسكال كل تدريج لا يزيد على ٠,٠٣ ميجابسكال ولا يتجاوز الخطأ $\pm$ ٠,٠٢ ميجابسكال عندما يكون الضغط داخل الأوتوكلاف ٢ ميجابسكال .
- يكون معدل التسخين بحيث يتم الوصول إلى ضغط التشغيل المطلوب (٢ ميجابسكال) فى فترة زمنية قدرها ٤٥ إلى ٧٥ دقيقة من بداية التسخين و عندما يكون الأوتوكلاف مجهزا بأقصى حمل له (العينات + الماء) .
- يكون ضابط الضغط الآلى قادرا على تثبيت الضغط عند ٢ ميجابسكال لمدة لا تقل عن ثلاث ساعات ويكون هذا الضغط معادلا لدرجة حرارة ٢١٦ $\pm$ ٢ درجة مئوية .
- يصمم الأوتوكلاف بحيث يسمح بخفض الضغط من ٢ ميجابسكال إلى أقل من ٠,٠٧ ميجابسكال فى فترة لا تتجاوز ساعة ونصف من إيقاف التسخين .

- جهـــاز مقارنـــة الطـــول : يجب أن يوفى جهاز مقارنة الطول الاشتراطات القياسية للجهاز المســـتخدم فى قياس التغير فى طول مونة وعجينة الأسمنت المتصلدة ، وكما هو موضح بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٣) ، (١-١٤) .

١-٨-٥ العينات

تجهز ثلاثة عينات وتكون العينات المستخدمة منشوريه بأبعاد ٢٥ × ٢٥ × ٢٨٥ ملليمتر ومثبت بنهايتيها مسمارا قياس والمسافة بين طرفيهما الداخليين ٢٥٠ ± ٢,٥ ملليمتر .

١-٨-٦ خطوات الاختبار

تكون درجة حرارة الغرفة التى تعد فيها القوالب والمعدات المستخدمة من ٢٠ إلى ٢٧,٥ درجـــة مئوية والرطوبة النسبية لا تقل عن ٥٠ % ودرجة ماء الخلط ٢٣ ± ١,٧ درجة مئوية ، ويتم تجهيز العينات كالتالى :

١ – تجمـــع أجزاء القالب بإحكام بعد التأكد من تمام نظافتها وتغطى جميع الوصلات الخارجية بالشـــمع وتدهـــن الأســـطح الداخلـــية للقالب بزيت معدنى ويتم تثبيت مسمارى القياس فى مكانهما بقلاووظ المسمار .

٢ – يـــوزن حوالـــى ٦٥٠ جرام من الأسمنت ويحضر منه عجينه ذات قوام قياسى وكما هو موضح فى الاختبار رقم (١-٥) .

٣ – توضـــع العجيـــنة فى القالب على طبقتين وتفرد الطبقة الأولى وتضغط بواسطة الأصابع لـــتملأ زوايا القالب وحول مسامير القياس ثم توضع الطبقة الثانية وتضغط لمنع الفجوات ، ثـــم تـــزال الـــزيادة وينعم السطح بواسطة المسطرين. يفضل ارتداء قفازات مطاطية أثناء العمل .

٤ – تخـــزن القوالب بالعينات فى مكان لا تقل رطوبته النسبية عن ٩٥ % ودرجة حرارته ٢٣ ± ١,٥ درجة مئوية لمدة ٢٤ ساعة ± ٠,٥ ساعة ثم ترفع العينات من القوالب .

٥ – يقـــاس طول العينات فور رفعها من القوالب ، ويراعى أثناء أخذ القياسات أن تدار العينة بـــبطء حول محورها فى جهاز مقارنة الأطوال وتؤخذ أقل قراءة لطول العينة فى حالة ما إذا كـــان دوران العيـــنة يسبب تغيراً فى قراءات الجهاز . توضع علامة عند إحدى نهايتى العيـــنة لضـــمان ثبات اتجاه وضعها فى عمليات القياس التالية ، كما يراعى تنظيف سطح العينة وجهاز مقارنة الأطوال قبل إجراء القياس .

٦ – توضـــع العيـــنات فـــى الأوتوكلاف عند درجة حرارة الغرفة وفى موضع يضمن تعرض جميع جوانبها للبخار المشبع ويجب أن يحتوى الأوتوكلاف على كمية كافية من الماء لحفظ

الضغط طيلة فترة الاختبار ويكفى أن يكون حجم الماء بين ٧ – ١٠ % من حجم الأوتوكلاف .

٧ – يغلق الأوتوكلاف ويبدأ التسخين ويترك صمام التهوية مفتوحا أثناء فترة التسخين الأولى ليسمح بخروج الهواء وعند خروج البخار يقفل الصمام وترفع درجة الحرارة بمعدل يؤدى لوصول ضغط بخار الماء إلى ٢ ميجابسكال خلال فترة من ٤٥ إلى ٧٥ دقيقة من بداية التسخين .

٨ – يحفظ البخار عند ٢ ميجابسكال لمدة ثلاث ساعات ثم يوقف التسخين ويترك الأوتوكلاف ليبرد بحيث يقل الضغط إلى أقل من ٠,٠٧ ميجابسكال بعد ساعة ونصف.

٩ – يفتح صمام التهوية تدريجيا لإزالة أي ضغط متبقى حتى يتعادل الضغط داخل الأوتوكلاف مع الضغط الجوى .

١٠ – يفتح الأوتوكلاف وترفع العينات وتوضع فى ماء لاتقل درجة حرارته عن ٩٠ درجة مئوية ويبرد الماء بمعدل منتظم بواسطة إضافة الماء البارد إلى أن تنخفض درجة الحرارة إلى ٢٣ درجة مئوية فى خلال ١٥ دقيقة ثم تترك العينات فى الماء عند هذه الدرجة لمدة ١٥ دقيقة أخرى .

١١ – يجفف سطح العينات ويقاس طولها مباشرة مرة ثانية كما سبق ذكره ثم يحسب التغير فى الطول .

١-٨-٧ النتائج

تحسب النسبة المئوية للتغير فى طول العينة من العلاقة الآتية

$$U_p = \frac{L_1 - L_2}{L} \times 100$$

حيث :

U_p : هى النسبة المئوية للتغير فى طول العينة .

L_1 : الفرق بين طول العينة بعد المعالجة وطول قضيب المعايرة (مم) .

L_2 : الفرق بين طول العينة قبل المعالجة وطول قضيب المعايرة (مم) .

L : الطول الفعال لعينة الاختبار وتساوى المسافة بين الطرفين الداخليين لمسارى القياس وتكون ٢٥٠ ملليمتر .

– تكون النتيجة موجبة فى حالة التمدد وسالبة فى حالة التقلص .

١-٨-٨ حدود القبول أو الرفض

يجب ألا يزيد التمدد على ٠,٥ % من طول العينة للأسمنت ذى النعومة ٤١٠٠ .

١-٨-٩ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الإختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الإختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للإختبار .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار

١-٨-١٠ دقة وحيود النتائج

تحسب النتائج لأقرب ٠,٠٠١ % وتسجل لأقرب ٠,٠١ %

١-٨-١١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٢٤٢١ / ١٩٩٣ اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت. الجزء الرابع : تقدير ثبات حجم الأسمنت (التمدد) بطريقة الأوتوكلاف .
- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ١٩٧٩/١٤٥٠ الأسمنت البورتلاندى ذى النعومة ٤١٠٠ .

١-٩ اختبار الانسياب للمونة الأسمنتية

FLOW TEST OF CEMENT MORTAR

١-٩-١ عـام

يختص هذا الاختبار بتحديد قوام المونة الأسمنتية باستخدام منضدة الإنسياب .

١-٩-٢ الهـدف

يهدف الاختبار لتحديد قوام مونة الأسمنت لمعرفة مدى قابليتها للتشغيل ، ولا يعتبر ضمن الإختبارات التى تحدد صلاحية الأسمنت .

١-٩-٣ تعريفات

- **النسبة المئوية للانسياب :**

هـى نسـبة مقـدار التغير فى قطر عينة مونة الأسمنت نتيجة تعرضها لعدد ٢٥ صدمة باستخدام منضدة الانسياب .

١-٩-٤ الأجهزة

- منضـدة الانسياب : تتكون من إطار من الحديد وقرص دائرى من البرونز قطره (٢٥٠ + ٢,٥ ملليمـتر) متصـل به عمود دائرى المقطع ومتعامد عليه . المنضدة والعمود متصلان بالإطـار بحيث يمكن رفع القرص رأسيا وسقوطه خلال ارتفاع معين ومحدد بتفاوت (٠,٤٠ ملليمتر) على أن يكون عمود المنضدة الرأسى نظيفاً ومشحماً بزيت خفيف لخفض الاحتكاك. وسطح القرص سمك ٨ ملليمتر ولا يقل رقم روكويل للصلادة له عن ٢٥ HRB .
- محرك : محرك لإدارة القرص بسرعة ١٠٠ دورة فى الدقيقة .
- القالب : عبارة عن مخروط ناقص ومصنوع من البرونز وبالأبعاد التالية :

القطر الأصغر الداخلى = ٧٠ ± ٠,٥ ملليمتر

القطر الأكبر الداخلى = ١٠٠ ± ٠,٥ ملليمتر

الارتفاع = ٥٠ ± ٠,٥ ملليمتر

٤ - مقياس مدرج : مقياس مدرج لقياس قطر المونة بعد الانسياب .

١-٩-٥ العينات

يـتم إعـداد المونة المراد تحديد النسبة المئوية للإنسياب لها بطرق الخلط الموضحة فى الاختبار رقم (١-١٥) ما لم يوص بخلاف ذلك ، على أن تكون بكمية كافية لملء القالب .

١-٩-٦ خطوات الاختبار

١ – يوضع القالب المخروطى فوق المنضدة بحيث يكون المحور الرأسى للقالب متحداً مع المحور الرأسى لقرص الانسياب .

٢ – يملأ القالب على طبقتين مع دمك كل طبقه ١٥ مرة بقضيب دمك .

٣ – يتم رفع القالب المخروطى لأعلى .

٤ – يتم تشغيل المحرك بسرعة لا تزيد عن ١٠٠ دورة فى الدقيقة بحيث يسبب ٢٥ صدمة للمونة .

٥ – يتم قياس قطر المونة بعد الانسياب فى أربعة اتجاهات على أن يؤخذ أكبر و أصغر قطر فى الاعتبار .

١-٩-٧ النتائج

يتم قياس قطر مخروط المونه بعد الانسياب فى أربعة اتجاهات مختلفة ويؤخذ المتوسط ويكون بالـ مم . تحسب النسبة المئوية للانسياب كما يلى :

$$\text{النسبة المئوية للانسياب} = \frac{\text{القطر المتوسط للمونة المنسابة} - ١٠٠}{١٠٠} \times ١٠٠ \%$$

وقد وجد أن انسيابا قدرة حوالى ١١٠% يعطى تشغيلية مقبولة ويرجع للإستشارى لتحديد القيمة المطلوبة لتشغيلية المونة.

١-٩-٨ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالإختبار .
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – تاريخ إجراء الإختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للإختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار

١-٩-٩ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards
C 230- 83 : Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement

١-١٠ اختبار تحديد نضح العجينة الأسمنتية والمونة
BLEEDING OF CEMENT PASTES AND MORTARS

١-١٠-١ عـــــام

تغطّي هذه الطريقة اختبار تحديد معدل ومقدار نضح العجينة الأسمنتية والمونة.

١-١٠-٢ الهدف

يستهدف هذا الاختبار التعرف على النتائج المقارنة لنضح خلطات مختلفة من عجينة الأسمنت المونة، ولا يستخدم كاختبار قبول أو رفض للأسمنت.

١-١٠-٣ تعريفات

- معدل النضح

هو حجم الماء الناتج من النضح والصاعد إلى سطح عجينة الأسمنت أو المونة لكل وحدة مساحة لكل وحدة زمن .

- سعة النضح

هو حجم الماء الناتج من النضح والصاعد إلى سطح عجينة الأسمنت أو المونة لكل وحدة حجم من العينة .

١-١٠-٤ الأجهزة

تستخدم الأجهزة والمواد التالية :

أ - أجهـزة الـوزن والأثقـال : يجب أن توفى أجهزة الوزن المستخدمة فى تحديد وزن المواد لخلطـات المونة متطلبات الاختبار رقم ١-١٩ ، يلزم أن تكون سعة أدوات الوَزْنِ ٥٠٠٠ جرام على الأقل وتُقيَمُ دقّتها عند حملٍ كليٍّ ٥٠٠٠ جرام .

ب - أداة دمك: تكون مصنوعة من مادة غير ماصة ولا تتآكل مثل المطاط متوسط الصلابة أو خشـب بلّـوط معالج تم جعله غير ماص بالغمر لمدة ١٥ دقيقة في زيت بارافين فى درجة حرارة حوالى ٢٠٠ درجة مئوية ، وتكون ذات مقطع عرضي ١٣ فى ٢٥ ملليمتر وبطول مناسب (١٢٥ أو ١٥٠ ملليمتر) وذات وجه مسطّح ومتعامدٍ على اتجاهها الطولى .

جـ - جهـاز قـياس النضـح باستخدام إزاحة سائل : يتكون جهاز النضح من وعاءٍ للعجينة أو المونـة المختبرة وقرص تجميع (ملحوظة ١) وأنبوبة قياس بقمع ، كما بالشـكل رقم (١-١٠-١). ويصنع الوعاء من معدن لا يتآكل بقطر ١٢٥مليمتر و ارتفاع ١٠٠ ملليمتر، ويكـون القـرص الخارجـي بقطر ١٥٠ ملليمتر ، ويلحم فى محيط الوعاء على بعد ١٣ ملليمتر تحت الحافة العليا للوعاء ويرتفع ٣٨ ملليمتر فوق الحافة.

يكـون قرص التجميع ذا قطر داخلى ٧٥ ملليمترَ له شفة كما هو موضح بالشـكل رقم (١-١٠-١) لتوجيه الماء الصاعد إلى القمعِ وبه نتوء على الحافةِ الدنيا كما هو موضح في التفصـيلة اليسرىِ من شكل رقم (١-١٠-١) لحصر الماء الصّاعد فقط فى مساحة القرص ذى القطـر ٧٥ ملليمتر. يصنع هذا القرص من معدنٍ لا يتآكل و تتم مركـزته و ارتكازه عند العمقِ الصّحيحِ بالمساندِ كما هو مبين بالشكل رقم (١-١٠-١) .

يكـون الوعاء والقرص بسمك وصلابة كافية للإبقاء على شكلهما عند الاستعمال العادى . يصـنع القمـع وأنبوبة القياس من الزجاج ويتم ربطهما بحيث لا تكون هناك حواف خشنة تمـنع صـعود المـاء في الأنبوبة . القطر الخارجى للقمع ٧٤ ملليمتر ، وحافة القمعِ يتم تسـطيحها على مستو مواز لمحور القمع ولأنبوبة القياس، على أن يتم تشكيل الحافة بشكل دائـرى . سـعة أنبوبة القياس ٢٥ ملليلتر ولا يزيد ارتفاعها الكلى عن ٤٦٠ ملليمترِ . يتم توصـيل المـتحكم فـى المـرور و مفتاح التحكم و المهوى بقمة الأنبوبة باستخدام سدادةٍ مطاطـيةٍ مناسبةٍ. يتم ارتكاز مجموعة الأنبوبة على حامل حلقى أو جهاز مشابه لكي يُمكنُ أنْ تُـرفَعَ أو تخفـض بيسر على قرص التجميعِ وأن تثبت فى مكانها الصحيح خلال فترة الاختبار.

ملحوظـة (١) : فى بعض الأحيان ترتفع فقاعات مياه إلى خارج حائط القرص المجمع و تدخل الأنـبوبة. و قـد وجـد أن وضع شريط من مادة أساسها الإيبوكسى حول قرص التجميع من الخارج يمنع هذه الفقاعات من الدخول إلى الأنبوبة.

يلـزم حمايـة جهـاز النضـح من الاهتزازات و لذلك يوضع على قطعة مطاط إسفنجى.

د - الخلاط الميكانيكى: كما هو موضح بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٤).

هـ - منضدة الانسياب:كما هو موضح باختبار الانسياب بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٩)

و - قالب الانسياب: كما هو موضح باختبار الانسياب بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٩)

ز – المواد المساعدة : حوالى ٥٠٠ ملليلتر من سائل كلور هيدروكربون

• **تحذير:**

يعتبر كلور هيدروكربون من المواد التى يمكن امتصاصها خلال البشرة كما يمكن التعرض لها من خلال استنشاق الأبخرة. يمكن أن يسبب التعرض الطويل المستمر لجرعات صغيرة من المادة الأمراض، يمكن أن يسبب التعرض لكمية كبيرة أو تلامس البشرة مع هذه المادة تسمماً شديداً. و لذلك يلزم استخدام المادة تحت هواية ذات تهويه جيدة.

١-١٠-٥ خطوات الاختبار

يراعى أن تكون درجة حرارة الغرفة ودرجة حرارة الأسمنت و الرمل و الماء ٢٣± ٢ درجة مئوية ، و ألا تقل الرطوبة النسبية للمختبر عن ٥٠ % وذلك أثناء إجراء الاختبارات .

أ – اختبار عجينة الأسمنت :

١ – تخلط ٢٣٠٠ جرام أسمنت مع ١٠٣٥ جرام من الماء لتكوين عينة الاختبار ، ويتم إعداد الخلطة ميكانيكيا كما يلى :

– يتم وضع كل ماء الخلط فى وعاء الخلاط . ثم يضاف الأسمنت إلى الماء ويشغل الخلاط لمدة ثلاث دقائق بسرعة بطيئة (١٤٠ ± ٥ دورة / دقيقة) .

– تترك العجينة لمدة ثلاث دقائق وخلال الخمس عشرة ثانية الأولى من هذه الفترة يتم إزالة أى كمية من الخلطة قد تكون التصقت بجوانب وعاء الخلط ، ثم تغطى الخلطة بقية المدة بغطاء أو بقماش رطب ، ثم يعاد الخلط لمدة ثلاث دقائق بنفس السرعة السابقة.

٢ – بعد الانتهاء من عملية الخلط تفرغ العجينة بحرص في وعاء العجينة بالجهاز ثم يسوى سطحها بحافة مستوية من الصلب لضمان استواء سطح العينة مع حافة الوعاء ذى القطر ١٢٥ ملليمتر . ويلزم إتمام التسوية خلال ١٥ ثانية . وتؤخذ لحظة إتمام التسوية كبداية لقياس زمن الاختبار.

٣ – يتم وضع قرص التجميع فى وسط سطح العينة و يتم إدخاله لعمق حوالى ٢٠مم باستخدام المساند الثلاثة كدليل وكما هو موضح بالشكل رقم (١-١٠-١).

٤ – يتم تغطية سطح العجينة (برباعى كلوريد الكربون أو ١، ١، ١– ثلاثى كلورو إيثان) بارتفاع ٣١,٨ ملليمتر.

٥ – يتم خفض القمع و الأنبوبة حتى يصبحا أعلى قرص التجميع بمقدار ٦,٤ملليمتر.

٦ – يتم سحب السائل فى الأنبوبة باستخدام الشفاط إلى علامة الصفر المبينة عليها ويغلق المحبس.

٧ – بعد أربع دقائق تؤخذ القراءة الأولى ثم تؤخذ قراءات كل دقيقتين لمدة نصف ساعة بعد لحظة بدء الاختبار ثم تصبح الفترة بين القراءات عشر دقائق حتى ينتهى النضح ، وذلك عندما يصبح الفرق بين قراءتين متتاليتين قيمة مهملة .

– ولإزالة أثر تغير الكثافة بزيادة كميات المياه المتجمعة فى الأنبوبة يتم إرجاع منسوب السائل إلى صفر القياس قبل أخذ كل قراءة مباشرة.

ب – اختبار مونة الأسمنت

١ – تخلط ٩٣٠ جرام أسمنت مع ٢٣٢٥ جرام من الرمل المورد بمعرفة طالب الاختبار وكمية مياه بالجرام لتحقيق درجة انسياب ما بين ١٠٥ % إلى ١١٠ % حسب ما هو موضح لاحقا و تعطى كنسبة مئوية من وزن الأسمنت.

٢ – لتحقيق الانسياب المطلوب يتم أخذ النسبة المئوية لوزن الماء إلى الأسمنت فى الخلطات التجريبية الابتدائية فى حدود ٥٠ % إلى ٥٢ % للأسمنت البورتلاندى ذى الهواء المحبوس و حوالى ٥٢ % إلى ٥٤ % للأسمنت البورتلاندى العادى .

٣ – يتم إعداد الخلطة ميكانيكيا كما يلى :

– يتم وضع كل ماء الخلط فى وعاء الخلاط ثم يضاف الأسمنت إلى الماء ويشغل الخلاط لمدة ثلاث دقائق بسرعة بطيئة (١٤٠ ± ٥ دورة / دقيقة) ، ثم تضاف كمية الرمل كلها ببطء خلال ثلاثين ثانية أخرى بنفس السرعة . بعد انتهاء إضافة الرمل يتم الخلط لمدة دقيقتين إضافيتين بنفس السرعة .

– يوقف الخلاط و تترك المونة لمدة ثلاث دقائق ، وخلال الخمس عشرة ثانية الأولى من هذه الفترة يتم إزالة أى كمية من الخلطة قد تكون التصقت بجوانب وعاء الخلط ثم تغطى الخلطة بقية المدة بغطاء أو بقماش رطب.

– يعاد الخلط لمدة ثلاث دقائق بنفس السرعة البطيئة.

٤ – يتم قياس الانسياب للمونة حسب ما هو موجود بهذا الدليل فى اختبار رقم (١–٩) على أن يكون عدد الصدمات التى تتعرض لها عينة المونة بواسطة منضدة الانسياب ١٠ صدمات من ارتفاع ١٣ ملليمتر فى زمن ٦ ثوانى .

٥ – عندما يتم التوصل إلى الخلطة التى تحقق الانسياب المطلوب يتم التخلص من كمية المونة المستخدمة فى اختبار الانسياب ويتم أخذ الكمية الباقية من الخلطة لقياس النضح .

٦ – بعـد الانتهاء من اختبار الانسياب مباشرة يتم خلط المتبقى من المونة فى وعاء الخلط لمدة ٣٠ ثانية.

٧ – قبل مرور دقيقتين من الخلط الأصلى للمونة تفرغ المونة بحرص فى وعاء العينة بالجهاز على ثلاث طبقات و تدمك كل طبقة أربعين مرة ، ثم يسوى سطح المونة بحافة مستوية من الصلب لضمان استواء سطح العينة مع حافة الوعاء ذى القطر ١٢٥ ملليمتر .

– يتم الاختبار طبقا للخطوات المتبعة فى اختبار عجينة الأسمنت .

١-١٠-٦ النتائج

أ – يـتم حساب نتائج معدل النضح الابتدائى باستخدام القيم المقاسة خلال الثلاثين دقيقة الأولى من الاختبار والتى يكون فيها معدل النضح منتظما كما يلى :

$$R_B = V_1 / (A * t)$$

حيث :

R_B معدل النضح مقاسا بالـ (سم ^{3} / سم ^{2} / ث) .

V_1 : حجم ماء النزف المقاس خلال الفترة (t) بالـ (سم ^{3}) .

A : المساحة المغطاة بقرص التجميع ذى القطر ٧٥ مم بالـ (سم ^{2}) .

t : الزمن الذى يكون فية النضح بمعدل منتظم (بالثانية) .

ملحوظـة (٢) : نظراً لأن الكثير من أنواع الأسمنت لا تنزف بمعدل ثابت خلال نصف الساعة الأولـى قد يكون من اللازم رسم منحنى النضح و الزمن لتحديد الميل الابتدائى الصحيح للمنحنى و بالتالى معدل النضح الابتدائى.

٢ – يتم حساب سعة النضح كما يلى:

$$C_B = V_2 / V_3$$

حيث :

C_B : سعة النضح (سم^3\سم^3)

V_2 : الحجم الكلى لماء النضح (سم^3) .

V_3 : هـو حجـم أسطوانة العجينة أو المونة الواقعة تحت قرص التجميع ذى القطر ٧٥ ملليمتر (سم^3) .

يتم حساب قيم معدل النضح وسعة النزف لأقرب ثلاثة أرقام عشرية .

١-١٠-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار

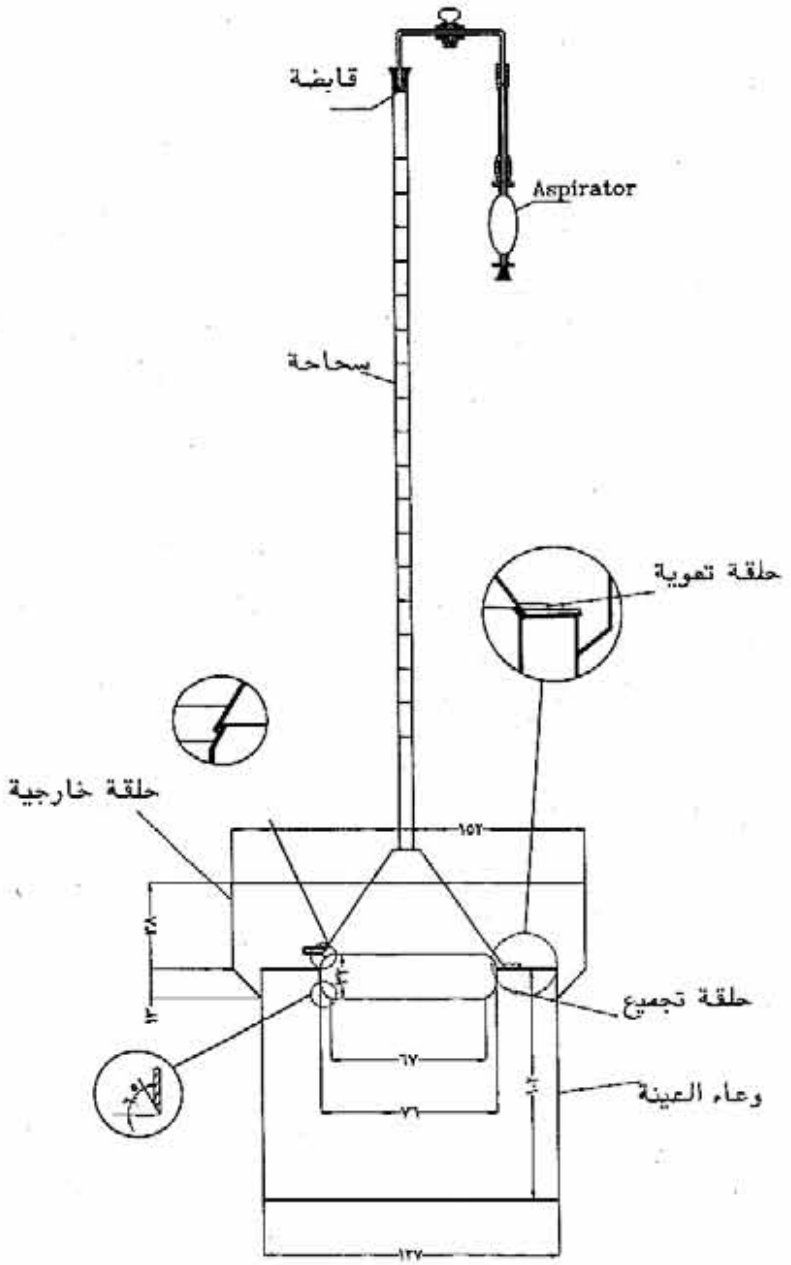
١-١٠-٨ دقة وحيود النتائج

بيانات الدقة غير متوافرة نتيجة عدم انتشار هذا الاختبار فى الأبحاث و لهذا ينصح بتحديد دقة كل معمل على حدة .

١-١٠-٩ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM C 230-83 : Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement
ASTM C 243-85 : Bleeding of Cement Pastes and Mortars
ASTM C305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency



شكل رقم (١-١٠-١) جهاز قياس النضح باستخدام إزاحة سائل (جميع الأبعاد بالمليمتر)

١-١١ اختبار تحديد تمدد المونة الأسمنتية المغمورة فى الماء
EXPANSION OF CEMENT MORTAR BARS STORED IN WATER

١-١١-١ عـــــام

يـتوقف تمـدد عيـنات مونة الأسمنت البورتلاندى التى يتم غمرها تحت الماء على نسبة كبريتات الكالسيوم الموجودة بالأسمنت ، كلما زادت نسبة كبريتات الكالسيوم بالأسمنت كلما زاد تمدد عينات المونة المتصلدة والمغمورة تحت الماء .

١-١١-٢ الهدف

يهـدف هـذا الاختـبار إلـى تعييـن قيمة التمدد الذى يحدث فى عينات المونة المتصلدة والمغمـورة تحـت الماء ، يصلح هذا الاختبار لمونة الأسمنت البورتلاندى فقط . تتوقف قيمة تمـدد عيـنات المونة المتصلدة على نسبة كبريتات الكالسيوم الموجودة فى الأسمنت فتزداد قيمة التمدد كلما زادت نسبة وجود كبريتات الكالسيوم فى الأسمنت .

١-١١-٣ الأجهزة

- أوزان وأجهزة الوزن : يجب أن تتفق مواصفات الأوزان والأجهزة المستخدمة فى الوزن مع الاشـتراطات المذكورة فى (اختبار رقم ١-١٩) ، على ألا تقل سعة أجهزة الوزن المستخدمة عن ٢ كجم وأن تعاير دقتها على هذا الأساس .
- الزجاجـيات المدرجـة والقوالـب وجهـاز مقارنة الأطوال : يجب أن تتفق مواصفاتها مع الاشتراطات الواردة (اختبار رقم ١-١٩) .
- غـرفة المعالجة الرطبة : يجب ألا تقل الرطوبة النسبية بالغرفة عن ٩٨% عند درجة حرارة ٢٥ ± ١ درجـة مـئوية ، وإن لم تتوافر غرفة الرطوبة توضع العينات وهى داخل القوالب فوق حوض به ماء وتغطى بمشمع غير منفذ للماء بحيث لا يصل إليها الماء .
- جهـاز الخلـط الميكانيكى : يجب أن تتفق مواصفات الخلاط المستخدم ومكوناته وهى الحلة والريشـة مـع الاشتراطات المذكورة كما هو وارد بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٤) .
- المسـطرين : يجـب أن تـتفق مواصفات المسطرين المستخدم فى خلط المونة كما هو وارد باختبار تعيين زمنى الشك الابتدائى والنهائى بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٥) .

١-١١-٤ العينات

١ - العينات المستخدمة منشورية بأبعاد ٢٥ × ٢٥ × ٢٨٥ ملليمتر ومثبت بنهايتيها مسمارا قياس والمسافة بين طرفيهما الداخليين ٢٥٠ ± ٢,٥ ملليمتر .

٢ - عدد العينات المستخدمة أربع عينات لكل نوع أسمنت .

١-١١-٥ خطوات الاختبار :

تكون درجة حرارة الغرفة التى تعد فيها القوالب والمعدات المستخدمة من ٢٠ إلى ٢٧,٥ درجة مئوية ولا تقل الرطوبة النسبية عن ٥٠ % ودرجة حرارة ماء الخلط ٢٣ ± ٢ درجة مئوية .

١ - تجمع أجزاء القالب بإحكام بعد التأكد من تمام نظافتها مع دهان الأسطح الداخلية للقوالب بمادة تسهل نزع العينات من القوالب بعد تصلدها، ويشترط فى هذه المادة ألا تؤثر فى زمن شك الأسمنت وألا تترك أى بقايا على سطح القالب تمنع اختراق الماء إلى داخل العينة .

٢ - يتم خلط ٥٠٠ جرام أسمنت مع ١٣٧٥ جرام رمل متدرج وتكون كمية ماء الخلط ٢٤٣ ملليلتر لجميع أنواع الأسمنت البورتلاندى التى لا تحتوى على هواء محبوس وتكون ٢٣٠ ملليلتر لكل أنواع الأسمنت البورتلاندى التى تحتوى على هواء محبوس .

٣ - تتم عملية الخلط ميكانيكيا وكما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٤) .

٤ - بعد الانتهاء من خلط المونة توضع المونة فى القالب على طبقتين وتفرد الطبقة الأولى وتضغط بواسطة الأصابع لتملأ زوايا القالب وحول مسامير القياس ثم توضع الطبقة الثانية وتضغط لمنع الفجوات ثم تزال الزيادة وينعم السطح بواسطة المسطرين بالطرق الخفيف على جوانب القالب ، يفضل ارتداء قفازات مطاطية أثناء العمل .

٥ - توضع العينات بعد تجهيزها مباشرة فى غرفة المعالجة الرطبة فى درجة حرارة ٢٣ ± ٢ درجة مئوية وتبقى فيها لفترة تتراوح بين ٢٢ إلى ٢٣ ساعة مع تعرض سطحها للرطوبة وحفظه من سقوط الماء علية مباشرة .

٦ - تستخرج العينات من القوالب وتوضع على كل عينة علامة لتميزها عن الأخرى ثم توضع العينات تحت الماء فى درجة حرارة ٢٣ ± ٢ درجة مئوية لفترة لاتقل عن ٣٠ دقيقة ثم ترفع العينات وتؤخذ القراءة الابتدائية للعينات باستخدام جهاز مقارنة الأطوال على أن تكون هذه القراءة الابتدائية عند عمر ٢٤ ساعة + ١٥ دقيقة محسوبة من لحظة خلط الأسمنت والرمل بالماء .

٧ – بعـد أخذ القراءة الابتدائية توضع العينة فى حوض به ماء مشبع بالجير ويوضع الحوض بغرفة المعالجة الرطبة على ألا يقل ارتفاع الماء فوق سطح العينة العلوى عن ٢٠ ملليمتر ، وعلى أن يتم الحفاظ على الحوض نظيفا من الشوائب .

٨ – تـنزع العينات من الماء واحدة تلو الأخرى بعد ١٤ يوماً محسوبة من لحظة خلط الأسمنت والـرمل بالمـاء ويمسح سطح العينات بقطعة قماش رطبة قبل القياس ثم يقاس طول العينة بجهاز مقارنة الأطوال وتؤخذ القراءة النهائية .

١-١١-٦ النتائج

– تحسب النسبة المئوية للتمدد للمونة المغمورة فى الماء كما يلى :

$$E_w = \frac{L_2 - L_1}{L} \times 100\%$$

حيث :

E_w : هى النسبة المئوية لتمدد المونة نتيجة الغمر فى الماء .

L_1 : الفرق بين طول العينة الابتدائى ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .

L_2 : الفرق بين طول العينة بعد ١٤ يوم ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .

L : الطـول الفعـال لعيـنة الاختبار وتساوى المسافة بين الطرفين الداخليين لمسمارى القياس وتكون ٢٥٠ ملليمتر .

ملحوظـة : يتم قياس طول قضيب المعايرة مع كل قياس للعينات لمعادلة تأثير اختلاف درجات الحـرارة . ويـتم الحسـاب لأقرب ٠,٠٠١ % من طول العينة الأصلى ، ثم يؤخذ متوسط أربع قراءات متتالية .

١-١١-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

– المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .

– المعلومات الخاصة بطالب الاختبار

– المعلومـات الخاصـة بالعيـنات (المشـروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – ظروف حفظ العينات – تاريخ إجراء الاختبار) .

– المواصفات المتبعة .

– النتائج المقاسه معمليا .

– النتائج النهائية للاختبار .

– أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار

١-١١-٨ المراجع

– مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards

C 1038- 85 : Expansion of Portland Cement Mortar Bars Stored in Water.

C 305- 82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.

C 490- 86 : Apparatus for Use in Measurement of Length Change of Hardened Cement Paste and Mortar

C 1005- 86 : Weights and Weighing Devices for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements

C 511- 85 : Specifications of Curing Room and Water

D 1193- 85 : Specifications of Reagent Water

– المواصفات الكندية القومية للأسمنت البورتلاندى

CAN3-A5-M83 : National Canadian Specifications for Portland Cement .

١-١٢ اختبار تحديد تمدد المونة الأسمنتية المعرضة للكبريتات

POTENTIAL EXPANSION OF CEMENT MORTAR EXPOSED TO SULFATE

١-١٢-١ عـــام

يـتأثر تمـدد مونـة الأسمنت البورتلاندى عند غمرها فى الماء بنسبة كبريتات الكالسيوم الموجـودة بالأسـمنت. ويتم تحديد مدى مقاومة الأسمنت للكبريتات بقياس تمدد عينات من مونة الأسمنت تحتوى على ثالث أكسيد الكبريت بنسبة ٧ % من وزن الأسمنت .

١-١٢-٢ الهدف

يستخدم هذا الاختبار للأبحاث وذلك لمقارنة مقاومة أنواع الأسمنت البورتلاندى للكبريتات وذلك بمقارنة تمدد عينات من مونة الأسمنت بها نسبة ٧ % بالوزن من ثالث اكسيد الكبريت .

١-١٢-٣ الأجهزة

- أوزان وأجهزة الوزن : يجب أن تتفق مواصفات الأوزان والأجهزة المستخدمة فى الوزن مع الاشـتراطات المذكورة فى هذا الدليل (اختبار رقم ١-١٩) ، على ألا تقل سعة أجهزة الوزن المستخدمة عن ٢ كيلوجرام وأن تعاير دقتها على هذا الأساس .
- الزجاجـيات المدرجـة والقوالـب وجهـاز مقارنة الأطوال : يجب أن تتفق مواصفاتها مع الاشتراطات الواردة بهذا الدليل (اختبار رقم ١-١٩) .
- جهـاز الخلـط الميكانيكى : يجب أن تتفق مواصفات الخلاط المستخدم ومكوناته وهى الحلة والريشـة مـع الاشتراطات المذكورة كما هو وارد بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل (اختبار رقم ١-١٤) .
- المسـطرين : يجـب أن تـتفق مواصفات المسطرين المستخدم فى خلط المونة كما هو وارد باختبار تعيين زمنى الشك الإبتدائى والنهائى بهذا الدليل (اختبار رقم ١-٥) .

١-١٢-٤ العينات

١ - تكـون العيـنات المسـتخدمة منشورية بأبعاد ٢٥ × ٢٥ × ٢٨٥ ملليمتر ومثبت بنهايتيها مسمارى قياس والمسافة بين طرفيهما الداخليين ٢٥٠ + ٢,٥ ملليمتر .

٢ - يكـون عـدد العينات المستخدمة ست عينات على أن يتم إعداد كل ثلاث عينات من خلطة واحدة .

١-١٢-٥ خطوات الاختبار

١ - تكـــون درجة حرارة الغرفة التى تعد فيها القوالب والمعدات المستخدمة من ٢٠ إلى ٢٧,٥ درجـــة مـــئوية والـــرطوبة النسبية لا تقل عن ٥٠ % ودرجة حرارة ماء الخلط ٢٣ ± ٢ درجة مئوية .

٢ - يجب أن يتوفر فى الجبس المستخدم الخواص التالية :

- يمر من منخل قطر فتحته ١٥٠ ميكرون .
- يمر على الأقل ٩٤ % منه من منخل قطر فتحته ٧٥ ميكرون .
- يمر على الأقل ٩٠ % منه من منخل قطر فتحته ٤٥ ميكرون .

٣ - يـــتم حســـاب نسبة الأسمنت والجبس المطلوبة لإعطاء خليط منها يحتوى على ثالث أكسيد الكبريت بنسبة ٧ % بالوزن كما يلى :

$$C_m\,\% = ((g - 7.0)/(g - c)) * 100$$
$$G_y\,\% = ((7.0 - c)/(g - c)) * 100$$

حيث :

C_m : نسبة الأسمنت فى خليط الأسمنت والجبس .

G_y : نسبة الجبس فى خليط الأسمنت والجبس .

c : النسبة المئوية لمحتوى ثالث أكسيد الكبريت فى الأسمنت البورتلاندى .

g : النسبة المئوية لمحتوى ثالث أكسيد الكبريت فى الجبس .

- على أن تكون نسبة محتوى ثالث أكسيد الكبريت محددة لأقرب ٠,١ % .

٤ - تجمـــع أجزاء القالب بإحكام بعد التأكد من تمام نظافتها مع دهان الأسطح الداخلية للقوالب بمادة تسهل نزع العينات من القوالب بعد تصلدها ويشترط فى هذه المادة ألا تؤثر فى زمن شك الأسمنت وألا تترك أى بقايا على سطح القالب تمنع اختراق الماء إلى داخل العينة .

٥ - يـــتم خلط ١١٠٠ جرام رمل مع ٤٠٠ جرام من خليط الأسمنت والجبس مع ١٩٤ ملليلتر مـــن المـــاء لجميع أنواع الأسمنت البورتلاندى الغير حاوى على الهواء المحبوس أو ١٨٤ ملليلتر لجميع أنواع الأسمنت البورتلاندى ذى الهواء المحبوس .

٦ - تـــتم عملـــية الخلـــط ميكانيكيا وذلك بوضع ماء الخلطة كله فى حلة الخلاط ثم يتم إضافة الجـــبس إلـــى المـــاء ويشغل الخلاط بالسرعة البطيئة لمدة ١٥ ثانية ثم يتم إيقاف الخلاط وإضافة الأسمنت ثم تستكمل إجراءات الخلط كما هو وارد بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة السونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل (اختبار رقم ١-١٤) .

٧ - بعـــد الانـــتهاء من خلط المونة توضع المونة فى القالب على طبقتين وتفرد الطبقة الأولى وتضغط بواسطة الأصابع لتملأ زوايا القالب وحول مسامير القياس ثم توضع الطبقة الثانية

وتضـــغط لمنع الفجوات ثم تزال الزيادة وينعم السطح بواسطة المسطرين بالطرق الخفيف على جوانب القالب ، يفضل ارتداء قفازات مطاطية أثناء العمل .

٨ - توضع العينات بعد تجهيزها مباشرة فى غرفة المعالجة الرطبة فى درجة حرارة ٢٣ ± ٢ درجـــة مئوية وتبقى فيها لفترة تتراوح بين ٢٢ إلى ٢٣ ساعة مع تعرض سطحها للرطوبة وحفظة من سقوط الماء علية مباشرة .

٩ - تـــنزع العيـــنات من القوالب وتوضع على كل عينة علامة لتميزها عن الأخرى ثم توضع العيـــنات تحـــت الماء فى درجة حرارة ٢٣ ± ٢ درجة مئوية لفترة لاتقل عن ٣٠ دقيقة ثم تـــرفع القوالـــب وتؤخـــذ القراءة الإبتدائية للعينات باستخدام جهاز مقارنة الأطوال على أن تكـــون هـــذه القراءة الابتدائية عند عمر ٢٤ ساعة + ١٥ دقيقة محسوبة من لحظة إضافة الأسمنت إلى الماء .

١٠ - تخـــزن العيـــنات أفقيا فى الماء عند درجة حرارة ٢٣ ± ٢ درجة مئوية على أن تكون المســـافات الخالصة بين العينات ٦ ملليمتر على الأقل من جميع الجوانب ، ويكون ارتفاع المـــاء فـــوق سطح العينات بحوالى ١٣ ملليمتر وعلى أن يتم تغيير الماء كل سبعة أيام فى الثمانية والعشرين اليوم الأولى ثم تغير كل ٢٨ يوما بعد ذلك.

١١ - تنزع العينات من الماء واحدة تلو الأخرى بعد ١٤ يوم محسوبة من لحظة خلط الأسمنت والمـــاء ثم يمسح سطح العينات بقطعة قماش رطبة قبل القياس ثم يقاس طول العينة بجهاز مقارنة الأطوال وتؤخذ القراءة النهائية .

١-١٢-٦ النتائج

- تحســـب النسبة المئوية للتمدد نتيجة وجود نسبة مئوية ٧ % بالوزن من ثالث أكسيد الكبريت بالأسمنت كما يلى :

$$E_{su} = \frac{L_2 - L_1}{L} \times 100\%$$

حيث :

E_{su} : هى النسبة المئوية لتمدد المونة نتيجة وجود ثالث أكسيد الكبريت .

L_1 : الفرق بين طول العينة الابتدائى ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .

L_2 : الفرق بين طول العينة بعد ١٤ يوما ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .

L : الطـــول الفعـــال لعينة الاختبار وتساوى المسافة بين الطرفين الداخليين لمسمارى القياس وتكون ٢٥٠ ملليمتر .

ملحوظـــة : يتم قياس طول قضيب المعايرة مع كل قياس للعينات لمعادلة تأثير اختلاف درجات الحرارة .

– يتم الحساب لأقرب ٠,٠٠١ % من طول العينة الأصلى .

– جمـــيع العيـــنات التى تبقى بعد ١٤ يوما يجب أن تمثل مجموعة بها ثلاث عينات على الأقل ولها مدى مسموح به يعتمد على العينات الباقية كما يلى :

عدد العينات	المدى المسموح به الأقصى %
٣	٠,٠١ %
٤	٠,٠١١ %
٥	٠,٠١٢ %
٦	٠,٠١٢ %

– يسجل متوسط العينات لكل مجموعة لأقرب ٠,٠٠١ %

١-١٢-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

– المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .

– المعلومات الخاصة بطالب الاختبار.

– المعلومـــات الخاصـــة بالعيـــنات (المشـــروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – ظروف حفظ العينات – تاريخ إجراء الاختبار) .

– المواصفات المتبعة .

– النتائج المقاسه معمليا .

– النتائج النهائية للاختبار .

– أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار.

١-١٢-٨ الدقة والحيود

– وجد أن الانحراف المعيارى الفردى (لنفس الشخص) ٠,٠٠٣% لتمدد بين ٠,٠١ – ٠,٠٤% لذلك لا يزيد اختلاف أى مجموعتين لنفس الشخص عن ٠,٠٠٩ % .

– وجـــد أن الانحراف المعيارى لعدة معامل ٠,٠٠٥ % لتمدد بين ٠,٠١ –٠,٠٤ % لذلك لا يزيد اختلاف أى مجموعتين لمعملين من نفس الخلطة عن ٠,٠١٤ % .

١-١٢-٩ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards

C 452-89 : Potential Expansion of Portland Cement Mortar Exposed to Sulfate .

C 1005-86 : Weights and Weighing Devices for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements .

C 230-83 : Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement .

C 305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency .

C 490-86 : Apparatus for Use in Measurement of Length Change of Hardened Cement Past and Mortar .

١-١٣ اختبار تعيين الانكماش بالجفاف للمونة الأسمنتية

DRYING SHRINKAGE OF CEMENT MORTAR CONTAINING PORTLAND CEMENT

١-١٣-١ عـــام

يستخدم هذا الاختبار لتعيين تأثير نوع الأسمنت البورتلاندى على الانكماش بالجفاف لمونة بهـا رمـل قياسـى متدرج عند تعرضها لظروف محيطة محددة من الحرارة والرطوبة النسبية ومعدل البخر.

١-١٣-٢ الهدف

الانكمـاش بالجفـاف للمونـة كمـا يحدد بهذا الاختبار له علاقة خطية بانكماش الجفاف للخرسانة المصنعة من نفس الأسمنت ومعرضة لنفس ظروف الجفاف المحيطة ، و بالتالى يمكن اسـتخدام هـذه الطـريقة عند الاحتياج لبيانات عن تأثير نوع أسمنت بورتلاندى على انكماش الجفاف للخرسانة ، ولا يعتبر هذا الاختبار اختبار قبول أو رفض للأسمنت.

١-١٣-٣ تعريفات

انكماش الجفاف هو النقص فى طول عينة الاختبار مقاسا فى اتجاه محورها الطولى حيث يحـدث النقص نتيجة أى عامل غير الأحمال الخارجية المؤثرة و ذلك تحت تأثير ظروف محددة مـن الحرارة والرطوبة النسبية ومعدل البخر للبيئة المحيطة . ويشمل الانكماش بالجفاف التأثير المحصل الناتج من ظواهر مختلفة تؤدى بعضها إلى زيادة وبعضها الآخر إلى نقص فى الطول.

١-١٣-٤ الأجهزة

- أجهزة الوزن والأثقال : أجهزة الوزن المستخدمة فى تحديد وزن المواد لخلطات المونة يجب أن توفى متطلبات هذا الدليل (اختبار رقم ١-١٩).

- المخـبار المـدرج : مخبار مدرج بسعة ملائمة وكما هو موضح فى إشتراطات أجهزة قياس التغير فى طول المونة بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٢٠) .

- القوالـب : كما هو موضح فى اشتراطات أجهزة قياس التغير فى طول المونة بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٢٠) .

- مسطرين : يكون له طرف مستقيم من الصلب بطول يتراوح من ١٠٠ إلى ١٥٠ ملليمتر .

- جهـــاز مقارنـــة الطـــول : يجب أن يوفى الاشتراطات القياسيـــة للجهاز المستخدم فى قياس التغـــير فى طول مونة وعجينـــة الأسمنت المتصلدة كما هو موضح بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٢٠).

١-١٣-٥ العينـــات

- العينات المستخدمة

منشـــورية بأبعاد ٢٥ × ٢٥ × ٢٨٥ ملليمتر ومثبت بنهايتيها مسماراً قياس والمسافة بين طرفيهما الداخليين ٢٥٠ ± ٢,٥ ملليمتر .

- عدد عينات الاختبار

بالـــرغم من أن عدد عينات الاختبار يمكن أن يتكون من أربع عينات مصنوعة من خلطة واحدة للمونة فإنه من المفضل أن يتم عمل عدد (١٢) عينة و تكون كل أربع منها مصنوعة من إحدى خلطات ثلاث يتم عملها فى ثلاث أيام مختلفة.

١-١٣-٦ خطوات الاختبار

تكون درجة حرارة الغرفة التى تعد فيها القوالب والمعدات المستخدمة من ٢٠ إلى ٢٧,٥ درجـــة مـــئوية ولا تقل الرطوبة النسبية عن ٥٠ % ودرجة حرارة ماء الخلط ٢٣ ± ٢ درجة مئوية .

١ - تجمـــع أجزاء القالب بإحكام بعد التأكد من تمام نظافتها وتغطى جميع الوصلات الخارجية بالشـــمع وتدهـــن الأســـطح الداخلـــية للقالب بزيت معدنى ويتم تثبيت مسمارى القياس فى مكانهما بقلاووظ المسمار .

٢ - يتم خلط ٧٥٠ جرام أسمنت مع ١٥٠٠ جرام رمل قياسى طبقاً للبند (١-١٥-٥-٢) وكمية مـــن مـــاء الخلط تكفى لعمل انسياب مقداره ١١٠% وكما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٩).

٣ - تتم عملية الخلط ميكانيكيا ، وكما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٤).

٤ - توضع المونة فى القالب على طبقتين وتفرد الطبقة الأولى وتضغط بواسطة الأصابع لتملأ زوايـــا القالب وحول مسامير القياس ثم توضع الطبقة الثانية وتضغط لمنع الفجوات ثم تزال الـــزيادة ويـــنعم الســـطح بواسطة المسطرين بالطرق الخفيف على جوانب القالب ، يفضل ارتداء قفازات مطاطية أثناء العمل .

٥ – تخزن القوالب بالعينات فى مكان لا تقل رطوبته النسبية عن ٩٥ % ودرجة حرارته ٢٣± ١,٥ درجة مئوية لمدة ٢٤ ساعة ± ٠,٥ ساعة .

٦ – يتم رفع العينات من القوالب و تستكمل المعالجة فى المياه لمدة ٤٨ ساعة .

٧ – عند عمر ٧٢ ± ٠,٥ ساعة ترفع العينات من المياه وتمسح بقماش رطب ، وتؤخذ قراءة لطول كل عينة باستخدام جهاز مقارنة الطول ، ثم توضع العينات فى الهواء لمدة ٢٥ يوماً و يتم الحصول على قراءات بجهاز مقارنة الطول لكل عينة بعد ٤ ، ١١ ، ١٨ ، ٢٥ يوماً من التخزين بالهواء .

١-١٣-٧ النتائج

١ – تحسب النسبة المئوية للانكماش بالجفاف الخطى لكل عينة عند كل عمر للتجفيف بالهواء كما يلى :

$$S_p = \frac{L_1 - L_2}{L} \times 100\%$$

حيث :

S_p : هى النسبة المئوية للانكماش بالجفاف

L_1 : الفرق بين طول العينة عند رفعها من الماء ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .

L_2 : الفرق بين طول العينة عند كل عمر للتجفيف بالهواء ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .

L : الطول الفعال لعينة الاختبار وتساوى المسافة بين الطرفين الداخليين لمسمارى القياس وتكون ٢٥٠ مم .

ملحوظة : يتم قياس طول قضيب المعايرة مع كل قياس للعينات لمعادلة تأثير اختلاف درجات الحرارة .

٢ – يؤخذ متوسط النتائج لأربع عينات من نفس خلطة المونة على أنه النسبة المئوية لأربع للانكماش بالجفاف للمونة .

٣ – إذا تم اختبار أكثر من خلطة مونة يلزم إعطاء متوسط نتائج كل خلطة.

٤ – يتم رسم نتائج الانكماش كدالة من معكوس الزمن . حيث يشمل الزمن فترة المعالجة الرطبة ، حيث يمكن استخدام مقياس لوغاريتمى لقيم الانكماش بالجفاف و مقياس عكسى للزمن الكلى.

١-١٣-٨ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الإختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للإختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار.

١-١٣-٩ دقة و جيود النتائج

- الدقة والجيود

خلال ٩٥% من الوقت لا يجب أن يزيد الفرق بين نتائج اختبارين (كل منهما متوسط أربع عينات مختبره بصورة مرضية) تم إجراؤهما بواسطة نفس الشخص فى أيام مختلفة عن ٠,٠٠٧% و نتائج اختبارين (كل منها متوسط أربع نتائج لعينات مختبرة بصورة مرضية) تم الحصول عليهما لمعملين مختلفين لا يجب أن تزيد بأكثر من ٢٥% من متوسطهما.

- التكرارية

حيث أن نتيجة اختبار واحد هى متوسط نتائج أربع عينات من نفس الخلطة لا يجب النظر للفرق بين النتائج المتطابقة لنفس القائم بالاختبار بعدم ثقة إلا إذا زاد الفرق عن ٠,٠٠٧%، وحينما تكون نتيجة الاختبار هى متوسط اثنتى عشرة عينة و كل أربع عينات مأخوذة من واحدة من ثلاث خلطات لنفس القائم بالاختبار لا ينظر إلى النتائج بعدم ثقة إلا إذا زاد الفرق بين النتائج عن ٠,٠٠٤%.

- إعادة الحصول على النتائج

النتيجة المتوسطة للأربع عينات أو الأثنتى عشرة عينة المقدمة من معمل واحد لا تعتبر غير موثوق فيها إلا إذا اختلفت عن نتائج معمل آخر بأكثر من ٢٥% من المتوسط.

- التحيز

لا يمكن التعليق بصورة مسببة على طريقة الاختبار حيث لا توجد عينات مرجعية.

١-١٣-١٠ المراجع

- مواصفات الجمعية الامريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards

C 490-86 : Apparatus for Use in Measurement of Length Change of Hardened cement Paste and Mortar.

C 305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency

C 157-86 : Length Change of Hardened Hydraulic Cement Mortar and Concrete.

C 511-86 : Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes.

١-١٤ طريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن

MECHANICAL MIXING OF CEMENT PASTES AND MORTARS OF PLASTIC CONSISTENCY

١-١٤-١ عـــــــام

يستلزم إجراء الاختبار على عجينة الأسمنت أو المونة للحصول على نتائج دقيقـــــة أن تكـون المونة أو عجينة الأسمنت المختبرة مخلوطة خلطا جيدا بحيث تكون متجانســة فى جميع أجزائها لذلك يلزم تجهيز هذه العينات ميكانيكاً بطريقة قياسية كما سيتم توضحيه فيما يلى.

١-١٤-٢ الهدف

تهـدف هذه الطريقة لتوضيح الأسلوب الصحيح الذى يجب أن يتبع عند الخلط الميكانيكى لعينات عجينة الأسمنت أو المونة التى تستخدم فى إجراء اختبارات الأسمنت.

١-١٤-٣ التعريفات

- **السرعة البطيئة :**

هـــى ســرعة دوران ريشـــة الخلاط وتكون سرعتها فى محيط دائرى ١٤٠ ± ٥ لفات / دقيقة، بحيث تعطى سرعة دوران حول نفسها حوالى ٦٢ لفة / دقيقة

- **السرعة العالية :**

هـــى ســـرعة دوران ريشة الخلاط وتكون سرعتها فى محيط دائرى ٢٨٥ ± ١٠ لفات/ دقيقة ،بحيث تعطى سرعة دوران حول نفسها حوالى ١٢٥ لفة/دقيقة

١-١٤-٤ الأجهزة

- الخلاط : يجب أن تتوفر الشروط الآتية فى الخلاط :
- أن يدار كهربائيا بحركة اختزالية ، أى تدور الريشة فى محيط دائرى وتدور حول نفسها
- يجـــب أن يكـــون من الممكن إدارة ريشة الخلاط بسرعتين هما السرعة البطيئة والسرعة العالـــية ويـــتم التحكم فيهما ميكانيكيا (لا يقبل نظام تغيير السرعات عن طريق ريوستات كهربائى لريشة الخلاط فى محيط دائرى) .
- يجب ألا تقل قدرة الموتور المحرك لحلة الخلاط عن ١٢٤ وات أو ١/٦ حصان .

– يجب أن تتراوح المسافة الخالصة بين أسفل نقطة فى الريشة وقاع حلة الخلط ما بين ٠,٨ إلى ٢,٥ملليمتر وذلك عندما تكون حلة الخلاط فى وضع الخلط .

– ريشة الخلاط : يجب أن تتوافر فيها الشروط الآتية :

– أن يمكن فكها وتركيبها بالخلاط بسهولة ،

– أن تكون مصنوعة من الحديد الصلب ،

– أن تكون أبعادها متفقة مع الأبعاد الموجودة بالشكل رقم (١-١٤-ب) .

– تكون أبعاد ريشة الخلط بحيث أنه عندما تكون الريشة فى وضع الخلط تكون حدودها الخارجية متفقة مع الشكل الداخلى لسطح حلة الخلط وثناياها بحيث لا تزيد المسافة بين النقط المتقابلة فى حدود الريشة مع سطح الحلة الداخلى عن ٤ مم وألا تقل عن ٠,٨ مم.

– حلة الخلط : يجب أن تتوفر فيها الشروط الآتية :

– أن تكون قابلة للفك والتركيب من الخلاط بسهولة .

– يجب ألا تقل سعتها عن ٥ لتر .

– أن تكون ذات شكل وأبعاد كالموضحة بالشكل رقم (١-١٤-أ) .

– أن تكون مصنوعة من الحديد الصلب .

– أن تكون مصنعة بحيث يمكن تثبيتها تثبيتا كليا فى الخلاط أثناء عملية الخلط .

٤ – أجهزة إضافية

الموازين و الأوزان و المخابير المدرجة وأى أجهزة أخرى إضافية تستخدم فى قياس وتجهيز مواد المونة قبل عملية الخلط ، يجب أن تتفق مواصفاتها مع المواصفات الخاصة بأجهزة إعداد عينات عجينة الأسمنت أو المونة طبقا لكل اختبار على حدة .

١-١٤-٥ العينات

يجب أن تحدد نوعية المواد ونسب خلطها وكمياتها المستخدمة فى تجهيز عينات الاختبار طبقا لمتطلبات مواصفات الاختبار التى تحدد أسلوب إجراء الاختبار واختيار عيناته ومكوناته .

١-١٤-٦ خطوات الاختبار

أ – بالنسبة لخلط عجينة الأسمنت:

١ – توضع الريشة والحلة جافين فى مكانهما بالخلاط فى وضع الخلط .

٢ – توضع مكونات الخلطة فى حلة الخلاط وتخلط المكونات كما يلى :

• يوضع ماء الخلط كله فى الحلة .

• يضـــاف بعـــد ذلك الأسمنت على الماء فى حلة الخلط ويترك ٣٠ ثانية لإتمام إمتصاص الماء بالأسمنت .

• يشغل الخلاط على السرعة البطيئة لمدة ٣٠ ثانية .

• يوقف الخلاط عن العمل لمدة ١٥ ثانية لتجميع ما التصق من الخلطة على جوانب الحلة وتضاف إلى باقى الخلطة .

• يشغل الخلاط على السرعة العالية لمدة دقيقة واحدة .

٢ – بالنسبة لخلط مونة الأسمنت

١ – توضع الريشة والحلة جافتين فى مكانهما بالخلاط فى وضع الخلط .

٢ – توضع مكونات الخلط فى حلة الخلاط وتخلط المكونات كما يلى :

– يوضع ماء الخلط كله فى الحلة .

– يضاف بعد ذلك الأسمنت على الماء فى حلة الخلط ويشغل الخلاط على السرعة البطيئة لمدة ٣٠ ثانية .

– تضاف كمية الرمل كلها بحلة الخلاط على فترة ٣٠ ثانية وذلك أثناء تشغيل الخلاط على السرعة البطيئة .

– يوقف الخلاط وتغير سرعته إلى السرعة العالية ويستمر التشغيل لمدة ٣٠ ثانية .

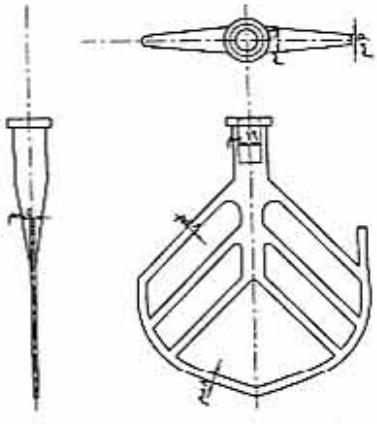
– يوقـــف الخلاط وتترك المونة لمدة ٩٠ ثانية ، وأثناء هذه الفترة فى أول ١٥ ثانية تجمع بســـرعة كمية المونة التى التصقت بجوانب الحلة وتضاف إلى باقى الخلطة ، و بالنسبة للفـــترة الباقـــية (٧٥ ثانية) تغطى حلة الخلاط بالغطاء الخاص بها وتترك حتى نهاية الفترة .

– يشغل الخلاط مرة أخرى على السرعة العالية لمدة ٦٠ ثانية لاستكمال عملية الخلط .

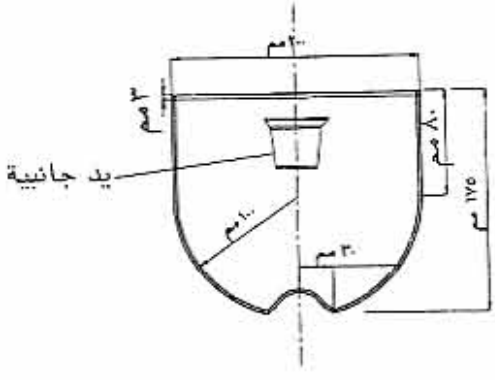
١-١٤-٧ المراجع

– مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

- ASTM C 305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.



(ب) ريشة الخلط



(أ) حلة الخلط

شكل رقم (١-١٤) حلة وريشة الخلاط الميكانيكى

١-١٥ اختبار تحديد مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية
COMPRESSIVE STRENGTH OF CEMENT MORTARS

١-١٥-١ عـــــام

تعتبر مقاومة الضغط من أهم خواص الخرسانة . وتكتسب الخرسانة مقاومتها للضغط من وجـــود عجينة الأسمنت نتيجة التفاعل الذى يحدث بين مكونات الأسمنت و الماء المضاف إليه ، لذلـــك يلزم التأكد من أن الأسمنت المستخدم له مقاومة ضغط مناسبة لقبولة أو رفضه . ويجرى هذا الاختبار على جميع أنواع الأسمنت .

١-١٥-٢ الهدف

يهـــدف هذا الاختبار إلى تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت باختبار مكعبات قياسية من مونة الأسمنت . ويتم خلطها يدويا وتدمك ميكانيكيا بماكينة اهتزاز قياسية . ويعتبر هذا الإختبار إختبار قبول أو رفض للأسمنت .

١-١٥-٣ الأجهزة

- أجهزة الوزن والأثقال : أجهزة الوزن المستخدمة فى تحديد وزن المواد لخلطات المونة يجب أن توفى متطلبات هذا الدليل (اختبار رقم ١-١٩).
- المخابـــير المدرجة : المخابير المدرجة بسعة ملائمة وكما هو موضح فى إشتراطات أجهزة قياس التغير فى طول المونة فى الاختبار رقم (١-٢٠) .
- مناخل قياسية ذات فتحات مربعة من نسيج أسلاك فتحتها ٨٥٠ ميكرون ، ٦٥٠ ميكرون .
- مسطرين الخلط : يكون مصنوعاً من الصلب الذى لا يصدأ ولا يتفاعل مع الأســـمنت ويزن (٢١٠ جـــرام) وكما هو موضح باختبار تحديد زمنى الشك الابتدائى والنهائى بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٥) .
- ماكينة الاهتزازات : يجب أن تتوافر فيها الشروط الآتية :
  - أن تكون كتلة جزء الماكينة المرتكز على بلى الاهتزاز شاملا كتلة القالب والحامل والدليل والمكعب ٢٩ كيلو جرام تقريبا (لا تشمل هذه الكتلة جزء الماكينة الخاص بحركة الهز) .
  - أن تكون سرعة الهزاز (عمود الاهتزاز ١٢٠٠٠ ± ٤٠٠ هزة فى الدقيقة).
  - أن يكون عزم عمود الاهتزاز ٠,٠١٦ نيوتن.متر .

- قوالب الاختبار :

- يكون قالب الاختبار مكعبا بأبعاد ٧٠,٧ ملليمتر ومساحة كل سطح من أسطحه ٥٠٠ مم^{٢}.

- يصنع القالب من معدن لا يتأثر بمونة الأسمنت ويكون متينا بالدرجة التى تمنع التشوهات ومصمما بحيث يسمح بسهولة نزع العينة منه دون حدوث أى أضرار بها ، وتجمع أجزاء القالب بوسيلة تجعله متماسكا أثناء الملء والتداول.

- يزود كل قالب بقاعدة من لوح صلب لمنع تسرب المونة من القالب أو الماء ويكون وزن القالب والقاعدة متوافقا مع متطلبات ماكينة الاهتزازات .

- يسمح بالتفاوتات التالية فى قوالب الاختبار :

* الأبعاد : يكون عمق القالب والمسافة بين كل زوجين من الأوجه الداخلية المتقابلة ٧٠,٧ ± ١ ملليمتر باعتبار أن كل من هذه الأبعاد هو متوسط أربعة قياسات من أماكن متماثلة .

* استواء السطح : يكون التفاوت فى استواء كل سطح من الأسطح الداخلية ٠,٠٣ ملليمتر ويكون التفاوت فى توازى القاعدة والسطح العلوى وكل وجهين متقابلين ٠,٠٦ ملليمتر .

* التعامد : يكون التفاوت فى تعامد الأسطح الداخلية مع القاعدة وبين كل سطحين متجاورين ٠,٥ درجة .

- تغطى الوصلات بين جوانب القالب والوصلات بين قاعدة القالب ولوح القاعدة بطبقه رقيقه من الشحم لمنع تسرب الماء . يزال أى شحم زائد كما تغطى الأسطح الداخلية بالزيت لمنع التصاق المونه بها .

- حوض المعالجة : يحتوى على ماء صالح للشرب ويغير هذا الماء كل سبعة أيام على الأكثر أو حين الحاجة لذلك وتكون درجة حرارة الماء به ٢٠ ± ٢ درجة مئوية

- ماكينة اختبار الضغط : تكون مناسبة للاختبار بحيث يقع أقصى حمل متوقع للعينة بين ٢٠ - ٨٠ % من تدريج القياس بالماكينة ويراعى التحميل من الصفر ويزداد تدريجيا وبانتظام بمعدل قدره ٣٥نيوتن/مم^{٢} فى الدقيقة .

١-١٥-٤ العينات

- يتم اختبار ثلاثة مكعبات بأبعاد ٧٠,٧ × ٧٠,٧ × ٧٠,٧ ملليمتر عند كل عمر اختبار.

١-١٥-٥ خطوات الاختبار

١ - تكـون درجة الحرارة والرطوبة النسبية أثناء خلط وصب العينات كما هو موضح بالجدول التالى رقم (١-١٥-١) :

جدول (١-١٥-١) : اشتراطات الحرارة والرطوبة النسبية و التفاوتات المسموح بها

المكان	درجة الحرارة (مئوية)	أقل رطوبة نسبية (%)
غرفة الخلط	٢٠ ± ٢	٦٥ %
غرفة المعالجة	٢٠ ± ٢	٩٠ %
ماء حوض المعالجة	٢٠ ± ٢	---
حجرة ماكينة الضغط	٢٠ ± ٢	٥٠ %

ملحوظـة : قـبل إجراء الاختبار يراعى أن تكون درجة حرارة المواد المستخدمة والقوالب هى نفس درجة حرارة غرفة الخلط ويتم ذلك بحفظها داخل الغرفة لمدة كافية .

٢ - يشترط فى الرمل القياسى المستعمل فى هذا الاختبار ما يلى :

- لا تقل نسبة السيليكا فيه عن ٩٠ % بالوزن .
- يكـون مغسـولا ومجففـاً جيدا ولا يزيد محتوى الرطوبة به عن ٠,١ % بالوزن على الأساس الجاف .
- لا يزيد الفقد فى الوزن بعد معالجته بحمض الهيدروكلوريك الساخن على ٠,٢٥ % .
- يمـر جميعه من المنخل القياسى (مقاس فتحته ٨٥٠ ميكرون) ولا يزيد المار منه من المنخل القياسى (مقاس فتحته ٦٠٠ ميكرون) على ١٠ % بالوزن .

٣ - تحضـر الأوزان اللازمة (الرمل والأسمنت والماء) لكل مكعب كما هو موضح بالجدول التالى رقم (١-١٥-٢) :

جدول رقم (١-١٥-٢) : نسب الخلط للمكعب الواحد

نوع الأسمنت	المواد	النسب بالوزن	الوزن (جرام)
كل أنواع الأسمنت ماعدا الأسمنت عالى الألومينا	أسمنت	١,٠	١ ± ١٨٥
	رمـل	٣,٠	١ ± ٥٥٥
	مـاء	٠,٤	١ ± ٧٤
الأسمنت عالى الألومينا	أسمنت	١,٠	١ ± ١٩٠
	رمـل	٣,٠	١ ± ٥٧٠
	مـاء	٠,٤	١ ± ٧٦

٤ – يثبت القالب على ماكينة الهز ويركب الدليل فوق القالب .

٥ – تخلط المونة الخاصة بكل مكعب على سطح غير مسامى ممسوح بقطعة قماش مبتلة ويخلط الأسمنت والرمل وهما جافان لمدة دقيقة باستعمال عدد اثنين من المسطرين القياسى ثم يضاف الماء ويتم خلط المكونات لمدة ٤ دقائق باستخدام المسطرين .

٦ – تنقل المونة فور خلطها وبسرعة إلى دليل القالب ويهز القالب لمدة دقيقتين على ماكينة الاهتزاز القياسية .

٧ – يرفع القالب من ماكينة الاهتزاز ويوضع فى غرفة المعالجة فى جو رطوبته النسبية ٩٠% على الأقل ودرجة حرارته ٢٠ ± ٢ درجه مئوية لمدة ٢٤ ± ٠,٥ ساعة ، ويراعى أثناء هذه المدة تغطية سطح القوالب بلوح معدنى مستو غير مسامى مثل الحديد أو المطاط لمنع تبخر الماء .

٨ – تفصل العينات من القوالب وتوضع فى حوض المعالجة الذى يحتوى على ماء الشرب النظيف لحين وقت اختبارها ، على أن يتم وضع علامة مميزة على كل مكعب لتمييزه عن الآخر .

ملحوظة : العينات المطلوب اختبارها بعد ٢٤ ساعة تفصل من قوالبها قبل ١٥ إلى ٢٠ دقيقة من اختبارها وتغطى بقطعة قماش مبللة للحفاظ على رطوبتها ، وإذا كانت درجة تماسك المونة بعد ٢٤ ساعة تؤدى إلى انهيار المكعب ، تؤجل عملية فصل المكعبات من القوالب لمدة ٢٤ ساعة أخرى ، ويسجل ذلك فى تقرير الاختبار .

٩ – يحسب عمر اختبار العينات من وقت إضافة الماء للمواد وعادة ما تختبر بعد الأعمار التالية : –

يوم واحد (٢٤ ± ٠,٥) ساعة ، ثلاثة أيام (٧٢ ± ١) ساعة ، سبعة أيام (١٦٨±١) ساعة ، ٢٨ يوما (٦٧٢ ± ١) ساعة .

١٠ – ترفع المكعبات من الماء عند حلول موعد اختبارها ويمسح الماء الزائد من أسطحها بواسطة قطعة قماش رطبة وتزال أى نتوءات سطحية بسيطة .

١١ – توضع المكعبات على أحد جوانبها وهى لا تزال مشبعة بالماء على لوح جهاز قياس مقاومة الضغط ويراعى ألا يستخدم حشو بين المكعب واللوح ، ثم يطبق الحمل ويزاد تدريجيا وبانتظام بمعدل قدره ٣٥ نيوتن / مم^2 فى الدقيقة، على أن يكون محوراً العينة والحمل متطابقين تماما .

١٢ – تسجل قيمة الحمل الذى يحدث عنده الكسر كما تسجل حالات الكسر غير العادى .

١-١٥-٦ النتائج

– تحسب مقاومة الأسمنت للضغط من متوسط مقاومة الضغط لثلاث عينات مختبرة عند نفس العمر مع تقريب النتائج لأقرب ٠,٥ نيوتن / مم^2 كما يلى :

$$\text{مقاومة الضغط} = \frac{\text{متوسط حمل التهشيم لثلاثة مكعبات}}{\text{المساحة المعرضة للحمل}}$$

– إذا انحرفت نتيجة مقاومة ضغط أحد المكعبات الثلاثة عن المتوسط بمقدار ± ٥,٠ % تحذف هذه القيمة ويعاد حساب متوسط النتائج الباقية .

– إذا زاد عدد المكعبات التى انحرفت نتائجها عن المتوسط بمقدار ± ٥,٠ % عن مكعب واحد تحذف نتائج المجموعة كلها .

١-١٥-٧ حدود القبول أو الرفض

تكون حدود القبول أو الرفض لمقاومة الضغط كما هو موضح بالجدول رقم (١-١٥-٣) التالى:

١-١٥-٨ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

– المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .

– المعلومات الخاصة بطالب الاختبار.

– المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع – توصيف العينات – طريقة وتاريخ تحضير العينات – ظروف حفظ العينات – تاريخ إجراء الاختبار) .

– المواصفات المتبعة .

– النتائج المقاسه معمليا .

– النتائج النهائية للاختبار .

– حدود القبول والرفض .

– أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار.

١-١٥-٩ المراجع

– المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ٢٤٢١ – ١٩٩٣ : اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت .

جدول رقم (١-١٥-٣) حدود المواصفات لمقاومة الضغط لمكعبات المونة الأسمنتية(نيوتن/مم^2)

نوع الأسمنت	بعد ٢٤ ساعة لاتقل عن	بعد ٣ أيام لاتقل عن	بعد ٧ أيام لاتقل عن	بعد ٢٨ يوماً* لاتقل عن
أسمنت بورتلاندى عادى	–	١٨	٢٧	٣٦
أسمنت بورتلاندى سريع التصلد	–	٢٤	٣١	٤٠
أسمنت بورتلاندى مقاوم للكبريتات	–	١٨	٢٧	٣٦
أسمنت بورتلاندى منخفض الحرارة	–	٧	١٣	٢٧
الأسمنت البورتلاندى الأبيض	–	١٨	٢٧	٣٦
الأسمنت البورتلاندى المخلوط بالرمل	–	١٢	٢٠	٢٧
أسمنت بورتلاندى ذو النعومة ٤١٠٠	١٠	٢٥	٣٢,٥	٤٠
أسمنت حديدى	–	١٣	٢١	٣٤
أسمنت عالى الألومينا** ٨٠ ٧٠ ٥٠ ٤٠	٢٥ ٣٠ ٥٠ ٥٠	–	–	–

* تعيين مقاومة الضغط عند ٢٨ يوما لا تعتبر مقياساً لرفض أو قبول الأسمنت ويتم الرجوع إليها فى حالة الاتفاق مع المنتج على ذلك .

** يقسم الأسمنت عالى الألومينا للحراريات إلى أصناف حسب النسبة المئوية لأكسيد الألومنيوم.

١-١٦ اختبار تحديد مقاومة الضغط للمونه الأسمنتية باستخدام جزء من منشور تم اختباره انحنائيا

COMPRESSIVE STRENGTH OF CEMENT MORTARS USING PORTIONS OF PRISMS TESTED IN FLEXURE

١-١٦-١ عـام

يغطـى هذا الاختبار تحديد مقاومة الضغط لمونه الأسمنت باستخدام أجزاء من منشور تم اختـباره تحت تأثير الانحناء ،ويعتبر تعيين مقاومة الضغط باستخدام جزء من منشور لأغراض مرجعية وليست بديله للمكعبات .

١-١٦-٢ الهدف

يهدف الاختبار لتحديد مدى مقاومة المونه للضغط من خلال استخدام أجزاء من منشور تم اختباره تحت تأثير الانحناء ، ولا يستخدم هذا الاختبار للحكم على صلاحية الأسمنت .

١-١٦-٣ الأجهزة

١ – ألـواح تحمـيل لايقل سمكها عن ٢٥ ملليمتر مصنوعة من حديد صلب بأبعاد (٤٠,٣٢× ٥٠,٨ ملليمتر) ولها صلادة لا تقل عن ٦٠ بمقياس روكويل .

٢ – ماكينة اختبار الضغط : تكون مناسبة للاختبار بحيث يقع أقصى حمل متوقع للعينة بين ٢٠ – ٨٠ % من تدريج القياس بالماكينة ويراعى التحميل من الصفر ويزداد تدريجيا وبانتظام بمعدل قدرة ٣٥نيوتن/مم^{٢} فى الدقيقة .

١-١٦-٤ العينات

لا بـد أن تكـون أجزاء العينات المختارة خاليه وبعيدة عن الشروخ أو أى عيوب ظاهرة أخرى ، و لا يقل طول العينات عن ٦٤ ملليمتر .

١-١٦-٥ خطوات الاختبار

١ - فى الفترة بين اختبار الانحناء و اختبار الضغط على المكعبات يتم تغطية العينات لمدة ٢٤ ساعة بغطاء بلاستيك وغمرها كليا فى ماء درجة حرارته (٢٣ + ٢درجة مئوية) حتى وقت الاختبار .

٢ - تجفف العينات بقطعة قماش رطبة ثم تزال أى حبوب رمال من أسطح العينه .

٣ - يجب التأكد من استواء أسطح العينات .

٤ - توضع العينه فى ماكينة الاختبار كالآتى :

- يتم وضع الجزء السفلى من أداة ضبط ألواح التحميل بحيث يتطابق محور الأداة مع محور ماكينة الضغط .
- توضع العينة على اللوح السفلى للتحميل بحيث يكون البعد ٥٠ ملليمتر لألواح التحميل متعامداً على المحور الطولى للمنشور ، وعلى ذلك تكون المساحة المعرضة للتحميل ٤٠ × ٤٠ ملليمتر ، ثم يتم وضع اللوح العلوى باستخدام أداة ضبط الألواح .
- يتم التحميل بمعدل منتظم وتدريجيا كما هو موضح باختبار مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية بهذا الكود .

٥ - يراعى ألا تزيد الفترة بين اختبار الانحناء و اختبار الضغط عما يلى :

عمر الإختبار	الفترة الزمنية المسموح بها
١ يوم	١٠ دقائق
أعمار أخرى	٣٠ دقيقة

١-١٦-٦ النتائج

يتم تسجيل أقصى حمل لكسر العينة ويتم حساب مقاومة الضغط للمكعب المكافئ كالآتى :

$$Sc = 0.062\ P$$

حيث :

Sc : مقاومة الضغط بالكيلوباسكال .

P : حمل الكسر بالنيوتن .

- يتم حساب المقاومة لأقرب ٥٠ كيلوباسكال .

١-١٦-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالإختبار .

- المعلومات الخاصة بطالب الإختبار

- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الإختبار) .

- المواصفات المتبعة .

- النتائج المقاسه معمليا .

- النتائج النهائية للإختبار .

- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار

١-١٦-٨ الدقة والحيود

لا يزيد اختلاف نتائج معملين لنفس الخلطة عن ١٧,٨ % من متوسط النتائج. لنفس المعمل لا يزيد الاختلاف عن ٩,٩ % .

١-١٦-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١٩٩٣/٢٤٢١ : اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت .

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards

C 349-82 : Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using Portions of Prisms Broken in Flexure)

C 348-86 : Flexural Strength of Hydraulic Cement Mortars

١-١٧ اختبار تحديد مقاومة الانحناء للمونة الأسمنتية

FLEXURAL STRENGTH OF CEMENT MORTAR

١-١٧-١ عـــــام

تعتـــبر مقاومة الشد بالانحناء من الخواص الهامة للمونة الأسمنتية ، ويمكن تحديدها بهذا الاختبار .

١-١٧-٢ الهدف

يهـــدف هـــذا الإختـــبار إلـــى تحديد مقاومة الانحناء للمونة الأسمنتية. ويلاحظ أن أجزاء المنشورات التى يتم اختبارها فى الانحناء يمكن استخدامها فى تحديد مقاومة الضغط ، ولا يعتبر هذا الاختبار اختبار قبول أو رفض للأسمنت .

١-١٧-٣ الأجهزة

- الموازيـــن و المناخل و المخابير المدرجة و الخلاط الميكانيكى تكون حسب ما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٤) ، (١-١٩) .
- منضـــدة الانســـياب و قالب الانسياب تكون حســـب ما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٩).
- قوالب العينات
- القوالـــب للعيـــنات المنشورية ذات المقاس ٤٠ × ٤٠ × ١٦٠ ملليمتر تكون مجهزة لإعداد ثـــلاث عيـــنات و يـــتم صـــب العينات بحيث يكون محورها أفقياً . و يلزم أن تكون القوالب مصـــنوعة مـــن معـــدن صـــلد لا يتأثر بمونة الأسمنت وله صلادة لا تقل عن ٥٥ بمقياس روكويل. يجب أن تكون أجزاء القالب مزودة بعلامات تبين الجوانب التى يتم تجميعها سويا و عندما تكون مجمعة يجب أن تكون غير منفذة و متماسكة بشدة.
- يجـــب أن تكـــون جوانـــب القوالب ذات صلابة كافية لمنع تشكلها والتوائها وتكون الأسطح الداخلـــية للقوالـــب مستوية بسماحية ٠,٠٣ ملليمتر كل ٥٠ ملليمتر للقوالب الجديدة و ٠,٠٥ ملليمـــتر كـــل ٥٠ ملليمتر للقوالب المستخدمة . تكون المسافة بين الجوانب المتقابلة ٤٠ ± ٠,١٣ ملليمـــتر للقوالب الجديدة و ٤٠ + ٠,٢٥ ملليمتر للقوالب المستخدمة ، ويكون إرتفاع القوالب ٤٠ ملليمتر بسماحية (+ ٠,٢٥ و – ٠,١٣ ملليمتر) للقوالب الجديدة و (+٠,٢٥ و – ٠,٣٨ ملليمـــتر) للقوالب المستخدمة . يكون الطول الداخلى للقالب ١٦٠ ± ٢,٥ ملليمتر . يكـــون الـــزاوية بين الأسطح الداخلية المتقابلة و المستوى العلوى و السفلى للقالب ٩٠± ٠,٥

درجـــة مقاسه عند نقطة تبعد قليلا عن تقاطع المستوتين ، ويكون سمك اللوح الصلب حوالى ٩,٥ ملليمتر و له مساحة مستوية ٢٠٣ × ١٧٨ ملليمتر مع سماحية للاستواء ٠,٠٢٥ ملليمتر كل ٥٠ ملليمتر .

– أداة الدمـــك : تكـــون مـــن مادة غير ماصة و لا تتآكل مثل المطاط أو خشب البلوط المعالج والذى تم غليه لمدة ١٥ دقيقة على الأقل عند درجة ٢٠٠ درجة مئوية فى بارافين لجعله غير ماص . ويكون جه أداة الدمك ٢٢ × ٨٣ ملليمتر ، وكما هو موضح بشكل رقم (١–١٧–١).

– دلـــيل الدمـــك : يصنع من معدن مثل النحاس ذى صلادة لاتقل عن ٥٥ بمقياس روكويل ولا يـــتأثر بمونـــة الأسمنت و يوضع على القالب ، و لا يدخل فى أى سطح للقالب بما يزيد عن ٠,٣٨ ملليمتر ، ويكون ارتفاع الدليل ٢٥ ملليمتر ، وكما هو موضح بشكل رقم (١–١٧–٢)

– المسطرين : يكون بسلاح صلب مقاسه ١١٤ × ٢٥٤ ملليمتر ذى حرف مستقيم.

– حـــوض المعالجـــة : يحـــتوى على ماء صالح للشرب ، ويغير هذا الماء كل سبعة أيام على الأكثر أو حين الحاجة لذلك ، وتكون درجة حرارة الماء به ٢٠ ± ٢ درجة مئوية .

– أداة اختـــبار الانحـــناء : تستخدم طريقة التحميل فى المنتصف لعمل اختبارات الانحناء على العيـــنات المنشـــورية ، ويتم تصميم الجهاز المستخدم بحيث تكون القوى المؤثرة على العينة رأســـية فقط و بدون أية لامركزية . كما يلزم أن تبقى المسافة بين المرتكزات و نقط التحميل ثابتة للجهاز .

– يتم التأثير بالحمل عموديا على العينة و بطريقة تمنع اللامركزية.

– يجب أن يكون اتجاه ردود الأفعال موازياً لاتجاه التحميل فى جميع الأوقات أثناء التحميل.

– يتم التأثير بالحمل بمعدل ثابت و بطريقة تمنع الصدم.

– ماكينة اختبار الضغط : تكون ماكينة الضغط المستخدمة من النوع الهيدروليكى وذات خلوص كافى بين سطحى تحميلها.

١–١٧–٤ العينات

يكـــون عـــدد العينات ثلاثة أو أكثر لكل عمر اختبار وتكون على شكل منشـــورات بأبعاد ٤٠×٤٠ × ١٦٠ ملليمتر .

١-١٧-٥ خطوات الاختبار

- تكـــون درجـــة الحـــرارة لغـــرفة الخلـــط أثناء خلط وصب العينات وكذلك الأسمنت والرمل والقوالـــب ٢٣ ± ٢ درجة مئوية وألا تقل الرطوبة النسبية عن ٥٠ % ، على أن تكون درجة حرارة غرفة المعالجة ٢٠ ± ٢ درجة مئوية وألا تقل الرطوبة النسبية عن ٩٠ % .
- يستخدم رمل قياسى وكما هو موضح باختبار مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية .

١ - تحضـــر الأوزان اللازمة (الرمل والأسمنت والماء) لكل منشور كما هو موضح بالجدول التالى رقم (١-١٧-١) :

جدول رقم (١-١٧-١) : نسب الخلط لكل منشور واحد

نوع الأسمنت	المواد	النسب بالوزن	الوزن (جرام)
كل أنواع الأسمنت ماعدا الأسمنت عالى الألومينا	أسمنت	١,٠	١ ± ١٨٥
	رمـــل	٣,٠	١ ± ٥٥٥
	مـــاء	٠,٤	١ ± ٧٤
الأسمنت عالى الألومينا	أسمنت	١,٠	١ ± ١٩٠
	رمـــل	٣,٠	١ ± ٥٧٠
	مـــاء	٠,٤	١ ± ٧٦

- يتم إعداد كميات تكفى لملء قالب واحد (٣ عينات منشورية) .
- فـــى حالة استخدام كميات غير ما هو وارد بالجدول فيتم اختيار كمية المياه بحيث تحقق انسياباً قدره ١١٠ ± ٥ % مع ٢٥ طرقة لمنضدة الانسياب كما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٩) .

٢ - يتم إعداد قوالب العينات كما يلى :

- يـــتم تغطـــية أســـطح تلامس أجزاء القوالب بطبقة رقيقة من زيت معدنى ثقيل أو شحم خفيف.
- يتم تغطية الأسطح الداخلية من القوالب بزيت معدنى .
- بعد تجميع القوالب يتم إزالة الزيت أو الشحم الزائد من الأسطح الداخلية لكل قالب.
- يـــتم وضـــع القوالـــب علـــى لوح القاعدة المستوى بعد تغطيته بطبقة رقيقة من الزيت المعدنى.
- يـــتم وضع طبقة من الشمع على الحواف الخارجية للقوالب و لوح القاعدة بحيث تصبح منطقة التقاء لوح القاعدة والجوانب غير منفذة للماء .

٣ – يـتم خلط مكونات المونـــة بالخلاط الميكانيكى كما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٤).

٤ – يـتم فـرد طبقة من المونة بسمك حوالى ٢٠ ملليمتر فى كل من القوالب الثلاثة فى وجود دلـيل الدمـك ثم يتم دمك المونة فى كل قالب ١٢ ضربة فى ثلاث دورات بكل دورة أربع ضـربات كمـا هو موضح فى شكل (١-١٧-٣) ويتم عمل الضربات فى حوالى ١٥ ثانية مـع مراعاة أن يكون وجه أداة الدمك فى وضع أفقى أعلى المونة بحوالى ٢٥ ملليمتر وأن يـتم الضـغط إلـى أسفل مباشرة بقوة كافية لخروج كمية صغيرة من المونة من تحت أداة الدمـك ويتم ملء القوالب بالطبقة الثانية من المونة ويتم دمكها كما سبق . يزال دليل الدمك و يتم تسوية السطح بالمسطرين .

٥ – يتم حفظ عينات الاختبار بعد الصب مباشرة داخل القوالب فى حجرة المعالجة الرطبة لمدة ٢٤ ± ٠,٥ سـاعة محسـوبة من نهاية الخلط مع حماية سطحها من الماء المتساقط ثم يتم إخـراج العينات من القوالب وتغمر فى الماء فى حوض المعالجة و يتم الحفاظ على نظافة ماء الحفظ بتغييره كلما لزم الأمر .

٦ – يـتم اختبار العينات مباشرة بعد إزالتها من غرفة الرطوبة للعينات المختبرة عند عمر ٢٤ سـاعة ومـن حوض الماء للعينات الأخرى . و يتم كسر جميع العينات فى عمر محدد له سماحية كما هو مبين فى الجدول التالى رقم (١-١٧-٢) .

جدول رقم (١-١٧-٢) : التفاوتات فى عمر العينات عند الإختبار

عمر الاختبار	السماحية (±)
٢٤ ساعة	نصف ساعة
ثلاثة أيام	ساعة
سبعة أيام	ثلاث ساعات
ثمانية وعشرون يوما	اثنتا عشرة ساعة

– عندما يكون من المخطط اختبار أجزاء من المنشورات لتحديد مقاومة الضغط يتم اختبار العينات مبكرا بحيث يمكن إجراء اختبار الضغط فى نفس حدود السماحية السابقة.

٧ – يـتم تجفيف كل منشور باستخدام قطعة من القماش الرطب ليصبح سطحه جافاً ويتم إزالة أى حبيبات رمل مفككة و أى زيادات من السطح الذى سيستخدم للتحميل و الارتكاز. و يتم الكشف على هذه الأسطح باستخدام حافة مستوية .

٨ - يتم مركزة قاعدة جهاز الاختبار قرب منتصف المرتكز الكروى العلوى مع مراعاة أن يكون بحر العينة ١٢٠مم كما هو موضح بالشكل (١-١٧-٤) ويتم وضع العينة بحيث ترتكز على أحد جانبيها و بحيث يكون محورها فى منتصف المرتكزات ويتم التأكد من أن حافة التحميل تمس العينة بانتظام عند بداية التحميل على أن يتم التحميل بمعدل ٢٦٤٠ ± ١١٠ نيوتن فى الدقيقة و يتم بيان ذلك بدقة فى حدود ± ١ % على مؤشر مقسم الى درجات لا تزيد عن ٥٠ نيوتن ويتم تحديد الحمل الأقصى لأقرب ٢٠ نيوتن .

١-١٧-٦ النتائج

يتم تدوين الحمل الكلى المبين بماكينة التحميل و يتم حساب مقاومة الانحناء للعينات و الظروف المبينة فى هذا البند من المعادلة التالية :

$$S_f = 2.8\ P$$

حيث :

S_f : مقاومة الانحناء بالكيلوباسكال .

P : الحمل الكلى الأقصى بالنيوتن .

- يلاحظ عند حساب المتوسط المستخدم فى حساب المقاومة أن تستبعد القيم التى تعطى مقاومة تختلف بمقدار يزيد عن ١٥ % من متوسط قيمة نتائج كل عينات الاختبار والمصنعة من نفس المونة .
- يتم إعادة الاختبار إذا تبقى أقل من قيمتين من المقاومة لتحديد مقاومة الانحناء .

١-١٧-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار

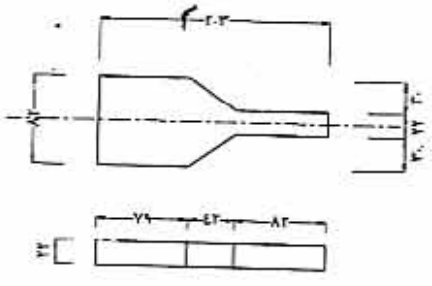
١-١٧-٨ المراجع

– مواصفات الهيئة الدولية للتوحيد القياسى

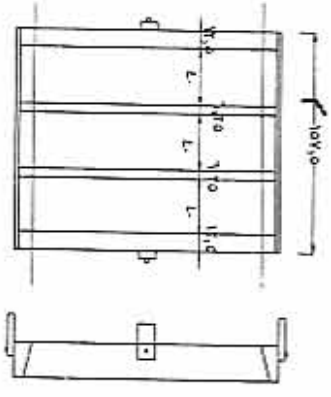
- ISO 679 – 1989 : Method of Testing Cement.

– مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

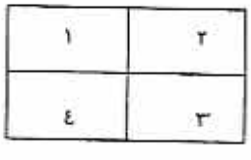
- ASTM C 348-86 : Flexural Strength of Hydraulic Cement Mortars.



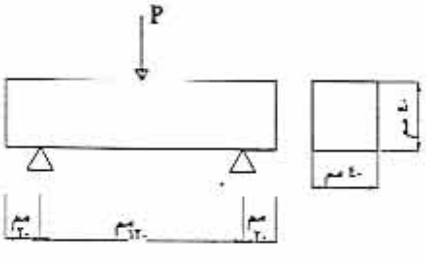
شكل رقم (١-١٧-١) أداة الدمك



شكل رقم (١-١٧-٢) دليل الدمك



شكل رقم (١-١٧-٣) ترتيب اتجاه الدمك



شكل رقم (١-١٧-٤) طريقة تحميل العينة

١-١٨ اختبار مقاومة الشد للمونة الأسمنتية

TENSILE STRENGTH OF CEMENT MORTARS

١-١٨-١ عـــــام

تعتبر مقاومة الشد من الخواص الهامة للمونة الأسمنتية ويمكن تحديدها بهذا الإختبار .

١-١٨-٢ الهدف

يهـدف هـذا الاختـبار إلـى تعيين مقاومة الشد المباشر لمونة أسمنتية فى شكل طوبية. ويسـتخدم بصفة عامة فى الأبحاث لتحديد مقاومة الشد المباشر للأسمنت. هذا الاختبار اختيارى نظـرا لأن مقاومة الشد للأسمنت حوالى (١/١٠ – ١/١٥) من مقاومة الضغط و ما يصاحب هـذه الخاصـية مـن تشـتت كبـير فى النتائج. ولا يعتبر هذا الاختبار اختبار قبول أو رفض للأسمنت.

١-١٨-٣ الأجهزة

– أجهـزة الـوزن و الأثقال : أجهزة الوزن المستخدمة فى تحديد وزن المواد لخلطات المونة يجب أن توفى متطلبات هذا الدليل (اختبار رقم ١-١٩) .

– المخابـير المدرجة : المخابير المدرجة بسعة ملائمة وكما هو موضح فى اشتراطات أجهزة قياس التغير فى طول المونة بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٢٠) .

٣ – المناخل : مناخل قياسية ذات فتحات مربعة من نسيج أسلاك فتحتها ٨٥٠ ميكرون ، ٦٥٠ ميكرون .

– مسـطرين الخلط : يكون مصنوعاً من الصلب الذى لا يصدأ ولا يتفاعل مع الأسمنت ويزن (٢١٠ جـرام) وكما هو موضح باختبار تحديد زمنى الشك الإبتدائى والنهائى بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٦) .

– القالب : يصنع القالب المستخدم فى إعداد عينة الاختبار من معدن لا يتأثر بمونة الأسمنت و يكـون ذا سمك كاف يمنع تشكله أثناء الصب . عند استخدام قالب واحد لعمل اكثر من عينة يكون شكل القالب كما هو مبين فى شكل (١-١٨-١) على أن تحقق مقاسات القالب ما يلى:

– عـرض القالب بين السطحين عند أصغر قطاع للعينة ٢٥ ملليمتر و تفاوت مسموح به ٠,٢٥ ملليمتر للقوالب التى سبق استخدامها و ٠,١٣ ملليمتر للقوالب الجديدة.

– سمك القالب مقاساً عند أصغر مقطع للعينة ٢٥ ملليمتر بتفاوت مسموح به مقداره ٠,١ ملليمتر .

– يزود قالب الاختبار بقاعدة من لوح معدنى مستوى السطح ومصقول تماما مع مراعاة أن تكون أبعادة بحيث تسمح بارتكاز قالب الاختبار عليه دون حدوث أى تسرب أثناء عملية ملء القالب .

– أداة دمك : عبارة عن أداة دمك قياسية من الصلب لها يد خشبية كالموضحة بشكل رقم (١-١٧) وبحيث لا يزيد وزنها الكلى على ٢٤٠ جرام ويقع مركز ثقلها على بعد ٦,٣٥ ملليمتر من منتصف محورها الطولى .

– ماكينة اختبار : تكون ماكينة الاختبار قادرة على التحميل بمعدل منتظم ٢,٦٧ ± ٠,١١ كيلونيوتن لكل دقيقة مع إمكانية تعديل معدل التحميل. وتتحدد متطلبات الدقة لماكينة الإختبار بحيث لا يزيد الخطأ للحمل الذى لا يقل عن ٤٤٥ نيوتن على ± ١,٠ % للماكينات الجديدة أو ± ١,٥ % للماكينات المستعملة. ويجب أن تتم معايرة ماكينة التحميل بانتظام لتحديد دقتها.

– كلابات : الكلابات المستخدمة لإمساك عينة اختبار الشد تكون حسب ما هو موضح بالشكل رقم (١-١٨-٢) .

١-١٨-٤ العينات

– يكون عدد العينات ست عينات لكل اختبار .

١-١٨-٥ خطوات الاختبار

– تكون درجة الحرارة أثناء خلط وصب العينات وكذلك المواد الجافة والقوالب فى حدود ٢٠ إلى ٢٧,٥ درجة مئوية وألا تقل الرطوبة النسبية عن ٥٠ % ، وتكون درجة حرارة ماء الخلط وغرفة المعالجة ٢٠ ± ١ درجة مئوية وألا تقل الرطوبة النسبية عن ٩٠ % .

– يستخدم رمل قياسى وكما هو موضح باختبار مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٥) .

١ – يتم تحديد نسبة الماء اللازمة لعجينة الأسمنت ذات القوام القياسى كما هو موضح بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٥) .

٢ – يتم تحديد نسبة الماء اللازمة لإعداد عينة المونة القياسية لهذا الاختبار منسوبة إلى مجموع وزنى الأسمنت والرمل القياسى من الجدول رقم (١-١٨-١) .

جدول (١-١٨-١) نسبة الماء للعينة القياسية

نسبة الماء المطلوب لعمل العجينة ذات القوام القياسى (%)	الماء المطلوب لعمل مونة مكونة من جزء من الأسمنت و ثلاثة أجزاء من الرمل القياسى (%)
١٥	٩,٠
١٦	٩,٢
١٧	٩,٣
١٨	٩,٥
١٩	٩,٧
٢٠	٩,٨
٢١	١٠,٠
٢٢	١٠,٢
٢٣	١٠,٣
٢٤	١٠,٥
٢٥	١٠,٧
٢٦	١٠,٨
٢٧	١١,٠
٢٨	١١,٢
٢٩	١١,٣
٣٠	١١,٥

** فى حالة الأسمنت البورتلاندى ذى النعومة ٤١٠٠ تكون نسبة الماء المضافة هى ٨ % من مجموع وزنى الأسمنت والرمل .

٣ - تحضر الكميات اللازمة لعمل عدد ست طوبيات من مونة الأسمنت بنسبة جزء واحد بالوزن من الأسمنت إلى ثلاثة أجزاء بالوزن من الرمل القياسى .

٤ - يعد قالب الاختبار وذلك بربط جزأيه ووضعه مرتكزا على القاعدة وتغطية أوجهه الداخلية والقاعدة بطبقة رقيقه من الزيت الخفيف .

٥ - يخلط الأسمنت مع الرمل الجاف بالمسطرين على سطح مستو غير مسامى لمدة دقيقة ثم يضاف الماء وتخلط المونة خلطا جيدا لمدة أربع دقائق ويراعى أن تكون أجهزة الخلط نظيفة .

٦ - يتم ضغط المونة داخل القالب باستخدام إصبع الإبهام اثنتى عشرة مرة على كامل مسطح العينة الواحدة ، بعد ملء القالب توضع كومة صغيرة عليه من نفس المونة وتضرب بالمضرب إلى أن يتساوى سطح المونة مع حافة القالب ثم يغطى وجه القالب بلوح زجاجى

أو معدنى مغطى بطبقة رقيقة من الزيت ويتم قلب القالب والألواح وهى ممسوكة باليد حول محور العينة الطولى ، ثم يتم بعد ذلك إزالة اللوح العلوى وتوضع كومة صغيرة من المونة علـــى القالـــب وتضـــرب بالمضرب حتى يظهر الماء على السطح وبعد ذلك تسوى أسطح القوالـــب بســـلاح المسطرين ، ويراعى ألا يستعمل فى الضرب سوى السطح المسطح من الضارب .

٧ - يـــتم حفظ عينات الاختبار بعد الصب مباشرة داخل القوالب وعلى اللوح السفلى فى حجرة المعالجـــة الرطـــبة لمدة ٢٤ ± ٠,٥ ساعة محسوبة من نهاية الخلط مع حماية سطحها من المـــاء المتســـاقط . ثـــم يـــتم إخراج العينات من القوالب وتغمر فى ماء مشبع بالجير فى أحواض مصنعة من مادة غير قابلة للتآكل و يتم الحفاظ على نظافة ماء الحفظ بتغييره كلما لزم الأمر .

٨ - يـــتم اختبار الطويبة مباشرة بعد رفعها من غرفة الرطوبة للعينات المختبرة عند عمر ٢٤ ســـاعة ومـــن حوض الماء للعينات الأخرى . و يتم كسر جميع العينات فى عمر محدد له سماحية كما هو مبين فى الجدول التالى رقم (١-١٨-٢) :

جدول رقم (١-١٨-٢) : التفاوتات فى عمر العينات عند الاختبار

عمر الاختبار	السماحية (±)
٢٤ ساعة	نصف ساعة
ثلاثة أيام	ساعة
سبعة أيام	ثلاث ساعات
ثمانية وعشرون يوما	اثنتا عشرة ساعة

- عـــندما يتم إخراج أكثر من عينة من الحجرة الرطبة فى وقت واحد و ذلك لعمل اختبار عـــند عمـــر ٢٤ ساعة يتم تغطية العينات بقماش رطب حتى زمن الاختبار. و عندما يتم إخـــراج أكثر من عينة من حوض الحفظ لاختبارها يتم وضع هذه العينات فى صينية بها مـــاء درجة حرارته ٢٠ ± ١ درجة مئوية ولها عمق مناسب لتغطية كل الطويبات حتى لحظة الاختبار.

٩ - يـــتم تجفـــيف أسطح جميع العينات بحيث يصبح سطحها جافاً ويتم إزالة أى حبيبات رمل مفككـــة أو زيادات على السطح الذى سيتلامس مع الكلابات فى ماكينة الاختبار. يراعى أن تكـــون أســـطح الارتكاز فى الكلابات نظيفة و خالية من الرمال وأن يتم تزييت المرتكزات المحوريـــة جيدا والحفاظ عليها فى هذه الصورة بحيث تضمن حرية الدوران. كما يجب أن

يـــتم الـــتأكد من إمكانية الحركة الحرة للكلابات قبل وضع العينة فيها ثم يتم وضع العينات بحـــرص فـــى الكلابات ويحمل بحمل يبدأ من الصفر ويزداد تدريجيا بمعدل منتظم مقداره ٤٠٠ نيوتن/١٠ ثوان وذلك حتى الكسر . يتم تدوين الحمل الأقصى الكلى المبين فى ماكينة الإختبار .

١-١٨-٦ النتائج

يتم حساب مقاومة شد مونة الأسمنت والمعبر عنها بإجهاد الشد كما يلى :

$$\text{إجهاد الشد} = \frac{\text{حمل الشد (متوسط ست عينات)}}{\text{المساحة المعرضة للحمل}} \quad (\text{نيوتن / مم}^2)$$

- يلاحـــظ أنـــه إذا اختلفـــت مساحة مقطع العينة بمقدار يزيد عن ٢% عن القيمة الإسمية يتم استخدام القطاع الفعلى فى حساب المقاومة .
- يتم تقريب قيمة المقاومة إلى أقرب ٠,٠١ نيوتن / مم^2 .
- يلاحظ عند حساب المتوسط المستخدم فى حساب المقاومة أن تستبعد القيم التى تعطى مقاومة تخـــتلف بمقـــدار يزيد عن ١٥ % من متوسط قيمة نتائج كل عينات الاختبار والمصنعة من نفس المونة .

١-١٨-٧ حدود القبول و الرفض

- بالنسبة للأسمنت البورتلاندى ذى النعومة ٤١٠٠ لايقل متوسط مقاومة الشد لست عينات عما هو مبين بالجدول التالى رقم (١-١٨-٣) :

جدول رقم (١-١٨-٣) : القيم الدنيا لمقاومة الشد للأسمنت البورتلاندى ذى النعومة ٤١٠٠

العمر (يوم)	مقاومة الشد (نيوتن / مم^2)
يوم واحد	٢,٥
ثلاثة أيام	٣,٠
سبعة أيام	٣,٥
ثمانية وعشرون يوما	٤,٠

١-١٨-٨ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار

- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسه معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتاد تخص العينات أو ظروف الاختبار.

١-١٨-٩ المراجع

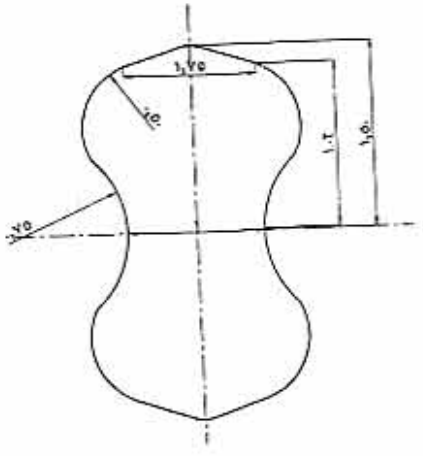
- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١٤٥٠ - ١٩٧٩ : الأسمنت البورتلاندى ذو النعومة ٤١٠٠
- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد.

ASTM Standards

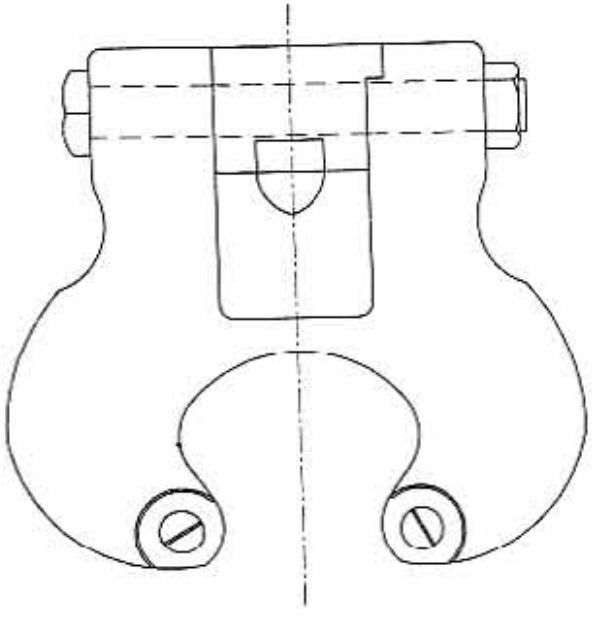
C 1005-86 : Weights and Weighing Devices for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements.

C 190-85 : Tensile Strength of Hydraulic Cement Mortars.

C 150-89 : Specification for Portland Cement .



شكل رقم (١-١٨-١) قالب عينة اختبار مقاومة الشد للمونة الأسمنتية



شكل رقم (١-١٨-٢) كلابة ماكينة اختبار مقاومة الشد

١-١٩ مواصفات الأوزان و أجهزة قياس الوزن المستخدمة فى الاختبارات الطبيعية للأسمنت

WEIGHTS AND WEIGHING DEVICES FOR USE IN THE PHYSICAL TESTING OF CEMENTS

١-١٩-١ عـام

تحـتاج الأثقـال وأجهـزة قـياس الـوزن المستخدمة فى الاختبارات الطبيعية للأسمنت الهيدروليكى دقة عالية مما يوجب تحديد مواصفات تحدد مناسبة هذه الأجهزة للاستخدام.

١-١٩-٢ الهدف

الغـرض هـو تحديـد المتطلـبات الدنيا للموازين و الأوزان المستخدمة فى الاختبارات الطبيعية للأسمنت، و لكنها ليست كافية لوصف هذه الأجهزة بغرض الشراء.

١-١٩-٣ تعريفات

- دقة القراءات

هى درجة قرب قراءات جهاز تحديد الوزن من الوزن الحقيقى للكتلة المستخدمة.

- الميزان ذو الأثقال

جهاز لتحديد الوزن يقارن كتلة بكتلة قياسية.

- دقة الجهاز

هى درجة صحة قراءة جهاز الوزن عند التأثير بوزن الكتلة المقاسة.

- مدى الوزن

مـدى قـراءات جهـاز تحديد الوزن من أدنى حمل اختبار زائد أى أدوات مساعدة على العناصـر المتلقية للحمل حتى أقصى حمل اختبار بنفس العناصر المساعدة أو الأوعية حسب ما هو موصف لطريقة كل اختبار.

- قابلية القراءة

هـى أصـغر جزء من تقسيم القراءة التى يمكن بها قراءة تدريج جهاز الوزن بسهولة إما بالتقدير أو بورنية.

- الميزان ذو المقياس

جهـاز وزن له عناصر استقبال وزن و مقياس (قد يكون مرتبطاً باستخدام كتل داخلية أو نسبية) و عادة تكون معايرة لتشير إلى الكتلة و عادة تكون ذات دقة أقل من الميزان ذى الأثقال.

– الحساسية

هى أقل تغيير مطلوب فى الكتلة المقاسة يقوم بتحريك عنصر الإشارة فى جهاز الوزن.

– متطلبات الحساسية

أقــل تغير فى مكان الراحة (الصفر) لعنصر الإشارة نتيجة تغير محدد فى كتلة الحمل فى عنصر تلقى الحمل.

– حمل اختبار

الكــتلة التى توزن فى وزنة واحدة بدون مساعدات الوزن أو الأوعية كما هو موصف فى طريقة الاختبار المتبعة.

– التفاوت

متطلبات صحة و دقة للأثقال و أجهزة الوزن.

– التفاوتات المسموح بها

أقصــى اخــتلافات مســموح بها من الإشارة الصحيحة لأوزان أو أجهزة وزن جديدة أو مجددة أو مصححة وهى تساوى نصف التفاوت المسموح به فى الصيانة.

– تفاوت التصحيح

التفاوت المسموح به.

– التفاوت المسموح به فى الصيانة

أقصــى اخــتلاف مســموح بــه عــن الإشارات الصحيحة للأثقال وأجهزة الوزن أثناء الاستخدام.

– الحمل الكلى

مجموع كتل المواد ومساعدات الوزن أو الأوعية المؤثرة على عنصر استقبال الحمل عند أى لحظة.

– الثقل

جزء من مادة ذات كتلة معروفة تستخدم لمقارنة أو قياس كتلة كتل أخرى.

١–١٩–٤ المساعدات الإيضاحية

يرجع للجدول رقم (١–١٩–١) لتحديد التفاوتات المسموح بها للأثقال .

١-١٩-٥ حدود القبول و الرفض

١ – الأثقال

التفاوتات المسموح بها للأثقال المستخدمة فى طرق الاختبارات الطبيعية للأسمنت الهيدروليكى و المواد المثيلة يلزم أن تحقق متطلبات المواصفة ASTM : E 617 الموضحة فى الجدول رقم (١-١٩-١) .

– بالنسبة للأثقال غير المعرفة فى الجدول يتم استخدام التفاوت الخاص بأقرب ثقل أقل منها موجود بالجدول .

– الكتل المستخدمة ككتل و غير مطلوب معرفة قيمتها ليس مطلوباً أن تحقق المتطلبات السابقة.

٢ – الموازين:

– السعة :

يلزم أن تكون سعة جهاز الوزن مساوية للحمل الكلى الأقصى الذى سيتم تحميله على عنصر استقبال الحمل فى أى لحظة.

ملحوظة : عادة لا يجوز أن تتعدى سعة جهاز الوزن مرتين الحمل الأقصى المطلوب لاختبار معين بسبب انخفاض الدقة و القابلية للقراءة و الحساسية فى الأجهزة ذات السعات الكبيرة .

٣ – الدقة والصحة

لا يجوز أن يتعدى التفاوت المسموح به لأجهزة الوزن فى الصيانة ٠,٠٥ % من حمل الاختبار فى مدى الوزن و يلزم أن يكون جهاز الوزن قادر على إعطاء قراءات لنفس كتلة الاختبار فى حدود التفاوتات المسموحة.

٤ – القابلية للقراءة

يلزم أن يكون تدريج جهاز الوزن سهل القراءة حتى نصف التفاوت المسموح به فى حدود مدى الوزن ، أى أنه يكون من الممكن قراءة ٠,٠١٢٥ % من حمل الاختبار .

٥ – الحساسية

يلزم أن يبين مبين القراءات لجهاز الوزن تغيراً مقداره وحدة على التدريج مقابل ٠,١ % من حمل الاختبار فى حدود مدى الوزن . يلزم أن يبين جهاز الوزن حركة ملحوظة لمبين القراءات مع تغير فى حمل الاختبار لا يزيد عن ربع هذه القيمة.

٦ – الرفض

غـير مسموح باستخدام أثقال أو أجهزة وزن جديدة أو مجددة أو مصححة إذا ما لم تحقق حدود التفاوتات المسموحة السابق الإشارة لها.

– يمنع استخدام الأثقال أو الموازين إذا ما تعدت تفاوتات الصيانة السابق الإشارة لها.

١–١٩–٦ المراجع

– المواصفات الأمريكية لإختبار المواد

ASTM Standards

C 1005-86 : Weights and Weighing Devices for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements.

E 617-86 : Laboratory Weights and Precision Mass Standards

جدول رقم (١–١٩–١) : التفاوتات المسموح بها للأثقال والصيانة

الثقل (جرام)	التفاوت المسموح به (± ملليجرام)	تفاوت الصيانة المسموح به (± ملليجرام)
١٠٠٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠
٥٠٠٠	٥٠٠	١٠٠٠
٣٠٠٠	٣٠٠	٦٠٠
٢٠٠٠	٢٠٠	٤٠٠
١٠٠٠	١٠٠	٢٠٠
٥٠٠	٥٠	١٠٠
٣٠٠	٣٠	٦٠
٢٠٠	٢٠	٤٠
١٠٠	١٠	٢٠
٥٠	٧	١٤
٣٠	٥	١٠
٢٠	٣	٦
١٠	٢	٤
٥	٢	٤
٣	٢	٤
٢	٢	٤
١	٢	٤

١-٢٠ الاشتراطات القياسية للجهاز المستخدم فى قياس التغير فى طول المونة و عجينة الأسمنت المتصلدة

APPARATUS FOR USE IN MEASUREMENT OF LENGTH CHANGE OF HARDENED CEMENT PASTE AND MORTAR

١-٢٠-١ عـــــــام

تعتـبر اختـبارات تعييـن التغـير فى طول عينات المونة والخرسانة وعجينة الأسمنت المتصـلدة مـن الاختبارات التى تحتاج دقة عالية عند إجرائها، لذلك يجب أن تتوفر اشتراطات معينة فى الأجهزة المستخدمة فى إجراء هذه الاختبارات وخاصة أجهزة القياس مما يساعد على الحصول على نتائج ذات دقة عالية .

١-٢٠-٢ الهدف

تهدف هذه المواصفة إلى تحديد المواصفات والاشتراطات التى يجب توافرها فى الأجهزة المسـتخدمة فى إجراء اختبارات تعيين التغير فى طول عينات عجينة الأسمنت المتصلدة والمونة والخرسانة وخاصة مواصفات واشتراطات أجهزة القياس .

١-٢٠-٣ تعريفات

- التغير فى الطول

هـو الـزيادة أو النقص فى البعد الطولى لعينات الاختبار مقاسه فى اتجاه المحور الطولى للعينة والناتجة عن أسباب غير مرتبطة بالأحمال .

١-٢٠-٤ الأجهزة

١ المخابير الزجاجية :

أ - يجـب أن تكـون المخابير الزجاجية ذات سعات مناسبة (كبيرة بحيث تكفى لقياس كمية ماء الخلـط اللازمة للمونة أو عجينة الأسمنت فى الخلطة الواحدة) لتحضير الكميات اللازمة للخلط عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية .

ب - يجـب ألا تـتعدى دقة التدريج للمخابير ذات السعة ١٠٠ إلى ١٥٠ ملليلتر ± ١ ملليمتر وبالنسبة للمخابير سعة ٢٠٠ إلى ٣٠٠ ملليمتر ± ٢ ملليلتر وألا تتعدى ± ٠,٥ % بالنسبة للمخابير ذات السعة أكبر من ٣٠٠ ملليلتر .

ج - يجب أن تكون هذه المخابير مدرجة على الأقل إلى ٥ ملليلتر ويجوز أن تقبل التفاوتات الآتية :

- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدريج للـ ١٥ ملليلتر السفلى فى المخابير سعة ١٥٠ ملليلتر .
- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدريج للـ ٢٥ ملليلتر السفلى للمخابير سعة ٢٥٠ ملليلتر .
- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدريج للـ ٥٠ ملليلتر السفلى للمخابير سعة ٥٠٠ ملليلتر .
- يجب أن تمتد خطوط (علامات) التدريج إلى ثلاثة أرباع محيط المخبار على الأقل ويجب أن تكون مرقمة .

٢ - القوالب :

- تكون أبعاد القوالب المستخدمة بحيث تعطى عينات منشوريه أبعادها ٢٥×٢٥×٢٨٥ ملليمتر بطول قياس ٢٥٠ ± ٢,٥ ملليمتر .
- يجب عند تجميع أجزاء القالب أن تكون مثبتة مع بعضها جيدا وأن تكون أسطحها ناعمة وأن تكون خالية من الحفر أو النقر أو أى عيوب تصنيع وأن تكون مصنوعة من الحديد الصلب أو أى مادة أخرى غير قابلة للصدأ أو التأثر بالأسمنت أو المونة وأن تكون جوانب القالب صلبة بدرجة كافية تمنع انحناءه عند ملئه بالعينات ، كما يجب ألا يتعدى التفاوت فى أبعاد العينات والناتج من عيوب الصناعة ± ٠,٧ ملليمتر ، على أن يكون فك وتجميع أجزاء القالب سهلا .
- تصنع الجوانب التى فى نهايتى القالب بحيث يمكن أن يثبت فى كل منها مسمار من مسمارى القياس أثناء زمن شك العينات .
- يجب أن تكون مسامير المقياس مصنوعة من الحديد الصلب الغير قابل للتآكل أو أى مادة مشابهة ، وفى حالة اختبار العينات عند درجات حرارة ذات تفاوت كبير يجب أن تستخدم قوالب ذات مسامير مصنوعة من سبيكة (Invar) أو مادة مشابهة لها .
- يجب أن تثبت مسامير القياس بحيث أن يتطابق محورها مع محور العينات الطولى (الرئيسى).

– يجب أن تمتد مسامير القياس إلى داخل العينة مسافة ١٧,٥ ± ٠,٥ ملليمتر وأن تكون المسافة بين أطرافها الداخلية ٢٥٠ ± ٢,٥ ملليمتر.

– يمكن دهان الوصلات الخارجية لجوانب القوالب بالشمع وتغطى الأسطح الداخلية للقالب بزيت معدنى إذا استدعى الأمر لذلك ، بعد ذلك توضع مسامير القياس فى مكانها مع مراعاة حفظها بعيدا عن الزيت أو أى مواد غريبة .

٣ – جهاز مقارنة الطول

– يصمم جهاز مقارنة الطول المستخدم فى قياس التغير فى طول العينات بحيث يتناسب مع حجمها وأن يسمح بالتثبيت الجيد والسهل لها والتلامس الدقيق مع مسامير القياس المثبتة فى نهايتها لضمان القياس السليم للتغير فى طول العينة ، وأن يكون ذا دقة عالية ويمكن أخذ القراءات منه بسهولة .

– يجب أن يكون تدريج الميكرومتر الخاص بجهاز مقارنة الطول ٠,٠٠١أو ٠,٠٠٢ ملليمتر ممثلة فى المسافة بين تدريجين متتاليين عليه وأن تكون دقة القياس ٠,٠٠٢ ملليمتر فى المدى حتى ٠,٠٢ ملليمتر و ٠,٠٠٤ ملليمتر فى المدى حتى ٠,٢ ملليمتر وأن يكون مدى الميكرومتر ٨ ملليمتر على الأقل بحيث يغطى التغير فى أطوال القياس للعينات المختلفة .

– يجب أن يكون الجهاز مصمماً بحيث يمكن معايرته بقضيب معايرة على أقسام منتظمة .

٤ – يكون طول قضيب المعايرة ٣٠٠±١,٥ مم على أن يكون مصنوعاً من سبيكة صلب لها معامل تمدد حرارى لا يتعدى ٢ فى المليون لكل درجة مئوية .

– يجب أن يتم تشكيل نهايتى القضيب بنفس شكل نهايتى التماس لمسمارى القياس ويجب أن يكون القضيب معالجاً حرارياً و صلدا ثم يتم تلميعه ، يجب أن يغطى الـ ١٠٠ مم الوسطى لقضيب المعايرة بغلاف من المطاط ذى جدار سمكه ٣ ملليمتر لتقليل تأثير التغير فى درجة الحرارة أثناء تناول القضيب باليد فى المعايرة .

– يجب أن توضع علامة عند أحد طرفى القضيب بحيث عند استخدامه يوضع الطرف الذى عنده العلامة عند نفس المكان فى الجهاز فى كل مرة يعاير فيها الجهاز . وتتم معايرة الجهاز بقضيب المعايرة على الأقل فى بداية و نهاية القراءات التى تم أخذها خلال نصف يوم وذلك فى حالة استخدام الجهاز فى خلال هذه الفترة عند درجة حرارة ثابتة ، أما فى حالة استخدام الجهاز عند درجات حرارة متفاوتة فيجب عمل المعايرة بعدد أكبر من المرات .

١-٢٠-٦ المراجع

– مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM C 490 Specifications of apparatus for use in measurement of length change of hardened cement paste

١-٢١ اختبارات تعيين أكاسيد المركبات الرئيسية للأسمنت

DETERMINATION OF THE PRINCIPAL OXIDES OF THE MAIN COMPONENTS FOR CEMENT

١-٢١-١ عـــــــام

تجرى الاختبارات الكيميائية للأسمنت البورتلاندى طبقا للمواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٩٤/٤٧٤ وتختص هذه المواصفة بالطرق القياسية لتقدير ما يلى:

١- ثانىأكسيد السيليكون (SiO_2)

٢- المجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونيوم (R_2O_3)

٣ - أكسيد الحديد (Fe_2O_3)

٤ - أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3)

٥- أكسيد الكالسيوم (CaO)

٦- أكسيد الماغنسيوم (MgO)

١-٢١-٢ الهدف

تحديـــد نسب الأكاسيد المكونة للمركبات الرئيسية للأسمنت وحساب المعاملات والمركبات الكيميائية المميزة لكل نوع من أنواع الأسمنت .

١-٢١-٣ تعريفات

يقصد بالتحليل الكيميائى لأنواع الأسمنت البورتلاندى تعيين الأكاسيد المكونة لمركباته

١-٢١-٤ الأجهزة

يجـــب أن يكون معمل إجراء الاختبارات الكيميائية مجهزاً بأساسيات معملية بالإضافة إلى احتياج كل اختبار لمستلزمات إجرائه من كيماويات وزجاجيات . والتجهيزات المعملية كالآتى :

- ميزان حساسيتة ٠,١ مجم .
- فرن احتراق يصل إلى ١٤٠٠م° .
- فرن تجفيف .
- لوح تسخين .
- جهاز تقطير ماء .
- جهاز قياس الأس الهيدروجينى .
- الزجاجيات المعملية بأنواعها .

- ورق ترشيح عديم الرماد بأنواعه .
- بواتق بلاتين .

١-٢١-٥ العينات

يجب مراعاة الشروط الآتية عند اختيار العينات للاختبار :

- تختار عينات الأسمنت من المصنع أو من مكان التوريد أو عند التشوين فى موقع التسليم حسب الاتفاق بين البائع والمشترى (أو المقاول والمالك) وفى حضورهما أو حضور من ينوب عنهما وبحيث تكون العينات ممثلة لكل صنف على حدة من كل رسالة .

- فى حالة الأسمنت المعبأ فى عبوات

يراعى ألا تمثل العينة أكثر من ١٠٠ طن من الرسالة الواحدة ذات الصنف الواحد والواردة من مصدر واحد وذلك ما لم يتفق على غير ذلك بين البائع والمشترى .

يختار ــ عشوائياً ــ عدد من العبوات بواقع الجذر التكعيبى على الأقل من العدد الكلى لعبوات الرسالة. تسحب كميات مناسبة من محتويات كل عبوة من العبوات المختارة بحيث لا يقل مجموع أوزان الكميات المسحوبة عن ٥ كجم ثم تخلط جيدا للحصول على عينة متجانسة تمثل الرسالة تمثيلا صحيحا . توضع العينة فى وعاء من مادة عازلة للرطوبة وغير منفذة للهواء ويغلق بإحكام.

- فى حالة الأسمنت السائب

تؤخذ كميات مناسبة من أماكن مختلفة وموزعة بطريقة جيدة وعلى أعماق مختلفة من الرسالة بحيث تكون الكميات المأخوذة ممثلة لها . ويتم أخذ هذه الكميات باستخدام أنابيب أخذ العينة أو أى طريقة مناسبة . تخلط الكميات المأخوذة ، ثم تقسم بطريقة التجزئ الربعى للحصول على عينة متجانسة تمثل الرسالة تمثيلا صحيحا و لا يقل وزنها عن ٥ كجم ، وتوضع فى وعاء من مادة عازلة للرطوبة وغير منفذة للهواء ، ويغلق بإحكام .

- تجهيز العينة للإختبار

تخلط العينة قبل الاختبار خلطا جيدا ، ثم تنخل خلال منخل قياسى مقاس فتحته ٠,٨٤ مم (منخل ٨٤٠ ميكرون) وذلك لتكسير أى كتل متجمدة قد تكون موجودة لإزالة المواد الغريبة . تجفف العينة المأخوذة للاختبار عند درجة حرارة من ١٠٥ إلى ١١٠ م° حتى يثبت الوزن .

١-٢١-٦ خطوات الاختبار

تجرى الاختبارات لتعيين نسب الأكاسيد المكونة للعينة المختبرة كالآتى :

١-٢١-٦-١ اختبار تعيين ثانى أكسيد السيليكون Silicon dioxide (SiO_2)

١ – عـــــــام

تـذاب عينـة معلومـة الوزن من الأسمنت فى حمض الهيدروكلوريك ثم ترشح السيليكا الـناتجة وتحـرق وتوزن ثم تعامل بحمض الهيدروفلوريك ويحرق المتبقى ويوزن – ويحسب الفرق بين الوزنتين .

٢ – خطوات الاختبار

١ – تذاب عينة معلومة الوزن من الأسمنت – ٠,٥ جم – فى جفنة بلاتين ، ويضاف اليها ١٠ مـل مـن المـاء المقطر، ثم ٥ – ١٠ مل حمض الهيدروكلوريك المركز ، يسخن ويقلب ويـبخر علـى حمـام مائى حتى تجف العينة تماما ثم يضاف بعد ذلك ١٠ – ٢٠ مل من حمـض الهـيدروكلوريك ١:١ . تغطـى الجفـنة ثم تسخن بلطف لمدة ١٠ دقائق . يخفف المحلـول بواسـطة حجـم مساو من الماء الساخن ويرشح على ورق ترشيح عديم الرماد واتمان رقم ٤١ مباشرة ويغسل ثانى أكسيد السيليكون المنفصل بعناية بالماء المقطر.

٢– يعاد تبخير الرشيح مرة أخرى ثم يخفف ويرشح مرة أخرى على ورق عديم الرماد .

٣– تحـرق الورقـتان معـا فى بوتقة من البورسلين عند درجة حرارة ١١٠٠ م° حتى ثبات الوزن.

٤– تـنقى السـيليكا الـناتجة من الشوائب بذوبانها فى نقطتين من حمض الكبريتيك مع إضافة حوالـى ١٠ مـل من حمض الهيدروفلوريك ويبخر حتى الجفاف ثم يحرق المتبقى وتوزن مرة أخرى.

٣ – النتائج

$$SiO_2 \quad \% = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

حيث:

SiO_2 % – النسبة المئوية لثانى أكسيد السيليكون

W = وزن العينة

W1 = وزن البوتقة فارغة

W2 = وزن البوتقة بالراسب بعد الحرق

١-٢١-٦-٢ تعيين المجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونيوم
(R_2O_3) Hydroxyl group

١ - عـــــــام

يجـرى الترسـيب للرشيح الناتج من الإختبار (١-٢١-٦) بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم ١:١ ويحرق الراسب ويوزن ويكون الناتج هو المجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونيوم مقدرة كأكاسـيد كـل مـن الألومنـيوم ، الحديد، التيتانيوم ، الفاناديوم ، الكروميوم وأنهيدريت حمض الفوسفوريك.

٢ - خطوات الاختبار

١ - يضاف حوالى ٥ مل من حمض الهيدروكلوريك وحوالى ٣ مل من ماء البروم للرشيح بعد فصـل السيليكا. تضاف هذه الكمية فى حالة وجود الماغنسيوم بنسبة تركيز أعلى أو يمكن اسـتخدام ٣% محلول فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) للأكسدة بدلا من ماء البروم ويمكن استخدام حامض النيتريك أيضا .

٢ - يـبخر المحلـول إلى أن يصير حجمه ١٥٠ مل ويتصاعد كل البروم الحر. يضاف ٣:٢ نقط دليل الميثيل الأحمر .

٣ - ترسـب الهيدروكسيدات بإضافة ١٠ % محلول أمونيا (١:١ خالية من حمض الكربونيك) نقطة نقطة إلى أن يصير المحلول قاعديا (يتغير اللون إلى الأصفر) .

٤ - يقلب بشدة أثناء الترسيب ، ثم يغطى الكأس بزجاجة ساعة ويترك ليرسب لبضعة دقائق.

٥ - يـنقل المحلول الرائق إلى ورقة ترشيح متوسطة واتمان رقم ٤٠ أو ما يعادلها قطرها ١١ سم.

٦ - يضاف للراسب محلول ساخن (٢٠ جم / لتر) من كلوريد الأمونيوم .

٧ - يرشح فى ورقة الترشيح ويغسل الراسب بنفس المحلول ويحتفظ بالرشيح.

٨ - يجرى الترسيب الثانى كالآتى :

- تخرج ورقة الترشيح بالراسب من القمع ويوضع فى الكأس الذى استخدم فى الترسيب.
- يعاد ذوبان الراسب فى محلول ساخن ١:١ حمض الهيدروكلوريك ويقلب .
- يرسب مرة أخرى باستخدام محلول الأمونيا المخفف فى وجود دليل الميثيل الأحمر.
- يرشـح علـى ورقـة ترشيح متوسطة واتمان رقم ٤٠ وتغسل الهيدروكسيدات بمحلول كلوريد الأمونيوم المخففة .

- توضـــع ورقـــة الترشيح بمحتوياتها فى البوتقة البلاتين معلومة الوزن وتحرق فى الفرن عند درجة حرارة ١١٠٠ م° لمدة ٣٠ دقيقة ثم يترك ليبرد فى مجفف ثم توزن وتحسب نسبة (R_2O_3) إلى أقرب ٠,١ % .

٣ - النتائج

$$R_2O_3\% = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

حيث :

R_2O_3 % = النسبة المئوية للمجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونيوم

W = وزن العينة المأخوذة بالجرام .

W1 = وزن البوتقة فارغة.

W2 = وزن البوتقة بالراسب.

١-٢١-٦-٣ اختبار تعيين أكسيد الحديديك Ferric oxide (Fe_2O_3)

١ - عـــــام

يجرى تقدير الحديد بالطريقة الحجمية بالمعايرة بمحلول ثنائي كرومات البوتاسيوم القياسى مستخدما ثنائى فينيل أمين سلفونات الباريوم ككاشف .

٢ - خطوات الاختبار

١- يوزن بدقة حوالى ١ جم من عينة الأسمنت ، ويضاف ٤٠ مل من الماء المقطر البارد .

٢- يضاف مع التقليب ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك .

٣- يســـخن المحلـــول حـــتى الغليان ويضاف قطرة قطرة من محلول كلوريد القصديروز حتى يتحول لون المحلول إلى اللون الأبيض الشفاف وتضاف قطرة زيادة ثم يبرد المحلول .

٤- يغســـل جدار الكأس الداخلى بالماء ثم يضاف ١٠ مل من محلول مشبع من كلوريد الزئبقيك دفعة واحدة مع التقليب .

٥- يضاف ١٠ مل من حمض الفوسفوريك ١:١ وقطرتان من كاشف ثنائى فينيل أمين سلفونات الباريوم .

٦- تجـــرى المعايرة بمحلول ثنائى كرومات البوتاسيوم القياسى حتى يصل اللون إلى الأرجوانى الثابت ولا يتغير بإضافة زيادة من المحلول القياسى .

٣ – النتائج

$$Fe_2O_3\% = \frac{V \times 0.004 \times 100}{W}$$

حيث :

Fe_2O_3 % = النسبة المئوية لأكسيد الحديد

W = وزن العينة المأخوذة بالجرام

0.004 = وزن أكسيد الحديد الذى يعادل ١ مللىمن محلول ثنائى كرومات البوتاسيوم.

V = حجم محلول ثنائى كرومات البوتاسيوم القياسى المستخدم فى المعايرة بالمليليتر

١-٢١-٦-٤ تعيين أكسيد الألومنيوم Aluminium oxide (Al_2O_3)

١ – عـــــــام

تحسب من نتائج الاختباران رقم ١-٢١-٦-٢ ورقم ١-٢١-٦-٣

٢ – النتائج

$$Al_2O_3\% = R_2O_3\% - Fe_2O_3\%$$

حيث :

Al2O3 % = النسبة المئوية لأكسيد الألومنيوم

R2O3 % = النسبة المئوية للمجموعة المترسبة بهيدروكسيد الألومنيوم

Fe2O3 % = النسبة المئوية لأكسيد الحديد

١-٢١-٦-٥ اختبار تعيين أكسيد الكالسيوم Calcium oxide (CaO)

١ – عـــــام

يرسـب الكالسـيوم مـن الرشيح المحتفظ به من تقدير المجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونـيوم وذلـك باسـتخدام أوكسـالات الأمونيوم ، ويحرق الراسب ويوزن على هيئة أكسيد كالسيوم .

٢ – خطوات الاختبار

١- يحمـض الرشـيح المجمع المحتفظ به بعد ترسيب مجموعة هيدروكسيد الأمونيوم بإضافة حمض هيدروكلوريك مركز ويبخر إلى حجم حوالى ١٠٠ مل .

٢- يضـاف إلـى المحلـول وهو ساخن ٤٠ مل من ماء البروم المشبع ، يضاف هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلويا .

٣- يغلى المحلول مع الحفاظ على قلويته .

٤- يحمض الرشيح بحمض الهيدروكلوريك ويغلى حتى يتم طرد البروم .

٥- يضاف ٥ مل من الحمض ويخفف إلى ٢٠٠ مل ويضاف بضع قطرات من دليل أحمر الميثيل ، ٣٠ مل من محلول ١٠ % أوكسالات الأمونيوم .

٦- يسخن المحلول إلى درجة ٧٠ ــ ٨٠ م° ويضاف مع التقليب هيدروكسيد أمونيوم (١:١) حتى يتغير اللون إلى الأصفر .

٧- يترك المحلول بدون أى تسخين ويقلب خلال نصف الساعة الأولى ثم يترك ليرسب ويرشح بورق ترشيح واتمان رقم ٤٠ ويغسل بالماء المقطر عدة مرات .

٨- تنقل ورقة الترشيح المحتوية على الراسب فى بوتقة بورسلين مغطاه وتحرق عند درجة ١١٠٠ ــ ١٢٠٠ م° لمدة ١٥ دقيقة حتى ثبات الوزن .

٣ - النتائج

$$CaO\% = \frac{W_1}{W} \times 100$$

حيث :

CaO % = النسبة المئوية لأكسيد الكالسيوم

W = وزن العينة المأخوذة لإجراء التحاليل بالجرامات .

W1 = وزن أكسيد الكالسيوم الناتج بالحريق بالجرامات .

١-٢١-٦-٦ اختبار تعيين أكسيد الماغنسيوم Magnesium oxide (MgO)

١ - عـــام

يرسب الماغنسيوم من الرشيح المحتفظ به من تقدير أكسيد الكالسيوم وذلك باستخدام فوسفات الأمونيوم أحادية الهيدروجين ، ويحرق الراسب ويوزن على هيئة بيروفوسفات الماغنسيوم .

٢ - خطوات الاختبار

١- يجمع الرشيح الناتج من فصل الكالسيوم ويضاف إليه حمض الهيدروكلوريك المركز ويبخر إلى أن يصل حجمه إلى ٤٠٠ مل .

٢- يضاف إليه حوالى ٢٠ مل من محلول مشبع من فوسفات الأمونيوم أحادية الهيدروجين ويضاف حوالى ٥٠ مل من محلول الأمونيا المركز .

٣- يبرد الخليط ويقلب بقضيب زجاجى ثم يرشح بعد ساعتين .

٤- يرشح على ورقة ترشيح عديم الرماد رقم ٤٤ أو ما يعادلها ويغسل بمحلول ٢,٥ % محلول أمونيا.

٥- تحرق فى بوتقة بورسلين معلومة الوزن عند درجة حرارة ١٠٥٠ م° لمدة ٢٠ دقيقة وتوزن وتحسب إلى أقرب ٠,١ جم .

٣ - النتائج

$$MgO\% = \frac{W_1}{W} \times 0.362 \times 100$$

حيث :

MgO % = النسبة المئوية لأكسيد الماغنسيوم

W = وزن العينة المأخوذة لإجراء التحليل بالجرامات

W1 = وزن الراسب الناتج بالحرق بالجرامات

0.362 = نسبة الوزن المكافئ لأكسيد الماغنسيوم إلى الوزن المكافئ لبيروفوسفات الماغنسيوم .

١-٢١-٧ المساعدات الإيضاحية

يبين جدول رقم (١-٢١-١) الحد الأقصى للاختلاف المسموح به فى نتائج الاختبارات .

١-٢١-٨ الاحتياطات

١-٢١-٨-١ المواد المستخدمة فى الاختبارات الكيميائية

يراعى فى إجراء الاختبارات الكيميائية التالية وكذلك فى تحضير الكواشف ما يلى :

١- أن يكون الماء المستخدم مقطرا .

٢- أن تكون جميع المواد المستخدمة من صنف " كاشف تحليلى" .

٣- أن يستخدم الماء المقطر كمذيب ما لم ينص على غير ذلك .

٤- توزن عينات الاختبار المستخدمة فى التقدير وكذا الرواسب الناتجة إلى أقرب ٠,٠٠٠١جم.

١-٢١-٨-٢ عدد مرات إجراء التقديرات لكل اختبار والاختلافات المسموح بها

يجرى كل اختبار مرتين وفى أيام مختلفة . يجب ألا يزيد الاختلاف بين النتيجتين على الحد الأقصى المبين فى الجدول . وإذا زاد الاختلاف بين النتيجتين على هذا الحد تكرر عملية التقدير حتى تتفق نتيجتان أو ثلاث نتائج فى حدود الاختلاف المبين فى هذا الجدول . وتحسب نتائج النسب المئوية للمواد المقدرة إلى أقرب ٠,٠١.

واذا كانت عملية التقدير تقتضى إجراء اختبار ضابط ، يجرى هذا الاختبار فى نفس اليوم الذي تجرى فيه عملية التقدير .

١-٢١-٩ حدود القبول والرفض

يرجع إلى جدول (١-٢١-١) الحد الأقصى للاختلافات المسموح به فى نتائج الاختبارات.

١-٢١-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٩٤/٤٧٤ – الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى

- مواصفات الهيئة الدولية للتوحيد القياسى

ISO 680-1990 Cement – Test Methods – Chemical Analysis

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM C114 – 1988 Standard Method for Chemical Analysis of Hydraulic Cement

جدول (١-٢١-١) : الحد الأقصى للإختلاف المسموح به فى نتائج الاختبارات

المكونات	الحد الأقصى للاختلاف المسموح به (%)	
	بين نتيجتين	بين القيم المتطرفة لثلاث نتائج
١- ثانى أكسيد السيليكون	٠,١٦	٠,٢٤
٢- أكسيد الألومنيوم	٠,٢٠	٠,٣٠
٣- أكسيد الحديديك	٠,١٠	٠,١٥
٤- أكسيد الكالسيوم	٠,٢٠	٠,٣٠
٥- أكسيد الماغنسيوم	٠,١٦	٠,٢٤
٦- ثالث أكسيد الكبريت	٠,١٠	٠,١٥
٧-الفاقد فى الوزن بالحرق	٠,١٠	٠,١٥
٨- المواد غير القابلة للذوبان	٠,١٠	٠,١٥
٩- أكسيد الصوديوم والبوتاسيوم	٠,٣٠ ، ٠,٣٠	٠,٥٠ ، ٠,٥٠

١-٢٢ اختبار تعيين ثالث أكسيد الكبريت Sulfur trioxide (SO3)

١-٢٢-١ عـــــام

ترسب الكبريتات بكلوريد الباريوم وتحرق كبريتا ت الباريوم الناتجة وتوزن وتحسب على هيئة ثالث أكسيد الكبريت .

١-٢٢-٢ الأجهزة

كما هو بالبند رقم (١-٢١-٤) .

١-٢٢-٣ خطوات الاختبار

١- يـوزن ١ جم من عينة الأسمنت وتوضع فى جفنة صينى ، يضاف ٢٥ مل ماء مقطر بارد ويضـــاف مـــع التقليب الشديد ٥ مل من حمض الهيدروكلوريك ويخفف بالماء ويسخن لمدة ١٥ دقيقة .

٢- يرشـــح ويغسل المتبقى بالماء الساخن ويخفف حتى ٢٥٠ مل ثم يضاف ١٠ مل من محلول ساخن (١٠%) كلوريد الباريوم ثم تحفظ العينة لمدة ٣ ساعات عند درجة حرارة قريبة من الغليان مع الاحتفاظ بحجم المحلول .

٣- يرشـــح الراسب على ورقة ترشيح واتمان ٤٠ أو ما يعادلها ويغسل بالماء ويحرق فى بوتقة بلاتين مجهزة ومعلومة الوزن عند درجة حرارة ٨٠٠ ــ ٩٠٠ م° لمدة ١٥ دقيقة .

١-٢٢-٤ النتائج

$$SO_3\% = \frac{W_1}{W} \times 0.343 \times 100$$

حيث :

SO3 % = النسبة المئوية لثالث أكسيد الكبريت

W = وزن العينة المأخوذة لإجراء التحليل بالجرامات

W1 = وزن الراسب الناتج بالحرق بالجرامات

0.343 = الوزن المكافئ لثالث أكسيد الكبريت إلى الوزن المكافئ لكبريتات الباريوم .

١-٢٢-٥ المراجع

– المواصـــفات القياســـية المصـــرية رقـــم ٤٧٤ / ١٩٩٤ – الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

١-٢٣ اختبار تعيين الفاقد فى الوزن بالحرق Loss on ignition

١-٢٣-١ عـــــام

تحرق عينة معلومة الوزن من الأسمنت عند درجة حرارة ٩٥٠ ــ ١٠٠٠ م° وحتى ثبات الوزن ، تعدل طريقة العمل فى حالة الأسمنت البورتلاندى خبث الأفران كما هو مذكور فى الملحوظة الواردة فيما بعد .

١-٢٣-٢ الأجهزة

كما هو بالبند (١-٢١-٤).

١-٢٣-٣ خطوات الاختبار

يوزن ١ جم من العينة فى بوتقة من البلاتين سبق وزنها ثم تحرق عند درجة حرارة ٩٥٠ -١٠٠٠م° لمدة ١٠ دقائق ثم تبرد فى مجفف وتوزن – تكرر هذه العملية حتى ثبات الوزن .

ملحوظـــة : يـــراعى عند تقدير الفقد فى الوزن بالحريق فى حالة أنواع الأسمنت البورتلاندى خبث الأفران ما يلى:

١ – يقـــدر ثالـــث أكســـيد الكبريـــت بالطريقة الواردة بالبند رقم ١-٢٢ على جزء من العينة الأصلية .

٢– يقدر الفقد فى الحريق بالطريقة الواردة سلفا دون تكرار الحرق للتأكد من ثبات الوزن .

٣– يقدر ثالث أكسيد الكبريت فى العينة المحروقة بعد نقلها إلى كأس بالطريقة الواردة ببند رقم ١-٢٢ .

٤– تصـــحح النســـبة المئوية للفقد فى الوزن بالحرق بإضافة كمية تساوى أربعة أخماس الزيادة فى النسبة المئوية لثالث أكسيد الكبريت التى تكونت أثناء الحرق .

١-٢٣-٤ النتائج

$$L.O.I\% = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

حيث :

L.O.I. % = النسبة المئوية للفاقد فى الوزن

W_1 = وزن العينة بالجرام

W_2 = وزن العينة بعد الحرق وثبات الوزن بالجم

١-٢٣-٥ المراجع

– المواصـــفات القياســـية المصـــرية رقـــم ٤٧٤ / ١٩٩٤ – الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

١-٢٤ اختبار تعيين المواد غير القابلة للذوبان Insoluble residue

١-٢٤-١ عـــــام

تعين النسبة المئوية للمواد غير القابلة للذوبان فى الأسمنت عن طريق معاملة وزن معلوم من العينة بحمض الهيدروكلوريك ويرشح ثم يغسل الراسب الناتج بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ويرشح المتبقى ويوزن .

١-٢٤-٢ الأجهزة

كما هو باليند رقم (١-٢١-٤)

١-٢٤-٣ خطوات الاختبار

١- يضـــاف ١٠ مـــل مـــاء مقطـــر إلـــى ١ جـــم مـــن العينة ، ثم يضاف ٥ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز .

٢- يســـخن بـــبطء حتى يتم تفكك العينة تماما ويخفف المحلول إلى ٥٠ مل ثم يسخن لمدة ١٥ دقيقة عند درجة حرارة أقل .

٣- يرشـــح المتـــبقى علـــى ورقـــة ترشـــيح متوسطة واتمان رقم ٤٠ ، تغسل ورقة الترشيح بمحتوياتها عدة مرات بالماء المقطر الساخن .

٤- تـــنقل الورقة إلى الكأس الأصلى مرة أخرى ثم يضاف ١٠٠ مل من هيدروكسيد الصوديوم (ص أيد محلول ١٠%) .

٥- يحفـــظ المحلول لمدة ١٥ دقيقة عند درجة أقل من الغليان ثم يعادل بحمض الهيدروكلوريك (يد كل) حتى يتحول إلى محلول حامضى .

٦- يضاف من ٤ ــ ٥ نقط زيادة من الحمض .

٧- يرشـــح علـــى ورقة ترشيح متوسطة ويغسل من ١٢ ــ ١٥ مرة بمحلول نترات الأمونيوم الساخن(٢٠ مم/لتر) .

٨- تـــنقل ورقة الترشيح إلى بوتقة موزونة وتحرق عند درجة ٩٠٠ ــ ١٠٠٠ م° ويبرد ويعاد وزن البوتقة

١-٢٤-٤ النتائج

$$I.R.\ \% = \frac{W_1}{W} \times 100$$

حيث :

I.R. % = النسبة المئوية للمواد غير القابلة للذوبان

W_1 = وزن الراسب

W = وزن العينة المأخوذة لإجراء التحليل بالجرامات

١-٢٤-٥ المراجع

– المواصفات القياسية المصرية رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ – الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

١-٢٥ اختبار تعيين الكبريت الموجود على هيئة كبريتيد **Sulfide sulfur**

١-٢٥-١ عـــام

تتضمن الطريقة أكسدة الكبريت بالبروم وترسيبه بكلوريد الباريوم وتقديره من كبريتيد الباريوم المتكون .

١-٢٥-٢ الأجهزة

كما هو بالبند رقم (١-٢١-٤)

١-٢٥-٣ خطوات الاختبار

١- يوزن بدقة ٢ جم من الأسمنت فى كأس سعة ٦٠٠ مل ويضاف ٥٠ مل من الماء المقطر وتقلب .

٢- يضاف ١٠٠ مل من الماء المشبع بالبروم ويترك لمدة ٥ ساعات ثم يضاف حمض الهيدروكلوريك (٥:١) تدريجيا حتى تختفى رائحة البروم .

٣- يبخر المحلول حتى الجفاف ثم يضاف ٢٥ مل من حمض الهيدروكلوريك (٥:١) مع ١٠٠ مل من الماء المقطر الساخن وترشح السيليكا وتغسل جيدا .

٤- يبخر الرشيح الناتج من (٣) إلى ١٠٠ مل ، يضاف هيدروكسيد الأمونيا حتى التعادل ويسخن ويضاف اليه كربونات الصوديوم (٥%) ويسخن على حمام مائى لمدة ٣٠ دقيقة .

٥- يترك ليستقر الراسب ويرشح بورق ترشيح واتمان رقم ٤٤ ويغسل بمحلول (٥%) كربونات الصوديوم .

٦- يضاف للمحلول نقطتان من كاشف الميثيل البرتقالى ويحمض بحمض الهيدروكلوريك (٣:١) ثم يبخر المحلول إلى ١٠٠ مل تقريبا .

٧- يضاف إلى المحلول وهو ساخن محلول (٢٠:١) كلوريد الباريوم ويترك الراسب حوالى ٤ ساعات على الأقل .

٨- يرشح الراسب ويغسل ويحرق فى بوتقة معلومة الوزن ثم يحرق لمدة ساعة عند درجة ٩٠٠ م° ويعاد وزن البوتقة بعد ثبات وزنها .

١-٢٥-٤ النتائج

$$S\% = \frac{(SO_3)_T - SO_3}{W} \times 0.1373 \times 100$$

حيث :

S % = النسبة المئوية لعنصر الكبريت الموجود على هيئة كبريتيد

SO3 = وزن كبريتات الباريوم الناتج من تقدير ثالث أكسيد الكبريت بالعينة (اختبار رقم ١-٢٢).

$(SO3)_T$ = وزن كبريتا ت الباريوم الناتج من تقدير ثالث أكسيد الكبريت بالعينة وكبريت الكبريتيد الموجود فيها .

W = وزن العينة

0.1373 = نسبة الكبريت الموجود بكبريتات الباريوم .

١-٢٥-٥ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ - الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

١-٢٦ اختبار تعيين أكسيد الصوديوم والبوتاسيوم Water soluble alkalies (Na2O & K2O)

١-٢٦-١ عـــام

يقـدر أكســيد الصـــوديوم وأكسيد البوتاسيوم بجهاز التحليل الطيفى Flame photometer باللهب من محلول الأسمنت المعالج بحمض الهيدروكلوريك بعد فصل السليكا وتحسب القيمة من المنحنى المجهز لكل عنصر من محاليل معلومة النسب لكليهما .

١-٢٦-٢ الأجهزة

كما هو بالبند رقم (١-٢١-٤)

١-٢٦-٣ خطوات الاختبار

١- يوزن ١ جم من الأسمنت ثم يضاف له ٥٠ مل من الماء المقطر فى كأس زجاجى.

٢- يضـــاف بعد ذلك ٥ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز مع التسخين الهين حتى تنفصل السيليكا.

٣- يغسل مرات عديدة وينقل الرشيح فى دورق عيارى مخروطى ٢٥٠ مل .

٤- يتم ضبط الجهاز بواسطة محاليل قياسية لأكسيد الصوديوم والبوتاسيوم .

٥- تمرر العينات بالجهاز وتسجل القراءات لكل من الصوديوم والبوتاسيوم .

٦- توقع القراءات على المنحنيات لكل منهم لمعرفة النسبة المئوية لكل عنصر .

١-٢٦-٤ النتائج

النسبة المئوية لأكسيد الصوديوم = القراءة على الجهاز وتحويلها .

النسبة المئوية لأكسيد البوتاسيوم = القراءة على الجهاز وتحويلها .

١-٢٦-٥ المراجع

- المواصـــفات القياســـية المصـــرية رقـــم ٤٧٤ / ١٩٩٤ - الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

١-٢٧ اختبار تعيين الكلوريدات chlorides (Cl)

١-٢٧-١ عـــــام

لتعييـــن محتوى الكلوريدات فى الأسمنت تعالج عينة الأسمنت بحامض النيتريك المخفف . ويتأكســـد الكبريتيد إلى كبريتات ثم ترسب الكلوريدات باستخدام محلول عيارى من نترات الفضة ويعادل المتبقى بمحلول ثيوسيانات الأمونيا فى وجود كاشف .

١-٢٧-٢ الهدف

تعيين محتوى الكلوريدات بالإضافة إلى الهالوجينات عدا الفلوريد .

١-٢٧-٣ تعريفات

محتوى الكلوريدات يعني محتوى كل الهالوجينات عدا الفلوريدات على هيئة $(\overline{Cl})$

١-٢٧-٤ الأجهزة

- ميزان حساسية ٠,١ مجم
- سخان كهربائى
- سحاحه سعة ١٠ مل مدرجة
- ماصه ٥ مل
- حامض النيتريك المركز
- حامض النيتريك ٢:١ ماء مقطر
- حامض النيتريك ١٠٠:١ ماء مقطر
- محلول ٠,٠٥ عيارى من نترات الفضة (٨,٤٩٤ جم نترات فضه فى لتر ماء)
- محلول ٠,٠٥ عيارى من ثيوسيانات الأمونيوم (٣,٨ جم ثيوسيانات الأمونيوم فى لتر ماء)
- كاشـــف (١٠٠ مل محلول مشبع من كبريتات حديديك الأمونيوميه NH4Fe(So4)2 (III) + 10 مل من ٢:١ حامض النيتريك)

١-٢٧-٥ العينات

عينة ممثله من الأسمنت كما هو موضح بالبند رقم (١-٢١-٥) .

١-٢٧-٦ خطوات الاختبار

١- يوزن ٥ جم ± ٠,٠٥ من الأسمنت ويضاف إليها ٥٠ مل من الماء المقطر فى كأس .

٢- يضاف مع التقليب المستمر ٥٠ مل من حامض النيتريك المركز (٢:١) .

٣- يسخن حتى الغليان ويضاف ٥ مل من نترات الفضه .

٤- يرشـــح ويغســـل الراسب بمحلول مخفف من حامض النيتريك (١:١٠٠) حتى يصبح حجم الرشيح والغسيل حوالى ٢٠٠ مل ثم يبرد إلى درجة ٢٥ °م

٥- يضـــاف ٥ مـــل من الكاشف ويعاير المحلول بمحلول ثيوسيانات الأمونيوم مع الرج الشديد حتى يظهر لون بنى محمر لا يختفى بالرج ويسجل (V_1) من محلول ثيوسيانات الأمونيوم.

٦- يعـــاد إجـــراء الاختبار بدون وجود الأسمنت ويسجل (V_2) من محلول ثيوسيانات الأمونيوم المستخدم.

١-٢٧-٧ النتائج

$$Cl' = \frac{100}{W} \times (V_1 - V_2) \times \frac{1.773}{1000}$$

$$= \frac{(V_1 - V_2)}{W} \times 0.1773$$

حيث :

V1 = حجم ثيوسيانات الأمونيوم المستخدم فى وجود الأسمنت

V2 = حجم ثيوسيانات الأمونيوم المستخدم فى عدم وجود الأسمنت

W = وزن عينة الأسمنت

١-٢٧-٨ الاحتياطات

١- لا يزيد الفرق فى النتائج عند الإعادة عن ٠,٠٠٥ % .

١-٢٧-٩ حدود القبول والرفض

لا يزيد نسبة وجود ($\overline{Cl}$) بالأسمنت عن ٠,٠١ % .

١-٢٧-١٠ - المراجع

ASTM C114 – 1988 Standard M ethod for Chemical Analysis of Hydraulic Cement

١-٢٨ اختبار تعين أكسيد الكالسيوم الطليق (الجير الحر) Free lime (CaO)

١-٢٨-١ عـــــام

يـذاب أكسـيد الكالسـيوم الطلـيق غـير المتحد (الجير الحر) فى مذيب من الجليسرول والإيثانول ثم يعاير بمحلول خلات الأمونيوم القياسى .

١-٢٨-٢ الهدف

تعيين أكسيد الكالسيوم الطليق غير المتحد .

١-٢٨-٣ تعريفات

أكسيد الكالسيوم الطليق : هو أكسيد الكالسيوم الذى لم يتم اتحاده أثناء عملية التصنيع .

١-٢٨-٤ الأجهزة

- ميزان حساسية ٠,١ مجم
- سخان كهربائى
- مكثف مبرد بالماء
- زجاجيات معملية
- محلول كحولى من هيدروكسيد الصوديوم
- فينول فثالين (١ مم من الفينول فثالين فى ١٠٠ مل محلول إثيلى)
- جليسرول وزنه النوعى عند ٢٥ °م لا يقل عن ١,٢٤٩ ولا تزيد نسبة الماء فيه على ٥%.
- مذيـب الجليسرول والكحول الاثيلى (١:٥ جليسرول وكحول إثيلى مطلق ويضاف ٢ مل من الكاشف) ويكون المحلول ذا قلويه طفيفه تساعد على ظهور لون أحمر طفيف.
- محلـول خـلات الأمونيوم الكحوليه (١ مل = ٠,٠٠٥ مم أكسيد الكالسيوم بإذابه ١٦ مم من خلات الأمونيوم الكحوليه بعد التجفيف فى لتر من الكحول الإثيلى المطلق)

١-٢٨-٥ العينات

عينة ممثلة من الأسمنت بند (١-٢١-٥) .

١-٢٨-٦ خطوات الاختبار

١- تجـرى معايـرة لمحلـول خلات الأمونيوم الكحوليه بوزن ٠,٠٢ جم من أكسيد الكالسيوم الجاف فى دورق مخروطى ويضاف إليها ٦٠ مل من المذيب .

٢- يثبـت مكـثف على فوهه الدورق المخروطى ويسخن حتى الغليان ويعاير مباشرة بمحلول قياسـى مـن خـلات الأمونيوم الكحوليه ، يعاد المكثف ويسخن مرة أخرى وتكرر عملية

المعايرة حتى تنتهى المعايرة عندما لا يظهر أى لون فى المحلول أثناء الغليان المستمر لمدة ساعة .

٣- تحسب أكسيد الكالسيوم الذى يكافئ محلول خلات الأمونيوم الكحوليه بالجرام (لكل مل) وذلك بقسمة وزن أكسيد الكالسيوم المستعمل على حجم المحلول المطلوب .

٤- يوزن ١ جم من العينة المجهزة فى دورق مخروطى ويضاف ٦٠ مل من المذيب وتكمل خطوات العمل بالمعايرة بمحلول خلات الأمونيوم الكحوليه القياسى كما هو موضح فى الخطوة رقم (٢) .

٥- يمكن اعتبار نقطة النهاية عندما لا تبلغ الزيادة فى نسبة أكسيد الكالسيوم الطليق فى العينة أثناء الساعتين الأخيرتين مع الغليان أكثر من ٠,٠٥% .

١-٢٨-٧ النتائج

$$CaO\% = \frac{W_1 \times W_2}{W} \times 100$$

حيث :

$CaO\%$ = النسبة المئوية لأكسيد الكالسيوم الطليق

W = وزن العينة المستخدمة بالجرام

W_1 = وزن أكسيد الكالسيوم بالجرام الذى يكافئ ١ مل من محلول خلات الأمونيوم

V = حجم محلول خلات الأمونيوم الكحولية بالمليلتر الذى تحتاج إليه العينة .

١-٢٨-٨ الاحتياطات

يراعى عدم إضافة أى زيادة من خلات الأمونيوم الكحولية فى أى وقت وذلك لأن الزيادة من خلات الأمونيوم الكحولية قد تتفاعل مع الومينات الكالسيوم وسيليكات الكالسيوم فى الأسمنت لذا تستخدم سحاحة لها طرف صغير يعطى حوالى ٥٠ نقطة فى المليلتر ويفضل أن يظل فى المحلول لون قرمزى طفيف بعد كل من عمليات المعايرة المبكرة .

١-٢٦-٥ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ – الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

الجزء الثانى

اختبارات الركام

مقدمة :

يشـــتمل هـــذا الجزء على الاختبارات التى تجرى على الركام معملياً وكذلك أسس القبول واشتراطات الرفض لتحديد مدى تحقيقه للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد. ويشتمل هذا الجزء على الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية التى تساعد فى الحكم على جودة الركام .

ويتـــناول هذا الجزء كذلك اختبارات الحكم على تدرج الركام وكثافته والمواد المختلطة به وشـــكل الحبيـــبات والثـــبات الحجمى والصلادة والشوائب العضوية والأملاح الضارة المختلطة بالركام بالإضافة لدراسة نشاط الركام مع قلويات الأسمنت.

وعلـــى القـــائم باختـــبار الركام أن يفحصه بصرياً لكى يحدد شكل الركام العام من كونه مســـتديراً أو زاويـــاً أو غـــير منـــتظم، وهل يحتوى على ركام مفلطح أو عصوى، وعلى القائم بالاختبار تحديد نسيج الركام (حبيبى أم بلورى) وكذلك حالة السطح (ناعم أم خشن).

ويتم تحديد المتطلبات المذكورة آنفاً من خلال الاختبارات التالية :

أولاً : الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية

٢- ١ طرق أخذ العينات

٢-٢ اختبار التحليل بالمناخل للركام

٢-٣ اختبار تعيين النسبة المئوية للامتصاص للركام

٢-٤ اختبار تعيين الوزن النوعى الظاهرى للركام

٢-٥ اختبار تعيين الوزن الحجمى والنسبة المئوية للفراغات للركام

٢-٦ اختـــبار تعييـــن محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك (تأثير شكل الحبيبات، حالة السطح للحبيبات و التدرج)

٢-٧ اختبار تعيين معامل العصوية للركام الكبير

٢-٨ اختبار تعيين معامل التفلطح للركام الكبير

٢-٩ اختبار تعيين رقم الزاوية للركام الكبير

٢-١٠ اختبار تعيين الزيادة الحجمية للركام الصغير

٢-١١ اختبار تعيين نسبة الطين و المواد الناعمة بالركام بالوزن

٢-١٢ اختبار تعيين نسبة الطين و المواد الناعمة بالركام الصغير بالحجم

٢-١٣ اختبار تعيين نسبة القطع الخفيفة بالركام

٢-١٤ اختبار تعيين تأثير الشوائب العضوية فى الركام الصغير على مقاومة المونة للضغط

٢-١٥ اختبار تعيين الانكماش بالجفاف للركام فى الخرسانة

٢-١٦ اختبار تعيين معامل التهشيم للركام الكبير

٢-١٧ اختبار تعيين مقاومة الركام الكبير للبرى بطريقة لوس أنجلس

٢-١٨ اختبار تعيين قيمة ١٠% ناعم للركام الكبير

٢-١٩ اختبار تعيين معامل الصدم للركام الكبير(اختبار متانة الركام)

٢-٢٠ اختبار تعيين درجة التآكل بالاحتكاك للركام الصغير

ثانياً : الاختبارات الكيميائية والأدائية

٢-٢١ اختبار تعيين الشوائب العضوية للركام

٢-٢٢ تعيين محتوى الأملاح (الكلوريدات – الكبريتات)

٢-٢٣ الفحص البتروجرافى لركام الخرسانة

٢-٢٤ اختبار ثبات الحجم للركام (اختبار أدائى)

٢-٢٥ تعيين النشاط القلوى للركام (الطريقة الكيميائية)

٢-٢٦ النشاط القلوى للصخور الكربوناتية المستخدمة فى الخرسانة (اختبار أدائي)

٢-٢٧ النشاط القلوى لمونة الأسمنت والركام (طريقة عمود المونة)

٢-١ طرق أخذ العينات

AGGREGATE SAMPLING

٢-١-١ عـــــام

تعتـبر عملـية أخـذ الركام على نفس الدرجة من الأهمية لعملية الاختبار ذاتها لذلك فإن عملـية أخذ العينات من المحجر أو من موقع العمل تكون على درجة من الأهمية لتعيين ملاءمة كل مكون منفصل يدخل فى الإنشاء.

٢-١-٢ الهدف

تهدف هذه الطرق لتحديد الوسائل القياسية لأخذ وتحضير عينات الاختبار للركام الكبير أو الصغير أو الخليط .

٢-١-٣ تعريفات

– الركام الصغير (الرمل الطبيعى ورمل الكسارة) :

هـو الركام الذى تمر معظم حبيباته من المنخل ذى مقاس ٥ مم ولا يزيد ما يحتجز منها علـى هـذا المـنخل علـى النسب المسموح بها فى حدود التدرج المذكورة فى "اختبار التحليل بالمناخل للركام" .

– الركام الكبير (الزلط والحصى الطبيعى والأحجار المكسرة)

وهـو الركام الذى تحتجز معظم حبيباته على المنخل القياسى ذي مقاس ٥ مم ولا يزيد ما يمـر مـنها مـن هـذا المنخل على النسب المسموح بها فى حدود التدرج المذكور فى "اختبار التحليل بالمناخل للركام" .

– الركام الشامل

هـو خلـيط مـن الركام الصغير والركام الكبير كما هو مبين بحدود التدرج المذكورة فى "اختبار التحليل بالمناخل للركام الشامل" .

٢-١-٤ العينـــــــات

١- أخذ وتحضير العينات

تجهـز عينات الركام الصغير أو الكبير أو الخليط اللازمة لإجراء الاختبارات المبينة فيما بعد بأخذها من المحجر وعند التوريد ويكون ذلك من الركام المنقول بالعربات والمواعين أو أية وسـيلة أخـرى أثناء تعبئته بالمحجر وأى مكان أخر ، وتؤخذ عينة واحدة لكل ١٠٠ متر مكعب مـن الركام إلا فى الحالات التى يكون فيها الركام مأخوذاً من محاجر معروفة الخواص فيجوز الاكتفاء بعينة واحدة بشرط ألا يكون هناك اختلاف واضح فى الركام المورد . ويذكر حجم كمية الـركام الكلـية المـأخوذة منها العينة ، ويمكن تمثيل هذه الكمية بعينة واحدة إذا كان المطلوب معرفة خواص الركام ، اما إذا كان المطلوب الحصول على معلومات خاصة تبين مدى اختلاف الـركام فيـتم تحضير بضعة عينات تمثل كل عينة منها الركام المأخوذ على فترات محددة من الكمية الكلية

٢- أخذ العينة الكلية للركام

تحضر العينة بأخذ كميات متساوية من الركام على وجه التقريب من مواضع مختلفة على أن يكـون ذلك من نقاط متفرقة على جوانب المصدر من أعلاه ومنتصفه وأسفله ، ثم تخلط هذه الكمـيات مـع بعضـها البعض خلطاً تاماً لتكون العينة الكلية الممثلة للركام ، ويراعى عند أخذ كمـيات الـركام المذكـورة أن تكون ممثلة تماماً لغالبية الحبيبات ولا تؤخذ من نقط تتركز فيها الحبيـبات الكبـيرة كما يحدث عادة فى أسفل الأكوام – على ألا يقل عدد النقط التى تؤخذ منها كمـيات الركام عن عشر نقاط . وفى حالة تحضير العينات تحت ظروف غير عادية يراعى ن تكـون نقـط أخذ كميات الركام من المصدر كثيرة بحيث تكون العينة الكلية أكبر لضمان تمثيلها للـركام تمثـيلاً صحيحاً ، ويحسن أن يكون عدد تلك النقط ووزن كمية الركام المأخوذة من كل نقطة ووزن العينة الكلية كما هو مبين بالجدول (٢-١-١) .

٢-١-٥ خطوات الاختبار

١- تحضير عينة الاختبار

تحضر عينة الاختبار بتجزئة العينة الكلية ، وتكون هذه التجزئة بالأوزان المبينة بالجدول رقم (٢-١-١) باستخدام طريقة التقسيم الربعى كما يلى :

طريقة التقسيم الربعى

تعمل التجزئة بالخلط التام لكميات الركام المأخوذة من النقاط المختلفة والمكونة للعينة الكلية وذلك بعمل كوم مخروطى منها ثم يقلب ، ويعاد عمل الكوم المخروطى مرة ثانية وتجرى هذه العملية ثلاث مرات ، ويراعى عند عمل الكوم المخروطى أن يكون تكويم الركام بوضعه فى رأس المخروط وتركه ينساب انسياباً منتظماً على جوانبه ، يراعى عدم زحزحة مركز قاعدة المخروط وإعادة قطع الركام الكبير التى تتبعثر حول القاعدة إلى جوانب الكوم ، ثم تسطح الكومة المخروطية الثالثة بحرف لوح من الخشب أو حرف جاروف بوضعه قطرياً فى مركز الكومة وتحريكه دائرياً مع رفعه بعد كل دورة واعادة ذلك عدة مرات حتى يتسطح الكوم بهيئة دائرية بتخانة منتظمة على أن يكون مركزها هو نفس مركز الكوم المخروطى . ثم تقسم الكومة الدائرية المسطحة إلى أربعة أقسام وذلك بوضع لوحين من الخشب أو المعدن على سطحها على شكل قطرين متعامدين ثم ضغطها كما هو مبين بالشكل رقم (٢-١-١) ثم يستبعد جزآن متعامدان قطرياً ويؤخذ الجزان الآخران ويخلطان مع بعضهما خلطاً تاماً، وتكرر عملية التقسيم الربعى على خليط هذين الجزأين مرة أو أكثر حتى يحصل على الكمية اللازمة لعملية الاختبار.

٢- تعبئة عينات الاختبار

تكون الأوعية التى ترسل فيها عينات لمعامل الاختبار متينة تتحمل أية ظروف سيئة أثناء الشحن على ألا يفقد أى جزء من الركام لا سيما المواد الناعمة ، ويتوقف نوع وعاء التعبئة على طريقة شحن عينة الاختبار، وتستعمل الأكياس ذات النسيج القوى المضموم أو الصناديق الخشبية المحكمة أو الأسطوانات المعدنية .

ويراعى فى حالة تعبئة الركام الصغير تبطين الأكياس والصناديق الخشبية بعدة طبقات من الورق ، ويمكن استعمال الصناديق المصنوعة من المعادن فى تعبئة الركام بشرط أن يكون غطاؤها محكماً ، كما قد يحتاج الأمر فى بعض الحالات تغليف هذه الصناديق بغلاف خشبى. ويراعى ألا يتعدى وزن العبوة الواحدة لعينات الاختبار ٥ كيلو جرامات ، وفى حالة زيادة وزن العينات المرسلة عن ذلك تقسم إلى عدة عبوات بحيث لا تزيد أى عبوة عن ٥ كيلو جرام ويراعى تمييز كل عبوة بعلامة خاصة .

٢-١-٦ اختزال العينات للاختبار المعملى

يتم اختزال العينات الواردة للمعمل للحصول على الكميات اللازمة لإجراء الاختبارات المعملية باستخدام صندوق التقسيم Riffler .

٢-١-٧ التقرير

لا يصـــدر عـــن أخـــذ العينات تقرير نتائج الاختبار وإنما لا بد من وجود البيانات التالية مرفقة مع عينات الاختبار:

١ – اسم ووظيفة الشخص الذى قام بتحضير العينة .

٢ – اسم ومكان المنطقة .

٣ – اسم ومكان المحجر أو الموقع .

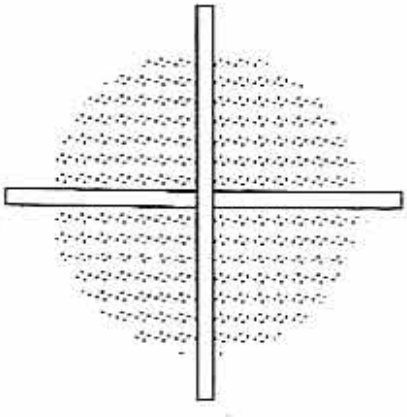
٤ – تحديد مكان أخذ الركام من المحجر أو الموقع .

٢-١-٨ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١٩٧١/١١٠٩ : ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية .

جدول (٢-١-١) عدد النقط التى تؤخذ منها عينات الركام ووزن العينة

المقاس الاعتبارى للركام (مم)	المناخل القياسية		عدد نقط أخذ الركام	وزن كمية الركام المأخوذة عند كل نقطة (كيلو جرام)	وزن العينة الكلية (كيلو جرام)	وزن عينة الاختبار (كيلو جرام)
	رقم المنخل	العرض الاسمى للفتحة (مم)				
٤٠	٧	٣٧,٥	٢٠	١٠	٢٠٠	٥٠
٣٢	٨	٢٨	٢٠	١٠	٢٠٠	٥٠
٢٥	١٠	٢٠	٢٠	١٠	٢٠٠	٥٠
٢٠	١١	٢٠	٢٠	٥	١٠٠	٢٥
١٦	١٢	١٤	٢٠	٥	١٠٠	٢٥
١٠	١٥	١٠	٢٠	٤	٨٠	٢٠
٥	١٩	٥	١٠	٤	٤٠	١٠



شكل رقم (٢-١-١) التقسيم الربعى للركام

٢-٢ اختبار التحليل بالمناخل للركام

TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF SIEVE ANALYSIS OF AGGREGATES

٢-٢-١ عـــــام

- هـذا الاختـبار هـو أحد الاختبارات الهامة لتحديد صلاحية الركام لاستخدامه فى الخلطات الخرسـانيه. وهو يختص بتحديد التدرج الحبيبى أى توزيع مقاسات حبيبات الركام فى كمية من الركام المستخرج من المصادر الطبيعية.
- فـى حالـة الركام الذى يحتوى على مواد طينية أو أى مواد تؤدى إلى تكتل الحبيبات غسل الحبيبات ثم تعيين التدرج الحبيبى لها بعد جفافها .

٢-٢-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد :

- الـتدرج الحبيـبى أى توزيع مقاسات حبيبات الركام فى كمية من الركام وذلك لاستخدامه فى الخلطات الخرسانيه.
- معايير النعومة للركام.
- المقاس الاعتبارى الأكبر للركام.

٢-٢-٣ تعريفات

- الـتدرج الحبيـبى هو فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض فى أى كمية من الـركام ويكـون ذلـك بالتحلـيل بالمناخل للركام المستخرج من المصادر الطبيعية والركام المصنع والمستخدم فى الخرسانة.
- الـركام الصـغير هو الذى يمر تقريبا معظمه (٩٠ – ١٠٠%) من منخل ٥ مم وبه بعض حبيبات قليلة كبيرة.
- الـركام الكبـير هـو الذى يحتجز معظمه (٩٠ – ١٠٠%) على منخل ٥ مم ويحتوى على بعض حبيبات صغيرة.
- الركام الشامل هو خليط من الركام الصغير والكبير .

- معاير النعومة للركام الصغير هو مجموع النسب المئويه المحجوزة على كل منخل، من مناخل الـركام القياسية مقسوما على ١٠٠ . ويصف هذا المعامل مقاس حبيبات الركام فكلما صغر المعامل كلما دل ذلك على صغر مقاس الركام.
- المقـاس الاعتبارى الأكبر للركام هومقاس أصغر منخل يمر منه ٩٥%على الأقل من الركام الكبير أو الركام الشامل .

٢-٢-٤ الأجهزة

- ميزان حساس لا تقل حساسيته عن ٠,١ % من وزن عينة الاختبار .
- فرن جيد التهوية يمكن التحكم فى درجة حرارته حتى ١٠٥ ± ٥ درجة مئوية.
- مجموعـة المـناخل القياسـية لكل من الركام الكبير والركام الصغير والركام الخليط كما هو بـالجدول رقـم (٢-٢-١). والمـناخل القياسـية المذكورة هى المناخل ذات هيكل معدنى أسـطوانى وذات فـتحات مربعة ويسمى المنخل بطول ضلع فتحته بالمليمتر . وتستخدم من هـذه المناخل تلك التى تمكن من الحصول على تدرج مناسب لأحد التطبيقات الهندسية. ففى الـركام المستخدم للأعمال الانشائية تستخدم المناخل الآتية: ٣٧,٥ – ٢٠,٠ – ١٠,٠ – ٥,٠ – ٢,٣٦ – ١,١٨ – ٠,٦٠٠ – ٠,٣٠٠ – ٠,١٥٠ مم . ويمكن أن تزاد بعض المناخل لتحقيق شـرط أن يكـون أكبر وزن لكمية الركام المحجوزة على المناخل كما هو موضح بالجدول رقم (٢-٢-٣) وأيضاً الحاجة إلى مقاس اعتبارى متوسط بين المقاسات أعلاه .
- هزاز مناخل ميكانيكى (اختيارى).
- صينية يمكن إدخالها الفرن بدون حدوث أى تغير فى وزنها.
- إناء كبير يسمح باحتواء العينة بالإضافة إلى ٥ مرات حجمها ماء.

٢-٢-٥ العينات

- تحضـر عيـنة الاختـبار بتجزئة العينة الكلية كما هو مبين باختبار طرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ٢-١) لكى تحقق الأوزان المنصوص عليها بالجدول رقم (٢-٢-٢) .
- تجفـف عيـنة الاختـبار حـتى يثبت وزنها لأقرب ٠,١% من وزن العينة فى فرن درجة حرارته ١٠٥± ٥ درجة مئوية لمدة ٢٤ ± ٤ ساعة.

٢-٢-٦ خطوات الاختبار

٢-٢-٦-١ اختبار التحليل بالمناخل فى حالة عينة الركام بدون غسيل

١ – توزن عينة الركام الجافة بدقة لأقرب ٠,١% من وزن العينة وليكن وزنها (و) .

٢ – ترتـب المناخل طبقا لمقاس فتحة المنخل ترتيبا تصاعديا ابتداء من الوعاء ثم تنخل العينة ويبدأ النخل بالمنخل الأكبر وينتهى بالمنخل الأصغر.

٣ – تجـرى عملية النخل بهز المناخل ميكانيكيا أو يدويا مدة كافية لا تقل عن ٥ دقائق، بحيث لا يمر من أى منخل بعدها إلا ٠,١% من وزن العينة الكلى خلال دقيقة من النخل اليدوى. تكون عملية النخل بتحريك المنخل رأسيا وافقيا وذلك بهزه أماما وخلفا يمينا وشمالا ودائريا فـى اتجـاه عقـرب الساعة وعكسه كما يحرك المنخل من وقت لآخر بحركة التفافية حتى يـتحرك الـركام باسـتمرار فـوق وجه المنخل ليتيسر لحبيباته فرصة المرور من فتحات المنخل.

٤ – يـراعى أثناء نخل الركام الكبير ألا تجبر حبيباته على المرور من فتحات المنخل بالضغط علـيها بالـيد، وفـى حالة المناخل التى مقاس فتحتها ٢٠ مم وأكبر يسمح بمساعدة حبيبات الركام على المرور من فتحات هذه المناخل.

٥ – يـراعى أثـناء نخل الركام الصغير إمكان فرك التكورات المتجمعة– إن وجدت بضغطها على جدار المنخل وكذلك تستخدم فرشاة مناسبة لحك ظهر المنخل لإخلاء فتحاته من الركام الصـغير كما يراعى استعمال فرشاة ناعمة فوق وجه المنخل مقاس ٠,١٥ مم لمنع حدوث تجمع الركام الناعم مع عدم إحداث أى ضغط على سطح هذا المنخل .

٦ – تـوزن مقادير الركام المحجوزة على كل منخل على حدة بالميزان الحساس ولتكن أوزانه W_1 W_2, W_3,.الـخ و يـراعى عند إجراء عملية النخل ألا تحمل أوجه المناخل بوزن كبـير بحيـث لا تـزيد الكمية المحجوزة فوق مناخل الاختبار بعد انتهاء عملية النخل عن الأوزان الموضحة بالجدول رقم (٢-٢-٣).

٢-٢-٦-٢ اختبار التحليل بالمناخل فى حالة عينة الركام المغسولة

– توضع عينة الركام المجففة فى الفرن داخل الإناء المذكور فى بند رقم ٥ ، ويضاف إليها ماء ليصل إلى منتصف الإناء. يقلب الركام جيدا حتى تنفصل الحبيبات الأقل من ٠,٠٧٥ مم عن الحبيبات الأكبر مقاسا. وقد يستلزم الأمر غمر الركام فى الماء لفترة أو استعمال فرشاة.

- يسكب ماء الغسيل مباشرة فوق المنخل ٠,٧٥ مم بحيث يكون المنخل ١,١٨ مم كواقى فوقه مع مراعاة ما أمكن عدم السماح للحبيبات الكبيرة بالهبوط على المنخل مع ماء الغسيل.
- تكرر الخطوات على هذا النحو إلى أن يصبح ماء الغسيل رائقا. ثم توضع عينة الركام المغسولة فى الإناء مع البقايا المحجوزة على المنخلين ٠,٠٧٥ مم و ١,١٨ مم داخل الصينية المذكورة فى البند رقم ٥.
- يوضع الركام المغسول فى فرن درجة حرارته ١٠٥± ٥ درجة مئوية حتى يثبت وزنه ثم يبرد ويوزن وليكن وزنه W_m
- يحدد وزن المواد المارة من منخل الاختبار ٠,٠٧٥ ليكون: $W- W_m$
- يستكمل الاختبار كما فى البند رقم ٢-٢-٦-١

٢-٢-٧ احتياطات

- يراعى أن تكون المناخل سليمة ونظيفة تماما قبل استعمالها
- قد يكون توزيع الحبيبات المحجوزة فى بعض أنواع الركام أكثر على بعض المناخل عن البعض الآخر وخاصة المقاسات الاصغر. فى هذه الحالة يمكن إضافة مناخل ذات مقاسات متوسطة.تبعا للجدول رقم (٢-٢-٣) وإذا لم يكن ذلك ممكنا فإنه يمكن تقسيم عينة الركام الى جزأين أو أكثر وإجراء الاختبار على هذه الأجزاء ثم جمع النتائج لكل منخل.

٢-٢-٨ النتائج

- تحسب النسبة المئوية للركام المحجوز على كل منخل والنسبة المئوية للركام المار منه من واقع الأوزان المحجوزة على كل منخل كما هو بالجدول رقم (٢-٢-٤).
- فى حالة عينة الركام بعد غسلها يضاف $(W-W_m)$ وهو وزن المواد المارة من منخل الاختبار ٠,٠٧٥ إلى وزن المواد المارة من أصغر فتحة منخل
- يمكن توضيح التدرج الحبيبى للركام بيانيا بواسطة منحنى إحداثياته الرأسية تمثل النسبة المئوية المارة من المنخل وإحداثياته الأفقية تمثل فتحات المناخل موقعة بمقياس رسم حسابى أو لوغاريتمى كما هو مبين بالشكل رقم (٢-٢-١).
- يعين من النسبة المئوية للمار المقاس الاعتبارى الأكبر للركام.
- يحسب معاير النعومة للركام الصغير

٢-٢-٩ حدود القبول والرفض

- حـــدود القبول والرفض للتدرج الحبيبى للركام الصغير والركام الكبير والركام الشامل كما هو موضح بالجداول (٢-٢-٥) ،(٢-٢-٦) ،(٢-٢-٧) .

٢-٢-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩-١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.
- مواصفات الهيئة الدولية للتوحيد القياسى – التحليل بالمناخل للركام. ISO 6274 –1982 Sieve analysis of aggregate
- المواصفات القياسية البريطانية BS 812 Part 103 1985 Sampling and testing of mineral aggregate sands and fillers
- طرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ٢-١)

جدول رقم(٢-٢-١) المناخل القياسية لاختبار التدرج الحبيبى

فتحة المنخل (مم)	
لوح من الصلب الطرى مثقب بفتحات مربعة قطر المنخل ٤٥٠ مم أو ٣٠٠ مم (ركام كبير)	نسيج شبكى (أسلاك مضفرة) بفتحات مربعة قطر المنخل ٣٠٠ مم أو ٢٠٠ مم (ركام صغير)
٧٥	٣,٣٥٠
٦٣	٢,٣٦٠
٥٠	١,٧٠٠
٣٧,٥	١,١٨٠
٢٦,٥	٠,٨٥٠
١٩	٠,٦٠٠
١٣,٢	٠,٤٢٥
٩,٥	٠,٣٠٠
٦,٧	٠,٢١٢
٤,٧٥	٠,١٥٠
	٠,٠٧٥*
*يمكن فى بعض التطبيقات استخدام المنخل ٠,٠٦٣ مم	

جدول رقم (٢-٢-٢) أقل وزن لعينة اختبار التحليل بالمناخل

المقاس الاعتباري (مم)	أقل وزن لعينة الاختبار (كجم)
٦٣	٥٠
٥٠	٣٥
٣٧,٥	١٥
٢٨	٥
٢٠	٢
١٤	١
١٠	٠,٥
٥	٠,٢
٢,٣٦	٠,٢
< ٢,٣٦	٠,١

جدول رقم (٢-٢-٣) أكبر وزن لكمية الركام المحجوزة على المناخل فى اختبار التدرج الحبيبى

مقاس فتحة المنخل مم	أكبر وزن (كجم)		فتحة المنخل مم	أكبر وزن (جم)	
	قطر المنخل ٤٥٠ مم	قطر المنخل ٣٠٠ مم		قطر المنخل ٣٠٠ مم	قطر المنخل ٢٠٠ مم
٥٠	١٤	٥	٥,٠٠	٧٥٠	٣٥٠
٣٧,٥	١٠	٤	٣,٣٥	٥٥٠	٢٥٠
٢٨	٨	٣	٢,٣٦	٤٥٠	٢٠٠
٢٠	٦	٢,٥	١,٨٠	٣٧٥	١٥٠
١٤	٤	٢	١,١٨٠	٣٠٠	١٢٥
١٠	٣	١,٥	٠,٨٥٠	٢٦٠	١١٥
٦,٣	٢	١	٠,٦٠٠	٢٢٥	١٠٠
٥	١,٥	٠,٧٥	٠,٤٢٥	١٨٠	٨٠
٣,٣٥	١	٠,٥٥	٠,٣٠٠	١٥٠	٦٥
			٠,٢١٢	١٣٠	٦٠
			٠,١٥٠	١١٠	٥٠
			٠,٠٧٥	٧٥	٣٠

جدول رقم (٢-٢-٤)

طريقة حساب النسبة المئوية المحجوزة والنسبة المئوية المارة فى اختبار التحليل بالمناخل

مقاس فتحة المنخل (مم)	الوزن المحجوز على كل منخل	الوزن الكلى المحجوز على كل منخل	النسبة المئوية المحجوزة من الركام	النسبة المئوية المارة من الركام
٣٧,٥	W_1	W_1	$\frac{W_1 X\ 100}{W}$	$100 - \frac{[W_1 X\ 100]}{W}$
٢٠,٠	W_2	$W_1 + W_2$	$\frac{W_1 + W_2\ X\ 100}{W}$	$100 - \frac{[W_1 + W_2\ X\ 100]}{W}$
١٠,٠	W_3	$W_1 + W_2 + W_3$	$\frac{W_1 + W_2 + W_3 X100}{W}$	$100 - \frac{[W_1 + W_2 + W_3 X100]}{W}$
٥,٠	W_4	$W_1 + W_2 + W_3 + W_4$	$\frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 X100}{W}$	$100 - \frac{[W_1 + W_2 + W_3 + W_4 X100]}{W}$

$$W = W_1 + W_2 + W_3 - W_4$$

جدول رقم (٢-٢-٥) حدود القبول والرفض للركام الصغير

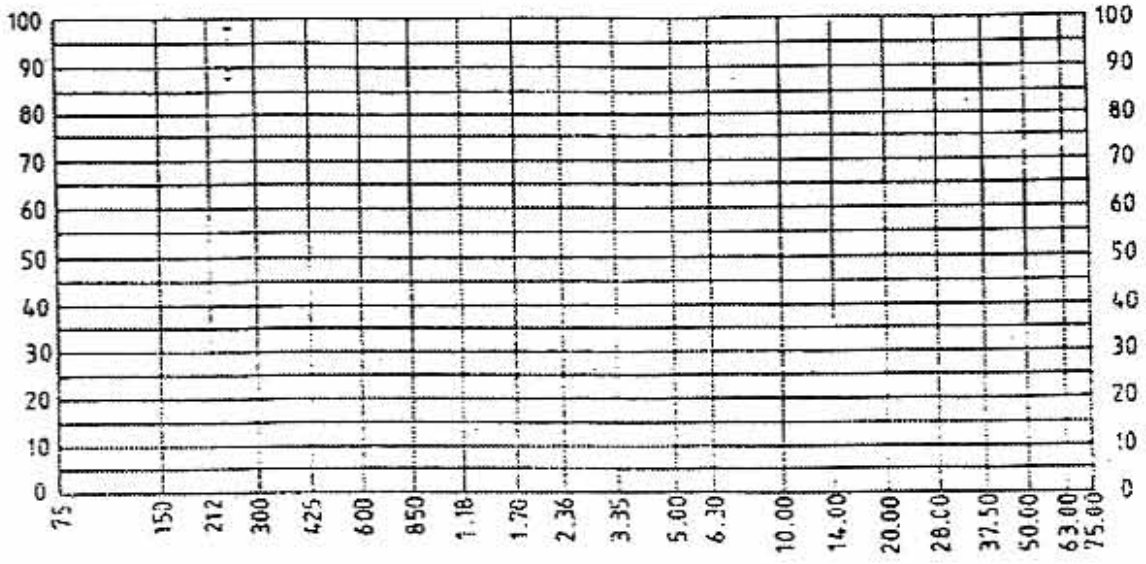
مقاس فتحة المنخل	النسبة المئوية للمار من المنخل		
	الحد العام للتدرج	الحدود الإضافية للتدرج	
		خشن	متوسط	ناعم
١٠,٠مم	١٠٠	–	–	–
٥,٠٠ مم	١٠٠–٨٩	–	–	–
٢,٣٦ مم	١٠٠–٦٠	١٠٠–٦٠	١٠٠–٦٥	١٠٠–٨٠
١,١٨ مم	١٠٠–٣٠	٩٠–٣٠	١٠٠–٤٥	١٠٠–٧٥
٠,٦٠٠ مم	١٠٠–١٥	٤٥–١٥	٨٠–٢٥	١٠٠–٥٥
٠,٣٠٠ مم	٧٠–٥	٤٠–٥	٤٨–٥	٧٠–٥
٠,١٥٠ مم	صفر–١٥	–	–	–

جدول رقم (٢-٢-٦) حدود القبول والرفض الركام الكبير

مقاس فتحة المنخل (مم)	النسبة المئوية المارة بالوزن					
	ركام متدرج (مم)			ركام بمقاس مفرد (مم)		
	٤٠-٥	٢٠-٥	١٠-٥	٤٠	٢٠	١٤	١٠
٥٠,٠٠	١٠٠	–	–	١٠٠	–	–	–
٣٧,٥٠	١٠٠-٩٠	١٠٠	–	١٠٠-٨٥	١٠٠	–	–
٢٠,٠٠	٧٠-٣٥	١٠٠-٩٠	١٠٠	صفر-٢٥	١٠٠-٨٥	١٠٠	–
١٤,٠٠	–	–	١٠٠-٩٠	–	–	١٠٠-٨٥	–
١٠,٠٠	٤٠-١٠	٦٠-٣٠	٨٥-٥٠	صفر-٥	صفر-٢٥	صفر-٥٠	١٠٠
٥,٠٠	صفر-٥	صفر-١٠	صفر-١٠	–	صفر-٥	صفر-١٠	٥٠-١٠٠
٢,٣٦	–	–	–	–	–	–	صفر-٣٠

جدول رقم (٢-٢-٧) حدود القبول والرفض للركام الشامل

مقاس فتحة المنخل (مم)	النسبة المئوية للمار من المنخل		
	المقاس الاعتبارى ٤٠ مم	المقاس الاعتبارى ٢٠ مم	المقاس الاعتبارى ١٠ مم
٥٠ مم	١٠٠	–	–
٣٧,٥ مم	١٠٠-٩٥	١٠٠	–
٢٠,٠ مم	٨٠-٤٥	١٠٠-٩٥	–
١٤,٠ مم	–	–	١٠٠
١٠,٠ مم	–	–	١٠٠-٩٥
٥,٠ مم	٥٠-٢٥	٥٥-٣٥	٦٥-٣٠
٢,٣٦ مم	–	–	٥٠-٢٠
١,١٨ مم	–	–	٤٠-١٥
٠,٦٠٠ مم	٣٠-٨	٣٥-١٠	٣٠-١٠
٠,٣٠٠ مم	–	–	١٥-٥
٠,١٥٠ مم	صفر-٨	صفر-٨	صفر-٨



الشكل رقم (٢-٢-١) مقياس لوغاريتمى لتدوين نتائج الاختبار

٢-٣ اختبار تعيين النسبة المئوية للامتصاص للركام

TEST METHOD TO DETERMINE THE PERCENTAGE OF ABSORPTION FOR AGGREGATE

٢-٣-١ الركام الكبير Coarse Aggregate

٢-٣-١-١ عـــــام

يخـــتص هـــذا الاختبار بتعيين امتصاص الركام الكبير للماء و المستخدم بالخرسانة و ذى مقاس اعتباري أكبر من ٥ مم.

٢-٣-١-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار لتعيين النسبة المئوية لامتصاص الركام الكبير للماء بالوزن.

٢-٣-١-٣ تعريفات

امتصاص الركام الكبير للماء:

هو النسبة المئوية للزيادة فى وزن الركام الجاف بعد غمره فى الماء لمدة ٢٤ ساعة.

٢-٣-١-٤ الأجهزة

- ميزان ذو سعة مناسبة (٣ كجم أو أكثر حسب وزن عينة الاختبار) و دقة حوالى ٠,١ % من وزن العينة المختبرة.
- سلة من السلك (ذات فتحات من ١-٣ مم).
- خزان غير منفذ للماء و ممكن لسلة السلك السابق ذكرها الدخول فيه بحرية تامة.
- قطعتان من القماش الناعم الجاف.
- وعاء له نفس سعة السلة السلك.
- منخل مقاس ٥ مم.
- ماء نظيف خال من أي ملوثات.

٢-٣-١-٥ العينات

يـتم غسل العينة قبل الاختبار على منخل ٥مم لإزالة كل المواد الناعمة و الطمى و الطين والتى ستفقد أثناء الاختبار و بالتالى تؤثر على نتائجة.

بالنسـبة للركام المعتاد (عدا الخفيف أو الثقيل)، يجب ألا يقل وزن عينة الاختبار بالجرام عن ١٠٠ مرة المقاس الاعتباري الأكبر للركام بالمليمتر.

٢-٣-١-٦ خطوات الاختبار

١ – يـتم وضع عينة الاختبار فى السلة السلك، ثم تغمر فى وعاء به كمية مناسبة من الماء عند درجـة حـرارة ثابـتة (١٥-٢٥ درجة مئوية) مع التأكد من الغمر التام لعينة الاختبار فى الماء بحيث لا تقل المسافة بين أعلى نقطة فى السلة السلك و سطح الماء عن ٥٠ مم.

٢ – بعـد الغمر يزال الهواء المحبوس بالعينة و ذلك برفع السلة و العينة ٢٥ مم مع التأكد من أن السـلة و العيـنة مغمورتان غمرا تاما فى الماء، ثم يسمح لهما بالهبوط ٢٥ مرة بمعدل مرة كل ثانية.

٣ – تترك السلة و عينة الركام مغمورتين غمرا تاما بالماء لمدة ٢٤ ساعة.

٤ – تـرج السلة و العينة ثم تخرجان من الماء و يسمح بصرف الماء العالق عليهما، ثم يتم بعد ذلك تفريغ الركام من السلة و يوضع على واحدة من قطعتى القماش الجاف و يجفف سطح العينة برفق ويستعان بقطعة القماش الجافة الأخرى اذا تطلب الأمر ذلك.

٥ – يـتم نشـر قطـع الركام الكبير على سطح قطعة القماش الثانية على طبقة واحدة و تترك معرضـة للهواء الجوى بعيدا عن ضوء الشمس المباشر أو أى مصدر آخر للحرارة حتى يخـتفى غشاء الماء المغلف لسطح حبيبات الركام بينما يكون الركام ما زال مبتلا. يتم وزن العينة و ليكن وزنها (m_1).

٦ – توضـع العيـنة فـى وعاء مسطح ثم توضع بفرن تجفيف درجة حرارته ١٠٥ ± ٥° م وذلـك لمـدة ٢٤ ساعة، و يسمح للعينة أن تبرد دون تعرضها للرطوبة الموجودة بالجو ثم توزن و ليكن وزنها (m_2).

٢-٣-١-٧ النتائج

يتم حساب النسبة المئوية لامتصاص الركام الكبير للماء (α) من المعادلة التالية:

$$\alpha = (m_1 - m_2) / m_2 * 100$$

حيث:

m_1: وزن العينة المبتل

m_2: وزن العينة الجاف

٢-٣-١-٨ حدود القبول أو الرفض

تكون طبقا للجدول التالى

المادة	النسبة المئوية للامتصاص (بالوزن)
الزلط ، الحجر الجيرى المكسر	٠,٥ – ١ %
الجرانيت	صفر – ١ %
الحجارة	لا يزيد عن ٢,٥ %

٢-٣-١-٩ التقرير

يحتوى التقرير على المعلومات التالية:

- مصدر العينة.
- النوعية و المقاس الاعتباري الأكبر للركام.
- مدى تواجد الرطوبة بالعينة عند استلامها.
- وزن العينة.
- فترة غمر العينة بالماء (إذا قلت عن ٢٤ ساعة).
- نتائج الاختبار.

٢-٣-١-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ – ١٩٧١ "ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية"

٢-٣-٢ الركام الصغير Fine Aggregate

٢-٣-٢-١ عام

يختص هذا الاختبار بتعيين امتصاص الركام الصغير للماء و المستخدم بالخرسانة و ذى مقاس أقل من ٥ مم.

٢-٣-٢-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار لتعيين النسبة المئوية لامتصاص الركام الصغير للماء بالوزن.

٢-٣-٢-٣ تعريفات

امتصاص الركام الصغير للماء:

هو النسبة المئوية للزيادة فى وزن الركام الجاف بعد غمره فى الماء لمدة ٢٤ ساعة.

٢-٣-٢-٤ الأجهزة

- ميزان ذو سعة ١ كجم أو أكثر حساس لدرجة ٠,١ جم أو أقل و دقيق فى حدود ٠,١ % من الوزن المختبر.
- قالب معدنى على شكل مخروط ناقص ذى قطر داخلى علوى ٤٠ ± ٣ مم و قطر داخلى سفلى ٩٠ ± ٣ مم و ارتفاع ٧٥ ± ٣ مم ومن معدن لا يقل سمكه عن ٠,٨ مم.
- قضيب دمك معدنى يزن ٣٤٠ ± ١٥ جم ذو نهاية مستديرة بقطر ٢٥ ± ٣ مم.

٢-٣-٢-٥ – العينات

١ – يؤخذ حوالى ١ كجم من عينة الركام الصغير باستخدام الخطوات والإجراءات الموضحة فى اختبار رقم (٢-١).

٢ – تجفف العينة فى وعاء أو إناء مناسب حتى تصل إلى وزن ثابت عند درجة حرارة ١١٠± ٥ درجة مئوية. تترك العينة لتبرد ثم تغطى بالماء بالغمر أو باضافة ٦ % على الأقل رطوبة للركام الصغير ثم تترك لمدة ٢٤ ± ٤ ساعات.

٣– يصب الماء الزائد (من التغطية بالغمر) من وعاء لآخر بحرص لتجنب فقدان جزيئات المواد الناعمة ثم تبسط العينة على سطح مستو غير ماص للماء و معرض لتيار هواء دافئ ذى سرعة بطيئة ثم يمزج تكراريا لتأمين تجفيف متجانس. إذا ما اقترح مساعدات

ميكانيكية يمكن استخدام التقليب للمساعدة فى الحصول على حالة التشبع مع جفاف السطح. يستمر فى هذه العملية حتى تكاد أن تصل العينة لحالة الانسياب الحر.

٤- يحـــدد مـــا إذا كان هناك رطوبة سطحية على الركام الصغير أم لا باختبار العينة باستخدام المخروط كما يلى:

- يمسك القالب بثبات على سطح غير ماص للماء مع وضع القطر الأكبر لأسفل.
- يوضـــع جـــزء من الركام الصغير المجفف جزئيا سائبا فى القالب بملئه حتى يفيض مع عمل كومة أعلى القالب.
- تمســـك الكومـــة بأصـــابع اليد و يدك الركام الصغير فى القالب بواسطة ٢٥ دقة خفيفة بقضـــيب الدمك حيث تبدأ كل دكة من أعلى سطح الركام بحوالى ٥ مم ثم يترك قضيب الدمك ليسقط بحرية تحت تأثير الجاذبية الأرضية فى كل دقة.
- يـــتم تعديل الارتفاع الابتدائي لقضيب الدمك بعد كل دقة حسب منسوب السطح الجديد مع توزيع الدقات على السطح.
- يتم تسوية سطح الركام مع السطح العلوى للقالب و يزال الركام الزائد.
- يرفع المخروط رأسيا لأعلى و يلاحظ قوام الركام الصغير.
- إذا كانـــت الـــرطوبة السطحية مازالت متواجدة سيأخذ الركام شكل القالب، بينما إذا هبط الركام الصغير هبوطا خفيفا دل ذلك على أن الركام قد وصل إلى حالة جفاف السطح.

٢-٣-٢-٦ خطوات الاختبار

١-تؤخـــذ عينة من الركام الصغير بعد تجهيزها كما سبق و توضع بوعاء مناسب و يعين وزنها وليكن (m_1).

٢- توضـــع العيـــنة فى وعاء مسطح ثم توضع بفرن تجفيف درجة حرارتة ١٠٥ ± ٥ درجة مـــئوية و ذلـــك لمـــدة ٢٤ ساعة، و يسمح للعينة أن تبرد دون تعرضها للرطوبة الموجودة بالجو ثم توزن و ليكن وزنها (m_2).

٢-٣-٢-٧- النتائج

يتم حساب النسبة المئوية لامتصاص الركام الصغير للماء (β) من المعادلة التالية:

$$\beta = 100 * (m_1 - m_2) / m_2$$

حيث:

m_1: وزن العينة المبتل

m_2: وزن العينة الجاف

٢-٣-٢-٨ حدود القبول أو الرفض

يعتبر الركام الصغير مقبولا للاستخدام فى الخرسانة إذا لم تزد النسبة المئوية للامتصاص بالوزن عن ٢ % وذلك طبقا لمشروع المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ – ١٩٩٢.

٢-٣-٢-٩ التقرير

يحتوى التقرير على المعلومات التالية:

- مصدر العينة.
- مدى تواجد الرطوبة بالعينة عند استلامها.
- وزن العينة.
- نتائج الاختبار (تعطى نتائج الامتصاص لأقرب ٠,١ %).

٢-٣-٢-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ – ١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C 128
Test method for specific gravity and absorption of fine aggregate.

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C 70
Test mehtod for surface moisture in fine aggregate

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C125
Terminology relating to concrete and concrete aggregate

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C 566
Test method for total moisture content of aggregate by drying

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C 702
Practive for reducing field samples of aggregate to testing Size

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM D 75
Practice for sampling aggregate

٢-٤ اختبار تعيين الوزن النوعى الظاهرى للركام
APPARENT SPECIFIC GRAVITY OF AGGREGATE

٢-٤-١ عـــــام

يعيــن هــذا الاختبار الوزن النوعى الظاهرى للركام الصغير أو الكبير على أساس وزن الركام المشبع ذى السطح الجاف .

٢-٤-٢ الهدف

١ – الــوزن النوعى الظاهرى هو الخاصية التى تستخدم – عامة – لحساب الحجم الذى يشغله الــركام فــى خلطــات مختلفة محتوية على ركام ومتضمنة خرسانة الأسمنت البورتلاندى أوالخرسانة البيتومينية وأى خلطات مصممة أو محللة على أساس الحجم المطلق .

٢ – يــتعلق الــوزن النوعى الظاهرى للركام بالكثافة النسبية للمادة الصلبة (الجامدة) المكونة له وغير محتوية بداخلها على الفراغات التى يمكن وصول ماء إليها .

٢-٤-٣ تعريفات

الــوزن النوعى الظاهرى للركام الصغير أو الكبير هو ناتج قسمة وزن الركام الجاف على وزن الماء المساوى له فى الحجم (وزن الماء المزاح) .

٢-٤-٤ الأجهزة

١ – الميزان

ميزان أو مقياس ذو سعة ١ كجم أو أكثر حساس لدرجة ٠,١ جم أو أقل ودقيق فى حدود ٠,١% من حمل الاختبار عند أى نقطة خلال مدى الاستعمال فى الاختبار . بمعنى أنه خلال أى مدى ١٠٠ جم من حمل الاختبار يكون الاختلاف بين القراءات دقيقاً فى حدود ٠,١ جم .

٢ – مقياس الكثافة النوعية

قارورة أو أى وعاء مناسب يمكن وضع عينة الاختبار من الركام الصغير (الناعم) داخلها ويمكن فيها إعادة تشكيل حجم العينة فى حدود ± ٠,١ سم^{٣}. ويكون حجم الوعاء المملوء للعلامة أكــبر من ٥٠% على الأقل من الحجم المطلوب لوضع عينة الاختبار قارورة حجمية ذات سعة ٥٠٠ ســم^{٣} أو وعــاء مثبت به مقياس الثقل النوعى من أعلى كافياً لعينة اختبار بوزن ٥٠٠ جم من الركام الناعم (الصغير) . تستخدم قارورة كافية لعينة اختبار بوزن حوالى ٥٥ جم .

٢-٤-٥ العينات

يكون الركام المستخدم فى هذا الاختبار مغسولاً بالماء ، خالياً من الأتربة .

٢-٤-٦ خطوات الاختبار

٢-٤-٦-١ إجراء الاختبار للركام الصغير

١ – تجفف العينة (لا تتعدى ١٠٠ جرام) فى فرن مهوى درجة حرارته تتراوح بين ١٠٠–١١٠ درجة مئوية ثم تبرد العينة فى مجفف وتوزن وتعاد عملية التجفيف والتبريد والوزن عدة مرات إلى أن يثبت الوزن وليكن (W) .

٢ – يسكب ماء درجة حرارته بين ١٥–٢٥ مئوية فى قنينه ذات رقبه مدرجة تدريجاً قياسياً ، مثل زجاجة (لوشاتلييه) بحيث يصل إلى صفر التدريج أو يعلو إلى أى علامة مناسبة على الجزء المدرج من القنينه، وتسجل قراءة التدريج ثم يضاف الركام الصغير (W) إلى داخل القنينه، ويترك مغموراً لمدة ساعة مع إزالة فقاقيع الهواء الموجودة وذلك بطرق القنينه طرقاً خفيفاً فوق قطعة من اللباد أو بأى طريقة أخرى كما يجب اتخاذ الحيطة لضمان بقاء جدار الجزء المدرج من القنينه جافاً وبعد ساعة من إضافة الركام الصغير تسجل القراءة الثانية فيكون الفرق بين القراءتين هو حجم الركام وليكن (V) .

٢-٤-٦-٢ إجراء الاختبار للركام الكبير

١ – تغمر العينة (٢ كيلو جرام تقريباً) فى ماء درجة حرارته (١٥–٢٥) مئوية لمدة ٢٤ ساعة ثم تؤخذ الحبيبات من الماء ويجفف سطحها بقطعة قماش مبلله بالماء .

٢ – تصب كمية معلومة الحجم من الماء فى وعاء معلوم السعة وليكن (V_1) إلى ما يقرب من منتصفه ثم تضاف حبيبات الركام إلى الوعاء لتملأ نصفه تقريباً ثم تضاف كمية أخرى من الماء إلى أن يمتلئ الوعاء تماماً ويعين حجم الماء المستعمل جميعه وليكن (V_2) .

٣ – ترفع العينة من الماء وتجفف فى فرن مهوى درجة حرارته تتراوح بين ١٠٠–١١٠ درجة مئوية ثم تبرد فى مجفف وتوزن وتعاد عملية التجفيف والتبريد والوزن عدة مرات إلى أن يثبت الوزن وليكن (أ) .

٢-٤-٧ النتائج

١ – الوزن النوعى الظاهرى للركام الصغير = $\frac{W}{V}$

٢ – الوزن النوعى الظاهرى للركام الكبير = $\frac{W}{V_1 - V_2}$

٢-٤-٨ حدود القبول والرفض

يرجع إلى جدول (٢-٤-١) للاسترشاد بالمدد المعتادة للوزن النوعى الظاهرى .

٢-٤-٩ التقرير

- يبين نتائج الوزن النوعى إلى أقرب ٠,٠١ .
- يبيـــن إذا ما كان الركام الصغير (الناعم) مختبراً فى حالة رطوبة طبيعية غير التجفيف بالفرن ومغموراً لمدة ٢٤ ساعة أو الإجراءات المستخدمة لمنع التجفيف قبل الاختبار .

٢-٤-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١١٠١ – ١٩٧١ (ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية)

اختبار رقم (٢-١) : طرق أخذ عينات الركام .

اختبار رقم (٢-٤) : اختبار تعيين الوزن الحجمى والنسبة المئوية للفراغات .

اختبار رقم (٢-١٠) : اختبار تعيين الزيادة الحجمية للركام الصغير

جدول رقم (٢-٤-١) الوزن النوعى الظاهرى للركام

نوع الركام	حدود الوزن النوعى الظاهرى
الرمل	٢,٥٠ – ٢,٧٥
الزلط	٢,٥٠ – ٢,٧٥
الحجر الجيرى الصلد	٢,٦٠ – ٢,٧٠
الجرانيت	٢,٦٠ – ٢,٨٠
البازلت	٢,٦٠ – ٢,٨٠

٢-٥ اختبار تعيين الوزن الحجمى والنسبة المئوية للفراغات للركام

TEST METHOD FOR DETERMINATION OF BULK DENSITY (VOLUMETRIC WEIGHT) AND PERCENTAGE OF VOIDS FOR AGGREGATE

٢-٥-١ عـــــام

- تصف طريقة الاختبار خطوات تعيين الوزن الحجمى والنسبة المئوية لفراغات الركام.
- يـتلخص الاختبار فى تعيين وزن الركام الذى يملأ وعاء معلوم الحجم ومنه يتم تعيين الوزن الحجمـــى للركام. كما يمكن حساب النسبة المئوية للفراغات بين حبيبات الركام بمعلومية كل من الوزن الحجمى والوزن النوعى الظاهرى للركام.

٢-٥-٢ الهدف

- يفيد تعيين الوزن الحجمى عند تحويل حجم معين من الركام الى الوزن المكافئ له أو العكس.
- يمكـن حســاب النســبة المئوية للفرغات بين حبيبات الركام بمعلومية كل من الوزن الحجمى والوزن النوعى الظاهرى للركام.

٢-٥-٣ تعريفات

- الوزن الحجمى هو ناتج قسمة وزن الركام على الحجم الذى يشغله.
- النســبة المــئوية للفراغات هى النسبة بين حجم الفراغات الموجودة بين حبيبات الركام وبين الحجم الكلى الذى يشغله الركام.

٢-٥-٤ الأجهزة

- وعاء معدنى أسطوانى الشـــــكل ذو مقابض سعته ومقاساته كما هو مبين بالجدول رقم (٢-٥-١). ويجـــب أن يكون الوعاء متينا حتى يحتفظ بشكله مع الاستعمال المتكرر مع التحقق من سعته وذلك بتعيين وزن الماء الذى يملأه تماما عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية.
- ميزان حساسيته لا تقل عن ٠,٥ % من وزن عينة الاختبار.
- قضـــيب دمـــك معدنى مستقيم بقطر حوالى ١٥مم وطول لايقل عن ٥٠٠مم ، وأن يكون أحد طرفيه مخروطى الشكل بنهاية مستديرة بطول ٢٥مم.

٢-٥-٥ العينات

- تحضر عينة الاختبار بتجزئة العينة الكلية طبقا لطرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ٢-١)
- يجـرى الاختـبار غالـبا على ركام جاف كما يمكن إجراؤه على ركام يحتوى على أى نسبة مئوية من الرطوبة وتحدد حالة الركام وقت إجراء الاختبار كما يلى:
  - ركام تم تجفيفه عند درجة ١٠٠ – ١١٠ درجة مئوية حتى ثبوت الوزن
  - ركام مشبع بالماء وسطحه جاف (انظر ملحوظة رقم ١)
  - ركام به نسبة مئوية محددة من الرطوبة

ملحوظة رقم ١: يمكـن الوصـول الـى حالة الركام المشبع وسطحه جاف بإضافة كمية الماء اللازمـة للوصول الى حالة التشبع والتى سبق تعيينها فى اختبار تعيين النسبة المئوية للامتصاص للركام (اختبار رقم ٢-٣) ثم يترك الركام فى وعاء مغطى لمدة ٣٠ دقيقة قبل استخدامه فى الاختبار.

٢-٥-٦ خطوات الاختبار

١- يتم اختيار الوعاء المناسب من جدول رقم (٢-٥-١) حسب المقاس الاعتبارى الأكبر للركام والذى يمكن تعيينه من اختبار التحليل بالمناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢) وليكن حجمه V1

٢- يوزن الوعاء فارغا وجافا ونظيفا وليكن وزنه W1

٣- يملأ الوعاء بالركام المدموك أو غير المدموك كما يلى:

أ- الركام المدموك: يملأ الوعاء لثلثه بالركام المخلوط خلطا جيدا ويدمك بقضيب الدمك ٢٥ مـرة ثـم يضاف مقدار آخر مساو له فى الكميه ويدمك ٢٥ مره أخرى وبعد ذلك يملأ الوعاء لأكثر من سعته ويدمك ٢٥ مرة .

ب- الركام غير المدموك: يملأ الوعاء لأكثر من سعته بواسطة جاروف من ارتفاع لا يزيد على ٥ سنتيمترات أعلى الوعاء ويجب اتخاذ العناية الكافية لمنع انفصال الحبيبات ذات المقاسات المختلفه المكونة لعينة الاختبار.

٤- يزال الركام الزائد عن سعه الوعاء باستعمال قضيب الدمك كمسطرة تسوية.

٥- يعين وزن الوعاء بما فيه من ركام وليكن وزنه W_2 .

٦- يكرر الاختبار ثلاث مرات على الأقل ثم يؤخذ متوسط النتائج.

جدول رقم (٢-٥-١) – مقاسات أوعية تعيين الوزن الحجمى للركام

المقاس الاعتبارى الأكبر للركام (مم)	سعة الوعاء (لتر)	مقاسات الوعاء (مم)		
		القطر الداخلى	الارتفاع الداخلى	تخانة الجدار
أكبر من ٤٠	٣٠	٣٦٠	٢٩٣,٦	٥,٤
من ٤٠ حتى ٥	١٥	٣٦٠	٢٨٢,٤	٤,١
أصغر من ٥	٣	١٥٥	١٥٨,٩	٣,٠

٢-٥-٧ النتائج

١- يتم حساب الوزن الحجمى للركام كما يلى:

$$\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V_1}$$

حيث:

γ = الوزن الحجمى للركام

W_1 = وزن الوعاء فارغا

W_2 = وزن الوعاء بما فيه من ركام

V_1 = حجم الوعاء

٢- يمكن حساب النسبة المئوية للفراغات بين حبيبات الركام كما يلى:

$$V\% = \left(\frac{\rho * \gamma_w - \gamma}{\rho * \gamma_w}\right) * 100$$

حيث:

$V\%$ = النسبة المئوية للفراغات بين حبيبات الركام

ρ = الوزن النوعى الظاهرى لحبيبات الركام كما تم تعيينها فى اختبار تعيين الوزن النوعى الظاهرى للركام (اختبار رقم ٢-٤)

γ_w = كثافة الماء = ١ طن/م^3

γ = الوزن الحجمى للركام (طن/م^3)

٢-٥-٨ حدود القبول أو الرفض

- لاتوجد حدود قبول أو رفض لهذا الاختبار حيث أنه لايعتبر اختبار صلاحية ولكن يجرى بهدف تعيين خاصية الركام .

٢-٥-٩ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

أ- المعلومات

- اسم معمل الاختبار وعنوانه
- اسم العميل
- تاريخ ورود العينة
- تاريخ إجراء الاختبار
- المواصفات القياسية المتبعة
- توصيف العينة
- طريقة وظروف حفظ العينات
- توقيعات المسئولين عن إجراء الاختبار واعداد التقرير واعتماده (الفنى-المهندس-المدير)

ب- النتائج

- الحسابات
- نتائج الاختبار

٢-٥-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية (م.ق.م) ١١٠٩-١٩٧١ " ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية"

٢-٦ اختبار تعيين محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك

(تأثير شكل الحبيبات، حالة السطح للحبيبات و التدرج)

TEST METHOD FOR UNCOMPACTED VOID CONTENT OF FINE AGGREGATE (AS INFLUENCED BY PARTICLE SHAPE, SURFACE TEXTURE, AND GRADING)

٢-٦-١ عـــــام

يفـيد هذا الاختبار فى معرفة محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك والـذى يعطى دلالة لمدى زاوية أو كروية حبيبات الركام وكذلك حالة سطح الحبيبات بالمقارنة بـركام آخر له نفس التدرج ،أيضاً تعيين هذه القيمة لركام بتدرجه الطبيعي يعطى دلالة عن مدى تأثير الركام الصغير على قابلية التشغيل للخلطات الخرسانية المستخدم فيها هذا الركام.

٢-٦-٢ الهدف

تعيـين محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك ، وتوجد ثلاث طرق لتعيين هذه القيمة:

الطريقة الأولى (أ) – ركام ذو تدرج قياسى

يسـتخدم فى هذه الطريقة ركام صغير ذو تدرج قياسى ناتج من خلط مقاسات مختلفة من الـركام الصـغير بنسـب محددة ، ويتم الحصول على هذه المقاسات المختلفة من إجراء اختبار التحليل بالمناخل لعينة الركام الصغير المراد اختباراها.

الطريقة الثانية (ب) – مقاسات محددة من الركام

يستخدم فى هذه الطريقة ثلاثة مقاسات محددة من الركام الصغير والتى يتم الحصول عليها من اختبار التحليل بالمناخل لعينة الركام ويتم اختبار كل مقاس على حدة ، والمقاسات هى:

– من ٢,٣٦ مم حتى ١,١٨ مم

– من ١,١٨ مم حتى٠,٦٠٠ مم

– من ٠,٦٠٠ مم حتى ٠,٣٠٠ مم

الطريقة الثالثة (جـ) – الركام بتدرجه الطبيعى

يستخدم فى هذه الطريقة الركام الصغير بحالته الطبيعية المتواجد عليها ، وتستخدم كل المقاسات الأصغر من ٥ مم.

تتأثر قيمة محتوى الفراغات المعين بالطريقتين (أ ، ب) والمستخدم فيهما عينات قياسية من حيث التدرج بشكل الحبيبات وحالة سطح حبيبات الركام ، وتدل أى زيادة فى محتوى الفراغات المعين فى هذه الحالة على زيادة زاوية حبيبات الركام وقلة كروية الحبيبات أو زيادة خشونة سطح الحبيبات أو كلاهما معاً. ولا يرتبط محتوى الفراغات المعين بالطريقة (أ) بقيمة محتوى الفراغات المعين بالطريقة (ب) عن طريق حساب متوسط قيمة محتوى الفراغات للمقاسات الثلاثة المحددة فى الطريقة (ب) ، ولذلك يمكن استخدام إحدى الطريقتين كمقياس نسبى لشكل وحالة سطح حبيبات الركام ولابد من ذكر أى طريقة استخدمت للحصول على القيمة المعينة.

يتأثر محتوى الفراغات المعين باستخدام الطريقة (جـ) والمستخدم فيها الركام بحالته الطبيعية بتدرج الركام بالإضافة إلى شكل وحالة سطح الحبيبات ، وهذه القيمة تفيد فى اختيار نسب المكونات المستخدمة فى الخلطات المختلفة ، وزيادة محتوى الفراغات فى هذه الحالة يدل على أن الخلطة يمكن تحسينها بإضافة مواد ناعمة فى الركام أو زيادة محتوى الأسمنت وذلك لملء الفراغات.

ويفيد محتوى الفراغات المعين بالطرق المختلفة (أ ، ب ، جـ) كدليل لخواص مختلفة مثل : محتوى ماء الخلط للخرسانة ، قابلية الانسياب وقابلية التشغيل والضخ للمونة الأسمنتية أو الخرسانات البيتومينيه ، نسبة الركام الصغير إلى الركام الكبير فى الخلطات الخرسانية.

٢-٦-٣ خطوات الاختبار

يتم تعيين محتوى الفراغات للركام غير المدموك عن طريق ملء وعاء اسطوانى معاير سعته ١٠٠ ملليلتر بالركام المراد اختباره عن طريق قمع مثبت على ارتفاع ثابت من الوعاء ، وعند ملء الوعاء يسوى سطحه ويعين وزن الركام وبحسب محتوى الفراغات على أنه الفرق بين حجم الوعاء والحجم المطلق لحبيبات الركام التى ملأت الوعاء ، وتستخدم قيمة الوزن النوعى للركام الجاف فى حساب الحجم المطلق لحبيبات الركام.

١- بالنسبة للطريقتين (أ ، جـ) يتم حساب محتوى الفراغات مباشرة ويتم أخذ متوسط تجربتين.

٢ – بالنسبة للطريقة (ب) يتم حساب متوسط محتوى الفراغات من النتائج التى تم الحصول عليها للثلاث مقاسات المحددة.

٢-٦-٤ الأجهزة

١- مكيال أسطواني معدنى سعته ١٠٠ ملليلتر تقريباً، قطره الداخلى ٣٩ مم والارتفاع الداخلى ٨٦ مم، قاعدة المكيال ذات تخانه لا تقل عن ٦ مم وتثبت جيداً مع الوعاء الأسطوانى ومزودة بوسيلة للتأكد من انطباق مركز محور المكيال مع محور القمع كما فى الشكل رقم (٢-٦-١).

٢- قمع معدنى سطحه الداخلى مصقول، زاوية ميل الراسم ٦٠ ± ٤ درجات على الأفقى ، فتحة القمع ذات قطر ١٢,٧ مم ± ٠,٦ مم ، ارتفاع القمع ٣٨ مم ، وحجم القمع لا يقل عن ٢٠٠ ملليلتر أو يزود بزجاجة معدنية أو زجاجية إضافية لكى يكون له الحجم المطلوب كما فى الشكل رقم (٢-٦-٢).

٣- حامل معدنى ذو أربعة أو ثلاثة أرجل لحمل وتثبيت القمع جيداً بحيث يكون محور القمع الرأسى منطبقا مع محور المكيال الاسطوانى وبحيث تكون فتحة القمع على ارتفاع ١١٥ ± ٢ مم من الحرف العلوى للمكيال كما فى الشكل رقم (٢-٦-٢).

٤- لوح زجاجى مربع طول ضلعه ٦٠ مم و تخانته لا تقل عن ٤ مم لمعايرة المكيال الأسطواني.

٥- صينية معدنية أو بلاستيك تكفى لوضع المكيال والحامل والقمع بداخلها لمنع فقدان أى جزء من العينة أثناء الاختبار كما فى الشكل رقم (٢-٦-٢).

٦- سكين معدنى طوله ١٠٠ مم وعرضه ٢٠ مم ذو أحرف مستقيمة ونهايته ذات زوايا متعامدة ويستخدم لإزالة الركام الزائد من على سطح المكيال.

٧- ميزان حساس لا تقل قدرته عن ٣ كجم وحساسيته عن ٠,١جرام.

٨- فرن مهوى حرارته١٠٠-١١٠ درجة مئوية.

٩- أوعية محكمة الغلق لحفظ عينات الركام لا يقل حجمها عن ٢٠٠ م لتر.

٢-٦-٥ عينة الاختبار

١- تحضر عينات الركام المستخدمة فى الاختبار من عينات اختبار التحليل بالمناخل كما فى اختبار رقم (٢-٢). بالنسبة للطريقتين (أ ، ب) يتم غسل العينة على المنخل القياسى ٠,١٥٠ مم ثم تجفف العينة فى الفرن حتى يثبت وزنها ثم تنخل على المناخل القياسية كما فى اختبار التحليل بالمناخل (اختبار رقم ٢-٢) ثم يحفظ كل مقاس من العينة الجافة على حدة فى وعاء

مغلـق حتى الاختبار ، بالنسبة للطريقة (جـ) يتم تجفيف العينة حتى يثبت وزنها وتحفظ كما هى بدون فصل المقاسات المختلفة.

٢- بالنسبة للطريقة (أ) – الركام ذو تدرج قياسى

يتم وزن الكميات التالية من المقاسات المختلفة من الركام ثم يتم خلطها جيداً مع بعضها

مقاس الحبيبات	الوزن (جرام)
٢,٣٦ مم حتى ١,١٨ مم	٤٤
١,١٨ مم حتى ٠,٦٠٠ مم	٥٧
٠,٦٠٠ مم حتى ٠,٣٠٠ مم	٧٢
٠,٣٠٠ مم حتى ٠,١٥٠ مم	٧٧
الوزن الكلى	٢٥٠

والتفاوت المسموح به فى الأوزان هو ± ٢,٠ جرام.

٣- بالنسبة للطريقة (ب) – مقاسات محددة من الركام

يـتم تجهيز ١٩٠ جرام من المقاسات المحددة من الركام الجاف ولا يتم خلطها ويختبر كل مقاس على حده.

مقاس الحبيبات	الوزن (جرام)
٢,٣٦ مم حتى ١,١٨ مم	١٩٠
١,١٨ مم حتى ٠,٦٠٠ مم	١٩٠
٠,٦٠٠ مم حتى ٠,٣٠٠ مم	١٩٠

والتفاوت المسموح به فى الأوزان هو ± ١ جرام.

٤- بالنسبة للطريقة (جـ) – الركام بتدرجه الطبيعى

تـنخل العينة الجافة من الركام على المنخل القياسى ٥ مم ويتم تجهيز ١٩٠ جرام±١جرام من الركام المار من المنخل القياسى ٥ مم للاستخدام فى الاختبار.

٢-٦-٦ خطوات الاختبار

١- إذا كان الوزن النوعى للركام الجاف غير معلوم فإنه يجب تعيينه قبل البدء فى إجراء اختبار محـتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك ، ويتم تعيين الوزن النوعى على حبيبات الـركام الـتى تمر من المنخل القياسى ٥ مم وذلك طبقاً للاختبار رقم (٢-٤) ، وتستخدم هذه القيمة فى الحسابات، وفى حالة اختلاف قيمة الوزن النوعى لبعض المقاسات من الركام بأكثر من ٠,٠٥ عن الوزن النوعى للركام كله فإنه يجب تعيين الوزن النوعى لكل مقاس على حدة وذلك عند إجراء الاختبار بالطريقة (ب).

٢- تتم معايرة المكيال الاسطوانى قبل البدء فى إجراء الاختبار وذلك بوضع طبقة رقيقة من الشحم على الحافة العلوية للمكيال الجاف ، ثم يوزن المكيال بعد وضع طبقة الشحم مع اللوح الزجاجى ، يملأ المكيال بماء مغلى حديثاً بعد تبريده وتكون درجة حرارة الماء من ١٨ حتى ٢٤ درجة مئوية ، تسجل درجة حرارة الماء ويغطى المكيال باللوح الزجاجى بحيث لا يحجز أسفله أية فقاعات هواء. يجفف السطح الخارجى للمكيال ثم يعين وزن المكيال المملوء بالماء والمغطى باللوح الزجاجى ، بعد تجفيف المكيال وإزالة طبقة الشحم الرقيقة يعين وزن المكيال الجاف النظيف الفارغ لاستخدامه فى الحسابات فيما بعد فى الاختبارات، و يحسب حجم المكيال لأقرب ٠,١ ملليلتر كما يلى:

$$V = (M \times 1000) / D$$

حيث أن :

V = حجم المكيال (ملليلتر)

M = وزن الماء الذى يملأ المكيال (جرام)

D = كثافة الماء (كجم/م^3) طبقاً لدرجة حرارة الماء

٣- تخلط عينة الاختبار جيداً بواسطة السكين المعدنى حتى تصبح متجانسة.

٤- يوضع القمع فى الحامل الخاص به ويوضع المكيال أسفل القمع بحيث ينطبق محور القمع مع المحور الرأسى للمكيال كما فى الشكل رقم (٢-٦-٢).

٥- يستخدم الإبهام فى غلق فتحة القمع ثم توضع عينة الاختبار داخل القمع ويسوى سطحها بواسطة السكين المعدنى.

٦- يتم إزالة الإبهام من على فتحة القمع ويسمح للعينة بالسقوط الحر داخل المكيال.

٧- عندما يفرغ القمع يتم إزالة الركام الزائد من على سطح المكيال وتسوية سطح الركام مع حافة المكيال بواسطة السكين المعدنى وبحيث يكون سطح السكين ملامساً لمساً خفيفاً لحافة المكيال.

٨- يجب العناية بعدم تعريض المكيال أثناء تسوية سطح الركام لأية اهتزازات والذى يسبب دمك العينة داخل المكيال ، بعد التسوية يمكن أن يهز المكيال و أن يحدث دمك للعينة بداخلة ، يتم تنظيف السطح الخارجى للمكيال بواسطة فرشاة من أى حبيبات ركام علقت به.

٩- يتم وزن المكيال وعينة الركام لأقرب ٠,١ جرام.

١٠- يتم الحفاظ على عينة الركام لإجراء التجربة مرة ثانية.

١١- يتم خلط عينة الركام جيداً ثم يعاد الاختبار مرة أخرى باتباع الخطوات من ٣ حتى ٩.

٢-٦-٧ حساب النتائج

١- يتم حساب محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك كما يلى:

محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك كما يلى:

$$U = [V - (F/G)] \times 100 / V$$

حيث أن :

U = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك (%)

V = حجم المكيال (ملليلتر).

F = وزن الركام الذى ملء المكيال (جرام).

G = الوزن النوعى للركام.

٢- بالنسبة للطريقة (أ) المستخدم فيها ركام ذو تدرج قياسى يتم حساب متوسط محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك من التجربتين.

٣- بالنسبة للطريقة (ب) المستخدم فيها مقاسات محددة من الركام يتم حساب محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك لكل مقاس على حدة كما يلى:

U1 = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام بين المنخل القياسى ٢,٣٦ مم و ١,١٨ مم.

U2 = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام بين المنخل القياسى ١,١٨ مم و ٠,٦٠٠ مم.

U3 = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام بين المنخل القياسى ٠,٦٠٠ مم و ٠,٣٠٠ مم.

ويكون محتوى الفراغات (Um) لعينة الركام مستخدماً نتيجة الثلاث مقاسات هو:

$$Um = (U1 + U2 + U3)/3$$

حيث أن؛

Um = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك لعينة الركام المستخدمة

٤- بالنسبة للطريقة (جـ) المستخدم فيها ركام بتدرجه الطبيعى يتم حساب متوسط محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك من التجربتين.

٢-٦-٨ حدود القبول والرفض

لا توجد حدود للقبول أو الرفض لهذا الاختبار.

٢-٦-٩ التقرير

- يجب ذكر الطريقة المستخدمة لتعيين محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك.

- بالنسبة للطريقة (أ) يتم ذكر متوسط النتيجتين لأقرب ٠,١% وكذلك قيمة الوزن النوعى المستخدم فى الحسابات.

- بالنسبة للطريقة (ب) يتم ذكر محتوى الفراغات بين حبيبات الركام لكل مقاس على حدة لأقرب ٠,١% وكذلك محتوى الفراغات بين حبيبات عينة الركام ككل المحسوبة لقرب ٠,١ % ، أيضاً يتم ذكر قيمة الوزن النوعى للركام ككل أو لكل مقاس على حدة والمستخدمة فى الحسابات.

- بالنسبة للطريقة (جـ) يتم ذكر متوسط النتيجتين لأقرب ٠,١% وكذلك قيمة الوزن النوعى المستخدم فى الحسابات.

٢-٦-١٠ المراجع

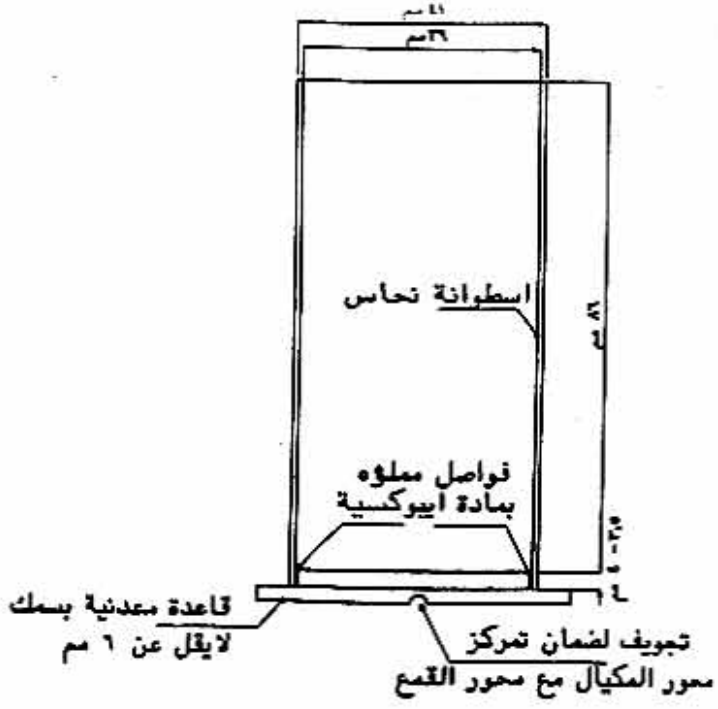
المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM C-1252-93) "اختبار تعيين محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك"

اختبار الوزن النوعى الظاهرى للركام (اختبار رقم ٢-٤).

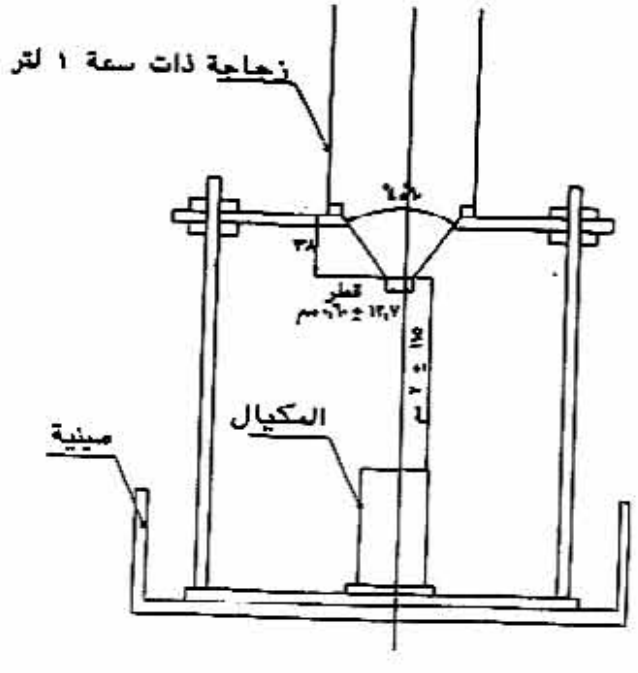
اختبار الوزن الحجمى والنسبة المئوية للفراغات للركام (اختبار رقم ٢-٥).

اختبار التحليل بالمناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢).

اختبار تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة بالركام بالوزن (اختبار رقم ٢-١١).



شكل رقم (٢-٦-١) المكيال الاسطوانى



شكل رقم (٢-٦-٢) وضع القمع والمكيال أثناء الاختبار

٢-٧ اختبار تعيين معامل العصوية للركام الكبير

ELONGATION INDEX OF COARSE AGGREGATE

٢-٧-١ عـــــام

هذة الطريقة مبنية على أساس تصنيف حبيبات الركام العصوية و ذلك عندما يكون طولها (أكـبر طول) أكثر من ١,٨ من المقاس المتوسط لها (يؤخذ كمتوسط مقاس المنخلين المحصور بينهما الركام المختبر). يتم تعيين معامل العصوية للركام بفصل الحبيبات العصوية و تعيين نسبة وزنهـا إلى وزن عينة الركام الكلية. لا يطبق هذا الاختبار على المواد المارة من منخل ٦,٣ مم أو المحجوزة على منخل ٥٠ مم و ذلك طبقا للمواصفات البريطانية.

٢-٧-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار الى تعيين معامل العصوية للركام الكبير.

٢-٧-٣ تعريفات

معامل العصوية:

يعـرف بأنه النسبة الوزنية للركام الذى يزيد طول حبيباته على ١,٨ مرة المقاس المتوسط و ذلك منسوبا الى وزن عينة الركام الكلى.

٢-٧-٤ الأجهزة

- مقياس طول معدنى كما هو موضح بشكل رقم (٢-٧-١).
- مناخل قياسية طبقا للجدول رقم (٢-٧-٢).
- ميزان ذو دقة تصل الى ٠,٥ % من وزن عينة الاختبار.
- فـرن بـه تهوية يتم التحكم فى درجة الحرارة لضبطها عند درجة حرارة ١٠٥ ± ٥ درجة مئوية.
- هزاز ميكانيكى للمناخل (اختيارى).
- مجموعة من الأوعية ذات مقاسات مناسبة يمكن أن تتحمل الحرارة داخل الفرن بدون خسائر.

٢-٧-٥ العينات

يـتم تحضير العينة اللازمة للاختبار باستخدام طريقة التقسيم الربعى حتى نصل الى عينة اختبار تحقق المتطلبات المبينة بجدول رقم (٢-٧-١) مع استبعاد حبيبات الركام المحجوزة على منخل ٥٠ مم و المارة من منخل ٦.٣ مم. تجفف الأجزاء المختبرة بالتسخين حتى درجة حرارة ١٠٥ ± ٥ درجـة مـئوية حتى نصل الى وزن جاف ثابت. يترك الجزء المختبر حتى يبرد ثم يعين وزنه.

٢-٧-٦ خطوات الاختبار

١- يـتم إجراء عملية تحليل بالمناخل لعينة الاختبار مع استخدام المناخل القياسية المبينة بجدول رقم (٢-٧-٢).

٢- يـتم تعيـين الوزن الجاف لكل جزء محجوز من العينة على المناخل القياسية عدا المحجوز علـى مـنخل ٥٠ مم. ثم يوضع كل جزء بوعاء خاص به مع تسجيل المقاس الخاص بكل جزء على الوعاء.

٣- مـن خـلال مجمـوع الأوزان لكـل الأجـزاء بالأوعية (M1) يتم حساب النسبة المئوية للمحجوز على كل منخل و يتم استبعاد أى جزء لا تزيد النسبة المئوية للمحجوز له على ٥ % من الوزن الكلى للعينة. ثم يتم تسجيل الوزن المتبقى بعد تلك المرحلة و ليكن (M2).

٤- يـتم اختبار طول حبيبات الركام و ذلك باختيار طول القياس المناظر لكل مقاس من أجزاء الـركام المختـبر (انظر جدول رقم ٢-٧-٣). ثم تختبر كل حبة على حدة يدويا. الحبيبات العصوية هى تلك الحبيبات ذات الطول الذى يمنع مرورها من خلال المقياس.

٥- يتم تجميع جميع الحبيبات العصوية و يعين وزنها و ليكن (M3).

٢-٧-٧ النتائج

يتم حساب قيمة معامل العصوية (EI) من العلاقة

$$EI = 100 * M_3 / M_2$$

حيث:

M_2 : مجموع أوزان أجزاء العينة التى لها أوزان أكبر من ٥ % من وزن عينة الاختبار.

M_3 : وزن جميع الحبيبات العصوية.

ويتم التعبير عن معامل العصوية بأقرب رقم صحيح.

٢-٧-٨ حدود القبول أو الرفض

لا يزيد معامل العصوية عن ٢٥ % .

٢-٧-٩ التقرير

يجب أن ينص فى التقرير على أن معامل العصوية تم تعيينه طبقا لما هو وارد بهذا الاختبار، و إذا ما كان هناك شهادات خاصة بأخذ عينة الاختبار. و يجب أن يتضمن التقرير صورا من جميع الشهادات الخاصة بعينة الاختبار إذا ما كانت متوفرة.

كما يجب أن يتضمن التقرير المعلومات الإضافية التالية:

أ - مصدر العينة.

ب - نتائج التحليل بالمناخل و المتحصل عليها من هذا الاختبار.

٢-٧-١٠ المراجع

المواصفات البريطانية BS 812 : Part 1 1975

Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers

المواصفات البريطانية BS 812 : Section 105.2 : 1990

Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers

جدول رقم (٢-٧-١) الحد الأدنى لوزن عينة الاختبار

المقاس الأعتبارى الأكبر للركام (مم)	أقل وزن للجزء المختبر بعد استبعاد الحبيبات الأكبر و الأقل من المقاس المطلوب (كجم)
٤٠	١٥
٢٨	٥
٢٠	٢
١٤	١
١٠	٠,٥

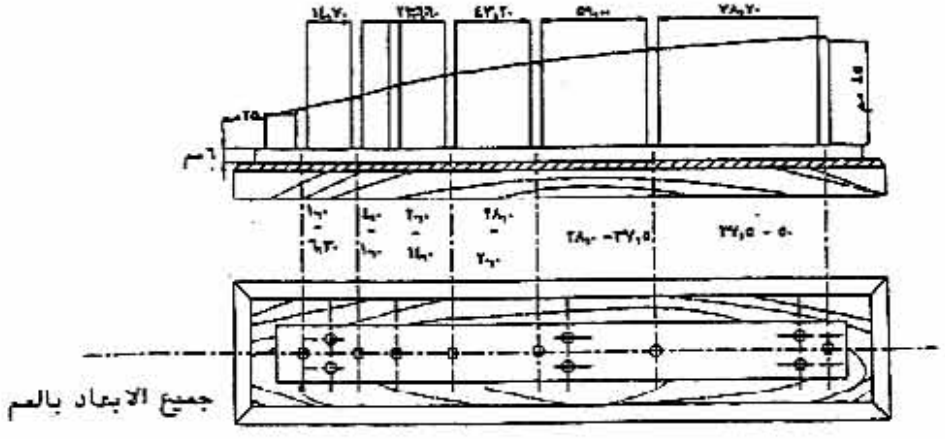
جدول رقم (٢-٧-٢) المناخل القياسية

مقاس المنخل (مم)
٥٠
٣٧,٥
٢٨,٠
٢٠,٠
١٤,٠
١٠,٠
٦,٣

جدول رقم (٢-٧-٣) بيانات تعيين معامل العصوية للركام

مقاس حبيبات الركام		المسافة بين المسامير بمقياس الطول* (مم)	أقل وزن للجزء المختبر (كجم)
مناخل الاختبار (مم)			
١٠٠ % مار	١٠٠ % محجوز		
٥٠,٠	٣٧,٥	٠,٣ ± ٧٨,٧	٣٥
٣٧,٥	٢٨,٠	٠,٣ ± ٥٩	١٥
٢٨,٠	٢٠,٠	٠,٣ ± ٤٣,٢	٥
٢٠,٠	١٤,٠	٠,٣ ± ٣٠,٦	٢
١٤,٠	١٠,٠	٠,٢ ± ٢١,٦	١
١٠,٠	٦,٣	٠,٢ ± ١٤,٧	٠,٥

* هذا المقاس يساوى ١,٨ مرة من متوسط مقاس المناخل



شكل رقم (٢-٧-١) مقياس العصوية

٢-٨ اختبار تعيين معامل التفلطح للركام الكبير
FLAKINESS INDEX OF COARSE AGGREGATE

٢-٨-١ عـــــام

هـــذه الطريقة مبنية على أساس تصنيف حبيبات الركام المفلطحة عندما يكون سمكها (أقل ســمك) أقــل من ٠,٦ من المقاس المتوسط لها (يؤخذ كمتوسط مقاس المنخلين المحصور بينهما الــركام المختبر). يتم تعيين معامل التفلطح للركام بفصل الحبيبات المفلطحة و تعيين نسبة وزنها إلــى وزن عيــنة الــركام الكلية. لا يطبق هذا الاختبار على المواد المارة من منخل ٦,٣ مم أو المحجوزة على منخل ٦٣ مم و ذلك طبقا للمواصفات البريطانية.

٢-٨-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تعيين معامل التفلطح للركام الكبير.

٢-٨-٣ تعريفات

معامل التفلطح:

يعــرف بأنه النسبة الوزنية للركام الذى يقل سمك حبيباته عن ٠,٦من المقاس المتوسط و ذلك منسوبا إلى وزن عينة الركام الكلى.

٢-٨-٤ الأجهزة

- مقياس سمك معدنى كما هو موضح بشكل رقم (٢-٨-١).
- مناخل قياسية طبقا للجدول رقم (٢-٨-٢).
- مــيزان أو موازين ذات سعة مناسبة تصل دقتها الى ٠,١ % من وزن الأجزاء المختبرة من عينة الاختبار.
- فــرن بــه تهوية يتم التحكم فى درجة الحرارة لضبطها عند درجة حرارة ١٠٥ ± ٥ درجة مئوية.
- هزاز ميكانيكى للمناخل (اختيارى).
- مجموعة من الأوعية ذات مقاسات مناسبة يمكن أن تتحمل الحرارة داخل الفرن بدون خسائر.

٢-٨-٥ العينات

يـــتم تحضير العينة اللازمة للاختبار باستخدام طريقة التقسيم الربعى حتى نصل الى عينة اختبار تحقق المتطلبات المبينة بجدول رقم (٢-٨-١).

يـــتم تجفيف الأجزاء المختبرة بالتسخين حتى درجة حرارة ١٠٥ ± ٥ درجة مئوية حتى تصل الى وزن جاف ثابت. يترك الجزء المختبر ليبرد ثم يعين وزنه.

٢-٨-٦ خطوات الاختبار

١ – يتم إجراء عملية تحليل بالمناخل لعينة الاختبار مع استخدام المناخل القياسية المبينة بجدول رقم (٢-٨-٢).

٢ – يـــتم تعيين الوزن الجاف لكل جزء من العينة محجوز على المناخل القياسية عدا المحجوز علـــى منخل ٦٣ مم. ثم يوضع كل جزء بوعاء خاص به مع تسجيل المقاس الخاص بكل جزء على الوعاء.

٣ – من خلال مجموع الأوزان لكل الأجزاء بالأوعية (M_1) يتم حساب النسبة المئوية للمحجوز علـــى كل منخل و يتم استبعاد أى جزء لا تزيد النسبة المئوية للمحجوز له عن ٥ % من الوزن الكلى للعينة. ثم يتم تسجيل الوزن المتبقى بعد تلك المرحلة و ليكن (M_2).

٤ – يـــتم اختبار مدى تفلطح حبيبات الركام و ذلك باختيار سمك القياس المناظر لكل مقاس من أجـــزاء الـــركام المختبر (انظر جدول رقم ٢-٨-٣). ثم نختبر كل حبة على حدة يدويا. الحبيـــبات المفلطحـــة هى تلك الحبيبات ذات السمك الذى يسمح بمرورها من خلال الفتحة المناسبة لمقاسها من مقياس التفلطح.

٥ – يتم تجميع جميع الحبيبات المفلطحة و يعين وزنها و ليكن (M_3).

٢-٨-٧ النتائج

يتم حساب قيمة دلالة التفلطح (FI) من العلاقة

$$FI = 100 * M_3 / M_2$$

حيث:

M_2 : مجموع أوزان أجزاء العينة التى لها أوزان أكبر من ٥ % من وزن عينة الاختبار

M_3 : وزن جميع الحبيبات المفلطحة

ويتم التعبير عن معامل التفلطح بأقرب رقم صحيح

٢-٨-٨ حدود القبول والرفض

لا يزيد معامل التفلطح عن ٢٥ % .

٢-٨-٩ التقرير

يجـب أن ينص فى التقرير على أن معامل التفلطح تم تعيينه طبقا لما هو وارد بالاختبار، و إذا مـا كان هناك شهادات خاصة بأخذ عينة الاختبار. و يجب أن يتضمن التقرير صورا من جميع الشهادات الخاصة بعينة الاختبار إذا ما كانت متوفرة.

كما يجب أن يتضمن التقرير المعلومات الإضافية التالية:

- مصدر العينة.
- نتائج التحليل بالمناخل و المتحصل عليها من هذا الاختبار.

٢-٨-١٠ المراجع

١- المواصفات القياسية البريطانية BS 812 : Section 105.1 : 1989

Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers

جدول رقم (٢-٨-١) الحد الأدنى لوزن عينة الاختبار

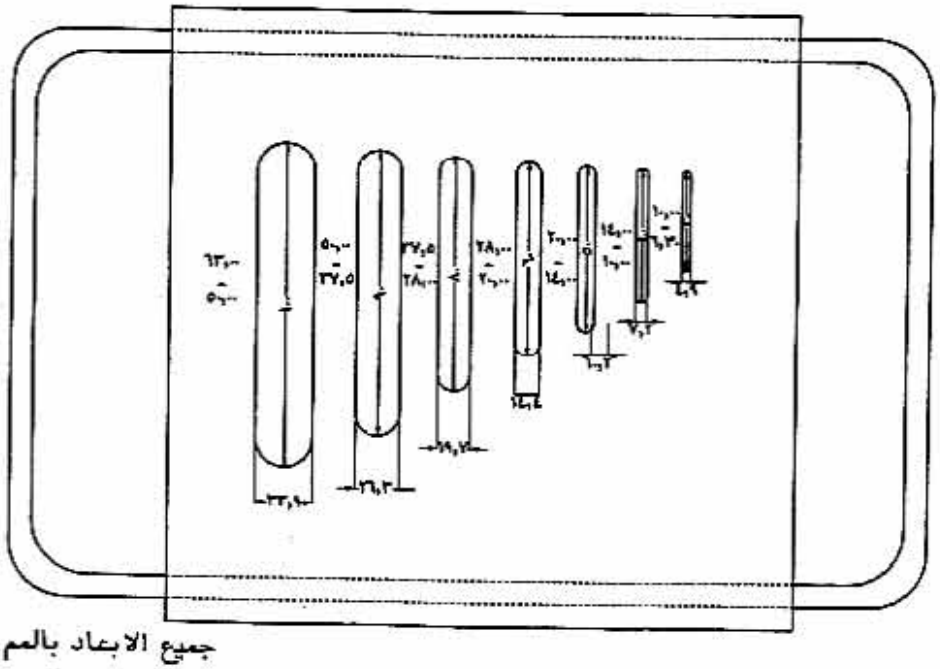
المقاس الأعتبارى الأكبر للركام (مم)	أقل وزن للجزء المختبر بعد استبعاد الحبيبات الأكبر و الأقل من المقاس المطلوب (كجم)
٥٠	٣٥
٤٠	١٥
٢٨	٥
٢٠	٢
١٤	١
١٠	٠,٥

جدول رقم (٢-٨-٢) المناخل القياسية

مقاس المنخل (مم)
٦٣,٠
٥٠,٠
٣٧,٥
٢٨,٠
٢٠,٠
١٤,٠
١٠,٠
٦,٣

جدول رقم (٢-٨-٣): بيانات تعيين معامل التفلطح للركام

مقاس حبيبات الركام		عرض الفتحة بمقياس التفلطح (مم)	أقل وزن للجزء المختبر (كجم)
مناخل الاختبار (مم)			
١٠٠ % مار	١٠٠ % محجوز		
٦٣,٠	٥٠,٠	٠,٣ ± ٣٣,٩	٥٠
٥٠,٠	٣٧,٥	٠,٣ ± ٢٦,٣	٣٥
٣٧,٥	٢٨,٠	٠,٣ ± ١٩,٧	١٥
٢٨,٠	٢٠,٠	٠,١٥ ± ١٤,٤	٥
٢٠,٠	١٤,٠	٠,١٥ ± ١٠,٢	٢
١٤,٠	١٠,٠	٠,١ ± ٧,٢	١
١٠,٠	٦,٣	٠,١ ± ٤,٩	٠,٥



جميع الابعاد بالمم

شكل رقم (٢-٨-١) مقياس التفلطح

٢-٩ اختبار تعيين رقم الزاوية للركام الكبير

ANGULARITY NUMBER OF COARSE AGGREGATE

٢-٩-١ عـــام

يعيـن رقـم الـزاوية بتعييـن النسبة المئوية للفراغات بعينة من الركام الكبير بعد دمكها بطـريقة قياسية. و تستخدم هذه الخاصية أساسا عند تصميم الخلطات الخرسانية و فى الأبحاث. وتعتـبر الزاوية أو غياب استدارة حبيبات الركام هى خاصية هامة لأنها تؤثر على مدى سهولة نقل و تداول الخرسانة (قابليتها للتشغيل).

٢-٩-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار الى تعيين رقم يعبر عن مدى زاوية حبيبات الركام الكبير.

٢-٩-٣ تعريفات

يعرف رقم الزاوية بأنه مدى زيادة النسبة المئوية للفراغات بالركام الكبير عن ٣٣ %.

(حيث أن الركام المستدير أو الكروى الشكل و الذى له أقل زاوية وجد أن نسبة الفراغات به تساوى حوالى ٣٣ %).

٢-٩-٤ الأجهزة

- أسـطوانة معدنـية مغلقـة من إحدى نهايتيها ذات حجم حوالى ٣ لتر، و قطرها و ارتفاعها متساويان و يساويان ١٥٠ مم.
- قضـيب دمـك ذو مقطـع مستدير يقطر١٦ مم و طول ٦٠٠ مم ذو نهاية مستديرة عند أحد طرفيه.
- ميزان ذو سعة ١٠ كجم و دقة ١ جم.
- جاروف معدنى بأبعاد حوالى ٢٠٠ مم × ١٢٠ مم × ٥٠ مم (ذو سعة حوالى ١ لتر).
- مناخل قياسية من مقاس ٢٠ مم حتى مقاس ٥ مم.

٢-٩-٥ العينات

يتم تجهيز عينة الاختبار كما يلى:

١ – يجب أن تكون كمية الركام المتاحة كافية لتعطى بعد الفصل (على المناخل القياسية) على الأقل ١٠ كجم من المقاس المحدد كما هو محدد باختبار التحليل بالمناخل، و يجب أن تكون عينة الاختبار من الركام المحجوز بين زوج من المناخل القياسية التالية:

- ٢٠ مم ، ١٤ مم
- ١٤ مم ، ١٠ مم
- ١٠ مم ، ٦,٣ مم
- ٦,٣ مم ، ٥,٠ مم

٢ – يجفف الركام المستخدم فى الاختبار لمدة ٢٤ ساعة فى فرن مهوى تصل درجة حرارته الى ١٠٥ ± ٥ درجة مئوية ثم يسمح له أن يبرد فى مكان مغلق بعيد عن الرطوبة الجوية.

٢-٩-٦ خطوات الاختبار

١ – توزن الأسطوانة المعدنية فارغة، و تسجل قيمة الوزن.

٢ – يملأ الجاروف بعينة الركام ثم يفرغ فى الاسطوانة المعدنية من أقل ارتفاع ممكن.

٣ – يتم دمك الركام بالأسطوانة بعدد ١٠٠ طرقة من قضيب الدمك القياسى (يتم تطبيق كل طرقة بوضع قضيب الدمك رأسيا بحيث تكون المسافة بين نهايته المستديرة و سطح عينة الركام حوالى ٥٠ مم ثم يسمح له بالسقوط تحت تأثير وزنه مع عدم التأثير بأى قوة عليه أثناء السقوط و يتم توزيع المائة طرقة على سطح عينة الركام).

٤ – يتم تكرار العمل كما سبق مع الطبقة الثانية و الثالثة من الركام، و يجب أن تشتمل الطبقة الثالثة على كمية الركام الكافية لملء الأسطوانة حتى سطحها العلوى قبل الدمك.

٥ – بعد دمك الطبقة الثالثة من الركام بالأسطوانة، يتم ملء الأسطوانة حتى فوق سطحها العلوى بالركام، ثم يسوى سطح الركام مع سطح الأسطوانة العلوى باستخدام قضيب الدمك أفقيا للتسوية مع ملاحظة عدم التأثير بأى قوى مع قطع الركام المضافة.

٦ – توزن الأسطوانة بما تحوية من ركام و ذلك لأقرب ٥ جم ثم يعين وزن الركام المالئ للأسطوانة.

٧ – يتم ملء الأسطوانة مرتين أخريين و فى كل مرة يعين وزن الركام المالئ للأسطوانة و يحسب متوسط وزن الركام اللازم لملء الأسطوانة و ليكن (M) . و إذا زاد الفرق بين أى

نتيجتيـــن من النتائج الثلاث للوزن عن ٢٥ جم، يتم تعيين ثلاث نتائج أخرى لعينة الركام ثم يعين متوسط النتائج الستة (M) .

٢-٩-٧ احتياطات

يجـــب أن تصـــنع الأسطوانة من معدن لا يقل سمكه عن ٣ مم كما يجب أن تكون ذات جساءة مناسبة تمكنها من الاحتفاظ بشكلها تحت ظروف التشغيل الشاقة.

٢-٩-٨ النتائج

يتم حساب رقم الزاوية من المعادلة:

$$\text{رقم الزاوية} = AN = 67 - \frac{100M}{C.G_A}$$

حيث:

M : متوسط وزن الركام المالئ للأسطوانة (جم)

C : وزن الماء اللازم لملأ الأسطوانة (جم)

G_A : الكـــثافة النســـبية (الـــوزن النوعى) للركام و المعين من أختبار تعيين الوزن النوعى الظاهرى للركام.

٢-٩-٩ حدود القبول أو الرفض

تتراوح قيمة رقم الزاوية للركام الكبير بين صفر ، ١٢.

٢-٩-١٠ التقرير

يتم تسجيل رقم الزاوية لأقرب رقم صحيح.

٢-٩-١١ المراجع

- المواصفات القياسية البريطانية BS 812 : Part 1 : 1975

Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers

٢-١٠ اختبار تعيين الزيادة الحجمية للركام الصغير

TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE BULKING OF FINE AGGREGATES

٢-١٠-١ عام

يعتبر هذا الاختبار من الاختبارات الطبيعية التى تجرى على الركام الصغير. وهو من الاختبارات الاختيارية التى لاينص على إجرائها كشرط لقبول الركام للاستخدام فى الخرسانة.

٢-١٠-٢ الهدف

- توضيح أن وجود رطوبة بالرمل الجاف ثم تقليبه تعمل على زيادة حجمه.
- بيان كمية الزيادة العظمى فى الحجم والنسبة المئوية للماء المناظرة لهذه الزيادة.
- توقيع منحنى يبين العلاقة بين النسبة المئوية للماء المضاف والزيادة المقابلة فى حجم الرمل.

٢-١٠-٣ تعريفات

الزيادة الحجمية للركام الصغير: إذا اضيف إلى الركام ماء أو كان رطبا ثم صار تقليبه فإن طبقة رقيقة من الماء تغلف حبيبات الركام وتدفع الحبيبات بعيدا عن بعضها البعض نتيجة لتأثير ظاهرة الشد السطحى وبذلك يزيد حجم الرمل.

٢-١٠-٤ الاجهزة

- وعاء أسطوانى نحاسى سعته ١ لتر.
- عدد ٢ مخبار مدرج زجاجى سعة ١ لتر.
- لوح غير مسامى
- ميزان حساس

٢-١٠-٥ العينات

- عينة وزنها ٢٠٠٠ جرام من الرمل الجاف مجهزة طبقا لطرق أخذ عينات الركام (الاختبار رقم ٢-١)

٢-١٠-٦ خطوات الاختبار

١ – يملأ الوعاء بالرمل الجاف ويكبس جزئيا ثم يعين وزن الرمل الجاف.

٢ – يسكب الرمل من الوعاء على اللوح غير المسامى ويضاف اليه الماء بمقدار ١% من وزن الرمل الجاف.

٣ – يقلب الرمل جيدا حتى يصبح متجانسا.

٤ – يعاد ملء الوعاء بالرمل الرطب ويكبس جزئيا بنفس الطريقة عندما كان الرمل جافا ويسوى سطح الرمل ويوضع الرمل الزائد فى مخبار مدرج ويعين حجم هذه الزيادة.

٥ – تكرر هذه العملية على ان تكون النسب المئوية للماء المضاف كما يلى: ٢ – ٤ – ٦ – ٨ – ١٠ – ١٢ – ١٦ – ٢٠ – ٢٢ – ٢٤ – ٢٦ على التوالى.

٢-١٠-٧ احتياطات

– يجب مراعاة عدم فقد أى جزء من عينة الاختبار أثناء إضافة الماء والتقليب.

٢-١٠-٨ النتائج

أ – تدون نتائج الاختبار فى جدول يبين به النسبة المئوية للماء المضاف والزيادة المناظرة فى حجم الرمل.

ب – يرسم المنحنى البيانى الذى يبين العلاقة بين النسبة المئوية للزيادة فى الحجم والنسبة المئوية للماء المضاف كما هو مبين بالشكل رقم (٢-١٠-١) .

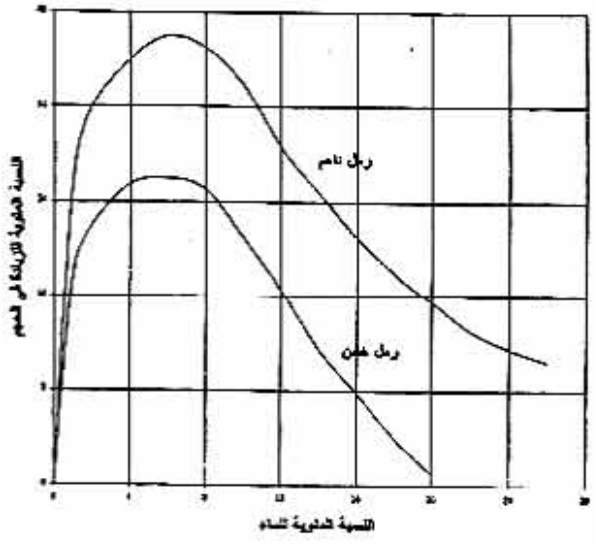
٢-١٠-٩ حدود القبول والرفض

(لا يوجد)

٢-١٠-١٠ المراجع

– تكنولوجيا الخرسانة (الجزء الاول) أ.د. أحمد العربان وأ.د.عبد الكريم عطا

– طرق أخذ عينات الركام. (الاختبار رقم ٢-١)



الشكل رقم (٢-١٠-١) تأثير الماء على الزيادة فى الحجم للرمل الناعم والخشن

٢-١١ اختبار تعيين نسبة الطين و المواد الناعمة بالركام بالوزن

DETERMINATION OF CLAY AND OTHER FINE MATERIALS IN AGGREGATES BY WEIGHT

٢-١١-١ عـــام

يعتبر هذا الاختبار من الاختبارات الأولية الأساسية لعينات الركام المستخدم في الخرسانة

٢-١١-٢ الهدف

يعطي هذا الاختبار قيمة تقريبية لنسبة الطين والمواد الناعمة بالركام بالوزن

٢-١١-٣ تعريفات

الطين والمواد الناعمة : هي أى مواد تمر من المنخل القياسي ٧٥ ميكرون

٢-١١-٤ الأجهزة

- وعاء مقاوم للصدأ ذو مقاس وحجم يسمح بتقليب العينة المختبرة دون فقد الركام او الماء
- المنخلان القياسيان مقاس ٧٥ ميكرون ومقاس ١٤١ ميكرون
- ميزان حساس دقته ٠,١%

٢-١١-٥ العينات

فـــي حالة الركام الصغير تؤخذ عينة لايقل وزنها عن ٢٥٠ جم وفي حالة الركام الكبير أو الشامل يكون وزن عينة الاختبار كما هو مبين بالجدول (٢-١١-١)

٢-١١-٦ خطوات الاختبار

١- يـــتم تجفـــيف عينـــة الاختبار في الفرن حتى (١١٠ ± ٥) درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن A

٢- تغمر العينة بالماء ثم تقلب بشدة.

٣- يـــتم إزالة المواد الطينية والناعمة عن طريق سكب ماء الغسيل مباشرة فوق المنخلين مقاس ٧٥ ميكرون ، ومقاس ١٤١ ميكرون بحيث يكون المنخل مقاس ١٤١ ميكرون هو الأعلى.

٤- تكرر الخطوات٢ ، ٣ على نفس العينة حتى يصبح ماء الغسيل رائقا تماما.

٥- تعاد المواد المحجوزة على المنخلين إلى العينة المغسولة بالوعاء .

٦- تجفف العينة بالمواد المعادة في الفرن حتى (١١٠ ± ٥) درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن B.

٢-١١-٧ النتائج

تحسب النسبة المئوية بالوزن للطين والمواد الناعمة بالركام (F %) من العلاقة

$$F\% = \frac{A-B}{A} x100$$

٢-١١-٨ حدود القبول والرفض

يجب ألا تتعدى النسبة المئوية بالوزن للطين والمواد الناعمة القيم المذكورة بالجدول (٢-١١-٢)

٢-١١-٩ التقرير:

يجب أن يشتمل التقرير على نوع الركام ونتائج الاختبارات والحسابات المستخدمة.

٢-١١-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١١٠٩-١٩٧١ – "ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية"

الجمعية الامريكية لاختبار المواد ASTM C142-78

ASTM C 142 – 78 test method for clay lumps and friable particles in aggregate

المواصفات القياسية البريطانية BS 882:1992

جدول رقم (٢-١١-١) أوزان عينة اختبار نسبة الطين والمواد الناعمة الأخرى بطريقة النخل

المقاس الاعتباري الاكبر للركام (مم)	اقل وزن لعينة الاختبار
٩,٥ – ٤,٧٥	٥ كجم
١٩,٠ – ٩,٥	١٥ كجم
٣٧,٥ – ١٩,٠	٢٥ كجم
< ٣٧,٥	٥٠ كجم

جدول (٢-١١-٢) حدود النسبة المئوية للمواد الناعمة بالركام

نوع الركام	الحد الأقصى لنسبة الطين و المواد الناعمة بالوزن %
رمل	٣
رمل ناعم من كسر الحجارة	٥
الركام الكبير من الزلط أو كسر الزلط	١
الركام الكبير من كسر الحجارة	٢

٢-١٢ اختبار تعيين نسبة الطين و المواد الناعمة بالركام الصغير بالحجم

DETERMINATION OF CLAY AND OTHER FINE MATERIALS IN FINE AGGREGATES BY VOLUME

٢-١٢-١ عـــام

يجرى هذا الاختبار عادة بموقع العمل ولا يطبق على ناعم كسر الحجارة.

٢-١٢-٢ الهدف

يعطى هذا الاختبار قيمة تقريبية لنسبة الطين والمواد الناعمة بالركام الصغير بالحجم.

٢-١٢-٣ تعريفات

الطين والمواد الناعمة هي أي مواد تمر من المنخل القياسي مقاس ٧٥ ميكرون.

٢-١٢-٤ الأجهزة

مخبار مدرج سعته ٢٥٠ سنتيمترا مكعباً.

٢-١٢-٥ العينات

تؤخذ عينة وزنها حوالى ١٠٠ جرام.

٢-١٢-٦ خطوات الاختبار

١- يوضع ٥٠ سنتيمترا مكعبا من الماء النقي في المخبار المدرج.

٢- تضـــاف كمـــية مـــن عينة الركام الصغير تدريجيا حتى يصير الحجم الكلى ١٠٠ سنتيمتراً مكعباً.

٣- يضاف ماء نقي حتى يصير الحجم الكلى ١٥٠ سنتيمترا مكعباً

٤- يرج المخلوط بشدة لعمل معلق من حبيبات الطين والمواد الناعمة.

٥- يوضـــع المخبار على سطح أفقى مستو ويطرق طرقا خفيفا على جدار المخبار لجعل طبقة الركام الصغير مستوية السطح ويترك لمدة ٣ ساعات.

٢-١٢-٧ النتائج

تحسب النسبة المئوية بالحجم لكمية المواد الناعمة بالركام الصغير بحساب النسبة بين ارتفاع الطبقة المترسبة فوق سطح الركام الصغير و ارتفاع الركام الصغير أسفل الطبقة المترسبة.

٢-١٢-٨ حدود القبول او الرفض

يجب ألا تزيد النسبة المئوية بالحجم لكمية الطين والمواد الناعمة بالرمل الطبيعى عن ٣ % ورمل كسر الأحجار عن ٥ %. وفي حالة تجاوز هذه النسبة يتم إجراء اختبار تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة بالوزن بطريقة الوزن بالمعمل على ألا تتجاوز هذه النسبة الحدود المبينة بهذا الاختبار.

٢-١٢-٩ التقرير

يجب أن يشتمل على نوع الركام ونتائج الاختبارات والحسابات المستخدمة.

٢-١٢-١٠ المرجع

المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١١٠٩-١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.

٢-١٣ اختبار تعيين نسبة القطع الخفيفة بالركام

TEST METHOD FOR LIGHTWEIGHT PIECES IN AGGREGATE

٢-١٣-١ عـــام

- يصـــف الاختـــبار طريقة تعيين النسبة المئوية للقطع الخفيفة بالركام وذلك بفصلها بالطفو فى سائل ثقيل له وزن نوعى مناسب.
- تـــتلخص طـــريقة الاختبار فى فصل القطع الخفيفة من الركام بالطفو فى سائل ثقيل له وزن نوعى مناسب وتعين نسبة وزن القطع الخفيفة إلى وزن عينة الركام الكلية.

٢-١٣-٢ الهدف

- يســـتخدم الاختـــبار للتحقق من مدى مطابقة عينات الركام لحدود المواصفات الخاصة بكمية المـــواد الخفـــيفة فى الركام الصغير والكبير ويستخدم سائل ثقيل ذو كثافة نوعية ٢,٠ لفصل الحبيـــبات الخفـــيفة الـــتى يمكن تصنيفها كفحم أو ليجنيت (Lignite) وتستخدم سوائل أثقل للـــتحقق مـــن نسبة القطع الخفيفة الأخرى مثل الشرت (Chert) (صخور غير نقية) والتى لها وزن نوعى يقل عن ٢,٤٠.
- يمكـــن اســـتخدام طـــريقة الاختـــبار لـــتحديد حبيبات الركام المسامية فى الأبحاث والتحليل البتروجرافى

٢-١٣-٣ تعريفات

- فحـــم أو ليجنيت (Lignite): الحبيبات التى يقل وزنها النوعى عن ٢ ولها لون بنى غامق أو أسود.
- شـــرت (Chert): الحبيبات التى يقل وزنها النوعى عن ٢,٤ وتصنف على أنها شرت طبقا لاختبار الفحص البتروجرافى للركام .

٢-١٣-٤ الأجهزة والسوائل الثقيلة

٢-١٣-٤-١ الأجهزة

- ميزان لوزن الركام الصغير لا تقل سعته عن ٥٠٠ جرام وبحساسية لا تقل عن ٠,١ جرام

- ميزان لوزن الركام الكبير لا تقل سعته عن ٥٠٠٠ جرام وبحساسية لا تقل عن ١ جرام
- أوعية مناسبة لتجفيف عينات الركام ولاحتواء السائل الثقيل مع عينة الركام أثناء فصل القطع الخفيفة بالطفو.
- فرن أو لوح تسخين (Hot plate)
- مقشـــدة (Skimmer) عبارة عن مصفاة مقاس فتحتها ٠,٣ مم وبمقاس وشكل مناسبين لفصل الحبيبات الخفيفة من السائل الثقيل
- مناخل مقاسات ٠,٣ مم ، ٥ مم
- أجهـــزة تعييـــن الوزن النوعى هيدرومتر أو مخابير مدرجة وموازين مناسبة تمكن من تعيين الوزن النوعى للسوائل بدقة فى حدود ٠,١.

٢-١٣-٤-٢ السوائل الثقيلة

- يستخدم فى الاختبار أحد السوائل الثقيلة التالية :
  - محلول كلوريد الزنك (Zinc Chloride) مع الماء وذلك لسائل له وزن نوعى حتى ٢,٠
  - خلـــيط مـــن الكيروســـين (Kerosene) مـــع ١،١،٢،٢- تيترابروموايـــثان(1,1,2,2-Tetrabromoethane) بنســـبة الخلـــط الـــتى تعطـــى الوزن النوعى المطلوب. (الوزن النوعى ل ١،١،٢،٢- تيترابروموايثان (1,1,2,2-Tetrabromoethane) حوالى ٢,٩٥
  - محلول بروميد الزنك (Zinc Bromide) مع الماء وذلك لوزن نوعى حتى حوالى ٢,٤.

تحذيـــر : الخليط المذكور بالبند السابق من المحاليل السامة سواء عند امتصاصه من خلال الجلد أو استنشـــاقه لذلك يجب استخدامه فى الهواء الطلق أو داخل أماكن خاصة معدة للتعامل مـــع مـــثل تلك المواد (Hood) مع تجنب استنشاقه أو ملامسته للعين أو للجلد. بينما لا توجـــد مخاطـــر مـــن ادخنة محلول كلوريد الزنك أو محلول بروميد الزنك ولكن يجب ارتداء نظارة وقفاز للوقاية من ملامسة السوائل للعين أو الجلد.

- يجـــب المحافظة على الوزن النوعى للسائل الثقيل فى حدود±٠,٠١ من القيمة المحددة وذلك طوال فترة الاختبار

٢-١٣-٥ العينات

١- تحضر عينة الاختبار بتجزئـــــة العينة الكلية طبقا لطرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ٢-١).

٢- تجفـف العينـة فى درجة حرارة ١١٠ ± ٥ درجة مئوية إلى أن يثبت وزنها على ألا يقل وزن العينة عما هو موضح بالجدول رقم (٢-١٣-١).

جدول رقم (٢-١٣-١) – وزن عينة الاختبار

المقاس الاعتباري الأكبر (مم)	الحد الأدنى لوزن العينة (جرام)
٥	٢٠٠
٢٠	٣٠٠٠
٣٧,٥	٥٠٠٠
٧٥	١٠٠٠٠

٢-١٣-٦ خطوات الاختبار

٢-١٣-٦-١ الركام الصغير

١ – تترك عينة الاختبار الجافة لتبرد بعد تجفيفها فى درجة حرارة الغرفة.

٢ – تـنخل العينة على منخل ٠,٣٠مم حتى تصبح نسبة المواد التى تمر من المنخل فى خلال دقيقة أقل من ١% من وزن الركام المحجوز على المنخل.

٣ – يوزن الركام المحجوز على منخل ٠,٣ مم لأقرب ٠,١ جرام ثم تجهز العينة بحيث تصبح فى حالة مشبعة وسطحها جاف (انظر ملحوظة رقم (١)).

٤ – يوضع الركام المشبع وسطحه جاف فى السائل الثقيل وذلك فى وعاء مناسب وبحيث لايقل حجم السائل الثقيل عن ثلاث مرات الحجم المطلق للركام.

٥ – يصب الجزء العلوى من السائل والمحتوى على حبيبات الركام الطافية فى وعاء آخر على أن يمـر السـائل مـن خلال المقشدة (المصفاة) لحجز حبيبات الركام الخفيف. ويراعى ألا يحـتوى ذلـك السائل على أى من حبيبات الركام التى غطست فى السائل. يعاد السائل مرة أخرى إلى الوعاء الأول الموجود به الركام المعتاد (الغاطس)

٦ – يقلب الركام وتعاد عملية تصفية السائل الطافى به حبيبات الركام الخفيف كما سبق وتكرر تلك العملية حتى لاتظهر أى حبيبات طافية على سطح السائل.

٧ – تغسل حبيبات الركام الخفيف المحجوزة على المقشدة (المصفاه) باستخدام مذيب مناسب لإزالة السائل الثقيل. يستخدم الكحول كمذيب للسوائل الثقيلة من ٢،٢،١،١– تيترابروموايثان والماء كمذيب لسوائل كلوريد الزنك أو بروميد الزنك. تترك حبيبات الركام بعد غسيلها لتجف (انظر ملحوظة رقم (٢)).

٨ – توزن الحبيبات الجافة الخفيفة المحجوزة على المقشدة لأقرب ٠,١ جرام مع استخدام فرشاة لتجميع الحبيبات من المقشدة لوزنها.

ملحوظة رقم (١): يمكن الوصول إلى حالة الركام المشبع وسطحه جاف بإضافة كمية الماء اللازمة للوصول إلى حالة التشبع والتى سبق تعيينها فى اختبار تعيين النسبة المئوية للامتصاص للركام (اختبار رقم ٢–٣) ثم يترك الركام فى وعاء مغطى لمدة ٣٠ دقيقة قبل استخدامه فى الاختبار.

ملحوظة رقم (٢): تجرى عملية التجفيف فى الهواء الطلق أو مكان خاص بذلك (Hood) وذلك فى حالة استخدام سوائل ثقيلة غير كلوريد الزنك أو بروميد الزنك. ويمكن استخدام الفرن أو اللوح الساخن للإسراع بعملية التجفيف بشرط أن يتم ذلك فى مكان خاص بذلك (Hood) أو فى فرن به نظام خاص للتهوية وعلى ألا تزيد درجة الحرارة عن ١١٥ درجة مئوية.

ملحوظة رقم (٣): يلاحظ أن الفرق فى الوزن بين حالة الجاف والحالة المشبعة وسطحها جاف لحبيبات الركام الخفيف لها تأثير كبير على حساب نسبة الحبيبات الخفيفة.

٢–١٣–٦–٢ الركام الكبير

١ – تترك عينة الاختبار الجافة لتبرد بعد تجفيفها فى الفرن وذلك فى درجة حرارة الغرفة.

٢ – تنخل على منخل ٤,٧٥ مم ويوزن الركام المحجوز على المنخل لأقرب ١ جرام.

٣ – تجهز العينة بحيث تصبح فى حالة مشبعة وسطحها جاف طبقا للخطوات المنصوص عليها فى طريقة اختبار تعيين الوزن النوعى الظاهرى للركام (اختبار رقم ٢–٤).

٤ – يوضع الركام المشبع وسطحه جاف مع السائل الثقيل فى وعاء مناسب بحيث لايقل حجم السائل عن ثلاث مرات الحجم المطلق للركام.

٥ – تستخدم المقشدة (المصفاة) لتجميع حبيبات الركام الطافية على سطح السائل

٦ – يقلب باقى الركام الغاطس فى السائل وتجمع مرة أخرى حبيبات الركام الطافية.

٧ – تكرر هذه العملية حتى تتوقف الحبيبات عن الطفو.

٨ – تغسل الحبيبات الى تم تجميعها بالمقشدة بمذيب مناسب لإزالة السائل الثقيل بطريقة مشابهة لمـا تم لحبيبات الركام الصغير ويعين وزن حبيبات الركام الكبير الخفيفة لأقرب ١ جرام. (فى حالة الحاجة لتحديد وزن حبيبات الركام الكبير الخفيفة بدقة يمكن تجفيف الحبيبات حتى ثبات الوزن فى درجة حرارة ١١٠ ± ٥ درجة مئوية).

٢-١٣-٧ النتائج

تحسب النسبة المئوية للحبيبات الخفيفة (الحبيبات الطافية فى السائل الثقيل) كما يلى:

حبيبات الركام الصغير

$$L = \frac{W_1}{W_2} * 100$$

حبيبات الركام الكبير

$$L = \frac{W_1}{W_3} * 100$$

حيث :

L = النسبة المئوية للحبيبات الخفيفة.

W_1 = الوزن الجاف للحبيبات الخفيفة.

W_2 = الوزن الجاف لجزء العينة المحجوز على منخل ٠,٣ مم

W_3 = الوزن الجاف لجزء العينة المحجوز على منخل ٤,٧٥ مم

٢-١٣-٨ حدود القبول أو الرفض

١ – للركام الصغير

لاتزيد نسبة الفحم و الليجنيت عن :

٠,٥% فى حالة أن شكل سطح الخرسانة له أهمية

١ % فى الخرسانات الأخرى

٢ – للركام الكبير

نوع الركام	نوع ومكان المنشأ الخرسانى	الحد الأقصى لنسبة الشيرت	الحد الأقصى لنسبة الفحم و الليجنيت
– مناطق ظروف جوية قاسية			
أ–١	قواعد و أساسات وأعمدة وكمرات غير معرضة للطقس. البلاطات الداخلية المغطاة.	----	%١,٠
أ–٢	البلاطات الداخلية بدون غطاء	----	%٠,٥
أ–٣	حوائط الأساسات أعلى مستوى الأرض والحوائط الساندة و الأكتاف والكمرات المعرضة للطقس	%٥,٠	%٠,٥
أ–٤	خرسانة الرصف وبلاطات الكبارى والبردورات وأرضيات الجراجات وخرسانات المنشآت المائية المعرضة للبلل المتكرر	%٥,٠	%٠,٥
أ–٥	الخرسانة المعمارية الظاهرة	%٣,٠	%٠,٥
– مناطق ظروف جوية متوسطة			
ب–١	قواعد و أساسات وأعمدة وكمرات غير معرضة للطقس. البلاطات الداخلية المغطاة.	----	%١,٠
ب–٢	البلاطات الداخلية بدون غطاء	----	%٠,٥
ب–٣	حوائط الأساسات أعلى مستوى الأرض والحوائط الساندة و الأكتاف والكمرات المعرضة للطقس	%٨,٠	%٠,٥
ب–٤	خرسانة الرصف وبلاطات الكبارى والبردورات وأرضيات الجراجات وخرسانات المنشآت المائية المعرضة للبلل المتكرر	%٥,٠	%٠,٥
ب–٥	الخرسانة المعمارية الظاهرة	%٣,٠	%٠,٥
– مناطق ظروف جوية عادية			
ت–١	بلاطات معرضة للتآكل وبلاطات الكبارى الرصف	----	%٠,٥
ت–٢	كل الأنواع الأخرى من الخرسانات	----	%١,٠

ملحوظة: يراعى أن الركام الكبير الذى لايفى بحدود القبول الموضحة بالجدول السابق يمكن استخدامه بشرط توافر معلومات عن نتائج مرضية لخرسانات سبق استخدام مثل ذلك الركام فى إنتاجها وتعرضت لظروف جوية مشابهة لظروف التعرض المتوقعة.

٢–١٣–٩ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية

أ- المعلومات

- اسم معمل الاختبار وعنوانه
- اسم العميل
- تاريخ ورود العينة
- تاريخ إجراء الاختبار
- المواصفات القياسية المتبعة
- توصيف العينة
- طريقة وظروف حفظ العينات
- حدود القبول أو الرفض طبقا للمواصفات المتبعة
- توقيعات المسئولين عن إجراء الاختبار واعداد التقرير واعتماده (الفنى-المهندس-المدير)

ب- النتائج

- الحسابات
- نتائج الاختبار

٢-١٣-١٠ المراجع

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد "طريقة الاختبار القياسية لتعيين نسبة القطع الخفيفة بالركام" (ASTM C123-92)

Test method for light weight pieces in aggregate

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد "المواصفات القياسية للركام" (ASTM C33-86)

Specifications for concrete aggregate

٢-١٤ اختبار تعيين تأثير الشوائب العضوية فى الركام الصغير على مقاومة المونة للضغط

TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE EFFECT OF ORGANIC IMPURITIES IN FINE AGGREGATE ON THE STRENGTH OF MORTAR

٢-١٤-١ عـــام

هـو اختبار اختياري يجرى فى حالة التأكد من وجود مواد عضوية بالركام الصغير طبقا لاختـبار تعيين تواجد الشوائب العضوية بالركام الصغير (اختبار رقم ٢-٢١) . وترجع أهمية هذا الاختبار إلى أنه يساعد على قبول أو رفض الركام الصغير للاستخدام فى الخرسانة.

٢-١٤-٢ الهدف

يهـدف هـذا الاختبار إلى تحديد تأثير الشوائب العضوية فى الركام الصغير على مقاومة المونـة. ويكون ذلك بعمل مقارنة بين مقاومة الضغط بعد ٧ أيام لمونة من ركام صغير مغسول وأخرى من ركام صغير غير مغسول .

٢-١٤-٣ تعريفات

- ركام صغير غير مغسول هو الركام بحالته عند التوريد
- ركـام صـغير مغسول هو الركام الخالى من الشوائب العضوية وذلك بعد غسله فى محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز ٣% ثم شطفه بالماء شطفا جيدا.

٢-١٤-٤ الأجهزة

- مائدة الانسياب و قالب الانسياب
- قوالب مكعبة (٥٠مم) وقضيب دمك
- مكنة اختبار الضغط لا تقل سعتها عن ٢٠ طن

٢-١٤-٥ العينات

- أسمنت بورتلاندى عادى يوفى حدود المواصفات القياسية المصرية م.ق.م.٣٧٣-١٩٩١

- محلـــول ٣ % هيدروكســـيد الصـــوديوم و يحضـــر بإذابة ٣ أجزاء بالوزن من هيدروكسيد الصوديوم فى ٩٧ جزء من الماء.
- تحضـــر عيـــنة الـــركام الصغير لهذا الاختبار من نفس العينة المحضرة باختبار تعيين تواجد الشـــوائب العضـــوية بالركام الصغير (اختبار رقم ٢-٢١) . ويستخدم الركام الصغير إما بحالـــته فى الاختبار رقم ١٥ وبما يحتويه من مواد عضوية تجعل لون المحلول فوق الرمل أغمـــق من المحلول القياسى. وإما بعد غسله أولا فى محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركـــيز ٣% ثـــم شطفه بالماء شطفا جيدا. تكرر هذه العملية عدداً كافياً من المرات حتى يصبح لون المحلول أفتح من لون المحلول القياسى.

٢-١٤-٦ خطوات الاختبار

١ – تحضر ثلاث خلطات من المونة باستخدام الركام الصغير المغسول فى محلول هيدروكسيد الصـــوديوم وثلاث خلطات أخرى من الركام الصغير غير المغسول ويكون ذلك بالتبادل وفى نفس اليوم. كما تحضر ثلاثة مكعبات من كل خلطة.

٢- تجهيز المونة

- تصمم خلطة المونة بحيث تعطى قواما ١٠٠ % ± ٥ % بطريقة مائدة الانسياب
- تستخدم نسبة ماء إلى أسمنت ٠,٦ بالوزن وعادة فإن ٦٠٠ جم من الأسمنت و٣٦٠ سم٣ من الماء تكون مناسبة لعمل عدد ٦ قوالب مونة.
- يســـتخدم الـــركام الصغير بحيث يكون فى حالة جافة ذات سطح مشبع كما بطريقة اختبار تعييـــن النسبة المئوية للامتصاص (اختبار رقم ٢-٣) وذلك بإضافة كمية الماء المحددة فى هذا الاختبار إلى وزن الركام الصغير ثم التقليب الجيد وترك العينة فى إناء مغلق لمدة نصف ساعة قبل الاستخدام.
- تخلط المكونات فى الخلاط الميكانيكى كما يلي:
- توضـــع كمية الماء أولا ثم يضاف الأسمنت ويدار الخلاط بسرعة بطيئة (١٤٠± ٥ لفة فـــى الدقـــيقة) لمـــدة ٣٠ ثانية. تضاف كمية الركام الصغير التى من المتوقع أن تعطى القـــوام المطلوب أثناء دوران الخلاط بنفس السرعة ويحدد وزن الركام المستخدم بطرح وزن الكمـــية المتبقـــية من وزن عينة الركام الكلية. يوقف الخلاط ثم يدار لمدة ٣٠ ثانية بســـرعة متوســـطة (٢٨٥± ١٠ لفة فى الدقيقة). يوقف الخلاط مرة أخرى لمدة ١,٥ دقـــيقة، فـــى أول ١٥ ثانـــية مـــن هذه المدة تحك بسرعة المونة العالقة بجوانب الخلاط لتضـــاف إلـــى بقية الخلطة ثم يغلق غطاء حلة الخلاط وتترك الخلطة المدة الباقية. يدار

الخـــلاط لمـــدة ١ دقيقة بالسرعة المتوسطة لإنهاء عملية الخلط. وإذا كان انسياب الخلطة يـــبدو عاليا فإنه يمكن إضافة كمية من الركام الصغير بعد مرور ٣٠ ثانية من هذه المدة. فـــى هذه الحالة يوقف الخلاط ويضاف الركام الصغير. يستكمل الخلط لمدة دقيقة كاملة ثم يجرى اختبار الانسياب.

٣- اختبار الانسياب لضبط قوام المونة

- يـــنظف سطح مائدة الانسياب جيدا ويوضع قالب الانسياب فى منتصفها. بعد خلط المونة مباشرة توضع طبقة بسمك ٢٥ مم فى قالب الانسياب وتدمك ٢٠ دمكة بقضيب الدمك. ثم يملأ القالب بالمونة ويدمك ٢٠ دمكة أخرى.
- يســـوى سطح المونة مع أحرف القالب بواسطة المسطرين. ينظف سطح المائدة جيدا من بقايـــا المونة ويجفف جيدا لضمان عدم وجود ماء ثم يرفع قالب الانسياب ويكون ذلك بعد دقيقة من إتمام عملية الخلط.
- تـــرفع وتخفـــض مـــائدة الانســـياب ارتفاع ١٢,٧ مم عشر مرات خلال ٦ ثوان. يكون الانســـياب هـــو الزيادة الناتجة فى القطر المتوسط لكتلة المونة مقاساً فى أربعة اتجاهات متعامدة على الأقل ويعبر عنه كنسبة من القطر الأصلي.
- إذا كان الانسياب كبيرا فإن خلطة المونة تعاد إلى الخلاط وتزود بكمية من الركام الصغير الإضـــافي وتخلط لمدة ٣٠ ثانية بسرعة متوسطة، ثم يعاد الاختبار ويقاس الانسياب. وإذا اســـتلزم الأمـــر أكثر من محاولتين للحصول على انسياب ١٠٠ % ± ٥ % فإن المونة تعتـــبر خلطـــة تجريبية ويعاد الاختبار بمواد جديدة بالنسب التى تم التوصل إليها. أما إذا كانت المونة جافة جدا فإن الخلطة تهمل تماما ويعاد تصميمها.
- تحدد كمية الركام الصغير المستخدمة بطرح وزن الركام المتبقى بعد الخلط من وزن عينة الركام الكلية.

٤ - اختبار الضغط للمونة

- بعـــد انـــتهاء اختبار الانسياب الذى يحدد صلاحية قوام المونة تعاد المونة المستخدمة فى الاختبار إلى الخلاط ويعاد الخلط لمدة ١٥ ثانية بسرعة متوسطة.
- تصـــب المونة فى القوالب المكعبة على طبقتين طبقا للإجراءات المتبعة فى اختبار تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت (اختبار رقم ١-١٥ من اختبارات الأسمنت)
- تخـــزن العيـــنات ثم تختبر طبقا طبقا للإجراءات المتبعة فى اختبار تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت (اختبار رقم ١-١٥)

٢-١٤-٧ احتياطات

- يجب أن يراعى أثناء غسل الركام عدم فقد أي كمية من عينة الركام الصغير.
- تختبر عينة الركام الصغير بالفينولفيثاليين أو ورق عباد الشمس للتأكد من عدم وجود هيدروكسيد الصوديوم قبل البدء فى تحضير المونة.
- فى حالة الحاجة الى إعادة الخلط يجب التأكد من حك المونة العالقة بجوانب الخلاط وإضافتها الى باقى الخلطة.

٢-١٤-٨ النتائج

- تحسب مقاومة الضغط لكل مكعب مونة بقسمة أقصى حمل على مساحة مقطع العينة.
- يؤخذ متوسط نتائج ثلاثة مكعبات مونة لكل اختبار.
- تحسب ثلاث نسب لمقاومة الضغط بقسمة متوسط مقاومة الضغط للركام غير المغسول على متوسط مقاومة الضغط للركام المغسول المقابل له بترتيب الخلط لعدد الست خلطات المختبرة.
- يعتبر متوسط النسب الثلاث لمقاومة الضغط هو المقاومة النسبية للركام الصغير المختبر.

٢-١٤-٩ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩-١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.

المواصفات القياسية المصرية ٣٧٣- ١٩٩١ الأسمنت البورتلاندى العادى وسريع التصلد.

المواصفات القياسية المصرية ٢٤٢١ - ٩٣ . الجزء الثالث. اختبار مقاومة الأسمنت للضغط.

المواصفات القياسية الأمريكية لاختبار المواد

اختبار تعيين تأثير الشوائب العضوية فى الركام الصغير على مقاومة المونة للضغط (ASTM C87-83)

اختبار تعيين النسبة المئوية للامتصاص (اختبار رقم ٢-٣ من اختبارات الركام)

اختبار تعيين تواجد الشوائب العضوية بالركام الصغير (اختبار رقم ٢-٢١ من اختبارات الركام)

اختبار تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت (اختبار رقم ١-١٥من اختبارات الأسمنت)

٢-١٥ اختبار تعيين الانكماش بالجفاف للركام فى الخرسانة

TESTING DRYING SHRINKAGE OF AGGREGATE IN CONCRETE

٢-١٥-١عـــام

يخـتص هـذا الاختبار بتعيين الانكماش بالجفاف للركام المستخدم فى صناعة الخرسانة. يجـرى هـذا الاختبار للركام الخليط بشرط ألا يزيد المقاس الاعتبارى الأكبر للركام الكبير عن ٢٠ مـم و ذلك باستخدام منشورات من الخرسانة مصنعة من الركام الكبير و الركام الصغير أو الركام الكبير أو الصغير فقط المراد اختباره.

٢-١٥-٢ الهدف

يهـدف هـذا الاختـبار إلى قياس الانكماش بالجفاف الحادث بالخرسانة المصنعة بالركام المـراد اختـباره. و يمكن إجراء هذا الاختبار لقياس الانكماش بالجفاف للركام الكبير أو الركام الصغير.

٢-١٥-٣ تعريفات

يمكن أن يعبر عن الانكماش بمقدار التغير البعدى الحادث لطول معين من عينة الاختبار.

٢-١٥-٤ الأجهزة

- مقسم للعينة بحجم مناسب للمقاس الاعتبارى الأكبر للركام المستخدم، أو جاروف مسطح مع سطح أفقى صلد أو وعاء معدنى مسطح للاستخدام فى تقسيم العينة بطريقة التقسيم الربعى.
- مناخل قياسية ذات مقاسات مناسبة لمقاس الركام المختبر.
- ميزان ذو سعة بحد أدنى ٥ كجم به مقياس مقسم حتى حساسية ١ جم و لا تتعدى نسبة الخطأ به ٢ جم.
- مجموعـة قوالب مناسبة لصب ٣ عينات منشورية الشكل من الخرسانة بأبعاد ٢٠٠ ± ٢ مم × ٥٠ ± ٢ مـم × ٥٠ ± ٢ مـم مـع نصف كرتين بقطر ٨ مم مثبتتين بأمان فى منتصف السطحين الداخليين عند نهايتى القالب بالسطح ٥٠ مم × ٥٠ مم.
- منضدة اهتزاز.
- جهاز قياس استطالة كما ورد فى اختبار (١-٢٠).

– فرن مزود بتهوية جيدة، بة ثرموستات للتحكم فى درجة الحرارة عند ٥٠ ± ٢ درجة مئوية.

– وعـــاء تجفيف ذو سعة مناسبة ليحتوى ثلاثة منشورات خرسانية بأبعاد ٢٠٠ مم × ٥٠ مم × ٥٠ مم يحتوى على سيليكا جيل غير مهدرتة كمجفف.

٢-١٥-٥ العينات

١ – المواد

– أسمنت بورتلاندى عادى يحقق متطلبات المواصفات المصرية.

– ماء صالح للشرب.

– كرات من الصلب بقطر ٦ مم.

٢– تجهيز الركام المختبر

– يـــتم تقليل كمية العينات المعملية للركام الكبير و الركام الصغير حتى نصل الى كميات الركام الجافة التالية:

١٦٠٠ جم من الركام المار من منخل ٢٠ مم و المحجوز على منخل ١٠ مم

٨٠٠ جم من الركام المار من منخل ١٠ مم و المحجوز على منخل ٥ مم

١٣٠٠ جم من الركام الصغير.

– يـــتم وضع الكميات السابقة على اناء مسطح ثم تجفف بفرن درجة حرارتة ٥٠ درجة مئوية لمدة ١٦ ساعة على الأقل.

– نســـتبعد أى حبات ركام كبير تحجز على منخل ٢٠ مم أو تمر من منخل ٥ مم، كذلك نستبعد أى حبات ركام صغير تحجز على منخل ٥ مم.

٣ – تجهيز عينات الأختبار

أ– نسب الخلط

يتم صب ثلاثة منشورات من الخرسانة باستخدام كميات الأسمنت و الركام و الماء الكافية لصناعة المنشورات الثلاثة كما يلى:

٥٥٠ ± ٥ جم أسمنت بورتلاندى عادى

١٤٦٦ ± ٥ جم ركام كبير (مار من منخل ٢٠مم ومحجوز على منخل ١٠مم)

٧٣٤ ± ٥ جم ركام كبير (مار من منخل ١مم ومحجوز على منخل ٥ مم)

١١٠٠ ± ٥ جم ركام صغير (مار من منخل ٥ مم)

٣٣٠ ± ٥ جم ماء.

ب – الخلط

– يـتم خلـط المواد على سطح غير منفذ للماء و ذلك بخلط الأسمنت و الركام الصغير الجاف لمـدة دقـيقة واحدة باستخدام المسطرين. ثم يضاف الركام الكبير و يتم خلطهم على الناشف حـتى يصـبح الخلـيط متجانسـاً. يضـاف الماء و تتم إعادة الخلط لمدة ٣ دقائق باستخدام المسطرين.

– يتم نقل الخرسانة و صبها فى القوالب ثم يتم دمكها ميكانيكيا باستخدام منضدة الاهتزاز.

– بانتهاء دمك الخرسانة يتم تسوية السطح باستخدام المسطرين.

جـ – المعالجة

– بمجـرد انـتهاء الدمـك تغطى المنشورات بألواح مستوية غير منفذة (مثل المطاط – البولى إثيلين – الحديد). تترك المنشورات فى هذه الحالة لمدة ٢٤ ± ٢ ساعة عند درجة حرارة ٢٠ ± ٥ درجة مئوية.

– بعـد مـرور ٢٤ ± ٢ سـاعة تـرقم المنشـورات للتمييز و يحدد السطح العلوى لكل منها (المعرض للهواء أثناء الصب).

– يـتم فـك القوالـب و تستخرج العينات و تثبت الكرات الصلب ذات القطر ٦ مم فى الأماكن الخاصة بها عند نهايتى المنشورات.

– يـتم وضع خيش مبلل بالماء فوق المنشورات و تغطى بلوح من البولى إثيلين لمدة ٢٤ ± ٢ ساعة عند درجة حرارة ٢٠ ± ٥ درجة مئوية، ثم يتم تنظيف سطح الكمرات.

٢-١٥- ٦ خطوات الاختبار

١- يتم قياس كل منشور باستخدام جهاز قياس الاستطالة بوضع المنشور متجها لأعلى (السطح المحدد سابقا) بالإطار ونحصل على أقل قراءة لأقرب قسم و ذلك أثناء لف المنشور ببطء. قـبل و بعـد كل قياس يتم التأكد من طول الجهاز بالنسبة لطول قضيب الإنفار و إذا كان الفـرق فـى تلك القراءات أكثر من ٠,٠٠٢ مم يتم قياس المنشورات. يسجل الفرق المقاس فى الطول بين المنشور و قضيب الإنفار لأقرب ٠,٠٠٢ مم.

٢- خـلال ٤٨ ± ٢ ساعة من نهاية الدمك للمنشورات يتم غمرها فى الماء عند درجة حرارة ٢٠± ٥ درجة مئوية لمدة ٥ أيام ± ٤ ساعات. ثم تستخرج المنشورات من الماء و تنظف الكـرات باسـتخدام قطعة قماش جافة و نظيفة و يتم قياس المسافة بين نهايتى الكرتين و لتكـن (L) وذلك قبل وضعها بالفرن عند درجة حرارة ١٠٥ ± ٢ درجة مئوية و نتأكد من أن المنشورات معرضة من جميع جوانبها للهواء.

٣- بعـد ٣ أيـام ± ٤ ساعات نستخرج المنشورات من الفرن و نتركها حتى تبرد حتى تصل درجـة حرارتها إلى ٢٠ ± درجة مئوية ثم يقاس الطول (L_1) لكل منشور كما سبق(شكل رقم ٢-١٥-١).

٤- بعد قياس الطول (L_1) يتم قياس طول المنشور المجاور للكرات لأقرب مليمتر و يتم أخذها كالطول الجاف للعينة (L_2) (شكل رقم ٢-١٥-١).

٢-١٥-٧ الاحتياطات

- يجب تجفيف الركام المستخدم فى هذا الاختبار قبل الاستخدام.
- يعد هذا الاختبار مناسباً للركام ذى مقاس أقل من ٢٠ مم.
- تجرى جميع القياسات عند درجة حرارة ٢٠ ± ١ درجة مئوية.

٢-١٥-٨ النتائج

يتم حساب النسبة المئوية للانكماش بالجفاف (S)

$$S = 100 \times (L_1 - L) / L_2$$

حيث :

S : النسبة المئوية للانكماش بالجفاف (%)

L : القيمة المقاسة للعينة المبتلة (مم)

L_1 : القيمة المقاسة للعينة الجافة (مم)

L_2: طول المنشور الجاف (مم)

و يتم حساب متوسط النتائج للمنشورات الثلاث و يسجل الناتج لأقرب ٠,٠٠١%.

٢-١٥-٩ حدود القبول أو الرفض

على أساس الانكماش بالجفاف المعين باستخدام الإجراءات السابقة يتم تصنيف الركام كما يلى:

- الركام الذى يحقق انكماش بالجفاف حتى ٠,٠٧٥% يصنف كركام (أ)
- الركام الذى يحقق انكماش بالجفاف يتعدى ٠,٠٧٥% يصنف كركام (ب)
- استخدامات الركام حسب التصنيف السابق مبين بجدول رقم (٢-١٥-١)
- الفترات الدورية التى يجب على أساسها اجراء اختبار الانكماش على عينات الركام مبينة بجدول رقم (٢-١٥-٢).

٢-١٥-١٠ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير المعلومات التالية:

- الانكماش بالجفاف للركام.
- مصدر و نوع و أحجام الركام الموردة لهذا الاختبار.
- مصدر و نوع و أحجام الركام المستخدم (إذا تم استخدامه) كركام مكمل لمواد الخلطة الخرسانية و ذلك عند اختبار الركام الكبير فقط أو الركام الصغير فقط.

٢-١٥-١١ المراجع

المواصفات القياسية البريطانية BS 812 : Part 120 : 1989

المواصفات القياسية البريطانية BS 812 : Part 102 : 1984

المواصفات القياسية البريطانية BS 410

BS 410 Test sieves

المواصفات القياسية البريطانية BS 1881 : Part 108 : 1983

BS 1881 – 1970 Methods of testing concrete

المواصفات القياسية البريطانية BS 593

جدول (٢ ١٥ -١) : تصنيف الركام

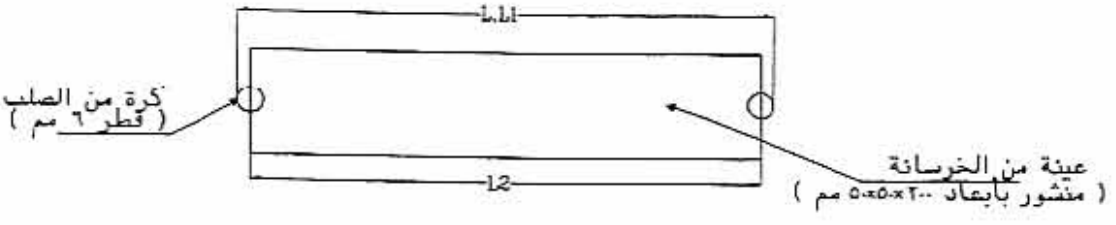
التصنيف	حدود قيم الانكماش المسموح به	الاستخدام
أ	صفر – ٠,٠٧٥ %	جميع استخدامات الخرسانة*
ب	> ٠,٠٧٥ %	– الأماكن التى لا يحدث بها أبدا الجفاف التام للخرسانة. – الخرسانة الكتلية المسوى سطحها بخرسانة الهواء المحبوس. – العناصر المتماثلة و المسلحة تسليحاً ثقيلا وغير المعرضة للجو.

* يجب مراجعة حسابات الترخيم للكمرات للتأكد من أنها غير زائدة عندما يزيد الانكماش بالجفاف للركام المستخدم بالخرسانة سابقة الاجهاد عن ٠,٠٦%.

جدول (٢-١٥-٢) : فترات الاختبار الدورية الموصى بها

حدود القيم	التكرار
صفر – ٠,٠٥ %	مرة كل ٥ سنوات بشرط عدم تغير شكل المواد المستخدمة
> ٠,٠٥ %	سنويا

* يوضح الجدول دورية الاختبار لنوعية ركام ما بناء على قيمة الإنكماش المتوسطة للنتائج السابقة



شكل رقم (٢-١٥-١) قياس الأبعاد لعينة الانكماش بالجفاف

٢-١٦ اختبار تعيين معامل التهشيم للركام الكبير

TEST METHOD FOR DETERMINATION OF COARSE AGGREGATE CRUSHING VALUE

٢-١٦-١ عـــام

يفـيد هــذا الاختــبار فى تعيين خاصية مقاومة الركام الكبير للتهشيم وهى خاصية للركام المستخدم فى الخرسانة المعرضة للتآكل.

٢-١٦-٢ الهدف

يهــدف هــذا الاختبار لتعيين مقاومة الركام الكبير للتهشيم والتى تعطى مقياساً نسبياً لمدى مقاومة الركام الكبير للتهشم تحت تأثير حمل ضغط تدريجى.

والاختــبار قــابل للتطبيق على حبيبات الركام الكبير التى تمر من المنخل القياسى ١٤ مم والمحجوزة على المنخل القياسى ١٠ مم .

هــذا الاختــبار لا يصلح للركام الذى يعطى معامل تهشيم أكبر من ٣٠ ، وفى هذه الحالة ينصح باســتخدام اختبار تعيين الحمل المســبب لنسبة ١٠% نعومــة والمبين فى الاختبار رقم (٢-١٨).

٢-١٦-٣ تعريفات

معــامل التهشيم هو النسبة المئوية المارة بالوزن من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم وذلك بعد تعريض عينة الاختبار لحمل ضغط تدريجى قدره ٤٠٠ كيلو نيوتن.

٢-١٦-٤ الأجهزة

- مكيال أسطوانى معدنى قطره الداخلى ١٢٠ مم و ارتفاعه الداخلى ١٨٠ مم ويراعى أن يكون هذا المكيال ذا صلابة كافية تمكنه من الاحتفاظ بشكله تحت ظروف الاستعمال.
- قضيب معدنى مستقيم للدمك قطاعه مستدير بقطر ١٥مم و طوله ٦٠٠ مم بطرف مدبب .
- أســطوانة من الصلب مفتوحة الطرفين لها مكبس وقاعدة من الصلب كما هو مبين بالشــكل رقــم (٢-١٦-١) وبالأبعــاد كمــا فى الجدول رقم (٢-١٦-١) ، ويجب أن يكون السطح الداخلــى للأسطوانة مشكلاً ومصلداً بالتغليف لتكون درجة صلادته أعلى من أو تساوى رقم فيكرز ٦٥٠.

- ميزان حساس لا تقل قدرته عن ٣ كجم وحساسيته عن ١جرام.
- المناخل القياسية ذات فتحات مربعة مقاسات ١٤ مم ، ١٠ مم ، ٢,٣٦ مم.
- فرن مهوى حرارته١٠٠-١١٠ درجة مئوية.
- مكـنة اختبار للضغط تعطى ضغطاً قدرة ٤٠٠ كيلو نيوتن بدقة فى حدود ± ٥٠ كيلو نيوتن ويمكن تشغيلها بمعدل منتظم فى التحميل بحيث يصل إلى الحمل الأقصى للاختبار (٤٠٠كيلو نيوتن) فى مدة ١٠ دقائق.
- مطرقة ذات رأس مطاطى برميلى.
- صينية معدنية ذات وزن معلوم بحيث تكفى ٣ كجم من الركام.
- فرشاة من السلك.

٢-١٦-٥ عينة الاختبار

تحضر عينة الركام المستخدمة فى الاختبار كما يلى :

١ -تخل كمية من الركام على المنخلين القياسيين ١٤ مم و ١٠مم على التعاقب.

٢ -يستعمل فى إجراء الاختبار الركام المار من المنخل القياسى ١٤ مم والمحجوز على المنخل القياسى ١٠مم، يملأ المكيال إلى ثلثه بالركام المذكور ويدمك بقضيب الدمك ٢٥ مرة ثم توضع كمية أخرى مماثلة من الركام وتدمك ٢٥ مرة أخرى ثم يملأ المكيال لمستوى أعلى من سطحه ويدمك ٢٥ مرة ثم يزال الركام الزائد عن سعة المكيال بتسوية سطحه بقضيب الدمك وتكون كمية الركام التى يحتويها المكيال حينئذ هى عينة الاختبار.

٣ -تجفف عينة الاختبار بوضعها فى الصينية المعدنية داخل الفرن المهوى درجة حرارته ١٠٠-١١٠ درجة مئوية لمدة أربع ساعات ثم يبرد الركام.

٤ -تجهز عينة أخرى من الركام باتباع الخطوات السابقة من ١ حتى ٣.

٢-١٦-٦ خطوات الاختبار

١- توضع الأسطوانة الصلب المفتوحة فى مكانها على القاعدة.

٢- توضع عينة الاختبار فى الأسطوانة الصلب على ثلاث دفعات متساوية تقريباً وتدمك كل دفعة ٢٥ مرة بواسطة قضيب الدمك ثم يسوى سطح الركام فى الأسطوانة ويوضع فوقها المكبس الصلب ويراعى عدم حشر المكبس فى الأسطوانة.

٣ – توضع الأسطوانة والقاعدة والمكبس فى مكنة اختبار الضغط ثم يحمل المكبس تدريجياً بمعدل منتظم حتى يصل حمل الضغط إلى ٤٠٠ كيلو نيوتن فى مدة ١٠ دقائق ثم يرفع الحمل بعد ذلك.

٤ – يفرغ الركام من الأسطوانة فى الصينية المعدنية باستخدام المطرقة المطاط والفرشاة السلك لتنظيف الأسطح الداخلية للأسطوانة وتوزن العينة لأقرب جرام وليكن وزنها (M1) ، ثم تنخل العينة على المنخل القياسى ٢,٣٦ مم ويعين وزن الركام المحجوز على المنخل والركام المار من المنخل لأقرب جرام ولتكن الأوزان (M2) و (M3) على التوالى ، إذا كان مجموع الوزنين (M2) و (M3) يختلف عن وزن العينة الكلى (M1) بأكثر من ١٠ جرام ترفض العينة ويعاد الاختبار على عينة أخرى.

٥– يعاد الاختبار على عينة أخرى من الركام باتباع الخطوات من ١حتى ٤.

٢-١٦-٧ احتياطات

– يجب مراعاة عدم فقد أى جزء من عينة الاختبار أثناء ملء الأسطوانة.

– يجب مراعاة عدم فقد أى جزء من الركام الناعم بعد الاختبار أثناء تفريغ الأسطوانة وفى أى خطوة من خطوات الاختبار.

– يجب مراعاة نخل كمية كافية من الركام على المناخل القياسية للحصول على عينة الاختبار.

– يجب مراعاة تجفيف عينة الاختبار قبل إجراء الاختبار عليها.

– يجب مراعاة دمك عينة الاختبار عند وضعها فى الأسطوانة.

– يجب مراعاة ملء الأسطوانة بعينة الاختبار على ثلاث دفعات ودمك كل دفعة ٢٥ مرة بقضيب الدمك.

– يجب العناية بتفريغ العينة من الأسطوانة بعد الاختبار.

٢-١٦-٨ النتائج

١– يحسب لكل اختبار من الاختبارين معامل التهشيم للركام الكبير (ACV) كما يلى:

$$ACV = (M3 \times 100) / M1$$

حيث أن :

ACV = معامل التهشيم للركام

M3 = وزن عينة الركام المارة من منخل ٢,٣٦ مم

M1 = وزن عينة الركام المستخدمة فى الاختبار

٢- يكون معامل التهشيم للركام الكبير المختبر هو متوسط نتيجتى الاختبارين لأقرب رقم صحيح ، على أن يكون الفرق بين النتيجتين أقل من ٧% من متوسط النتيجتين ، أما فى حالة إذا كان الفرق بين النتيجتين أكبر من ٧% من المتوسط يجب أن يعاد الاختبار مرة أخرى على عينتين جديدتين ثم يحسب متوسط الأربع نتائج إلى أقرب رقم صحيح ويكون هو معامل التهشيم للركام الكبير.

ملحوظة:

يحسب متوسط الأربع نتائج باستبعاد أكبر واصغر قيمة ويحسب متوسط النتيجتين المتبقيتين.

٢-١٦-٩ حدود القبول والرفض

الاستخدام	معامل التهشيم (%)
الركام المستعمل فى الخرسانة التى لا تتعرض أسطحها للتآكل	لا يتعدى ٣٠
الركام المستعمل فى الخرسانة التى تتعرض أسطحها للتآكل مثل ممرات المطارات والطرق	لا يتعدى ٢٥

٢-١٦-١٠ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير قيمة معامل التهشيم المتوسطة ويمكن أن يتضمن التقرير تعريفاً وتوصيفاً للعينة.

٢-١٦-١١ المراجع

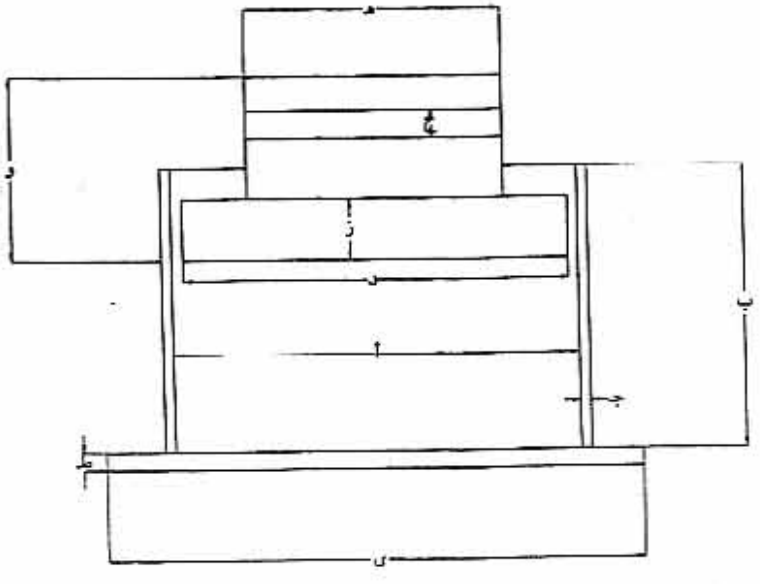
المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ – ١٩٧١ "ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية"

المواصفات القياسية البريطانية "اختبار تعيين معامل التهشيم للركام" BS 812 Part 110-1990

اختبار التحليل بالمناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢) .

جدول رقم (٢-١٦-١) الأبعاد الرئيسية للأسطوانة والقاعدة والمكبس (جميع الأبعاد بالملليمتر)

الجزء	البعد	القطر الاسمى الداخلى للأسطوانة ١٥٠ مم
الأسطوانة	القطر الداخلى (أ)	١٥٤ ± ٠,٥
	العمق الداخلى (ب)	١٢٥ إلى ١٤٠
	أقل سمك للجدار (جـ)	١٦,٠
المكبس	قطر المكبس (د)	١٥٢ ± ٠,٥
	قطر المصد (هـ)	< ٩٥ حتى ≥ (د)
	ارتفاع المكبس و المصد (و)	١٠٠ إلى ١١٥
	أقل سمك للمكبس (ز)	لا يقل عن ٢٥,٠
	قطر التقب فى المصد (ح)	٢٠ ± ٠,١
القاعدة	أقل سمك (ط)	١٠,٠
	طول ضلع القاعدة المربعة (ى)	٢٠٠ إلى ٢٣٠



شكل رقم (٢-١٦-١) الاسطوانة المعدنية والقاعدة والمكبس

٢-١٧ اختبار تعيين مقاومة الركام الكبير للبرى بجهاز لوس أنجلس

DETERMINATION OF ABRASION RESISTANCE OF COARSE AGGREGATES IN LOS ANGELES MACHINE

٢-١٧-١ عـــام

يجرى هذا الاختبار لتعيين معامل البرى للركام الكبير باستخدام جهاز لوس انجلس.

٢-١٧-٢ الهدف

يعـبر عـن مقاومة الركام الكبير للبرى بالنسبة المئوية بالوزن للفاقد بالبرى بعد تعريض الركام للبرى باستخدام جهاز لوس انجلس.

٢-١٧-٣ تعريفات

معـامل البرى هو النسبة المئوية بين الفاقد فى الوزن نتيجة البرى فى جهاز لوس انجلس والوزن الأصلى للعينة.

٢-١٧-٤ الأجهزة

١-جهاز لوس انجلس للبرى – موضح بالشكل (٢-١٧-١).

٢-المناخل القياسية مقاس ١٦ مم ومقاس ١,٧ مم.

٣-كـرات البرى من الحديد الزهر او الصلب بقطر حوالي ٤٨ مم ويتراوح وزن الكرة الواحدة بين ٣,٨٢-٤,٣٦ نيوتن.

٢-١٧-٥ العينات

- تغسـل عينة الركام الكبير (٥-١٠) كجم بالماء ثم تجفف فى فرن درجة حرارتة ١٠٥-١١٠ درجة منوية حتى يثبت الوزن.
- يفصل الركام إلى مقاسات مختلفة عن طريق النخل على المناخل الموضحـــة بجـــدول (٢-١٧-١).
- يـتم إعـادة تجمـيع عيـنة الاختبار من الركام بخلط الأوزان التى يمكن تجميعها طبقا للقيم الموضحة بجدول (٢-١٧-١).

٢-١٧-٦ خطوات الاختبار

١ – توزن عينة الاختبار بعد إعادة خلطها وليكن وزنها (W_1) ويحدد نوع تدرج هذه العينة من الجدول (٢-١٧-١).

٢ – يتم تحديد عدد كرات البري طبقا لنوع تدرج العينة من الجدول (٢-١٧-٢).

٣ – توضع العينة وكرات البري داخل مكنة لوس انجلس وتدار المكنة بسرعة ١٠-٣١ دورة في الدقيقة بحيث يكون عدد الدورات الكلية ٥٠٠ لكل من تدرجات العينة أ،ب،ج،د و ١٠٠٠ دورة لكل من تدرجات العينة ه،و،ز.

٤ – يرفع الركام من المكنة و ينخل على منخل مقاس ١٦ مم ثم ينخل المار من هذا المنخل على المنخل القياسي مقاس ١,٧ مم.

٥ – يؤخذ الركام الكلي المحجوز على المنخلين السابقين ويغسل جيدا بالماء للتخلص من المواد الناعمة الملتصقة بالسطح ثم يجفف في فرن ١٠٥-١١٠ درجة مئوية حتى ثبوت الوزن وليكن (W_2).

٢-١٧-٧ النتائج

تحسب قيمة النسبة المئوية للبرى (Ab)

$$Ab = \frac{W_1 - W_2}{W_1} x100$$

٢-١٧-٨ حدود القبول أو الرفض

يجب ألا تتعدى قيمة البري باستخدام مكنة لوس انجلس ٢٠% للزلط و ٣٠% لكسر الأحجار.

٢-١٧-٩ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير قيمة معامل البرى المتوسطة ويمكن أن يتضمن تعريفاً وتوصيفاً للعينة.

٢-١٧-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩-٧١ "ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية".

الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C535-89

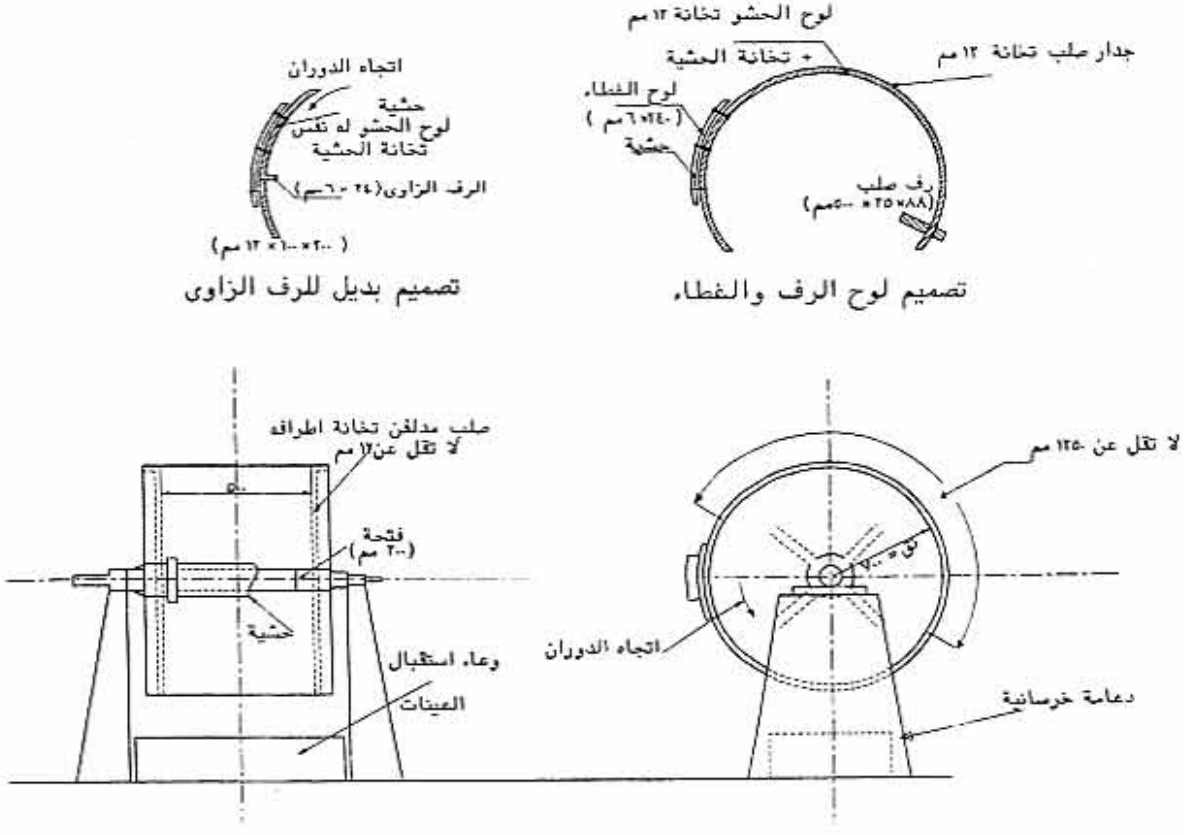
Test method for resistance to degradation for large – size coarse aggregate by abrasion and impact in the los angeles machine

جدول (٢-١٧-١) تجميع عينة الاختبار بعد النخل

فتحة المنخل		تجميع وزن عينة الاختبار تبعا لنوع التدرج (جرام)						
المار من	المحجوزعلى	أ	ب	ج	د	هـ	و	ز
٧٥,٠٠	٦٣,٠٠	—	—	—	—	١٥٠٠	—	—
٦٣,٠٠	٥٠,٠٠	—	—	—	—	١٥٠٠	—	—
٥٠,٠٠	٣٧,٥	—	—	—	—	١٥٠٠	٥٠٠٠	—
٣٧,٥	٢٥,٠٠	١٢٥٠	—	—	—	—	٥٠٠٠	٥٠٠٠
٢٥,٠٠	١٩,٠٠	١٢٥٠	—	—	—	—	—	٥٠٠٠
١٩,٠٠	١٢,٥	١١٥٠	١٥٠٠	—	—	—	—	—
١٢,٥	٩,٥	١١٥٠	١٥٠٠	—	—	—	—	—
٩,٥	٦,٣	—	—	١٥٠٠	—	—	—	—
٦,٣	٤,٧٥	—	—	١٥٠٠	—	—	—	—
٤,٧٥	٢,٣٨	—	—	—	٥٠٠٠	—	—	—

جدول (٢-١٧-٢) تحديد عدد كرات البري والوزن الكلي لها

نوع التدرج طبقا لجدول ١	عدد الكرات
ا	١٣
ب	١١
ج	٨
د	٦
هـ	١١
و	١١
ز	١١



شكل رقم (٢-١٧-١) ماكينة لوس انجلس للبرى

٢ ١٨ اختبار تعيين قيمة ١٠% ناعم للركام الكبير

TEST METHOD FOR DETERMINING THE TEN PERCENT FINES VALUE FOR COARSE AGGREGATE

٢-١٨-١ عـــام

يفـيد هذا الاختبار فى تعيين قيمة ١٠% ناعم للركام و التى تعبر عن مدى مقاومة الركام الكبـير للتهشـيم وذلـك إذا كـان معامل التهشيم لهذا الركام أكبر من ٣٠ وهى خاصية للركام المستخدم فى الخرسانة المعرضة للتآكل.

٢-١٨-٢ الهدف

يهـدف هذا الاختبار إلى تعيين قيمة ١٠% ناعم للركام و التى تعطى مقياساً نسبياً لمدى مقاومة الركام الكبير للتهشم تحت تأثير حمل ضغط تدريجى.

توجـد طريقتان للاختبار واحدة تجرى على الركام الجاف و الأخرى على الركام المشبع بالماء والطريقتان تصلحان للركام الضعيف والركام القوى ويجرى هذا الاختبار بالطريقتين على حبيبات الركام التى تمر من المنخل القياسى ١٤مم والمحجوزة على المنخل القياسى ١٠مم.

٢-١٨-٣ تعريفات

تحـدد قيمة ١٠% ناعم للركام الكبير عن طريق تهشيم عينة من الركام فى أسطوانة من الصـلب عـن طريق التأثير عليها بحمل ضغط تدريجى. وتعتمد درجة تهشم الركام على مدى مقاومـة الركام للتهشيم. وتحدد درجة التهشيم عن طريق كمية المواد الناعمة الناتجة من العينة المختـبرة. وتكرر التجربة باستخدام قيم مختلفة للحمل الأقصى المؤثر وذلك لتعيين قيمة الحمل الـذى سـوف يعطـى كمية محددة من المواد الناعمة (١٠%) الناتجة من تهشيم عينة الركام ، ويعبر عن قيمة ١٠% ناعم للركام بقيمة هذا الحمل.

٢-١٨-٤ الأجهزة

- مكيال أسطوانى معدنى قطره الداخلى ١٢٠ مم و ارتفاعه الداخلى ١٨٠ مم ويراعى أن يكون هذا المكيال ذا صلابة كافية تمكنه من الاحتفاظ بشكله تحت ظروف الاستعمال.
- قضـيب معدنـى مستقيم للدمك قطاعه مستدير بقطر ١٥مم و طوله ٦٠٠ مم بطرف مدبب مستدير.

– أسطوانة من الصلب مفتوحة الطرفين لها مكبس وقاعدة من الصلب كما هو مبين بالشكل رقم (٢-١٨-١) و بالأبعـــاد كما فى الجدول رقم (٢-١٨-١) ،ويجب أن يكون السطح الداخلى للأســـطوانة مشكلاً و مصلداً بالتغليف لتكون درجة صلادته أعلى من أو تساوى رقم فيكرز ٦٥٠.

– ميزان حساس لا تقل قدرته عن ٣ كجم و حساسيته عن ١جرام.

– المناخل القياسية ذات فتحات مربعة مقاسات ١٤ مم ، ١٠ مم ، ٢,٣٦ مم.

– فرن مهوى حرارته١٠٠-١١٠درجة مئوية.

– مكـــنة اختـــبار للضغط قادرة على أن تعطى ضغطاً قدرة ٥٠ طناً بدقة فى حدود ± ٥ طن ويمكن تشغيلها بمعدل منتظم فى التحميل بحيث يصل إلى الحمل الأقصى (٥٠ طناً) فى مدة ١٠ دقائق.

– مطرقة ذات رأس مطاطى برميلى.

– صينية معدنية ذات وزن معلوم بحيث تكفى ٣ كجم من الركام.

– فرشاة من السلك.

* بعض الأدوات التى تستخدم فى حالة اختبار عينة من الركام المشبع بالماء

– قطعة قماش أو ورق نشاف لتجفيف سطح حبيبات عينة الركام بعد الغمر فى الماء.

– سلة من السلك لا تزيد أبعاد الفتحات بين السلك عن ٦,٥ مم.

– وعاء كبير للماء بحيث يكفى أن تغمر بداخله السلة.

– مصدر ماء نظيف.

٢-١٨-٥ عينة الاختبار

تحضر عينة الركام المستخدمة فى الاختبار كما يلى :

– تنخل كمية من الركام على المنخلين القياسيين ١٤ مم و ١٠مم على التعاقب.

– يســـتعمل فى إجراء الاختبار الركام المار من المنخل القياسى ١٤ مم و المحجوز على المنخل القياسى ١٠مم، يملأ المكيال إلى ثلثه بالركام المذكور ويدمك ٢٥ مرة ثم توضع كمية أخرى مماثلـــة مـــن الركام وتدمك ٢٥ مرة أخرى ثم يملأ المكيال لمستوى أعلى من سطحه ويدمك

٢٥ مـــرة ثم يزال الركام الزائد عن سعة المكيال بتسوية سطحه بقضيب الدمك وتكون كمية الركام التى يحتويها المكيال حينئذ هى عينة الاختبار.

- تعـــاد الخطوات ١ و ٢ ثلاث مرات حيث يجب أن تكون عينة الاختبار كافية لإجراء الاختبار ثلاث مرات.
- لإجـــراء الاختبار على عينة من الركام الجاف يتم تجفيف العينة المجهزة بوضعها فى صينية معدنـــية داخل الفرن المهوى درجة حرارته ١٠٠ – ١١٠ درجة مئوية لمدة أربع ساعات ثم يبرد الركام.
- لإجراء الاختبار على عينة من الركام المشبع توضع عينة الاختبار فى السلة وتغمر فى الماء داخـــل الوعـــاء الكبير بحيث يكون سطح الماء أعلى من الطرف العلوى للسلة بمسافة لا تقل عن ٥٠ مم. وتهز السلة المحتوية على عينة الركام بحيث تسمح للهواء المحبوس بين حبيبات الركام بالخروج ، وتغمر العينة لمدة ٢٤ ساعة ± ٢ ساعة وتكون درجة حرارة الماء ٢٠ ± ٥ درجـــة مئوية، بعد الغمر تخرج العينة من الماء ويجفف سطحها بواسطة قطعة القماش أو الورق النشاف ويجرى الاختبار مباشرة بعد عملية تجفيف سطح عينة الركام.

٢-١٨-٦ خطوات الاختبار

٢-١٨-٦-١ اختبار عينة الركام الجاف

١- توضع الأسطوانة الصلب المفتوحة فى مكانها على القاعدة.

٢- توضـــع عينة الاختبار فى الأسطوانة الصلب على ثلاث دفعات متساوية تقريباً وتدمك كل دفعـــة ٢٥ مرة بواسطة قضيب الدمك ثم يسوى سطح الركام فى الأسطوانة ويوضع فوقها المكبس الصلب ويراعى عدم حشر المكبس فى الأسطوانة.

٣ – توضـــع الأســـطوانة والقاعدة والمكبس فى مكنة اختبار الضغط ثم يحمل المكبس تدريجياً بمعـــدل منتظم حتى نحصل على هبوط للمكبس داخل الأسطوانة فى زمن مقداره ١٠ دقائق ±٣٠ ثانية بالقيم التالية:

- ١٥ مم للركام المستدير أو شبه المستدير مثل الزلط الطبيعى غير المكسر.
- ٢٠ مم للركام من كسر الحجارة.
- ٢٥ مم للركام المسامى مثل ركام خبث الأفران.

ملحوظة:

- عند بداية الاختبار وفى المراحل الأولى للتأثير بالحمل فإنه يمكن أن يحدث هبوط بقيمة كبيرة للمكبس داخل الأسطوانة ، وبالتالى فإنه من الصعب المحافظة على معدل التحميل مما يتطلب تغيير معدل التحميل فى بداية الاختبار ، هذا التغيير يجب أن يكون أقل ما يمكن وبحيث يكون الزمن الكلى للتأثير بالحمل وإكمال الاختبار حتى الهبوط المطلوب قدره ١٠ دقائق ± ٣٠ ثانية.
- إذا علمت قيمة مقاومة الركام الكبير للصدم (Aggregate Impact Value AIV) فإن قيمة الحمل اللازم للحصول على ١٠% ناعم يمكن استنتاجها بواسطة المعادلة التالية :

$$\text{Test Load (kN)} = 40000 / \text{AIV}$$

حيث أن:

Test Load = حمل الاختبار (كيلو نيوتن)

AIV = قيمة مقاومة الركام الكبير للصدم

ويمكن الاستغناء عن قياس هبوط المكبس داخل الأسطوانة ، وقد وجد أن هذه الطريقة تعطى قيمة مواد ناعمة ناتجة من التهشيم فى حدود القيم المسموح بها والتى تتراوح بين ٧,٥% حتى ١٢,٥%

٤ – تسجل قيمة الحمل (f) لأقرب كيلو نيوتن المسبب لهبوط المكبس القيمة المطلوبة ثم يزال الحمل.

٥ – يفرغ الركام من الأسطوانة فى الصينية المعدنية باستخدام المطرقة المطاط والفرشاة السلك لتنظيف الأسطح الداخلية للأسطوانة وتوزن العينة لأقرب جرام وليكن وزنها (M1)، ثم تنخل العينة على المنخل القياسى ٢,٣٦ مم ويعين وزن الركام المحجوز على المنخل والركام المار من المنخل لأقرب جرام ولتكن الأوزان (M2) و (M3) على التوالى، إذا كان مجموع الوزنين (M2) و (M3) يختلف عن وزن العينة الكلى (M1) بأكثر من ١٠ جرام ترفض العينة ويعاد الاختبار على عينة أخرى.

٦ – يتم حساب النسبة المئوية للمار (P) من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم كما يلى:

$$P = 100 * M_3 / M_1 \ (\%)$$

٧ – إذا كانت النسبة المئوية للمار لا تتراوح بين ٧,٥% إلى ١٢,٥% يعاد الاختبار مرة أخرى على عينة جديدة مع تعديل قيمة الحمل الأقصى وذلك للحصول على نسبة مئوية للمار فى الحدود المطلوبة.

٨ – يعـاد الاختـبار على عينة أخرى من الركام باتباع الخطوات من ١ حتى ٧ مع مراعاة قيمة الحمل المناسب للحصول على نسبة مئوية للمار فى حدود ٧,٥% إلى ١٢,٥%.

٢-١٨-٦-٢ اختبار عينة الركام المشبع

١ – تتـبع نفس الخطوات السابقة والمتبعة فى اختبار العينة الجافة ولكن بعد تفريغ عينة الركام مـن الأسـطوانة يتم تجفيفها فى الفرن المهوى درجة حرارته ١٠٠ – ١١٠ درجة مئوية وذلك حتى الحصول على وزن ثابت للعينة أو على الأقل لمدة ١٢ ساعة.

٢ – تـترك العينة الجافة حتى تبرد ثم تتبع نفس الخطوات السابقة من خطوة ٥ حتى ٨ والمتبعة فى اختبار العينة الجافة.

ملحوظة:

– للعيـنات المشبعة لا يصلح استخدام قيمة مقاومة الركام الكبير للصدم (AIV) لاستنتاج قيمة الحمـل الاقصـى اللازم للحصول على نسبة مئوية للمار من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم فى الحدود المطلوبة.

٢-١٨-٧ الاحتياطات

– يجب مراعاة نخل كمية كافية من الركام على المناخل القياسية للحصول على عينة الاختبار.

– يجب مراعاة دمك عينة الاختبار عند وضعها فى الأسطوانة.

– يجـب مـراعاة مـلء الأسطوانة بعينة الاختبار على ثلاث دفعات ودمك كل دفعة ٢٥ مرة بقضيب الدمك.

– يجب مراعاة العناية بتفريغ العينة من الأسطوانة بعد الاختبار.

٢-١٨-٨ حساب النتائج

١– يحسـب لكل اختبار من الاختبارين قيمة الحمل (F) لأقرب كيلو نيوتن اللازم للحصول على قـيمة ١٠% نـاعم بحيث تكون النسبة المئوية للمار من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم تتراوح بين ٧,٥% إلى ١٢,٥% كما يلى:

$$F = (f \times 14) / (m + 4)$$

حيث أن:

f = الحمل الأقصى المستخدم فى الاختبار (كيلو نيوتن).

m = النسبة المئوية للمار بعد التهشيم بالحمل الاقصى من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم.

٢- يحسب متوسط قيمة الحمل (F) للاختبارين لأقرب ١٠ كيلو نيوتن إذا كانت قيمة الحمل ١٠٠ كيلو نيوتن أو أكثر ولأقرب ٥ كيلو نيوتن إذا كانت قيمة الحمل أقل من ١٠٠ كيلو نيوتن.

٣- يسجل متوسط نتيجتى الاختبارين لأقرب رقم صحيح على أنه قيمة ١٠% ناعم للركام المختبر، على أن يكون الفرق بين النتيجتين أقل من ١٠كيلو نيوتن أو ١٠% من متوسط النتيجتين ، أما فى حالة إذا كان الفرق بين النتيجتين أكبر من ١٠ كيلو نيوتن أو ١٠% من المتوسط يجب أن يعاد الاختبار مرة أخرى على عينتين جديدتين ثم يحسب متوسط الأربع نتائج لأقرب ١٠ كيلو نيوتن إذا كانت قيمة الحمل ١٠٠ كيلو نيوتن أو أكثر ولأقرب ٥ كيلو نيوتن إذا كانت قيمة الحمل أقل من ١٠٠ كيلو نيوتن.

ملحوظة:

يحسب متوسط الأربع نتائج باستبعاد أكبر واصغر قيمة ويحسب متوسط النتيجتين المتبقيتين.

٢-١٨-٩ حدود القبول والرفض

الاستخدام	قيمة ١٠% ناعم (كيلو نيوتن)
خرسانة أرضيات للاستخدام الشاق	لا تقل عن ١٥٠
خرسانة أرصفة	لا تقل عن ١٠٠
خرسانات أخرى	لا تقل عن ٥٠

٢-١٨-١٠ التقرير

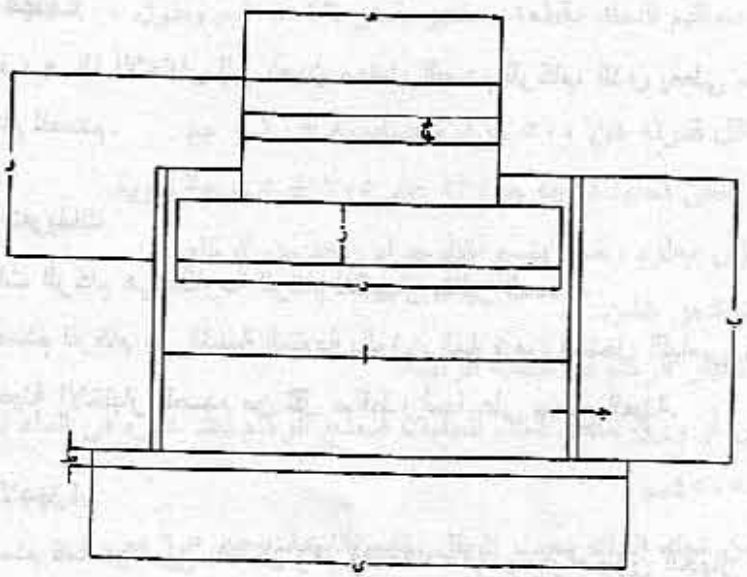
يجب أن يتضمن التقرير قيمة ١٠% ناعم للركام وحالة عينة الركام المختبرة (جافة أم مشبعة) ويمكن أن يتضمن التقرير تعريف وتوصيف العينة.

٢-١٨-١١ المراجع

- المواصفات القياسية البريطانية "اختبار تعيين الحمل المسبب لنسبة ١٠% نعومة للركام" BS 812 Part 111-1990
- اختبار التحليل بالمناخل للركام (اختبار ٢-٢) .

جدول رقم (٢-١٨-١) الأبعاد الرئيسية للاسطوانة والقاعدة والمكبس (جميع الأبعاد بالمليمتر)

الجزء	البعد	القطر الاسمى الداخلى للأسطوانة ١٥٠ مم
الأسطوانة	القطر الداخلى (أ)	١٥٤ ± ٠,٥
	العمق الداخلى (ب)	١٢٥ إلى ١٤٠
	أقل سمك للجدار (جـ)	١٦,٠
المكبس	قطر المكبس (د)	١٥٢ ± ٠,٥
	قطر المصد (هـ)	> ٩٥ حتى ≥ (د)
	ارتفاع المكبس و المصد (و)	١٠٠ إلى ١١٥
	أقل سمك للمكبس (ز)	لا يقل عن ٢٥,٠
	قطر الثقب فى المصد (ح)	٢٠ ± ٠,١
القاعدة	أقل سمك (ط)	١٠,٠
	طول ضلع القاعدة المربعة (ى)	٢٠٠ إلى ٢٣٠



شكل رقم (٢-١٨-١) الأسطوانة المعدنية والقاعدة والمكبس

٢-١٩ اختبار تعيين معامل الصدم للركام الكبير(اختبار متانة الركام)

TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF AGGREGATE IMPACT VALUE

٢-١٩-١ عـــام

- يعتـبر هذا الاختبار من الاختبارات الميكانيكية التى تجرى لتحديد متانة حبيبات الركام الكبير وهـو مـن الاختبارات الاختيارية التى تجرى فى حالة الحاجة إليها ولا ينص على إجرائها كشرط لقبول أو رفض الركام.
- تعـبر مقاومة الركام للانهيار بتأثير الصدم عن متانته. وتقاس بتحديد معامل الصدم للركام الذى يكون مقياساً نسبياً لمقاومة حبيبات الركام للصدم حيث قد تختلف مقاومة حبيبات الركام لأحمال الصدم عن مقاومتها لأحمال الضغط الإستاتيكية .
- ويمكـن إجراء الاختبار بطريقتين: فى الطريقة الأولى يكون الركام المختبر فى الحالة الجافة وفـى الثانـية يكون فى الحالة الرطبة. ولا تصلح حبيبات الركام بمقاسات أكبر من ١٤ مم لإجـراء هـذا الاختبار ولكن يجرى على الحبيبات المارة من منخل ١٤مم والمحجوزة على منخل ١٠مم.

٢-١٩-٢ الهدف

يهـدف هـذا الاختبار إلى تعيين معامل الصدم للركام، الذى يعطى مقياساً نسبياً لمقاومة حبيبات الركام للصدم.

٢-١٩-٣ تعريفات

- متانة حبيبات الركام هى مقاومة الركام للانهيار بتأثير الصدم.
- عـامل الصدم للركام هو النسبة المئوية بالوزن المارة من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم وذلك بعد تعريض عينة الاختبار للصدم من ثقل ساقط رأسيا على سطح العينة.

٢-١٩-٤ الاجهزة

- جهـاز صدم كما هو مبين بالشكل رقم (٢-١٩-١). يتراوح وزن الجهاز الكلى بين ٤٥ إلى ٦٠ كيلوجراما ويتكون مما يأتى:

- قـاعدة معدنـية مسـتديرة يتراوح وزنها بين ٢٢–٣٠ كجم ولايقل قطرها عن ٣٠٠ مم ومرتكـزة على سطح مستو لا تقل تخانته عن ٤٥٠ مم من الخرسانة العادية أو الحجارة الصلدة وذلك بكيفية تمنع جهاز الاختبار من الحركة أو الاهتزاز.
- وعاء أسطوانى من الصلب لتوضع به عينة الاختبار على أن يكون سطحه الداخلى مصلدا بحيـث يمكـن تثبيته تماما فى مركز القاعدة ورفعه بسهولة. ويكون قطر الوعاء الداخلى ١٠٢± ٠,٥ مم وارتفاعه الداخلى ٥٠ ± ٠,٢٥ مم أما سمكه فلايقل عن ٦ مم.
- تقـل مـن الصـلب يـزن مـن ١٣,٥ إلى ١٤ كجم على أن تكون نهايته السفلى مصلدة وأسـطوانية الشكل بقطر ١٠٠ ± ٠,٥ مم وطول ٥٠ ± ٠,١٥ مم وبها شطف فى الحافة السـفلية بطول ١,٥ مم على أن تنزلق المطرقة حرة بين الموجهين الرأسيين فوق الوعاء الأسطوانى السابق ذكره ومتمركزة معه.
- وسـيلة لرفع الثقل وإسقاطه إسقاطا حرا بين الموجهين من ارتفاع ٣٨٠ ±٥ مم على عينة الاختبار الموجودة بالوعاء.
- وسيلة لتثبيت الثقل عند وضع أو رفع الوعاء المحتوى على عينة الاختبار.
- المناخل القياسية ذات الفتحات ١٤ ، ١٠ ، ٢,٣٦ مم
- مكـيال أسطوانى معدنى قطره الداخلى ٧٥ + ١مم وارتفاعه الداخلى ٥٠ ± ١مم ويراعى أن يكون هذا المكيال ذا صلابة كافية تمكنه من الاحتفاظ بشكله تحت ظروف الاستعمال.
- قضـيب معدنى مستقيم للدمك مقطعه مستدير بقطر ١٦ ± ١مم وطول ٦٠٠ ± ٥ مم ونهايته مستديرة .
- ميزان حساس لاتقل قدرته عن ٥٠٠ جرام وحساسيته ± ٠,١ جم
- فرن جيد التهوية يمكن تحديد درجة حرارته عند ١٠٥ ± ٥ درجة مئوية.
- إناء معدنى ذو وزن معلوم وحجم يتسع لكيلوجرام واحد من الركام.
- فرشاه جاسئة ذات شعر خشن.
- أجهزة إضافية لاختبار الركام فى الحالة الرطبة:
- قطع من قماش أو ورق ماص للماء لتجفيف أسطح الركام بعد غمره فى الماء بمقاس لايقل عن ٧٥٠مم ×٤٥٠مم
- سلة أو أكثر من شبك السلك بحيث لا يقل مقاس الفتحات عن ٦,٥ مم .
- وعاء محكم ضد نفاذية الماء يمكن غمر السلة (أو السلال) به.
- كمية من ماء الشرب.

٢-١٩-٥ العينات

تحضـــر عيـــنة الركام طبقا لطريقة الاختبار رقم (٢-١) وذلك حتى تنتج عينة ركام كلية ذات وزن يكفـــى لثلاث عينات تتراوح مقاسات حبيباتها بين ١٤مم و ١٠مم. ويمكن الاسترشاد بالجدول رقم (٢-١٩-١) .

٢-١٩-٥-١ عينات الاختبار فى الحالة الجافة

- ينخل الركام الجاف على المنخلين القياسيين مقاسى ١٤مم و١٠مم للتخلص من مقاسات الركام الأكـــبر والأصغر من المقاسات المطلوبة. ثم تقسم الكمية الناتجة ثلاثة أقسام للحصول على ثلاث عينات اختبار بأوزان مناسبة لملء المكيال المعدنى المذكور فى البند رقم (٢-١٩-٤) وبالطريقة المشروحة فى الخطوة التالية.
- تجفـــف عينات الاختبار بالتسخين حتى درجة حرارة ١٠٥ ± ٥ درجة مئوية لمدة لاتزيد عن ٤ ساعات، ثم تبرد العينات فى درجة حرارة الغرفة قبل إجراء الاختبار.
- يملأ المكيال المعدنى بركام عينة الاختبار بواسطة مغرفة حتى يفيض. يدمك الركام ٢٥ دمكة بالطـــرف المســـتدير من قضيب الدمك بحيث يسقط قضيب الدمك كل مرة من ارتفاع حوالى ٥٠ مـــم فوق سطح الركام وبحيث تكون الدمكات موزعة بالتساوى فوق سطح الركام. يزال الـــركام الزائد ويسوى السطح جيدا. يسجل الوزن الصافى للركام فى المكيال ويستخدم نفس هذا الوزن للعينة الثانية.

٢-١٩-٥-٢ عينات الاختبار فى الحالة الرطبة

- تجهز عينة الاختبار الكلية باستخدام الطريقة الموضحة بالبند رقم (٢-١٩-٥) ولكن بحالتها المـــوردة بها وليست بالحالة الجافة. ثم تقسم وتوضع كل عينة فى سلة من السلك و تغمر فى وعـــاء محكـــم بـــه ماء . يدمك الركام وهو مغمور فى الماء ٢٥ دمكة بمعدل مرة كل ثانية ويظـــل مغمـــورا لمدة ٢٤ ± ٢ ساعة مع الاحتفاظ بدرجة حرارة الماء عند ٢٠ ± ٥ درجة مئوية.
- تـــرفع السلة من الماء وتزال منها عينة الركام ويجفف سطح حبيبات الركام ثم يجرى الاختبار مباشرة كما هو موضح بالبند رقم(٢-١٩-٦) .

٢-١٩-٦ خطوات الاختبار

٢-١٩-٦-١ اختبار العينات فى الحالة الجافة

١ – توضع مكنة الصدم على القاعدة بحيث يكون موجها الثقل الساقط رأسيين. يثبت الوعاء فى مكانـــه على قاعدة جهاز الاختبار وتوضع به عينة الاختبار وتدمك ٢٥ مرة بقضيب الدمك. يـــرفع الـــثقل بحيث تكون المسافة بين سطحه السفلى والسطح العلوى للركام الموجود فى الوعـــاء ٣٨٠±٥ مـــم ثـــم يترك ليسقط حرا تحت تأثير وزنه على الركام وتكرر عملية الصـــدم المذكور بحيث يكون العدد الكلى للصدمات خمس عشر مرة على ألا تقل الفترة بين كل صدمة وأخرى عن ثانية.

٢ – يـــرفع الوعـــاء ويفـــرغ الركام بالطرق بواسطة مطرقة مطاط وتفرغ الحبيبات الملتصقة بالوعـــاء والمطـــرقة بواســـطة الفرشـــاة ذات الشعر الخشن فى إناء معدنى. يوزن الإناء والركام ويحدد وزن الركام وليكن " M_1 " لأقرب ٠,١ جم.

٣ – تنخل العينة على المنخل القياسى ٢,٣٦ مم ثم يعين وزن الركام المار من والمحجوز على هذا المنخل لأقرب ٠,١ جم. وليكن وزنه " M_2 " و "M_3" على التوالى وإذا كان مجموع الـــوزن المار والوزن المحجوز " M_2+M_3" يختلف عن الوزن الكلى لعينة الركام " M_1 " بأكثر من ١ جم فتلغى هذه النتيجة ويكرر الاختبار بعينة أخرى.

٢-١٩-٦-٢ اختبار العينات فى الحالة الرطبة

١ – تتـــبع نفس الإجراءات المبينة فى البند رقم (٢-١٩-٦) إلا أن العدد الكلى للصدمات التى تعـــرض لها عينة الركام يكون هو العدد اللازم لإنتاج ما بين ٥-٢٠% من المواد الناعمة تحسب بالطريقة المذكورة فى البند رقم (٢-١٩-٩) .

٢ – تـــزال عيـــنة الـــركام المهشمة من الوعاء وتجفف فى فرن حتى درجة حرارة ١٠٥ ± ٥ درجـــة مـــئوية وحـــتى يثبـــت وزنها أو لمدة لا تقل عن ١٢ ساعة. تبرد العينات ثم توزن لأقرب جـــــرام وليكن وزنها " M_1 " . تســـتكمل الخطوات كما هو مبين بالبند رقـــم (٢-١٩-٦) وذلك بداية من نخل العينة على منخل ٢,٣٦ مم .

٢-١٩-٧ احتياطات

– يجب مراعاة عدم فقد أى جزء من عينة الاختبار أثناء إجراء الاختبار.

– يجب التأكد من نظافة المناخل المستخدمة وسلامة فتحاتها.

٢-١٩-٨ النتائج

- الركام فى الحالة الجافة

تحسب قيمة معامل الصدم كنسبة مئوية ولأول رقم عشرى لعينات الاختبار من المعادلة الآتية:

$$AIV = \frac{M_2}{M_1} * 100$$

حيث:

AIV = معامل الصدم للركام

M_1 = وزن العينة (جم)

M_2 = وزن الركام المار من منخل ٢,٣٦ مم (جم)

- الركام فى الحالة الرطبة

يحسب وزن المواد الناعمةm كنسبة مئوية من الوزن الكلى لكل عينة اختبار من المعادلة الآتية:

$$m = \frac{M_2}{M_1} * 100$$

حيث:

M_1 = وزن العينة الجافة (جم)

M_2 = وزن الركام الجاف المار من منخل ٢,٣٦ مم (جم)

تحسب قيمة معامل الصدم كنسبة مئوية ولأول رقم عشرى لعينات الاختبار من المعادلة الآتية:

$$AIV = \frac{15m}{n}$$

حيث:

n عدد الصدمات التى تعرضت لها العينة.

- يحسب متوسط نتيجتى اختبارين، لأقرب رقم صحيح، ليعبر عن قيمة معامل الصدم للركام المختبر إلا إذا كانت نتيجة الاختبارات الفردية تختلف بأكثر من ١٥% من القيمة المتوسطة. فى هذه الحالة يعاد الاختبار على عينتين أخريين ويؤخذ متوسط الأربع نتائج لأقرب رقم

صحيح كمعامل الصدم للركام المختبر. وفى حالة الركام الرطب يجب الإشارة إلى عدد الصدمات التى تعرضت لها العينة.

ملحوظة:

يحسب متوسط الأربع نتائج بشطب أعلى نتيجة وأقل نتيجة وأخذ متوسط النتيجتين المتبقيتين.

٢-١٩-٩ حدود القبول والرفض

- لاتتعدى قيمة معامل الصدم للركام الكبير ٤٥ % بالوزن وذلك كركام مستخدم فى الخرسانة التى لا تتعرض أسطحها للتآكل
- لاتتعدى قيمة معامل الصدم للركام الكبير ٣٠ % وذلك كركام مستخدم فى الخرسانة التى تتعرض أسطحها للتآكل مثل ممرات المطارات والطرق.

٢-١٩-١٠ التقرير

- يجب أن يتضمن التقرير قيمة معامل الصدم للركام وحالة عينة الركام المختبرة (جافة أم مشبعة) ويمكن أن يتضمن التقرير تعريف وتوصيف العينة.

٢-١٩-١١ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ – ١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.

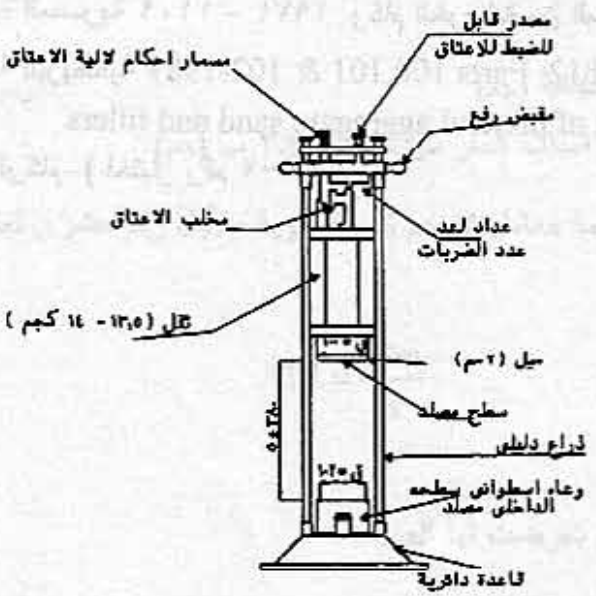
المواصفات القياسية البريطانية BS 812: Parts 100,101 & 102-1989

Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers

طرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ٢-١)

الجدول رقم (٢-١٩-١) دليل استرشادى لأقل وزن لعينة الاختبار الكلية اللازمة للحصول على الوزن المناسب لعينات الركام لاختبار تحديد عامل الصدم.

مقاس الركام (مم)	أقل وزن لعينة الاختبار الكلية (كجم)*
ركام شامل مقاس اعتبارى أكبر ٤٠	٢٠
ركام شامل مقاس اعتبارى أكبر ٢٠	١٥
ركام مدرج من ٤٠ الى ٥	١٢
ركام مدرج من ٢٠ الى ٥	٨
ركام مدرج من ١٤ الى ٥	٥
* ركام ذو كثافة عادية	



الشكل رقم (٢-١٩-١) – مكنة اختبار الصدم للركام

٢-٢٠ اختبار تعيين درجة التآكل بالاحتكاك للركام الصغير

TEST METHOD FOR DEGRADATION OF FINE AGGREGATE DUE TO ATTRITION

٢-٢٠-١ عـــام

- تصـف طـريقة الاختـبار خطوات تعيين درجة التآكل بالاحتكاك للركام الصغير نتيجة خلط الخرسانة فى الخلاطات الميكانيكية أو عند تقليب الخرسانة فى سيارات نقل الخرسانة.
- يـتلخص الاختبار فى تعريض عينة من الركام الصغير ذات تدرج محدد إلى تقليب قوى تحت المـاء بواسطة دافعة تدار بسرعة عالية . ويقاس التآكل الحادث بالركام الصغير بالنقص فى معايير النعومة والزيادة فى كمية المواد الناعمة (المواد التى يقل مقاسها عن ٠,٠٧٥مم).

٢-٢٠-٢ الهدف

- تمـيل بعض أنواع الركام الصغير (والتى قد تفى باشتراطات المواصفات القياسية للركام) إلى الـتآكل نتـيجة الاحتكاك فى خلاطات الخرسانة مما يؤثر على متطلبات ماء الخلط والهواء المحبوس والقوام . ويفيد هذا الاختبار فى بيان مدى قابلية الركام الصغير للتآكل.
- يمكـن استخدام هذا الاختبار كطريقة ابتدائية لتقييم حالة الركام وبيان مدى الحاجة إلى إجراء اختـبارات أخـرى مـثل التقيـيم البتروجرافى أو اختبار مونة مستخدم بها الركام الصغير المشكوك فيه.
- يعتـبر هـذا الاختـبار ذا فائدة فى مقارنة نتائج مواد غير معلومة المصدر أو ليس لها سابق تجربة عند استخدامها مع الخرسانة مع نتائج مواد تم استخدامها بنجاح فى إنتاج الخرسانة

٢-٢٠-٣ الأجهزة

- مناخل مقاسات ٠,٠٧٥مم، ٠,١٥مم، ٠,٣٠مم، ٠,٦٠مم، ١,١٨مم، ٢,٣٦مم ،٤,٧٥مم، ١٠مم.
- ميزان له حساسية ٠,١جرام أو ٠,١% من الحمل أيهما أكبر.
- فرن بمقاس مناسب يمكنه الحفاظ على درجة الحرارة ١١٠±٥ درجة مئوية
- جهـاز الـتآكل: ويتكون كما هو موضح فى شكلى رقم (٢-٢٠-١) ،(٢-٢٠-٢) من وعاء ثمـانى الشـكل من صلب لا يصدأ بارتفاع ١٤٠ مم وعرض لايقل عن ١١٠ مم. كما يزود الوعاء بغطاء محكم به فتحة لعمود الإدارة . والجهاز مزود بعمود إدارة رأسى بقطر ١٩ مم بحيـث يمكـن خفضه داخل الوعاء إلى أن يصل إلى الوضع المطلوب. ومركب على عمود الإدارة ثـلاث مجموعات أفقية يتكون كل منها من ستة أنصال من الصلب الذى لايصدأ كما

هو موضح بشكلى (٢-٢٠-١ ، ٢٠) (ملحوظة: يدار عمود الإدارة بمجموعة الأتصال المركبة عليه أثناء الاختبار بمعدل ٨٥٠ لفة/دقيقة).

- جهـاز الإدارة : موتـور كهربائى أو منقاب مناسب لإدارة الدافعة (عمود الإدارة ومجموعة الأتصال المركبة عليه) داخل الوعاء فى اتجاه عقارب الساعة كما هو موضح فى الشكل (٢-٢٠-١) ، علـى أن يكـون الموتـور قادراً على إدارة الدافعة بمعدل ١٥٠ لفة/الدقيقة مع وجود العينة والماء داخل الوعاء.

٢-٢٠-٤ العينات

- تحضر عينة الاختبار بتجزئة العينة الكلية طبقا لطرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ٢-١)
- تحضـر على الأقل عينتا اختبار وزن كل منها ٥٠٠ ± ٥ جرام بحيث تكون ذات تدرج محدد مسبقا . ويبين جدول رقم (٢-٢٠-١) خمسة تدرجات مختلفة يمكن استخدامها لهذا الغرض.
- عـند تجهيز عينات الاختبار لتماثل واحدا من التدرجات المبينة بجدول رقم (٢-٢٠-١) تزال المواد الناعمة بالغسيل طبقا لاختبار تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة بالركام بطريقة الوزن (اختـبار ٢-١١) ثم تجفف العينة وتفصل إلى مقاسات مختلفة باستخدام المناخل طبقا لاختبار التحلـيل بالمـناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢) ثم يعاد خلط المقاسات المختلفة للحصول على التدرج المطلوب.
- عـند إجـراء الاختبار على أحد التدرجات القياسية الواردة بجدول رقم (٢-٢٠-١) يستخدم أقـرب تـدرج يشـابه تـدرج الركام الأصلى المورد وعند مقارنة أنواع مختلفة من الركام الصغير يجب استخدام نفس التدرج القياسى لكل العينات.

٢-٢٠-٥ خطوات الاختبار

١- توزن عينة الركام الصغير الجاف ويعين الوزن الجاف لأقرب ٠,١ جرام.

٢- يوضـع وعاء جهاز التآكل والدافعة بداخله على قاعدة المنقاب ويضبط مكان إيقاف المنقاب فـى الاتجـاه الرأسـى بحيث تبعد نهاية الرافعة مسافة (٣±١مم) عن قاعدة الوعاء كما هو موضـح بشكل رقم (٢-٢٠-١) على أن تجرى تلك التجهيزات قبل كل اختبار وقبل وضع العينة داخل الوعاء.

٣- تـرفع الدافعـة من الوعاء وتوضع العينة فى وعاء جهاز التآكل باستخدام قمع على أن يتم التحقق من أن جميع أجزاء العينة قد وضعت بالوعاء (تستخدم فرشاة لإزالة الحبيبات العالقة بـالقمع ووضـعها بوعاء جهاز التآكل) ثم يضاف ١٧٥ ± ٥ جرام ماء وتوضع الدافعة فى الوعاء فى مكانها ثم يوضع الغطاء بإحكام لتجنب فقد أى جزء من الركام أو الماء.

٣- يدار الموتور الكهربى لمدة ٦ ± ١٠/١ دقيقة إذا كان معدل دورانه ٨٥٠ لفة /دقيقة أو حتى تكتمل عدد اللفات ٥١٠٠ ± ٨٥ لفه.

٤- يرفع وعاء جهاز التآكل بالدافعة والغطاء من قاعدة المثقاب وتوضع جميع الأجزاء فى وعاء غسيل حيث يتم غسيل العينة وفصلها عن أجزاء جهاز التآكل باستخدام أقل كمية ممكنة من الماء مع تجنب فقدان أى جزء من العينة.

٥- تترك العينة لتترسب حتى يصبح ماء الغسيل رائقا ثم يصب أكبر قدر ممكن من هذا الماء بشرط تجنب فقد أى جزء من العينة.

٦- تجفف العينة حتى يثبت الوزن ويسجل الوزن الجاف . إذا كان الفقد فى وزن العينة ٣ جرام أو أقل فيتم استكمال باقى خطوات الاختبار كما هو موضح بالخطوات من ٧ إلى ٩ أما إذا زاد الفقد فى الوزن عن ٣ جرام فإن الاختبار يعتبر غير صالح ويجب إعادته من البداية.

٧- تعين نسبة المواد الناعمة بطريقة الوزن (اختبار ٢-١١) على العينة التى تم تعرضها للتآكل ثم يجرى اختبار التحليل بالمناخل (اختبار ٢-٢) على الجزء المتبقى.

٨- يجرى الاختبار مرة أخرى على العينة الثانية.

٩- توزن الرافعة بعد الاختبار ويسجل الوزن للكشف عن أى فرق يحدث فى وزن الرافعة مع الوقت.

٢-٢٠-٦ حدود القبول أو الرفض

لاتوجد حدود قبول أو رفض لهذا الاختبار ولكن يمكن استخدام نتائج هذا الاختبار كطريقة ابتدائية لتقييم حالة الركام وبيان مدى الحاجة إلى إجراء اختبارات أخرى مثل الفحص البتروجرافى أو اختبار مونة مستخدم بها الركام الصغير المشكوك فيه. كما يمكن استخدام نتائج هذا الاختبار فى مقارنة نتائج مواد غير معلومة المصدر أو ليس لها سابق تجربة عند استخدامها مع الخرسانة مع نتائج مواد تم استخدامها بنجاح فى انتاج الخرسانة

٢-٢٠-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية

١ – المعلومات

- اسم معمل الاختبار وعنوانه
- اسم العميل
- تاريخ ورود العينة
- تاريخ إجراء الاختبار

- المواصفات القياسية المتبعة
- توصيف العينة
- طريقة وظروف حفظ العينات
- حدود القبول أو الرفض طبقا للمواصفات المتبعة
- توقيعات المسئولين عن إجراء الاختبار وإعداد التقرير واعتماده (الفنى–المهندس–المدير)

٢ – النتائج

- التدرج الحبيبى للركام بحالته عند التوريد
- التدرج الحبيبى للركام المستخدم فى الاختبار (من جدول رقم ٢–٢٠–١ أو حسب ما يتم تحديده).
- التدرج الحبيبى بعد التآكل بالاحتكاك
- نسبة المواد الناعمة التى تمر من منخل ٠,٠٧٥ مم بعد الاختبار.
- معاير النعومة قبل وبعد التآكل بالاحتكاك
- وزن الرافعة بعد الاختبار

٢–٢٠–٨ المراجع

ASTM C1137-90 " Standard Test to Attrition"

مواصفات الجمعية الامريكية لاختبار المواد "طريقة الاختبار القياسى لتعيين درجة التآكل بالاحتكاك للركام الصغير" (ASTM C1137-90)

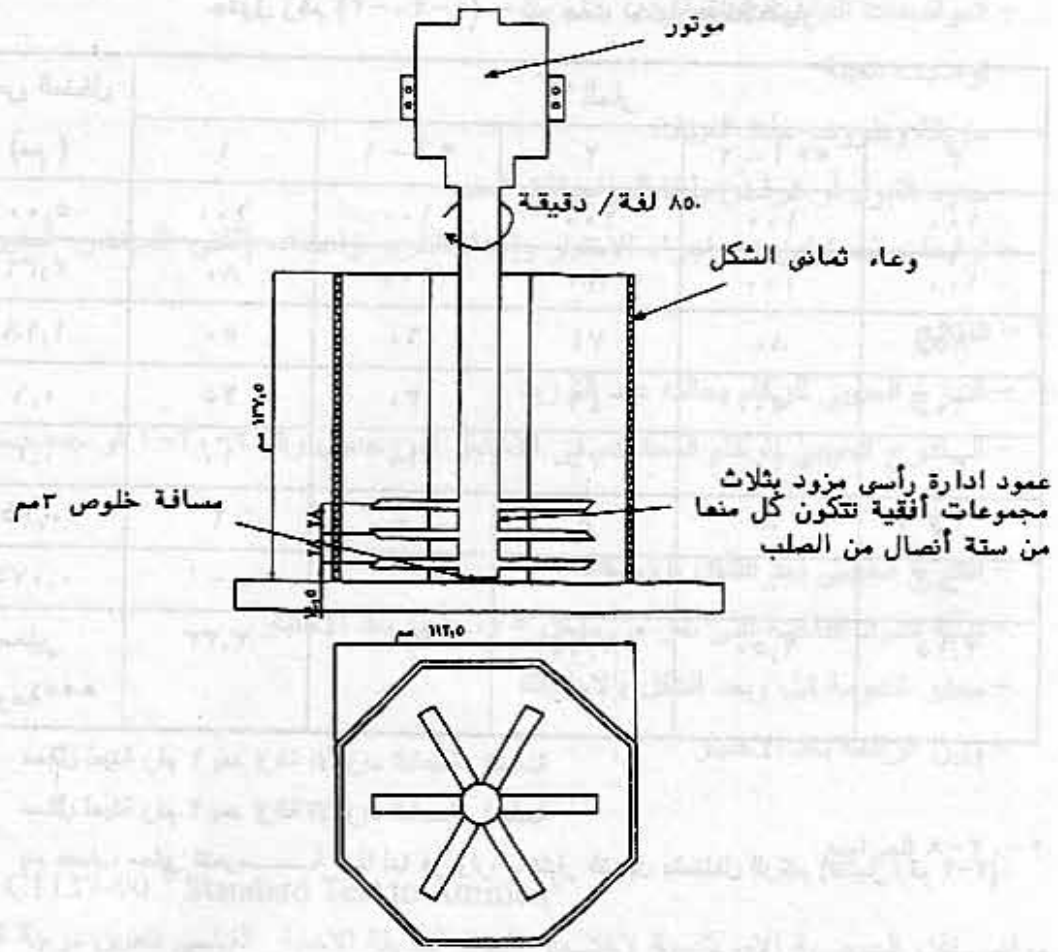
جدول رقم (٢-٢٠-١) – تدرجات اختيارية للاختبار

مقاس المنخل (مم)	% للمار				
	١	١ – أ •	٢	٢ – أ ••	٣
٥,٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٢,٣٦	٨٠	١٠٠	٨٨	١٠٠	١٠٠
١,١٨	٥٠	٦٠	٧٤	٨٠	٨٥
٠,٦	٢٥	٣٠	٤٩	٥٠	٦٠
٠,٣	١٠	١٠	٢٠	٢٠	٣٠
٠,١٥	٢	–	٥	–	١٠
٠,٠٧٥	–	–	–	–	–
معاير النعومة•••	٣,٣٣	٣,٠٠	٢,٦٤	٢,٥٠	٢,١٥

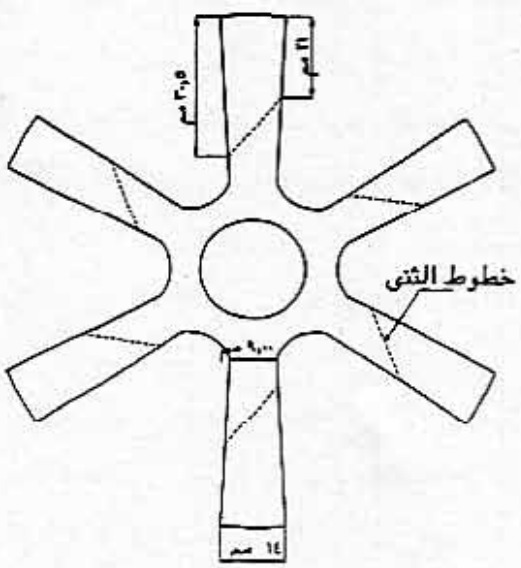
• مماثل لعينة رقم ١ بعد إزالة الأجزاء الناعمة والخشنة

•• مماثل لعينة رقم ٢ بعد إزالة الأجزاء الناعمة والخشنة

••• يتم حساب معاير النعومـــــة طبقا لما هو وارد باختبار التحليل بالمناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢)



شكل رقم (٢-٢٠-١) – جهاز التآكل



شكل رقم (٢-٢٠-٢) – تفاصيل الأنصال

٢-٢١ اختبار تعيين الشوائب العضوية للركام

DETERMINATION OF ORGANIC IMPURITIES

٢-٢١-١ عـــــام

الاختـــبار خـــاص بالإستدلال عن الشوائب العضوية بالركام الصغير المستخدم فى المونة والخرسانة .

٢-٢١-٢ الهدف

الإســـتدلال علـــى وجـــود مـــواد عضوية بالركام الناعم لتحديد ما إذا كانت توجد شوائب عضـــوية بالـــركام الصـــغير وذلك بمقارنة نتيجة الاختبار بمحلول قياسى يحتوى على نسبة من المواد العضوية فى حدود المسموح بتواجده بالركام الناعم .

٢-٢١-٣ تعريفات

الشوائب العضوية هى مواد عضوية تتواجد فى الركام من المصادر الطبيعية .

٢-٢١-٤ الأجهزة

ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .

عدد ٢ مخبار مدرج من الزجاج سعة ٢٠٠ مل .

٢-٢١-٥ العينات

تكون العينة الموردة للاختبار ممثلة للركام الصغير وتستخدم بدون تجفيف .

٢-٢١-٦ خطوات الاختبار

١- يجهز محلول ٢ ./. من حمض التانيك المذاب فى ١٠ ./. كحول إيثيلى .

٢- يجهز محلول ٣ ./. من هيدروكسيد الصوديوم .

٣- يمـــلأ المخـــبار الأول بالـــرمل الناعم المورد بدون تجفيف حتى ١٠٠ مل ثم يضاف اليه محلول ٣ ./. هيدروكسيد الصوديوم حتى يصير حجم الرمل والمحلول ١٥٠ مل ثم يغطى المخبار بغطائه الزجاجى ثم يرج جيدا.

٤- يجهـز المحلـول القياسـى بمـلء ٩٧,٥ مل من محلول حمض التانيك فى المخبار الثانى ويضـاف اليه ٢,٥ مل من محلول ٣ ./. هيدروكسيد الصوديوم ، ويغطى المخبار ثم يرج جيدا .

٢-٢١-٧ النتائج

تقـدر كمية الشوائب العضوية الموجودة بالركام الصغير بمقارنة لون المحلول فوقه بلون المحلول القياسى بعد ٢٤ ساعة .

٢-٢١-٨ حدود القبول والرفض

- إذا كان لون المخبار المحتوى على الرمل فاتحا عن لون المحلول القياسى يعتبر الرمل مقبولا حيث أن كمية من الشوائب العضوية به ــ إن وجدت ــ تعتبر عديمة التأثير .
- أمـا إذا كـان لون المحلول فوق الرمل قاتما عن لو ن المحلول القياسى فإن ذلك يدل على احـتواء الرمل على كمية ملحوظة من الشوائب العضوية ، وحينئذ لا يعتبر الرمل مقبولا إلا إذا أجرى عليه الاختبار (٢-١٤) لتعيين درجة الضرر على مقاومة الضغط للمونة .

٢-٢١-٩ المراجع

ASTM C40-84 Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregate for Concrete

المواصفات القياسية المصرية ١٩٧١/١١٠٩ – ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية .

٢-٢٢ تعيين محتوى الأملاح

DETERMINATION OF SALTS CONTENT

يعيـن هـذا الاختـبار الأمـلاح الضارة بالركام الكبير والصغير وتتمثل هذه الأملاح فى الكلوريدات والكبريتات .

٢-٢٢-١ محتوى الكلوريدات Chlorides (Cl^-) content

٢-٢٢-١-١ عـام

تعيـن الكلوريـدات علـى هيئة (Cl^-) بعد ذوبانه بالماء ومعايرته بمحلول عيارى من نترات الفضة .

٢-٢٢-١-٢ الهدف

تعيين نسبة الكلوريدات بالركام .

٢-٢٢-١-٣ تعريفات

الكلوريـدات علـى هيـئة (Cl^-) تمثل الكلوريدات الذائبة فى الماء المتواجدة فى الركام المصنع والركام من مصادره الطبيعية .

٢-٢٢-١-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .
- سخان كهربائى مسطح .
- فرن تجفيف .
- ماء مقطر
- زجاجيات معملية .

٢-٢٢-١-٥ العينات

تؤخذ عينة من الركام ممثلة للمستخدم فى الخرسانة ، تطحن العينة وتمر من منخل رقم ٨ (مقاس ٢,٣٦ مم) وتجفف فى فرن التجفيف عند درجة ١٠٥°م .

٢-٢٢-١-٦ خطوات الاختبار

١- يحضر محلول ٠,٥ عيارى من نترات الفضة .

٢- يؤخذ وزن من ٢ــ ٥ جم للركام الصغير ، ٢٠ ــ ٣٥ جم للركام الكبير ويضاف حوالى ١٥٠ مل ماء مقطر ويسخن لمدة ١٥ دقيقة عند درجة الغليان .

٣- يرشح المحلول وتغسل ورقة الترشيح من ٥ ــ ٦ مرات بالماء الساخن ثم يبرد الرشيح ويضاف اليه نقطتان أو ثلاث من محلول ثنائى كرومات البوتاسيوم ٥ ./. .

٤- يعاير الرشيح مع محلول نترات الفضة وتكون نقطة إنتهاء المعايرة هى النقطة التى يتحول فيها لون الرشيح من الأصفر إلى اللون الأحمر (لون كرومات الفضة) .

٢-٢٢-١-٧ النتائج :

تحسب النسبة المئوية للكلوريدات القابلة للذوبان مقدرة على هيئة (Cl^-) كالآتى:

$$Cl^- \% = \frac{V \times N \times 0.0355 \times 100}{W}$$

حيث :

$Cl'\ \%$ = النسبة المئوية للكلوريدات

V = حجم نترات الفضة (مل)

N = عيارية نترات الفضة

W = وزن العينة (جم)

٢-٢٢-١-٨ حدود القبول والرفض

لا تزيد النسبة المئوية للكلوريدات القابلة للذوبان على هيئة (cl') عن ٠,٠٤ % للركام الكبير و ٠,٠٦ % للركام الصغير.

٢-٢٢-١-٩ المراجع

المواصفات القياسيه المصريه رقم ١١٠٨/ ١٩٧١ و المعدلة ١٩٨٨- رمل مون المبانى

المواصفات القياسية الألمانية DIN 4226: part 3

BS 812: part 117/1988 Testing Aggregates , Method for Determination of Water Soluble Salts

٢-٢٢-٢ محتوى الكبريتات Sulphates (SO_3) content

٢-٢٢-٢-١ عـــام

يعيــن هذا الاختبار محتوى الكبريتات فى الركام على هيئة (SO_3) ثالث أكسيد الكبريت ، ولتعييــن الكبريتات الكلية يضاف حمض الهيدروكلوريك ليذيب الكبريتات غير القابلة للذوبان فى الماء .

٢-٢٢-٢-٢ الهدف

تعيين محتوى الكبريتات بالركام .

٢-٢٢-٢-٣ تعريفات

تعيين ثالث أكسيد الكبريت يمثل الكبريتات الكلية المترسبة على هيئة كبريتات الباريوم فى وسط حامضى

٢-٢٢-٢-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .
- سخان كهربائى مسطح .
- فرن تجفيف .
- ماء مقطر
- زجاجيات معملية .

٢-٢٢-٢-٥ العينات

تكــون العيــنات ممثلة للركام المستخدم ومطحون أو مجروش كما ورد فى تحضير العينة لاختبار محتوى الكلوريدات .

٢-٢٢-٢-٦ خطوات الاختبار

١ - يؤخذ وزن من ٢ ــ ٥جم للركام الصغير و من ٢٠ ــ ٣٠ جم للركام الكبير المجروش.

٢- يوضـــع حوالى ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز مع الركام ويسخن حتى الغليان ثـم يضاف ١٠ مل أخرى من الحمض ويبخر مرة أخرى حتى يصل حجم المحلول حوالى ٥ مل .

٣- يضـــاف حوالـــى ٥٠ مـــل من الماء المقطر ويغلى المحلول ثم يرشح مع الغسيل حوالى ٥ مرات .

٤- يضـــاف ١٠ مل من محلول مشبع ساخن من كلوريد الباريوم . يترك لمدة ساعة ثم يرشح مع الغسيل بالماء المقطر الساخن عدة مرات على ورق ترشيح عديم الرماد .

٥- يحرق الراسب فى بوتقة معلومة الوزن عند درجة حرارة ٩٠٠°م ثم يوزن بعد الحرق .

٢-٢٢-٢-٧ النتائج

$$SO_3\% = \frac{W1 \times 0.343}{W} \times 100$$

حيث:

SO3 %	= النسبة المئوية للكبريتات
W	= وزن العينة (جم)
W1	= وزن الراسب المحترق (جم)
٠,٣٤٣	= نسبة ثالث أكسيد الكبريت فى كبريتات الباريوم

٢-٢٢-١-٨ حدود القبول والرفض

يجـــب ألا تزيد النسبة المئوية للكبريتات على هيئة (SO_3) عنه ٠,٤ % لكل من الركام الصغير والركام الكبير.

٢-٢٢-٢-٩ المراجع

المواصفات القياسيه المصرية رقم ١١٠٨/ ١٩٧١ المعدلة ١٩٨٨ – رمل مون المبانى

المواصفات القياسية الألمانية DIN 4226 part 3

BS 812 : part 118/1988 Testing Aggregate , Methods for Determination of Sulphate Content

٢-٢٣ الفحص البتروجرافى لركام الخرسانة

PETROGRAPHIC EXAMINATION OF AGGREGATE FOR CONCRETE

٢-٢٣-١ عـــام

يعيـن هـذا الاختـبار المكونـات المعدنـية والنسيج الصخرى وأنواع المعادن الأساسية والمـتحولة أو المجـواة الموجـودة فى عينات الركام حيث يجب لإجراء هذا الفحص الاستعانة بـبعض الاختـبارات الأخـرى (إذا دعت الضرورة) مثل : الفحص بالأشعة السينيه المتفرقة – التحالـيل الحـرارية – الفحـص بالأشـعة تحـت الحمراء – الفحص باستخدام الميكروسكوب المستقطب .

٢-٢٣-٢ الهدف

١ – يهـدف هذا الاختبار إلى تحديد وفحص صلاحية الركام للخرسانة ، ويجرى هذا الاختبار طـبقا للمواصـفات الأمريكية رقم ASTM-C-295-1990 لعينات الركام. ويلزم لإجراء هـذا الاختـبار متخصص ذو دراية علمية وفنية عالية فى فحص المعادن وعلم الصخور وتطبيقاتها فى مجالات مواد البناء وفى مجالات الهندسة الإنشائية إذ أن هذا الاختبار يهدف إلـى تقيـيم الـركام المستخدم فى الخرسانة من ناحية صلاحيته للاستخدام بالاستعانة بكل الوسـائل والطرق والاختبارات العلمية الممكنه مثل : تحديد الخواص الطبيعية والميكانيكية والكيميائية.

٢ – أهمية الاختبار البتروجرافى واستخداماته

يجب أن يحدد اختبار الفحص البتروجرافى الآتى :

- إحـتواء الـركام على معادن غير ثابتة كيميائيا مثل المعادن التى تحتوى على كبريتات قابلة للذوبان .
- إحـتواء الـركام على معادن كبريتات غير ثابته والتى قد تؤدى إلى تكوين حمض الكبريتيك الذى يؤدى بدوره إلى إنخفاض وانهيار مقاومة الخرسانة عند التعرض لدرجة حرارة عالية.
- المعادن غير الثابتة حجما مثل مجموعة الطين القابله للإنتفاش .
- وجود معادن الكوارتز وكميتها التقريبية والتى قد تتحول إلى بيتاكوارتز.

- شكل الحبيبات المكونة للركام (مكعبة – مستديرة – بيضاوية – هرمية – عمودية – مسطحة – مفلطحة – مستطيله) والتى قد تحتاج نسبة عالية من ماء الخلط وتؤدى إلى انخفاض مقاومة الخرسانة

- المكونات المعدنية الضارة والتى تؤدى إلى وجود التفاعل للركام مع قلويات الأسمنت مثل :- معدن الأوبال – الكريستوباليت – تريديميت – الصخور البركانية الزجاجية والحامضية غير المتبلوره – السليكات الزجاجية الصناعية – الأرجيليت (صخر رسوبى صلصالى) – الفلتيت – الصخور المتحوله والتى تحتوى على كوارتز مثل فيليت – شيست – نيس – جرانيت – كوارتز العروق الصخرية.

- المكونات المعدنية الضارة التى تؤدى إلى وجود التفاعل القلوى الكربوناتى للركام مع قلويات الأسمنت مثل الدولوميت الكربوناتى– الحجر الجيرى الدولوميتى – أى نسبة من معادن الطين غير القابلة للذوبان.

- يستخدم الفحص البتروجرافى الميكروسكوبى للتعرف على وجود أى بقايا حيوانية أو نباتية فى الركام – تراب الفحم – هيدروكربونات – أو اى مواد كيميائية قد تؤثر على خاصية شك الخرسانة أو تؤثر بأى شكل من الأشكال الضارة غير المرغوبة على الخرسانة .

٢-٢٣-٣ تعريفات

الفحص البتروجرافى لعينات الركام المستخدم فى الخرسانة هو تحديد المكونات المعدنية الأساسية المتحولة أو المجواة .

٢-٢٣-٤ الأجهزة المستخدمة

- يستخدم لإجراء الفحص البتروجرافى ميكروسكوب مستقطب ومزود بعدد من العدسات ذات تكبير يتراوح بين (6x) إلى (150x)

- جهاز تقطيع صخور : ماكينة تقطيع صخور مزودة بمنشار ذى حواف ماسية ويفضل أن يكون قطر المنشار حوالى ٤٠ سم .

- ماكينة صنفرة وتجليخ : تتركب ماكينة الصنفرة والتجليخ من قرص أو قرصين من الصلب الذى لا يصدأ قطرها يتراوح بين ٢٠-٣٠ سم .

- مسحوق تجليخ وصنفرة : يتكون مسحوق التجليخ والصنفرة من كربيد السيليكون Silicon Carbide يتراوح حجم حبيبات المسحوق من رقم ١٠٠ (١٢٢ ميكرون) – ٢٢٠ (٦٣

ميكرون) – ٣٢٠ (٣١ ميكرون) – ٦٠٠ (١٦ ميكرون) – ٨٠٠ (١٢ ميكرون) ومسحوق الألومنيوم (٥ ميكرون).

- قطاع زجاجى : يتراوح عرضه بين ١,٥ – ٢ سم وطوله بين ٥ – ٧ سم .
- مواد لاصقة : تستخدم مواد لاصقة مثل كندا بلسم Canda Balsam – ويستخدم مركب الزيلين Xylene كمادة مذيبة .
- فرن تجفيف : يستخدم فرن (مجفف) تصل درجة حرارته القصوى إلى ٢٠٠°م وبه مروحة لطرد الأبخرة .
- مسطح كهربائى :تتراوح أبعاده بين ٢٠ × ٢٠ سم إلى ٤٠ × ٤٠ سم وتصل درجة حرارته القصوى حتى ١٥٠° م .
- كاميرا للميكروسكوب بملحقاتها : تستخدم كاميرا من النوع المثبت والملحق بالميكروسكوب وتستخدم أفلام ضوئية أو تكون ملحقة بكمبيوتر وطابعة .

٢-٢٣-٥ العينات

تؤخذ العينات للاختبار طبقا لما ورد فى المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٧١/١١٠٩ وتختلف عملية أخذ العينات طبقا لمتطلبات العميل – حيث تختلف عن أخذ العينة من المحجر – أو التشوينات – أو الرواسب الرملية والزلطية لذا يراعى الآتى:

- فى حالة اكتشاف خامة للركام ولم يتم فتح المحجر بعد ، فإنه يجب استخدام طريقة الحفر الميكانيكى بقطر ٥٣ مم للطبقات المتوسطة والسميكة وبقطر ١٠٠ مم للطبقات الرفيعة المتتالية. على أن تكون العينات المأخوذة ممثلة لكل الطبقات الموجودة بالمنطقة المراد فتح المحجر بها .
- فى حالة محجر مفتوح وتتم به عمليات الاستخراج، تؤخذ العينات من منطقة التشوينات قبل نقلها لمواقع الاستخدام على ألا تقل العينة عن ٤٥ كجم ، وتكون العينة ممثلة للمحجر .
- فى حالة وجود محجر مفتوح ولا توجد به عمليات الاستخراج – فى هذه الحالة تؤخذ العينة ممثله لكل طبقة من طبقات واجهة المحجر، وألا تقل العينة عن ٥ كجم لكل عينة وألا تزيد حجم الكتل على (١/٢ كجم) .

– فـــى حالـــة وجود رواسب رملية وزلطية لم تستخدم بعد – يجب عمل جسات أو حفر ممثله ومناســبة للموقع المراد فتح المحجر به على ان تكون أعماق الجسات ممثله للخامة – وعلى أن يكون وزن العينة كما هو موضح فى جدول (٢-٢٣-١) .

٢-٢٣-٦ خطوات الاختبار

١- لإجــراء اختبار الفحص البتروجراقى لعينة من عينات الصخور المكونة للركام يجب عمل شريحه ميكروسكوبية (قطاع صخرى) لفحصها بالميكروسكوب المستقطب .

٢- لا بــد أن يســبق عمــل الشريحة انتقاء العينة المناسبة للفحص بحيث تكون ممثلة للغالبية العظمـــى لعينة الركام الموردة للمعمل للفحص بحيث لا يكون هناك أكثر من نوع أو لون، وفى حالة وجود أى اختلاف فيجب عمل أكثر من شريحة ميكروسكوبية .

٣- تفحــص العيــنات أولا ، واعــداد قطاع مرسوم لها ، يوضح عليه التتابع للعينات واذا كان هــناك فاصــل أوشروخ وكذلك التتابع الليثولوجى والتغيرات وأنواعها والصلاده والتلاحم والمســامية الظاهــرة وحجــم الحبيبات والنسيج الصخرى وأنواع الكسر وكذلك وجود أى مظاهر أو مركبات تؤدى إلى تفاعلات ضارة بالخرسانة .

٤- تفحص الشريحه الميكروسكوبية المأخوذه للعينات باستخدام الميكروسكوب المستقطب لتحديد المكونــات المعدنــية الأساسية والمتغيرة والمحولة وتحديد المكونات المعدنية التى قد تضر بالخرسانة وكمياتها .

٥- يجــب الإســتعانة بالوسائل العلمية المعملية الأخرى مثل الأشعة السينية المتفرقة والتحليل الحــرارى التفاضلى للكشف عن وجود بعض المعادن الضاره بالخرسانة مثل معادن الطفله المختلفه ويستخدم محلول الميثلين الأزرق للكشف عنها وخاصة الطفلة الانتفاشية .

٦- تحديــد أنــواع المعادن الضاره الموجودة فى القطاع الصخرى وكمياتها وخاصة فى عينات الصــخور البركانية ذات الحبيبات الدقيقة جدا . حيث لا يجب أن تحتوى على : الاوبال – الكالسيدونى – الزجاج الصخرى الطبيعى .

٧- يجــب تصوير الشريحة الميكروسكوبية باستخدام الكاميرا المثبته بالميكروسكوب وتوضيح المعــادن المتغــيره والمحوله والتى قد تؤثر تأثيرا ضارا على الخرسانة والتى سوف يرد ذكرها فى جدول رقم (٢-٢٣-٢) . ويوضح على الصورة مقاس التكبير وبيان اذا كانت هذه الصوره مأخوذه باستخدام الضوء المستقطب فقط ام باستخدام محلل الضوء ويرمز لها برمز (C.N.) .

٢-٢٣-٧ الإحتياطات

يجب أن تخضع العينات للفحص الدقيق بواسطة جيولوجى خبير ومدرب للفحص بالعين المجردة لفرز وانتخاب العينات الممثلة للخامة – وفى حالة وجود أكثر من نوع من الخامة الواحدة أو ظهور أى اختلاف فى المظهر أو اللون فيجب أخذ أكثر من عينة لكى تخضع للفحص الميكروسكوبى .

٢-٢٣-٨ النتائج

يجب أن يتضمن التقرير نوعية المعادن الأساسية والمتحوله ونسبتها إلى جانب توصيف النسيج الصخرى ومدى تلاحمه . كما يتضمن (إذا دعت الضرورة) الخصائص الكيميائية والطبيعية والجيولوجية لإعطاء صلاحية للركام للاستخدام فى الخرسانة . كما يجب أن يتضمن التقرير الاختبارات الأخرى التكميلية مثل الأشعة السينية المتفرقة والتحليل الحرارى أو أى طريقة أخرى لتحديد وتوصيف المكونات المعدنية للركام .

٢-٢٣-٩ حدود القبول أو الرفض

يوضح الجدول رقم (٢-٢٣-٢) المكونات المعدنية غير المرغوب فيها والتى يجب أن تؤدى إلى رفض الركام بعد الكشف عن وجودها وإجراء الاختبارات الكيميائية والأدائية عليها والتى قد يكون لها تأثير ضار سواء مباشر أو غير مباشر على الخرسانة (الأسمنت بمختلف أنواعه) . كما يجب رفض بعض أنواع الركام للحجر الجيرى رفضا تاما مثل ركام الحجر الجيرى المارلى – الحجر الجيرى البطروخى والحجر الجيرى الأنكيرتى .

٢-٢٣-١٠ المراجع

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد

ASTM C33 – 90	Standard Specification for Concrete Aggregate.
ASTM C294 – 87	Descriptive Nomenclature of Constituents of Natural Mineral Aggregates.
ASRM C702 – 87	Standard Practice for Reducing Field Samples of Aggregate Testing Size.
ASTM D75 – 87	Standard Practice for Sampling Aggregate.
ASTM E 11 – 87	Standard Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes.
ASTM-C295-90	Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregate

جدول رقم (٢-٢٣-١) أقل كمية وحجم ونوع الركام المطلوب للاختبار

التدرج الحبيبى	الكمية	
	كجم	القطع
أكبر من ١٥٠ مم (٦ بوصه)	–	•
من ٧٥ مم – ١٥٠ مم (من ٣ – ٦")	–	•٣٠٠
من ٣٧,٥ مم – ٧٥ مم (١/٢ ١ – ٣")	١٨٠	–
من ١٩ مم –٣٧,٥مم (٣/٤ – ١/٢ ١")	٩٠	–
من ٤,٧٥ مم – ١٩,٠ مم (رقم ٤ – ٣/٤")	٤٥	–

• لا تقل عن حجم حبيبة واحدة من كل نوع من الصخور .

جدول رقم (٢-٢٣-٢) أنواع الركام المختلفة والمكونات المعدنية الضاره وغير المرغوب تواجدها بالركام

	نوع الركام	المكونات المعدنية غير المرغوب فيها
١	ركام السيليكا	- الأوبـال – الكريسـتوباليت – التريديميـت – الجرايواكى– شـيرت – فيليـت – شيسـت – نيس – الصخور البركانية الزجاجـية – والحامضية – السليكات الزجاجية الصناعية – الأرجيليـت – الصـخور المـتحولة – كوارتـز العـروق الصخرية – كوارتزيت – الحجر الرملى.
٢	ركام البازلت	- معادن الطين – الأدينجزيت – زيوليت .
٣	ركام الحجر الجيرى	- ميكريت – معادن الطين
٤	ركام الحجر الجيرى السيليسى	- الأوبـال – الكريستوباليت – التريديميت – معادن الطين – الميكريت – الجبس

٢-٢٤ اختبار ثبات الحجم للركام

(اختبار أدائى)

DETERMINATION OF SOUNDNESS OF AGGREGATE

٢-٢٤-١ عـــام

تشـمل هـذه الطـريقة اختـبار الـركام لـتقدير مدى ثبات الحجم عند تعرضه لعوامل فيزيقوكيميائـية تـؤدى إلـى تغير حجمه داخل الخرسانة أو استخدامه فى أى أغراض أخرى ، وذلك يتم بالغمر المتكرر فى محاليل مشبعة من كبريتات الصوديوم أو الماغنسيوم ويليها تجفيف العينات.

٢-٢٤-٢ الهدف

معـرفة تقديـر أولى لمدى الثبات الحجمى للركام المعد لاستخدامه فى الخرسانة . حيث تقـارن القـيم بما ورد فى الكود المصرى، وتساعد هذه الطريقة فى الحكم على مدى ثبات حجم الركام عند توافر المعلومات اللازمة عن الركام بتعرضه الفعلى لعوامل التجوية .

٢-٢٤-٣ تعريفات

اختـبار ثـبات الحجـم هـو قياس التغيير الذى يطرأ على الركام من تفتت نتيجة لتفاعل مكوناته مع المحلول المشبع للكبريتات .

٢-٢٤-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,٠١ جرام .
- منظم حرارى يحافظ على ثبات درجة حرارة العينة أثناء الغمر .
- أوعية منقبة تحجز الركام بداخلها وتسمح باتصاله بالمحلول .
- فرن تجفيف له القدرة على الاحتفاظ بدرجة الحرارة عند ١١٠°م ± ٥°م ومعدل التبخير على الأقل ٢٥ جرام / ساعة وذلك لمدة ٤ ساعات مع غلق باب المجفف.
- كبريتات صوديوم أو كبريتات ماغنسيوم نقية .
- سلسلة مناخل للركام الصغير وأخرى للركام الكبير كالمبينة فى جدول رقم (٢-٢٤-١).

٢-٢٤-٥ العينات

تؤخـــذ عينة الركام بعد إجراء التدرج الحبيبى لها طبقا للمواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٧١/١١٠٩.

٢-٢٤-٥-١ الركام الصغير

يجـــب أن يمر خلال منخل ٩,٥ ملليمتر ويجب ألا تعطى العينة المارة من هذا المقاس أقل من ١٠٠ جم لكل من المقاسات التالية:

المحجوز على المنخل	المار من المنخل
٣٠٠ ميكرون (رقم ٥٠)	٦٠٠ ميكرون (رقم ٣٠)
٦٠٠ " (رقم ٣٠)	١,١٨ ملليمتر (رقم ١٦)
١,١٨ ملليمتر (رقم ١٦)	٢,٣٦ " (رقم ٨)
٢,٣٦ " (رقم ٨)	٤,٧٥ " (رقم ٤)
٤,٧٥ " (رقم ٤)	٩,٥ " (٨/٣ بوصة)

٢-٢٤-٥-٢ الركام الكبير

يستبعد من مقاسه المقاس الأصغر من المقاس المحجوز على منخل رقم ٤ والعينة المتبقية تعطى الكميات اللازمة لإجراء الاختبار والتى تكون متوفرة بنسبة ٥ ٪ أو أكثر .

٢-٢٤-٥-٣ تحضير المحاليل المشبعة

١ – محلول كبريتات الصوديوم

يحضر محلول مشبع من كبريتات الصوديوم بإضافة ٣٥٠ جم من الملح اللامائى أو ٧٥٠ جـم مـــن الملـــح المـــائى (١٠ جزيئات ماء) لكل لتر وذلك عند درجة ٢٥ ± ٣°م مع التقليب المستمر على فترات ، على ألا تقل الكثافة النوعية للمحلول عن ١,١٥١ ولا تزيد عن ١,١٧٤ .

٢ – محلول كبريتات الماغنسيوم

يحضـــر محلـــول مشبع من كبريتات الماغنسيوم بإضافة ٣٥٠ جم من الملح اللامائى أو ١٤٠٠ جـــم من الملح المائى (٧ جزيئات ماء) فى ماء ساخن ثم يترك المحلول ٤٨ ساعة قبل وضع العينات ، على ألا تقل الكثافة النوعية للمحلول عن ١,١٥١ ولا تزيد عن ١,١٧٤ .

٢-٢٤-٦ خطوات الاختبار

٢-٢٤-٦-١ عينة الركام

١ – الركام الكبير

يؤخـــذ المتبقى على المناخل بعد غسله وتجفيفه عند درجة حرارة ١٠٠°م ويؤخذ من كل منخل الأوزان التالية :

الوزن بالجرام	المقاس بالملليمتر (للمنخل)
٥ ±٣٠٠	٩,٥ حتى ٤,٧٥
٥ ±٣٣٠	١٢,٥ حتى ٩,٥
١٠ ±٦٧٠	١٩ حتى ١٢,٥
٣٠ ±٥٠٠	٢٥ حتى ١٩
٥٠ ±١٠٠٠	٣٧,٥ حتى ٢٥

٢ – الركام الصغير

– يؤخذ ١٠٠ جرام من المتبقى على كل منخل حسب التدرج الحبيبى للعينة .

– توضـــع العيـــنات المعلومـــة الوزن فى الأوعية المثقبة بحيث لا تسمح ثقوبها بمرور حبيبات الـــركام مـــنها ، ثم توضع فى المحلول المركز لمدة لا تقل عن ١٦ ساعة ولا تزيد عن ١٨ ساعة عند درجة ٢١± ١°م أثناء فترة الغمر .

– تـــرفع العينات وتجفف كما هى عند درجة حرارة ١٠٥ ــ ١١٠°م حتى تجف تماما وحتى ثـــبات وزنهـــا ثـــم تـــبرد لدرجة حرارة الغرفة ويعاد الغمر مرة أخرى فى المحلول وتكرر الدورات إلى خمس مرات أو حسب الدورات المطلوبة .

– تـــرفع العينات من المحلول بعد انتهاء دورات الغمر والتجفيف وتغسل جيدا بالماء ثم بكلوريد الباريوم للتخلص من الكبريتات .

– تجفف حتى ثبات الوزن .

٢-٢٤-٦-٢ الكشف الكلى على العينات

بعـــد الانـــتهاء من الدورة الأخيرة لتتابع الغمر والتجفيف وتبريد العينات وغسلها وتجفيفها حتى ثبات الوزن ، توضع فوق المناخل الخاصة بكل تدرج للركام الصغير وفوق المناخل التالية للركام الكبير ، وتهز المناخل وتوزن العينات .

(حجم الركام)	(المنخل المستخدم لتحديد الفاقد)	
٦٣ إلى ٣٧,٥	١ ٢/١ إلى ٢ ١/٢ بوصة	١ ٤/١ بوصة
٣٧,٥ إلى ١٩	١ إلى ١ ٢/١ "	٨/٥ "
١٩ إلى ٩,٥	٣/٤ إلى ٨/٣ "	١٦/٥ "
٩,٥ إلى ٤,٧٥	٣/٨ إلى رقم ٤	رقم ٥

٢-٢٤-٦-٣ الاختبار الوصفى

١- بالإضافة إلى الخطوات السابقة فإنه يقترح إعطاء بيانات إضافية ذات قيمة ، وذلك بالكشف بالنظر على كل عينة لتحديد ظهور أثر تكسير على الحبيبات ، تجمع كل الحبيبات المكسرة. ويتم إجراء تدرج حبيبى لها باستعمال المجموعة الكاملة للمناخل لتحديد معاير النعومة وتسجل نتائجها.

٢- أحجام الركام اكبر من ٢٠ مم تختبر نوعا وكما بعد كل دورة غمر ويتم الكشف النوعى كالآتى:

- ملاحظة تأثير فعل محلول الكبريتات على طبيعة حبيبات الركام .
- عدد الحبيبات التى تأثرت بالتفتت أو الانفصال أو التكسير أو حدث لها شروخ أو تقلطح وحيث أن الحبيبات الأكبر من ٢٠ مم مطلوبة للاختبار الوصفى ، فإنه يفضل عمل فحص للحبيبات الصغيرة لملاحظة إذا كان هناك زيادة واضحة فى التفتت.

٢-٢٤-٧ الاحتياطات

١- يجب أخذ الحذر أثناء إجراء الاختبار لتجنب فقد أى حبيبات من الركام الصغير أو المكسورة بتأثير الغمر فى المحلول المركز .

٢- عند احتواء الركام المختبر على جزء ناعم والذى له تدرج حبيبى يزيد عن ١٠ ./. من وزن الركام الكبير عن تلك التى يحتويها منخل مقاس ٤,٧٥ ملليمتر يفضل فصل العينة وتقسيمها إلى جزأين أحدهما يحتوى على الجزء المحجوز على المنخل مقاس ٤,٧٥ مم والآخر بدون الجزء المحجوز على منخل مقاس ٤,٧٥ مم ويكتب تقرير منفصل عن النتائج لكل جزء .

٢-٢٤-٨ النتائج

١- وزن كل جزء من كل عينة قبل وبعد الاختبار.

٢- يتم حساب النسبة المئوية للفاقد من وزن العينة المختبرة على كل منخل.

٣- يـتم حساب النسبة المئوية للفاقد الكلى بالنسبة لتدرج كل عينة وتجميع النسبة المئوية الكلية لجميع الأوزان ومقارنتها بالنسب المسموح بها .

٢-٢٤-٩ حدود القبول والرفض

١- عند استخدام كبريتات الصوديوم

لا تزيد نسبة الفاقد عن ١٠ ./. للركام الصغير - ١٢ ./. للركام الكبير .

٢- عند استخدام كبريتات الماغنسيوم

لا تزيد نسبة الفاقد عن ١٥ ./. للركام الصغير – ١٨ ./. للركام الكبير .

٢-٢٤-١٠ المراجع

المواصفات القياسيه المصريه رقم ١٩٧١/١١٠٩ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد

ASTM-C 33 –1990 Standard Specification for Concrete Aggregate
ASTM C 88 – 90 Standard Methods for Soundness of Aggregate by Use of Sodium Sulphate or Magnesium Sulphate.

جدول (٢-٢٤-١) المناخل اللازمة للركام الكبير والصغير لاختبار ثبات الحجم للركام

الركام الكبير	
ملليمتر	بوصة
٨	١٦/٥
٩,٥	٨/٣
١٢,٥	٢/١
١٦,٥	٨/٥
١٩	٤/٣
٢٥	١
٣١,٥	١,٢٥
٣٧,٥	١,٥
٥٠	٢
٦٣	٢,٥

الركام الصغير	
ميكرون	رقم
١٥٠	١٠٠
٣٠٠	٥٠
٦٠٠	٣٠
ملليمتر	
١,١٨	١٦
٢,٣٦	٨
٤	٥
٤,٧٥	٤

٢-٢٥ تعيين النشاط القلوى للركام (الطريقة الكيميائية)

DETERMINATION OF POTENTIAL REACTIVITY OF AGGREGATE (CHEMICAL METHOD)

٢-٢٥-١ عـــام

يجـرى هـذا الاختـبار استرشادا بما ورد بالمواصفات القياسية الأمريكية C-289 وذلك لاختـبار النشاط الكيميائى بين الركام وقلويات الأسمنت خلال ٢٤ ساعة عند ٨٠°م بين محلول عـيارى من هيدروكسيد الصوديوم والركام المطحون المار من منخل رقم ٥٠ (٣٠٠ ميكرون) ومحجوز فوق منخل رقم ١٠٠ (١٥٠ ميكرون) .

٢-٢٥-٢ الهدف

الاسـتدلال عـن وجـود سيليكا بالركام الكبير أو الصغير لها نشاط كيميائى مع القلويات المتواجدة ضمن مكونات الأسمنت .

٢-٢٥-٣ تعريفات

النشـاط القلـوى هـو تفاعل كيميائى بين السيليكا النشطة المتواجدة فى الركام وأكسيدى الصوديوم والبوتاسيوم المتواجدين ضمن مركبات الأسمنت .

٢-٢٥-٤ الأجهزة

- طاحونة لطحن ٥ كجم من الركام .
- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام.
- أوعية سعة من ٥٠ ــ ٧٥ مل من صلب لا يصدأ محكمة الغلق وذات أبعاد بشـــكل رقم (٢-٢٥-١) .
- حمام مائى ثابت الحرارة عند ٨٠°م لمدة ٢٤ ساعة .
- مناخل : مقاس ٣٠٠ ميكرون رقم (٥٠) ومقاس ١٥٠ ميكرون رقم (١٠٠) .
- جهاز قياس الطيف الضوئى .
- محلول عيارى من هيدروكسيد الصوديوم .

٢-٢٥- ٥ العينات

- تطحن عينة ممثلة للركام وتمر من المنخل رقم (٥٠) وتحجز على منخل رقم (١٠٠) بالكامل.

- تغسل العينة المتبقية على منخل رقم (١٠٠) للتأكد من خلوها من الحبيبات الناعمة.

- تجفف فى فرن تجفيف .

٢-٢٥-٦ خطوات الاختبار

١- توزن ثلاث وزنات ٢٥ جرام ± ٠,٠٥٦ جرام من العينة المحجوزة فوق منخل رقم ١٠٠ ، وتوضع فى العبوات المحكمة الغلق ويضاف لكل منها ٢٥ مل من المحلول العيارى لهيدروكسيد الصوديوم .

٢- يوضع ٢٥ مل من المحلول العيارى لهيدروكسيد الصوديوم فى عبوة رابعة تمثل العينة (الدليل) وتوضع فى نفس ظروف العبوات الثلاث لعينة الركام .

٣- تغلق العبوات الأربع بإحكام وتحفظ فى حمام مائى عند ٨٠°م لمدة ٢٤ ساعة ، تترك لتبرد حتى ٣٠°م .

٤- يتم ترشيح محتويات كل عبوة خلال بوائق جوش ثم يؤخذ ١٠ مل من كل محلول ويخفف إلى ٢٠٠ مل فى قنينة قياسية ــ وتجرى الاختبارات على كل من العينات الأربع كالآتى:

أ ـ السليكا الذائبة بطريقة الوزن Dissolved silica by the gravimetric method (Sc)

١- يؤخذ ١٠٠ مل من المحلول المخفف ويوضع فى جفنة بورسلين ويضاف ٥ ــ ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز ، وتترك على حمام رملى حتى تجف .

٢- يضاف ٥ ــ ١٠ مل من الحامض مرة أخرى وتخفف بماء مقطر وترشح العينة على ورق عديم الرماد .

٣- تغسل ورقة الترشيح عدة مرات بالماء المقطر الساخن ثم تنقل فى جفنة بلاتين معلومة الوزن وتجفف ثم تحرق عند ١٠٠٠°م لمدة نصف ساعة .

٤- تبرد الجفنة ويضاف على الرماد المتبقى قطرات من حمض الهيدروفلوريك وقطرات من حمض الكبريتيك المركز .

٥- تجفف وتحرق مرة أخرى ويعاد وزن البوتقة .

طريقة الحساب:

$$Sc\ mmol/L = (S - S_b) \times 3330$$

حيث:

Sc mmol / L = السيليكا الذائبة

S = وزن السيليكا المترسبة من عينة الركام .

Sb = وزن السيليكا المترسبة من العينة (الدليل) .

ب- السليكا الذائبة بطريقة التحليل الطيفى Dissolved silica by photometric method (Sc)

تعتبر هذه الطريقة صالحة لقياس السيليكا البللورية وليست لقياس السيليكا الكلية وهى طريقة سريعة لتعيين السيليكا البللورية ذات التركيز أقل من ١٠ جزء فى المليون .

١- يجرى رسم منحنى يمثل تركيزات معلومة من السيليكا (صفر ــ ٠,٥) ملى مول /لتر ، على المحور السينى والامتصاص الضوئى على المحور الصادى مقاسا عند طول موجى ٤١٠ نانوميتر (ن م) سبق ضبطه بالماء المقطر .

٢- يوضع ١٠ مل من المحلول المخفف الذى سبق تجهيزه فى دورق عيارى سعة ١٠٠ مل (لكل من العبوات الأربع) .

٣- يضاف ٢ مل من محلول ١٠ ./. مولبيدات الأمونيوم ، ١ مل من حامض الهيدروكلوريك (١ : ١) ويرج بشدة ويترك فى درجة حرارة الغرفة لمدة ١٥ دقيقة .

٤- يضاف ١,٥ ± ٠,٢ مل من حامض الأوكساليك ١٠./. ويكمل الدورق العيارى حتى علامة ١٠٠ مل بالماء المقطر .

٥- تعين القراءة للسيليكا الذائبة فى هيدروكسيد الصوديوم بجهاز التحليل الطيفى ويعين التركيز من المنحنى .

ملحوظة :

تتحدد الكمية المأخوذة من الرشيح المخفف حسب قراءة الامتصاص الضوئى بالزيادة أو النقصان حتى تكون العينة المختبرة فى مجال المنحنى القياسى .

طريقة الحساب :

$$Sc\ \ mmol/L = 20 \times 100 \times \frac{V}{V_1}$$

حيث :

Sc mmol / L = تركيز السيليكا الذائبة .

V = حجم المحلول المخفف المستخدم من المحلول المجهز (بند ٢-٢٥-٦-٤)

V1 = تركيز السيليكا فى المحلول المقاس بالجهاز مللى مول / لتر .

جـ – الاختزال بالقلوى **Reduction in alkalinity**

يؤخذ ٢٠ مل من المحلول المجهز فى دورق مخروطى ، ويضاف إليه ٢ ــ ٣ نقط من الكاشف فينولفثالين ، ثم يعاير مع حمض الهيدروكلوريك ٠,٠٥ عيارى حتى اختفاء اللون .

طريقة الحساب

$$Rc\ mmol / L = \frac{(V_2 - V_1)\ N \times 20 \times 1000}{V}$$

حيث:

Rc mmol / L = الاختزال بالقلوى

N = عيارية حمض الهيدروكلوريك .

V = حجم المحلول المخفف لعينة الركام المأخوذة من المحلول المجهز بند (٢-٢٥-٦-٤)

V1 = حجم حمض الهيدروكلوريك المعاير لعينة الركام المختبرة .

V2 = حجم حمض الهيدروكلوريك المعاير لعينة الدليل .

٢-٢٥-٧ الإحتياطات

١- لا تكون نتائج الاختبارات صحيحة بالنسبة للركام المحتوى على كربونات كالسيوم وماغنسيوم وحديدوز مثل أكاسيد الدولوميت و الماجنزيت والسيدرايت وكذلك سيليكات الماغنسيوم كما فى الأنتيجوريت .

٢- تعتبر النتائج مرضية إذا لم تختلف القيم الثلاث لكل من (Rc) وكذلك (Sc) عن متوسط القراءات الثلاث بأكثر من القيم التالية :

أ ــ إذا كان متوسط القيم الثلاث لكل نتيجة يساوى ١٠٠ مللى مول / لتر أو أقل فلا تزيد أى قراءة عن المتوسط بقيمة ١٢ مللى مول / لتر .

ب ــ إذا كان المتوسط يزيد عن ١٠٠ مللى مول / لتر فإن أى من القراءات الثلاث لكل من (Rc) أو (Sc) لا فرق تزيد عن متوسط القراءات عن القراءات بنسبة ١٢ %.

٢-٢٥-٨ حدود القبول والرفض

يعتبر الركام ذا نشاط قلوى ضار طبقا لما ورد بالمواصفات القياسية الأمريكية C-33 كالآتى :

أ – إذا زادت (Rc) عن ٧٠ ملى مول/ لتر يعتبر الركام ذا نشاط قلوى ضار إذا كانت (Sc) تزيد عن (Rc) .

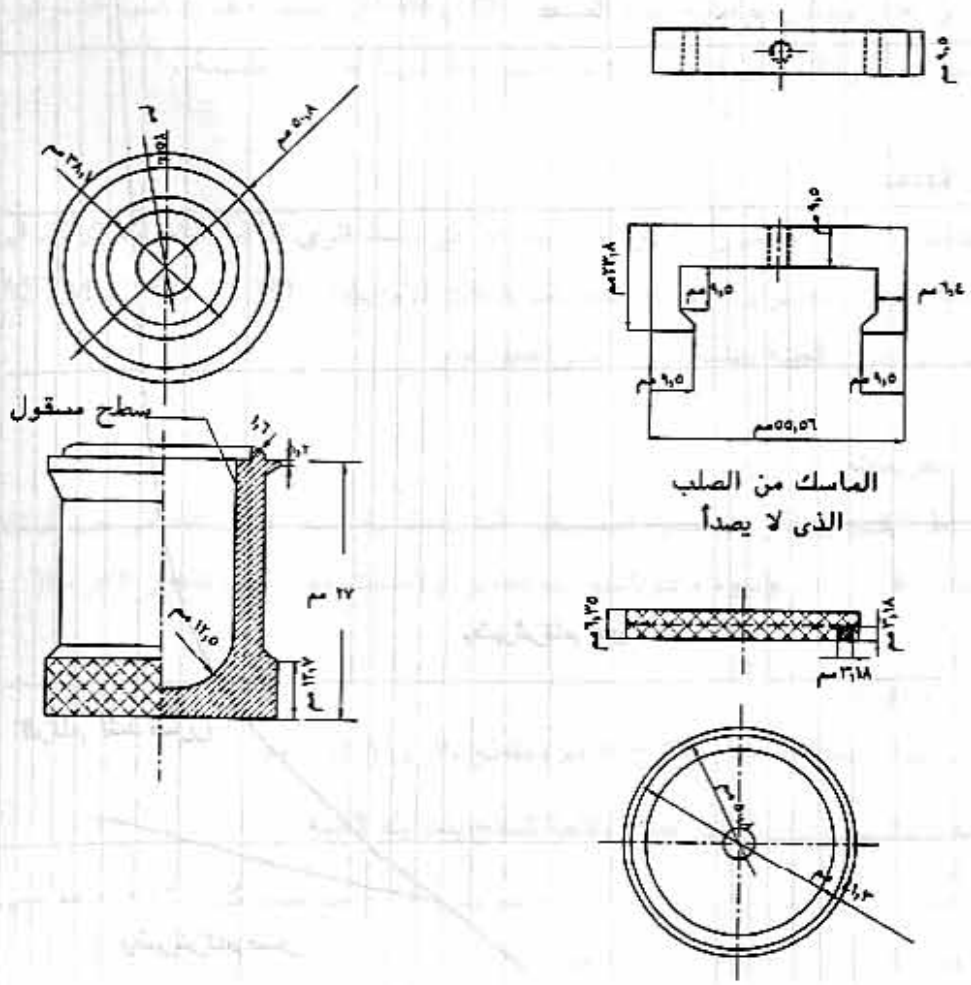
ب – إذا قلت (Rc) عن ٧٠ ملى مول/ لتر يعتبر الركام ذا نشاط قلوى ضار إذا كانت (Sc) أكبر من $\left(\frac{Rc}{2} + ٣٥\right)$

ج – توقع قيم Rc ، Sc على المنحنى شكل (٢-٢٥-٢) لمعرفة ضرر الركام من عدمه .

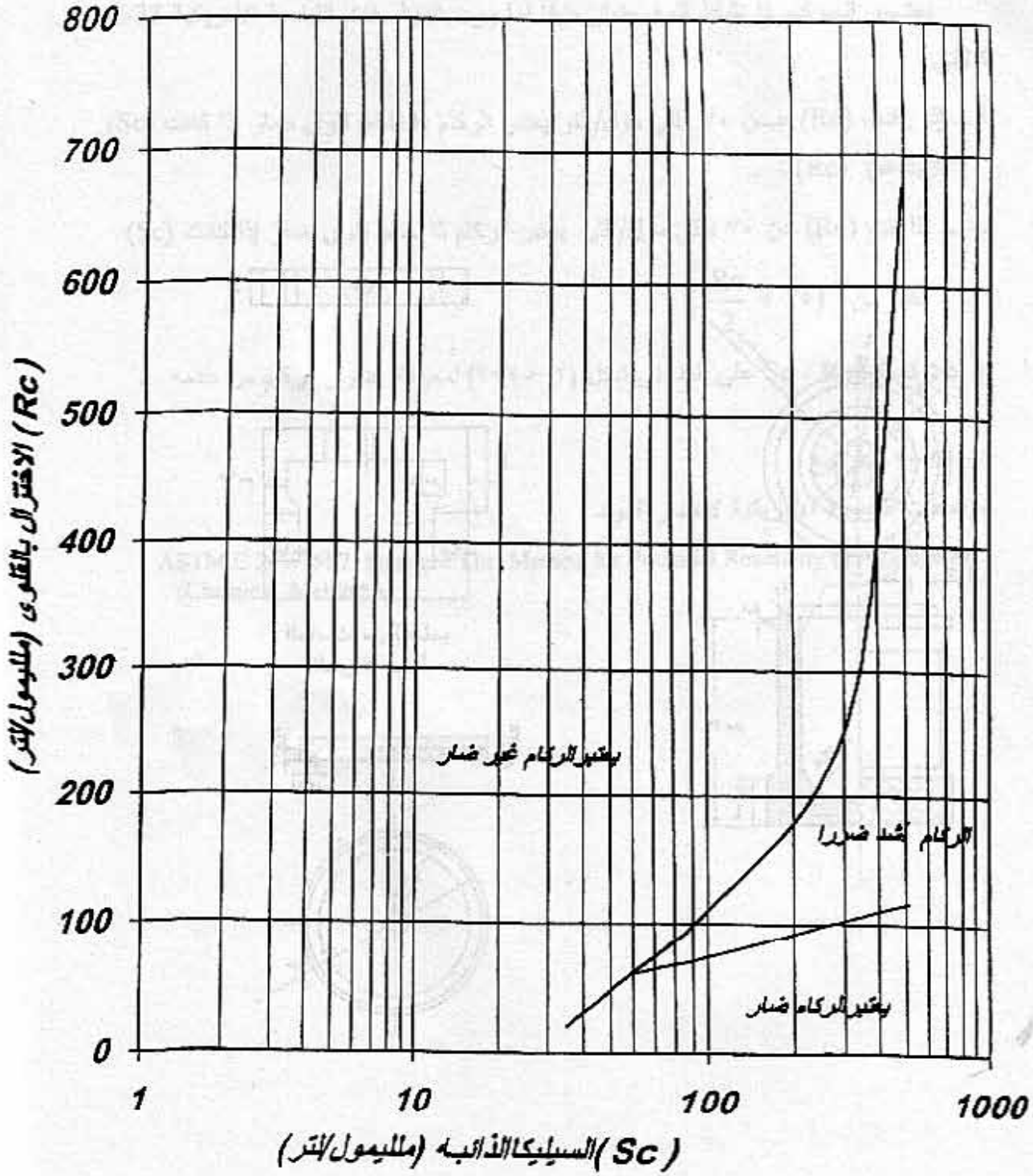
٢-٢٥-٩ المراجع

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد

ASTM C 289/1987 Standard Test Method for Potential Reactivity of Aggregates (Chemical Method)



شكل رقم (٢-٢٥-١) : الوعاء المحكم الغلق المصنع من الصلب غير القابل للصدأ



شكل رقم (٢-٢٥-٢) : التقسيم بين الركام الضار والركام غير الضار على أساس اختبار الاختزال القلوى

٢-٢٦ النشاط القلوى للصخور الكربوناتية المستخدمة فى الخرسانة (اختبار أدائي)

POTENTIAL ALKALI REACTIVITY OF CARBONATE AGGREGATES

٢-٢٦-١ عـــام

يـدرس هذا الاختبار خاصية تمدد الصخور الكربوناتية فى محلول هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة الغرفة والذى قد يحدث داخل الخرسانة مسببا أضراراً جسيمة .

٢-٢٦-٢ الهدف

معرفة حدود تأثر الصخور الكربوناتية بوجودها فى وسط قلوى إذا ما استعملت كركام فى صـناعة الخرسـانة ويجـرى الاختبار طبقا للمواصفات الأمريكية ASTM C-586 -1981 ويقاس التغير فى طول العينة بصفة دورية حتى عمر عام .

٢-٢٦-٣ تعريفات

النشـاط القلـوى للـركام مـن الصـخور الكربوناتـية هـو تفاعل كيميائى بين الركام وهيدروكسيدات كل من الصوديوم والبوتاسيم الموجودين بالأسمنت مما يسبب تدهور الخرسانة .

٢-٢٦-٤ الأجهزة

- جهاز أخذ عينة أسطوانية طول ٣٥ ± ٥ مم ومقطع دائرى ٩ ± ١ مم .
- أوعية سعة ٥٠ ــ ١٠٠ مل لها غطاء وفتحة تسمح بتحريك العينة .
- مقـياس طولـى يعطـى قراءة من ٠,٠٠٢٥ مم حتى ٠,٢٥ مم مقسم كل ٠,٠٠٢٥ مم حتى ٠,٠٢٥ مم وكل ٠,٠٠٥ مم حتى ٠,٢٥ مم .

٢-٢٦-٥ العينات

تؤخـذ عيـنات الصخر الأسطوانية ذات نهايات مخروطية بطول ٣٥ مم ومقطع ١٠ مم وزاوية النهاية المخروطية حوالى ١٢٠ درجة كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٢٦-١).

٢-٢٦-٦ خطوات الاختبار

٢- تغمر العينات فى الماء من ١ ــ ٤ أيام ثم يقاس الطول (L).

٢- تغمــر العينات فى محلول هيدروكسيد الصوديوم (واحد عيارى) وتعاد القياسات دوريا بعد أسبوع

حتى ٢٨ يوم .

٣- تكرر عملية الغمر والقياسات دوريا كل ٤ أسابيع ولمدة عام وتسجل القراءات (L_t) على أن تكون كل القراءات من علامة ثابتة تحدد على العينة .

٢-٢٦-٧ النتائج :

$$\Delta L = \frac{L_t - L}{L} \times 100$$

حيث :

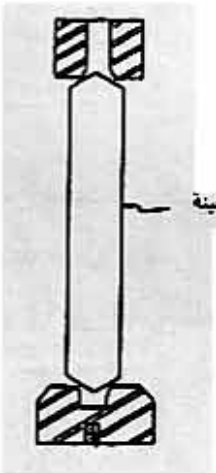
ΔL	= التغير فى الطول
L	= طول العينة
L_t	= طول العينة عند عمر الغمر t

٢-٢٦-٨ حدود القبول والرفض:

يعتبر التمدد خارج حدود المواصفات إذا زاد عن ٠,١ ٪ خلال فترة الاختبار الكلية .

٢-٢٦-٩ المراجع

ASTM C 586 – 1981 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Carbonate Rocks For Concrete Aggregates (Rock Cylinder Method)



شكل رقم (٢-٢٦-١) عينة الاختبار

٢-٢٧ النشاط القلوى لمونة الأسمنت والركام (طريقة منشور المونة)

POTENTIAL ALKALI REACTIVITY OF CEMENT – AGGREGATE COMBINATIONS (MORTAR – BAR METHOD)

٢-٢٧-١ عـــام

يســتخدم هذا الاختبار لمعرفة تفاعل الركام قلويات الأسمنت خلال قياس التغيير فى طول منشور المونة المغمورة فى محلول هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة ٨٠ °م خلال أعمار الاختبار .

٢-٢٧-٢ الهدف

معــرفة تأثر الركام بالقلويات المتواجدة بالأسمنت أو الوسط المحيط وتستخدم هذه التجربة أساساً للتحكم على التفاعل القلوى السيليسى للركام.

٢-٢٧-٣ تعريف

يعــبر النشــاط القلوى للركام عن التفاعلات التى تحدث بين الركام وقلويات الأسمنت أو الوسط المحيط ويمثله تمدد المونة المعرضه لهيدروكسيد الصوديوم عند درجة حـــرارة ٨٠° م تقاس على فترات (بعد ٢٤ ساعة وحتى ١٤ يوم) من العمر .

٢-٢٧-٤ الأجهزة

– سلسلة مناخل (٤,٧٥ ، ٢,٣٦، ١,١٨مم) ، (٦٠٠ ، ٣٠٠، ١٥٠ ميكرومتر) .

– منضدة قياس الانسياب للمونة .

– قوالب (طول القالب ٢٨٥ مم وأبعاد مقطعه ٢٥ × ٢٥ مم) ذات نهايات بها ثقب دائرى .

– وعاء معالجة ثابت الحراره عند ٨٠ °م .

– جهاز قياس للعينات .

٢-٢٧-٥ العينات

تجهـز عينـة الركام الكبير بمرورها من منخل ٤,٧٥، ثم يؤخذ من المتبقى على المناخل (٢,٣٦، ١,١٨مم) ، (٦٠٠، ٣٠٠، ١٥٠ ميكرومتر) النسبة المئوية ١٠، ٢٥، ٢٥، ٢٥، ١٥% على التوالى .

٢-٢٧-٦ خطوات الاختبار

١ – تقـاس المـياه القياسـية للأسـمنت باستخدام منضدة قياس الانسياب للمونة على أن يكون انسياب المونة ١٠٥ – ١٢٠ % .

٢ – يجهز محلول واحد عيارى من هيدروكسيد الصوديوم لغمر العينات عند درجة حرارة ٨٠ °م.

٣ – يجهز عدد ٤ قوالب لكل اختبار ويكون طول القالب ٢٨٥ مم وأبعاد مقطعه ٢٥ × ٢٥ مم وبنهاياته ثقب دائرى.

٤ – يجهـز وعـاء للمعالجة عند درجة حرارة ثابتة ٨٠°م طول فترة الاختبار (بعد ٢٤ ساعة وحتى ١٤ يوماً) من الغمر .

٥ – تخلط العينات كالآتى :

١ – تخلط العينات بنسبة خلط ٢,٥ : ١ من الركام والأسمنت على التوالى .

٢ – تستخدم نسبة المياه القياسية المقاسة لانسياب العينة .

٣ – تعالج العينات بالرطوبة ١٠٠% لمدة ٢٤ ساعة ثم توضع فى الماء عند ٨٠° م وتقاس L1 بعد الغمر لمدة ٢٤ ساعة، ثم توضع فى محلول هيدروكسيد الصوديوم عند درجة ٨٠°م ، ويقاس دوريا L2 لمدة ١٤ يوماً .

٢-٢٧-٧ النتائج

$$\text{Expansion}\,\% = \frac{L_2 - L_1}{L} \times 100$$

حيث :

L = طول القالب

L1 = الطول بعد غمر العينة لمدة ٢٤ ساعة .

L2 = الطول بعد غمر العينة عند الأعمار المقاسة حتى ١٤ يوم.

ملحوظة :

١ – التمدد الناتج عند عمر ١٤ يوماً فى الطريقة السريعة يعادل النتائج التى يمكن الحصول عليها من الاختبار المذكور بالمواصفات القياسية الأمريكية رقم ASTM C 227 بعد عام عند (٣٨°م ورطوبة ١٠٠%) حيث أنها تذكر حداً أقصى للزيادة ٠,٠٥، ٠,١ % بعد ثلاثة شهور وستة شهور على التوالى .

٢ – يعتبر التمدد خارج الحدود القياسية إذا تجاوز ٠,٢ % عند عمر الغمر ١٤ يوماً.

٢-٢٧-٨ المراجع

ASTM Cement, Concrete and Aggregate, Vol. 19, No. 1, June 1997.
Rilem, Materials and Structures, Vol. 29, pp. 323 – 334 July 1996.
ASTM C 1260 – 94 Standard Test Method, for Accelerated Mortar Bar Test for Alkali-Silica.
ASTM C 227 – 90 Standard Test Method, for Potential Alkali Reactivity of Cement- Aggregate Combination (Mortar Bar Method).
Rilem, TC – 106 Appendix B: Alkali-Aggregate Reaction – Accelerated Tests.

الجزء الثالث

اختبارات مياه الخلط والمعالجة

مقدمة :

يشـــتمل هـــذا الجزء على الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التى تم الرجوع إليها فى الكود المصـــرى لتصـــميم وتنفـــيذ الخرسانة وذلك لتحديد مدى صلاحية مياه الخلط والمعالجة لأعمال الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد وتشمل :

- تعيين الأملاح الذائبة
- تعيين الكلوريدات
- تعيين الكبريتات
- تعيين الكربونات والبيكربونات
- تقدير المواد العضوية
- تقدير المواد العالقة
- تعيين كبريتيد الصوديوم

٣-١ تعيين الأملاح الذائبة

DETERMINATION OF SOLUBLE SALTS

٣-١-١ عـــام

تحـتوى المـياه علـى أملاح ذائبة منها الضار وغير الضار بالخرسانة، والمياه الصالحة للشرب تصلح لأعمال صناعة الخرسانة .

٣-١-٢ الهدف

تعييـن محـتوى الأمـلاح الذائـبة فى الماء (جم/لتر) بتبخير حجم معلوم من الماء حتى الجفاف.

٣-١-٣ تعريفات

الأملاح الذائبة فى الماء تعين بتبخير الماء المرشح وحساب نسبة المواد غير المتطايرة .

٣-١-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .
- فرن تجفيف .
- طبق تبخير .

٣-١-٥ العينات

يجهز ١ لتر من عينة المياه بترشيحها لفصل المواد العالقة.

٣-١-٦ خطوات الاختبار

١ – ترشح عينة المياه ترشيحا دقيقا ويؤخذ من الرشيح حجم مناسب لإجراء الاختبار عليه .

٢ – توضع حوالى ٢٥ مل من العينة فى طبق تبخير معلوم الوزن (يفضل أن يكون الطبق من البلاتين).

٣ – تبخر على حمام مائى حتى الجفاف ثم ينقل إلى فرن تجفيف عند درجة ١٠٥°م حتى ثبات الوزن

٣-١-٧ النتائج

$$S = \frac{W_1 - W}{V} \times 1000$$

حيث :

S = الأملاح الذائبة جم / لتر

W = وزن البلاتينة فارغة (جم)

W_1 = وزن البلاتينة بالراسب (جم)

V = حجم العينة (مل)

٣-١-٨ حدود القبول والرفض

– يشترط ألا يزيد محتوى الأملاح الكلية الذائبة (T.D.S) على ٢,٠٠ جرام فى اللتر .

٣-١-٩ المراجع

– المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٠/ ١٩٦٢ مياه الشرب والثلج والطرق القياسية لفحصهما وتحليلهما

ASTM D 1888-78 Standard Test Method for Particulate and Dissolved Matter, Solids or Residue in Water

٣-٢ تعيين الكلوريدات

DETERMINATION OF CHLORIDES (Cl^-)

٣-٢-١ عـــام

الكلوريـــدات أملاح تذوب فى الماء وتعين على هيئة (Cl^-) بطريقة التبخير طبقا لما ورد بالموصـــفات القياســـية المصـــرية رقم ١٩٠ وتصلح هذه الطريقة للمياه المحتوية على ٠,٠٠٥ جرام/ لتر أو أكثر .

٣-٢-٢ الهدف

تعيين الكلوريدات الذائبة فى الماء بمعايرتها بمحلول ٠,٠٢٥ عيارى من نترات الفضة فى وجود ثنائىكرومات البوتاسيوم أو كرومات البوتاسيوم وتحسب على هيئة (Cl^-).

٣-٢-٣ تعريفات

الكلوريدات أملاح تقبل الذوبان فى الماء ، ومسموح بتواجدها بحدود فى المياه المستخدمة فى أعمال الخرسانة.

٣-٢-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .
- فرن تجفيف .
- زجاجيات وأدوات معملية .

٣-٢-٥ العينات

يجهز ١ لتر من عينة المياه بعد ترشيحها لفصل أى مواد عالقة.

٣-٢-٦ خطوات الاختبار

١ – ترشح عينة المياه لفصل المواد العالقة.

٢ – تؤخذ من العينة المرشحة ٥ مل وتخفف إلى حوالى ٥٠ مل بالماء المقطر .

٣ – يـــتم ضبـــط الأس الهيدروجينى للعينة إلى ٨,٣ وذلك باستخدام حامض الكبريتيك المخفف

(١ : ١٩) أو هيدروكسيد الصوديوم ١٠ جم/ لتر .

٤ – يضاف من ٥ ــ ١٠ نقط من الكاشف (ثنائى كرومات البوتاسيوم).

٥ – يعاير الخليط بمحلول نترات الفضة عيارية (٠,٠٢٥ عيارى) حتى يظهر اللون الأحمر .

٣-٢-٧ النتائج

$$Cl^- g/L = \frac{V \times N \times 35.5}{V_1} \times 1000$$

حيث :

$Cl^- g/L$ – تحسب الكلوريدات على هيئة (Cl^-) جم / لتر

V – حجم نترات الفضة المستخدمة فى المعايرة .

N – عيارية نترات الفضة .

V_1 – حجم العينة المختبرة (مل) .

٣-٢-٨ حدود القبول والرفض

– يشترط ألا يزيد محتوى الكلوريدات على هيئة (Cl^-) على ٠,٥ جرام فى اللتر .

٣-٢-٩ المراجع

المواصـــفات القياسية المصرية رقم ١٩٦٢/١٩٠ مياه الشرب والثلج والطرق القياسية لفحصهما وتحليلهما

ASTM D 512-85 Standard Test Method for Chloride Ion in Water

٣-٣ تعيين الكبريتات

DETERMINATION OF SULFATES (SO_3)

٣-٣-١ عـــام

الكبريـــتات الذائـــبة فـــى الماء تعين على هيئة (SO_3) طبقا لما ورد بالمواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٠ / ١٩٦٢ .

٣-٣-٢ الهدف

تعيين الكبريتات الذائبة فى الماء ويحسب على هيئة (SO_3).

٣-٣-٣ تعريفات

الكبريـــتات الذائـــبة فـــى الماء تعين بترسيبها بمحلول مشبع من كلوريد الباريوم ويحرق الراسب عند درجة ٩٠٠°م .

٣-٣-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .
- فرن حريق كهربى .
- زجاجيات معملية .

٣-٣-٥ العينات

يجهز ١ لتر من عينة المياه بعد ترشيحها لفصل المواد العالقة.

٣-٣-٦ خطوات الاختبار

١ – تؤخذ ١٠٠ مل من عينة المياه بعد ترشيحها فى كأس زجاجى سعة ٢٥٠ مل .

٢ – يضـــاف من ١ ــ ٢ مل حامض الهيدروكلوريك (١ : ١) مع إضافة عدة نقط من كاشف الميثيل البرتقالى.

٣ – يضاف ١٠ مل من محلول ١٠ ٪ كلوريد الباريوم ويلاحظ ترسيب راسب أبيض.

٤ – يسخن المحلول لدرجة حوالى ٨٠°م لمدة لا تقل عن ساعة تقريبا .

٥ – يضاف محلول إضافى من كلوريد الباريوم حتى يتم التأكد من الترسيب الكامل للكبريتات .

٦ – يرشح الراسب على ورق ترشيح واتمان عديم الرماد رقم ٤٤ أو ما يعادلها ويغسل عدة مرات بالماء المقطر الساخن ويعاد الكشف على نظافة الرشيح من الكبريتات .

٧ – تحرق ورقة الترشيح بعد تجفيفها فى بوتقة جافة معلومة الوزن لمدة ساعة عند درجة ٩٠٠°م .

٣-٣-٧ النتائج

$$SO_3 g/L = \frac{w}{v} \times 0.343 \times 1000$$

حيث :

SO_3 g/L = الكبريتات (SO3) جم / لتر

w = وزن الراسب بعد الحرق (جم)

v = حجم العينة المختبرة (مل)

٣-٣-٨ حدود القبول والرفض

– يشترط ألا يزيد محتوى الكبريتات على هيئة (SO_3) على ٠,٣ جرام فى اللتر .

٣-٣-٩ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٠/ ١٩٦٢ مياه الشرب والثلج والطرق القياسية لفحصهما وتحليليهما .

ASTM D 516-82 Standard Test Method for Sulfate Ion in Water

٣-٤ تعيين الكربونات والبيكربونات

DETERMINATION OF CARBONATES & BICARBONATES

٣-٤-١ عـــام

المـــياه ذات رقـــم هيدروجيـــنى أقـــل مـــن ٨,٣ تكون القلوية الكلية لها عبارة عن قلوية البيكربونات وإذا كان الرقم الهيدروجينى أكثر من ٨,٣ تكون القلويه عبارة عن قلوية الكربونات وقلويـــة البـــيكربونات، وفـــى هذه الحالة يستعمل أولا دليل الفينولفثالين وتعاير العينة باستعمال حمـــض الكبريتيك ٠,٢ عيارى حتى اختفاء اللون الأحمر ، ويسجل حجم الحمض المستخدم ثم يضـــاف دليل المثيل البرتقالى وتستكمل المعايرة حتى نقطة التعادل بالنسبة لدليل المثيل البرتقالى ويسجل حجم الحمض المستخدم الكلى .

٣-٤-٢ الهدف

تعيين محتوى الكربونات والبيكربونات .

٣-٤-٣ تعريفات

محـــتوى الكـــربونات والبيكربونات يعتبر دلالة على درجة قلوية المياه ويتم تعيينها على هيئة كربونات كالسيوم جم/لتر .

٣-٤-٤ الأجهزة

- موزان حساسيته ٠,١ ملليجرام
- سخان كهربائى مسطح
- زجاجيات معملية

٣-٤-٥ العينات

تجهز عينة مرشحة من المياه لفصل المواد العالقة .

٣-٤-٦ خطوات الاختبار

١ - يجهـــز محلول ١,٠عيارى كربونات الصوديوم الجافة بإذابة وزن ٥٢,٩٩٦٩ جم منها فى لتر مياه مقطره .

٢ – يجهـز ١,٠عيارى حمض كبريتيك مركز بتخفيف ٢٨ مل من الحامض بالماء المقطر الى حجم لتر.

٣ – يعاير الحامض بكربونات الصوديوم ١,٠عيارى وتضبط عياريته إلى ١,٠ عيارى بالضبط ثـم يؤخـذ منه ٢٠ مل ويخفف إلى لتر بالماء المقطر فى دورق عيارى لتحضير حامض ٠,٠٢ عيارى (١ مل من الحامض ٠,٠٢ عيارى يكافئ ١ مللى جرام كربونات كالسيوم)

٤ – يؤخـذ ٥٠ مـل مـن العينة ويضاف إليها دليل الميثيل البرتقالى وتعاير بالحمض ٠,٠٢ عيارى حتى يتغير اللون الأصفر إلى اللون البرتقالى .

٥ – يؤخـذ ٥٠ مـل من العينة ويضاف إليها الفينولفثالين وتعاير بالحمض ٠,٠٢ عيارى حتى اختفاء اللون الأحمر.

٦ – يضـاف المثـيل الـبرتقالى علـى نفس العينة وتكمل المعايرة حتى نقطة التعادل (اللون الأصفر إلى البرتقالى) .

٣-٤-٧ النتائج

$$\text{القلوية الكلية مقدرة ككربونات كالسيوم جم/لتر} = \frac{\text{حجم الحمض المستخدم فى المعايرة فى وجود دليل الميثيل البرتقالى}}{\text{حجم العينة}}$$

فى حالة القلوية الكلية كربونات وبيكربونات :

– قلوية الكربونات (مقدرة ككربونات كالسيوم) جم/لتر =

$$\frac{\text{حجم حمض الكبريتيك المستخدم فى المعايرة فى وجود دليل الفينوفيثالين} \times 2}{\text{حجم العينة}}$$

– قلوية البيكربونات جم/لتر = القلوية الكلية – قلوية الكربونات .

٣-٤-٨ حدود القبول والرفض

– يشترط ألا يزيد محتوى الكربونات والبيكربونات على ١,٠٠جرام فى اللتر .

٣-٤-٩ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٨٦٣ / ١٩٩٠ طرق فحص واختبار مياه الشرب المعبأة

٣-٥ تقدير المواد العضوية

ORGANIC MATTERS

٣-٥-١ عـــام

يجـــرى الاختـــبار بفصل المواد العضوية عن غير العضوية بالحرق عند درجة ٦٠٠°م للراسب بعد تبخير حجم معلوم من المياه .

٣-٥-٢ الهدف

يهدف الاختبار إلى تعيين المواد العضوية (جم /لتر) .

٣-٥-٣ تعريفات

المـــواد العضوية هى المواد المتطايرة عند درجة ٦٠٠°م من الراسب المتبقى من تجفيف حجم معلوم من المياه

٣-٥-٤ الأجهزة

ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .

فرن تجفيف .

فرن حريق يصل إلى ٦٠٠°م .

بوتقة بلاتين .

زجاجيات معملية .

٣-٥-٥ العينات

تجهز عينة من المياه المرشحة الخالية من المواد العالقة .

٣-٥-٦ خطوات الاختبار

١ – يؤخـــذ ١٠ مـــل من الماء المرشح فى طبق بلاتين نظيف ويترك ليتبخر على حمام رملى عند درجة حرارة ١٠٥°م حتى الجفاف وثبات الوزن .

٢ – يسخن الطبق البلاتينى عند درجة حرارة ٦٠٠°م ويترك ليبرد .

٣ – يضـــاف ١٠٠ مـــل من الماء المقطر ويعاد تجفيفه مرة أخرى عند درجة حرارة ١٨٠°م لمدة ساعة وتوزن .

٣-٥-٧ النتائج

المواد العضوية عند ٦٠٠°م جم / لتر = $\frac{\text{(الوزن عند ١٠٥°م – الوزن عند ٦٠٠°م)} \times ١٠٠٠}{\text{حجم العينة}}$

٣-٥-٨ حدود القبول والرفض

– يشترط ألا يزيد محتوى المواد العضوية على ٠,٢ جرام فى اللتر .

٣-٥-٩ المراجع

ASTM D 1888-78 Standard Test Method for Particulate and Dissolved Matter , Solids or Residue in Water

٣-٦ تقدير المواد العالقة

ESTIMATION OF TURBIDITY

٣-٦-١ عـــام

تعـتمد هـذه الطريقة على نوع وكمية المواد العالقة والتى تؤدى إلى اختفاء صورة لهب شـمعة قياسية وكلما زادت العكارة قلت مسافة مرور الضوء . ويمكن استخدام هذه الطريقة لأى عيـنة مـن المياه بشرط أن تكون خالية من الألياف والمواد العالقة الكبيرة التى ترسب بسرعة. وللحصـول علـى نتائج صحيحة يجب استعمال أواني زجاجية نظيفة وأن تكون العينة خالية من فقاعات الهواء وألا يحدث اضطراب لسطح الماء.

٣-٦-٢ الهدف

تقدير العكارة الممثلة فى الطين والمواد العالقة .

٣-٦-٣ تعريفات

تشمل العكارة المواد العالقة والمواد الطينية الناعمة غير المترسبة .

٣-٦-٤ الأجهزة

- جهاز شمعة جاكسون وهو جهاز قياسى لتقدير العكارة .
- شمعة قياسية تحترق ٧,٤ ــ ٨,٤ جم / ساعة

٣-٦-٥ العينات

١ - يفضـل تقدير العكارة فى نفس يوم أخذ العينة ومن الممكن أن تحفظ حتى ٢٤ ساعة وإذا زادت مـدة الحفـظ عن ذلك يضاف للعينة ١ جم من كلوريد الزئبقيك فى لتر من العينة ــ وفى جميع الحالات ترج العينة جيدا قبل إجراء الاختبار .

٢ - تجهـز محاليل قياسية بإضافة ٥ جم من الفحم الناعم أو الشب فى لتر ماء ثم ترج وتترك ٢٤ ساعة.

٣ - يسـحب حجم معلوم من المحلول الرائق بدون رج وتقدر له العكارة الموجودة به بواسطة جهاز شمعة جاكسون.

٤ – يخفف المحلول المقاس لتحضير سلسلة من المحاليل القياسية وتحفظ لمدة ٢٤ ساعة بإضافة ١ جم /لتر كلوريد الزئيبقيك مع الرج قبل الاستعمال .

٣-٦-٦ خطوات الاختبار

١ – تقدر العكارة بوضع العينة تدريجيا فى الأنبوبة الزجاجية الخاصة بجهاز الشمعة لجاكسون حتى تختفى صورة اللهب فإذا كانت العكارة أقل من ١٠٠٠ وحدة تقرأ النتيجة مباشرة وفى حالة ما إذا زادت العكارة عن ١٠٠٠ وحدة يخفف المحلول بقدر معلوم (الضعف أو ثلاثة أضعاف) يؤخذ فى الاعتبار عند تقدير العكارة، وإذا لم تختف صورة اللهب فإن العينة تعتبر شفافة (خالية من العكارة).

٢ – لتقدير العكارة التى تتراوح من ٥ ــ ١٠٠ وحدة لا يستعمل جهاز الشمعة ولكن تقارن العكارة بمحاليل قياسية مع وضع ضوء أعلى العينة والمحلول القياسى ، وينظر إلى المحلولين من جهة ويوضع فى الجهة الأخرى خطوط سوداء مستقيمة مرسومة على ورقة بيضاء .

٣ – فى حالة استخدام أجهزة عكارة خلاف جهاز الشمعة يجب اتباع تعليمات تشغيل الجهاز بدقة مع مراعاة معايرته بجهاز الشمعة لجاكسون .

٤ – عند تقدير عكارة أقل من ٥ وحدات يستخدم الأجهزة التى تعتمد على الأشعة الضوئية المتفرقة بدلا من الضوء الممتص مثل جهاز سانت لويس مع اتباع تعليمات الجهاز بدقة ومعايرته بجهاز الشمعة لجاكسون .

٣-٦-٧ النتائج

بمقارنة عينة المياه بالمحلول القياسى يمكن معرفة درجة العكارة بها .

٣-٦-٨ حدود القبول والرفض

– يشترط ألا تزيد المواد الغير العضوية وهى الطين والمواد العالقة على ٢,٠٠ جرام فى اللتر.

٣-٦-٩ المراجع

المواصفة القياسية المصرية رقم ١٩٠ / ١٩٦٢ مياه الشرب والثلج والطرق القياسية لفحصهما وتحليلهما

٣-٧ تعيين كبريتيد الصوديوم

DETERMINATION OF SODIUM SULFIDE

٣-٧-١ عـــام

قـد يتواجد كبريتيد الصوديوم فى مياه تصلح لأعمال الخرسانه بينما لاتصلح للشرب ، لذا فـإن تواجـده غير ضار لمياه الخلط ما لم يتجاوز تركيزه الحد المسموح بتواجده طبقا لما ورد بمواصفات مياه الخلط بالكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة .

٣-٧-٢ الهدف

يهدف الاختبار الى تقدير تركيز كبريتيد الصوديوم .

٣-٧-٣ تعريفات

كبريتـيد الصـوديوم أحد المركبات الكيميائية غير المرغوب فى تواجدها فى مياه الخلط للخرسانة بنسبة تزيد عن ٠,١ جرام /لتر .

٣-٧-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١مم .
- سخان كهربائى مسطح .
- زجاجات معملية .

٣-٧-٥ العينات

يجهز ١ لتر من عينة المياه بترشيحها بفصل المواد العالقة .

٣-٧-٦ خطوات الاختبار

١- يؤخـذ ١٠٠ مل من العينة فى دورق مخروطى ويضاف لها ثلاث نقط من محلول أسيتات الزنك ٠,٠٢ عيارى ، ثم تضاف نقطتان من محلول هيدروكسيد الصوديوم ٦ عيارى .

٢ – يرشـح الراسـب المتكون من ورقة ترشيح عادية ثم ينقل الراسب من ورقة الترشيح إلى دورق مخروطى آخر وذلك بغسل ورقة الترشيح بالماء المقطر .

٣ – يضاف ٢ مل من حامض الهيدروكلوريك ٦ عيارى لإذابة الراسب .

٤ – يضاف ١٠مل من محلول اليود ٠,١ عيارى ليتحول اللون إلى اللون البني ، وإذا لم يظهر اللـون البـنى تضاف كمية أخرى معلومة من اليود ليتحول اللون إلى اللون البنى ولتكون كمية اليود المضافة هى (v) .

٥ – يعايـر المحلول بمحلول ثيو سلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ ٠,١ عيارى حتى يتحول اللون البنى إلى عديم اللون ، وليكن حجم المحلول المستخدم فى المعايرة (v_1) .

٦ – يحسب محتوى الكبريتيد بالعينة مقدرة ككبريتيد الصوديوم جرام / لتر .

٣-٧-٧ النتائج

$$Na_2S \quad g/L = \frac{(V \times 0.1) - (V_1 \times 0.1)}{M(100ml)} \times 39$$

حيث :

Na_2S g/L = محتوى كبريتيد الصوديوم

V = حجم محلول اليود المضاف

V_1 = حجم محلول ثيو سلفات الصوديوم المضاف للمعايرة

M = حجم العينة (١٠٠ مل)

٣-٧-٨ حدود القبول والرفض

– يشترط ألا يزيد محتوى كبريتيد الصوديوم على ٠,١ جرام فى اللتر .

٣-٧-٩ المراجع

Standard Method for The Examination of Water and Wastewater . American Public Health Association. 20th Edition 1998.

ASTM Vol . 11 .01 – Vol . 11.02 - 1994

الجزء الرابع

اختبارات الإضافات الكيميائية للخرسانة

مقدمة :

يشـــتمل هـــذا الجـــزء على الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التى تجرى على الإضافات الكيميائـــية الخرســـانية كذلـــك أســـس القبول واشتراطات الرفض لتحديد مدى تحقيقها للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحه والخرسانة سابقة الإجهاد:

ويشمل التحقق من :

- متطلبات التجانس للإضافات الكيميائية للخرسانة
- متطلبات الأدائية للإضافات الكيميائية للخرسانة

٤-١ متطلبات التجانس للإضافات

٤-١-١ عـــام

تجـرى هـذه الاختـبارات لتحديد متطلبات التجانس الواجب توافرها فى سبعة أنواع من الإضـافات الكيميائـية المسـتخدمة مع الخرسانة المصنوعة بأسمنت بورتلاندى . وتشمل هذه الإضافات على :

النوع أ : الإضافات المخفضة للماء

النوع ب : الإضافات المبطئة للشك

النوع ج : الإضافات المعجلة للشك

النوع د : الإضافات المخفضة للماء والمبطئة للشك

النوع هـ : الإضافات المخفضة للماء والمعجلة للشك

النوع و : الإضافات عالية التخفيض للماء

النوع ز : الإضافات عالية التخفيض للماء والمبطئة للشك

٤-١-٢ الهدف

إجـراء اختـبارات متطلبات التجانس للتأكد من تجانس كل رسالة تمثلها هذه العينات مع عينات الإضافة المختبرة والمقبولة.

٤-١-٣ تعريفات

تقسـم الإضـافات الى سبعة أنواع طبقا للصفات التى تكتسبها الخلطة الخرسانية بإضافتها مثل :

- إضافات تخفيض كمية الماء

وهى إما تزيد من قابلية تشغيل الخرسانة دون تغيير نسبة (الماء/الأسمنت) أو تحافظ على قابلية التشغيل وتقلل (الماء/الأسمنت) فتزداد مقاومة الخرسانة .

- إضافات تأخير الشك

وهـى المـواد التى تخفض معدل التفاعل الأولى بين الأسمنت والماء إذ تسبب تأخيراً فى شك وتصلد الخرسانة .

- إضافات تعجيل الشك

هـــى مـــواد تزيد معدل التفاعل الأولى بين الأسمنت والماء فتسبب تعجيل شك الخرسانة والحصول على مقاومة عاليه مبكرة .

- إضافات تخفيض كمية الماء وتأخير الشك

هى مواد تجمع بين النوع (أ) والنوع (ب) .

- إضافات تخفيض كمية الماء وتعجيل الشك

هى مواد تجمع بين النوع (أ) والنوع (جـ) .

- إضافات عالية التخفيض للماء

هـــى إضـــافات تحافظ على قابلية التشغيل مع خفض نسبة الماء / الأسمنت بدرجة عالية فتزداد المقاومة وتأثيرها أعلى من النوع الأول.

- إضافات عالية التخفيض للماء ومبطئة للشك

هى إضافات تجمع بين خصائص النوع (ب) والنوع (و) .

٤-١-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم .
- ميزان ذو حساسية ١ مجم .
- فرن حريق حتى ١٠٠٠° م .
- فرن تجفيف .
- سخان كهربائى مسطح .
- هيدروميتر .
- جهاز قياس الأس الهيدروجينى .
- زجاجيات معملية.

٤-١-٥ العينات

يراعى فى جميع مراحل تحضير العينة تجنب امتصاصها للرطوبة أو ثانى اكسيد الكربون أو التبخر وذلك بجعل مدة تعرضها للجو الخارجى أقل ما يمكن .

أ – الإضافات على هيئة مساحيق

– تؤخذ العينة بحيث تمثل ما لا يزيد على طن واحد أو أقل من الإضافات وتؤخذ العينة من ستة عبوات أو من ١ % من عدد العبوات الموجودة أيهما أكبر أو من جميع العبوات إذا كان عدد العبوات لا يتجاوز ستة ويجب التأكد من أن العبوات تمثل الرسالة تمثيلاً منتظماً.

– تجهز العينات الجزئية من العبوات بالطرق التالية :

– إذا احتوى الوعاء (العبوة) على أقل من ٥٠٠ جم تؤخذ جميع محتوياته

– إذا احتوى الوعاء (العبوة) على ٥٠٠ جرام أو أكثر تتبع إحدى الطريقتين التاليتين:

١ – تدخل أنبوبة أخذ العينات التى لا يقل قطرها عن ٢٥ مم داخل العبوة بحيث تؤخذ مادة الإضافة من قلب العبوة وبطولها بالكامل عدة مرات حتى تحصل على وزن قدره ٥٠٠ جم .

٢ – تفرغ محتويات العبوة على سطح جاف نظيف وتخلط جيدا ثم تؤخذ منها ثلاثةأجزاء على الأقل من أماكن مختلفة من الكومة بحيث لا يقل كل منها عن ١٢٥ جم .

– تكرر هذه العملية لكل عبوة ثم تخلط جيدا العينات الجزئية كى تعطى عينة واحدة مجمعة ثم تختزل هذه العينة المجمعة الى كيلوجرام واحد بطريقة التقسيم الربعى أو باستخدام مجزئ العينات.

– توضع العينة فى أوعية محكمة الغلق بحيث لا يتسرب الهواء إليها .

ب – الإضافات السائلة

تؤخذ العينات من ستة أوعية أو من ١ ./. من عدد الأوعية أيهما أكبر أو تؤخذ من كل الأوعية إذا كان عددها أقل من ستة على أن تمثل العينات الرسالة تمثيلا منتظما وتمثل هذه العينة رسالة لا تزيد عن ٥٠٠٠ لتر من الإضافات السائلة ويراعى عند أخذ العينة رج الأوعية لتوزيع المواد العالقة مع إهمال الرواسب المتبقية بعد عملية الرج .

تؤخذ العينات الجزئية مباشرة من الأوعية المختارة بالطرق التالية:

١ – إذا كان الوعاء يحتوى على أقل من ٠,٥ لتر تؤخذ كل محتويات الوعاء

٢– إذا كان الوعاء يحتوى على ٠,٥ لتر أو أكثر يؤخذ ٠,٥ لتر من كل وعاء

تخلط العينات الجزئية المأخوذة بإحدى الطريقتين السابقتين لتكوين العينة النهائية ثم توضع العينة النهائية فى زجاجة أو أكثر نظيفة ذات سداده محكمة الغلق تماما وعليها علامة مميزة .

٤-١-٦ خطوات الاختبار

تجـرى الاختبارات التالية على عينات الإضافات المأخوذة طبقا لبند (٤-١-٥) للتأكد من تجانس كل رسالة تمثلها هذه العينات مع عينات الإضافة المختبرة والمقبولة :

١ – اختبار محتوى المادة الصلبة (المحتوى الجاف) .

٢ – اختبار محتوى الرماد.

٣ – اختبار الكثافة النسبية .

٤ – اختبار تعيين الرقم الهيدروجينى .

٥ – اختبار تعيين أيون الكلوريد .

٤-١-٦-١ اختبار محتوى المادة الصلبة

يقدر محتوى المادة الصلبة مباشرة على النحو التالى:

أ – بالنسبة للإضافات السائلة

١- يوضع من ٢٥-٣٠ جم رمل قياسى (المار من منخل رقم ٣٠) جاف فى زجاجة ذات فوهة مصنفره خشنة قطرها الداخلى ٦٠ مم وإرتفاعها ٣٠ مم مزودة بغطاء بحيث يحكم غلقها .

٢- توضع الزجاجة والغطاء كل على حدة فى فرن تجفيف عند ١٠٥-١١٠ درجة مئوية وتترك لمدة ١٧ ساعة ± ١/٤ ساعة .

٣- تغطـى الـزجاجة وتوضع فى مجفف إلى أن تصل إلى درجة حرارة الغرفة وتوزن لأقرب ٠,٠٠١ جم (وليكن وزنها w) .

٤- يـنزع الغطـاء وتـوزع ٤ مل من العينة داخل الزجاجة فوق الرمل وذلك باستعمال ماصة وتغطى مباشرة لتجنب الفقد بالتبخير وتوزن لأقرب ٠,٠٠١ جم (وليكن وزنها w_1) .

٥- توضع الزجاجة والغطاء كل على حده داخل فرن التجفيف لتجفف فى درجـة حرارة ١٠٥ -١١٠ مئوية وتترك لمدة ١٧ ساعة± ١/٤ ساعة .

٦- تغطى الزجاجة وتوضع فى المجفف إلى درجة حرارة الغرفة وتوزن لأقرب ٠,٠٠١جم (وليكن وزنها w_2)

٧- تحسب النسبة المئوية بالوزن لمحتوى المادة الصلبة كما يلى:

$$\text{النسبة المئوية بالوزن لمحتوى المادة الصلبة} = \frac{w_2 - w}{w_1 - w} \times 100$$

ب - بالنسبة للإضافات الصلبة

الاختبار عبارة عن نزع الرطوبة من الإضافة الصلبة ويتم ذلك بوزن حوالى ٣ جم من عينة الإضافات الصلبة ثم توضع داخل الزجاجة كالموضحة فى البند (أ-١) ثم تتبع نفس الخطوات المبينة فى البند (أ) وتعين النسبة المئوية لمحتوى المادة الصلبة .

٤-١-٦-٢ اختبار محتوى الرماد

يعطى محتوى الرماد دلالة عن المكونات غير العضوية ويحدد عن طريق حرق عينة الإضافات إلى ٦٠٠ درجة مئوية لإزالة أي مواد عضوية كالآتي:

١- تحرق البوتقة وغطاؤها فى درجة حرارة ٦٠٠ – ٢٥ مئوية لمدة ١٥-٣٠ دقيقة ثم تنقل إلى المجفف .

٢- تترك لتبرد لمدة ٣٠ دقيقة ثم توزن البوتقة بغطائها لأقرب ٠,٠٠١ جم .

٣- يضاف حوالى واحد جرام من عينة الإضافات (سواء كانت إضافات صلبة أو سائله) إلى البوتقة ثم تغطى ويعاد الوزن .

٤- لكى نحصل على أقل فقد ميكانيكى بالحرارة تبلل العينة من الإضافات الصلبة ببضع قطرات من الماء ، ثم تزال قطرات الماء من عينة الإضافات الصلبة بتعريض البوتقة (بدون غطاء) إلى الأشعة تحت الحمراء أو فوق حمام مائى أو فى فرن تجفيف عند درجة حرارة ٩٠ مئوية.

٥- تنقل البوتقة إلى فرن حريق فى درجة حرارة الغرفة ويسخن تدريجيا حتى تصل درجة الحرارة الى ٣٠٠ مئوية خلال ساعة ، ٦٠٠ مئوية خلال من ٢-٣ ساعة ، وتترك العينة فى درجة حرارة ٦٠٠ مئوية لمدة ١٦ ± ٢ ساعة .

٦- تنقل البوتقة من الفرن إلى المجفف ويسمح لها بأن تبرد وهى مغطاة فى المجفف. توزن البوتقة والغطاء والمحتويات لأقرب ٠,٠٠١ جم بعد ٣٠ دقيقة من التبريد.

٧- يحسب محتوى الرماد فى العينة المأخوذة كنسبة مئوية بالوزن لأقرب ١، ./. كما يلى :

$$\text{محتوى الرماد } \% = \frac{w_3 - w_1}{w_2 - w_1} \times 100$$

حيث:

w_1 = وزن البوتقة + الغطاء (بالجرام)

w_2 = وزن البوتقة + الغطاء + وزن العينة قبل الحرق (بالجرام)

w_3 = وزن البوتقة + الغطاء + وزن العينة بعد الحرق (بالجرام)

٤-١-٦-٣ اختبار الكثافة النسبية للإضافات السائلة

١- تعدل درجة الحرارة للعينة بحيث تكون ٢٠± ٥ درجة مئوية ، ثم تنقل عينة الإضافات بعناية لمخبار مدرج نظيف سعته ٥٠٠ مل مع تجنب تكوين فقاعات هواء فى السائل .

٢-يمسك الهيدروميتر من قمته ويغمس فى السائل داخل المخبار ، ثم يترك الهيدروميتر حتى يصل الى وضع الاتزان وبحيث لا يلامس جدار المخبار .

٣-يقرأ التدريج عند قاعدة سطح السائل الملامس للجهاز لاقرب ٠,٠٠٢ ، ثم تسجل الكثافة النسبية لأقرب ٠,٠٠٢ .

٤-١-٦-٤ اختبار تقدير الرقم الهيدروجينى (pH)

١- يقدر الرقم الهيدروجينى لعينة الإضافات السائلة المختبرة باستخدام جهاز تعيين الرقم الهيدروجينى.

٢- فى حالة الإضافات الصلبة يتم إعدادها فى الصورة السائلة طبقا لبيانات المنتج ثم يعين الرقم الهيدروجينى .

٤-١-٦-٥ اختبار محتوى ايون الكلوريد (Cl^-)

تتلخص هذه الطريقة فى تحضير كميتين معلومتين ومتساويتين من محلول قياسى من كلوريد الصوديوم ثم إضافة كل منهما إلى محلول عينة الإضافات وتقدير نسبة الكلوريدات بعد كل إضافة بالمعايرة مع محلول قياسى من نترات الفضة باستخدام قطب من الفضة لتحديد نقطة التعادل بقياس فرق الجهد .

يمكن بهذه الطريقة تقدير أيون الكلوريد فى العينات التى تحتوى على نسبة قليلة جدا منه ويمكن فى نفس الوقت تقدير عيارية نترات الفضة والتحكم فى كمية كلوريد الصوديوم المضافة ويجرى الاختبار كالآتى :

أ – التجهيزات

١ – يجب ان تكون كل الكواشف من النوع التحليلى كما يستخدم الماء المقطر أو المعاد تقطيره (غير المتأين)

٢ – تحضر نترات الأموليوم على هيئة محلول مشبع فى الماء .

٣ – يحضر حمض النيتريك تركيزه ٧٠ ./. بالوزن .

٤ – محلول قياسى من كلوريد الصوديوم ٠,١جزء /لتر (بإذابة ٥,٨٤٥جم من كلوريد الصوديوم المجفف عند ١٥٠° م لمدة ساعتين فى الماء ثم تخفف بالماء حتى يصير حجمها لتر فى دورق قياسى) .

٥ – يجهز نترات الفضة ١، جزء/لتر بإذابة ١٧ جم من نترات الفضة فى الماء ثم تخفف إلى واحد لتر)

٦ – مقياس فرق الجهد أو جهاز تقدير الرقم الهيدروجينى

٧ – قطب من الفضة .

٨ – قطب زجاجى سالب و آخر زجاجى موجب

٩ – عند استعمال هذا الجهاز تتبع التعليمات المرفقة به حيث تختلف من نوع إلىآخر .

ب – خطوات الاختبار

١– يوزن ١٠–١٢ جم من العينة الممثلة للإضافة لأقرب ٠,٠١ جم فى دورق ٢٥٠ مل ويضاف ٥٠ مل من الماء ، ثم ٢ مل من حمض النيتريك المركز. إذا لم تذب العينة بالكامل ترشح خلال ورق ترشيح سريع (واتمان رقم ١ أو أي نوع مشابه له) ثم يغسل المتبقى بالماء.

٢– تختبر حامضية المحلول باستعمال ورق عباد الشمس ، ويضاف مزيد من حمض النيتريك إذا لزم الأمر ويخفف لحوالى ١٥٠ مل بالماء .

٣– يضاف بالماصة ١٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم ، ثم يغمس كل من قطب الفضة والقطبين الزجاجين فى المحلول ، وتوصل الأقطاب بمقياس فرق الجهد أو بمقياس الرقم الهيدروجينى ثم يعاير المحلول ببطء بمحلول نترات الفضة مع المحافظة على تقليب المحلول بقلاب مغناطيسى أوقلاب ميكانيكى .

٤- يسجل فرق الجهد وما يقابله من قراءة السحاحه لمحلول نترات الفضة المضافة على فترات متتالية وعند اقتراب نقطة التعادل حيث تكون زيادة فرق الجهد أسرع ، وتكون إضافة محلول نترات الفضة من ٠,١ إلى ٠,٤ مل وتستمر المعايرة بإضافة من ١ مل إلى ٢ مل بعد نقطة نهاية التعادل ، ثم يضاف بالماصه ١٠ مل أخرى من كلوريد الصوديوم لمحلول العينة ونستمر فى المعايرة بنترات الفضة بنفس الطريقة السابقة .

جـ - الحسابات

يحسب محتوى أيون الكلوريد على هيئة (Cl^-) من العلاقة التالية :

$$\frac{(v_1 - v_2)2 \times 3.546}{w(v_2 - v_1)}$$

حيث :

v_1 = حجم نترات الفضة اللازمة لمعايرة العينة + ١٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم القياسى السابق تجهيزه .

v_2 = حجم نترات الفضة اللازمة لمعايرة العينة + ٢٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم القياسى .

w = وزن العينة

ملحوظة :

يمكن تقدير محتوى أيون الكلوريد بأى طريقة أخرى مناسبة ولها نفس الدرجة من الدقة .

٤-١-٦-٦ اختبار الأشعة تحت الحمراء (اختياري)

يجرى هذا الاختبار لكل من الإضافات الصلبة والسائلة للتعرف الكيفى على المجموعات الكيميائية الوظيفية المميزة للإضافات المستخدمة وذلك عن طريق قياس طيفى الأشعة تحت الحمراء باستخدام الجهاز المستخدم لذلك فى المدى من ٤٠٠-٤٠٠٠ سم-١ ، ومقارنة اللوحة الناتجة للإضافة المستخدمة باللوحة الخاصة بالشركة المنتجة، وذلك للتأكد من نقاوة العينة وسلامتها .

أ – الإضافات السائلة

١- يخفف ٥ مل من محلول الإضافات تركيزه ٠,١ جم /مل الى ٢٠٠ مل بالماء المقطر ، ثم يسحب ٥ مل من هذا المحلول المخفف ويوضع فى طبق تجفيف مع ٣,٥جم من بروميد البوتاسيوم بمواصفات مناسبة للاستخدام فى التحليل الطيفى بالأشعة تحت الحمراء ، وكذلك ٥ مل من الماء المقطر .

٢- يقلب هذا المخلوط حتى يذوب فى الماء ويوضع فى فرن تجفيف لمدة ١٧ ± ١/٤ ساعة عند درجة حرارة ١٠٥ ± ٣ درجة مئوية ، ثم يبرد وتنقل البقايا الجافة لتطحن فى هون خاص ليصبح ناعما جدا .

٣- يخلط ٠,١ جم من هذه العينة المطحونة مع ٠,٤ جم من بروميد البوتاسيوم خلطا جيدا ، وتكبس على صورة شريحة رقيقة معده طبقا للتعليمات المطلوبة فى هذا المجال ، وتوضع فى جهاز الأشعة تحت الحمراء لعمل اللوحة البيانية الخاصة بها.

ب – الإضافات الصلبة

١- يطحن ١٠ جم من العينة بحيث تصبح على صورة مسحوق ناعم وذلك باستخدام هون خاص، تنقل العينة إلى طبق تجفيف وتوضع فى فرن التجفيف لمدة ١٧ ± ١/٤ ساعة عند ١٠٥±٣ درجة مئوية .

٢- يوزن ٠,٠٠٥ جم من العينة الجافة وكذلك ٠,٩٩٥ جم من بروميد البوتاسيوم ذى المواصفة المناسبة للاستخدام فى التحليل الطيفى بالأشعة تحت الحمراء ، تخلط المادتان جيدا ثم تكبس فى صورة شريحة رقيقة معدة طبقا للتعليمات المطلوبة فى هذا المجال ثم توضع فى جهاز قياس الأشعة تحت الحمراء لعمل اللوحة البيانية للإضافة المختبرة .

٤-١-٧ حدود القبول والرفض

جدول (٤-١-١) متطلبات التجانس للإضافات

الخاصية	المتطلبات
محتوى المادة الصلبة	لا تزيد على ٥ ٪ بالوزن عن القيمة التى ينص عليها المنتج لكل من الإضافات السائلة والصلبة .
محتوى الرماد	لا يزيد على ١ ٪ بالوزن عن القيمة المحددة من المنتج .
الكثافة النسبية	للإضافات السائلة لا تزيد على ٠,٠٢ عن القيمة المحددة من المنتج .
الرقم الهيدروجينى	يقارن بالرقم المحدد من المنتج .
محتوى أيون الكلوريد	لا تزيد على ٥ ٪ عن القيمة المحددة بواسطة المنتج أو ٠,٢ ٪ من وزن الإضافة أيهما أكبر .
الأشعة تحت الحمراء	تكون مطابقة لبيانات المنتج .

٤-١-٨ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٨٩٩/١٩٩٠ إضافات الخرسانة ج١ : الإضافات المخفضة للماء والإضافات المعجلة للشك والإضافات المؤخرة للشك

BS 5075 :Part 1-82

ASTM C 494 : (Part 14) Material Tests

٤-٢ متطلبات الأدائية للإضافات الكيميائية للخرسانة

٤-٢-١ عـــام

تجـرى هـذه الاختـبارات لتحديد متطلبات الأدائية الواجب توافرها فى سبعة أنواع من الإضافات الكيميائية للخرسانة الأسمنتية ، وتشتمل هذه الإضافات على :

النوع أ : الإضافات المخفضة للماء

النوع ب : الإضافات المبطئة للشك

النوع ج : الإضافات المعجلة للشك

النوع د : الإضافات المخفضة للماء والمبطئة للشك

النوع هـ : الإضافات المخفضة للماء والمعجلة للشك

النوع و : الإضافات عالية التخفيض للماء

النوع ز : الإضافات عالية التخفيض للماء والمبطئة للشك

ويـتم الـتحقق مـن متطلـبات الأدائية للإضافات من خلال اختبار الخرسانة في حالتيها الطازجة والمتصلدة ، وتشمل اختبارات الأدائية ما يلي :

- اختـبارات الخرسـانة الطازجـة وتشمل اختبارات الهبوط – معامل الدمك – محتوى الهواء المحبوس – أزمنة التصلد.
- اختبارات الخرسانة المتصلدة ، وتشمل اختبارات مقاومة الضغط ومقاومة الانحناء .

ويـتم إجـراء هـذه الاختبارات على خلطتين إحداهما بدون الإضافة (خلطة التحكم) ، والخلطة الأخرى تحتوى على الإضافة المطلوب اختبار أدائيتها

٤-٢-٢ الهدف

تهـدف هـذه الاختـبارات إلى الحكم على جودة أداء الإضافات من خلال اختبار خواص الخرسـانة الطازجة والخرسانة المتصلدة المحتوية على الإضافة ومقارنتها بنفس الخرسانة بدون الإضافة (خلطة التحكم) ، ومطابقة نتائج الاختبارات مع حدود المواصفات القياسية المصرية.

٤-٢-٣ تعريفات

- إضافات مخفضة للماء

هـــى إضافات إما تزيد من قابلية التشغيل للخرسانة دون تغيير فى نسبة الماء/الأسمنت أو تحافظ على قابلية التشغيل مع خفض نسبة الماء/الأسمنت فتزداد المقاومة.

- إضافات مبطئة للشك

هـــى إضـــافات تبطئ معدل التفاعل الأولي بين الأسمنت والماء وبالتالي تسبب تأخيراً فى شك وتصلد الخرسانة.

- إضافات معجلة للشك

هى إضافات تعجل معدل التفاعل الأولي بين الأسمنت والماء فتسبب تعجيل شك الخرسانة والحصول على مقاومة مبكرة عالية.

- إضافات مخفضة للماء ومبطئة للشك

هى إضافات تجمع بين خصائص النوع الأول والنوع الثاني.

- إضافات مخفضة للماء ومعجلة للشك

هى إضافات تجمع بين خصائص النوع الأول والنوع الثالث.

- إضافات عالية التخفيض للماء

هـــى إضـــافات تحـــافظ على قابلية التشغيل مع خفض نسبة الماء/الأسمنت بدرجة عالية فتزداد المقاومة ، وهى ذات تأثير أعلى من النوع الأول.

- إضافات عالية التخفيض للماء ومبطئة للشك

هى إضافات تجمع بين خصائص النوع الثانى والنوع السادس.

- زمن التصلب الابتدائي

هـــو الزمن الذى يحدد من تمام خلط الخرسانة حتى الوصول إلى مقاومة اختراق قدرها ٠,٥ نيوتـــن/مم^{٢} طبقاً للمواصفات المصرية رقم ١٨٩٩/١٩٩٠ وذلك للمونـــة المنخولة على منخل مقاس ٤,٧٦ مم .

– زمن التصلب النهائي

هـو الزمن الذى يحدد من تمام خلط الخرسانة حتى الوصول إلى مقاومة اختراق مقدارها ٣,٥ نيوتـن/مـم^{٢} طبقاً للمواصفات المصرية رقم ١٨٩٩/١٩٩٠ وذلك للمونة المنخولـة على منخل مقاس ٤,٧٦مم .

٤-٢-٤ الأجهزة

٤-٢-٤-١ الأجهزة الخاصة لاختبارات القابلية للتشغيل

أ – مخروط الهبوط القياسي لتعيين الهبوط .

ب – جهاز معامل الدمك لتعيين معامل الدمك .

٤-٢-٤-٢ جهاز تعيين محتوى الهواء

(طبقاً لما هو وارد باختبار ٦-٧)

٤-٢-٤-٣ جهاز تعيين أزمنة التصلب

كمـا هو موضح بالشكل رقم (٤-٢-١) والذى يتكون من منخل مقاس فتحته ٤,٧٦ مم – مـيزان بتدريج يقرأ على الأقل ١٥ كجم – أوعية صلب غير منفذة للماء وغير ماصة ذات قطر ٧٥ مـم علـى الأقل وعمق يتراوح بين ٥٠ – ١٠٠ مم – ساعة إيقاف – قضيب بقطر ٦,٧ ± ٠,٠٢٥ مـم مثبـت علـى حامل وماسك فى وضع رأسى بحيث يسمح بخفض القضيب رأسيا بإحكام وثبات لمسافة ٤٠ مم على الأقل وذلك لتعيين أزمنة التصلد الابتدائية والنهائية للخرسانة.

٤-٢-٥ عينات الإضافات

يـراعى فـى الإضافات بشكل عام أن تكون فى الحالة المناسبة والتى يوصى بها المنتج للاستخدام العام.

أ – إضافات على هيئة مساحيق

تؤخـذ العينة بحيث تمثل ما لا يزيد عن طن واحد أو اقل من الإضافات وتؤخذ العينة من سـتة عـبوات أو من ١% من عدد العبوات الموجودة أيهما اكبر أو من جميع العبوات إذا كان عدد العبوات لا يتجاوز ستة ، ويجب التأكد من أن العبوات تمثل الرسالة تمثيلا منتظما.

تجهز العينات الجزئية من العبوات بالطرق التالية :

– إذا احتوى الوعاء على اقل من ٥٠٠ جم يؤخذ جميع محتوياته.

– إذا احتوى الوعاء على ٥٠٠ جرام أو أكثر تفرغ إحدى العبوات على سطح جاف نظيف وتخلط جيدا ثم يؤخذ منها ثلاثة أجزاء على الأقل من أماكن مختلفة من الكومة بحيث لا يقل كل منها عن ١٢٥ جم. تكرر هذه العملية لكل عبوة ثم تخلط جيدا العينات الجزئية كى تعطى عينة واحدة مجمعة ثم تختزل هذه العينة المجمعة إلى كيلو جرام واحد بطريقة التقسيم الربعي أو باستخدام مجزئ العينات.

– توضع العينة فى أوعية محكمة الغلق بحيث لا يتسرب الهواء إليها.

ب – إضافات سائلة

تؤخذ العينات من ستة أوعية أو من ١% من عدد الأوعية أيهما اكبر أو تؤخذ من كل الأوعية إذا كان عددها اقل من ستة على أن تمثل العينات الرسالة تمثيلا منتظما.

تؤخذ العينات الجزئية مباشرة من الأوعية المختارة بالطرق التالية :

– إذا كان الوعاء يحتوى على اقل من نصف لتر يؤخذ كل محتويات الوعاء.

– إذا كان الوعاء يحتوى على نصف لتر أو أكثر يؤخذ نصف لتر من كل وعاء.

تخلط العينات الجزئية المأخوذة كما بالطريقة السابقة لتكوين العينة النهائية بحيث لا تقل العينة المجمعة عن لتر واحد ثم توضع العينة النهائية في زجاجة أو أكثر نظيفة ذات سداده محكمة الغلق تماما وعليها علامة مميزة.

٤-٢-٦ مكونات الخلطة الخرسانية

– الأسمنت

أسمنت بورتلاندي عادي مطابق للمواصفات القياسية المصرية رقم ٣٧٣.

– الركام الكبير

يجب أن يكون الركام الكبير جافاً تماماً (يجفف فى فرن إذا أمكن) ويكون نظيفاً وخالياً من المواد العضوية والشوائب ومطابقاً للمواصفات القياسية رقم ١١٠٩ . ويراعى أن يكون الركام الكبير ذا مقاسين من ٢٠ – ١٠ مم ، ومن ١٠ – ٥ مم ، ويجب ألا يزيد معامل التفلطح فى حبيباته على ٣٥% .

– الركام الصغير

يجب أن يكون الركام الصغير جافاً تماماً (يجفف في فرن إذا أمكن) ويكون نظيفاً وخالياً من المواد العضوية والشوائب ومطابقاً للمواصفات القياسية رقم ١١٠٩ . كما يراعي فى الركام الصغير (الرمل) أن يكون تدرجه في حدود المنطقة الثالثة للتدرج ، وألا تزيد المواد الحمضية الذائبة به على ٥%.

– ماء الخلط

يكون من ماء الشرب النقى.

٤-٢-٧ نسب مكونات الخلطات الخرسانية

٤-٢-٧-١ خلطة (أ) (بدون إضافات – خلطة التحكم)

– الأسمنت : ٣٠٠ ± ٥ كجم/م^{٣} .

– نسب الأسمنت إلى الركام الشامل ١ : ٦ بالوزن .

– نسب مكونات الركام بالوزن : ٤٥ جزء من مقاس ٢٠ – ١٠ مم ، ٢٠ جزء من مقاس ١٠ – ٥ مم ، ٣٥ جزء من الركام الصغير.

– الماء : ويكون بالكمية التى تعطى للخلطة الخرسانية هبوطا قيمته ٦٠ ± ١ مم أومعامل دمك يتراوح بين ٨٨% – ٩٤ %.

– محتوى الهواء: لا يتعدى ٣,٠%.

٤-٢-٧-٢ خلطة (ب) (المحتوية على الإضافات)

يكون لها نفس نسب مكونات الخلطة الخرسانية السابقة (خلطة أ) مع استخدام الإضافات بالنسبة التى يوصى بها المنتج ، ومحتوى الماء الذى يجعل هذه الخلطة الخرسانية لها نفس تشغيلية خلطة التحكم المذكورة (خلطة أ) ، بحيث لا يتعدى الفرق بين محتوى الهواء بها عن خلطة التحكم (خلطة أ) بأكثر من ٢,٠% ولا يزيد المحتوى الكلى للهواء على ٣,٠%.

٤-٢-٨ العينات الخرسانية

العينات الخاصة لكل من اختبارات الخرسانة الطازجة (الهبوط – معامل الدمك – محتوى الهواء المحبوس) واختبارات الخرسانة المتصلدة (مقاومة الضغط – مقاومة الانحناء) يتم أخذها طبقاً للاختبارات الخاصة بها والواردة فى هذا الدليل.

ويـتم أخـذ عينات الخرسانة المتصلدة وتجهيزها للاختبار بعد أعمار ١ و ٣ و ٧ و ٢٨ يوماً وذلك لاختبار الضغط والانحناء ، كما يمكن إجراء اختبار الضغط بعد ٦ شهور. وفى حالة الأعمـال التى لا يمكن عمل معالجة للعينات لمدة ٦ أشهر وفى حالة الحصول على نتائج سريعة يمكن إهمال اختبار الخرسانة بعد عمر ٦ أشهر.

– عينات اختبار أزمنة التصلب

يتم تجهيز عينات اختبار أزمنة التصلد كما يلى :

أ – يـتم فصل المونة من الخرسانة سواء لخلطة التحكم (خلطة أ) أو لخلطة الاضافات (خلطة ب) بالـنخل خـلال منخل مقاس فتحته ٤,٧٦ مم على سطح غير منفذ، ثم يعاد خلط المونة بواسـطة مسطرين يدوى وتملأ الأوعية بارتفاع يقل ١٠ مم عن حافة الوعاء على أن توضع المونة على عشر دفعات ويدق الوعاء أربع مرات بعد كل إضافة.

ب – تغطـى الأوعية المملوءة بالمونة لمنع تبخر الماء وتحفظ فى جو درجة حرارته ٢٠ ± ٢ درجة مئوية .

٤-٢-٩ خطوات الاختبار

٤-٢-٩-١ اختبارات الخرسانة الطازجة

يتم إجراء اختبارات الخرسانة الطازجة "– الهبوط – معامل الدمك – محتوى الهواء" طبقا للاختبارات الخاصة بها أرقام (٦-٢) ، (٦-٥) ، (٦-٦) فى هذا الدليل.

ويتم إجراء اختبار أزمنة التصلد تبعاً لما يلى:

– بعـد تجهـيز العينات كما هو موضح بالبند (٤-٢-٨) يوضع الوعاء على قاعدة الميزان ويـرفع الغطـاء، ويوضع الوعاء بحيث يكون سطح المونة على بعد ٢٠مم على الأقل أسفل نهايـة القضـيب النحاس ويراعى أن يكون موضع اختراق سطح المونة على بعد لا يقل عن ٢٠ مـم مـن إطار الوعاء ويضبط تدريج الميزان حتى بدايته أو تسجل القراءة المقابلة لكتلة الوعاء المملوء.

– يتم إنزال القضيب النحاسى ببطء داخل المونة حتى بداية التلامس بين الوردة النحاسية وسطح المونة وفى هذه اللحظة تسجل قراءة تدرج الميزان بالكيلوجرام.

– يـتم تعيـين مقاومة الاختراق كل ساعة – حتى مقاومة قدرها ١,٠ نيوتن/ مم^{٢} وبعد ذلك يتم تعيين المقاومة كل نصف ساعة حتى تصل لمقاومة قدرها ٤,٠ نيوتن /مم^{٢}.

٤-٢-٩-٢ اختبارات الخرسانة المتصلدة

تجرى اختبارات الخرسانة المتصلدة " مقاومة الضغط – مقاومة الانحناء " طبقا للاختبارات أرقام (٧-٢) ، (٧-٤) الواردة فى هذا الدليل على العينات المجهزة وعند الأعمار المحددة.

٤-٢-١٠ المساعدات الإيضاحية

للمساعدة فى تعيين أزمنة التصلب الابتدائية والنهائية يتم رسم العلاقة بين مقاومة الاختراق (نيوتن/مم^2) عند الأزمنة المختلفة والزمن المناظر لكل منها.

٤-٢-١١ النتائج

يتم تحديد نتائج الاختبارات للخرسانة الطازجة (الهبوط ومعامل الدمك ومحتوى الهواء) واختبارات الخرسانة المتصلدة (مقاومة الضغط ومقاومة الانحناء) وذلك طبقا للاختبارات أرقام (٦-٢، ٦-٥، ٦-٦، ٦-٧، ٧-٢، ٧-٤) بهذا الدليل . أما بالنسبة لحساب أزمنة التصلد فيتم حسابها كما يلى :

تُحسب مقاومة الاختراق (نيوتن/مم^2) فى أوقات الاختبار المختلفة وذلك بقسمة القراءة المسجلة لتدرج الميزان بالكيلوجرام على ٣ (ويمكن عمل هذه الطريقة المبسطة باستعمال قضيب نحاس مساحة نهايته ٣٠مم^2) ويحدد زمن التصلب الابتدائى بالزمن اللازم للحصول على مقاومة اختراق قدرها ٠,٥ نيوتن /مم^2 وزمن التصلب النهائى هو الزمن اللازم للحصول على مقاومة اختراق قدرها ٣,٥ نيوتن/مم^2.

٤-٢-١٢ حدود القبول أو الرفض

يجب أن تحقق نتائج اختبارات الخرسانة الطازجة والخرسانة المتصلدة القيم الموضحة بالجدول رقم (٤-٢-١-أ) للخرسانة الطازجة و (٤-٢-١-ب) للخرسانة المتصلدة.

٤-٢-١٣ التقرير

يحتوى هذا البند على العناصر الأساسية للبيانات التى يجب أن يتضمنها تقرير نتائج الاختبار . ويمكن تقسيم هذه البيانات الى معلومات ونتائج ومن ثم يتم تحديد مدى الصلاحية إن أمكن وذلك على النحو التالى :

أ – المعلومات

- اسم معمل الاختبار وعنوانه.
- اسم طالب الاختبار وعنوانه.
- تاريخ ورود العينة أو العينات.
- تاريخ إجراء الاختبار.
- المواصفات القياسية المتبعة.
- توصيف العينات.
- طريقة وظروف حفظ العينات.
- حدود القبول أو الرفض طبقا للمواصفات المتبعة.

ب – نتائج الاختبارات

اعـداد تقرير يشتمل على نتائج الاختبارات مذيلة بتوقيعات المسئولين عن إجراء الاختبار وإعداد التقرير.

جـ – الصلاحية

يضاف هذا البند فى التقارير الاستشارية.

٤-٢-١٤ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١٨٩٩ / ١٩٩٠ والخاصة بإضافات الخرسانة المخفضة للماء والإضافات المعجلة للشك والإضافات المبطئة للشك.
- المواصـفات القياسـية المصـرية م.ق.م ١٦٥٨ / ١٩٨٩ الجـزء الـثانى والثالث الخاصة باختـبارات القابلـية للتشـغيل "الهـبوط ومعـامل الدمك ومحتوى الهواء" وأيضا اختبارات الخرسانة المتصلدة وتشمل مقاومة الضغط ومقاومة الانحناء.
- المواصفات الأمريكية ASTM C-494/96

Specification for chemical Admixtures for concrete

- المواصفات البريطانية BS-5075 لسنة ١٩٨٢ والمعدلة لسنة ٢٠٠٠.

Concrete admixtures

جدول (٤-٢-١-أ) متطلبات الأدائية* لخرسانة الإضافات – الخرسانة الطازجة

الخاصية		نوع الإضافة					
		محفضة للماء	مؤخرة للشك	معجلة للشك	محفضة للماء ومؤخرة للشك	محفضة للماء ومعجلة للشك	عالية تخفيض الماء	عالية تخفيض الماء ومؤخرة الشك
الحد الأقصى لمحتوى الماء كنسبة مئوية من خلطة التحكم		٩٥	–	–	٩٥	٩٥	٨٨	٨٨
محتوى الهواء		لا يزيد فى الخلطة الخرسانية بالإضافات بأكثر من ٢% عن الخلطة الخرسانية بدون إضافات (خلطة التحكم) ولا يزيد المحتوى الكلى للهواء لأى حالة منها عن ٣%						
أزمنة التصلب** عند مقاومة اختراق	٠,٥ نيوتن /مم٢	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	–	–	ساعة أكبر من زمن خلطة التحكم كحد أدنى	أكبر من ساعة واحدة	–	–
	٣,٥ نيوتن/مم٢	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	–	–	–	ساعة أقل من زمن خلطة التحكم كحد أدنى	–	–
أزمنة الشك *** عند مقاومة اختراق	٣,٥ نيوتن/مم٢	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	من ساعة إلى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	من ساعة إلى ٣ ساعات أقل من زمن خلطة التحكم على ألا تقل عن ١٥ دقيقة	من ساعة إلى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	من ساعة إلى ٣ ساعات أقل من زمن خلطة التحكم على ألا تقل عن ٤٥ دقيقة	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	من ساعة إلى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم
	٢٧,٦ نيوتن/مم٢	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	حتى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	حتى ساعة أقل من زمن خلطة التحكم على ألا تقل عن ٤٥ دقيقة	حتى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	حتى ساعة أقل من زمن خلطة التحكم على ألا تقل عن ٤٥ دقيقة	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	حتى ٣ ساعات من زمن خلطة التحكم

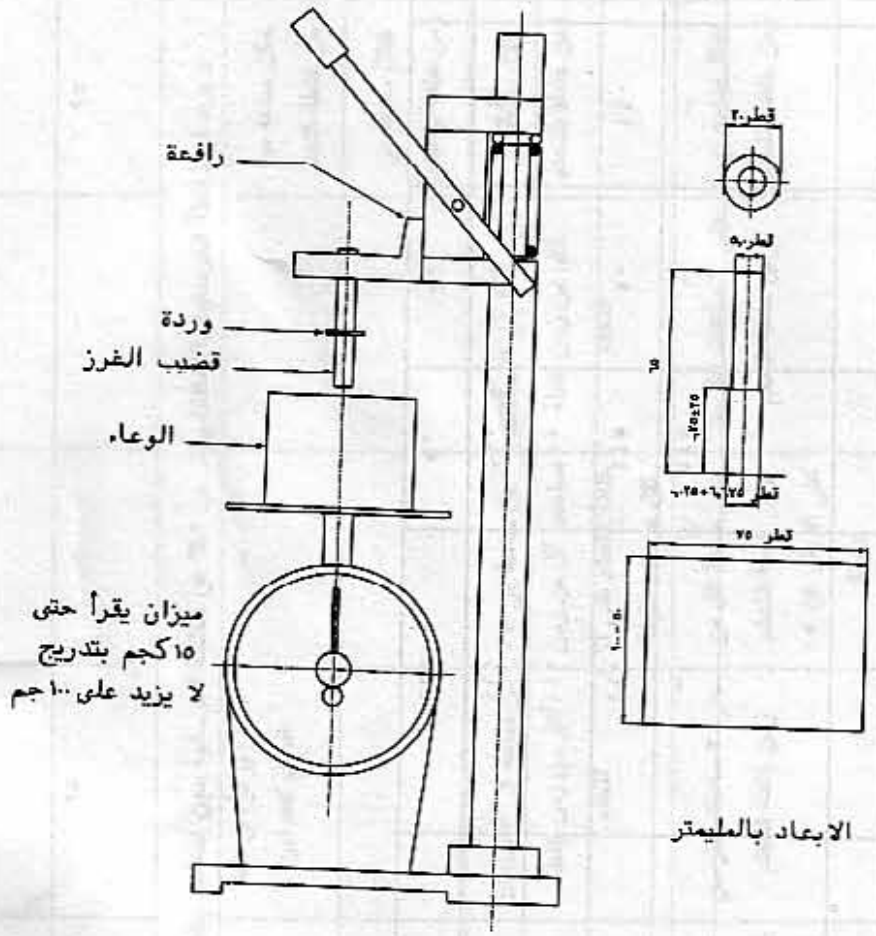
* بالنسبة لاختبارى أزمنة التصلب أو الشك فيكتفى بأحدهما

** اختبار أزمنة التصلد طبقاً للمواصفات المصرية م.ق.م. ١٨٩٩/١٩٩٠

*** اختبار الشك طبقاً للمواصفات الأمريكية (ASTM) 494 - C لسنة ١٩٩٦ (أنظر اختبار ٦-١٠)

جدول رقم (٤-٢-١-ب) متطلبات الأداتية لخرسانة الإضافات – الخرسانة المتصلدة

الخاصية	نـوع الإضافـــة						
	مخفضة للماء	مؤخرة للشك	معجلة للشك	مخفضة للماء ومؤخرة للشك	مخفضة للماء ومعجلة للشك	عالية تخفيض الماء	عالية تخفيض الماء ومؤخرة الشك
الحد الأدنى لمقاومة الضغط كنسبة مئوية من خلطة التحكم عند :							
عمر ١ يوم	–	–	١٢٥	–	١٢٥	١٤٠	١٢٥
عمر ٣ يوم	١١٠	٩٠	١٢٥	١١٠	١٢٥	١٢٥	١٢٥
عمر ٧ يوم	١١٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١١٠	١١٥	١١٥
عمر ٢٨ يوم	١١٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١١٠	١١٠	١١٠
عمر ٦ شهور	١٠٠	٩٠	٩٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠



شكل رقم (٤-٢-١) جهاز تعيين أزمنة التصلب

الجزء الخامس

اختبارات صلب التسليح

مقدمة :

يشـتمل هـذا الجزء على الاختبارات التى تجرى على صلب التسليح معملياً، كذلك أسس القـبول واشـتراطات الرفض لتحديد مدى تحقيقها للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد. ويشتمل هذا الجزء على الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية التى تساعد فى الحكم على جودة صلب التسليح ويتم ما سبق من خلال إجراء الاختبارات الآتية:

أولاً : الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية

٥ – ١ اختـبارات المقاسـات والأوزان لأسـياخ صـلب التسليح المدلفنة على الساخن لتسيح الخرسانة

٥–٢ اختبارات الشد

٥–٢–١ اختبار الشد لأسياخ صلب التسليح المدلفنة على الساخن لتسليح الخرسانة

٥–٢–٢ اختـبار الشـد للأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد

٥–٢–٣ اختبار الشد لشبك أسياخ الصلب الملحومة لتسليح الخرسانة

٥–٣ اختبارات الثنى على البارد

٥–٣–١ اختبار الثنى على البارد للمعادن (لاختبار أسياخ صلب التسليح للخرسانة)

٥–٣–٢ اختـبار الثـنى علـى الـبارد للأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد

٥–٣–٣ اختبار الثنى على البارد لشبك أسياخ الصلب لتسليح الخرسانة

٥–٤ اختبارات القص

٥–٤–١ اختبارات القص لشبك أسياخ الصلب الملحومة لتسليح الخرسانة

٥–٥ اختبار معدن اللحام

أولاً : الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية

٥-١ اختبار المقاسات والأوزان لأسياخ صلب التسليح المدلفنة على الساخن

DIMENSIONS AND MASSES TEST FOR HOT ROLLED STEEL FOR REINFORCEMENT OF CONCRETE

٥-١-١ عـــام

يختص هذا الاختبار بكيفية تحديد مقطع السيخ والنتوءات وحساب المساحة الفعالة للمقطع المستعرض سواء للأسياخ ذات السطح الأملس أو ذات النتوءات والمستخدمة في تسليح الخرسانة .

٥-١-٢ الهدف

يهدف الاختبار لقياس قطر السيخ وكذلك النتوءات الطولية أو العرضية المستمرة وكذلك تحديد الوزن الطولى للسيخ .

٥-١-٣ تعريفات :

- **نتوءات طولية :**

هي نتوءات منتظمة مستمرة موازية لمحور السيخ .

- **نتوءات عرضية :**

هى نتوءات عمودية أو مائلة على محور السيخ وقد تكون مستمرة أو غير مستمرة .

- **نتوءات عرضية مستمرة :**

هى نتوءات منتظمة في كل مقطع عمودى على محور السيخ .

- **القطر المكافئ الاسمى للسيخ ذى النتوءات :**

قطر الدائرة التي تمثل مساحتها المساحة الفعالة لمقطع السيخ بحالته المنتجة شاملاً مساحة النتوءات الطولية والعرضية المستمرة .

- **ارتفاع النتوء (ع) :**

هـو المسافة بين أعلى نقطة وسطح قلب السيخ مقاسة عمودياً على محور السيخ شـــكل (٥-١-١ ، ٥-١-٢) .

– قلب السيخ ذى النتوءات :

هو الجزء من المقطع المستعرض للسيخ الخالى من النتوءات الطولية والعرضية.

– المسافة بين نتوءين (ف) :

هى المسافة بين مركزى نتوءين عرضيين مقاسة عمودياً على محور السيخ .

– زاوية ميل النتوء (أ) :

هى الزاوية المحصورة بين النتوء العرضى والمحور الطولى للسيخ .

– المسافة الخالية من النتوءات العرضية :

هى مجموعة المسافات حول سطح قلب السيخ الواقعة بين النتوءات العرضية مقاسه على مستو عمودى على محور السيخ .

٥–١–٤ الأجهزة :

– ميزان حساس

– قدمة ذات ورنية

– شريط قياس

٥–١–٥– العينات :

– يتم سحب عينتين بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزنها ٥٠ طناً فأقل .

– يتم سحب ثلاث عينات بنفس القطر و من نفس الصبة لكل إرسالية وزنها أكثر من ٥٠ طناً .

٥–١–٦ خطوات الاختبار :

١ – قياس قطر السيخ :

يتم قياس قطرين متعامدين عند نفس المقطع .

٢ – قياس النتوءات :

– يقدر ارتفاع النتوء بأخذ متوسط ثلاث قراءات لأقرب ٠,٠١ مم .

– تقاس الزاوية المحصورة بين النتوء والمحور الرأسى من الطبعة التى تنشأ عن ضغط أو دلفنة السيخ علي صلصال لين أو عجينه مناسبة .

– تقدر المسافة بين النتوءات العرضية بقياس عشر مسافات متتالية ثم حساب متوسطها .

– تحسب المسافة بين نهايات النتوءات العرضية بأخذ متوسط ثلاث قراءات لأقرب ٠,٠١ مم .

٣ – وزن المتر الطولي :

يحـــدد وزن المتر الطولي بوزن عينـــة بطول لا يقل عن نصف متر من الســـيخ بدقـــة ± ٠,٥%

٥–١–٧ المساعدات الإيضاحية :

يوضح الشكل رقم (٥–١– ،) نتوءا طوليا، ويوضح شكل رقم (٥–١–٢) نتوءا عرضيا .

٥–١–٨ أخطاء شائعة :

عدم الالتزام الكامل بنصوص المواصفات مثل :

– عدم قياس قطر السيخ عند موضعين متعامدين .

– استخدام عينة بطول يقل عن نصف متر لتحديد وزن المتر الطولى .

– عدم اتباع الطريقة القياسية فى قياس النتوءات.

٥–١–٩ النتائج :

حساب المساحة الفعالة (An) كما يلى :

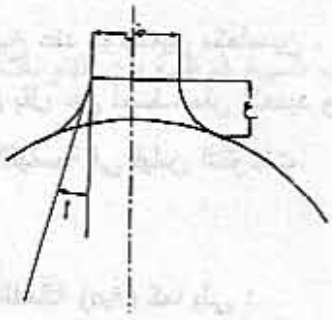
$$An = W / (L * 0.00785) \qquad mm^2$$

حيث :

W : الوزن لأقرب جرام .

L : الطول لأقرب ملليمتر .

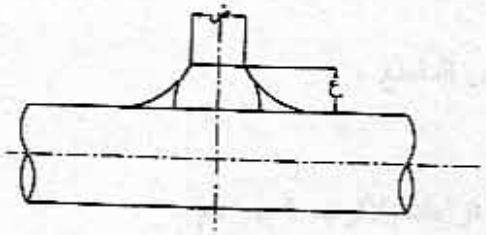
0.00785 : كثافة الحديد جرام\ملليمتر^3 .



ض : عرض النتوء
ع : ارتفاع النتوء
أ : زاوية ميل النتوء

شكل رقم (٥-١-١) نتوء طولى

ض : عرض النتوء
ع : ارتفاع النتوء



شكل رقم (٥-١-٢) نتوء عرضى

٥-١-١٠ حدود القبول أو الرفض :

١ – التجاوز فى المقاسات والأوزان :

يوضح الجدول رقم (٥-١-١) المقاسات الاسمية للأسياخ ووزن المتر الطولى والتجاوز المسموح به وذلك طبقاً للمواصفة م.ق.م. ١٩٩٩/٢٦٢ (تحت الإصدار).

٢ – التجاوز المسموح به فى الأطوال :

تورد الأسياخ بأطوال يتم الاتفاق عليها بين المنتج والمشترى على أن الطول القياسى المفضل للأسياخ الملساء هو ١٢ متر أما الأسياخ ذات النتوءات فإن الطول القياسى المفضل هو ١٢ أو ١٨ مترا ويسمح بتجاوز فى الطول مقداره + ١٠٠ مم .

٣ – اشتراطات عامة للنتوءات :

١ – من الضرورى وجود النتوءات العرضية على سطح الأسياخ ذات النتوءات أما النتوءات الطولية فهى اختيارية .

٢ – يراعى أن يضمن الشكل الهندسى للنتوءات خواص تماسك مناسبة بين الأسياخ والخرسانة ويتحقق ذلك بوجود صفين من النتوءات العرضية موزعين بالتساوى حول المحيط الخارجى للسيخ مع توزيع نتوءات كل صف بانتظام على طول السيخ ماعدا وضع علامة المصنع .

٣ – يوضح الجدول رقم (٥-١-٢) متطلبات الشكل الهندسى للنتوءات .

٥-١-١١ التقرير :

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية :

١ – معلومات عامة :

- اسم معمل الاختبار وعنوانه .
- اسم طالب الاختبار وعنوانه .
- تاريخ ورود العينة و/أو العينات .
- تاريخ إجراء الاختبار .
- المواصفات القياسية والمعايير المختصة .
- نوع ورتبة الأسياخ .

٢ – النتائج :

- الحسابات .
- نتائج الاختبار

– حدود القبول أو الرفض طبقاً للمواصفات المتبعة .

٣ – التوقيعات :

يجـب أن يكـون التقرير موقعاً من المسئولين عن إجراء الاختبارات والحسابات ومعتمداً من مدير المعمل.

٥–١–١٢ المراجع :

– م.ق.م. ١٩٨٨/٢٦٢ : أسياخ الصلب المدلفنة علي الساخن لتسليح الخرسانة .

– م.ق.م. ١٩٩٩/٢٦٢ " تحت الإصدار " : أسياخ الصلب لتسليح الخرسانة .

جدول رقم (٥–١–١) المقاسات الاسمية ووزن المتر الطولى للأسياخ ذات النتوءات والتجاوز المسموح به فى الأوزان

القطر الاسمى (مم)	المساحة الاسمية للمقطع المستعرض ($مم^2$)	الوزن والتجاوز المسموح به للمتر الطولى من السيخ الواحد	
		الوزن كجم/م	التجاوز المسموح به (%)
٦	٢٨,٣	٠,٢٢٢	± ٨
٨	٥٠,٣	٠,٣٩٥	
١٠	٧٨,٥	٠,٦١٨	± ٥
١٢	١١٣	٠,٨٨٨	
١٣	١٣٣	١,٠٤	
١٤	١٥٤	١,٢١	
١٦	٢٠١	١,٥٨	
١٨	٢٥٤	٢,٠٠	
١٩	٢٨٣	٢,٢٢	
٢٠	٣١٤	٢,٤٧	
٢٢	٣٨٠	٢,٩٨	
٢٥	٤٩١	٣,٨٥	± ٤
٢٨	٦١٦	٤,٨٣	
٣٢	٨٠٤	٦,٣١	
٣٦	١٠٢٠	٧,٩٩	
٤٠	١٢٥٧	٩,٨٦	
٥٠	١٩٦٤	١٥,٤١	

جدول رقم (٥-١-٢) متطلبات الشكل الهندسى للنتوءات

	قطر السيخ ق (مم)	أسياخ مدلفنة على الساخن		أسياخ أجرى عليها التواء	
		نتوءات منتظمة الارتفاع	نتوءات هلالية الشكل		
ارتفاع النتوء المستعرض (ع)	جميع الأقطار	٠,٠٥ ق حد أدنى	٠,٠٦٥ق حد أدنى	٠,٠٥٢ ق حد أدنى	٠,٠٦٥ ق حد أدنى
ارتفاع النتوء الطولى (ع)	جميع الأقطار	---		٠,٠٧ ق حد أدنى	
المسافة بين النتوءين (ف)	٦ حتى ٨ . ≤ ١٠	من ٠,٥ ق حتى ٠,٧ق من ٠,٥ ق حتى ٠,٧ق	من ٠,٥ ق حتى ١,٠ ق من ٠,٥ ق حتى ٠,٨ ق	من ٠,٥ ق حتى ١,٠ ق من ٠,٥ ق حتى ٠,٨ ق	من ٠,٥ ق حتى ١,٢ ق من ٠,٥ ق حتى ١,٠ق
زاوية ميل النتوء المستعرض (أ)	جميع الأقطار	٣٥° (حد أدنى)	٣٥° (حد أدنى)	٣٥° (حد أدنى)	
المساحة الخالية من النتوءات العرضية	جميع الأقطار	---	٠,٢٥ ق (حد أقصى)	٠,٣٥ق (حد أقصى)	
خطوة اللولبية	جميع الأقطار	---		١٠ ق ± ٢ ق	

٥-٢ اختبارات الشد

٥-٢-١ اختبار الشد لأسياخ صلب التسليح المدلفنة على الساخن

TENSILE TESTING OF HOT ROLLED STEEL FOR REINFORCEMENT OF CONCRETE

٥-٢-١-١ عام :

يتم تحديد الخواص الميكانيكية لأسياخ الصلب المدلفنة على الساخن لتسليح الخرسانة وذلك بتعريض قطعة اختبار بأبعاد قياسية لإجهاد شد حتى الكسر .

٥-٢-١-٢ الهدف :

يهدف الاختبار لتحديد مقاومة الشد لأسياخ الصلب، إجهاد الخضوع و/أو الضمان و النسبة المئوية للاستطالة .

٥-٢-١-٣ تعريفات :

- اختبار الشد :

هو تحميل قطعة الاختبار القياسية بحمل شد فى اتجاه محورى، بشرط أن يكون الحمل موزعاً بالتساوى على المقطع المستعرض لقطعة الاختبار . ويبدأ هذا الحمل من الصفر ، ويزداد تدريجياً حتى تتكسر قطعة الاختبار .

- طول القياس :

هو الطول المحدد من قطعة الاختبار غير المجهدة والذى تنسب إليه الاستطالة الناتجة من التحميل .

- إجهاد حد المرونة :

هو أكبر إجهاد تتحمله قطعة الاختبار بشرط عدم بقاء أية استطالة دائمة بعد زوال هذا الإجهاد .

- إجهاد الضمان :

هو الإجهاد الذى يحدث فى قطعة الاختبار – أثناء تحميلها – استطالة لا تناسبية مساوية ٠,٢ % من طول القياس.

- **مقاومة الشد :**

هـــى الإجهاد الأقصى لمقاومة الصلب للشد، أى هى ناتج قسمة الحمل الأقصى للشد على المساحة الأصلية للمقطع المستعرض لقطعة الاختبار .

- **النسبة المئوية للاستطالة :**

هى النسبة المئوية للاستطالة بعد الكسر منسوبة إلى طول القياس .

$$\text{النسبة المئوية للاستطالة} = \frac{(L_2 - L_1)*100}{L_1}$$

حيث :

L_2 = طول القياس النهائى .

L_1 = طول القياس الأصلى .

- **قطع الاختبار القياسية :**

يكون طول قطعة الاختبار مطابقاً لأحد المقاسات التالية :

١ - قطع الاختبار القياسية القصيرة L_1 = ٥ ق

٢ - قطع الاختبار القياسية الطويلة L_1 = ١٠ ق

حيث :

L : طول قطعة الاختبار

ق: قطر عينة الاختبار

- **قطع اختبار غير مشكلة :**

تقطع من العينة المقدمة بالأطوال القياسية بدون تعريضها لأية عملية من عمليات التشكيل.

- **قطع اختبار مشكلة :**

هى القطع التى تشكل من العينة طبقاً للشكل رقم (٥-٢-١-١) .

٥-٢-١-٤ الأجهزة :

- ماكينة اختبار شد الحديد ذات قدرة مناسبة .
- ميزان حساس .
- قدمة ذات ورنية .
- قلم معدنى للخدش أو الترنيب .

٥-٢-١-٥ العينات :

- يتم سحب عينتين بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزنها ٥٠ طنا فأقل .

- يتم سحب ثلاث عينات بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزنها أكثر من ٥٠ طنا .
- يتم إعداد قطعة الاختبار من العينة بطريقة لا تعرضها لتغير شكلها أو ارتفاع درجة حرارتها بالمقاسات السابق ذكرها .
- يجـوز ترك سطح قطعة الاختبار على حالته كما يجوز خرطه أو برده أو تجليخه مع تجنب الارتفاع الزائد فى درجة الحرارة وإزالة آثار عملية الخرط .
- تحدد نهايتى طول القياس إما بالتزنيب الخفيف أو الخدش أو البوية .
- ويجب ألا يزيد التجاوز فى مقاسات قطعة الاختبار وفى طول القياس على + ٠,٥% .

٥-٢-١-٦ خطوات الاختبار

١ – تثبـت قطـع الاختبار العادية بكلابات خابورية، أما قطع الاختبار المشكلة فتثبت بواسطة كلابات خابورية أو ملولبة أو ذات أكتاف وتثبت قطع الاختبار مع ضمان محورية التحميل ومـراعاة تحديد نهايتى طول القياس على العينة على ألا تقل المسافة بين الفكين عن ٦ ق للعينات القصيرة وعن ١٢ ق للعينات الطويلة .

٢ – يـراعى أن يتم تحميل قطعة الاختبار تدريجياً مع تجنب التحميل المفاجئ وأن يكون معدل زيادة الحمل منتظماً وملاحظة التذبذب فى مؤشر الماكينة لتحديد حمل الخضوع .

٣ – تسـتمر زيـادة الحمل على قطعة الاختبار مع مراعاة تعيين إجهاد الخضوع أثناء الاختبار عـن طريق مشاهدة التذبذب فى حركة مؤشر ماكينة الاختبار أو عن طريق الرسم البيانى أثناء الاختبار ويكون التسجيل لإجهاد الخضوع الأدنى طبقاً للشكل رقم (٥-٢-١-٢)

٤ – بعـد الانتهاء من الاختبار – أى بعد كسر العينة – يتم قياس الطول من نهايتى طول القياس وكذلك تحديد مكان الكسر بالنسبة لطول القياس .

٥-٢-١-٧ المساعدات الإيضاحية

الرسم البيانى للإجهاد والانفعال للصلب الطرى والصلب الصلد عالى المقاومة شـكل رقم (٥-٢-١-٢) .

٥-٢-١-٨ أخطاء شائعة

عدم الالتزام الكامل بنصوص المواصفات مثل :

- عدم محورية التحميل .
- استخدام كلابات غير مناسبة لقطر و/أو نوع السيخ .
- التحميل بصورة فجائية .
- عدم تحديد حمل الخضوع بدقة أثناء الاختبار .
- استخدام ماكينة ذات قدرة غير مناسبة .

- عدم التأكد من معايرة الماكينة المستخدمة .

٥-٢-١-٩ النتائج :

١- حساب إجهاد الخضوع:

إجهاد الخضوع = حمل الخضوع\مساحة المقطع الفعلية (قبل الاختبار) ويحدد حمل الخضوع إما بالمشاهدة أثناء التجربة أو من الرسم البيانى وفى حالة صعوبة الاستدلال على أحد المشاهدات السابقة يمكن تحديد إجهاد الضمان من منحنى الإجهاد والإنفعال وذلك برسم خط موازى للجزء الخطى (المستقيم) من منحنى الإجهاد عند نسبة استطالة ٠,٢ % ليتقاطع مع المنحنى فى نقطة تحدد حمل (أو إجهاد) الضمان.

٢- حساب مقاومة الشد .

مقاومة الشد = الحمل الأقصى \ مساحة المقطع الفعلية (قبل الاختبار)

٣- حساب النسبة المئوية للاستطالة

النسبة المئوية للاستطالة =

[(طول القياس بعد الكسر-طول القياس الاصلى) \ طول القياس الأصلى]×١٠٠

٥-٢-١-١٠ حدود القبول أو الرفض :

جدول رقم (٥-٢-١-١) الخواص الميكانيكية للرتب المختلفة للصلب

رتبة الصلب	الحد الأدنى لإجهاد الخضوع (نيوتن/مم^2)	الحد الأدنى لمقاومة الشد (نيوتن/مم^2)	الاستطالة %
٢٤٠	٢٤٠	٣٥٠	٢٠
٢٨٠	٢٨٠	٤٥٠	١٨
٣٦٠	٣٦٠	٥٢٠	١٢
٤٠٠	٤٠٠	٦٠٠	١٠

تنص المواصفة القياسية المصرية ١٩٩٩/٢٦٢ "تحت الإصدار" على ما يلى :

- يشترط أن تحقق ٩٥ % على الأقل من الكمية المختبرة القيم المنصوص عليها بالجدول رقم (٥-٢-١-١) أو قيم أعلى منها .
- يراعى ألا تقل نتيجة أى اختبار مفرد عن ٩٥ % من القيمة الموضحة بالجدول رقم (٥-٢-١-١) .
- يمكن الاتفاق بين المنتج والمشترى على أن تكون القيم الموضحة بالجدول رقم (٥-٢-١-١) هى الحد الأدنى لقبول الأسياخ .

– يجب ألا تقل النسبة بين مقاومة الشد إلى إجهاد الخضوع لأى عينة اختبار عن ١,١ للأسياخ الملساء، ١,٠٥ للأسياخ ذات النتوءات .

– بالنسبة للصلب الذى يصعب تحديد نقطة خضوع واضحة له ، يتم تعيين إجهاد ضمان ٠,٢ % بدلاً من إجهاد الخضوع .

٥-٢-١-١١ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية :

١ – المعلومات :

– اسم معمل الاختبار وعنوانه .

– اسم طالب الإختبار وعنوانه .

– تاريخ ورود العينة و/أو العينات .

– تاريخ إجراء الاختبار .

– المواصفات القياسية المتبعة .

– نوع الأسياخ ورتبتها .

٢ – النتائج :

– الحسابات .

– نتائج الاختبار .

– حدود القبول أو الرفض طبقاً للمواصفات المتبعة .

٣ – التوقيعات :

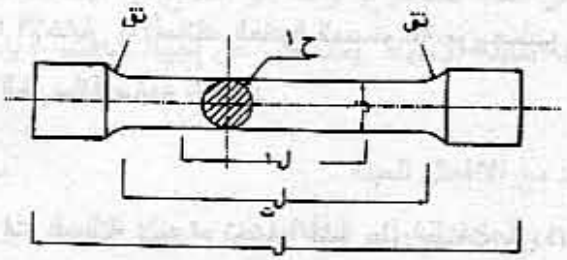
يجب أن يوقع التقرير من المسئولين عن إجراء الاختبارات والحسابات ويعتمد من مدير المعمل .

٥-٢-١-١٣ المراجع :

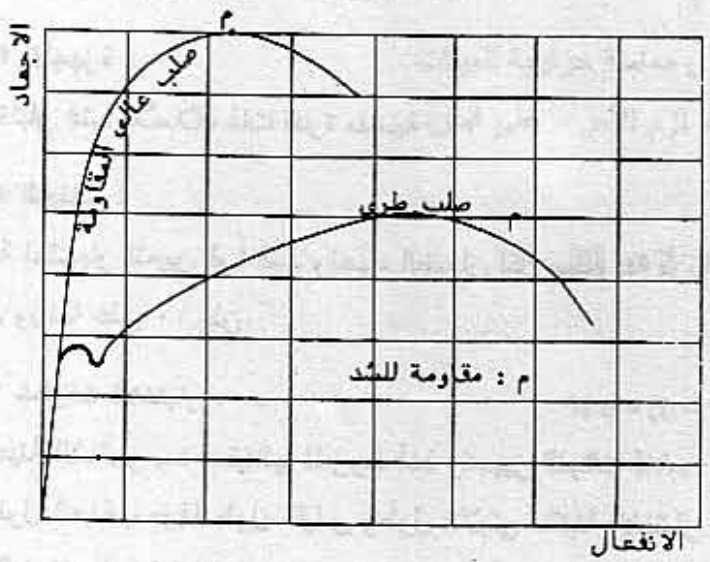
– م.ق.م. ١٩٨٨/٢٦٢: أسياخ الصلب المدلفنة على الساخن لتسليح الخرسانة .

– م.ق.م. ١٩٩٩/٢٦٢ "تحت الإصدار" : أسياخ الصلب لتسليح الخرسانة .

– م.ق.م. ١٩٨٩/٧٦ وتعديلاتها : اختبار الشد للمعادن .



شكل رقم (٥-٢-١-١) قطعة اختبار مستديرة المقطع



شكل رقم (٥-٢-١-٢) رسم بيانى للإجهاد والانفعال لبعض أنواع الصلب

٥-٢-٢ اختبار الشد للأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد

TENSILE TESTING OF HIGH TENSILE STEEL WIRES USED FOR PRESTRESSED CONCRETE

٥-٢-٢-١ عـــام

يخـــتص هذا الاختبار بالأسلاك العادية المصنوعة من صلب عالى المقاومة لتحمل إجهاد الشد للاستخدام فى الخرسانة سابقة الإجهاد .

٥-٢-٢-٢ الهدف

بـــيان الخطوات العملية لإجراء اختبار الشد على عينات من الأسلاك العادية ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد .

٥-٢-٢-٣ تعريفات

- ســـلك ذو مقاومـــة عالـــية لإجهـــاد الشد : سلك من الصلب المسحوب على البارد ذو مقطع مستدير لا يزيد قطره على ٨ مم.
- لفـــة : طول مستمر من السلك بحالته كما سحب على البارد على هيئة لفة بدون أى وصلات أو لحامات.
- حزمة : لفتان أو أكثر ربطت ببعضها ربطاً محكماً .

٥-٢-٢-٤ الأجهزة :

- ماكينة اختبار الشد للأسلاك ذات قدرة مناسبة .

٥-٢-٢-٥ العينات :

عيـــنة اختـــبار لتعيين قوة الشد وإجهاد الضمان لكل مجموعة من الأسلاك (كل قطر على حدة) لا يزيد وزنها على ١٠ طن.

٥-٢-٢-٦ خطوات الاختبار :

١ – تؤخذ عينة الاختبار بعد استيفائها لشروط أخذ وتجهيز العينات .

٢ – يحدد طول العينة بمعرفة طول القياس وطول كلابتى ماكينة الاختبار .

٣ – تدون القياسات المختلفة لطول القياس وقطر العينة ومساحة التنوءات إن وجدت .

٤ – تثبت عينة الاختبار فى كلابتى ماكينة الاختبار .

٥ – يراعى التأكد من محورية تحميل العينة كذلك وسطية طول القياس بين الكلابتين .

٦ – تحمل العينة تدريجياً على أن يكون معدل زيادة الحمل منتظماً وعلى ألا يزيد المعدل على ١٠ نيوتن/مم^2 فى الثانية مع تجنب التحميل المفاجئ.

٧ – إذا كانت للعينة نقطة خضوع تعين استنادا إلى إحدى المشاهدات التالية :

– التذبذب فى حركة مؤشر ماكينة الاختبار .

– وضوح نقطة الخضوع للعينة على شاشة الحاسب الآلى المتصلة بماكينة الاختبار .

٨ – إذا تعذر الاستدلال على نقطة الخضوع وهذا هو الشائع فى الأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد يستعاض عن إجهاد الخضوع بإجهاد الضمان للعينة والذى يعين كما يلى :

– يوقع منحنى الإجهاد مع الانفعال للعينة .

– يرسم خط موازى للجزء الخطى المستقيم من منحنى الإجهاد مع الانفعال للعينة عند انفعال قدرة ٠,٠١% ليتقاطع مع المنحنى فى نقطة تحدد إجهاد الضمان.

٩ – يزاد الحمل تدريجياً حتى كسر العينة وبدون حمل الكسر وكذلك شكل ومكان الكسر للعينة.

٥-٢-٢-٧ أخطاء شائعة :

– سرعة التحميل للعينة وعدم انتظام المعدل .

– عدم التثبيت المحكم للعينة بما قد يؤدى إلى انزلاقها بين كلابتى ماكينة الاختبار عند بدء التحميل.

٥-٢-٢-٨ احتياطات :

– يراعى عدم إجراء أى معاملة حرارية للعينات .

– تستعدل العينات – إذا لزم الأمر – على البارد .

٥-٢-٢-٩ النتائج :

تحسب النتائج على النحو التالى :

$$f_y = P_y / A_o$$

$$f_u = P_u / A_o$$

$$\% e = (L - L_o) \times 100 / L_o$$

$$\% A = [(A_o - A)/A_o] \times 100$$

حيث :

P_y : حمل الخضوع

P_u : الحمل الأقصى

f_y : إجهاد الخضوع

f_u : الإجهاد الأقصى للشد (قوة الشد)

A_o : مساحة مقطع السلك الأصلية

A : مساحة مقطع السلك عند الكسر

L_o : طول القياس الأصلى للعينة قبل التحميل

L : طول القياس بعد الكسر

e : الاستطالة

٥-٢-٢-١٠ حدود القبول والرفض :

يجب ألا تقل مقاومة الشد للعينات وكذلك إجهاد الضمان عن الحدود المبينـــة بالجدول رقم (٥-٢-٢-١).

جدول رقم (٥-٢-٢-١) مقاومة الشد وإجهاد الضمان للأقطار المختلفة من السلك*

قطر السلك (مم)	مقاومة الشد نيوتن \ مم^2	إجهاد الضمان ٠,٠١ % نيوتن \ مم^2
٨	١٣٥٠	٩٥٠
٧	١٤٠٠	١٠٠٠
٦	١٤٥٠	١٠٥٠
٥	١٦٠٠	١١٥٠
٤	١٧٥٠	١٢٥٠
٣	١٩٠٠	١٣٥٠
٢	٢٠٥٠	١٤٥٠

* تبيـــن أثناء إعداد الكود أن الحدود الواردة بالمواصفة القياسية المصرية ١٩٦٢/٣٦٣ لا تتفق مـــع أسس التصميم الواردة بالكود وقد تقرر وضع الحدود الواردة بالجدول وأوصت بمخاطبة الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى لتحديث المواصفة الحالية.

٥-٣-٢-١١ المراجع

- م.ق.م. ١٩٦٢/٢٦٣ : الأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد.
- م.ق.م. ١٩٩٦/١٠٤٩ : اختبارات لأسلاك الصلب.
- م.ق.م. ١٩٨٩/٧٦ : اختبار الشد للمعادن.

٥-٢-٣ اختبار الشد لشبك أسياخ صلب التسليح الملحومة

TENSILE TESTING OF STEEL WELDED WIRE FABRIC FOR CONCRETE REINFORCEMENT

٥-٢-٣-١ عـــــام

يهـدف الاختـبار إلى تحديد صلاحية الشبك المصنع من لحام أسياخ الصلب (الملساء أو ذات النـتوءات) المدلفـنة على الساخن أو المسحوبة على البارد لتحمل إجهاد الشد للاستعمال فى الخرسانة المسلحة .

٥-٢-٣-٢ الهدف

تحديـد إجهـاد الخضوع و الإجهاد الأقصى والاستطالة لتحديد مدى مطابقة شبك أسياخ الصلب لمتطلبات المشروع .

٥-٢-٣-٣ تعريفات

– شبكة :

تتكون من أسياخ صلب التسليح مرتبة طولياً وعرضياً (بعضها فوق البعض) بزاوية قائمة وملحومة فى مواضع نقط التقاطع بالطريقة الكهربائية بما لا يؤثر على مقاومة الشد للأسياخ .

– مقاس فتحة الشبكة :

هى المسافة بين محورى سيخين (طوليين أو عرضيين) متتاليين .

٥-٢-٣-٤ الأجهزة

ماكينة اختبار شد لمنتجات الصلب من القضبان مستديرة المقطع .

٥-٢-٣-٥ العينات

– ثـلاث عيـنات مـن الأسياخ الطولية و ثلاث عينات من الأسياخ العرضية لكل ٢٥ طن من المنتج على أن تحتوى العينة على لحام واحد على الأقل فى طول العينة .

٥-٢-٣-٦ خطوات الاختبار

١– تؤخـذ قطعة الاختبار من الشبك بحيث يكون طول قطعة الاختبار مناسباً لماكينة الاختبار و بحيـث لا تقل المسافة بين كلابتى الماكينة عن ٦ ق (فى حالة قطع الاختبار غير المشكلة القصيرة) أو ١٢ ق (فى حالة قطع الاختبار غير المشكلة الطويلة).

٢- تثبت قطعة الاختبار فى ماكينة التحميل بالشد باستخدام طرق مناسبة مثل الكلابات الخابورية أو الكلابات الملولبة أو كلابات الأكتاف بحيث تتفق مع شكل عينة الاختبار .

٣- يتم التأكد من تثبيت العينة متضمناً محورية التحميل .

٤- تحمل قطعة الاختبار تدريجياً مع انتظام معدل الزيادة فى الحمل .

٥-٢-٣-٧ أخطاء شائعة

- التحميل المفاجئ لعينة الاختبار .
- عدم التثبيت الجيد للعينة داخل فكى الماكينة.

٥-٢-٣-٨ النتائج

تحسب النتائج على النحو التالى :

$$f_y = P_y/A$$

$$f_u = P_u/A$$

حيث :

P_u : الحمل الأقصى

P_y : حمل الخضوع

f_u : الإجهاد الأقصى

f_y : إجهاد الخضوع

A : المساحة الفعلية لمقطع السيخ .

٥-٢-٣-٩ حدود القبول أو الرفض

- يجب ألا تقل مقاومة الشد عن ٥٢٠ نيوتن \ مم^2 .
- يجب ألا يقل إجهاد الخضوع (٠,٥ % إجهاد الضمان) عن ٤٥٠ نيوتن \ مم^2 .
- يجب ألا تقل الاستطالة عن ١٠ % .

٥-٢-٣-١٠ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية :

١ - المعلومات :

- اسم معمل الاختبار وعنوانه .
- اسم طالب الاختبار وعنوانه .
- تاريخ ورود العينة .
- تاريخ إجراء الاختبار .

– المواصفات القياسية المتبعة .

– توصيف العينات .

–حدود القبول أو الرفض طبقاً للمواصفات المتبعة .

٢ – النتائج :

– الحسابات .

– نتائج الاختبار .

٣ – التوقيعات :

يجـــب أن يوقع التقرير من المسئولين عن إجراء الاختبارات والحسابات ومعتمداً من مدير المعمل .

٥-٢-٣-١١ دقة وجود النتائج

فـــى حالة عدم مطابقة نتيجة الاختبار للحدود المنصوص عليها يعاد الاختبار على عينتين أخريـــن فإذا كانت نتائج هذين الاختبارين مطابقة للمواصفات يقبل الشبك أما إذا لم تطابق نتائج اختبار إحدى العينتين للمواصفات ترفض كمية الشبك التى تمثلها هذه العينات .

٥-٢-٣-١٢ المراجع

– م.ق.م. ١٩٩٥/١٦١٨ : شبك أسياخ الصلب الملحومة لتسليح الخرسانة .

– م.ق.م. ١٩٨٩/١٧٢٨ : اختبار الشد للصلب .

٥-٣ اختبارات الثنى على البارد

٥-٣-١ اختبار الثنى على البارد لأسياخ صلب التسليح
COLD BEND TESTING FOR REINFORCING STEEL

٥-٣-١-١ عـــام

يخـتص هـذا الاختبار بطريقة إجراء اختبار الثنى على البارد لأسياخ الصلب فى درجة حرارة الغرفة العادية فى حالة الثنى المفرد ١٨٠° والثنى العكسى .

٥-٣-١-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار الى تحديد قابلية المعدن للتشكيل .

٥-٣-١-٣ تعريفات

١ - اختبار الثنى المفرد :

هو الاختبار الذى يجرى على عينة معدنية مستقيمة ومقطعها المستعرض عادة على شكل مستطيل أو مستدير وذلك بثنيها فى اتجاه واحد بزاوية انحناء معينة دون عكس اتجاه الثنى .

٢ - اختبار الثنى العكسى "المتكرر فى اتجاهين متضادين" Reverse Bend :

هو اختبار يجرى على عينة معدنية بثنيها ٩٠ ° فى أحد الاتجاهات ثم فى الاتجاه العكسى ١٨٠° ثـم إعادتهـا إلـى وضعها الأصلى ويكرر ذلك عدة مرات على التوالى. ويجرى على رقائق المعادن ولا يجرى عادة على أسياخ صلب التسليح.

٣ - قسوة اختبار الثنى :

- اختبار الثنى المفرد :

تحـدد قسـوة الاختبار - عند ذكر متطلبات الثنى المفرد - بدلالة مقدار زاوية الانحناء أو الحد الأدنى لنصف القطر الداخلى للانحناء أو كليهما، وينص فى مواصفات المعدن المختبر عما إذا كـان قياس نصف قطر الانحناء الداخلى أو زاوية الانحناء عند الاختبار يتم قبل أو بعد إزالة حمل الانحناء عن العينة المختبرة .

- اختبار الثنى العكسى :

يـنص فـى مواصـفات المعدن المختبر على مقدار نصف قطر الانحناء وزاوية الانحناء وعـدد مـرات الثنى، وفى حالة تعدد تخانات أو أقطار المعدن المختبر فيراعى النص على الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء النهائى بدلالة تخانة قطعة الاختبار أو قطر مقطعها المستعرض .

٥-٣-١-٤ الأجهزة

ماكينة اختبار الثنى (شياق - منجلة)

٥-٣-١-٥ العينات

١ - شكل قطعة الاختبار :

يكـــون شكل مقطع قطعة الاختبار إما مستطيلاً أو مستديراً، وفى حالة المعادن المستديرة المقطـــع والمشغلة بأى من طرق التشغيل (الطرق - الدلفنة - السباكة ...) يمكن إجراء الاختبار عليها وهى على حالتها .

يجـــب أن يكـــون طول قطعة الاختبار مناسباً للطريقة التى ستتبع فى اختبار الثنى كما يجب أن يلاحـــظ - عـــند أخذ العينة - أن تقطع فى اتجاه دلفنة المعدن ويجب ألا يقل طول العينة للسيخ الواحد عن متر .

٢ - إعداد قطعة الاختبار :

- فـــى حالـــة إجـــراء عملـــيات تشغيل بالماكينات على قطعة الاختبار، يتم إجراؤها فى الاتجاه الطولـــى لهـــا بقـــدر الإمكان لتلافى تركيز الإجهادات التى تتسبب فى إعطاء نتائج أقل من الواقع.
- تـــزال الحـــواف الحـــادة عقب تشغيل العينة بحيث تصبح حوافها مستديرة وناعمة، مع تجنب وجود خدوش أو علامات فى الاتجاه العرضى للعينة قد تؤثر على نتيجة الاختبار .
- يـــتم الـــتخلص من الإجهادات الداخلية فى حالة تقطيع العينات باللهب أو بالقص وذلك بإزالة الأجزاء التى تأثرت بهذه العملية بأى وسيلة لا تؤثر على نتيجة قطعة الاختبار .

٣ - عدد العينات المطلوبة لإجراء الاختبار :

- يتم سحب عينتين بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزنها ٥٠ طنا فأقل .
- يتم سحب ثلاث عينات بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزنها أكبر من ٥٠ طنا.

٥-٣-١-٦ خطوات الاختبار :

١ - اختبار الثنى باستخدام شياق ومرتكزين :

- تلائـــم هـــذه الطريقة اختبار المعادن المتوسطة التخانة والمعادن السميكة وبزاويـــة ثنى حتى ١٢٠°.

– تثنى قطعة الاختبار وهى مستندة على مرتكزين متوازيين وذلك بالضغط عليها عند منتصف المرتكزين بواسطة شياق أو بقطعة تحميل صلدة ذات طرف كروى، ويحدد نصف قطرها فى مواصفات المعدن كما هو مبين بالأشكال رقم (٥–٣–١–١) ، رقم (٥–٣–١–٢) .

٢ – اختبار الثنى باستخدام مرتكز على شكل حرف (V) :

– تلائم هذه الطريقة اختبار المعادن ذات التخانة المتوسطة وبزاوية ثنى حتى ٩٠° .

– يجرى هذا الاختبار بطريقة مشابهة للطريقة السابقة، إلا انه فى هذه الطريقة تحدد زاوية الثنى بالزاوية التى على شكل حرف (V) كما هو مبين بالشكل رقم (٥–٣–١–٣).

– ينتهى الاختبار عند تلامس السطح الخارجى لقطعة الاختبار مع الجوانب المائلة للشكل حرف (V) .

٣ – اختبار الثنى بإستخدام كتلة من مادة لينة كمرتكز :

تلائم هذه الطريقة اختبار المعادن الرقيقة وبزاوية ثنى حتى ٩٠° كما أنه يمكن زيادة زاوية الثنى بالضغط بأصابع اليد أو بالطرق بمطرقة خشبية أو بأى طريقة أخرى مناسبة للوصول إلى الزاوية المطلوبة .

تضغط قطعة الاختبار وهى موضوعة على مادة لينة مثل الرصاص بوساطة شياق صلدة كما هو مبين بالشكل رقم (٥–٣–١–٤) وفى هذه الحالة تعمل المادة اللينة كمرتكز لتوزيع الأحمال بدلاً من تحديد وضع المرتكزين المبينين فى الطريقتين السابقتين ويؤدى ذلك إلى المساعدة فى عدم تكوين الذروة .

ولا يوصى باستخدام هذه الطريقة للمعادن ذات المقاومة العالية للشد على العينات التى تزيد تخانتها على ١,٥ مم لتجنب حدوث الذروة .

٤ – اختبار الثنى حول شياق مستديرة :

– تلائم هذه الطريقة اختبار أسياخ الصلب المدلفنة على الساخن بزاوية ثنى حتى ١٨٠° .

– تثبت قطعة الاختبار ملامسة لسطح قطعة ثنى ذات طرف مستدير (شياق) فى منجلة أو فى أى أداه تثبيت مناسبة شكل رقم (٥–٣–١–٥) .

– تثنى قطعة الاختبار حول قطعة الثنى بالتأثير بقوة عمودية على سطح قطعة الاختبار ، ويستخدم لذلك مكنة ثنى كما هو مبين بالشكل رقم (٥–٣–١–٦) ، أو بالطرق باستخدام مطرقة خشبية، ويراعى فى حالة استخدام مكنة ثنى ألا يزيد بعد تأثير القوة على (٢ت) من آخر خط التلامس بين قطعة الاختبار والشياق : حيث (ت – سمك أو قطر قطعة الاختبار) .

٥ – اختبار الثنى الحر :

– تلائم هذه الطريقة اختبار أسياخ الصلب بزاوية ثنى حتى ١٨٠° .

– تحمل قطعة الاختبار بالضغط كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٣-١-٧) على أن يسبق ذلك ثنى قطعة الاختبار ثنياً طفيفاً .

– يستمر التحميل حتى تصل زاوية الثنى إلى الزاوية المنصوص عليها فى مواصفات المعدن المختبر .

– يوقف التحميل ويزال الحمل ثم يتم إخراج القطعة وقياس زاوية الانحناء ونصف قطر الانحناء .

٦ – اختبار الثنى بالضغط :

– تلائم هذه الطريقة اختبار المعادن بأى تخانة ولأى زاوية ثنى تقع بين (٩٠° ، ١٨٠°) .

– يتم تحميل الاختبار بالضغط حتى تثنى إلى الحالة المحددة فى مواصفات المعدن المختبر وذلك بجعل أطرافها فى نهاية الاختبار فى إحدى الحالات الآتية :

١ – الحالة الأولى : وفيها يصل طرفا قطعة الاختبار إلى زاوية محددة بينهما كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٣-١-٨-أ) .

٢ – الحالة الثانية : وفيها يتوازى طرفا العينة مع وجود مسافة معينة بينهما كما هو مبين بالشكلين رقمى (٥-٣-١-٨-ب) ، (٥-٣-١-٨-جـ) .

٣ – الحالة الثالثة : وفيها ينطبق الطرفان كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٣-١-٨-د) .

٥-٣-١-٧ المساعدات الإيضاحية :

١ – بيان بالأشكال :

– شكل رقم (٥-٣-١-١) اختبار الثنى بإستخدام شياق ومرتكزين .

– شكل رقم (٥-٣-١-٢) طريقة معدلة للطريقة الموضحة بشكل (٥-٣-١-١) .

– شكل رقم (٥-٣-١-٣) اختبار الثنى بإستخدام مرتكز على شكل حرف (V) .

– شكل رقم (٥-٣-١-٤) اختبار الثنى باستخدام كتلة من مادة لينة كمرتكز .

– شكل رقم (٥-٣-١-٥) مكنة اختبار الثنى .

شكل رقم (٥-٣-١-٦) اختبار الثنى حول شياق مستديرة .

شكل رقم (٥-٣-١-٧) اختبار الثنى الحر .

شكل رقم (٥-٣-١-٨) اختبار الثنى بالضغط .

٢ – بيان بالجداول :

يوضـــح الجـــدول رقم (٥-٣-١-١) الأقطار التى يجرى عليها اختبار الثنى على البارد وذلك للرتب المختلفة من أسياخ التسليح .

جدول رقم (٥-٣-١-١) أقطار الأسياخ التى يجرى عليها اختبار الثنى على البارد

رتبة السيخ	الثنى على البارد ١٨٠°	
	القطر (ق) مم	قطر الدوران
٣٥٠/٢٤٠	≤ ٢٥ > ٢٥	٢ ق ٣ ق
٤٥٠/٢٨٠	≤ ٢٥ > ٢٥	٤ ق ٥ ق
٥٢٠/٣٦٠	≤ ٢٠ ٢٠ > ق ≤ ٢٥ > ٣٦	٤ ق ٥ ق –
٦٠٠/٤٠٠	≤ ٢٠ ٢٠ > ق ≤ ٢٥ ٢٥ > ق ≤ ٣٦ > ٣٦	٤ ق ٥ ق ٦ ق –

٥-٣-١-٨ الاحتياطات

يصـــعب فـــى طـــريقة إجـــراء اختبار الثنى الحر تثبيت قطعة الاختبار لذلك يجب اتخاذ الاحتياطات الكافية لدرء الأخطاء التى قد تنجم عن التحرر المفاجئ لقطعة الاختبار واصطدامها بالقائمين على الاختبار ولذا يمكن استخدام درع واق حول قطعة الاختبار أثناء التحميل .

٥-٣-١-٩ النتائج

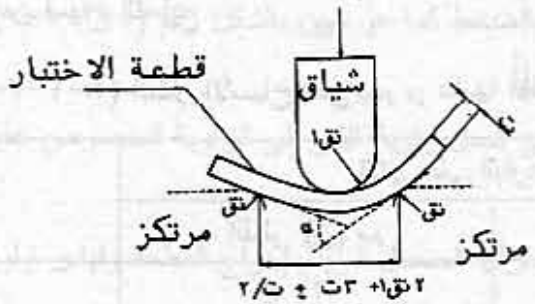
تسجل حالة منطقة الثنى بالعينة من حيث وجود شروخ أو كسر بالعينة المختبرة.

٥-٣-١-١٠ حدود القبول والرفض

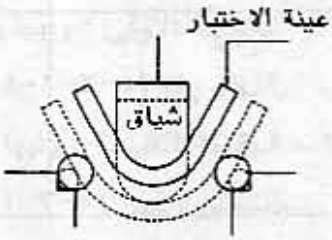
مـــا لـــم ينص على غير ذلك فى مواصفات المعدن المختبر يعتبر المعدن المختبر مجتازاً لهـــذا الاختبار بنجاح إذا لم تتكسر قطعة الاختبار أو يظهر بسطحها الخارجى شروخ وذلك بعد ثنيها بإحدى الطرق السابقة مع ملاحظة الشروخ الصغيرة التى تظهر على حواف قطعة الاختبار ذات المقطـــع المستطيل، والشروخ التى لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة لا تعتبر سبباً فى رفض المعدن المختبر .

٥-٣-١-١١ المراجع

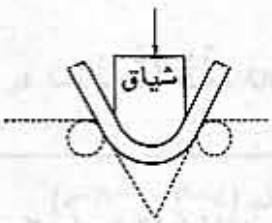
– م.ق.م. ١٩٧٤/١٢٣٤ : طرق اختبار الثنى على البارد للمعادن.



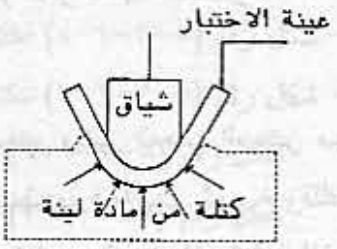
شكل رقم (٥-٣-١-١) اختبار الثنى باستخدام شياق ومرتكزين



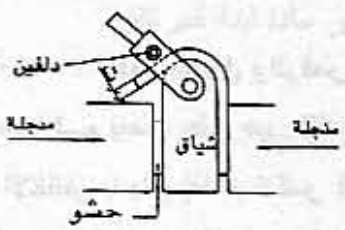
شكل رقم (٥-٣-١-٢) طريقة معدلة للطريقة الموضحة باستخدام مرتكزين على شكل دلفين



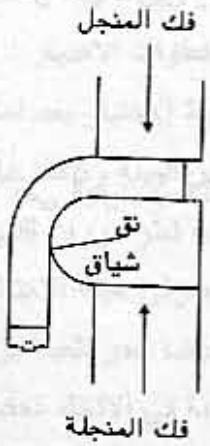
شكل رقم (٥-٣-١-٣) اختبار الثنى باستخدام مرتكز على شكل حرف (V)



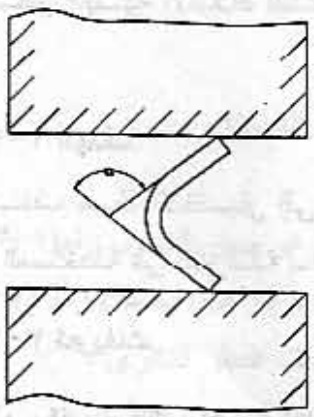
شكل رقم (٥-٣-١-٤) اختبار الثنى باستخدام كتلة من مادة لينه كمرتكز



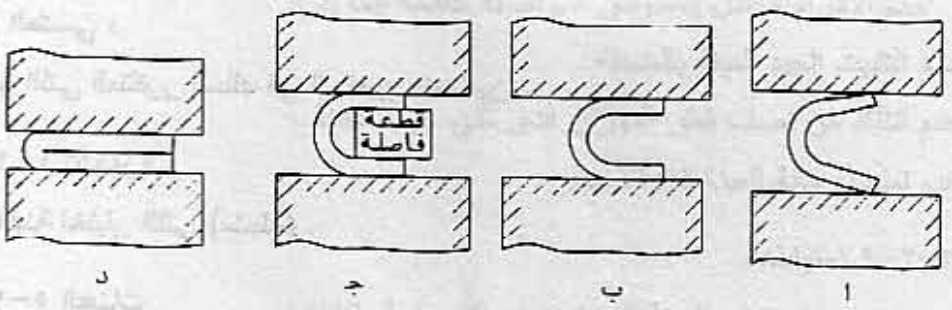
شكل رقم (٥-٣-١-٥) ماكينة اختبار الثنى



شكل رقم (٥-٣-١-٦)
اختبار حول شياق مستديرة



شكل رقم (٥-٣-١-٧)
اختبار الثنى الحر



شكل رقم (٥-٣-١-٨)
اختبار الثنى بالضغط

٥-٣-٢ اختبار الثنى على البارد للأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد

COLD BEND TESTING FOR HIGH TENSILE STEEL WIRES USED FOR PRESTRESSED CONCRETE

٥-٣-٢-١ عـــام

تقـاس قابلـية الأسلاك للتشكل بعدم حدوث شروخ أو كسر عن طريق إجراء الثنى على البارد .

٥-٣-٢-٢ الهدف

يهـدف هـذا الاختـبار إلى تحديد تأثير الثنى العكسى على البارد لأسلاك الصلب عالية المقاومة المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد .

٥-٣-٢-٣ تعريفات

- سلك ذو مقاومة عالية لإجهاد الشد :

سلك من الصلب المسحوب على البارد ذو مقطع مستدير لا يزيد قطره عن ٨ مم .

- لفة :

طـول مستمر من السلك بحالته كما سحب على البارد على هيئة لفة بدون أى وصلات أو لحامات .

- حزمة :

لفتان أو أكثر مربوطتان ببعضهما ربطا محكماً .

- الثنى العكسى :

هو الثنى المتكرر للسلك فى اتجاهين متضادين .

٥-٣-٢-٤ الأجهزة

ماكينة اختبار الثنى (منجلة) .

٥-٣-٢-٥ العينات

- اختيار قطع الاختبار :

تؤخـذ قطع الاختبار من نهايات لفات السلك أو أى طول منه بحيث يسمح الطول بإجراء الاختبار .

- تجهيز العينات :

تؤخذ الأسلاك بحالتها دون أى معاملة حرارية عليها ويمكن استعدالها على البارد إذا لزم الأمر.

- عدد العينات :

عينة اختبار واحدة لكل مجموعة من الأسلاك لا يزيد وزنها عن ١٠ طن وذلك لكل قطر على حدة.

٥-٣-٢-٦ خطوات الاختبار

١ - تؤخذ عينة الاختبار بعد استيفائها لشروط أخذ وتجهيز العينات .

٢ - يدون قطر العينة وكذلك حالة السطح قبل الاختبار .

٣-يحدد نصف قطر دوران الثنى بناء على قطر العينة كما هو مبين بالجدول رقم(٥-٣-٢-١)

٤-يثبت أحد طرفى عينة الاختبار تثبيتاً محكماً فى منجلة كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٣-٢-١)

٥ - يثنى الطرف الحر للعينة بزاوية قدرها ٩٠° حول نصف القطر الدائرى .

٦ - تثنى العينة فى الاتجاه العكسى بنفس نصف القطر بزاوية قدرها ١٨٠°.

٧ - تثنى العينة مرة أخرى حتى تعود إلى وضعها الأصلى .

٨ - يتم تسجيل أى شروخ أو كسر فى العينة بمنطقة الثنى .

٥-٣-٢-٧ المساعدات الإيضاحية

- يوضح جدول رقم (٥-٣-٢-١) نصف قطر الدوران للأسلاك ذات الأقطار المختلفة.

- يوضح شكل رقم (٥-٣-٢-١) خطوات إجراء اختبار الثنى على البارد للأسلاك.

٥-٣-٢-٨ أخطاء شائعة

عدم الالتزام الكامل بنصوص المواصفة خاصة فيما يلى:

- عدم التثبيت الجيد للعينة بالمنجلة .

- عدم التأكد من نصف قطر الدوران الذى تثنى حوله العينة .

- عدم تسجيل حالة العينة قبل الاختبار .

٥-٣-٢-٩ احتياطات

يجب عدم تعريض العينة للحرارة عند التجهيز أو الاختبار .

٥-٣-٢-١٠ النتائج

تسجل حالة منطقة الثنى بالعينة من حيث وجود شروخ أو كسر .

٥-٣-٢-١١ حدود القبول أو الرفض

١ – ترفض العينة إذا حدث بها شروخ أو كسر ويعاد الاختبار على عينتين من نفس اللفة .

٢ – إذا وفت كلتا العينتين بشروط هذه المواصفات تعتبر اللفة التى جهزت منها العينة مقبولة .

٣ – إذا لم توف إحدى العينتين بشروط هذه المواصفات تعتبر اللفة غير مقبولة .

٤ – يـتم اختيار لفتين أخريين من نفس الرسالة التى تزن ١٠ طن أو أقل وتجهز قطعة اختبار من كل منهما لإعادة الاختبار عليهما .

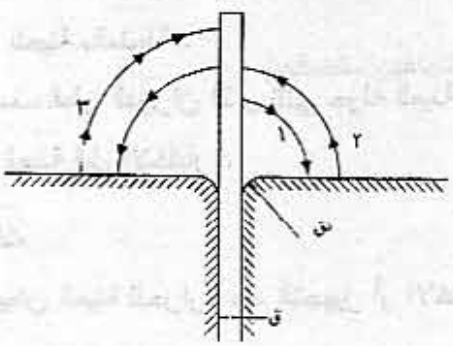
٥ – إذا لم توف نتائج أى منهما بشروط هذه المواصفات تعتبر الرسالة كلها مرفوضة .

٥-٣-٢-١٢ المراجع

– المواصـفات القياسية المصرية ١٩٦٢/٢٦٣ : الأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد .

جدول رقم (٥-٣-٢-١) نصف قطر الدوران للأسلاك ذات الأقطار المختلفة

قطر السلك (ق) مم	نصف قطر الدوران (نق) مم
٨	٢٥
٧	٢٠
٦	١٨
٥	١٥
٤	١٢
٣	٩
٢	٥



شكل رقم (٥-٣-٢-١) خطوات إجراء اختبار الثنى على البارد للأسلاك

٥-٣-٣ اختبار الثنى على البارد لشبك أسياخ صلب التسليح الملحومة
COLD BEND TESTING FOR STEEL WELDED WIRE FABRIC FOR CONCRETE REINFORCEMENT

٥-٣-٣-١ عـــام

يخـتص هـذا الاختبار بطريقة إجراء اختبار الثنى على البارد لمعرفة مدى قابلية تشكيل شبك أسياخ صلب التسليح الملحومة بدون حدوث أية شروخ .

٥-٣-٣-٢ الهدف

تحديـد صلاحية الشبك المصنع من لحام أسياخ الصلب (الملساء أو ذات النتوءات) المدلفنة على الساخن أو المسحوبة على البارد لاختبار الثنى على البارد بزاوية ١٨٠° على دليل الثنى .

٥-٣-٣-٣ تعريفات

- شبكة :

تتكون من أسياخ صلب التسليح المرتبة طولياً وعرضياً فوق بعضها البعض بزاوية قائمة (طولياً وعرضياً) وملحومة فى مواضع نقط التقاطع بالطريقة الكهربائية على ألا يؤثر ذلك على مقاومة الشد للأسياخ .

- مقاس الشبكة :

هى المسافة بين محورى سيخين (طوليين وعرضيين) متتاليين .

٥-٣-٣-٤ الأجهزة

دليل الثنى على البارد .

٥-٣-٣-٥ العينات

لكل ٢٥ طن من المنتج تجهز ٣ عينات من الأسياخ خارج اللحامات .

٥-٣-٣-٦ خطوات الاختبار

١ – تؤخذ عينة الاختبار طبقاً لشروط أخذ وتجهيز العينات .

٢ – يدون قطر العينة وكذلك حالة السطح قبل الاختبار .

٣ – يحدد نصف قـطر دوران الثنى اسـتناداً إلى قطر العينـة كما هو مبين بالجـدول رقم (٥-٣-٣-١).

٤ – يثبت أحد طرفى عينة الاختبار تثبيتاً محكماً فى منجلة .

٥ – يثنى الطرف الحر للعينة بزاوية قدرها ٩٠° درجة حول نصف القطر الدائرى .

٦ – تثنى العينة فى الاتجاه العكسى بنفس القطر بزاوية قدرها ١٨٠° درجة .

٧ – تثنى العينة مرة أخرى حتى تعود إلى وضعها الأصلى .

٨ – يتم تسجيل أى شروخ أو كسر فى العينة بمنطقة الثنى .

٥-٣-٣-٧ النتائج

تسجل حالة منطقة الثنى بالعينة من حيث وجود شروخ أو كسر بالعينة المختبرة .

٥-٣-٣-٨ حدود القبول أو الرفض

فـــى حالة عدم مطابقة نتيجة الاختبار للحدود المنصوص عليها يعاد الاختبار على عينتين أخريين فإذا كانت نتائج هذين الاختبارين مطابقة للحدود الواردة بالمواصفة يقبل الشبك أما إذا لم تطـــابق نتائج اختبار إحداها للحدود ترفض الكمية التى تمثلها هذه العينات على أن يعاد الاختبار على حساب المنتج .

٥-٣-٣-٩ المراجع

– م.ق.م. ١٦١٨/١٩٩٠ : شبك أسياخ الصلب الملحومة لتسليح الخرسانة .

جدول رقم (٥-٣-٣-١) قطر دليل الثنى

قطر السيخ (ق)	قطر دليل الثنى	زاوية الثنى
حتى ٧ مم	ق	١٨٠°
أكبر من ٧ مم	٢ ق	

٥-٤ اختبارات القص

٥-٤-١ اختبار القص لشبك أسياخ صلب التسليح الملحومة

SHEAR STRENGTH TESTING FOR STEEL WELDED WIRE FABRIC FOR CONCRETE REINFORCEMENT

٥-٤-١-١ عـــام

يخـــتص هذا الاختبار بطريقة إجراء القص على شبك أسياخ الصلب الملحومة لتحديد مدى مطابقته للمتطلبات المبينة أدناه .

٥-٤-١-٢ الهدف

يجـــرى هذا الاختبار لمعرفة مدى قدرة الشبك الملحوم لمقاومة حمل القص عند تقاطعاته (مقاومة القص للحام الأسياخ الطولية مع الأسياخ العرضية) .

٥-٤-١-٣ تعريفات

- شبكة :

تـــتكون من أسياخ صلب التسليح المرتبة طوليا وعرضا فوق بعضها البعض بزاوية قائمة وملحومـــة فـــى مواضـــع نقط التقاطع بالطريقة الكهربائية على ألا يؤثر ذلك على مقاومة الشد للأسياخ .

- مقاس فتحات الشبكة :

هى المسافة بين محورى سيخين (عرضيين أو طوليين) متتاليين .

٥-٤-١-٤ الأجهزة

دليل اختبار القص الموضح بالشكل رقم (٥-٤-١-١) .

٥-١-٥-٥ العينات

- عدد العينات :

٣ عينات لكل إرسالية ٢٥ طن فأقل مع ضرورة احتواء كل عينة على وصلة لحام.

٥-٤-١-٦ خطوات الاختبار

١ - يثبت سيخ الاتجاه الطولى فى دليل الارتكاز مع مراعاة محورية السيخ والماكينة .

٢ - يوضع سيخ الاتجاه المستعرض مرتكزاً على تجويف السندان مع مرور السيخ الطولى من الاسطوانات القابلة للدوران .

٣ – يمسك الجزء السفلى من سيخ الاتجاه الطولى بواسطة الفك السفلى للماكينة .

٤ – تحمل العينة المثبتة بالتجهيز على ماكينة اختبار الشد ويزاد الحمل تدريجياً حتى الكسر.

٥-٤-١-٧ حدود القبول والرفض

لا تقل مقاومة قص تقاطعات الشبك الملحوم على ما يلى :

المساحة الاسمية × ٢٤ (أسياخ ملساء)

المساحة الاسمية × ١٥ (أسياخ ذات نتوءات)

٥-٤-١-٨ التقرير

يتضمن التقرير ما يلى :

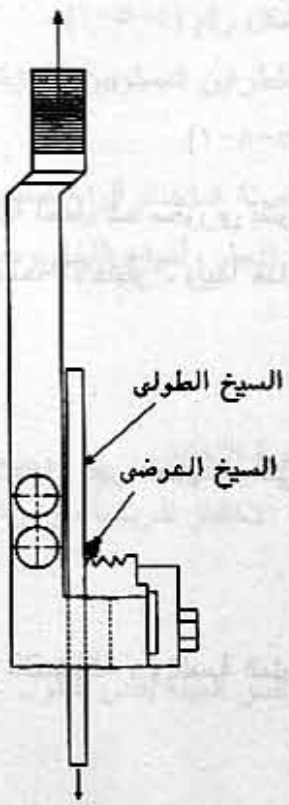
- اسم معمل الاختبار وعنوانه .
- اسم طالب الاختبار وعنوانه .
- تاريخ ورود العينة .
- تاريخ إجراء الاختبار .
- المواصفة القياسية المتبعة .
- حدود القبول والرفض .
- النتائج .
- التوقيعات .

٥-٤-١-٩ دقة وجيود النتائج

فـــى حالة عدم مطابقة نتيجة الاختبار للحدود المنصوص عليها يعاد الاختبار على عينتين أخريين فإذا كانت نتائج هذين الاختبارين مطابقة للحدود الواردة بالمواصفة يقبل الشبك . أما إذا لم تطابق نتائج اختبار إحدى العينات للحدود ترفض الكمية التى تمثلها هذه العينات على أن يعاد الاختبار على حساب المنتج .

٥-٤-١-١٠ المراجع

- المواصـــفة القياســـية المصـــرية : ١٩٩٠/١٦١٨ : شـــبك أسياخ الصلب الملحومة لتسليح الخرسانة.



شكل رقم (٥-٤-١-١) : تجهيزة اختبار القص

٥-٥ اختبار معدن اللحام

TEST METHOD FOR WELDING METAL

٥-٥-١ عـــام

يختص هذا الاختبار بتحديد الاختبارات الميكانيكية لمعدن اللحام .

٥-٥-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار الى تحديد جودة معدن أسياخ اللحام وذلك بتعيين كل من مقاومته للشد وممطوليته .

٥-٥-٣ تعريفات

- مقاومة الشد لمعدن اللحام :

هو تحمل قطعة الاختبار القياسية لحمل شد محورى بشرط أن يكون الحمل موزعاً توزيعاً متســاوياً على المقطع المستعرض لقطعة الاختبار . ويبدأ هذا الحمل من الصفر ويزداد تدريجياً حتى تنكسر قطعة الاختبار .

- طول القياس :

هو الطول المحدد من قطعة الاختبار غير المجهدة والتى تنسب إليه الاستطالة الناتجة من التحميل .

- الممطولية :

ويعــبر عــنها بالنسبة المئوية للاستطالة ، والنسبة المئوية من النقص فى مساحة المقطع المستعرض لقطعة الاختبار.

٥-٥-٤ الأجهزة :

١- ماكينة اختبار الشد للحديد .

٢- ماكينة لحام.

٣- قدمة ذات ورنية .

٤- قلم معدنى للخدش .

٥-٥-٥ العينات :

١ - يجــرى هــذا الاختــبار على معدن من وصلة ملحومة جاهزة أو من وصلة ملحومة تعد خصيصاً لهذا الغرض .

٢ – تجهـز قطعة الاختبار فى الحالة الأولى بتشكيلها من الوصلة الملحومة طبقاً لمقاسات قطعة الاختبار رقم (١) بالجدول رقم (٥-٥-١) ، فإذا لم تسمح مقاسات قطعة الاختبار الملحومة بتجهيز قطعة الاختبار طبقاً لمقاسات القطعة رقم (١) سالفة الذكر فتجهز طبقاً لمقاسات أكبر قطعة اختبار ممكنة من القطع أرقام (٢) ، (٣) ، (٤) ، (٥) المبينة بالجدول رقم (٥-٥-١).

٣ – فى حالة تحضير وصلة ملحومة خصيصاً لهذا الغرض، تجهز بلحام لوحين من الصلب فوق لوح ثالث ويكون طرفاهما المتقابلان مسلوبين ويكون بينهما زاوية مقدارها ٦٠° ، ويكون عرض كل لوح فى الوصلة ٥٠ مم وبحيث يكون البعد بين الطرفين المسلوبين ٢٠ مم حسب الأبعاد المبينة بالشكل رقم (٥-٥-١) .

٤ – يرسب معدن اللحام بين الطرفين المسلوبين ثم تؤخذ قطعة الشد من معدن اللحام المرسب كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٥-١).

٥ – ويراعى فى إعداد هذه الوصلة استخدام ألواح صلب مماثلة للصلب المستعمل فى المنشآت وعلى أن تكون مكنة اللحام وأسياخ اللحام وطريقة ومعدل تراكم اللحام مماثلة لما هو مستعمل فى المنشأ .

٥-٥-٦ خطوات الاختبار

١ – ثبت قطعة الاختبار فى ماكينة الاختبار .

٢ – يراعى أن تحمل قطعة الاختبار تدريجياً مع مراعاة أن يكون معدل زيادة الحمل منتظماً مع تجنب التحميل المفاجئ .

٣ – يحدد أقصى حمل بالنيوتن .

٤ – بعد الانتهاء من الاختبار وكسر العينة يقاس الطول .

٥-٥-٧ المساعدات الإيضاحية

يوضح الجدول رقم (٥-٥-١) أبعاد قطع اختبار الشد لمعدن اللحام المعدة من وصلة ملحومة جاهزة، كما يوضح قطعة اختبار الشد لمعدن اللحام المجهزة من وصلة ملحومة .

ويوضح الشكل رقم (٥-٥-٢) العينة المجهزة لاختبار معدن اللحام مبيناً بها موضع قطعة اختبار الشد .

٥-٥-٨ أخطاء شائعة

عدم الالتزام الكامل بنصوص المواصفة خاصة فيما يلى:

١ – عدم محورية التحميل .

٢ – استخدام كلابات غير مناسبة لقطر و/أو نوع السيخ .

٣ - التحميل بصورة فجائية .

٥-٥-٩ النتائج

- مقاومة الشد = $\frac{P}{A}$ نيوتن \ مم^2

حيث :

P = أقصى حمل بالنيوتن .

A = المساحة الأصلية للمقطع المستعرض لقطعة الاختبار بالملليمتر مربع .

- **الممطولية :**

وتقاس بالنسبة المئوية للاستطالة ، وبالنسبة المئوية للنقص فى مساحة المقطع المستعرض لقطعة الاختبار بالطريقة الآتية :

النسبة المئوية للاستطالة = $\frac{(L_1 - L)}{L} * 100$

حيث :

L = طول القياس الأصلى .

L_1 = طول القياس بعد كسر العينة

النسبة المئوية للنقص فى مساحة المقطع المستعرض = $\frac{(A - A_1)}{A} * 100$

حيث :

A = المساحة الأصلية للمقطع المستعرض لقطعة الاختبار .

A_1 = مساحة أصغر مقطع فى قطعة الاختبار بعد الكسر .

٥-٥-١٠ التقرير :

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية :

١ - **المعلومات :**

- اسم معمل الاختبار وعنوانه .
- تاريخ ورود العينة و/أو العينات .
- تاريخ إجراء الاختبار .
- المواصفة القياسية المتبعة .
- نوع الأسياخ ورتبتها .

٢ - **النتائج :**

- الحسابات .

- نتائج الاختبار .
- حدود القبول أو الرفض طبقاً للمواصفة المتبعة .

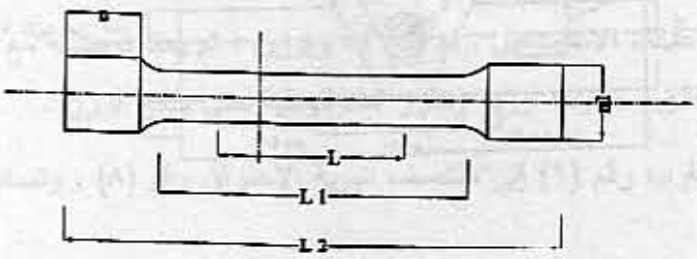
٣ - التوقيعات

٥-٥-١١ المراجع

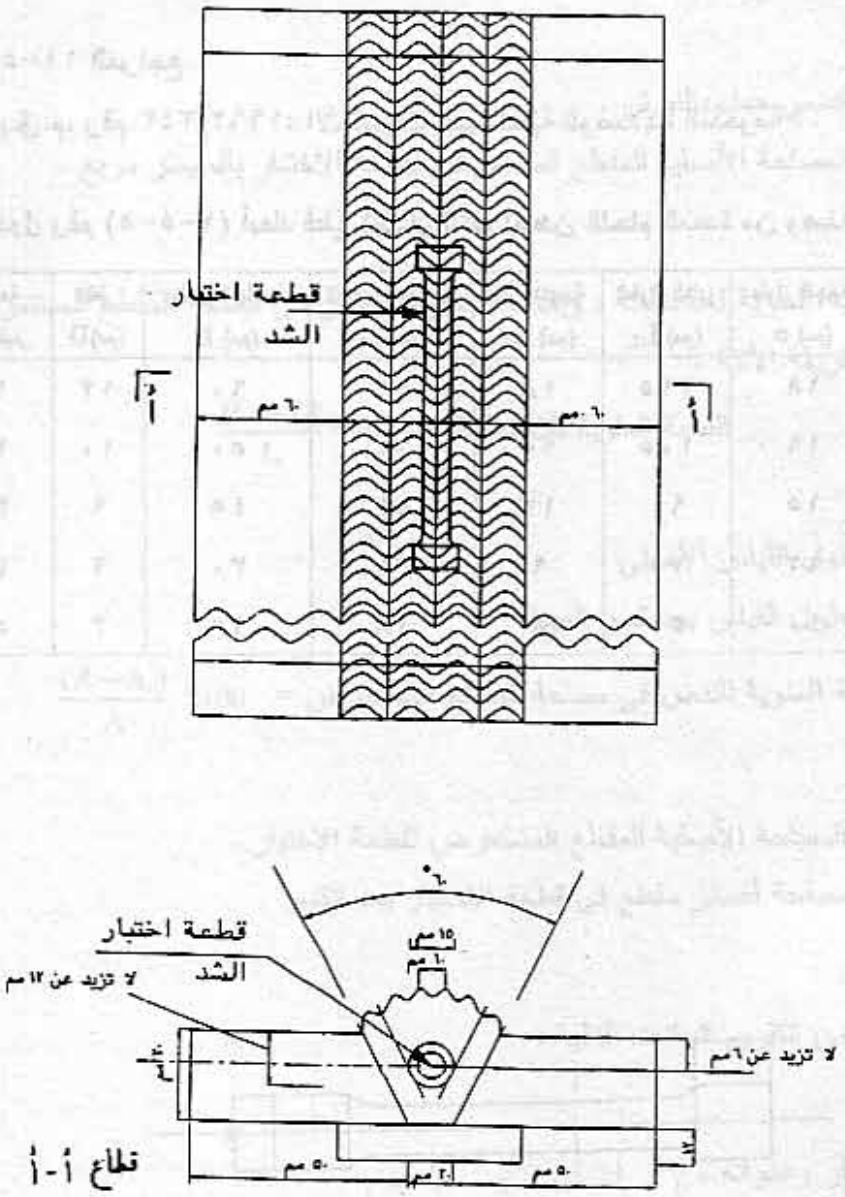
- م.ق.م. رقم ١٩٦٢/٢٤٣: الاختبارات الميكانيكية للوصلات الملحومة .

جدول رقم (٥-٥-١) أبعاد قطع اختبار الشد لمعدن اللحام المعدة من وصلة ملحومة جاهزة

قطعة الاختبار	القطر D(مم)	طول القياس L (مم)	الطول المتوازى L_1 (مم)	قطر النهاية D_1 (مم)	الطول الكلى L_2 (مم)	طول النهاية n (مم)	نصف قطر الدوران r (مم)
١	١٢	٦٠	٧٢	١٨	١١٥	١٨	١٠
٢	١٠	٥٠	٦٠	١٥	١٠٥	١٦	١٠
٣	٩	٤٥	٥٤	١٣	٩٠	١٥	٦
٤	٦	٣٠	٣٦	٩	٧٥	١٢	٦
٥	٣	١٥	١٨	٥	٥٠	١٠	٣



شكل (٥-٥-١) قطعة اختبار الشد



شكل رقم (٥-٥-٢) العينة المجهزة لاختبار معدن اللحام مبيناً بها موضع قطعة اختبار الشد

ثانياً : الاختبارات الكيميائية

٥-٦ تقدير الكربون بالطريقة الوزنية

Determination of Carbon by gravimetric method

٥-٦-١ عـــام

تتضمن الطريقة حرق عينة الصلب فى جو من الأكسجين لتحويل الكربون إلى ثانى أكسيد الكربون ، ثم امتصاصه وتقديره وزنياً .

٥-٦-٢ الهدف

تعيين نسبة الكربون فى صلب التسليح للتعرف على درجة صلب التسليح .

٥-٦-٣ الأجهزة

يتكون الجهاز من الأجزاء المبينة فى الشكل رقم (٥-٦-١) .

٥-٦-٤ العينات

تجهز خراطة من صلب التسليح على أن تكون ممثلة له قدر الإمكان .

٥-٦-٥ خطوات الاختبار

١ - يمـــرر تـــيار من غاز الأكسجين خلال الجهاز ، وترفع درجة حرارة الفرن رقم (٧) إلى ١١٠٠ °م ، ويـــوزن بدقـــة مـــن ١ - ٣ جـــرام من خراطة العينة (حسب نسبة الكربون المتوقعة)، وتوضع فى قارب الاحتراق رقم (٩) فوق طبقة من أكسيد الألومنيوم الخالى من الكربون.

٢ - يفصـــل وعـــاء الامتصاص رقم (١٥) ، ويوزن ، ثم يعاد توصيله مع إستمرار الأكسجين لمدة ١٠ دقائق ، ثم يعاد وزنه وتكرر هذه العملية حتى يثبت الوزن .

٣ - يدخـــل القارب رقم (٩) إلى منتصف أنبوبة الاحتراق رقم (٨) ، وتسخن العينة لمدة دقيقة تقريباً .

٤ - يســـمح بمـــرور غاز الأكسجين بمعدل من ٣٠٠ - ٤٠٠ ملليلتر \ الدقيقة (وذلك باستخدام مقياس معدل انسياب الغاز) أثناء احتراق العينة .

٥ - يخفض هذا المعدل إلى حوالى ٢٠٠ ملليلتر \ الدقيقة بعد حوالى ٣ دقائق .

٦ - يستمر إمرار غاز الأكسجين لمدة ١٠ دقائق أخرى .

٧ - يوقف مرور الغاز ويغلق وعاء الامتصاص رقم (١٥) ، ويترك ليبرد لمدة ٥ دقائق ، ثم يوزن .

٥-٦-٦ الأشكال :

شكل (٥-٦-١) جهاز تقدير نسبة الكربون فى الصلب .

٥-٦-٧ النتائج :

$$C\% = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 0.3729 \times 100$$

حيث :

C% = النسبة المئوية للكربون

W_1 = وزن الوعاء (رقم ١٥) بعد الامتصاص

W_2 = وزن الوعاء (رقم ١٥) قبل الامتصاص

W = وزن العينة المختبره

٠,٣٧٢٩ : نسبة الكربون فى ثانى أكسيد الكربون

٥-٦-٨ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦١/٩٩: الطرق القياسية للاختبارات الكيميائية للصلب الكربونى .

أجزاء الجهاز

١ - أسطوانة الاكسجين
٢ - منظم الضغط
٣ - صمام التحكم فى معدل خروج الاكسجين
٤ - وعاء به حمض الكبريتيك المركز
٥ - مانومتر
٦ - برج لتنقية الاكسجين يحتوى نصفه العلوى على صودا أسبستوس ونصفه السفلى على الهيدرون أو كلوريد الكالسيوم اللاماء
٧ - فرن احتراق
٨ - أنبوبة احتراق
٩ - قارب احتراق
١٠ - حاجز من الاسبستوس
١١ - وعاء امن فارغ
١٢ - وعاء يحتوى على مزيج من حمض الكبريتيك والكروميك
١٣ - وعاء يحتوى على حمض الكبريتيك المركز
١٤ - أنبوبة تحتوى على الهيدرون او كلوريد الكالسيوم اللاماء
١٥ - وعاء الامتصاص ويحتوى نصفه العلوى على صودا الاسبستوس ونصفه السفلى على الهيدرون

شكل رقم (٥-٦-١) جهاز تقدير نسبة الكربون فى الصلب

٥-٧ تقدير الكبريت بالطريقة الوزنية

Determination of sulfur by gravimetric method

٥-٧-١ عـــام

تتضـمن هـذه الطـريقة أكسدة الكبريت فى صلب التسليح ، وترسيبه على هيئة كبريتات الباريوم .

٥-٧-٢ الهدف

تعييـن نسـبة الكبريـت فى صلب التسليح للتعرف على مطابقته للحدود المسموح بها فى المواصفات القياسية .

٥-٧-٣ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم .
- فرن تجفيف
- حمام مائى
- زجاجيات معملية
- فرن احتراق ١٢٠٠ °م

٥-٧-٤ العينات

تجهز خراطه من صلب التسليح .

٥-٧-٥ خطوات الاختبار

١ - يحضر محلول ١٠ % من كلوريد الباريوم .

٢ - يحضر حمض هيدروكلوريك مخفف ١ % .

٣ - يوزن بدقة ٥ جرام من خراطة العينة ، وتوضع فى كأس طولية مغطاة سعة ٦٠٠ ملليلتر.

٤ - يضـاف بللورات (٠,١ جرام تقريباً) من نترات البوتاسيوم ، ثم يضاف ٣٥ مل من حمض النيتريك، ثم يضاف ٢٥ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز .

٥ - يبخر المحلول حتى الجفاف ثم توضع الكأس فى فرن تجفيف عند درجة حرارة ١١٠ °م لمدة ٣٠ دقيقة .

٦ - تـبرد الكأس ويضاف إليها ٣٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز ، ثم يبخر المحلول حتى يصبح شرابى القوام .

٧ – يضاف ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز ، ثم ٢٠ مل من الماء ، ثم ٥ جرام من الخارصين الحبيبى .

٨ – يسخن المحلول على حمام مائى حتى يتم اختزال الصلب ، ثم يرشح المحلول .

٩ – يغسل المتبقى بحمض الهيدروكلوريك المخفف ، ويغلى الرشيح، ويضاف إليه تدريجياً مع التقليب ٢٠ مل من محلول كلوريد الباريوم ويترك لليوم التالى .

١٠ – يرشح خلال ورقة ترشيح عديمة الرماد ، ويغسل بحمض الهيدروكلوريك المخفف ، ثم بالماء الساخن حتى يصبح خالياً من الكلوريدات .

١١ – تنقل ورقة الترشيح فى بوتقه معلومة الوزن ، تجفف ، ثم تحرق عند ٩٠٠ °م.

١٢ – يجرى اختبار ضابط بنفس الطريقة بدون استخدام العينة .

٥-٧-٦ النتائج

$$S\% = \frac{(w1 - w2)}{w} \times 0.1374 \times 160$$

حيث :

S% = النسبة المئوية للكبريت

W1 = وزن الراسب فى العينة

W2 = وزن الراسب فى الإختبار الضابط

w = وزن العينة المأخوذة

٠,١٣٧٤ = نسبة الكبريت فى كبريتات الباريوم

٥-٧-٧ المراجع

– المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦١/٩٩ : الطرق القياسية للاختبارات الكيميائية للصلب الكربونى .

٥-٨ تقدير الفوسفور

Determination of phosphorus

٥-٨-١ عـــام

تتضـــمن الطـــريقة ترســـيب الفوســـفور فى صلب التسليح على هيئة فوسفور موليبدات الأمونيوم ، ومعايرتها بمحلول عيارى من هيدروكسيد الصوديوم .

٥-٨-٢ الهدف

تعييـــن نســـبة الفوسفور فى صلب التسليح للتعرف على مطابقته للحدود المسموح بها فى المواصفات القياسية.

٥-٨-٣ تعريفات

تقدير نسبة الفوسفور فى صلب التسليح .

٥-٨-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم .
- سخان كهربائى مسطح .

٥-٨-٥ العينات

تجهز خراطة من صلب التسليح .

٥-٨-٦ خطوات الاختبار

١ – التجهيزات

- حمض نيتريك وزنه النوعى ١,١٣٥
- حمض نيتريك وزنه النوعى ١,٢
- حمض نيتريك مخفف ١ %
- حمض نيتريك ٠,١ عيارى
- هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ عيارى
- نترات بوتاسيوم ١ %
- برمنجنات البوتاسيوم ١ %
- محلول مشبع من ثانى أكسيد الكبريت
- محلول موليبدات أمونيوم يحضر بإحدى الطريقتين الآتيتين :

أ – يوزن حوالى ٤٥,٣ جم من مولبيدات أمونيوم ، ويضاف إليها ٥٦ مل من محلول هيدروكسيد أمونيوم (٠,٨٨) ، ثم ٨٠ مل من الماء المقطر ، ويقلب حتى يتم الذوبان ، ثم يضاف المحلول إلى ٤١٦,٦ مل من حمض نيتريك (وزنه النوعى ١,٢) .

ب – يذاب ١٠٠ جم من أكسيد مولبيدينم أو ١٢٠ جم من حمض مولبيديك فى ١٤٠ مل من محلول هيدروكسيد أمونيوم (٧٠ مل من محلول هيدروكسيد أمومنيوم (٠,٨٨) ، ثم ٢٤٠٠ مل من الماء) ، ثم يضاف المحلول تدريجياً إلى ١٢٥٠ مل من حمض نيتريك (وزنه النوعى ١,٢) مع التقليب المستمر . يضاف ٠,٠٥جم من محلول فوسفات الصوديوم الأمونيومية الحمضية إلى أى من المحلولين ، ويراعى تقليب المحلول لمدة ساعة ، ثم يترك إلى اليوم التالى وترشح الكمية اللازمة عند الاستعمال .

– يحضر محلول فينولفثالين بإذابة ٠,٢جم فى ١٠٠ مل من الكحول (٧٠ %) .

– يحضر هيدروكسيد الأمونيوم (وزنه النوعى ٠,٩٦) .

٢ – الاختبار

– يوزن بدقة حوالى ٢,٧ جم من خراطة العينة ، وتذاب فى ١٠٠ مل من حمض النيتريك (وزنه النوعى ١,١٣٥) فى كأس مخروطى ، ثم ترفع درجة الحراره قليلاً حتى يتم التفاعل.

– يضاف حوالى ١٠ مل من محلول برمنجنات البوتاسيوم ، ثم يغلى المحلول لبضع دقائق ، ويترك الكأس ليبرد قليلاً .

– يضاف تدريجياً قليل من محلول ثانى أكسيد الكبريت حتى يذوب ما يكون قد ترسب من ثانى أكسيد المنجنيز ، ويغلى المحلول لمدة ٣ دقائق .

– يبرد الكأس ويضاف ٣٠ مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم ، ويقلب المحلول جيداً حتى يذوب ما قد يترسب من أملاح الصلب .

– تضبط درجة الحرارة إلى حوالى ٤٥ °م ثم يضاف ٤٠ مل من محلول مولبيدات الأمونيوم مع استمرار التقليب لمدة ٥ دقائق ، ويترك لمدة نصف ساعة .

– يرشح خلال ورقة ترشيح عديمة الرماد واتمان رقم ٤٢ أو ما يعادلها .

– يغسل الكأس والراسب ثلاث مرات بحمض النيتريك المخفف ، ثم محلول نترات البوتاسيوم حتى يصبح ماء الغسول خالياً من آثار الحمض .

– تنقل ورقة الترشيح فى كأس ، ثم يضاف مزيد من محلول هيدروكسيد الصوديوم أكثر مما يلزم للمعايره (أ) – مع التقليب المستمر حتى يذوب الراسب .

- يخفف المحلول بحوالى ١٠٠ مل من الماء المقطر الخالى من ثانى أكسيد الكربون ، ثم يضاف خمس قطرات من محلول فينولفثالين ، ثم يعادل هيدروكسيد الصوديوم الزائد بمحلول ٠,١ عيارى من حمض النيتريك (ب) حتى يزول اللون الوردى تماماً .
- يجرى اختبار ضابط باستخدام عينة قياسية من الصلب لتقدير معامل محلول هيدروكسيد الصوديوم (m) .

(١مل من محلول ٠,١ عيارى من هيدروكسيد الصوديوم يكافئ ٠,٠٠٠١٣٦ جرام فوسفور)

٥-٨-٧ النتائج

$$P\% = \frac{(V_2 - V_1)}{w} \times m \times 100$$

حيث :

P% = النسبة المئوية للفوسفور

V_2 = حجم محلول ٠,١ عيارى من هيدروكسيد الصوديوم المستخدم

V_1 = حجم محلول ٠,١ عيارى من حمض النيتريك المستخدم للتعادل

w = وزن العينة المأخوذة

m = ٠,٠٠٠١٣٦

٥-٨-٨ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦١/٩٩:الطرق القياسية للاختبارات الكيميائية للصلب الكربونى.

الجزء السادس

اختبارات الخرسانة الطازجة

مقدمة :

يشتمل هذا الجزء على الاختبارات التى تجرى على الخرسانة الطازجة لتحديد مدى تحقيقها للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة أو الخرسانة سابقة الإجهاد وهذه الاختبارات تشتمل على الآتى :

- طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع
- طريقة تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة
- اختبار الانسياب للخرسانة الطازجة
- اختبار تعيين زمن فى بى للخرسانة الطازجة
- اختبار تعيين عامل الدمك للخرسانة الطازجة
- اختبار تحديد محتوى الهواء للخرسانة الطازجة بالطريقة الحجمية
- اختبار تحديد محتوى الهواء للخرسانة الطازجة بطريقة الضغط
- اختبار تحديد كمية ماء النضح بالخرسانة الطازجة
- اختبار تعيين كثافة الخرسانة الطازجة المدموكة
- اختبار مقاومة الاختراق لتعيين زمن شك الخرسانة
- طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة
- طريقة تحضير أسطوانات الاختبار من الخرسانة الطازجة
- طريقة تجهيز كمرات الاختبار من الخرسانة الطازجة
- طريقة المعالجة لعينات الخرسانة فى المعمل

٦-١ طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع

Method of Sampling of Fresh Concrete on Site

٦-١-١ عـــــام

تخـــتص هذه الطريقة بتحديد الخطوات الصحيحة لأخذ عينة من الخرسانة الطازجة بحيث تكـــون ممـــثله للرســـالة المـــوردة إلى الموقع سواء كانت هذه الخرسانة منتجة بواسطة خلاطه بـــالموقع أو عـــن طـــريق رســـالة من الخرسانة الجاهزة المنقولة للموقع أو مأخوذة من مصدر مستمر للخرسانة .

٦-١-٢ الهدف

يتم أخذ العينة المذكورة بهدف إجراء أحد الاختبارات القياسية عليها، وبناء على ذلك يمكن تحديـــد حجـــم العيـــنة المناسب كما تتم الإشارة إلى الأخطاء الشائعة التي يمكن أن تحدث أثناء تحضير العينات بالموقع وطرق تلافيها.

تطـــبق هذه الطرق على الخرسانات المصنعة من ركام بمقاس اعتباري أكبر لا يزيد عن ٤٠ مم وتناسب الخرسانات ذات قابلية التشغيل المنخفضة والمتوسطة والعالية حتى درجة تشغيل مقابلة لهبوط قدره ١٥٠مم .

٦-١-٣ التعاريف

- الخرسانة الطازجة

الخرسانة أثناء المرحلة الأولى بعد تمام خلط المواد وقبل شكها.

- الرسالة

كمـــية الخرســـانة المخلوطـــة في دورة تشغيل واحدة للخلاطة أو كمية الخرسانة الجاهزة المنقولة بالعربة أو كمية الخرسانة المأخوذة من المصدر المستمر للخرسانة في دقيقة واحدة .

- الغرفة القياسية للجاروف

كمـــية الخرسانة المأخوذة بعملية واحدة من الجاروف وتكون حوالي ٥ كجم من الخرسانة ذات الوزن العادي.

- العينة

كمـــية الخرســـانة المكونـــة من عدد من الغرفات القياسية والمأخوذة من رسالة الخرسانة المطلوب تعيين خواصها .

- الخطأ المسموح به في تحضير العينة

الخطأ العشوائي الناتج من العيوب التي لا يمكن تجنبها أثناء تحضير العينة.

٦-١-٤ الأجهزة

١ – الجـــاروف : يصـــنع مـــن معدن غير قابل للصدأ بتخانة ٠,٨ مم ومناسب لأخذ الغرفات القياسية للخرسانة وأبعاده كما في الشكل (٦-١-١)

٢ – وعـــاء لاستقبال الخرسانة من الجاروف يصنع من معدن غير قابل للصدأ أو من البلاستيك ولا تقل سعته عن ٩ لتر .

٣ – الحـــوض المســـطح لتجهيز العينات : يصنع من معدن غير قابل للصدأ بتخانة لا تقل عن ١,٦مم بطول ١,٢ م وبعرض ١,٢ م وبعمق ٥٠ مم

٦-١-٥ كميات الخرسانة الطازجة المطلوبة للاختبار

يوضح جدول (٦-١-١) عدد الغرفات القياسية اللازمة لكل اختبار أو عينة .

جدول (٦-١-١) كميات الخرسانة الطازجة اللازمة للاختبارات المختلفة

الاختبار(أو العينة)	عدد الغرفات القياسية
الهبوط	٤
عامل الدمك	٦
زمن في بي	٤
دليل الانسياب	٤
محتوي الهواء	٤
الكثافة	٦
عدد ٢ مكعب مقاس ١٠٠ مم	٤
عدد ٢ مكعب مقاس ١٥٠ مم	٤
عدد ٢ كمرة ١٠٠ × ١٠٠ × ٥٠٠ مم	٦
عدد ٢ كمرة ١٥٠ × ١٥٠ × ٧٥٠ مم	١٨
عدد ٢ أسطوانة ١٥٠ × ٣٠٠ مم	٦
عدد ٢ أسطوانة ١٠٠ × ٢٠٠ مم	٤
عدد ٢ منشور ٧٥ × ٧٥ × ٣٠٠ مم	٤

ملحوظة :

يـرجع إلـى بند (٦-١-٦-٢-٤) في حالة إجراء الإختبارات على الخرسانـة ذات قابلية التشغيل العالية مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة اللدونة.

٦-١-٦ خطوات تحضير العينات

٦-١-٦-١ طريقه أخذ العينات

١ – تـتكون العينة المطلوبة من عدد من الغرفات القياسية يتم تحديدها بناء على نوع الاختبار وعدد العينات المطلوب عملها كما هو موضح في الجدول رقم (٦-١-١) .

٢ – يـراعى عـند أخـذ العينة من خلاط بالموقع أو من عربة خلط الخرسانة الجاهزة استبعاد الجزء الأول والأخير من الشحنة.

٣ – فـي حالة وضع رسالة الخرسانة على سطح مستو بالموقع قبل توصيلها إلى مكان الصب يجب أخذ العينة من أماكن موزعة خلال أسطح وعمق الخرسانة بقدر الإمكان.

٤ – في حالة الصب باستخدام الأوناش أو طلمبات الخرسانة يجب أخذ العينة من مخرج الخلاطة أو عربة خلط الخرسانة في حالة تعذر أخذها كما في بند (٦-١-٦-١-٣) مع ضرورة توضيح مكان أخذ العينة في التقرير الخاص لهذه الحالة. ويستخدم في ذلك وعاء الاستقبال المذكور في بند (٦-١-٤-ب) مع مراعاة ما ذكر في بند (٦-١-٦-١-٢).

٦-١-٦-٢ الحصول على العينات

١ – يراعى التأكد من نظافة الأدوات المستخدمة .

٢ – تستخدم المغرفة للحصول على الغرفات القياسية للخرسانة من قلب الشدة وتوضع في الوعاء أو الأوعية الخاصة بذلك.

٣ – عند أخذ العينات من مجرى الخرسانة المتدفق (مجرى ساقط – سير ناقل– قناة التفريغ) يمر الجاروف خلال العرض والتخانة في عملية واحد كما هو موضح بالشكل (٦-١-٢) .

٤ – قد يكون من الضروري إجراء تعديل في طريقة أخذ العينات للخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية جدا (مثل الخرسانة المحتوية على إضافات فائقة اللدونة) حيث يمكن استخدام جاروف اكبر من الجاروف القياسي لإمكان تجميع ٥ كجم من الخرسانة بدون أن يفيض الجاروف أو قد يؤخذ عدد اكبر من الغرفات القياسية للحصول على الخرسانة المطلوبة.

٦-١-٦-٣ وقاية العينات

يجب وقاية عينات الخرسانة الطازجة من اكتساب أو فقد الماء أو التعرض لحرارة زائدة أو التعرض المباشر لأشعة الشمس والرياح وذلك في جميع مراحل التحضير والنقل والمناولة للعينات على ألا تتعدى الفترة حتى بدء تجهيز الخرسانة الطازجة للاختبارات ١٥ دقيقة من بدء أخذ العينات.

٦-١-٧ شهادة تحضير العينات

يجب أن ترفق شهادة لكل عينة من القائم بأخذ العينات تنص على أن تحضير العينة أجرى طبقا للاشتراطات المنصوص عليها فى هذا الدليل ويجب أن تتضمن الشهادة ما يلي :

- تاريخ ووقت تحضير العينة.
- اسم المشروع.
- موقع الأعمال الخرسانية التي تمثلها العينة.

- موقع أخذ العينات (مثال أثناء تفريغ الشحنة أو من كومة الخرسانة).
- رقم توريد أو أي بيان لتمييز الرسالة .
- رقم تمييز العينة .
- درجة الحرارة المحيطة والظروف الجوية مثل الرطوبة النسبية وشدة الرياح
- اسم وتوقيع القائم بأخذ العينة.
- نوع الأسمنت المستخدم في الخرسانة المأخوذ منها العينات.

٦-١-٨ تعيين الخطأ في تحضير العينة

٦-١-٨-١ عام

٦-١-٨-١-١ الهدف من تعيين الخطأ في تحضير العينات هو تقييم أسلوب أخذ العينات وتحديد مدى صلاحية الطريقة المتبعة لأخذ العينات و مدي تمثيل الخرسانة المنتجة. في بعض الأحيان تكون دراسة الخطأ في تحضير العينات ضرورية وعلى سبيل المثال عند استخدام مواد غير معتادة في الخلطة الخرسانية أو عندما تكون ظروف الصب نفسها غير عادية .

٦-١-٨-١-٢ يعين الخطأ في تحضير العينة عن طريق حساب الفرق في مقاومة الضغط بين عينتين متماثلتين يتم أخذهما من رسالة واحدة بالطريقة القياسية. ويحسب الخطأ في تحضير العينة على عدد عشرين عينة قياسية ومقارنتها مع عشرين عينة مماثلة.

٦-١-٨-٢ الخطوات

٦-١-٨-٢-١ عام

تؤخذ عينة قياسية طبقا للبند (٦-١-٦) من الرسالة الخرسانية ويؤخذ من نفس الرسالة وبنفس الطريقة عينة تعتبر مثيلة للعينة السابقة .ويتكرر هذا العمل حتى نحصل على عشرين عينة قياسية وعشرين عينة مثيلة من عشرين رسالة مختلفة بشرط أن تكون جميع العينات ذات نفس الرتبة والخلطة وأن يراعى عند ملء كل جاروف لتحضير العينة القياسية من الخرسانة أن يتبعه جاروف مماثل لتحضير العينة المثيلة على أن يكون تجميع كل من العينتين في وعاء مستقل ، وتجهز كما هو موضح بالبند (٦-١-٨-٢-٢) ويجهز من كل منهما عدد ٢ مكعب طول ضلعه ١٥٠مم . ويجرى على جميع هذه المكعبات اختبار الضغط لعمر ٢٨ يوماً وذلك طبقا للاختبار رقم (٧-٢).

٦-١-٨-٢-٢ تجهيز العينة القياسية والعينة المثيلة

تفرغ كل عينة من الوعاء الموجودة به الخرسانة في الحوض المسطح لتجهيز العينات مع التأكد من عدم ترك اكثر من طبقة رقيقة من الأسمنت والماء ملتصقة بالوعاء المفرغة منه العينة .

تخلط العينة الموجودة بالحوض المسطح لتكون مخروطا من الخرسانة ويقلب ذلك المخروط بالجاروف ثانية لتكوين مخروط جديد .وتكرر هذه العملية ثلاث مرات. يراعى عند عمل المخروط صب ملأة كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكون أجزاؤها المنزلقة موزعة بانتظام بقدر الإمكان على جوانبه وحتى لا يتزحزح محور مركز المخروط ، ثم يسوى المخروط الثالث أفقيا بإدخال الجاروف عدة مرات متكررة خلال راس المخروط مع رفع الجاروف من الخرسانة تماما بعد كل مرة .

يكون من الضروري تعديل خطوات الخلط عند تحضير عينات الخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية جدا (مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة اللدونة) كالتالي:

أ - الحوض المسطح لتجهيز العينات

يلزم أن تكون الجوانب الرأسية للحوض كبيرة بالدرجة التي تمنع فقد أي جزء من العينة أثناء الخلط .

ب-خلط العينة

لا تلائم خطوات الخلط بعمل المخروط الخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية جدا ولذلك يوصى بطريقة الخلط البديلة الآتية:

عند صب الخرسانة في الحوض المسطح لتجهيز العينات يستخدم جاروف لتقليب الخرسانة من الخارج نحو المركز ويتم ذلك مرة واحدة حول جميع جوانب الحوض المسطح .

٦-١-٨-٣ الحسابات وإعداد تقرير الخطأ في تجهيز العينة

تحسب نتائج متوسط مقاومة الضغط X_m لكل زوج من العينات العشرين القياسية كما يحسب أيضا الفرق بين قيمتهما X_d وذلك لأقرب ٠,٢٥ نيوتن/مم^2.

بالمثل يحسب متوسط مقاومة الضغط X_{m1} وأيضا الفرق بينهما X_{d1} لكل زوج من العينات العشرين المثيلة وذلك لأقرب ٠,٢٥ نيوتن/مم^2 ثم يحسب الآتي :

$$Dt = \frac{\sum X_d^2 + \sum X_{d1}^2}{80} \qquad (6\text{-}1\text{-}1)$$

$$Ds = \frac{\sum (X_m - X_{m1})^2}{40} \qquad (6\text{-}1\text{-}2)$$

$$M = \frac{\sum X_m + \sum X_{m1}}{40} \qquad (6\text{-}1\text{-}3)$$

$$Es = \frac{100 \times \sqrt{Ds - 0.5 \times Dt}}{M} \qquad (6\text{-}1\text{-}4)$$

$$Et = \frac{100 \times \sqrt{Dt}}{M} \qquad (6\text{-}1\text{-}5)$$

حيث :

D_t = الاختلاف في نتائج الاختبار

D_s = الاختلاف في نتائج الاختبار وتجهيز العينة

M = متوسط مقاومة الضغط

E_s = الخطأ في تجهيز العينة (كنسبة منوية)

E_t = الخطأ في الاختبار (كنسبة منوية)

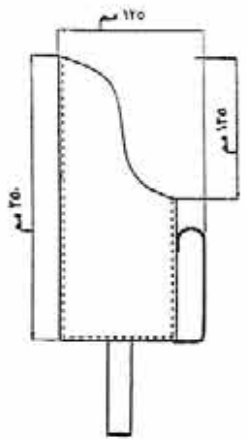
على أن تحسب قيمة الخطأ في تجهيز العينة وقيمة الخطأ في الاختبار لأقرب ٠,١٠ % .

٦-١-٨-٤ النتيجة

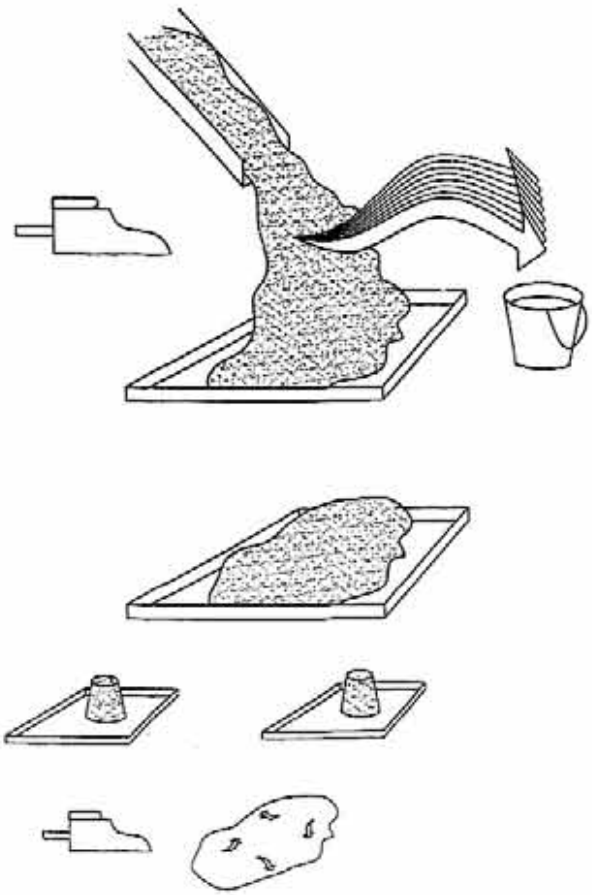
يجب استبعاد خطوات أخذ العينة إذا كانت قيمة الخطأ في تجهيز العينة أكبر من ٣ % كما تستبعد خطوات الاختبار إذا كان الخطأ في الاختبار أكبر من ٣ % . أما إذا كانت كل من القيمتين أقل من ٣ % تعتبر خطوات تحضير العينة مناسبة.

٦-١-٩ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٩٨٨/١٦٥٨ الجزء الأول : طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة في الموقع.
- الاختبار رقم (٦-١١) : طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة
- الاختبار رقم (٦-١٣) : طريقة المعالجة لعينات الخرسانة فى المعمل



شكل (٦-١-١) شكل وأبعاد الجاروف القياسى



شكل (٦-١-٢) كروكي يوضح أسلوب أخذ العينات بالطرق المختلفة

٦-٢ طريقة تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة

Test Method for Determination of Fresh Concrete Slump

٦-٢-١ عـــــام

يستخدم هذا الاختبار على نطاق واسع في كل أنحاء العالم سواء في الموقع أو في المعمل لتعيين قيمة الهبوط للخرسانة ذات التشغيلية المتوسطة والعالية ، ولا يقيس اختبار الهبوط هذا قابلية الخرسانة للتشغيل بصورة مباشرة ولا يعبر عن مدى سهولة دمك الخرسانة بالموقع وذلك نظراً لأن الهبوط يحدث تحت تأثير وزن الخرسانة فقط وبالتالي لا يعكس ظروف الدمك في الموقع من هزازات وخلافه، ولكن يعتبر هذا الاختبار مفيد لاكتشاف الاختلاف الذي قد يحدث في مكونات الخلطة أو في المواد المستخدمة وذلك بين موقع وآخر أو بين فترة وأخرى في نفس الموقع مما ينبه لضرورة اتخاذ أي إجراءات علاجية لتصحيح هذا الاختلاف.

٦-٢-٢ الهدف

الهدف من هذا الاختبار هو تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة ذات قابلية التشغيل المتوسطة إلى قابلية التشغيل العالية. وتطبق هذه الطريقة للخرسانة العادية والخرسانة ذات الهواء المحبوس والمصنعة من الركام الخفيف أو الركام عادي الوزن أو الركام الثقيل بحيث يكون مقاسه الاعتباري الأكبر ٤٠مم أو أقل ، ولا تصلح طريقة الهبوط هذه لتعيين قابلية التشغيل للخرسانة المهواه أو الخرسانة التي ليس بها ركام صغير ، ويفيد هذا الاختبار في متابعة التغير في تشغيلية الخرسانة وكذلك أي تغير في المكونات الأساسية للخرسانة. وعلى ذلك يمكن عن طريقه الحكم المبدئي على مستوى ضبط جودة الخلطة الخرسانية.

٦-٢-٣ الأجهزة

١ – قالب الاختبار : يستخدم في الاختبار قالب معدني (ويفضل أن يكون من الصلب المجلفن) لا يتأثر مباشرة بعجينه الأسمنت ولا تقل تخانته عن ١,٥ مم وبحيث يكون سطحه الداخلي ناعماً وخاليا من البروزات مثل بروز مسامير البرشام وأيضاً خالياً من النتوءات المنخفضة ويكون القالب على شكل مخروط ناقص مفرغ كما في الشكل رقم (٦-٢-١) وتكون أبعاد المخروط على النحو التالى:

قطر القاعدة = ٢٠٠ ± ٢ مم

قطر القمة = ١٠٠ ± ٢ مم

الارتفاع = ٣٠٠ ± ٢ مم

ويجب أن تكون كل من قاعدة وقمة هذا المخروط الناقص مفتوحة وموازية لبعضها البعض وتعمل مع محور المخروط زاوية قائمة. ويجب أن يزود القالب بمقبضين عند ثلثي الارتفاع وكذلك قطع سفلية للضغط عليها بالقدم كما في شكل (٦-٢-١) لجعل المخروط ثابتاً تماماً، ويمكن تثبيت قالب الاختبار مع القاعدة بشرط إمكانية فكها بدون تحريك القالب.

٢ – جاروف مناسب بعرض ١٠٠مم تقريباً

٣ – حوض مسطح لتجهيز العينات مقاساته ١,٢م × ١,٢ م وعمق ٥٠ مم ويصنع من معدن لا يصدأ بتخانة ١,٦ مم.

٤ – جاروف بفتحة مربعة (شكل ٦-٢-٢).

٥ – قضيب الدمك : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض مستدير بقطر ١٦ مم وطول ٦٠٠مم وبنهايتين كل منهما شبه كروية.

٦ – مسطرة مدرجة من صفر إلى ٣٠٠ مم على مسافات ٥ مم بحيث تكون نقطة الصفر إحدى نهايتيها.

٧ – قمع (اختياري) يصنع القمع من معدن لا يتأثر مباشرة بعجينة الأسمنت ويتكون القمع من مخروطين ناقصين لمحور موحد ولهما قطر مشترك ١٠٠ مم أما النهايتان فلهما قطر أكبر حيث يعمل أحد المخروطين الناقصين كقمع ملء أما الآخر فيعمل رقبة تمكن القمع من أن ينطبق على السطح الخارجي للقالب.

٦-٢-٤ تحضير العينة الاختبار

٦-٢-٤-١ الطريقة العادية

تحضر عينة الخرسانة الطازجة بالخطوات المبينة فى الاختبار رقم (٦-١) ويراعى البدء في تعيين الهبوط بسرعة بقدر الإمكان بعد تجهيز العينة.

٦-٢-٤-٢ الطريقة البديلة

إذا كانت الخرسانة تنقل بعربة خلط أو عربة الرج يقاس الهبوط باستخدام عينة تؤخذ

من التفريغة الأولى ، وبعد ذلك تؤخذ عينة بعد تفريغ ٣/١ م^{٣} مكونة من ست غرفات قياسية تجمع من سيل الخرسانة المتحركة وذلك في دلو أو أي وعاء مناسب. ثم يعاد خلط العينة على سطح غير منفذ وتقسم إلى جزئين ويجرى اختبار الهبوط على كل جزء.

٦-٢-٥ تجهيز العينة للاختبار

تفرغ العينة المحضرة في بند (٦-٢-٤) في الحوض المسطح لتجهيزها للاختبار مع التأكد من أنه لا يترك ملتصقاً بالوعاء المفرغة منه العينة إلا طبقة رقيقة من الأسمنت و الماء. تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطاً على الوعاء المسطح لتجهيز العينة ثم تقلب ثانية بالجاروف لتكون مخروطا جديدا وتكرر هذه العملية ثلاث مرات ويراعى عند عمل المخروط ترسيب كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط. ثم يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة.

٦-٢-٦ خطوات الاختبار

يراعى قبل البدء في الاختبار التأكد من أن السطح الداخلي للقالب نظيف ورطب وبدون أي بلل زائد. يوضع القالب على سطح ناعم جاسئ غير منفذ وفي وضع أفقي تماماً وغير معرض للاهتزازات والصدمات.

يثبت القالب جيداً فوق السطح الأفقي وبه القمع إذا استخدم ، ثم يملأ بثلاث طبقات من الخرسانة تمثل كل منها ثلث ارتفاع القالب بعد الدمك ثم تدمك كل طبقة ٢٥ مرة بواسطة قضيب الدمك القياسي على أن تكون مرات الدمك موزعة بالتساوي على المقطع المستعرض للطبقة ويكون الدمك لكل طبقة حتى كامل عمقها مع مراعاة التأكد من أن قضيب الدمك لم يصطدم بقوة بالسطح الأسفل عند دمك الطبقة الأولى ، على أن يمر قضيب الدمك قليلاً عند دمك الطبقة الثانية والطبقة الأخيرة إلى الطبقة التي أسفلها مباشرة ، ثم تكوم الخرسانة فوق القالب قبل دمك الطبقة العليا.

يراعى وضع كمية إضافية من الخرسانة فوق قمة القالب خلال عملية الدمك. ويجرى تسوية سطح الخرسانة بوخز ودوران قضيب الدمك. ثم مع استمرار تثبيت القالب ، ينظف السطح السفلي من أي خرسانة تكون قد وقعت فوقه أو تسربت من الحافة السفلية للقالب ثم بعد ذلك ينزع القالب من الخرسانة برفعه رأسياً ببطء وعناية في مدة ٥ إلى ١٠ ثوان بأقل حركة

جانبية أو التوائية للخرسانة ، ويجب أن تجرى العملية الكاملة من بدء الملء حتى رفع القالب دون توقف وبحيث تتم في غضون ١٥٠ ثانية.

ثم يقاس الهبوط مباشرة بعد رفع القالب لأقرب ٥ مم باستخدام المسطرة بتعيين الفرق بين ارتفاع القالب وبين أعلى نقطة في العينة المختبرة ويجب ملاحظة الآتى :

١- يمكن معرفة بعض الدلالات عن تماسك وتشغيلية الخلطة بعد الانتهاء من قياس الهبوط وذلك بالطرق خفيفا على جوانب الخرسانة بقضيب الدمك حيث يحدث للخرسانة ذات النسب الجيدة لمكوناتها وذات الهبوط الملحوظ هبوط تدريجي آخر ولكن يحدث للخرسانة ذات نسب المكونات الرديئة أن تقع منهارة.

٢- تتغير تشغيلية الخلطة الخرسانية مع الزمن نتيجة تميؤ الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضاً نتيجه فقد الرطوبة. ويجب لذلك عمل اختبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد إضافة ماء الخلط إذا أريد الحصول على نتائج مقارنة تماماً.

٦-٢-٧ بيان النتائج

يعتبر الاختبار مقبولاً إذا أعطى هبوطاً صحيحاً وهو الهبوط الذي تكون فيه الخرسانة ماتزال متماسكة ومتشابهة كما هو موضح بالشكل (٦-٢-٣-أ) ، أما إذا حدث قص للعينة كما في الشكل (٦-٢-٣-ب) أو حدث انهيار للعينة كما في شكل (٦-٢-٣-جـ) فتؤخذ عينة أخرى وتعاد خطوات الاختبار كما يراعى تسجيل قيمة الهبوط الصحيح لأقرب ٥ مم.

٦-٢-٨ دقة وحيود النتائج

يمكن الاستعانة بالقيم المبينة في هذا البند في حالة عدم تحديد حدود للتفاوت في قيمة الهبوط في مستندات المشروع. وفي هذه الحالة يجب أن يكون التفاوت في نتائج اختبار الهبوط للخرسانة الطازجة في حدود التفاوتات المسموح بها والموضحة بالجداول (٦-٢-١) و(٦-٢-٢) وذلك تبعاً لطريقة توصيف مقدار الهبوط المسموح بها في الموقع.

٦-٢-٩ التقرير

٦-٢-٩-١ عام

يجب أن يؤكد التقرير أن الاختبار قد تم طبقا لما جاء بهذا الدليل. كما يجب أن يبين التقرير إذا كانت هناك شهادة متاحة عن تحضير العينة من عدمه. فإذا كانت متاحة فيلزم تزويد التقرير بها.

٦-٢-٩-٢ محتويات التقرير

أ – معلومات ضرورية

يجب أن يحتوي تقرير الاختبار على البيانات التالية :

- تاريخ وزمن ومكان أخذ العينة وطريقة تجهيزها (عامة أو بديلة) والترقيم المميز للعينة.
- زمن ومكان الاختبار.
- الزمن منذ تجهيز العينة حتى بدء الاختبار.
- شكل الهبوط سواء صحيح أو قص أو انهيار.
- مقاس الهبوط الصحيح.
- اسم الشخص القائم بالاختبار.

ب – معلومات اختيارية

يجب أن يتضمن تقرير الاختبار المعلومات التالية في حالة طلبها:

- اسم المشروع ومكان استخدام الخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة المختبرة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة وتوريدها للموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة المقارنة).

٦-٢-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ١٦٥٨ / ١٩٨٨ (الجزء الأول): طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة من الموقع.

جدول (٦-٢-١) التفاوت المسموح به في حالة تحديد حد أقصى للهبوط

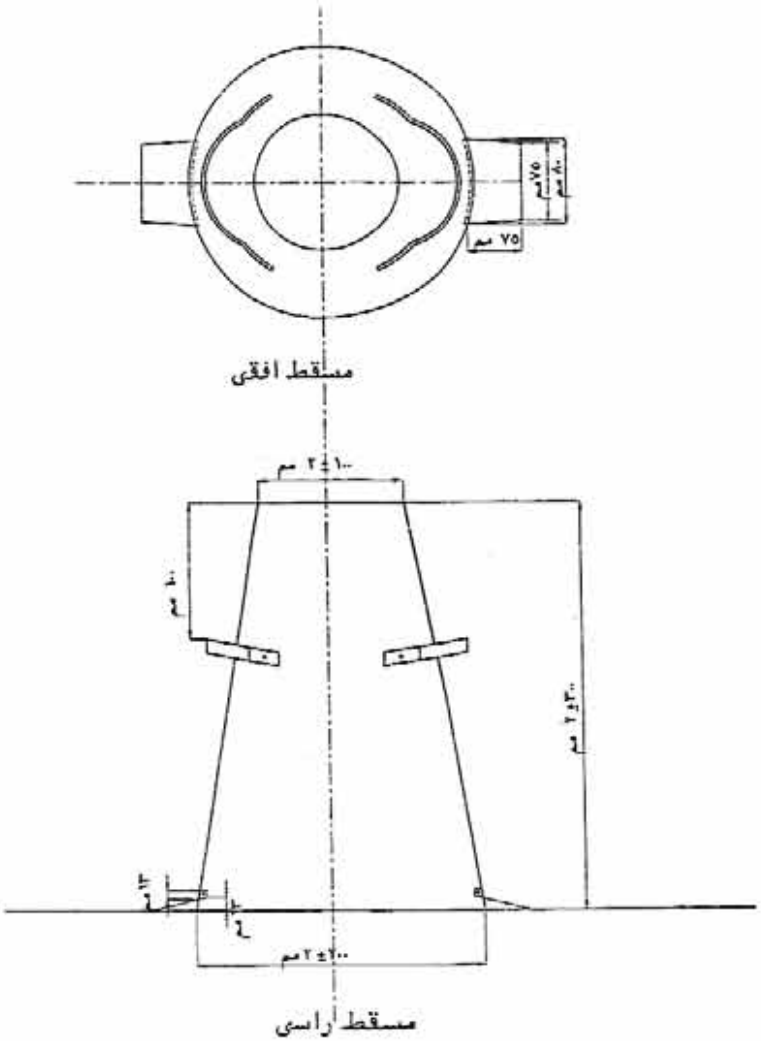
مقدار الهبوط الأقصى المسموح	مقدار التفاوت المسموح (أقل من الهبوط الأقصى)
٧٥ مم أو أقل	٣٥ مم
أكبر من ٧٥ مم	٦٠ مم

جدول (٦-٢-٢) التفاوت المسموح في حالة تحديد قيمة للهبوط المطلوبة

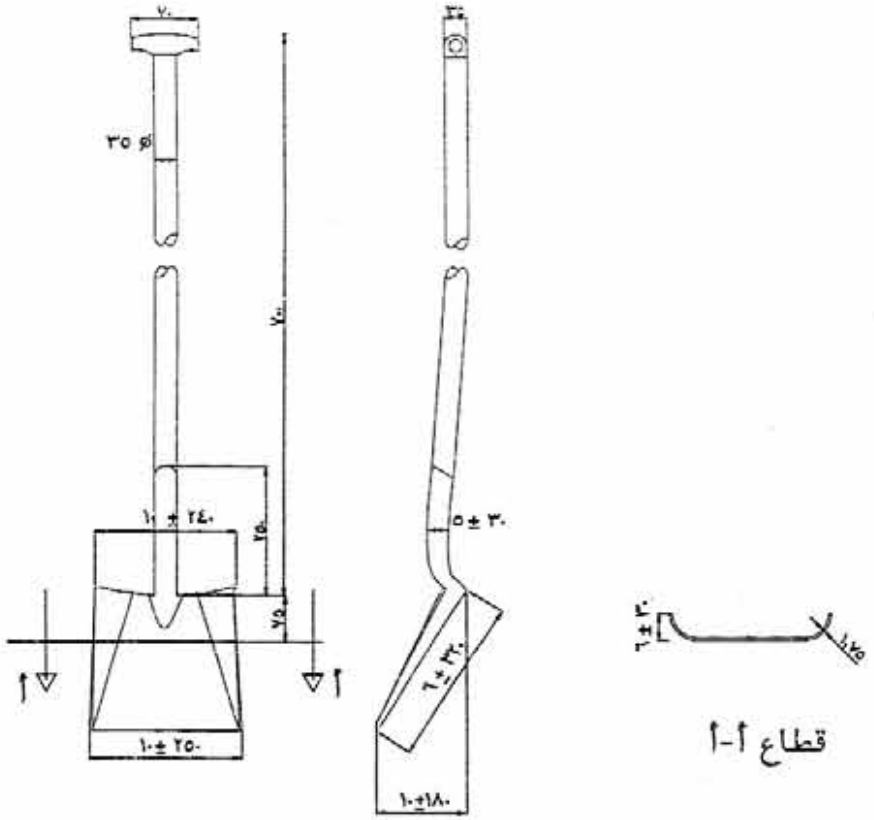
مقدار الهبوط المطلوب	مقدار التفاوت المسموح
٥٠مم أو أقل	± ١٠ مم
أكبر من ٥٠ مم إلى ١٠٠ مم	± ٢٠ مم
أكبر من ١٠٠ مم	± ٣٠ مم

جدول (٦-٢-٣) قيم الهبوط المطلوبة للعناصر الخرسانية المختلفة باستخدام الدمك الميكانيكي

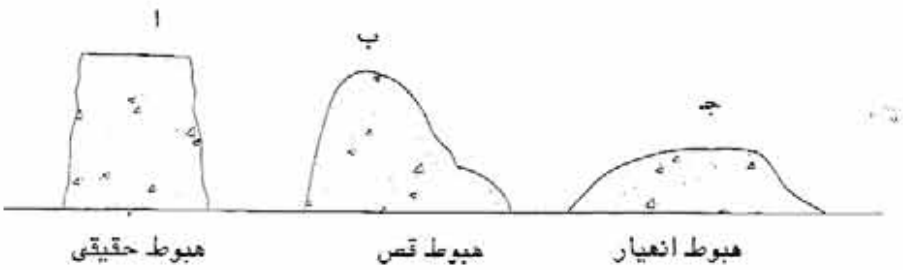
نوع العنصر الإنشائي	الهبوط* مم	أسلوب الدمك
خرسانة كتلية.	صفر – ٢٥	دمك ميكانيكي
القواعد الخرسانية خفيفة التسليح ومتوسطة التسليح. قطاعات خرسانية خفيفة التسليح.	٢٥ – ٥٠	دمك ميكانيكى
قطاعات خرسانية متوسطة وعالية التسليح. قطاعات خرسانية خفيفة التسليح.	٥٠ – ١٠٠	دمك ميكانيكى دمك يدوى
قطاعات خرسانية كثيفة التسليح.	١٠٠ – ١٢٥	دمك خفيف
أساسات عميقة وخرسانة قابلة للضخ.	١٢٥-٢٠٠ **	دمك خفيف



شكل (٦-٢-١) شكل مخروط الهبوط



شكل (٦-٢-٢) الجاروف القياسى



شكل (٦-٢-٣) أشكال الهبوط المتوقعة للخرسانة الطازجة

٦-٣ اختبار الانسياب للخرسانة الطازجة

Test Method to Determine the Flow Value of Fresh Concrete

٦-٣-١ عـــام

يعـبر هـذا الاختبار عن قوام الخرسانة ومدى استعدادها للانسياب كما يعطى مؤشراً عن قابلية الخرسانة للانفصال الحبيبي ويستخدم على نطاق واسع في الوقت الحالي نظراً للتوسع في اسـتخدام الخرسـانة الانسيابية في المشاريع الكبرى والتي يتم صبها عن طريق المضخات ولا يصلح كل من اختباري الهبوط وعامل الدمك لقياس مدى قابليتها للتشغيل.

٦-٣-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار لتعيين الانسياب للخرسانة الطازجة ذات التشغيلية العالية والعالية جداً. وتطـبق هـذه الطريقة على الخرسانة العادية أو الخرسانة ذات الهواء المحبوس والتي يتراوح قطر انسيابها من ٥٠٠ مم إلى ٦٥٠ مم عندما تختبر بهذه الطريقة ، ويكون ركام هذه الخرسانة مـن الـركام الخفيف أو العادي أو الثقيل ذى مقاس اعتباري أكبر أو أقل من ٢٠ مم. ولا تطبق هذه الطريقة على الخرسانة المهواة أو الخرسانة بدون ركام صغير.

٦-٣-٣ الأجهزة

١ – منضـدة الانسـياب : تـتكون من لوح مسطح لوضع الخرسانة عليه وهو مثبت مفصليا بقـاعدة جاسـئة بحيـث يمكـنه السقوط عليها من ارتفاع محدد. ويبين الشكل (٦-٣-١) المقاسـات القياسـية لجهـاز الانسياب والشكل المناسب لإنشائه ، يُصنع الجزء العلوي من منضدة الانسياب من لوح معدني مسطح من الصلب المجلفن غالباً بتخانة ١,٥ مم بحد أدنى علـى ألا يتأثر بعجينه الأسمنت ويكون غير قابل للصدأ ويكون هذا الجزء العلوي بمساحة قدرهـا ٧٠٠ × ٧٠٠ مم ، ويرسم خطان متعامدان في مركز المنضدة موازيان لحروف اللوح بالإضافة إلى دائرة مركزية بقطر ٢٠٠مم.

ويجـب تقويـة السطح السفلي للوح لمنع التواء السطح المسطح. ويزود الجزء الأمامي من قمـة منضـدة الانسياب بيد رافعة كما هو موضح بالشكل (٦-٣-١). ويكون الوزن الكلي للجـزء العلوي لجهاز الانسياب مساوياً ١٦ ± ١ كيلو جرام. ويثبت الجزء العلوي لمنضدة الانسـياب مفصلياً بهيكل القاعدة باستخدام مفصلات خارجية حتى لا يعوق الركام الحركة بيـن المفصلات والسطوح المثبتة مفصلياً. ويجب أن يمتد الجزء الأمامي من هيكل القاعدة

١٢٠مم على الأقل أكثر من الجزء العلوي لمنضدة الانسياب ليكون كعبا للوح القاعدة. ويلزم أن يزود كل من جانبي المنضدة بحاجز للحركة علوي مشابه لما هو مبين بالشكل (٦-٣-١) بحيث يمكن من رفع حرف الجزء الأمامي السفلي من المنضدة بمسافة ٤٠ ± ١ مم فقط.

ويجب أن يزود الحرف الأمامي الأسفل من السطح العلوي لمنضدة الانسياب بقاعدتين صلبتين جاسئتين لكي ينقلا الحمل إلى هيكل القاعدة الذي يجب أن يصنع بحيث ينقل الحمل مباشرة إلى السطح الذي توضع عليه المنضدة وبحيث يقل احتمال ارتداد الجزء العلوي من منضدة الانسياب عندما يسمح له بالسقوط.

٢ – قالب مصنع من معدن – من الصلب المجلفن غالباً – حتى لا يتأثر بمونة الأسمنت ويكون غير قابل للصدأ بتخانة لا تقل عن ١,٥ مم. ويجب أن يكون السطح الداخلي للقالب ناعماً خالياً من البروزات ، (مثل بروز مسامير البرشام) كما يكون خالياً من التقعرات السطحية. ويكون شكل القالب على هيئة مخروط ناقص مفرغ بالمقاسات الداخلية الآتية:

قطر القاعدة = ٢٠٠ ± ٢ مم

قطر القمة = ١٣٠ ± ٢ مم

الارتفاع = ٢٠٠ ± ٢ مم

ويراعى أن تكون كل من القمة والقاعدة مفتوحة وموازية لبعضها البعض وعمودية على المخروط. ويزود المخروط بقطعتين معدنيتين لتثبيته بالقدم من أسفل وبيدين فوقهما كما في الشكل (٦-٣-٢).

٣ – قضيب الدمك : يصنع من خشب صلد مناسب بمقطع مستعرض مربع ٤٠مم × ٤٠ مم وبطول ٢٠٠مم على الأقل. ويكون له يد عن طريق عمل التشغيل المناسب لهذا المقطع ليكون دائرياً وذلك بطول إضافي قدره ١٢٠مم إلى ١٥٠مم كما في شكل (٦-٣-٣).

٤ – جاروف بعرض حوالي ١٠٠مم

٥ – إناء مسطح للعينة من معدن لا يصدأ بتخانة ١,٥ مم على الأقل وتكون مقاسات الإناء ١,٢ متراً × ١,٢ متراً بعمق ٥٠ مم.

٦ – جاروف بفتحة مربعة كما ورد فى الاختبار رقم (٦-٢) بالدليل – شكل (٦-٢-٢).

٧ – مسطرة بطول ٧٠٠ مم مقسمة مسافات ٥ مم على كامل طولها.

٦-٣-٤ تحضير العينة

تؤخذ العينة من الخرسانة الطازجة طبقاً للاختبار رقم (٦-١) بالدليل على أن يجرى اختبار الانسياب بسرعة بقدر الإمكان بعد تحضير العينة.

٦-٣-٥ تجهيز العينة للاختبار

تفرغ العينة من الأوعية المحضرة على الإناء المسطح للعينة على أن يراعى عدم ترك أكثر من طبقة رقيقة من الأسمنت و الماء متلاصقة بأوعية التحضير.

تخلط العينة جيداً باستخدام جاروف بتقليب الخرسانة من خارج الإناء المسطح للعينة إلى مركزه بالعمل المستمر مرة واحدة لكل جانب من الجوانب الأربعة للإناء المسطح.

٦-٣-٦ خطوات العمل

١ – توضع منضدة الانسياب على سطح مستو أفقي صلب خال من الاهتزازات الخارجية أو الصدمات ثم يجب التأكد من أن السطح العلوي للمنضدة والمثبت مفصليا يمكن رفعه للحد الصحيح لمساره ويمكنه بعد ذلك أن يكون حراً للسقوط حتى القاعدة السفلي كذلك يجب التأكد من أن المنضدة مثبتة بحيث إذا سقط السطح العلوي حتى القاعدة السفلية فإن احتمال ارتداده يكون أقل ما يمكن ويجب قبل الاختبار مباشرة أن يكون كل من المنضدة والقالب نظيفان رطبان وخاليان من الرطوبة المتجمعة.

٢ – يوضع القالب في مركز الجزء العلوي من المنضدة ويثبت في موضعه بالوقوف على قطعتي القدم ثم يملأ القالب بالخرسانة على طبقتين باستخدام الجاروف حيث تدمك كل طبقة خفيفاً ١٠ مرات بقضيب الدمك الخشبي ويضاف عند الضرورة خرسانة أخرى ليكون هناك فائض فوق السطح العلوي للقالب أثناء عملية الدمك النهائية ثم تزال الخرسانة الزائدة بمحاذاة الحرف العلوي للقالب وتنظيف المنطقة الخالية من السطح العلوي للمنضدة من الخرسانة الزائدة.

٣ – يرفع القالب رأسيا ببطء بواسطة يدي القالب بعد ٣٠ ثانية من إزالة الخرسانة الزائدة وذلك في فترة من ٣ إلى ٦ ثوان ، ثم يجعل القائم بالاختبار منضدة الانسياب متزنة بالوقوف على كعب لوح القاعدة في مقدمة المنضدة ويرفع السطح العلوي للمنضدة ببطء حتى يصل إلى الحاجز العلوى للحركة مع مراعاة عدم اصطدام السطح العلوي للمنضدة بشدة بالحاجز ثم يسمح بالسطح العلوي للمنضدة ليسقط حرا على القاعدة السفلية وتكرر هذه الدورة لتعطي ١٥ سقطة كلية على أن تأخذ كل دورة ٣ ثوان على الأقل و ٥ ثوان على

الأكثر. وبهذه الطريقة تنساب الخرسانة فوق السطح العلوي للمنضدة.

٤ – يقاس بواسطة المسطرة القطر الكلي لانتشار الخرسانة في اتجاهين موازيين لحروف المنضدة ثم يحسب المتوسط الحسابي للقطرين ليعبر عن مقاس الانسياب بالمليمتر.

ويجب الأخذ فى الاعتبار الملاحظات التالية :

١- يجب التأكد من عدم حدوث انفصال حبيبى بالخرسانة المختبرة حيث أنه يمكن أن تنفصل مونة الأسمنت عن الركام الكبير لتعطي حلقة من المونة تمتد عدة ملليمترات خارج الركام الكبير.

٢- نظرا لتغير تشغيلية الخرسانة مع الزمن بسبب تفاعل الأسمنت مع الماء واحتمال فقد الرطوبة فيجب أن تجرى التجارب على عينات مختلفة عند فترات زمنية ثابتة بعد الخلط وذلك إذا ما أريد الحصول على نتائج للمقارنة.

٦-٣-٧ النتيجة

يسجل متوسط قطري الانسياب بالمليمتر لأقرب ٥مم.

٦-٣-٨ التقرير

٦-٣-٨-١ عام

يجب أن يؤكد التقرير أن الانسياب قد عين طبقا للطريقة المذكورة بهذا الدليل وعلى أن يوضح التقرير إذا كانت شهادة تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة يجب أن يزود بصورة من هذه الشهادة .

٦-٣-٨-٢ بيانات يتضمنها تقرير الاختبار

أ – بيانات لازمة

يجب أن يحتوي تقرير الاختبار على البيانات الآتية:

- تاريخ وزمن ومكان تحضير العينة والرقم المميز للعينة.
- زمن ومكان الاختبار.
- متوسط قطر الانسياب بالاختبار.

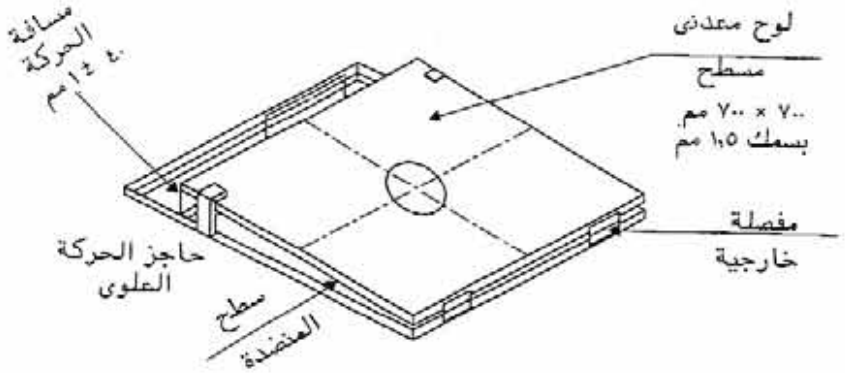
ب – بيانات إضافية

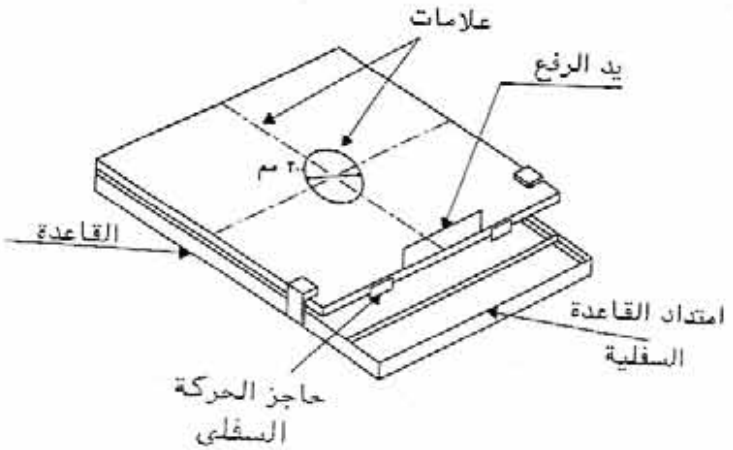
يجب أن يحتوي تقرير الاختبار أيضاً عند اللزوم البيانات الآتية:

- اسم المشروع والمكان التي تستخدم فيه الخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة أو تسليمها بالموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة المقاومة).
- في حالة حدوث الانفصال الحبيبي للخلطة فيمكن الإشارة إلى ذلك.

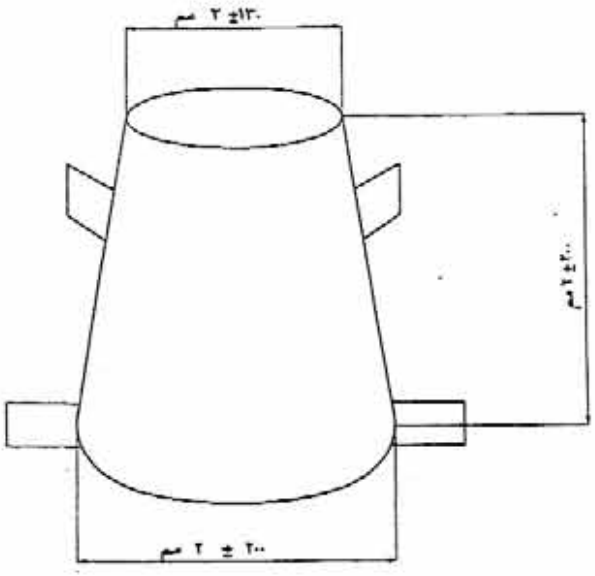
٦-٣-٩ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٦٥٨ / ١٩٨٨ الجزء الأول: طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة من الموقع.
- BS 1881 : Part 105 : 1984 " Methods of determination of flow "

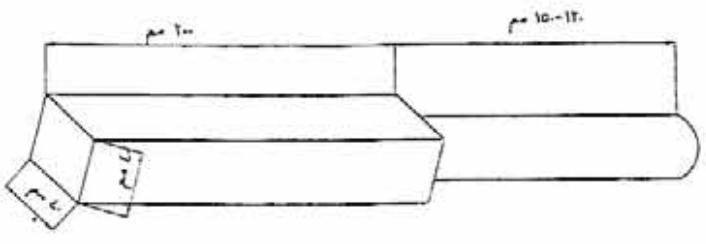




شكل (٦-٣-١) شكل المنضدة المستخدمة لاختبار انسياب الدمك



شكل (٦-٣-٢) شكل القالب



شكل (٦-٣-٣) شكل قضيب الدمك

٦-٤ اختبار تعيين زمن فى بى للخرسانة الطازجة

Test Method for Determination of Ve Be Time of Concrete

٦-٤-١ عـــــام

يعتـبر هــذا الاختبار مناسبا جدا للخلطات الجافة والجافة جدا ويفضل إجراؤه فى الموقع عــنه فــى المعمل ويلاحظ أن العمليات التى تتم على الخرسانة أثناء إجراء هذا الاختبار تشابه بدرجة كبيرة ما يتم بالموقع أثناء صب الخرسانة لذلك وجد أن هذا الاختبار يعطى مؤشراً جيداً عــن إمكانــية صب ودمك الخرسانة بالموقع. ويقيس هذا الإختبار الزمن الذى تأخذه الخرسانة الطازجة لكى تتحول من الشكل المخروطى القياسى إلى أسطوانة أفقية تحت تأثير الاهتزاز.

٦-٤-٢ الهدف

يخــتص هــذا الجزء من المواصفات بطريقة تعيين زمن فى بى للخرسانة ذات التشغيلية المنخفضة إلى المنخفضة جدا، وتطبق هذه الطريقة على الخرسانة العادية والخرسانة ذات الهواء المحــبوس ويكــون ركام هذه الخرسانة من الركام الخفيف أو الركام العادى أو الثقيل ذو مقاس اعتبارى ٤٠مم أو أقل، ولا تطبق هذه الطريقة على الخرسانة المهواة أو الخرسانة بدون الركام الصغير.

٦-٤-٣ الأجهزة

١ – جهــاز تحديــد القــوام : يحــتوى هذا الجهاز على وعاء وقالب و قرص شفاف ومنضدة اهــتزازات ويبين الشكل (٦-٤-١) جهاز تحديد القوام ومشتملا ته. يصنع الإناء (A) من معدن لا يتأثر بعجينه الأسمنت وغالبا ما يكون من الصلب المجلفن ويكون أسطواني الشكل وجدرانه بسمك ٣ مم وقاعدته بسمك ٧,٥ مم. القطر الداخلي لهذا الإناء هو ٢٤٠ ± ٥ مم و بارتفــاع ٢٠٠ مم ويجب أن يكون هذا الإناء غير منفذ للماء وله من الصلابة ما تجعله يحــتفظ بشــكله تحت ظروف الاستخدام الصعبة ويجب أن يزود بمقابض أرجل، والأخيرة تســتخدم لكي يمكن تثبيت هذا الإناء فوق منضدة الاهتزازات (G) بواسطة صامولة الجنب (H) . يصــنع القالــب (B) من معدن صلب لا يتأثر بعجينه الأسمنت وغالبا ما يكون من الصــلب المجلفن بسمك لا يقل عن ١,٥ مم ويكون السطح الداخلي للقالب أملس وخاليا من الــبروزات مثل نتوءات البرشام ، كما تكون خالية من النقر. ويكون هذا القالب فى صورة مخروط ناقص مجوف بالمقاسات الداخلية الآتية :

قطر القاعدة = ٢٠٠ ± ٢ مم

قطر القمة = ١٠٠ ± ٢ مم

الارتفاع = ٣٠٠ ± ٢ مم

قاعدة وقمة هذا القالب مفتوحتان ويوازي كل منهما الآخر ويعمل خط التوازي زاوية قائمة مع محور المخروط. يزود القالب بمقبضين على ارتفاع ٢٥٠ مم من القاعدة. يكون القرص الشفاف (C) أفقيا ومثبتا بنهاية قضيب (J) الذي يتحرك رأسيا خلال دليل (E) معلق من ذراع (N). ويكون الدليل (E) مثبتاً بمسمار قلاووظ (Q) حتى يمكن تثبيت القضيب (J) في وضع ثابت. يحمل الذراع (N_1) قمع (D) ، قاعدة هذا القمع تقع مباشرة فوق القالب (B) عندما يكون في وضع مركزي مع الإناء (A) . الذراع (N_1) مثبت بماسك (M) ويمكن تثبيت هذا الذراع في وضعه بمجموعة مسامير قلاووظ (F) . يكون القرص الشفاف بقطر ٢٣٠ ± ٢ مم وبسمك ١٠± ٢ مم. يوضع الثقل (P) مباشرة فوق هذا القرص الشفاف بحيث يكون وزن المجموعة المتحركة شاملة القضيب والقرص والثقل ٢٧٥٠ ± ٥٠ جم. القضيب مزود بمسطرة مدرجة لقياس هبوط الخرسانة. منضدة الاهتزاز (G) يكون طولها ٣٨٠ مم وعرضها ٢٦٠ مم ومحملة على أربعة أرجل من المطاط الماص للصدمات. الوحدة المسببة للاهتزازات (هزازات) (L) محمولة على قاعدة (K) وهذه القاعدة مرتكزة على ثلاث أرجل مطاط مثبتة بأمان من أسفل. تعمل تلك الهزازات بتردد مقداره ٥٠ هيرتز لمسافة رأسية مقدارها ± ٠,٣٥ مم بالنسبة للوضع الأصلي.

٢ – جاروف بعرض ١٠٠ مم تقريبا

٣ – حوض مسطح لتجهيز العينات : مقاساته ١٢٠٠ مم × ١٢٠٠ مم وعمق ٥٠ مم ويصنع من معدن لا يصدأ بسمك ١,٦مم.

٤ – جاروف بفتحه مربعة كما ورد بالاختبار رقم (٦–٢) بهذا الدليل

٥ – قضيب الغز : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض قطر ١٦ مم وطول ٦٠٠ مم ونهايتاه شبة كروية.

٦ – ساعة إيقاف بدقة نصف ثانية.

٦-٤-٤ طريقة أخذ العينة

تؤخذ عينة الخرسانة الطازجة طبقا للخطوات المبينة بالاختبار رقم (٦-١) بالدليل. يراعى تعيين زمن فى بى بأقصى سرعة ممكنة بعد أخذ العينة.

٦-٤-٥ تجهيز العينة للاختبار

١ – تفرغ العينة المحضرة في بند (٦-٤-٤) في الحوض المسطح لتجهيزها للاختبار مع التأكد من ألا يترك ملتصقا بالوعاء المفرغ منه غير طبقة رقيقة من الأسمنت.

٢ – تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطا ناقصا على الحوض المسطح لتجهيز العينات.

٣ – تقلب العينة ثانية بالجاروف لتكون مخروطا ناقصا جديداً وتكرر هذه العملية ثلاث مرات.

٤ – يراعى عند عمل المخروط ترسيب كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط.

٥ – يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماما من الخرسانة بعد كل مرة.

٦-٤-٦ خطوات الاختبار

١ – توضع منضدة الاهتزازات (G) على سطح أفقي جاسئ خال من أي اهتزازات أو صدمات خارجية.

٢ – يثبت الوعاء (A) جيدا فوق منضدة الاهتزازات باستخدام صامولتي الجنب (H) ويراعى أن يكون السطح الداخلي لهذا الوعاء نظيفا ورطبا بدون بلل زائد.

٣ – يوضع القالب (B) بداخل الوعاء (A) بحيث ينطبق محوراهما ، ويتم إنزال القمع (D) حتى يصل إلى القالب (B) ويراعى أن يكون السطح الداخلي للقالب (B) والقمع (D) نظيفا ورطبا بدون بلل زائد. بعد ذلك يربط القلاووظ (F) بحيث تكون قاعدة القالب (B) ملامسة لقاعدة الوعاء (A) .

٤ – يملأ القالب (B) بالخرسانة على ثلاث طبقات كل منها تمثل ثلث حجم القالب بعد الدمك ثم تدمك كل طبقة ٢٥ مرة بواسطة قضيب الدمك على أن تكون مرات الدمك موزعة بالتساوي على المقطع المستعرض للطبقة ويكون الدمك لكل طبقة حتى كامل عمقها مع مراعاة التأكد من أن قضيب الدمك لم يصطدم بقوة بقاعدة الوعاء (A) عند دمك الطبقة الأولى على أن يمر قضيب الدمك قليلا عند دمك الطبقة الثانية والطبقة الأخيرة إلى الطبقة

التـــي أســـفلها مباشـــرة ، ثم تكوم الخرسانة فوق القالب قبل دمك الطبقة العليا ، ويراعى وضع كمية إضافية من الخرسانة فوق قمة القالب خلال عملية الدمك.

٥ – بعـــد دمـــك الطبقة العليا يتم فك القلاووظ (F) ويتم يرفع القمع (D) ويعاد ربط القلاووظ (F) ويســـوى سطح الخرسانة العلوي مع حافة القالب (B) باستخدام قضيب الدمك ويراعى عدم تحريك القالب (B) وعدم سقوط أي خرسانة داخل الوعاء (A) .

٦ – يـــتم إزالة القالب(B) برفعه رأسيا ببطء وبعناية فى مدة من ٥ إلى ١٠ ثوان بأقل حركة جانبية أو التوائية للخرسانة.

٧ – بعـــد رفـــع القالب (B) يتم فك القلاووظ (F_1) ثم يحرك القرص الشفاف (C) فوق الوعاء (A). بعـــد ذلـــك يتم ربط القلاووظ (F_1) وإنزال القرص الشفاف (C) حتى يلمس أعلى نقطة من الخرسانة الهابطة بعد رفع القالب (B) .

٨ – إذا حدث قص للخرسانـــــة كما في الشكل (٦–٢–٣– ب) أو انهيار كما في شـــــــكل (٦–٢–٣–جـ) أو هبطت الخرسانة حتى تلمس جدران الوعاء (A) وكان القرص الشفاف (C) مســـتقراً فوق الخرسانة الهابطة وفى هذه الحالة يكون القلاووظ (Q) مفكوكاً، ويكون الاختبار غير مناسب لقياس تشغيل هذه الخرسانة .

٩ – إذا حـــدث وهبطـــت الخرســـانة دون أن تلمس جدران الوعاء (A) كما في حالة الهبوط الحقيقـــي شكل (٦–٢–٣–أ) يتم ربط القلاووظ (Q) ، وفى هذه الحالة يكون القرص (C) ملامسا لأعلى نقطة من الخرسانة بدون أن يسبب لها أي اضطراب.

١٠ – تقـــرأ قـــيمة الهبوط على المسطرة المدرجة (J) وبعد ذلك يتم فك القلاووظ (Q) ويسمح للقرص (C) أن يستقر فوق الخرسانة.

١١ – عـــندئذ تـــبدأ عمليه الاهتزاز ويتم تسجيل الوقت باستخدام ساعة الإيقاف ويراقب تشكل الخرسانة من خلال القرص الشفاف (C) .

١٢ – يـــتم إيقاف ساعة الإيقاف بمجرد أن يغطى السطح السفلي للقرص (C) بعجينه الأسمنت ويتم تسجيل الوقت.

٦–٤–٧ أخطاء شائعة واحتياطات

١ – يجـــب أن تـــتم خطـــوات هذا الاختبار في خلال ٥ دقائق من بداية ملء القالب (B) وأي تأخير بعد ذلك يؤثر على قيمة الزمن المقاسة.

٢ – تتغـــير تشـــغيلية الخرســـانة مع الزمن نتيجة تميوء الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضـــا احتمال فقد الرطوبة ولذلك يجب عمل اختبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد الخلط إذا أريد الحصول على نتائج مقارنة تماما.

٣ – هذا الاختبار غير مناسب للخلطات التى تعطى زمن فى بى أقل من ٥ ثوان .

٦-٤-٨ النتائج

يتم تسجيل زمن فى بى المبين بساعة الإيقاف لأقرب ثانية.

٦-٤-٩ التقرير

٦-٤-٩-١ عـــــام

يجب أن يؤكد التقرير إن الاختبار فى بى قد تم طبقا للخطوات الموضحة بالدليل كما يجب أن يبيـــن الـــتقرير إذا كانت هناك شهادة متاحة عن تحضير العينة من عدمه ، فإذا كانت متاحة فيلزم تزويد التقرير بها.

٦-٤-٩-٢ محتويات التقرير

أ – معلومات ضرورية

يجب أن يحتوى تقرير الاختبار على البيانات التالية :

– تاريخ وزمن ومكان أخذ العينة وطريقة تجهيزها والرقم المميز للعينة.

– زمن ومكان الاختبار.

– شكل الهبوط سواء صحيح أو قص أوانهيار وإذا كانت الخرسانة ملامسة لجدران الوعاء من عدمه.

– مقاس الهبوط الصحيح في حالة عدم ملامسة الخرسانة بجدران الوعاء (A) .

– زمن فى بى

– اسم الشخص القائم بالاختبار.

– اسم المشروع ومكان إستخدام الخرسانة .

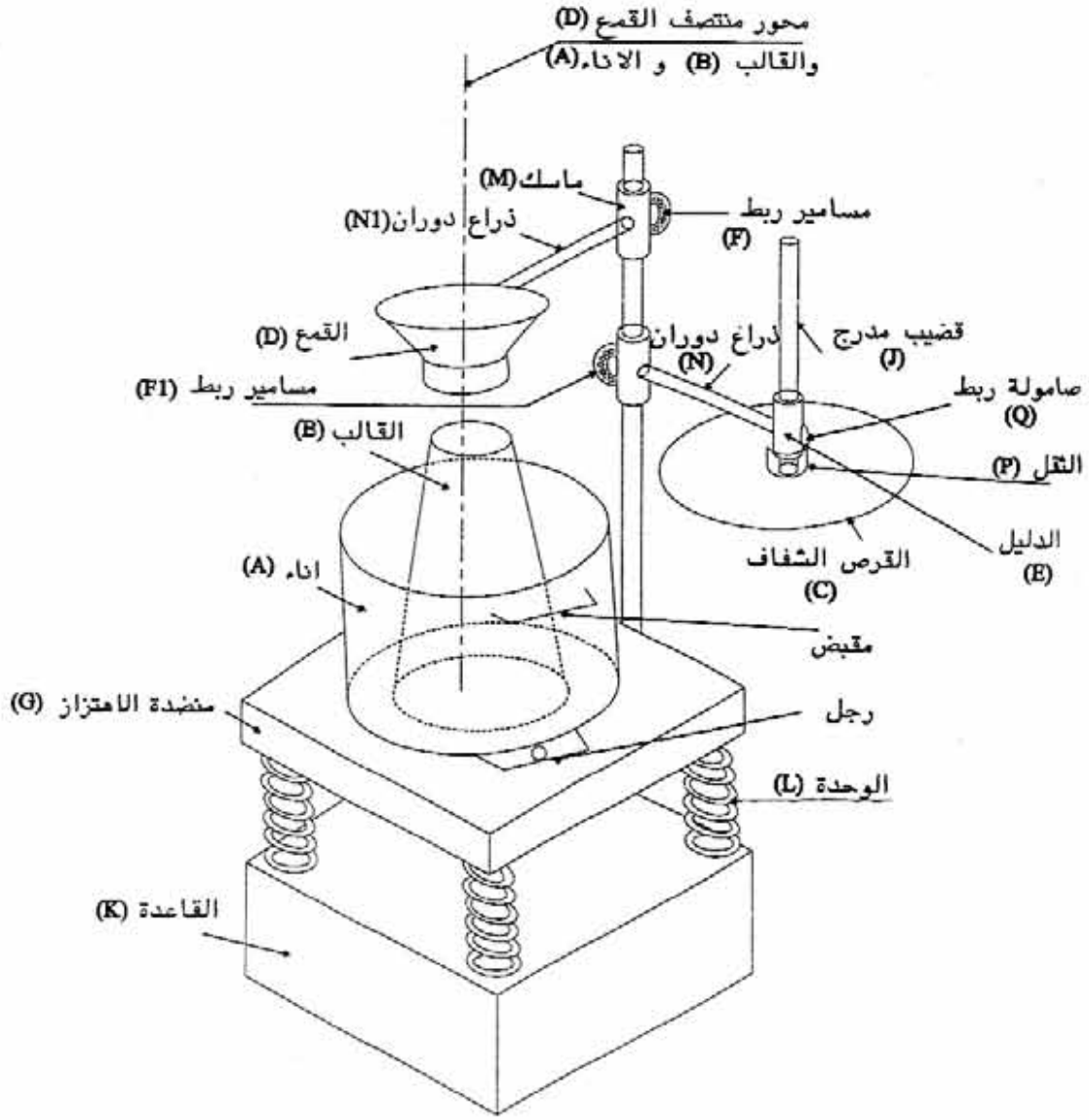
ب – معلومات اختيارية

يجب أن يتضمن تقرير الاختبار المعلومات التالية في حالة طلبها:

- اسم المورد ومصدر الخرسانة المختبرة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة وتوريدها للموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة الخرسانة).

٦-٤-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٩٨٨/١٦٥٨ الجزء الأول : طريقة اخذ عينات الخرسانة الطازجة في الموقع.
- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- BS 1881 : Part 104 : 1983 " Method of determination of Vebe time "



شكل (٦-٤-١) جهاز قياس زمن في بي للخرسانة الطازجة.

٦-٥ اختبار تعيين عامل الدمك للخرسانة الطازجة
Test Method to Determine Compacting Factor for Fresh Concrete

٦-٥-١ عـــــام

يعـبر عـامل الدمـك بدرجة كبيرة عن مدى تشغيلية الخرسانة وسهولة دمكها في الموقع وتزداد حساسية عامل الدمك للخرسانة ذات التشغيلية المنخفضة والمتوسطة عنها للخرسانة ذات التشـغيلية العالـية ولا يفضـل عمل هذا الاختبار للخلطات الخرسانية قليلة الماء حيث تلتصق الخرسـانة بجـدران الإناء مما يؤثر على عامل الدمك. وقد وجد أن الخلطات الغنية بالأسمنت تحـتاج إلى مجهود أقل لدمكها عن الخلطات الفقيرة بالأسمنت مع ثبات عامل الدمك لكل منهما ، لذلك يعتبر اختبار عامل الدمك غير ملائم للخرسانة التي تكون قابليتها للتشغيل منخفضة جداً أو عالية جداً أى الخرسانة التي يكون عامل الدمك المقاس لها أقل من ٠,٧ أو أكثر من ٠,٩٨.

٦-٥-٢ الهدف

يـتم إجـراء هـذه الـتجربة لتعيين عامل الدمك للخرسانة ذات قابلية التشغيل المنخفضة والمتوسطة. وتطبق على الخرسانة العادية والخرسانة ذات الهواء المحبوس المصنعة من الركام الخفـيف والركام عادي الوزن والركام الثقيل ذى المقاس الاعتباري الأكبر لا يزيد عن ٤٠ مم ، ولا تصـلح هذه الطريقة للخرسانة المهواة والخرسانة التي ليس بها ركام صغير والخرسانة التي لا يمكن دمكها بالهزاز.

٦-٥-٣ الأجهزة

١ – جهـاز عـامل الدمـك : يـتكون جهاز تعيين عامل الدمك من مخروطين ناقصين مثبتين بالجهـاز فـوق أسطوانة ، ويبين جدول (٦-٥-١) وشكل (٦-٥-١) مقاساته الرئيسية ، ويكون تركيب كل من المخروطين والأسطوانة متينا و من معدن مقاوم للتآكل بتأثير مونه الأسـمنت. وتكـون الأسطح الداخلية ناعمـة وخالية من البروزات مثل نتوءات البرشام ، كمـا تكون خالية من النقر. ويجهز قاع الأسطوانة بحيث يكون مستوياً ويُكون زوايا قائمة مـع محورها. وتكون النهايات السفلية للمخروطين الناقصين بأبواب ذات مفصلات مناسبة مصـنوعة مـن صاج معدني غير قابل للصدأ بتخانة ٣ مم ، وتكون لبوابات المخروطين كلابات سريعة الانفصال وتسمح بالتأرجح السريع.

ويكون حامل المخروطين الناقصين والأسطوانة من أجزاء جاسئة تثبت بدقة في الأوضاع والمقاسات المبينة بجدول (٦-٥-١). كما يمكن فك الأسطوانة من الجهاز بسهولة.

٢ – مسطرين تسوية : عدد ٢ مسطرين تسوية.

٣ – جاروف : بعرض ١٠٠ مم تقريبا.

٤ – حـــوض مسطح لتجهيز العينات : مقاساته ١٢٠٠ مم × ١٢٠٠ مم وعمق ٥٠ مم ويصنع من معدن لا يصدأ بتخانة ١,٦مم.

٥ – جاروف بفتحة مربعة : كما ورد بالاختبار رقم (٦-٢) بالدليل.

٦ – قضيب الغز : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض قطر ١٦ مم وطول ٦٠٠ مم ونهايتاه نصف كروية.

٧ – ميزان : يزن حتى ٢٥ كجم وبدقة لا تقل عن ١٠ جم .

٨ – قضـــيب الدمـــك أو مطرقة الهز أو منضدة الهز : يصنع قضيب الدمك من قضيب حديدي وزنـــه ١,٨ كجم وبطول ٣٨٠ مم بمقطع مربع طول ضلعه ٢٥ مم أو تستخدم مطرقة هز مناسبة أو منضدة هز مناسبة.

٦-٥-٤ طريقة أخذ العينة

تؤخـــذ عيـــنة الخرســـانة الطازجـــة طبقاً للخطوات المبينة بالإختبار رقم (٦-١) بالدليل. ويراعى تعيين عامل الدمك بأقصى سرعة ممكنة بعد أخذ العينة.

٦-٥-٥ تجهيز العينة للاختبار

١ – تفرغ العينة المحضرة في بند (٦-٥-٤) في الحوض المسطح لتجهيزها للاختبار مع التأكد من ألا يترك ملتصقاً بالوعاء المفرغ منه العينة غير طبقة رقيقة من الأسمنت.

٢ – تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطا ناقصا على الحوض المسطح لتجهيز العينات.

٣ – تقلب العينة ثانية بالجاروف لتكون مخروطا ناقصا جديد وتكرر هذه العملية ثلاث مرات.

٤ – يـــراعى عـــند عمل المخروط ترسيب كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط.

٥ – يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة.

٦-٥-٦ خطوات الاختبار

٦-٥-٦-١ الطريقة

١ – يجب قبل بدء الاختبار التأكد من أن الأسطح الداخلية لكل من المخروطين الناقصين والأسطوانة نظيفة وناعمة ورطبة بدون بلل زائد. يُوضع إطار الجهاز بحيث يكون غير معرض للاهتزازات أو الصدمات و متزنا مع محور كل من المخروطين والأسطوانة بحيث تقع تلك المحاور على نفس الخط الرأسي.
يغلق بابا المخروطين ثم يوضع مسطرين التسوية فوق الحافة العليا للأسطوانة بحيث تغطيها وذلك لتفادى سقوط بعض الخرسانة أثناء تعبئه المخروط.

٢ – توضع عينة الخرسانة برفق في المخروط العلوي باستعمال الجاروف حتى يمتلئ لمستوى حافته ، تفتح بوابة المخروط العلوي لتسقط الخرسانة داخل المخروط السفلي ، يرفع مسطرين التسوية بمجرد استقرار الخرسانة في المخروط السفلي ، ثم تفتح بوابة المخروط السفلي وتترك الخرسانة لتسقط في الأسطوانة.
يجب ملاحظة أن بعض الخلطات الخرسانية تميل للالتصاق داخل أحد أو كلا المخروطين وعند حدوث ذلك فإنه يمكن مساعدة الخرسانة بدفع قضيب الغز برفق داخل الخرسانة من أعلى حتى يبرز الطرف السفلي للقضيب من قاع المخروط ، وإذا لم يسبب ذلك تحريك الخرسانة يرفع القضيب وتكرر هذه العملية حتى تسقط الخرسانة من خلال المخروط. تعد مرات غز الخرسانة حيث يكون ذلك دلالة على درجة تماسك الخرسانة.

٣ – تزال طبقة الخرسانة الزائدة والمتبقية فوق السطح العلوي للأسطوانة وذلك بالإمساك بمسطرين في كل يد على أن يكون سطحهما أفقيا ثم يحركان على التوالي واحداً على كل جانب عبر السطح العلوي للأسطوانة على أن يكونا ضاغطين في نفس الوقت على الحافة العليا للاسطوانة ، وينظف خارج الأسطوانة وتوزن الأسطوانة ومحتوياتها ويطرح وزن الاسطوانة الفارغة ويحسب وزن الخرسانة المدموكة جزئيا لأقرب ١٠ جم في خلال ١٥٠ ثانية من بداية الاختبار.

٤ – تفرغ الخرسانة المدموكة جزئياً من الأسطوانة. ثم يعاد ملء الأسطوانة بالخرسانة من نفس العينة على أن تدمك دمكاً كليا مع التخلص من الهواء المحصور بقدر الإمكان (بدون تقليل كمية الهواء المحبوس في حالة وجوده) ولكي تدمك الخرسانة دمكاً كاملاً بدون

حدوث انفصال حبيبي زائد أو تواجد زبد الأسمنت على السطح توضع الخرسانة بالجاروف في الاسطوانة على ست طبقات ذات ارتفاعات متساوية تقريباً. وتدمك كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضحة في البندين (٦-٥-٦-٢) و (٦-٥-٦-٣). ثم تسوى الطبقة العليا بعد الدمك باستخدام مسطرين التسوية ثم تنظف الأسطوانة من الخارج. توزن الاسطوانة ومحتوياتها لأقرب ١٠ جم ، ويطرح وزن الأسطوانة الفارغة ويحسب وزن الخرسانة المدموكة دمكاً كليا ويسجل لأقرب ١٠ جم.

٦-٥-٦-٢ الدمك باستخدام قضيب الدمك

يراعى عند دمك كل طبقة بقضيب الدمك توزيع الضربات بالتساوي على مقطع الأسطوانة مع التأكد من أن قضيب الدمك لم يخترق بقدر ملحوظ أي طبقة سابقة ولم يصطدم بقوة بقاع الأسطوانة عند دمك الطبقة الأولى. وتتوقف عدد الضربات اللازمة للدمك التام لكل طبقة على قوام الخرسانة. ويجب في كل الحالات ألا يقل عدد الضربات عن ٣٠ ضربة لكل طبقة ثم يسجل عدد الضربات.

٦-٥-٦-٣ الدمك باستخدام الهزاز

عند دمك كل طبقة بمطرقة الهز أو منضدة الهز دمكاً كاملاً يكون ذلك في أقل فترة ممكنة، ويجب أن يراعى أن الهز الزائد قد يتسبب في زيادة الانفصال الحبيبي وتكوُن زبد الأسمنت أو فقد في الهواء المحبوس إن وجد. وتتوقف الفترة المطلوبة للهز على قابلية التشغيل للخرسانة ومدى كفاءة الهزاز. ويجب إيقاف الهز بمجرد ملاحظة النعومة النسبية والمظهر المزجج لسطح الخرسانة. ويسجل زمن الهز.

تتغير قابلية التشغيل للخلطة الخرسانية مع الزمن نتيجة تميؤ الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضاً احتمال فقد الرطوبة. ويجب لذلك عمل اختبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد الخلط إذا أريد الحصول على نتائج بغرض المقارنة .

٦-٥-٧ الحساب وصياغة النتائج

يحسب عامل الدمك (F) لأقرب رقمين عشريين كما يلي:

$$F = \frac{W_1}{W_2} \qquad (6\text{-}5\text{-}1)$$

حيث :

W_1 = وزن الخرسانة المدموكة جزئياً (بالجرام)

W_2 = وزن الخرسانة المدموكة كليا (بالجرام)

٦-٥-٨ التقرير

٦-٥-٨-١ عـــام

يوضح التقرير أن الاختبار أجرى طبقا لما ورد فى هذا الدليل كما يجب أن يبين إذا كانت هـناك شـهادة متاحـة أو غير متاحة عن تجهيز العينة. فإذا كانت هناك شهادة متاحة فيلزم أن ترفق بالتقرير.

٦-٥-٨-٢ محتويات التقرير

يحتوي تقرير الاختبار على البيانات الآتية:

أ – بيانات ملزمة

يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية :

- تاريخ وزمن الانتهاء ومكان وطريقة تجهيز العينة (عامة أو بديلة) والرقم المميز للعينة.
- وقت ومكان الاختبار.
- نوع الجهاز المستخدم.
- عدد مرات الغز للخرسانة في كل مخروط ناقص.
- قيمة عامل الدمك.
- طـريقة الدمك (يدوي أو هز) مع ذكر نوع الجهاز المستخدم وعدد ضربات قضيب الدمك أو زمن الهز.
- اسم القائم بالاختبار.

ب – بيانات اختيارية

يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية عند الطلب:

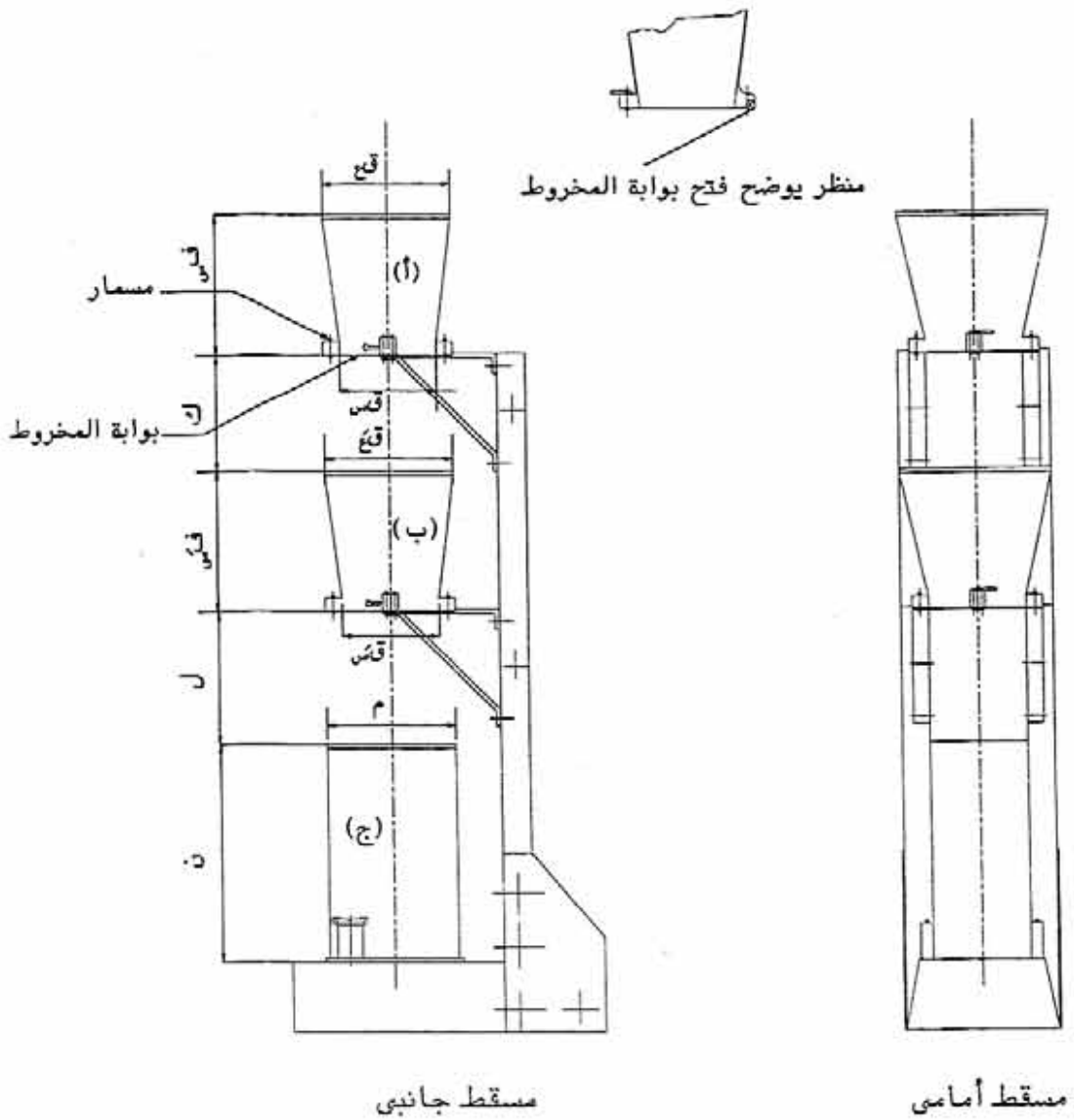
- اسم المشروع ومكان الاستخدام للخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ ووقت إنتاج الخرسانة أو التسليم في الموقع.
- مواصفات خلطة الخرسانة (مثل رتبة المقاومة).

٦-٥-٩ المراجع

- اختبار رقم (٦-١) : طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (٦-٢) : طريقة تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة.
- BS 1881 : Part 103 : 1993 " Method for determaination of compaction factor "

جدول (٦-٥-١) المقاسات الأساسية لجهاز عامل الدمك

البيانات	المقاس (مم)
المخروط الناقص العلوى (أ)	
(قع) القطر العلوي الداخلي	٢ ±٢٦٠
(قس) القطر السفلي الداخلي	٢±١٣٠
(فس) الارتفاع الداخلي	٢±٢٨٠
المخروط الناقص السفلي (ب)	
(قَ ع) القطر العلوي الداخلي	٢ ±٢٤٠
(قَ س) القطر السفلي الداخلي	٢ ±١٣٠
(فَ س) الارتفاع الداخلي	٢ ±٢٤٠
(ك) المسافة بين قاع المخروط الناقص العلوي أ وقمة المخروط الناقص السفلي ب	٥ ±٢٠٠
(ل) المسافة بين قاع المخروط الناقص السفلي ب وقمة الاسطوانة ج	٥ ±٢٠٠
الأسطوانة (ج)	
(م) القطر الداخلي	١ ±١٥٠
(ن) الارتفاع الداخلي	١ ±٢٨٥
(س) نصف قطر الدوران بين جدار الأسطوانة وقاعدتها	٢٠



شكل (٦-٥-١) جهاز عامل الدمك للخرسانة الطازجة

يرجع للجدول (٦-٥) الخاص بالمقاسات الأساسية

٦-٦ اختبار تحديد محتوى الهواء للخرسانة الطازجة بالطريقة الحجمية
Test Method for Determination of Air Content of Concrete Using Volumetric Method

٦-٦-١ عام

يجـرى هـذا الاختبار لتحديد كمية الهواء بالخرسانة الطازجة المحتوية على أي نوع من الـركام سـواء الثقـيل أو الخفـيف ويسـتخدم للخرسانة المحتوية على إضافات ومواد إحلالية للأسمنت (مثل غبار السيليكا و الرماد المتطاير) أو بدونها.

٦-٦-٢ الهدف

يجـرى هـذا الاختبار لدراسة محتوى الهواء المحصور و المحجوز بالخرسانة الطازجة خاصـة فـي حالة استعمال إضافات لهذا الهدف. يمكن أيضا باستخدام هذا الاختبار تقدير كمية المواد التي تنتج مترا مكعبا من الخرسانة الطازجة.

٦-٦-٣ الأجهزة

١ – عـداد هوائي : يتكون العداد الهوائي من القدح وقطاع علوي (كما هو موضح بالشـكل (٦-٦-١)). ويستوفى المتطلبات الآتية:

٢ – القـدح : يجـب أن يكـون من معدن لا تتفاعل مكوناته مع العجينة الأسمنتية وان يكون الجدار قوياً ليتحمل الاستخدامات الحقلية و المعملية.

٣ – القطـاع العلـوي : يجب أن يكون من معدن لا تتفاعل مكوناته مع عجينة الأسمنت وأن يكـون الجدار بسمك يتحمل الاستخدامات الحقلية والمعملية وأن يسع أكثر من ٢٠ % من حجـم القـدح ويجب أن يكون مجهزاً للتثبيت بالقدح ويكون التثبيت محكما ويحتوى القطاع العلوي على أنبوبة مدرجة أو رقبة بلاستيكية مدرجة وشفافة ولا يزيد التدريج عن ٠,٥ % مـن حجـم القدح ويبدأ من صفر من أعلى حتى ٩ % . وتكون الدقة في حدود ٠,١٠ % من حجم القدح . ويجب التأكد من أن يكون الجزء المدرج مثبتا بإحكام في القطاع العلوي.

٤ – القمـع : قمع معدني بفتحة صنبورية تسمح بدخول الرقبة التي تعلو القطاع العلوي ويجب أن يكـون بطـول كاف ليصل لنقطة فوق القطاع العلوي بالضبط . و يصنع طرف القمع بطريقة لا تسبب أي خلخلة بالخرسانة عند نزول الماء من القمع.

٥ – قضيب الغز : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض قطر ١٦ مم وطول ٣٠٠ مم ونهاية شبه كروية .

٦ – قضيب التسوية : قضيب معدني مسطح وقطاعه ٣ × ٢٠ مم وطوله ٣٠٠ مم

٧ – كوب القياس : كوب معدني يسع ١,٠٣ ± ٠,٠٤ % من حجم القدح الخاص بالعداد الهوائي

٨ – سرنجة : سرنجة بلاستيكية ذات سعة أكبر من سعة كوب القياس.

٩ – وعاء تفريغ : وعاء تفريغ من الزجاج أو المعدن ذو سعة ١ لتر تقريبا.

١٠ – مسطرين تسوية

١١ – مغرفة

١٢ – كحول الأيزوبروبيل : يستخدم بتركيز ٧٠ % .

١٣ – مطرقة من المطاط : تزن ٥٧٠ جم تقريبا.

٦-٦-٤ المعايرة

أ – يجب معايرة حجم القدح الخاص بالعداد الهوائي بالمتر المكعب عن طريق تحديد الوزن اللازم لملئه في درجة حرارة الغرفة مقسوما على وحدة الوزن للماء في نفس درجة حرارة الغرفة.

ب – يجب أن يتم تحديد دقة التدريج الخاص بالرقبة الموجودة بالقطاع العلوي للعداد الهوائي ، وذلك عن طريقة ملء القدح والقطاع العلوي بالماء حتى مستوى معروف لأي نسبة هواء. يضاف كمية من الماء إلى الماء الموجود بالقدح بنسبة ١ % من حجم القدح ويكون التدرج صحيحاً إذا ارتفع الماء بكمية تكافئ ١ % من الهواء.

٦-٦-٥ العينات

توخذ العينات من الخرسانة الطازجة طبقاً للاختبار رقم (٦-١) بالدليل ، ويجب أن يكون الركام المتواجد بالخرسانة ذا مقاس اعتباري أقل من ٣٧,٥ مم. وفى حالة تواجد ركام ذى مقاس اعتباري أكبر من ٣٧,٥ مم تخل العينة على منخل ٢٥ مم ، بشرط الحصول على عينة كافية لملء القدح وعدم مسح المونة من الركام المتبقي على المناخل.

٦-٦-٦ خطوات الاختبار

١ – مرحلة الدمك

يملأ القدح بالخرسانة الطازجة على ثلاث طبقات متساوية العمق وتدمك كل طبقة بقضيب الدمك ٢٥ مرة. ويدق على جانب القدح بالمطرقة عند الانتهاء من دمك كل طبقة مع مراعاة أن يكون الطرق بعناية للتخلص من فقاعات الهواء المحبوسة.

٢ – مرحلة التسوية

تسوى الطبقة الثالثة وتزال الخرسانة الزائدة بواسطة قضيب التسوية.

٣ – مرحلة إضافة الماء

يثبت القطاع العلوي فوق القدح ويضاف الماء بواسطة القمع حتى يظهر بالرقبة. يرفع القمع بعد ذلك ويضبط منسوب الماء حتى علامة الصفر بواسطة السرنجة.

٤ – مرحلة الهز

تقلب كل وحدة القياس مع عمل هزات حتى تبتعد الخرسانة من قاعدة القدح وترفع الوحدة مرة ثانية وتلف عدة مرات حتى زوال الهواء المحبوس بالخرسانة. تعاد الخطوات السابقة حتى يستقر ارتفاع عمود الماء المتواجد بالأنبوبة المدرجة.

٥ – طرد الفقاقيع

بعد التأكد من التخلص من الهواء المحبوس المتواجد بالخرسانة يضاف ١ سم^{٣} من كحول الأيزوبروبيل بواسطة السرنجة للتخلص من الفقاعات المتواجدة فوق سطح الماء.

٦ – القراءة :

يقرأ ارتفاع السائل المتواجد بالأنبوبة المدرجة وتكون القراءة لأقرب ٠,٠١ % .

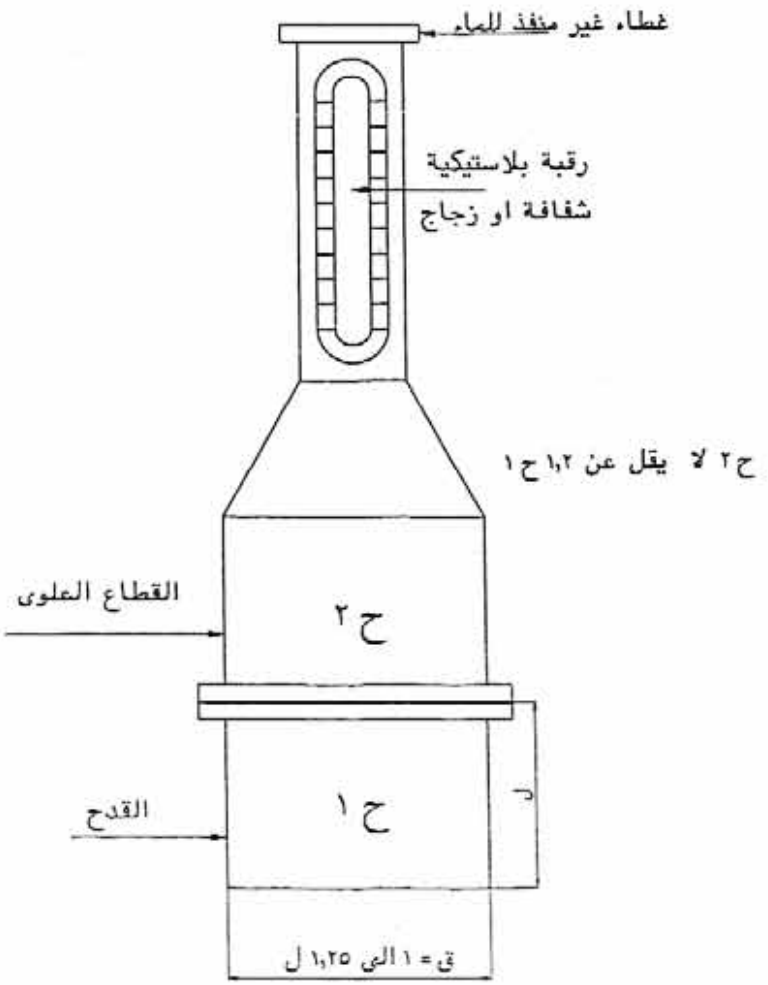
٦-٦-٧ النتائج

تحسب نسبة الهواء بالخرسانة بإضافة القراءة في الخطوة (٦-٦-٦-٦) إلى كمية الكحول المضاف في الخطوة (٦-٦-٦-٥).

٦-٦-٨ المراجع

- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .

- ASTM C 173 - 94 " Test for air content of freshly mixed concrete by the volumetric Method "



شكل (٦-٦-١) العداد الخاص لتحديد محتوى الهواء بالطريقة الحجمية

٦-٧ اختبار تحديد محتوى الهواء للخرسانة الطازجة بطريقة الضغط
Test Method for Determination of Air Content of Fresh Concrete by Pressure Method

٦-٧-١ عـــــام

يخـــتص هـــذا الاختبار بوصف طريقة تعيين كمية الهواء بالخرسانة الطازجة عن طريق ملاحظـــة التغـــير فـــي حجم الخرسانة تحت تأثير الضغط. تستخدم هذه الطريقة على الخرسانة المحتوية على ركام عادي أو ثقيل. ويجب عدم استخدامها للخرسانات المحتوية على ركام خفيف أو ركـــام مصـــنع من الطوب أو الركام ذى المسامية العالية. وفى هذه الحالة يجب تعيين كمية الهواء بالطريقة الحجمية.

٦-٧-٢ الهدف

يستخدم هذا الاختبار لحساب كمية الهواء المحصور و المحجوز في الخرسانة الطازجة و التـــي تمثل الهواء المتواجد بالخرسانة فقط ، دون الهواء المتواجد بالركام، ولهذا السبب تستخدم للخرســـانة المحتوية على ركام ذى كثافة عالية ومسامية صغيرة جدا . أما بالنسبة لكمية الهواء الموجودة بالخرسانة المتصلدة فقد تكون أكثر أو أقل من الكمية المحسوبة بهذه الطريقة حيث أن كمية الهواء المحسوبة تعتمد على الطريقة المستخدمة و أسلوب الدمك.

٦-٧-٣ الأجهزة

١ – العداد الهوائي : يوجد نوعان من العدادات الهوائية (العداد أ والعداد ب) كما هو موضح بالاشـــــكال (٦-٧-١) و (٦-٧-٢) بالترتيب.

– العداد (أ) : ويتكون من قدح للقياس وغطاء للقدح. والفكرة الرئيسية لعمل هذا العداد هو قـــياس الانخفـــاض الذى يحدث في ارتفاع معلوم لعمود من الماء بعد تعرضـــه لضغط هواء معين وبالتالي يحدد حجم الهواء المحصور بالخرسانة.

– العـــداد (ب) : يتكون من قدح للقياس وغطاء للقدح كما هو موضح بالشكل (٦-٧-٢). وتعـــتمد فكرة العمل على مساواة حجم معروف من الهواء عند ضغط معروف في غرفة هـــواء محكمـــة بحجـــم غير معروف من الهواء المتواجد بالخرسانة . الضغط المستخدم الكافي في حدود ٥١ إلى ٢٠٧ كيلو باسكال.

٢ – قــدح القــياس : يجب أن يكون قدح القياس أسطواني الشكل مصنوعا من الحديد أو أي معــدن قــوى لا يصدأ و لا يتأثر بعجينة الأسمنت وقطره لا يقل عن ثلاثة أرباع إلى مرة وربــع ارتفاعه وسعته لا تقل عن ٠,٠٠٦ م^{٣}. ويجب أن تكون له شفة يرتكز عليها الغطاء ويكون محكما لمنع تسرب الضغط كما يجب أن يكون قدح القياس وغطاؤه مصنوعين من مادة قوية لتتحمل التمدد.

٣ – الغطاء : ويجب أن يراعى فيه الآتى :

– أن يصــنع الغطاء من الصلب أو معدن قوى لا يصدأ و لا يتأثر بعجينة الأسمنت ويجب أن تكون له شفة مثل قدح القياس.

– توصــيل الغطاء بمقياس لتحديد محتوى الهواء بالخرسانة. الغطاء المخصص للعداد (أ) يحتوى على أنبوبة يمكن أن تكون شفافة ومدرجة.

– أن يحتوى الغطاء على صمامات هواء وصمامات لتسريب الهواء.

٤ – إنــاء المعايــرة : مقياس له حجم داخلي يساوى نسبة مئوية من حجم قدح القياس. ويكون على شكل أسطواني (قطره ١٣ مم) .

٥ – أنــبوبة رشاشة (بخاخة) : أنبوبة من الرصاص تستخدم كجزء من الغطاء للعداد الهوائي لرش الماء على جدران القدح لمنع تلاصق الخرسانة بجدران قدح القياس.

٦ – مسطرين

٧ – قضيب الغز

٨ – مطرقة : مطرقة من المطاط تزن ٥٧٠ جم تقريبا.

٩ – قضيب تسوية : قضيب من الحديد مستوى

١٠ – قمع

١١ – إناء للماء : لوضع الماء فوق الخرسانة حتى العلامة الصفر في الأنبوبة المدرجة.

١٢ – هزاز

١٣ – منخل ٣٧,٥ مم

٦-٧-٤ العينات

تحضـــر عينات الخرسانة الطازجة للاختبار طبقا للاختبار رقم (٦-١) بالدليل. وفى حالة تواجـــد ركام ذى مقاس أكبر من ٥٠ مم بالخرسانة تؤخذ عينة كافية من الخرسانة المارة على منخل ٣٧,٥مم.

٦-٧-٥ معايرة الأجهزة

يجب إجراء المعايرة للأجهزة المستخدمة كما يلي :

أ – معايرة إناء المعايرة

يحـــــدد وزن المـــاء اللازم لملء إناء المعايرة (W_1) مستخدما ميزان بدقة ٠,١٠ ٪ من وزن الماء وتجرى هذه الخطوات للعداد (أ) والعداد (ب).

ب – معايرة قدح القياسات

يحـــدد وزن القـــدح المملوء بالماء (W_2) بدقة ٠,١٠ ٪ وذلك بعد وضع لوح زجاج فوق القدح المملوء بالماء ويثبت اللوح الزجاجي فوق شفة القدح بواسطة شحم . وتجرى هذه الخطوة سواء للعداد (أ) والعداد (ب).

جـ –تحديد الحجم الصافي لوعاء المعايرة (V_{cal})

يمثل حجم وعاء المعايرة كنسبة من حجم القدح كما يلي:

$$V_{cal} = 0.98 \times \frac{W_1}{W_2} \qquad \text{Gauge (A)} \qquad (6\text{-}7\text{-}1)$$

$$V_{cal} = \frac{W_1}{W_2} \qquad \text{Gauge (B)} \qquad (6\text{-}7\text{-}2)$$

د – تحديد أو التأكد من معامل التمدد (e).

- يحـــدد معـــامل الـــتمدد للعداد (أ) عن طريق ملء الجهاز بالماء فقط حتى مستوى صفر في الأنبوبة المدرجة ثم يطبق ضغط (P) مقداره ١٣٨٠ باسكال تقريبا . وكنتيجة للضغط المؤثر سينخفض عمود الماء بمقدار يكافئ معامل التمدد (e) للأجهزة المستخدمة.
- يحـــدد معـــامل التمدد للعداد (ب) عن طريق تحديد الفرق بين الضغط الابتدائي المبين على عداد الضغط والضغط المقابل عند علامة صفر في عداد الضغط.

هـ – قراءة المعايرة (R)

هـي القـراءة عندما يكون تشغيل العداد عند الضغط الصحيح للمعايرة وتحدد للعداد (أ) كما يلي:

$$R = V_{cal} + e \qquad (6\text{-}7\text{-}3)$$

حيث أنه قد تم تحديد V_{cal} و e في الخطوات (جـ) و (د)

وتحدد قراءة المعايرة للعداد (ب) كما يلي:

$$R = V_{cal} \qquad (6\text{-}7\text{-}4)$$

٦-٧-٦ تحديد معامل التصحيح للركام

١ – يحـدد معامل التصحيح للركام الصغير والكبير منفصلين كما يلي عن طريق تطبيق ضغط المعايرة على عينات الركام سواء الكبير أو الصغير.

٢ – يحـدد وزن الركام الصغير والكبير الموجود في عينة الخرسانة الطازجة المطلوب تحديد محتواها الهوائي كما يلي:

$$W_f = W_{ft} \times \frac{V_s}{V} \qquad (6\text{-}7\text{-}5)$$

$$W_c = W_{ct} \times \frac{V_s}{V} \qquad (6\text{-}7\text{-}6)$$

حيث :

W_f = وزن الركام الصغير (الناعم) بالخرسانة المختبرة (كجم)

W_c = وزن الركام الكبير بالخرسانة المختبرة (كجم)

V_s = حجم عينة الخرسانة (تساوى حجم قدح القياس) ($م^3$)

V = حجم الخرسانة بكل رسالة ($م^3$)

W_{ft} = الوزن الكلى للركام الناعم في حالة الرطوبة الموجودة بالرسالة (كجم)

W_{ct} = الوزن الكلى للركام الكبير في حالة الرطوبة الموجودة بالرسالة (كجم)

٣ – تخلـط العيـنات الممثلة من الركام الصغير (W_f) والركام الكبير (W_c) وتوضع في قـدح القياس المملوء حتى ثلثه بالماء. ويوضع الركام المخلوط تدريجياً مع الطرق الخفيف لضمان التخلص من الهواء المحبوس والفقاعات.

٤ – بعد التخلص من الهواء المحبوس والفقاعات يجرى الاختبار كما هو موضح فى بند (٦-٧-٧-٢) فـى حالـة اسـتخدام العداد (أ)، وكما هو موضح فى بند (٦-٧-٧-٣) فى حالة استخدام العداد (ب).

٥ – فـى حالـة اسـتخدام العداد (أ) يكون معامل التصحيح (C_f) مساوياً للفرق بين ارتفاعى الماء بالجهاز قبل وبعد التأثير عليه بالضغط (P) كما هو موضح بخطوات التجربـة بند (٦-٧-٢) والمعادلة رقم (٦-٧-٧) وشكل رقم (٦-٧-١). أما فى حالة استخدام العداد (ب) فيجـب إزالـة كمـية مـن الماء تساوى تقريباً حجم الهواء المتوقع وجوده فى عينة الخرسانة المختبرة، ثم يتم استكمال خطوات التجربة كما هو موضح فى بند (٦-٧-٣) فـى هذه الحالة يكون معامل التصحيح للركام (C_f) مساوياً قراءة عداد الضغط بعد التجربة بعد طرح حجم الماء المحسوب من القدح كنسبة مئوية من حجم القدح.

٦-٧-٧ الإجراءات

٦-٧-٧-١ صب ودمك العينة

١ – توضـع العينات الخرسانية بالقدح على ثلاث طبقات متساوية وتدمك كل طبقة إما بقضيب الغـز كما هو موضح بالخطوة (٢) أو بواسطة الهز كما هو موضح بالخطوة رقم (٣)، مع مراعاة أن الدمك بواسطة الهز لا يستخدم فى حالة زيادة الهبوط عن ٧٦ مم.

٢ – الدمـك بواسـطة قضـيب الغز: توضع العينات الخرسانية بقدح القياس على ثلاث طبقات متساوية و تدمك كل طبقة بواسطة قضيب الغز ٢٥ مرة موزعة على مسطح الطبقة المراد دمكهـا. ويجـب الطـرق على أحرف القدح بواسطة مطرقة للتخلص من فقاعات الهواء والتخلص من الفراغات المتولدة بسبب الغز.

٣ – الدمـك بواسـطة الهـز : توضع العينة الخرسانية بالقدح على طبقتين ثم تدمك الخرسانة بواسـطة قضـيب الهز ، ويجب وضع قضيب الهز في مناطق مختلفة من الطبقة لضمان الدمك الجيد مع مراعاة عدم زيادة الهز ، حيث أن ذلك قد يؤدي إلى حدوث نضح وانفصال حبيبـي لمكونـات الخرسـانة. و تـتوقف مدة الهز على نوعية وقابلية التشغيل للخرسانة المختبرة .

٤ – التسـوية : يسـوى السـطح النهائي للخرسانة بواسطة قضيب التسوية عن طريق تحريك قضـيب التسوية على شفة القدح والعينة الخرسانية وتزال الأجزاء الزائدة (عن شفة القدح) مـن الخرسانة الموجودة بالقدح. ويمكن وضع كمية صغيرة من الخرسانة للسطح المستوى في حالة الحاجة إلى ذلك ويسوى السطح بعد ذلك بواسطة المسطرين.

٦-٧-٧-٢ الخطوات في حالة استخدام العداد (أ)

١ – التجهيز للاختبار : يجب تنظيف شفة القدح والغطاء جيدا بحيث يكون قدح القياس والغطاء محكمين جيداً بعد التثبيت. يملأ الجهاز بالماء حتى منتصف تدريج الأنبوبة المدرجة تقريبا ثم يميل الجهاز بزاوية ٣٠ درجة على المحور الرأسي ويطرق على الجهاز للتخلص من الهواء المحبوس فوق سطح الخرسانة ويعاد الجهاز بعد ذلك لوضعه الرأسي. يملأ الجهاز بالماء حتى يصل لمنسوب الصفر أو أعلى قليلاً في الأنبوبة المدرجة ثم يضبط بعد ذلك منسوب الماء ليكون عند العلامة الصفر في الأنبوبة المدرجة.

٢ – خطوات التجربة : يتم التأثير بضغط يزيد على الضغط المرغوب (P) بمقدار ١٣٨٠ باسكال تقريبا على الخرسانة بواسطة مضخة يدوية مع الطرق على الجهاز حتى يستقر الضغط عند القيمة (P). تسجل قراءة ارتفاع عمود الماء بالأنبوبة المدرجة عند ذلك (H_1)، ثم يخفض الضغط تدريجيا حتى يصل صفر خلال دقيقة عن طريق فتح السدادة العلوية للجهاز ويقرأ عند ذلك ارتفاع عمود الماء بالأنبوبة المدرجة (H_2) وتحسب كمية الهواء الظاهرية كما يلي:

$$A_{ap} = H_1 - H_2 \qquad (6\text{-}7\text{-}7)$$

حيث :

A_{ap} = كمية الهواء الظاهري

H_1 = ارتفاع عمود الماء بالأنبوبة المدرجة عند تطبيق الضغط (P)

H_2 = ارتفاع عمود الماء بالأنبوبة المدرجة عند الضغط يساوي صفر

٣ – التأكيد : تعاد الخطوة السابقة بدون إضافة الماء لتحقيق منسوب الماء عند مستوى الصفر في الأنبوبة المدرجة والفرق بين القيمتين (المحددة من الخطوة السابقة وهذه الخطوة) يجب أن يكون في حدود ٠,٢٠ % ومتوسطهما (X_m) يستخدم في حساب كمية الهواء طبقا للبند (٦-٧-٨).

٤ – في حالة زيادة نسبة الهواء عن حدود التدريج تخفض قيمة الضغط (P) إلى القيمة (P_1) وتحسب كما يلي:

$$P_1 = \frac{P_a \times P}{2 \times P_a + P} \qquad (6\text{-}7\text{-}8)$$

حيث :

P_1 = ضغط الاختبار البديل(كيلو باسكال)

P_a = الضغط الجوى(كيلو باسكال)

٦-٧-٧-٣ الخطوات باستخدام العداد (ب)

١ – التجهيز للاختبار

تـنظف شـفة قدح القياس والغطاء جيداً ضماناً لعدم تسرب الضغط عند التشغيل ثم يغلق صـمام الهـواء الموجـود بين غرفة الهواء وقدح القياس. تفتح فتحتا الماء الموجودتان بغطاء الجهـاز ثـم يملأ القدح بالماء عن طريق إحدى الفتحتين حتى يمتلئ القدح تماماً ويبدأ الماء في الخـروج مـن الفـتحة الثانية مع مراعاة الرج الخفيف للتأكد من التخلص من الهواء الموجود بالفتحات الموجودة بالغطاء .

٢ – خطوات التجربة

- يغلـق صـمام تسريب الهواء في غرفة الهواء ثم يفتح الهواء بداخل غرفة الهواء حتى تصل قراءة العداد إلى خط الضغط الابتدائي.
- يـبرد الهواء المضغوط بتركه ثواني حتى تصل درجة الحرارة إلى معدلها الطبيعي (درجة حرارة المعمل).
- يثبـت العـداد الـيدوي عـند خط الضغط الابتدائي عن طريق ضخ أو تسريب الهواء عند الضرورة .
- تغلـق فتحـتا المـاء الموجودتان بالغطاء ويفتح صمام الهواء الذي بين قدح القياس وغرفة الهواء.
- يطرق على جوانب قدح القياس بشدة ليتوزع الضغط بانتظام داخل العينة ويطرق بلطف على عداد الهواء ثم تقرأ قيمة الضغط بالعداد .

٦-٧-٨ الحسابات

١ – تحدد كمية الهواء بالعينة المختبرة (A) كما يلي:

$$A = A_{ap} - C_f \qquad (6\text{-}7\text{-}9)$$

حيث :

A_{ap} = كمية الهواء الظاهري بالعينة بإستخدام المعادلة (٦-٧-٧)

C_f = معامل التصحيح للركـام كما بالبند (٦-٧-٦-٥)

٢ – تحسب كمية الهواء بالخليط الكلى (A_c) عندما تحتوى عينة الخرسانة على ركام ذى مقاس اعتـباري أكبر من ٣٧,٥ مم حيث يتم فصله عن طريق نخل الخرسانة على منخل ٣٧,٥ مم ويحسب كما يلي:

$$A_c = \frac{(100 \times A \times V)}{[100 \times V' - A \times V_g]} \qquad (6\text{-}7\text{-}10)$$

حيث :

V = الحجم المطلق لمكونات الخليط المارة من المنخل ٣٧,٥مم كما حددت فى وزن الرسالة الأولى (م^3)

V' = الحجم المطلق لكل مكونات الخليط (م^3)

V_g = الحجم المطلق للركام الذي مقاسه الاعتباري الأكبر أكثر من ٣٧,٥ مم (م^3)

٣ – يمكن حساب كمية الهواء بالمونة الموجودة بالعينة الخرسانية (A_m) كما يلي:

$$A_m = \frac{(100 \times A \times V)}{[100 \times V_m + A \times (V - V_m)]} \qquad (6\text{-}7\text{-}11)$$

حيث :

V_m = الحجم المطلق لمكونات المونة بالخليط (م^3)

٦-٧-٩ النتائج وحدود القبول والرفض

تستخدم نتائج الاختبار لإجراء مقارنة بين الخرسانة ذات المكونات المختلفة ولمعرفة كمية الهـواء المـتواجدة بالخرسـانة التى قد يكون لها تأثير على ديمومتها وفيما يلى قيم إسترشادية لمتوسط محتوى الهواء المحبوس بالحجم للخلطة الخرسانية الطازجة وقت صب الخرسانة :

٧ % عند إستخدام الركام بمقاس اعتبارى أكبر من ١٠ مم

٦ % عند إستخدام الركام بمقاس اعتبارى أكبر من ١٥ مم

٥ % عند إستخدام الركام بمقاس اعتبارى أكبر من ٢٠ مم

٤ % عند إستخدام الركام بمقاس اعتبارى أكبر من ٤٠ مم

٦-٧-١٠ التقرير

٦-٧-١٠-١ عـــام

يجـب أن يوضـح التقرير أن الاختبار قد أجرى طبقا لهذه الطريقة كما يجب أن يبين إذا كانـت هناك شهادة متاحة لتجهيز العينة أو خلاف ذلك. فإذا كانت هناك شهادة متاحة فيلزم أن ترفق بالتقرير.

٦-٧-١٠-٢ محتويات التقرير

يجب أن يحتوى تقرير الاختبار على البيانات الآتية:

أ – بيانات ملزمة

- تاريخ وزمن الانتهاء وطريقة تجهيز العينة والرقم المميز للعينة .
- وقت ومكان الاختبار .
- الطريقة المستخدمة في الدمك وعدد ضربات قضيب الغز.
- الطريقة المستخدمة في تحديد كمية الهواء .
- كمية الهواء بالخليط والمونة والعينة المختبرة .
- اسم القائم بالاختبار .
- اسم المشروع ومكان الإستخدام للخرسانة .

ب – بيانات اختيارية

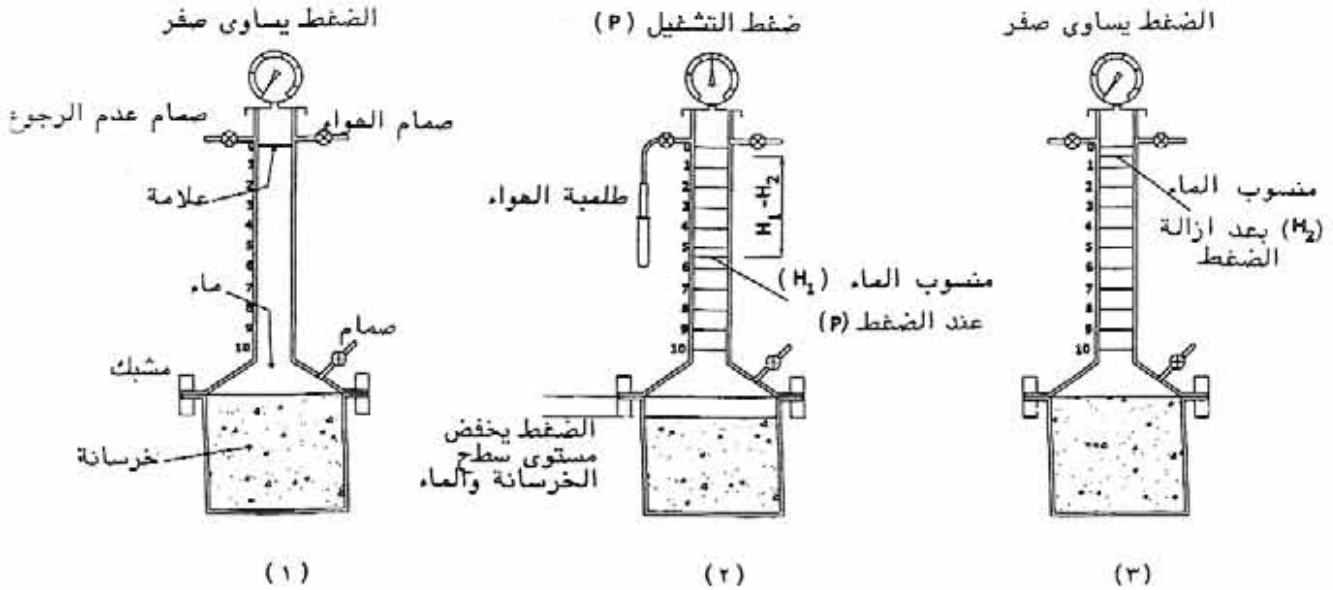
يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية عند الطلب:

- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ ووقت إنتاج الخرسانة أو التسليم بالموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية.

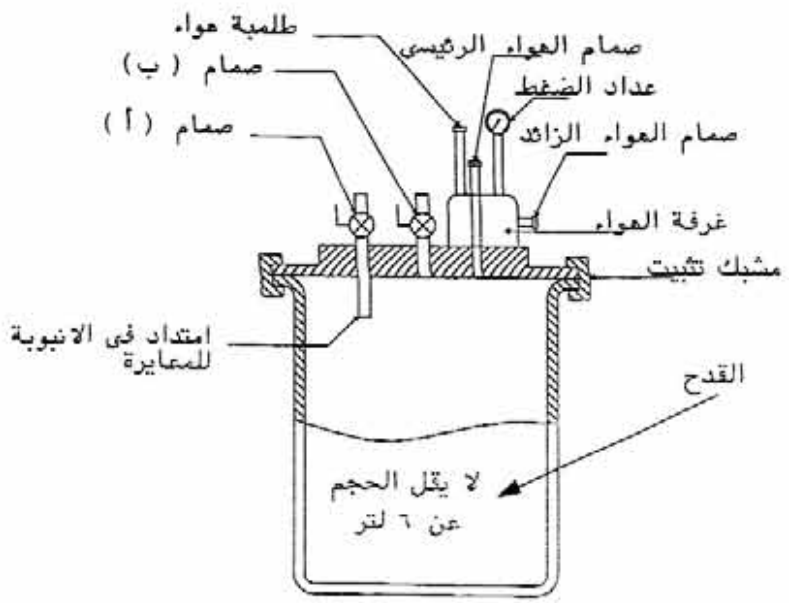
٦-٧-١١ المراجع

- الاختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .

- ASTM C 231 - 91b " Test for air content of freshly mixed concrete by the pressure method "



شكل (٦-٧-١) جهاز قياس الهواء بطريقة الضغط -العداد (أ)



شكل (٦-٧-٢) جهاز قياس الهواء بطريقة الضغط -العداد (ب)

٦-٨ اختبار تحديد كمية ماء النضح بالخرسانة الطازجه
Test to Measure Bleeding Water in Fresh Concrete

٦-٨-١ عـــام

يخـــتص هذا الاختبار بتعيين كمية المياه النسبية المنضوحة من عينة الخرسانة الطازجة. وتطـبق علـــى الخرســـانة العاديـــة والخرسانة ذات الهواء المحبوس والخرسانة المضاف إليها إضافات أو مواد إحلالية للأسمنت والخرسانة المصنعة من الركام الخفيف والعادي والثقيل.

هذا الاختبار يمكن استخدامه للخرسانة التي تحتوي على ركام ذى مقاس اعتباري ٤٠ مم أو أقـــل وفـــي حالة الخرسانة التي تحتوي على ركام ذى مقاس اعتباري أكثر من ٤٠ مم تنخل الخرسانة على منخل ٤٠ مم وهي طازجة ويجرى الاختبار على الجزء المار.

٦-٨-٢ الهدف

يهـــدف هـــذا الاختـــبار الي تحديد تأثير التغيرات المختلفة في مكونات الخلطة الخرسانية والظروف المحيطة بها أو المتغيرات الأخرى على ظاهرة النضح بالخرسانة الطازجة.

يتم في هذا الاختبار تعيين كمية المياه النسبية المنضوحة من الخرسانة بطريقتين تختلفان أساســـا فـــي طـــريقة هـــز العينات الخرسانية وبالتالي لا يتوقع أن تتساوى النتائج في الطريقتن للخرســـانة مـــن نفـــس الخلطـــة . ويتوقف اختيار إحدى الطريقتين على أسلوب الدمك المتوقع. فالطـــريقة الأولى للعينات المدموكة بواسطة قضيب الدمك فقط دون إحداث أي تغيير بالعينة بعد الدمـــك (أي عـــدم دمكها مرة ثانية بعد الصب). والطريقة الثانية تجرى على العينات المدموكة بالهز ، وتختبر وهي ممثلة للخرسانة التي تعرض للهز بعد صبها.

٦-٨-٣ الطريقة الأولى : العينات المدموكة بواسطة قضيب الدمك

٦-٨-٣-١ الأجهزة

١ – إنـــاء أســـطواني : إناء أسطواني سعته ١٤ لتر ، قطره الداخلي ٢٥٠ ± ٦ مم والارتفاع الداخلي ٢٨٠ + ٦ مم والإناء يجب أن يتراوح سمكه بتراوح بين ٣,٠٠ حتى ٣,٥٠ مم و يجب أن يكون الإناء مصنعا من مادة لا تصدأ (شكل ٦-٨-١).

٢ – ميزان : كافي لتحديد الكتلة بدقة ٠,٥ % .

٣ – سحاحة ماء أو ما يماثلها : لسحب المياه الحرة من فوق سطح العينة المختبرة.

٤ – أنبوبة اختبار مدرجة سعة ١٠٠ سم^{٣} : لتجميع وقياس كمية الماء المسحوبة من على سطح العينة.

٥ – قضيب الدمك : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض قطر ١٦مم وطول ٦٠٠مم ونهايته شبه كروية.

٦ – مسطرين

٧ – سخان كهربائي

٨ – ميزان حساس دقة ١ جم

٦-٨-٣-٢ العينات

تؤخذ العينات وتجهز تبعاً للاختبار رقم (٦-١) بالدليل.

٦-٨-٣-٣ الخطوات

١ – يملأ الإناء الأسطواني بالخرسانة المراد اختبارها بكامل ارتفاعه ثم يسوى السطح العلوي للخرسانة بمسطرين مع مراعاة أن تكون التسوية في الحدود الأدنى وأن تكون درجة الحرارة المحيطة تتراوح بين ١٨ – ٢٤°م.

٢ – يسجل الوقت وكتلة الإناء الأسطواني ومحتواه الخرساني فور التسوية مباشرة.

٣ – يوضع الإناء الأسطواني طوال فترة الاختبار ويرفع فقط في مرحلة سحب مياه النضح.

٤ – تسحب مياه النضح كل عشر دقائق في فترة الأربعين دقيقة الأولى ثم كل ثلاثين دقيقة بعد ذلك حتى يتوقف نضح الخرسانة. وفي كل مرة يوضع ماء النضح في أنبوبة الاختبار المدرجة وتسجل كمية المياه المسحوبة المتراكمة في الأنبوبة بعد كل مرة سحب. ويمكن التوقف عن سحب الماء بعد تجميع كمية الماء المرغوبة والمحددة مسبقاً من قبل الإستشارى بعد تسجيل الزمن اللازم للتجميع في حالة طلبها بواسطة المسئول وبالتالي يمكن عدم تكملة وقت الاختبار الكلي ، يمكن أيضاً تجميع المياه المنضوحة بعد وضع الإناء الأسطواني بميل خفيف بشرط ألا يسبب ميل الإناء أي زيادة في كمية الماء.

٥ – يمكن تحديد وزن الماء الصافي في كمية الماء المنضوح وتحديد المواد الأخرى غير الماء بعينة الماء المنضوح عن طريق وضع عينة الماء المنضوحة في قدح معروف وزنه ثم يوضع القدح فوق اللوح الكهربائي الساخن حتى يستقر وزن القدح ومحتوياته والفرق في وزن القدح ومحتوياته قبل وضعه على اللوح الكهربائي الساخن ووزنه الثابت بعد تبخر الماء وثبات وزن القدح يكون معبرا عن وزن الماء بالعينة المجمعة (W_1)

٦-٨-٣-٤ الحسابات

١ - يحسب حجم ماء النضح (V) / مساحة السطح كما يلي :

$$V = \frac{V_1}{A} \qquad (6\text{-}8\text{-}1)$$

حيث :

V_1 = حجم الماء المجمع عند أي زمن (سم^3)

A = مساحة الخرسانة المعرضة (سم^2)

ويحدد معدل النضح بمقارنة حجم الماء المنضوح لكل مرحلة زمنية متساوية.

٢ - يحسب وزن ماء النضح المتجمع كنسبة من وزن الماء الصافي الموجودة بعينة الاختبار

$$W_2 = \frac{W_3}{W_4} \times W_5 \qquad (6\text{-}8\text{-}2)$$

$$B = \frac{W_1}{W_2} \times 100 \qquad (6\text{-}8\text{-}3)$$

حيث :

W_1 = وزن ماء النضح (جم) أو الحجم الكلي المسحوب من عينة الاختبار (سم٣) مضروباً في ١ جم / مل^3

W_2 = وزن الماء في عينة الاختبار (جم)

W_3 = وزن الماء الصافي بالخلطه (وزن الماء الكلي- الوزن الممتص بالركام) (كجم) .

W_4 = الوزن الكلى للخلطه (كجم)

W_5 = وزن عينة الاختبار (جم).

B = النسبة المئوية للنضح

٦-٨-٤ الطريقة الثانية : العينات المدموكة بالهز

٦-٨-٤-١ الأجهزة

١ - منضدة الاهتزاز : يجب توافرها حيث يوضع الإناء المملوء بالخرسانة الطازجة فوقها ويجب أن تكون المنضدة مجهزة بآلة مناسبة لضمان هزات متناوبة خلال فترات وترددات محددة (شكل ٦-٨-٢).

٢ - آلة توقيت : لتنظيم فترات الهز ودورة الهز.

٣ - إناء مخروطي : من الصلب قطر ٢٩٠ مم من القمة و ٢٨٠ مم من اسفل ، ٢٨٠ مم ارتفاع ، ويجب توفر غطاء لهذا الإناء.

٤ – بقية الأجهزة مماثلة للأجهزة المعطاة في (٦-٨-٣-١).

٦-٨-٤-٢ العينات

تجهز العينات كما هو موضح بالطريقة الأولى بند (٦-٨-٣-٢).

٦-٨-٣ الخطوات

١ – توضع العينة في الإناء المخروطي حتى ارتفاع يساوى متوسط قطري المخروط.

٢ – يوضع الإناء المخروطي بالعينة فوق المنضدة الهزازة ويثبت جيدا على سطح المنضدة وتدمك العينة بواسطة الهز ويوقف الهز بمجرد ظهور مياه النضح.

٣ – يغطى الإناء المخروطي ويثبت المخروط جيدا بالمنضدة ثم يبدأ في عمل هزات متتاوبة لمدة ساعة. يجب أن تكون دورة الاهتزاز ٣ ثواني تشغيل و ٣٠ ثانية إيقاف.

٤ – يحدد الحجم الكلي للماء المنضوح كما سبق بالطريقة الأولى علما بان الفترات المتتاوبة للهز لا تسمح بقياس كمية مياه النضح عند فترات مختلفة.

٦-٨-٥ أخطاء شائعة والاحتياطات

١ – يجب أن يجرى هذا الاختبار فور الانتهاء من صب الخرسانة دون أي تأخير تفاديا للخطأ في تقدير نسبة النضح.

٢ – تتوقف نتائج هذا الاختبار على درجة حرارة الموقع أو المعمل لذلك يجب العناية بتسجيل درجة الحرارة أثناء الاختبار ويفضل أن تكون فى حدود ٢٥ ± ٥ °م.

٦-٨-٦ النتائج وحدود القبول والرفض

تستخدم نتائج هذا الاختبار للمقارنة بين الخرسانة ذات المكونات المختلفة أو المصبوبة في ظروف محيطة مختلفة ولا توجد حدود ثابتة للقبول أو الرفض.

٦-٨-٧ التقرير

٦-٨-٧-١ عام

يوضح التقرير أن الاختبار أجرى طبقا لهذا الطريقة كما يجب أن يبين إذا كانت هناك شهادة متاحة عن تجهيز العينة ، فإذا كانت هناك شهادة متاحة فيلزم أن ترفق بالتقرير.

٦-٨-٧-٢ محتويات التقرير

يحتوى تقرير الاختبار على البيانات الآتية :

أ – بيانات ملزمة

– تاريخ وزمن الانتهاء ومكان وطريقة العينة والرقم المميز للعينة.

- وقت ومكان الاختبار.
- الظروف الجوية (درجة الحرارة–الرطوبة النسبية) .
- الطريقة المستخدمة فى الدمك مع ذكر نوع الجهاز المستخدم وعدد ضربات قضيب الغز.
- النسبة المئوية للنضح.
- اسم القائم بالاختبار.

ب – بيانات اختيارية

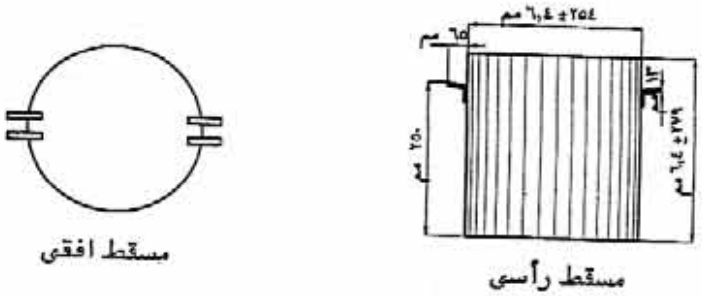
يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية عند الطلب

- اسم المشروع ومكان الاستخدام للخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ ووقت إنتاج الخرسانة أو التسليم الموقع.
- مواصفات خلطة الخرسانة (مثل رتبة الخرسانة).

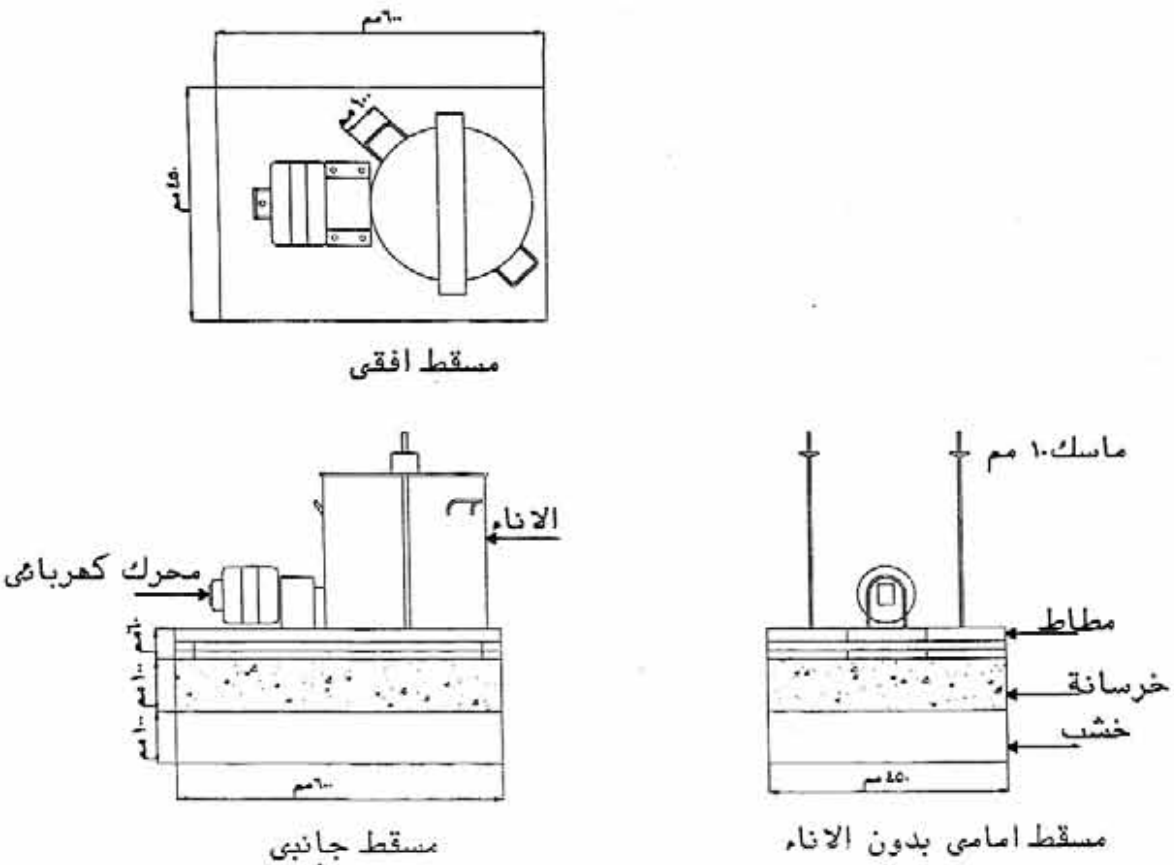
٦–٨–٨ المراجع

- الاختبار رقم (٦–١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .

- ASTM C 232 - 92 " Test for bleeding of concrete "



شكل (٦-٨-١) الإناء الاسطوانى



شكل (٦-٨-٢) منضدة الاهتزاز

٦-٩ اختبار تعيين كثافة الخرسانة الطازجة المدموكة
Test Method to Determine the Density of Fresh Concrete

٦-٩-١ عـــام

يصـف هـذا الاختـبار طريقة تعيين كثافة الخرسانة الطازجة المدموكة . وتستخدم هذه الطـريقة فـي حالـة الخرسـانة العادية والخرسانة ذات الهواء المحبوس والمصنعة من الركام الخفـيف أو الـركام عادى الوزن أو الركام ثقيل الوزن ذى مقاس اعتبارى أكبر أو اقل من ٤٠ مـم.ولا تصلح هذه الطريقة لتعيين كثافة الخرسانة المهواة أو الخرسانة ذات القوام الجاف والتي لا يمكـن دمكهـا بالهز فقط . كما يشتمل هذا الجزء على معادلات لحساب حجم أي رسالة من الخرسانة ومحتوى الأسمنت في المتر المكعب.

٦-٩-٢ الهدف

تستخدم هذه الطريقة لحساب كثافة الخرسانة الطازجة المدموكة وكذلك في حالة الخرسانة المحـتوية علـى إضـافات مختلفة أو مواد إحلالية أسمنتية بعد أخذ بعض التعديلات في تجهيز عيـنات الخرسانة في الاعتبار كما هو موضح فيما بعد . يعتبر تحديد كثافة الخرسانة الطازجة مـن البيانات المهمة المطلوب معرفتها لتصحيح الخلطات الخرسانية المختلفة. وكذلك لحساب الكثافة عند تصميم الخلطات الخرسانية وعند تحويل الأوزان إلى أحجام و العكس.

٦-٩-٣ التعاريف

- الكثافـة

وزن كمـية مـن الخرسانة المدموكة مقسوما على ما تشغله من حجم ويعبر عنها بالكيلو جرام للمتر المكعب.

٦-٩-٤ الأجهزة

١ - ميزان : ذو سعة تصل إلى ٥٠ كجم بدقة ١٠ جرام أو أكثر دقة.

٢ - وعـاء : غـير مـنفذ للمـاء ذو جسـاءة كافـية لاحتفاظه بأبعاده الأصلية والمحددة في جـدول (٦-٩-١)، مصـنوع مـن معـدن لا يـتأثر بعجيـنه الأسمنت ذو سطح داخلي نـاعم وحافـة مسـتوية موازيـة للقـاعدة وفـى وضع متعامد مع محور الوعاء والذي يكون مزودا بمقابض.

جدول (٦-٩-١) أبعاد الوعاء الأسطواني

السعة (م^3)	القطر الداخلي (مم)	الارتفاع الداخلي (مم)	اقل سمك للمعدن (مم)
٠,٠١	٢٠٠ ± ١,٥	٣٢٠ ± ١,٥	٤

٣ – جاروف : بعرض ١٠٠مم تقريبا

٤ – قضيب دمك أو هزاز : قضيب دمك مصنوع من قضيب مستقيم من الصلب يزن ١,٨ كجم بطول ٣٨٠ مم بمقطع مربع طول ضلعه ٢٥ مم ، أو مطرقة هز أو منضدة مناسبة لدمك الخرسانة طبقا لبندي ٨-٢، ٨-٣ .

٥ – مسطرين مستطيل للتسوية.

٦ – مسطرة : مصنوعة من الصلب لا يقل طولها عن ٣٠٠مم .

٧ – سحاحة زجاجية : (إذا تطلب الأمر) بحجم معلوم.

٨ – حوض مسطح لتجهيز العينات : مقاساته ١,٢ x ١,٢ م وعمق ٥٠ مم مصنوع من معدن لا يصدأ و بتخانة ١,٦مم.

٩ – جاروف بفتحة مربعة كما ورد فى اختبار رقم (٦-٢) – بالدليل شكل (٦-٢-٢).

٦-٩-٥ معايرة الوعاء

يوزن الوعاء فارغا ثم يوضع على سطح أفقي ويملأ بالماء عند درجة حرارة ٢٠ ± ٥°م بحيث لا يرتفع السطح المحدب للماء عن حافة الوعاء. يسحب حجم معلوم من الماء بواسطة السحاحة بالقدر الذي يسمح برفع الوعاء ووضعه فوق ميزان الطبلية بدون أي فقد للماء . يوزن الوعاء والماء و يضاف وزن الماء المسحوب لوزن الماء المتبقي في الوعاء. تحسب سعة الوعاء بقسمة وزن الماء المطلوب لملء الوعاء علي ١٠٠٠ كجم/م^3 لأقرب ٠,٠١ كجم. ويعبر عن السعة لأقرب ١٠ سم^3 . وتجرى هذه المعايرة عادة للتأكد من حجم الوعاء .

٦-٩-٦ العينات

٦-٩-١ اخذ العينة

توخذ عينة الخرسانة الطازجة بالطريقة المبينة بالاختبار رقم (٦-١) بالدليل ، ويراعى البدء في تعيين الكثافة في أسرع وقت ممكن بعد اخذ العينة.

٦-٩-٢ تجهيز العينة

تفـرغ العيـنة في الحوض المسطح لتجهيزها بحيث لا يترك ملتصقا بسطح الوعاء غير طبقة رقيقة من الأسمنت والماء . تخلط العينة جيدا في الحوض المسطح وذلك بجعلها على هيئة مخـروط ثـم يعـاد تقليـبها بالجاروف لتكون مخروطا جديدا وتكرر هذه العملية ثلاث مرات ويـراعى عـند عمـل كل مخروط ترسيب كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكـون الأجـزاء المـنزلقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان حتى لا يتزحزح مركز المخروط ، ثم يسطح المخروط الثالث بالإدخال المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماما من الخرسانة بعد كل مرة .

قـد يكـون ضـروريا الأخذ بالتعديلات الآتية عند تجهيز عينات الخرسانة ذات التشغيلية العالية جدا للاختبار (مثل الخرسانة المحتوية على إضافات فائقة السيولة).

١ – الحـوض المسـطح للعيـنة : يكـون ذا جوانـب رأسية أكبر لاحتواء العينة بدون حدوث أي إراقة للخرسانة أثناء الخلط .

٢ – خلـط العيـنة : تسـتبدل الطـريقة الآتـية بطـريقة الخلط بالتشكيل المخروطي للعينة : بعـد تفـريغ العيـنة فـي الحـوض المسـطح ، يستخدم الجاروف لتقليب الخرسانة من الخارج نحو مركز الحوض وذلك تدريجيا ولمرة واحدة لجميع جوانب الحوض.

٦-٩-٧ خطوات الاختبار

٦-٩-٧-١ ملء الوعاء

يمـلأ الوعـاء بالخرسانة بحيث يمكن التخلص من الهواء المحصور بقدر الإمكان (بدون إنقاص ملحوظ لكمية الهواء المحبوس ، إذا وجد) وبحيث يمكن دمك الخرسانة دمكاً كاملا بدون قـدر متزايد من الانفصال الحبيبي أو تجمع للحبيبات الناعمة على سطح الغينة . ولتحقيق ذلك توضـع الخرسـانة في الوعاء بواسطة الجاروف على ست طبقات لها نفس العمق تقريبا وتدمك كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضحة فى البنديـن (٦-٩-٧-٢) و(٦-٩-٧-٣) . بعـد دمـك الطـبقة العلـيا يسوى سطحها مع السطح العلوي للوعاء ، باستخدام مسـطرين التسـوية ثم تمرر المسطرة على السطح وينظف الوعاء من الخارج . يوزن الوعاء ومحـتوياته لأقرب ١٠ جرام ، ويطرح وزن الوعاء الفارغ ، ثم يحسب ويسجل وزن الخرسانة المدموكة دمكا كاملا لأقرب ١٠ جرام.

٦-٩-٧-٢ الدمك بقضيب الدمك

عند دمك كل طبقة بقضيب الدمك توزع ضربات قضيب الدمك بطريقة منتظمة على المقطع المستعرض للوعاء مع التأكد من أن قضيب الدمك لم يخترق بقدر ملحوظ أي طبقة سابقة ولم يصطدم بشدة مع قاع القالب عند دمك الطبقة الأولى . ويتوقف عدد الضربات المطلوبة لكل طبقة للوصول إلى الدمك الكامل لكل طبقة على تشغيلية الخرسانة وإن كان يجب ألا تقل عدد الضربات التي تتعرض لها الطبقة الواحدة في أي حالة عن ٦٠ ضربة . وتسجل عدد الضربات.

٦-٩-٧-٣ الدمك بالهزاز

عند دمك كل طبقة بهزاز آلي أو منضدة الاهتزاز يجب أن تستخدم الاهتزازات في أقل زمن يمكن منه دمك الخرسانة دمكا كاملا . وذلك لأن الهز الزائد قد يتسبب في زيادة الانفصال الحبيبي وتجمع المواد الناعمة على السطح وفقد الهواء المحبوس ، إذا وجد. وتتوقف المدة المطلوبة للهز على تشغيلية الخرسانة وكفاءة الهزاز، ويجب إيقاف الهز بمجرد ملاحظة النعومة النسبية والمظهر المزجج لسطح الخرسانة . ثم تسجل فترة الهز .

٦-٩-٨ الحساب وصياغة النتائج

٦-٩-٨-١ حساب الكثافة

تحسب الكثافة (D) بالكيلو جرام لكل متر^3 من المعادلة :

$$D = \frac{W}{V_v} \qquad (6\text{-}9\text{-}1)$$

حيث :

W = وزن عينة الخرسانة في الوعاء (كجم)

V_v = حجم الوعاء (م^3)

يعبر عن النتيجة لأقرب ١٠ كجم/م^3

٦-٩-٨-٢ حساب حجم الخرسانة للرسالة

يحسب حجم الخرسانة (V_c) المنتج للرسالة الواحدة بالمتر المكعب من المعادلة الآتية:

$$V_c = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_w}{D} \qquad (6\text{-}9\text{-}2)$$

حيث :

W_1 = وزن الأسمنت في الرسالة (كجم)

W_2 = وزن الرمل بالحالة المستخدمة في الرسالة (كجم)

W_3 = وزن الركام الكبير في الرسالة بالحالة المستخدمة (كجم)

W_w = وزن الماء المضاف للرسالة (كجم)

D = كثافة الخرسانة الطازجة المدموكة دمكا كاملا (كجم/م^3) يعبر عن النتيجة بدقة ١%

٦-٩-٨-٣ حساب محتوى الاسمنت

يحسب محتوى الأسمنت (C) بالكيلو جرام /م٣ للخرسانة الطازجة من إحدى المعادلتين الآتيين :

$$C = \frac{W_1}{V_c} \qquad (6\text{-}9\text{-}3)$$

$$C = \frac{DW_1}{W_1 + W_2 + W_3 + W_w} \qquad (6\text{-}9\text{-}4)$$

يعبر عن الناتج لأقرب ٥ كجم / م^3

٦-٩-٩ الاحتياطات

أ – يجب التأكد من إجراء الاختبار فور الانتهاء من عملية خلط الخرسانة ضمانا لدقة النتائج .

ب – يجب عدم الإفراط في هز الخرسانة في حالة الهز الآلى حتى لا يحدث انفصال حبيبي وبالتالي يؤثر علي دقة النتائج.

جـ – في حالة استخدام إضافات فائقة السيولة يجب الأخذ في الاعتبار طريقة تجهيز العينات.

٦-٩-١٠ التقرير

٦-٩-١٠-١ عام

يجب النص في التقرير أن تعيين الكثافة قد تم طبقا لطريقه هذا الاختبار (ملحق اختبارات الخرسانه الطازجه) كما يجب النص في التقرير عما إذا كانت شهادة أخذ العينة متوفرة من عدمه . وفى حالة توفر الشهادة فإنه يجب أن يزود التقرير بصورة منها .

٦-٩-١٠-٢ البيانات التي يتضمنها التقرير

أ – بيانات لازمة

يجب أن يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية:

- تاريخ وزمن ومكان أخذ العينة.
- زمن ومكان عمل الاختبار.
- سعة الوعاء و آخر تاريخ للمعايرة .

- طريقة الدمك (يدوي أو آلى) متضمنة نوع الأجهزة المستخدمة وعدد ضربات قضيب الدمك أو زمن الهز.
- كثافة العينة المدموكة.
- اسم الشخص الذي أجرى الاختبار.

ب - بيانات اختيارية

يمكن أن يتضمن تقرير الاختبار البيانات الآتية عند الطلب :

- اسم المشروع والمكان الذي استخدمت فيه الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة أو التسليم في الموقع.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة المقاومة ومحتوى الماء...).
- قابلية الخرسانة للتشغيل مقاسه بإحدى الاختبارات القياسية.
- حجم الخرسانة للرسالة الواحدة.
- محتوى الأسمنت فى لخرسانة .

٦-٩-١١ المراجع

- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .

- ASTM C 138 - 92 " Test for unit weight, yield, and air content (Gravimetric) of concrete "

٦-١٠ اختبار مقاومة الاختراق لتعيين زمن شك الخرسانة
Test Method for Determination of Concrete Setting Time by Penetration Resistance

٦-١٠-١ عـــام

تختص هذه الطريقة بتعيين زمن شك الخرسانة التي يزيد هبوطها عن صفر وذلك باختبار المونـــه المـــنخولة مـــن خلـــيط الخرســـانة وتعتبر هذه الطريقة مناسبة للاستخدام عندما تعطي اختـــبارات مونه الخرسانة البيانات المطلوبة ، وحيث أن تصلد الخرسانة هو تفاعل تدريجي فإن أي تعـــريف لزمـــن الشـــك لابد وأن يكون عرفياً وعلى مستخدم هذه الطريقة اختيار درجات الحـــرارة التـــي ســـتحفظ فـــيها العيـــنات أثناء اختبارها. ويتحدد زمنا الشك الابتدائي والنهائي للخرسانة طبقاً لهذه الطريقة على أساس اختبار معدل تصلد المونة المخلوطة من خليط الخرسانة وذلـــك بقـــياس مقاومـــة هذه المونه للاختراق . وتستخدم هذه الطريقة لدراسة تأثير المتغيرات المختلفة من حرارة وأسمنت ونسبة الخلطة الخرسانية والإضافات على شك وتصلد الخرسانة.

٦-١٠-٢ الهدف

يجـــري هـــذا الاختبار لتحديد زمن الشك الابتدائي والنهائي للخرسانة ويجري على المونه المـــنخولة من الخرسانة ، ويستخدم هذا الاختبار بهدف مقارنة تأثير العوامل المختلفة على تصلد الخرسانة.

٦-١٠-٣ التعاريف

- زمن الشك الابتدائي

هـــو الزمـــن الـــذي ينقضي من لحظة إضافة الماء للأسمنت إلى اللحظة التي تصل فيها مقاومة المونة المنخولة من الخرسانة للاختراق إلى ٣,٥ نيوتن/مم^{٢} .

- زمن الشك النهائي

هـــو الزمـــن الـــذي ينقضي من لحظة إضافة الماء للأسمنت إلى اللحظة التي تصل فيها مقاومة المونة المنخولة من الخرسانة للاختراق إلى ٢٧,٦ نيوتن/مم^{٢}.

٦-١٠-٤ الأجهزة

١ – أوعية عينات المونة : تكون هذه الأوعية جاسئة لا تنفذ ولا تمتص الماء خالية من الزيت، ذات مقطع أسطواني أو قائم الزوايا ، ولا تقل أبعادها المستعرضة وارتفاعها عن ١٥٢مم .

٢ – جهـــاز مقاومة الاختراق : جهاز يحتوي على ياي لقياس مقاومة الاختراق بتدريج يبدأ من ٤٥ نيوتـــن يـــزداد تدريجياً بمعدل ٩ نيوتن أو أقل حتى ٥٨٠ نيوتن ، أو جهاز به مقياس للضـــغط ذو ســـعة من ٦٧٠ إلى ٨٩٠ نيوتن بتدريج ٩ نيوتن. ويكون الجهاز مزوداً بإبر للاخـــتراق يســـهل استبدالها وذلك بمساحات التحميل الاتية: ١٦، ٣٢، ٦٥، ١٦١، ٣٢٣، ٦٤٥ مم^{٢} .

ويجب أن يكون لكل إبرة خدش بكامل محيطها على مسافة ٢٥مم من سطح التحميل. كما يجب ألا يزيد طول الإبرة ذات المساحة ١٦مم٢ عن ٨٩ مم وذلك للحد من الانثناء.

٣ – قضـــيب الدمك : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض مستدير بقطر ١٦ مم وطول ٦٠٠ مم ونهاية مستديرة نصف كروية الشكل بقطر ١٦ مم

٤ – ماصة : ماصة أو أي جهاز مناسب لامتصاص الماء الزائد من سطح العينات المختبرة.

٦–١٠–٥ العينات

١ – تخـــتار كمـــية من خليط الخرسانة المراد اختبارها بحيث تكفي لملء الأوعية بعمق لا يقل عن ١٤٠ مم.

٢ – يـــتم فصـــل المونة من الخرسانة بالنخل على منخل ٤,٧٦ مم وذلك على سطح غير منفذ للماء.

٣ – تخلـــط عينة المونة بطريقة يدوية على نفس السطح الذي نخلت عليه ثم توضع في الوعاء أو الأوعـــية ، وتدمـــك بواســـطة قضيب الدمك والذي يكون في الوضع الذي يمكن طرفه المســـتدير مـــن اختراق العينة . تدمك المونة مرة لكل ٦٤٥ مم^{٢} من السطح العلوي للعينة على أن تكون الضربات موزعة بانتظام على المقطع المستعرض للعينة. بعد انتهاء عملية الدمـــك ، يطـــرق بـــرفق على جوانب الأوعية بواسطة قضيب الدمك لغلق الفراغات التي تخلفـــت عن قضيب الدمك ولتسوية سطح العينة. وعند نهاية تحضير العينة يجب أن يكون ســـطح المونـــة تحت الحرف العلوي للوعاء بمقدار ١٣مم على الأقل وذلك لتوفير الفراغ اللازم لتجميع وإزالـــة ماء النضح ولمنع التصاق المونة بالغطاء الواقي والموصف في بند (٦–١٠–٦).

٤ – تخزين عينات المونة

تخزن العينات عند درجة الحرارة المراد إجراء الاختبار عندها وذلك فى مكان محمى من أشـــعة الشمس. ولمنع تبخر الماء بشكل زائد تغطي العينات بمادة مناسبة مثل الخيش المبلول أو

بغطـــاء محـــكم غير منفذ للماء وذلك طوال فترة الاختبار ، فيما عدا الأوقات التي يتم عندها إزالة ماء النضح أو إجراء اختبار الاختراق.

٥ – عدد العينات

تحضـــر ثلاث كميات منفصلة على الأقل لكل حالة يراد اختبارها ، ويجرى اختبار معدل التصـــلد علـــى كـــل كمية . ويكون تحضير هذه الكميات بعدد متساو لكل حالة في نفس اليوم. وعـــندما يـــتعذر عمـــل اختـــبار واحد على الأقل على كل متغير في نفس اليوم ، يستكمل خلط الكمـــيات اللازمـــة للحـــالات المخـــتلفة خلال أيام قليلة بقدر الإمكان ، على أن يعاد عمل أحد الخلطات يومياً وذلك لتكون أساساً للمقارنة.

٦-١٠-٦ خطوات الاختبار

١ – يزال ماء النضح من سطح عينة المونة قبل إجراء اختبار الاختراق مباشرة بواسطة ماصة أو أي جهاز مناسب ، ولتسهيل هذه الخطوة تميل العينة بعناية حتى زاوية ١٢° مع الاتجاه الرأسي وذلك بوضع تخانة مناسبة تحت أحد الجوانب على أن يتم هذا قبل بدء عملية إزالة الماء بدقيقتين.

٢ – تثبـــت الإبـــرة التي يناسب قطرها درجة تصلد عينة المونة في جهاز الاختراق ، ويوضع الجهاز في الوضع الرأسي الذي يمكن الأبرة من ملامسة سطح العينة. يضغط على الجهاز تدريجـــياً حتى يصل اختراق الأبرة إلى عمق ٢٥ مم والذي يستدل عليه بالعلامة المحفورة علـــى محيط الإبرة. ويجب أن يستغرق الاختراق إلى هذا العمق حوالي ١٠ ثوان. تسجل القـــوة التـــي تطلبها الاختراق ووقت الاختبار محسوباً على أساس الوقت الذي انقضى من لحظـــة إضـــافة الماء للأسمنت. وعند إجراء أي اختبار للاختراق ، يجب التأكد من تجنب جوانـــب الوعاء والأماكن التي تأثرت بالقراءات السابقة ، ويكون هذا بألا تقل المسافة بين الأبـــرة وجانب الوعاء عن ٢٥مم وبين أي اختبارين عن ضعف قطر الابرة المستخدمة أو ١٣مم أيهما أكثر.

٣ – تؤخـــذ القـــراءات كل ساعة وذلك في حالة الخلطات ودرجات الحرارة العادية ، وفي هذه الحالة يبدأ أخذ قراءات الشك الابتدائي بعد انقضاء ٣ إلى ٤ ساعات من لحظة إضافة الماء للخلطـــة. أمـــا بالنســـبة للخلطات سريعة التصلد أو درجات الحرارة المرتفعة فينصح بأخذ قراءات الشك الابتدائي بعد ساعة أو ساعتين وبألا يزيد الفارق الزمني بين ما يتبع هذا من اختـــبارات عـــن ٢/١ ســـاعة. أمـــا في حالة الخلطات بطيئة التصلد أو درجات الحرارة المنخفضـــة فقـــد يصل وقت اختبار الشك الابتدائي من ٤ إلى ٦ ساعات أو أكثر ، هذا مع

فـــارق زمني بين القراءات من ٢/١ ساعة إلى ساعة تبعاً لمعدل الزيادة في مقاومة العينة للاختراق .

٤ – يجـــب ألا تقـــل قراءات الاختراق في الاختبار الواحد عن ست قراءات وأن يكون الفارق الزمني بين هذه القراءات منتظماً بحيث تظهر على شكل نقط متساوية التباعد على المنحنى الخـــاص بمعـــدل تصـــلد العيـــنة. ويجب الاستمرار في أخذ القراءات حتى تصل مقاومة الاختراق إلى ٢٧,٦ نيوتن/مم^{٢}.

٦-١٠-٧ الحسابات

تحســـب مقاومـــة الاخـــتراق (نيوتن/مم^{٢}) وذلك كالقوة المطلوبة لإحداث اختراق للإبرة وقدره ٢٥مم مقسومة على مساحة سطح تحميل الإبرة.

٦-١٠-٨ الدقة

أ – وجـــد أن معـــامل الاختلاف للعامل الواحد عند تعيين زمن الشك الابتدائي يكون مساوياً لـــ ٧,١٠ % ، لهـــذا فإنه يجب ألا يزيد مدى النتائج التي يحصل عليها لثلاث كميات من نفس المـــواد بواسطة نفس العامل وباستخدام نفس الجهاز في ثلاثة أيام مختلفة عن ٢٣ % من متوسط هذه النتائج.

ب – وجـــد أن معـــامل الاخـــتلاف بين نتائج المعامل المختلفة عند تعيين زمن الشك الابتدائي والمحســـوب على أساس متوسط ثلاثه اختبارات يكون مساويا لـــ ٥,٢ % لهذا فإنه يجب ألا يزيد اختلاف نتائج معملين مختلفين لنفس المواد عن ١٥ % من متوسط هذه النتائج.

جـــ – وجد أن معامل الاختلاف للعامل الواحد عند تعيين زمن الشك النهائي يكون مساوياً لـــ ٤,٧٠ % ، لهـــذا فإنه يجب ألا يزيد مدى النتائج التي يحصل عليها لثلاث كميات من نفس المـــواد بواسطـــة نفس العامل وباستخدام نفس الجهاز في ثلاثـــة أيام مختلفة عن ١٦ % من متوسط هذه النتائج.

د – وجـــد أن معامل الاختلاف بين المعامل المختلفة عند تعيين زمن الشك النهائي والمحسوب علـــى أســـاس متوسط ثلاثة اختبارات يكون مساوياً لـــ ٤,٥ % ، لهذا فإنه يجب ألا يزيد اختلاف نتائج معملين مختلفين لنفس المواد عن ١٣ % من متوسط هذه النتائج.

٦-١٠-٩ أخطاء شائعة والاحتياطات

١ – عـــدم الاهـــتمام بتثبيت درجة الحرارة والرطوبة النسبية خلال مراحل الاختبار يؤدي الى عـــدم الحصول على دقة عالية وعدم القدرة على المقارنة بين النتائج المختلفة. لذلك يجب الاهتمام بثبات الحرارة والرطوبة أثناء الاختبار.

٢ – يجب فصل المونة من الخرسانة اللازمة للاختبار في أسرع وقت بعد مرحلة الصب.

٣ – يجب فصل الركام الكبير عن المونة بواسطة النخل ولا يصح عمل المونة نفسها للاختبار لأن ذلك يؤدي الى اختلاف كبير عن مضمون الاختبار وبالتالي في قيمة النتائج.

٦-١٠-١٠ التقرير

يجب أن يشتمل التقرير على الآتي :

أ – بيانات عن الخلطة الخرسانية

– نوع ونسب الأسمنت ، الركام الصغير ، والركام الكبير (بما فيه المقاس الاعتباري الأكبر وتدرج الركام) ونسبة محتوى الماء الصافي لمحتوى الأسمنت.

– اسم ونوعية ونسبة المواد الفعالة لأي إضافات مستخدمة كنسبة من وزن الأسمنت.

– محتوى الهواء للخرسانة الطازجة وطريقة تعيين هذا المحتوى.

– قوام الخرسانة كما يحدده الهبوط أو أي اختبار آخر للقوام.

– درجة حرارة المونة بعد عملية النخل.

– تسجيل لدرجات الحرارة طوال فترة إجراء الاختبار.

– تاريخ الاختبار .

ب – المنحنيات

لكل متغير وحالة للخرسانة كما هو موصف في البند (٦-١٠-٦) ، ترسم نتائج كل اختبار من ثلاثه اختبارات لمعدل التصلد أو أكثر على حدة ، على أن يوضح الإحداثي الرأسى مقاومة الاختراق بنيوتن/مم^{٢} بينما يوضح الأحداثي الأفقي الأوقات المنقضية بالساعات والدقائق. ويجب ألا تمثل الـ ٣,٥ نيوتن/مم^{٢} والساعة بأقل من ١٣ مم على هذه المنحنيات.

جـ – زمن الشك

يحسب زمنا الشك الابتدائي والنهائي كما هما معرفان في البند (٦-١٠-٣) ، من متوسط الأوقات المنقضية ، كما تحددها المنحنيات المرسومة طبقاً للبند (٦-١٠-٦) والتي تصل عندها مقاومة الاختراق إلى ٣,٥ نيوتن/مم^{٢} و ٢٧,٦ نيوتن/مم^{٢} على التوالي.

٦-١٠-١١ حدود القبول والرفض

لا توجد حدود ثابتة سواء للقبول أو للرفض حيث أن الحدود تتوقف على عوامل كثيرة منها درجة الحرارة والرطوبة ونوع الأسمنت والإضافة المستخدمة ومكونات الخرسانة.

٦-١٠-١٢ المراجع

- الاختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .

- ASTM C 403 - 92 " Test time of setting of concrete mixture by penetration resistance "

٦-١١ طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة
Preparation of Concrete Test Cubes

٦-١١-١ عـــام

تصـف هـذه الطريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة بمقياس ١٥٠ مم لضـلع المكعـب. تسـتخدم هـذه الطـريقة في حالة الخرسانة العادية وذات الهواء المحبوس والخرسـانة المصـنعة من الركام الخفيف أو العادي أو الثقيل ، ذى مقاس اعتباري لا يزيد عن ٤٠ مـم. ولا تستخدم هذه الطريقة للخرسانة المهواة والخرسانة ذات القوام الصلب جداً التي لا يمكن دمكها بالاهتزاز فقط والخرسانة التي ليس بها ركام صغير

٦-١١-٢ الهدف

تسـتخدم هذه الطريقة لإعداد مكعبات من الخرسانة المتصلدة بهدف إجراء اختبار مقاومة الضغط أو كجزء من إجراءات ضبط الجودة للخرسانة أثناء تنفيذ أعمال الخرسانه.

٦-١١-٣ الأجهزة

١ – القالـب : تكـون جوانـب القالـب مـن معـدن حديدي (يفضل الحديد الزهر أو الصلب المصـبوب) علـى ألا تقل صلادة كل وجه من الأوجه الداخلية عن قيمة صلادة روكويل (بمقـياس ب) ٩٥ طبقا للمواصفات القياسية المصرية رقم ٩١٣ ويتضمن القالب لوح قاعدة من الصلب يسهل فصله.

تكون جميع أجزاء القالب متينة حيث تمنع حدوث تشوهات ويراعى قبل تجميعها للاستعمال أن تغطـى الوصلات بين جوانب القالب ، وبينها وبين لوح القاعدة بطبقة رقيقة من الزيت أو الشـحم لمنع نفاذ الماء ، وبعد التجميع يجب أن تكون أجزاء القالب متماسكة بإحكام في مكانهـا تمامـاً لمنع التسرب من القالب ، وتغطى الأسطح الداخلية للقالب بطبقة رقيقة من مـادة مانعة لالتصاق الخرسانة بها . يلزم وجود علامة كودية واضحة على كل جانب من جزأى القالب ليمكن تجميع القالب تجميعا صحيحاً.

يجـب تجديـد القالب أو عدم استخدامه إذا زاد التفاوت في المقاسات عن ضعف التفاوتات المسموح بها حيث يسمح عند تجميع القالب الجديد بالتفاوتات التالية :

أ – المقاسات : يكون المقاس الاعتباري لكل من عمق القالب والمسافة بين وجهي الأسطح الجانبية المتقابلة (الداخلية) محسوباً على أساس متوسط أربع مقاسات متماثلة في الحدود ١٥٠ +١٥٠,٠مم

ب – استواء الوجه : لا يزيد حدود التفاوت لاستواء السطح للوجه الداخلي لكل جانب من جوانب القالب على ٠,٠٣ مم ، ولا يزيد التفاوت لأي من أوجه الوصلات أو السطح السفلي لجوانب القالب المجمعة أو السطح العلوي للوح القاعدة على ٠,٠٦ مم .

جـ – تعامد محور القالب مع لوح القاعدة : يكون التفاوت في تعامد السطح الداخلي لكل جانب من جوانب القالب بالنسبة لسطح القاعدة السفلي أو الأسطح الداخلية للجوانب المجاورة كأساس للقياس ٠,٥ درجة .

د – التوازي : يكون التفاوت المسموح به في الوجه العلوي للقالب ١مم بالنسبة للسطح السفلي كأساس للقياس .

٢ – الجاروف : جاروف بعرض ١٠٠ مم تقريباً .

٣ – قضيب الدمك أو مطرقة الهز : يصنع قضيب الدمك من قضيب حديدي وزنه ١,٨ كجم وبطول ٣٨٠ مم بمقطع مربع طول ضلعه ٢٥ مم أو يستخدم مطرقة هز أو منضدة هز مناسبة .

٤ – مسطرين تسوية

٥ – حوض مسطح لتجهيز العينات : مقاساته ١,٢ م × ١,٢ م بعمق ٥٠ مم يصنع من معدن غير قابل للصدأ بتخانة ١,٦مم.

٦ – جاروف بفتحة مربعة طبقاً للاختبار رقم (٦-٢) بالدليل – شكل (٦-٢-٢).

٦-١١-٤ طريقة أخذ العينة

تؤخذ العينة للخرسانة الطازجة طبقاً للخطوات المبينة بالإختبار رقم (٦-١) بالدليل الخاصة بطريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة في الموقع ثم يبدأ عمل المكعبات بعد أخذ العينة بسرعة بقدر الإمكان.

٦-١١-٥ تجهيز عينة الاختبار

تفرغ العينة المبينة في بند (٦-١١-٤) في الحوض المسطح لتجهيز الاختبار ، مع التأكد من ألا يترك ملتصقاً بالوعاء المفرغة منه العينة غير طبقة رقيقة من الأسمنت و الماء، ثم تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطا ناقصا على الحوض المسطح. وتقلب ثانية بالجاروف لتكون مخروطا جديدا وتكرر العملية ثلاث مرات. يراعى عند عمل المخروط وضع خرسانة كل جاروف عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط . يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة. وعند تحضير عينات الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل (مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة الليونة) ، يكون من الضروري تعديل خطوات الخلط كالآتي :

أ – الحوض المسطح لتجهيز العينات : تكون الجوانب الرأسية للحوض كبيرة بالدرجة التي تمنع حدوث أي فقد للعينة.

ب–خلط العينة : خطوات الخلط بعمل المخروط الموضحة في بند (٦-١١-٥) لا تلائم الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل ولذلك يوصى بطريقة الخلط البديلة الآتية :

عند صب الخرسانة في الحوض المسطح لتجهيز العينات ، يستخدم الجاروف لتقليب الخرسانة من الخارج نحو المركز وذلك حول جميع جوانب الحوض المسطح لتجهيز العينات.

٦-١١-٦ خطوات العمل

١ – ملء القالب

يوضع القالب على سطح جاسئ أفقي أو على منضدة الاهتزاز ، ثم يملأ بالخرسانة بحيث تطرد أكبر كمية من الهواء المحسور بقدر الإمكان بدون تقليل كمية الهواء المحبوس في حالة وجوده ، يجرى دمك كامل للخرسانة دون حدوث الانفصال الحبيبي أو وجود زبد الأسمنت على سطح الخرسانة ويتم ذلك بوضع الخرسانة في القالب بواسطة الجاروف على طبقات ارتفاع كل منها ٥٠ مم على أن تدمك كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضحة بالبندين (٦-١١-٦-٢) و (٦-١١-٦-٣) . وبعد دمك الطبقة العليا يسوى سطحها مع منسوب قمة القالب باستخدام مسطرين التسوية ثم تنظف أسطح القالب الخارجية .

٢ – الدمك باستخدام قضيب الدمك

عـند دمـك كل طبقة بقضيب الدمك توزع الضربات بالتساوي على المقطع المستعرض بالقالب مع التأكد من أن قضيب الدمك لم يخترق بقدر ملحوظ أي طبقة سابقة أو لم يصطدم بقاع القالـب عـند دمك الطبقة الأولى ويتوقف عدد الضربات اللازمة لخرسانة كل طبقة على قابلية التشـغيل للخرسانة على ألا يقل عدد الضربات عن ٣٠ ضربة لكل طبقة إلا في حالة الخرسانة عالية التشغيلية جداً ويسجل عدد الضربات .

٣ – الدمك باستخدام الهزاز

يـراعى أن يكون زمن الهز عند استخدام مطرقة الهز أو منضدة الهز أقل ما يمكن بحيث تصـبح الخرسانة مدموكة دمكاً كاملاً مع مراعاة أن الهز الزائد قد يتسبب في الانفصال الحبيبي وتكـون زبـد الأسمنت أو فقد في الهواء المحبوس إن وجد ، وتتوقف الفترة المطلوبة للهز على قابلية التشغيل للخرسانة ومدى كفاءة الهزاز. ويجب إيقاف الهز بمجرد ملاحظة النعومة النسبية والمظهر المزجج لسطح الخرسانة ويتم تسجيل زمن الهز .

٤ – حفظ العينات ومعالجتها :

تـتم كمـا جاء ذكره فى هذا الدليل. ويلاحظ أن قابلية التشغيل للخلطة الخرسانة تتغير مع الزمـن نتيجة تميؤ الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضاً احتمال فقد الرطوبة لذلك يجب عمـل اختـبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد الخلط إذا أريد الحصول على نتائج للمقارنة.

٦-١١-٧ أخطاء شائعة والاحتياطات

- عدم أخذ عينة ممثلة للخرسانة يؤدى إلى اختلاف نتائج الاختبار عن واقع الخرسانة.
- يجب أن يتم التحقق دائما من تجميع نفس أجزاء القالب بعد الاستخدام حيث يؤدي عدم تجميع نفس الأجزاء إلى اختلاف الأبعاد والزوايا.
- يجـب أن يتم دمك العينة داخل القالب بقضيب الدمك القياسي حيث يؤدي استخدام أي وسيلة أخرى مثل أسياخ الصلب إلى إختلاف في النتائج.

٦-١١-٨ التقرير

٦-١١-٨-١ عـــام

يجـــب أن يؤكد التقرير أن المكعبات أعدت طبقاً لمتطلبات هذا الدليل ويذكر التقرير ما إذا كانت شهادة تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة يزود التقرير بصورة منها .

٦-١١-٨-٢ محتويات التقرير

أ – بيانات لازمة

يجب أن يتضمن تقرير الاختبار البيانات الآتية:

- تاريخ وزمن الانتهاء ومكان وطريقة تجهيز العينة والرقم المميز للعينة (مجموعة المكعبات).
- وقت ومكان عمل المكعبات.
- العدد والمقاس الاعتباري للمكعبات.
- طـــريقة الدمـــك (يدوي أو بالاهتزاز) ونوع المعدات المستخدمة و عدد الضربات لقضيب الدمك أو فترة الاهتزاز.
- الرقم المميز للمكعبات أو التعريف الكودي لها.
- اسم القائم بعمل المكعبات.
- شهادة تفيد بأن المكعبات أعدت طبقاً لمتطلبات هذا الدليل.

ب – بيانات اختيارية

يتضمن التقرير البيانات الآتية عند الطلب:

- اسم المشروع والمكان المستخدم به الخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة أو تسليمها للموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة المقاومة).
- تشغيلية الخرسانة.
- كمية الهواء بالخرسانة (إذا كانت الخرسانة ذات الهواء المحبوس).
- العمر أو الأعمار التي عندها تختبر المكعبات.

٦-١١-٩ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٩٩١/١٦٥٨ الجزء الخامس : طريقة عمل مكعبات الاختبار من الخرسانة.
- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٩٦٧/٩١٣ اختبار صلادة الصلب بطريقه روكويل (مقياس ب و ج)
- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (٦-١٤) : طريقة المعالجة لعينات اختبار الخرسانة فى المعمل .
- BS 1881 : Part 108 : 1983 " Method for making test cubes from fresh concrete "

٦-١٢ طريقه تحضير أسطوانات الاختبار من الخرسانة الطازجه
Preparation of Concrete Test Cylinders

٦-١٢-١ عـــــام

تصـــف هـــذه الطـــريقة تحضير أسطوانات الاختبار من الخرسانة الطازجة ذات مقاسات اســـمية ١٥٠ مم قطر و ٣٠٠ مم ارتفاع أو ١٠٠مم قطر و ٢٠٠ ارتفاع. تستخدم هذه الطريقة في حالة الخرسانة العادية وذات الهواء المحبوس المصنعة من الركام الخفيف أو العادي أو ثقيل الـــوزن بمقاس اعتباري لا يزيد عن ٢٠ مم في حالة الأسطوانـــة ذات قطر ١٠٠مم و لا يزيد عـــن ٤٠ مم في حاله الأسطوانة ذات قطر ١٥٠مم. لا تستخدم هذه الطريقة للخرسانة المهواة والخرســـانة ذات القـــوام الصلب جداً التي لا يمكن دمكها بالاهتزاز فقط والخرسانة الخاليه من ركام صغير.

٦-١٢-٢ الهدف

تســـتخدم هـــذه الطريقة لإعداد أسطوانات من الخرسانة بهدف اختبار العديد من الخواص الهندســـية للخرســـانة المتصلدة ومنها مقاومة الضغط للخرسانة واختبار الشد غير مباشر وتحديد معايـــر المـــرونة الاستاتيكي للخرسانة. والجدير بالذكر أن مقاومة الضغط للخرسانة في الشكل الأسطواني تقل عن مقاومة نفس الخرسانة في شكل المكعب.

٦-١٢-٣ الأجهزة

١ – القالـــب : القالـــب عـــبارة عن أسطوانة ولوح من معدن حديدي (يفضل الحديد الزهر أو الصـــلب المصـــبوب). يعـــد القالـــب بحيث يمكن فصله طوليا لتسهيل إخراج الأسطوانة الخرسانية، على ألا تقل صلادة السطح العلوي للوح القاعدة عن قيمة صلادة روكويل ٩٥ (بمقـــياس ب) عند تعيينها طبقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم ٩١٣. يراعى أن تكون جمـــيع أجـــزاء القالـــب متينـــة تمنع حدوث تشوهات على أن تغطي جميع الوصلات قبل الاســـتعمال بطبقة رقيقة من الزيت أو الشحم لمنع نفاذ الماء ، وبعد التجميع يجب أن تكون أجـــزاء القالـــب متماسكه بإحكام في مكانها تماماً لتمنع التسرب من القالب ويجب أن تغطى الأسطح الداخلية للقالب بطبقة رقيقة من مادة مانعة لالتصاق الخرسانة بها.

يلـــزم وجـــود علامة كودية واضحة على كل جانب من جزئي القالب لتسهيل عملية إعادة تجمـــيع أجزاء القالب تجميعاً صحيحاً. يجب تجديد القالب أو عدم استخدامه إذا زاد التفاوت

فـــي المقاســـات عن ضعف التفاوت المسموح به حيث يسمح عند تجميع القالب الجديد بقيم التفاوت التالية:

أ – المقاســـات : يكون القطر الداخلي الاعتباري للقالب الأسطواني في حدود ١٥٠ ± ٠,١٥ مم أو (١٠٠ ± ٠,١٥ مـــم). وتتعين قيمة مقاس ذلك القطر من متوسط ٦ قراءات وهي عبارة عن قراءتين متعامدتين عند ثلاثة مقاطع للقالب متماثلة مع محوره.

ب – اســـتواء الوجه : لا يزيد التفاوت في استواء السطح العلوي للوح القاعدة عن ٠,٠٣ مم ، وللســـطح العلـــوي والسفلي من حافتي الاسطوانة عن ٠,٠٦ مم لكل ١٥٠ مم ، و بالنسبة لأوجـــه الوصـــلة الطولية بين جزأى القالب لا يزيد عن ٠,٠٦ مم لكل ١٥٠ مم طول ولا يزيد عن ٠,١٥ مم للطول الكلي.

جـ – تعـــامد محور القالب مع لوح القاعدة : لا يزيد ميل محور الاسطوانة عن ٠,٥ درجة عن الخط المتعامد على السطح العلوى لقاعدة الاسطوانة العلوية كأساس للقياس.

د – الـــتوازي : لا يزيد التفاوت في توازي الوجه العلوي للقالب الأسطواني عن ١ مم بالنسبة للسطح السفلي للقالب كأساس للقياس.

هـ – الأسطوانية : لا يزيد التفاوت المسموح به لمدى الأسطوانية لسطح الأسطوانة الداخلي عن ٠,٥ مم.

٢ – الجاروف : جاروف بعرض ١٠٠ مم تقريباً.

٣ – قضـــيب الدمـــك أو مطرقة الهز أو منضدة الهز: يصنع قضيب الدمك من قضيب حديدي وزنـــه ١,٨ كجم وبطول ٣٨٠مم بمقطع مربع طول ضلعه ٢٥ مم أو يستخدم مطرقة هز أو منضدة هز مناسبة.

٤ – مسطرين تسوية

٥ – حـــوض مسطح لتجهيز العينات : مقاساته ١,٢ م × ١,٢ م بعمق ٥٠مم يصنع من معدن غير قابل للصدأ بتخانة لا تقل عن ١,٦ مم.

٦ – جاروف بفتحة مربعة

٧ – لوح التغطية الزجاجي : يستخدم عند تغطية الأسطوانة الخرسانية وهي في الحالة الطازجة بالمونة الأسمنتية طبقاً للبند (٦-١٢-٧-١)، كما يستخدم اللوح الزجاجي أيضاً عند تغطية الأسطوانة الخرسانية المتصلدة بالمونة الأسمنتية طبقاً للبند (٦-١٢-٧-١).

٨ – طوق الصلب : يستخدم عند تغطية الأسطوانة الخرسانية المتصلدة بالمونة الأسمنتية طبقاً للبند (٦-١٢-٧-١)، على أن تكون حافته مستوية مناسبة للتغطية التي تتطلب استخدام اللوح الزجاجي المذكور في بند (٦-١٢-٣-٧).

٩ – اللوح الصلب : يستخدم عند تغطية الأسطوانة الخرسانية المتصلدة بمونة الكبريت بحيث تتفق حالة سطح اللوح المواجه للمونة مع التفاوت المذكور في بند (٦-١٢-٣-١).

٦-١٢-٤ طريقة أخذ العينة

تؤخذ العينة للخرسانة الطازجة طبقاً للخطوات المبينة بالإختبار رقم (٦-١) بالدليل. ثم يبدأ عمل الأسطوانة بعد أخذ العينة بسرعة بقدر الإمكان.

٦-١٢-٥ تجهيز عينة الاختبار

- تفرغ العينة المبينة في بند (٦-١٢-٤) في الحوض المسطح لتجهيزها للاختبار ، مع التأكد من ألا يترك ملتصقاً بالوعاء المفرغة منه العينة غير طبقة رقيقة من الأسمنت و الماء.
- تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطاً ناقصاً على الحوض المسطح لتجهيز العينات.
- تقلب العينة بالجاروف لتكون به مخروطا جديدا وتكرر هذه العملية ثلاث مرات يراعى عند عمل المخروط وضع خرسانة كل جاروف عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط.يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة ويجب ملاحظة ضرورة أن يتم تعديل خطوات الخلط كالتالي عند تحضير عينات الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل (مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة اللدونة).

أ – الحوض المسطح لتجهيز العينات : يجب أن تكون الجوانب الرأسية للحوض كبيرة بالدرجة التي تمنع حدوث أي فقد للعينة أثناء الخلط.

ب – خلـــط العيـــنة : خطوات الخلط بعمل المخروط لا تلائم الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل ولذلك يوصى بطريقة الخلط البديلة الآتية:

عـــند صـــب الخرســـانة فـــي الحوض المسطح لتجهيز العينات يستخدم الجاروف لتقليب الخرسانة من الخارج نحو المركز وذلك حول جميع جوانب الحوض المسطح لتجهيز العينات.

٦-١٢-٦ خطوات العمل

١ – ملء القالب

يوضع القالب على سطح جاسئ أفقي أو على منضدة الاهتزاز ، ثم يملأ بالخرسانة بحيث تـــزال أكـــبر كميـــة من الهواء المحصور بقدر الإمكان بدون تقليل كمية الهواء المحبوس(في حالة وجوده) وإجراء دمك كامل للخرسانة دون حدوث الانفصال الحبيبي أو وجود زبد الأسمنت علـــى ســـطح الخرســـانة ، ويتم ذلك بوضع الخرسانة في القالب بواسطة الجاروف على طبقات عمـــق كـــل طـــبقة ٥٠ مم على أن تدمك كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضـــحة بالبندين (٦-١٢-٦-٢) و (٦-١٢-٦-٣) . وبعد دمك الطبقة العليا يسوى سطحها مع منسوب قمة القالب باستخدام مسطرين التسوية ثم ينظف سطح القالب الخارجي.

٢ – الدمك باستخدام قضيب الدمك

عـــند دمـــك كل طبقة بقضيب الدمك توزع الضربات بالتساوي على المقطع المستعرض للقالـــب مع التأكد من أن قضيب الدمك لم يخترق بقدر ملحوظ أي طبقة سابقة ولم يصطدم بقوة بقـــاع القالب عند دمك الطبقة الأولى. ويتوقف عدد الضربات اللازمة للدمك التام لكل طبقة على قابلية التشغيل للخرسانة بحيث لا يقل عدد الضربات اللازمة لكل طبقة عن ٢٠ ضربة (فى حالة الأسطوانة ذات قطر ١٠٠ مم) أو ٣٠ ضربة (فى حالة الأسطوانة ذات قطر ١٥٠ مم) إلا في حالة الخرسانة عالية التشغيلية جداً ويسجل عدد الضربات.

٣ – الدمك باستخدام الهزاز

يـــراعى أن يكـــون زمـــن الهـــز عند استخدام مطرقة أو منضدة الهز أقل ما يمكن لجعل الخرسانة مدموكة دمكاً تاماً ، مع مراعاة تجنب الهز الزائد الذي قد يتسبب في حدوث الانفصال الحبيبـــي وتكـــون طبقة من زبد الأسمنت ، أو فقد في الهواء المحبوس إذا وجد. وتتوقف الفترة المطلوبـــة للهـــز علـــى قابلـــية تشغيل الخرسانة ومدى كفاءة الهزاز ويجب إيقاف الهز بمجرد ملاحظة النعومة النسبية والمظهر المزجج لسطح الخرسانة ويتم تسجيل زمن الهز.

تتغير قابلية التشغيل للخلطة الخرسانية مع الزمن نتيجة تميؤ الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضاً احتمال فقد الرطوبة. ويجب لذلك عمل اختبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد الخلط للحصول على نتائج للمقارنة.

٦-١٢-٧ تجهيز السطح العلوي للأسطوانة

٦-١٢-٧-١ طريقة التجهيز

تستوقف طريقة تجهيز السطح العلوي للأسطوانة على نوع الاختبار المستخدم فيه هذه الاسطوانة الخرسانية وذلك كما يلى :

أ – التجهيز لاختبار الشد بالانفلاق

يتم تسوية السطح العلوي للأسطوانة مع مستوى قمة القالب باستخدام مسطرين التسوية.

ب – التحضير لاختبار الضغط وتعيين معاير المرونة الاستاتيكي

يحضر السطح العلوي للأسطوانة الخرسانية وهي في الحالة الطازجة باستخدام الطريقة التالية:

١ – طريقة تحضير السطح العلوي للأسطوانة الخرسانية الطازجة بالمونة الأسمنتية

يتم ملء القالب إلى حوالي ٣مم إلى ٦ مم من القمة مع ترك السطح خشناً ، يملأ القالب ويتم تجهيز مونة التسوية بمجرد ملء القالب بالخرسانة الطازجة وذلك باستخدام أسمنت من نفس نوع الأسمنت المستخدم في الخرسانة ورمل ناعم.

يجب التأكد أن نسبة الماء إلى الأسمنت بالمونة لا يزيد عن تلك التي بالخرسانة على أن تكون قابلية المونة للتشغيل مناسبة.

يزال الماء الزائد من على السطح العلوي للخرسانة بإسفنجة أو ورقة نشاف أو أي مادة ماصة أخرى قبل وضع المونة.

توضع المونة وتدمك بمسطرين التسوية بحيث يكون سطحها محدباً قليلاً فوق مستوى حافة القالب. يغطى لوح التغطية الزجاجي بغطاء رقيق من مادة تمنع التصاق الخرسانة باللوح ليسهل إزالته. ويتم ضغط اللوح بحركة دورانية حتى يحدث اتصال كامل مع حافة القالب.

يترك اللوح في مكانه حتى تستخرج الأسطوانة الخرسانية من القالب.

٢ – طرق تحضير السطح العلوي للأسطوانة الخرسانية المتصلدة

أ – طريقة المونة الأسمنتية

- تستخدم هذه الطريقة عندما يكون سطح الأسطوانة الخرسانية المتصلدة مبللاً .
- يخشن السطح العلوي للأسطوانة الخرسانية المتصلدة باستخدام فرشاة من السلك.
- توضع الأسطوانة الخرسانية بحيث يكون سطحها المخشن إلى أعلى ، على سطح أفقي.
- يثبت طوق الصلب بالأسطوانة الخرسانية بحيث تكون حافته العليا أفقية وتكون حافته العليا فوق أعلى جزء من سطح الخرسانة.
- يملأ الطوق بمونة التسوية باستخدام أسمنت من نفس نوع الأسمنت المستخدم في الخرسانة.
- توضع المونة وتدمك بمسطرين التسوية بحيث يكون سطحها محدباً قليلاً فوق مستوي حافة الطوق.
- يغطى لوح التغطية الزجاجي بغطاء رقيق من مادة تمنع التصاق الخرسانة باللوح ليسهل إزالته. ويتم ضغط اللوح بحركة دورانية حتى يحدث اتصال كامل مع حافة القالب
- توضع الأسطوانة والطوق واللوح الزجاجي في هواء رطب عند درجة رطوبة ٩٠ % ودرجة حرارة ٢٠ ± ٥ م°.
- يزال اللوح الزجاجي والطوق عندما تتصلد المونة بدرجة كافية حتى لا تؤثر على حدوث تهتكات بالغطاء.

ب – طريقة مونة الكبريت

- تستخدم هذه الطريقة عندما يكون سطح الأسطوانة الخرسانية المتصلدة جافاً.
- تجهز مادة الغطاء بإضافة أجزاء متساوية من الكبريت والرمل الناعم السيليسي مع نسبة صغيرة (١ % إلى ٢ %) من شوائب الكربون .
- تسخن المادة المستعملة في عمل الغطاء لدرجة حرارة من ١٣٠ – ١٥٠م° ثم تبرد قليلاً مع التقليب المستمر ، يصب الخليط على اللوح الصلب الأفقي الذي تم تدفئته قليلاً ودهانه بطبقة من الزيت البرافين.
- توضع الأسطوانة على طبقة التغطية بحيث يكون الغطاء رقيقاً بقدر الإمكان باستخدام دليل للتأكد من أن محور الأسطوانة رأسياً . ثم يقطع الجزء الزائد من المادة المستخدمة في عمل الغطاء من الأسطوانة بعد عدة ثواني وتزال الأسطوانة من سطح الارتكاز.
- يجب التأكد عند اختبار الاسطوانة أن الغطاء لا ينزلق أو ينكسر قبل انهيار الخرسانة. بعد الاختبار يجب التأكد من عدم وجود هواء محبوس بين الأسطوانة والغطاء.

٦-١٢-٧-٢ حدود التفاوت المسموح به

إذا تم تجليخ النهاية العليا أو تم عمل غطاء لها بعد التصلد فيجب التأكد من أن هذه النهاية تتوافق مع الحدود التالية:

١ – الاستواء : حدود التفاوت المسموح به للجزء الذي تم تجهيزه هي ٠,٠٦مم .

٢ – التوازي : حدود التفاوت المسموح به للجزء الذي تم تجهيزه بالنسبة للسطح السفلي للاسطوانة كسطح مقارنة هي ٢ مم.

٦-١٢-٨ التقرير

٦-١٢-٨-١ عام

يجب أن يؤكد التقرير أن الأسطوانات عملت طبقاً لمتطلبات هذا الاختبار. كما يذكر التقرير ما إذا كانت شهادة تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة يزود التقرير بصورة منها.

٦-١٢-٨-٢ محتويات التقرير

أ – بيانات ملزمة

يجب أن يتضمن تقرير الاختبار البيانات الآتية:

- تاريخ وزمن الانتهاء ، ومكان وطريقة تجهيز العينة والرقم المميز للعينة (مجموعة الاسطوانات).
- وقت ومكان عمل الأسطوانات.
- العدد والمقاس الاعتباري للأسطوانات.
- طريقة الدمك (يدوي أو بالاهتزاز) متضمنة نوع المعدات المستخدمة وعدد ضربات قضيب الدمك أو فترة الاهتزاز.
- الرقم المميز للأسطوانات أو التعريف الكودي لها.
- اسم القائم بعمل الأسطوانات.
- شهادة تبين أن الأسطوانات عملت طبقاً لمتطلبات هذا الاختبار.
- طريقة التجهيز النهائية.

ب – بيانات اختيارية

يتضمن التقرير البيانات الآتية عند الطلب:

- اسم المشروع والمكان المستخدمة به الخرسانة.

- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة أو تسليمها للموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (على سبيل المثال رتبة المقاومة).
- تشغيلية الخرسانة.
- كمية الهواء بالخرسانة (إذا كانت الخرسانة ذات الهواء المحبوس).
- العمر أو الأعمار التي عندها تختبر الأسطوانات.
- أطوال وأوزان الأسطوانات بعد التجهيز النهائي.

٦-١٢-٩ أخطاء شائعة والاحتياطات

من الأخطاء الشائعة التي تؤثر على نتائج الاختبار ما يلي:

١ - عدم أخذ عينة ممثلة للخرسانة يؤدي إلى اختلاف نتائج الاختبار عن واقع الخرسانة.

٢ - يتم التحقق دائماً من تجميع نفس نصفي الأسطواني بعد الخلط بحيث يؤدي عدم تجميع نفس نصفي القالب إلى اختلاف في الأبعاد وعدم انتظام شكل العينة الخرسانية.

٣ - يجب أن يتم دمك الأسطوانة بقضيب الدمك القياسي حيث يؤدي استخدام أي وسيلة أخرى (مثل أسياخ الصلب) إلى اختلاف النتائج.

٤ - يجب الاهتمام والعناية بطبقة التغطية حيث أن نتائج مقاومة الضغط تتأثر بدرجة كبيرة بمدى استواء سطح طبقة التغطية.

٦-١٢-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٩٦٧/٩١٣ اختبار صلادة الصلب بطريقه روكويل (مقياس ب و ج).
- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (٦-١٤) : طريقة المعالجة لعينات اختبار الخرسانة فى الموقع .
- ASTM C 31-91, "Making and curing concrete test specimens in the field"
- ASTM C 192-90a, " Making and curing concrete test specimens in the laboratory"

٦-١٣ طريقة تجهيز كمرات الاختبار من الخرسانة الطازجة
Preparation of Concrete Test Beams

٦-١٣-١ عـــــام

يصف هذا الإختبار طريقة تجهيز الكمرات القياسية من الخرسانة الطازجة وتستخدم هذه الطـريقة في حالة الخرسانة العادية الوزن والخرسانة ذات الهواء المحبوس والخرسانة المجهزة مـن الـركام الخفيف والخرسانة عادية الوزن والخرسانة ثقيلة الوزن بمقاس اعتباري أكبر لا يـزيد عـن ٢٠ مـم للكمرات مقاس ١٠٠ مم × ١٠٠ مم × ٥٠٠ مم طول و عن ٤٠ مم للكمـرات مقاس ١٥٠ مم × ١٥٠ مم × ٧٥٠ مم ، ولا تستخدم هذه الطريقة للخرسانة المهواة والخرسانة الصلبة جداً التي لا يمكن دمكها بالهزاز والخرسانة الخالية من الركام الناعم.

٦-١٣-٢ الهدف

يهـدف هـذا الاختـبار إلى تحديد مقاومة الخرسانة للانحناء. كما يمكن إعادة استخدام نصفي الكمرة بعد الانهيار في اختبار الضغط باستعمال جهاز المكعب المكافئ.

٦-١٣-٣ الأجهزة

١ – القالب : يجـب أن تكون جوانب ونهايات القالب من معدن صلب (يفضل الحـديد الزهر أو الحديـد الصـلب) ويجب ألا يقل رقم صلادة كل من الأوجه الداخلية عن ٩٥ روكويل (مقياس ب) عند تعيينها طبقاً للمواصفات المصرية رقم٩١٣.

أ – التركيـب والتجمـيع : يجب أن يحتوي القالب على قاعدة متحركة مستوية من الصلب ويجب تربيط جميع أجزاء القالب لمنع تفككه قبل التجميع للاستعمال ، كما يجب تغطية الوصـلات بيـن جوانـب ونهايات القالب ، وفيما بينهم وبين القاعدة بطبقة رقيقة من الزيـت أو الشـحم لمنع فقد الماء. يجب ضبط وتثبيت أجزاء القالب معاً أثناء تجميعه بطـريقة تمـنع التسرب من القالب. يجب تغطية الأوجه الداخلية للقالب المجمع بطبقة رقيقة من مادة عازلة لمنع التماسك مع الخرسانة.

يجـب ترقـيم جوانب ونهايات القالب برقم واضح كمرجع أو كود وذلك للمساعدة في تمييـز العينات الخرسانية عندما تخرج من القالب ، وللمساعدة في إعادة تجميع القالب بطـريقة صـحيحة، كما يجب رفض القالب عندما يزيد الخطأ في المقاس عن ضعف المسموح به في البند التالى (ب).

ب – التفاوت المسموح : يجب أن تكون الأبعاد والأوجه الداخلية للقالب الجديد أثناء التجميع دقيقة وفي الحدود التالية :

– الأبعاد : العمق والعرض الداخلي للقالب كل منهما مؤسس على متوسط ٦ قياسات تؤخذ بالتشابه على طول محور القالب. يجب أن يكون المقاس في حدود ١٥٠ ± ٠,١٥ مم أو ١٠٠±٠,١٥مم.

– الاستواء : التجاوز في الاستواء لكل وجه من الأسطح الداخلية يجب ألا يزيد عن ٠,٠٣ مم لكل ١٥٠ مم طول و ٠,١٥ مم لعرض الوجه الكلي وذلك للأوجه المتصلة أما في الوجه السفلي للقالب والوجه العلوي للوح القاعدة فإنه يجب ألا يزيد عن ٠,٠٦ مم لكل ١٥٠ مم طول ، ٠,٢٥ مم للوجه الكلي.

– التربيع : يجب ألا يزيد التفاوت في التربيع لكل وجه جانبي داخلي بالنسبة للوجه السفلي للقالب كسطح أساس عن ٠,٥ مم

– التوازي : التوازي للوجه العلوي للقالب بالنسبة للوجه السفلي للقالب كسطح أساس و لوجه واحد جانبي داخلي بالنسبة للجانب الداخلي الآخر كسطح أساس يجب ألا يزيد عن ١ مم.

– خشونة السطح : يجب ألا تزيد خشونة السطح لكل وجه داخلي عن ٣,٢ ميكرومتر عند تحديدها طبقاً للمواصفات المصرية.

٢ – الجاروف بعرض ١٠٠ مم تقريباً.

٣ – قضيب الدمك أو مطرقة الهز أو منضدة الاهتزاز : يصنع قضيب الدمك من قضيب صلب يزن ١,٨ كجم وبطول ٣٨٠ مم وله مقطع مربع طول ضلعه ٢٥ مم بنهاية نصف كروية أو مطرقة هزازة أو منضدة مناسبة لدمك الخرسانة طبقاً لبند (٦-١٣-٦-٢) و(٦-١٣-٦-٣).

٤ – مسطرين تسويه

٥ – حوض التجهيز : مقاس ١,٢ م × ١,٢ م × ٠,٠٥ م من معدن غير قابل للصدأ بتخانة ١,٦ مم على الأقل.

٦ – جـــاروف : بفـــتحة مربعة كما بالشكل (٦-٢-٢) من مواصفات تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة .

٦-١٣-٤ طريقة أخذ العينة

تجهـــز عيـــنات الخرسانة الطازجة طبقاً لخطوات العمل المذكورة في اختبار رقم (٦-١) بالدليل .

٦-١٣-٥ إعداد العينة

- تفـــرغ العينة من الوعاء (الأوعية) في حوض تجهيز العينة ، يجب التأكد من عدم وجود إلا طـــبقة رقـــيقة مـــن العينة ملتصقة بالوعاء (الأوعية). تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطاً ناقصاً على الحوض المسطح لتجهيز العينات.
- تقلـــب العيـــنة بالجاروف لتكون به مخروطاً جديداً وتكرر هذه العملية ثلاث مرات و يراعى عـــند عمـــل المخـــروط وضع خرسانة كل جاروف عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط.
- يســـطح المخـــروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة.
- يكون من الضروري تعديل خطوات الخلط كالتالي عند تحضير عينات الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل (مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة اللدونة) كالتالى :

أ – الحوض المسطح لتجهيز العينات : يجب أن تكون الجوانب الرأسية للحوض كبيرة بالدرجة التي تمنع حدوث أي فقد للعينة أثناء الخلط.

ب – خلـــط العينة : طريقة عمل المخروط غير مناسبة للخرسانة ذات التشغيلية العالية ويوصى باتباع طريقة الخلط البديلة التالية :

عـــند صـــب الخرســـانة فـــي الحوض المسطح لتجهيز العينات يستخدم الجاروف لتقليب الخرســـانة من الخارج نحو المركز مع العمل سريعاً حول جميع جوانب حوض التجهيز . يجب أن تكون الشفة الرأسية للحوض أكبر لتحتوي العينة بدون تدفق أثناء خلط العينة.

٦-١٣-٦ طريقة تجهيز الكمرات

٦-١٣-٦-١ يوضـــع القالـــب علـــى ســـطح جاســـئ أفقي أو على منضدة الاهتزاز ، ثم يملأ بالخرســـانة بحيث تزال أكبر كمية من الهواء المحصور بقدر الإمكان بدون تقليل

كمـية الهواء المحبوس في حالة وجوده وإجراء دمك كامل للخرسانة دون حدوث الانفصال الحبيبي أو وجود زبد الأسمنت على سطح الخرسانة ، ويتم ذلك بوضع الخرسانة في القالب بواسطة الجاروف على طبقات عمق كل طبقة ٥٠مم على أن تدمـك كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضحـة بالبندين (٦-١٣-٦-٢) و (٦-١٣-٦-٣) . وبعـد دمك الطبقة العليا يسوى سطحها مع منسوب قمة القالب باستخدام مسطرين التسوية ثم ينظف السطح الخارجى للقالب.

٦-١٣-٦-٢ الدمـك بقضيب الدمك : عند دمك كل طبقة بقضيب الدمك توزع ضربات قضيب الدمـك بطـريقة منـتظمة على مقطع القالب ويتم التأكد من أن قضيب الدمك لم يخـترق بوضـوح أي من الطبقات السابقة أو يصطدم بقاع القالب بقوة عند دمك الطبقة الأولى..

يـتوقف عـدد الضـربات اللازمة لكل طبقة للدمك التام للعينة على قابلية تشغيل للخرسانة ويجب ألا تقل بأية حال عن ١٥٠ ضربة لكل طبقة للعينات مقاس ١٥٠ مـم او ١٠٠ ضـربة لكل طبقة للعينات مقاس ١٠٠ مم ماعدا في حالة الخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية جدا ويتم تسجيل عدد الضربات.

٦-١٣-٦-٣ الدمك بالهزاز : عند دمك كل طبقة باستخدام مطرقة أو منضدة الاهتزاز ، يجب ان يسـتخدم الهز في الحد الأدنى للوصول للدمك التام للخرسانة مع مراعاة تجنب الدمـك الـزائد نظرا لأنه قد يسبب الانفصال الحبيبي أو فقد الهواء المحبوس إذا وجـد. تـتوقف الفـترة الزمنية للهز على قابلية تشغيل الخرسانة وكفاءة الهزاز ويجـب التوقف عن الهز بمجرد أن يصبح سطح الخرسانة ناعماً نسبياً وله مظهر مزجج ثم يتم تسجيل فترة الهز .

٦-١٣-٧ التقرير

٦-١٣-٧-١ عـام

يجـب أن ينص التقرير على أن الكمرات قد تم تجهيزها طبقاً للخطوات الموضحـة بهذا الدلـيل كمـا يجـب أن يذكر في التقرير ما إذا كانت شهادة تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة يزود التقرير بصورة منها.

٦-١٣-٧-٢ معلومات توضع في تقرير الاختبار

أ - معلومات ضرورية

يجب ذكر المعلومات التالية في تقرير الاختبار:

- التاريخ وزمن ومكان تجهيز العينة ورقم تعريف العينة (مجموعة الكمرات).
- زمن ومكان تجهيز الكمرات.
- عدد الكمرات ومقاسها الاسمى.
- طـريقة الدمـك (يدوي أو آلى) ويجب أن يحتوي التقرير على نوع الجهاز المستخدم وعدد الضربات لقضيب الدمك أو زمن الهز.
- رقم التعريف أو كود الكمرات.
- اسم الشخص القائم بتجهيز الكمرات.
- شهادة تفيد بتجهيز الكمرات طبقاً لمتطلبات هذا الدليل.

ب - معلومات اختيارية

يجب وضع البيانات التالية في تقرير الاختبار عند الطلب :

- اسم المشروع ومكان استخدام الخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة والتسليم في الموقع.
- مواصفات خلط الخرسانة (مثل رتبة المقاومة).
- قابلية تشغيل الخرسانة.
- محتوى الهواء في الخرسانة (إذا كانت مهواة).
- العمر (الأعمار) التي تختبر عندها الكمرات.

٦-١٣-٨ المراجع

- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (٦-٢) : طريقة تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة .

- اختبار رقم (٦-١١) : طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة .

- اختبار رقم (٦-١٤) : طريقة المعالجة لعينات اختبار الخرسانة فى المعمل .

- ASTM C 78-94, " Test for flexural strength of concrete using simple beam third – point loading "

٦-١٤ طريقة المعالجة لعينات اختبار الخرسانة في المعمل
Laboratory Normal Curing for Concrete Specimens

٦-١٤-١ عـــــام

توضـــح الخطوات التالية أسلوب المعالجة العادية لعينات الخرسانـــة عند درجة حـــرارة ٢٥ ± ٢ °م بـــالمعمل وذلك لتجهيز عينات الخرسانة المتصلدة للاختبار عند أعمار يوم واحد أو أكـــثر. ولا يشـــمل هـــذا الدليل على طرق المعالجة السريعة لعينات الخرسانة وطرق معالجة المكعبات للخرسانة غير المحتوية على ركام صغير.

٦-١٤-٢ الهدف

تصـــف هـــذه الطـــريقة المعالجة القياسية العادية لعينات الخرسانة وتعتبر معالجة العينات الخرســـانية خطـــوة هامة في عمر الخرسانة حيث أنه يلزم توفر الظروف اللازمة لإتمام تفاعل الأسمنت مع مياه الخلط.

٦-١٤-٣ الأجهزة

١ – حـــوض المعالجـــة : حـــوض مصنوع من أي مادة ذات صلادة مناسبة ومقاومـــة للتآكل ، تكـــون مقاســـاته الداخلية مناسبة لعدد ومقاس العينات التي ستوضع داخله ، وأيضاً تسمح لحـــركة دورة المياه به. كما تمكن هذه المقاسات من سهولة إخراج العينات من الحوض ، ويجـــب أن يحتوي الحوض على مياه نظيفة يتم تغييرها كل شهر على الأقل وتكون درجة الحـــرارة ٢٥ ± ٢°م عند أي نقطة داخل الحوض حيث تخزن العينات. وللتحكم في درجة الحـــرارة يزود الحوض بغطاء و / أو بعازل و/أو نظام تبريد للمياه بجانب نظام التسخين للمياه.

٢ – ترمومتر : يكون مناسبا لقياس درجات الحرارة القصوى والصغرى للهواء الرطب ودرجة حرارة ماء المعالجة.

٦-١٤-٤ خطوات العمل

١ – تحفـــظ العيـــنات بعد إعدادها مباشرة في مكان خال من الاهتزازات في ظروف تمنع فقد الـــرطوبة مـــنها، وإذا كان من الضروري نقل العينات لمكان التخزين فتنقل في قوالبها مع الـــتأكد مـــن عدم وجود أي فقد في الخرسانة وتحفظ خلال الـــ ٢٤ ساعة الأولى بأي من الطريقتين الآتيتين:

أ – في جو رطوبته النسبية لا تقل عن ٩٠ % في حجرة معالجة ذات هواء رطب.

ب– تحت حصيرة رطبة أو أي مادة رطبة مناسبة مغلفة تماماً بلفافات من البولي أثيلين أو أي لفافات غير منفذة.

وتفضل طريقة تخزين العينات كما في الجزء (أ) سالف الذكر ومهما كانت طريقة التخزين المستخدمة يجب أن تكون درجة حرارة العينات ٢٥ ± ٥ °م.

٢ – تـرفع العينات من القوالب قبل الاختبار مباشرة في حالة الاختبار بعد ٢٤ ساعة ، وترفع العيـنات من القوالب في حالة الاختبار بعد أعمار أكبر من ٢٤ ساعة بعد فترة تتراوح من ١٦ – ٢٨ سـاعة من وقت إضافة الماء لمكونات الخرسانة. وإذا كانت الخرسانة لم تصل إلـى المقاومـة الكافـية التي تمكن من رفع العينات من القالب أثناء هذه الفترة يؤخر رفع العيـنات من القالب خلال ٢٤ ساعة أخرى على أن يستمر تخزين العينات أثناء تلك الفترة الإضافية في نفس الظروف السابقة للحفظ الموضحة فى بند (٦-١٤-٤-١).

٣ – توضـع علامـة واضـحة على كل عينة (رقم مميز أو كود) وتختبر العينات المطلوب اختبارها وتغمر العينات الأخرى بحوض المعالجة وتترك مغمورة لحين اختبارها.

٤ – إذا كـان من الضروري نقل العينات إلى مكان آخر ، يراعى حماية العينات من التعرض للاهـتزازات أثـناء النقل مما قد يؤثر على مقاومة الكسر أو أن يغير من نسبة الرطوبـة التى تحتويها كما يلى :

أ – فـي حالة نقل العينات إلى مكان آخر يراعى حفظ العينات المرفوعة من القالب أو من حوض المعالجة بطريقة تمنع أي تغير ملحوظ في محتوى الرطوبة ويتم ذلك باستخدام صـناديق خاصـة ذات فراغات مبطنة بلباد مبتل أو أي مادة أخرى مبتلة ، وبعد ملء الصندوق يقفل كل صندوق تماماً أو يغطى بالبولي إثيلين.و بدلا من ذلك تحاط العينات برمل رطب أو خيش مبتل ثم توضع في كيس من البولي إثيلين.

ب – توضـع العيـنات المنقولة في حوض المعالجة مدة لا تقل عن ٢٤ ساعة قبل إجراء الاختبار.

جـ – تتم عملية نقل العينات خلال الفترة بين رفعها من القالب وحتى ٢٤ ساعة قبل تاريخ الاختبار ، ويفضل أن تتم عملية النقل في أقل فترة ممكنة.

٥ – لـتزويد حوض المعالجة بدورة مناسبة من المياه ولتسهيل رفع العينات منه يلزم التأكد من وجـود المـاء فـي مسافة لا تقل عن ١٥ مم على الأقل بين العينات بعضها البعض وبين العيـنات وجوانـب الحوض. تستمر معالجة العينات في الماء أطول فترة ممكنة حتى وقت الاختبار.

٦ – تسجل يومياً درجة الحرارة القصوى والصغرى للهواء الرطب ودرجة حرارة ماء المعالجة باستخدام ترمومترات لبيان الحرارة القصوى والصغرى أو بأجهزة التسجيل المستمر.

٦-١٤-٥ عمر العينات المختبرة

يجرى الاختبار في حدود قيم السماح الآتية بالنسبة لعمر العينات تحت الاختبار:

± ٣٠ دقيقة لعمر أقل من وحتى ٣٠ ساعة.

± ٣ ساعة لعمر أكثر من ٣٠ ساعة وحتى ١٠٠ ساعة.

± ٨ ساعات أكثر من ١٠٠ ساعة وحتى ٦٠ يوماً.

± يوم واحد لعمر أكثر من ٩٠ يوماً.

وتحسب الأعمار من وقت إضافة الماء للمواد الأخرى بالخلطة الخرسانية. وتعتبر الأعمار المفضلة لاختبار عينات الخرسانة هي ١، ٢ ، ٣ ، ٧ ، ١٤ ، ٢٨ يوماً ١٣ ، ٢٦ أسبوعاً وسنه. وإذا استخدمت نتائج الاختبار لمقارنة أداء ماكينات الاختبار المختلفة يفضل تقليل قيم حدود السماح.

٦-١٤-٦ التقرير

٦-١٤-٦-١ عـــام

ينص التقرير على أن العينات عولجت طبقاً لمتطلبات هذا الدليل كما يجب أن يذكر بالتقرير ما إذا كانت شهادة سحب أو تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة فيلزم تزويد التقرير بصورة من هذه الشهادة.

٦-١٤-٦-٢ بيانات تقرير المعالجة

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية:

- رقم التعريف بالعينات أو الرقم الكودي لها.
- طريقة ونوع المعالجة.
- عدد وشكل وأبعاد العينات.
- فترة ومكان المعالجة بالهواء الرطب.
- درجات الحرارة القصوى والصغرى للهواء الرطب ولماء المعالجة.
- شهادة بأن المعالجة تمت طبقاً للمواصفات القياسية المصرية.
- وقت إضافة الماء للمواد الأخرى بالخلطة الخرسانية.

- وقت عمل العينات.
- وقت غمر العينات في حوض (أو أحواض) المعالجة إذا حدث الغمر.
- وقت رفع العينات من حوض (أو أحواض) المعالجة إذا تم ذلك.
- اسم الشخص الذي قام بأخذ العينات ووظيفته.

٦-١٤-٧ أخطاء شائعة والاحتياطات

- عدم حفظ عينات الاختبار خلال الـ ٢٤ ساعة الأولى في جو رطب يؤدي الى نقص في إجهاد الخرسانة .
- عدم رفع العينات من القوالب بعد مضي ٢٤ ساعة يؤدي أيضاً إلى نقص في مقاومة الخرسانة المتصلدة

٦-١٤-٨ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م رقم ١٦٥٨ / ١٩٩١ (الجزء الخامس) : طريقة عمل مكعبات الاختبار من الخرسانة.
- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (٦-١١) : طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة .
- اختبار رقم (٦-١٢) : طريقة تحضير أسطوانات الاختبار من الخرسانة الطازجة .

الجزء السابع

اختبارات الخرسانة المتصلدة

مقدمة :

يشـــتمل هذا الجزء على الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية التى تجرى على الخرسانة المتصلدة معملياً كذلك أسس القبول واشتراطات الرفض لتحديد مدى تحقيقها للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة أو الخرسانة سابقة الإجهاد وهذه الاختبارات تشتمل على:

أولاً : الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية :

- اختبار تعيين كثافة الخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين مقاومة شد الانفلاق للخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين مقاومة الانحناء للخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين معاير المرونة الاستاتيكى للخرسانة المتصلدة

ثانياً : الاختبارات الكيميائية

- اختبار تعيين محتوى الكلوريدات بالخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين محتوى الكبريتات بالخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين محتوى السلفوألومنيات بالخرسانة المتصلدة
- اختبار تقدير محتوى المكونات لخرسانة الأسمنت البورتلاندى المتصلدة

٧-١ اختبار تعيين كثافة الخرسانة المتصلدة
METHOD FOR DETERMINATION OF DENSITY OF HARDENED CONCRETE

٧-١-١ عـــــــام

كـثافة الخرســانة المتصلدة هى إحدى خصائصها الطبيعية والتى يمكن بمعلوميتها تقدير بعض الخواص الأخرى مثل ، المسامية، المقاومة،وغيرها من الخواص الأخرى. كما أن هذه الخاصية لازمة فــى حســاب الأحمال الميتة عند التحليل الإنشائى للمبانى. و فى بعض الحالات الخاصة تعتبر نتيجــة هــذا الاختــبار معــيارا لقبول أو رفــض الخرسانة (مثل الخرسانة الثقيلة لمنشأ معرض لقوى تعويم Uplift Force). و لكن بصفة عامة فإن نتيجة هذا الاختبار ليست معيارا للقبول أو الرفض.

٧-١-٢ الهـــــدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد كثافة الخرسانة المتصلدة فى إحدى الحالات التالية:

- كما تم استلامها فى المعمل
- مشبعة بالماء
- جافة بالفرن

٧-١-٣ تعريفات

كثافة الخرسانة المتصلدة

هى النسبة بين كتلة عينة من الخرسانة المتصلدة إلى حجمها مقدرة بالكيلوجرام/متر مكعب.

٧-١-٤ الأجهزة

- قدمة ذات ورنية

لقياس أبعاد العينة

- فرن مهوى

يمكن تثبيت درجة حرارته عند ١٠٥ ± ٥ °م.

- ميزان

مجهز بحامل لتحديد وزن العينة وهى مغمورة فى الماء بدقة ٠,١ %.

- خزان ماء

ذو حجم ومقاسات مناسبة ليسمح بغمر العينة تماما فى الماء وهى موضوعة على الحامل.

٧-١-٥ العينات

- يجب ألا يقل حجم العينة عن ٥٠ ق^{٣} ، حيث ق هى المقاس الاعتبارى الأكبر للركام المستخدم فى الخرسانة.
- لايجوز بأى حال من الأحوال أن يقل حجم العينة عن ٠,٠٠١ م^{٣}.
- تستغل كل العينة الموردة للمعمل فى تحديد الكثافة إلا إذا كان حجمها أكبر من المناسب للمعدات المتاحة فيمكن استخراج قطعة مناسبة منها على أن تمثل كل العينة الموردة.

٧-١-٦ خطوات الاختبار

٧-١-٦-١ تحديد كتلة العينة

- كتلة العينة كما تم استلامها بالمعمل (W_0) : تحدد بوزنها على الميزان ثم تسجل القراءة (W_0).
- كتلة العينة المشبعة بالماء (W_1) : تحدد عند وزنها بعد غمرها فى الماء عند درجة حرارة ٢٠ ± ٢ °م حتى يثبت وزنان متتاليان الفارق الزمنى بينهما ٢٤ ساعة (يعتبر الوزن ثابتا إذا كان التغير فيه لايتعدى ٠,٢ %). قبل وزن العينة يجفف سطحها بقطعة قماش رطبة.
- كتلة العينة الجافة بالفرن (W_2) : تحدد بعد تجفيف العينة فى الفرن المهوى عند درجة حرارة ١٠٥ ± ٥ °م حتى يثبت وزنان متتاليان الفارق الزمنى بينهما ٢٤ ساعة (يعتبر الوزن ثابتا إذا كان التغير فيه لايتعدى ٠,٢ %).

٧-١-٦-٢ تحديد حجم العينة

- تحديد الحجم بطريقة الإزاحة: يستخدم للعينات ذات الأشكال غير المنتظمة. وهذه الطريقة لا تصلح للعينات التى تتطلب طبيعتها عدم تغيير محتواها من الرطوبة أو الخرسانة الخفيفة المحتوية على فراغات كبيرة الحجم أو الخرسانة التى لا تحتوى على ركام صغير و بها فراغات كبيرة الحجم.
- تشبع العينة بالماء ثم توزن ويعين وزنها (W_1) كجم كما فى البند (٧-١-٦-١)

- توضـــع العينة على الحامل ثم تغمر فى الماء ويعين وزنها و هى مغمورة فى الماء بعد التخلص من أى فقاعات هواء تكون ملتصقة بسطوح العينة و ليكن (W_3) كجم.
- يـــتم تصـــحيح الوزن بعد طرح وزن الحامل فارغا و هو مغمور فى الماء لنفس العمق الذى قيس عنده وزن العينة وليكن الوزن المصحح (W_4) كجم.
- يحدد حجم العينة بالمتر المكعب من العلاقة:

$$V = (W_1 - W_4) / 1000$$

- تحديد حجم العينة بالقياس المباشر: فى حالة ما إذا كانت العينة تتمتع بشكل منتظم يمكن قياس أبعاده وحســـاب الحجـــم مـــنها فإنه يمكن استخدام القدمة ذات الورنية فى هذا الغرض مع تسجيل الأبعاد لأقرب مم.

٧-١-٧ النتائج

- **كثافة العينة بالكيلو جرام / م^3 كما تم توريدها للمعمل**

تحسب من المعادلة:

$$D_o = W_o / V$$

- **كثافة العينة المشبعة بالكيلو جرام / م^3**

تحسب من المعادلة:

$$D_1 = W_1 / V$$

- **كثافة العينة جافة بالفرن بالكيلو جرام / م^3**

تحسب من المعادلة:

$$D_2 = W_2 / V$$

٧-١-٨ التقرير

يجب أن يشتمل تقرير هذا الاختبار على المعلومات التالية:

١ - اسم المشروع

٢ - الرقم الكودى للعينة

٣ - تاريخ الاختبار.

٤ - *حالة العينة عند استلامها فى المعمل*

٥ – مقاسات و وزن العينة.

٦ – ما إذا كانت العينة اختبرت بحالتها الأصلية أم تم قطعها و تسويتها.

٧ – حالة العينة عند اختبارها (كما تم استلامها – مشبعة – جافة بالفرن)

٨ – كيفية تحديد حجم العينة

٩ – كثافة العينة.

١٠ – ملاحظات.

٧-١-٩ المراجع

ISO 6275 Concrete – hardened – Determination of density.
BS 1881: Part 114 Methods for Determination of Density of Hardened Concrete

٧-٢- اختبار تعيين مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF COMPRESSIVE STRENGTH OF HARDENED CONCRETE SPECIMENS

٧-٢-١ عـــــــام

تعتـبر مقاومة ضغط عينات الخرسانة المتصلدة أهم الخواص الميكانيكية ويمكن بمعرفتها تقدير قـيمة الخـواص الميكانيكـية الأخـرى مثل مقاومة الشد فى الانحناء ومقاومة القص ومعاير المرونة الإسـتاتيكى. وتـتوقف مقاومـة ضغط عينات الخرسانة على العديد من العوامل منها خواص و نسب المكونـات ، شـكل العينة ومقاساتها بالإضافة إلى ظروف الاختبار مثل خواص مكنة الاختبار ومعدل التحميل وكذلك ظروف المعالجة والتخزين قبل الاختبار وعمر العينة.

٧-٢-٢ الهـــدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد مقاومة ضغط عينة من الخرسانة المتصلدة، و يفيد ذلك فى تحديد رتـبة الخرسـانة المنـتجة ومدى مطابقتها لاشتراطات المشروع الهندسى. وعلى هذا فإن نتيجة هذا الاختـبار يبنى عليها قبول أو رفض عينات الخرسانة وأى إجراءات أخرى (مثل اللجوء إلى اختبارات غير متلفة) لتحديد ملاءمة الخرسانة المنتجة لظروف التشغيل فى المنشأ.

٧-٢-٣ الأجهزة

الجهـاز المسـتخدم فى هذا الاختبار مكنة اختبار ضغط مطابقة لاشتراطات المواصفة القياسية الدولـية ISO 4012 أو المواصـفة القياسـية البريطانـية BS 1881: Part 115. ويجب أن تتوفر فيها الاشتراطات الآتية:

- القدرة على التأثير بالحمل بالمعدل المطلوب و تثبيته عند القيمة المطلوبة.
- ألا تقل قيمة حمل الكسر للعينة عن ١/١٠ من قيمة مدى قياس المكنة.
- أن تؤمن دقة مكنة الاختبار ومؤشر قياس الحمل تحديد حمل الكسر بدقة +١%.
- أن يكـون لوحا التحميل لمكنة الاختبار المستخدمة من الصلب المصلد الذى لايقل رقم روكويل (C) للصلادة له عن ٥٥ ، و لا يقل سمك الطبقة المصلدة عن ٥ مم.
- أن تكـون أبعـاد لوحى المكنة فى المسقط الأفقى أكبر من أبعاد عينة الاختبار و إذا استخدمت قطع صـلب ثانويـة لتغيـير المسـافة الحرة بين لوحى تحميل المكنة و العينة فيجب أن يكون لها نفس الخواص السابق ذكرها عن لوح تحميل المكنة الأصلى و ألا يقل سمكها عن ٢٥ مم.

- أن يجلخ سطحا لوحى تحميل المكنة لضمان استوائهما مع مراعاة أن حدود السماح لاستواء السطح هـى ٠,٠٢ مم لكل ١٠٠ مم من طول ضلع المكعب أو قطر الأسطوانة. و عندما يؤدى الاستعمال المتكرر للمكنة إلى تجاوز هذا الحد فإنه يجب إعادة تجليخ سطحى اللوحين لاستعادة استواء سطحيهما.
- يفضل أن يكون لوح التحميل العلوى للمكنة ذا مرتكز كروى أبعاده تجعل أى تشكلات تحدث للوح التحميل تحت تأثير أحمال التشغيل لا تتعدى حدود استواء السطح سالفة الذكر.
- أن يكون مركز المرتكز الكروى على سطح لوح تحميل المكنة أو على مسافة منه لاتزيد عن ١/٢٠٠ من طول قطر لوح التحميل كما يجب ألا يزيد قطر المرتكز كثيرا عن البعد الأكبر من أبعاد سطح عينة الاختبار الملامس للوح التحميل.

٧-٢-٤ العينات

٧-٢-٤-١ اشتراطات عامة

- يجب أن تتوافق عينات الاختبار مع اشتراطات الاختبار رقم (٦-١١) بالدليل أو المواصفات الخاصة بالمشروع .
- لا يجوز اختبار العينات التي تخرج غير سليمة من قوالب الصب.

٧-٢-٤-٢ مراجعة الأبعاد والشكل

يتم قياس الأبعاد التالية لأقرب ملليمتر:

- للعينات المكعبة الشكل؛ جميع الأبعاد الجانبية (a) .
- للعينات الأسطوانية الشكل ؛ القطر (d) والارتفاع (L).
- للعينات المنشورية الشكل ، الطول (L) والعرض (d_1) والارتفاع (d_2) .

وهذه الأبعاد يجب قياسها كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٢-١).

- إذا توافرت أى درجة من الشك بعد الفحص البصرى فى مدى مطابقة استواء أسطح العينة التي ستتعرض للتحميل أو فى تعامد سطوح العينة على بعضها لاشتراطات المواصفات القياسية يجب مراجعة الزوايا بين أسطح التحميل والأسطح المتقاطعة معها كالموضح بالشكل رقم (٧-٢-٢). كما يجب قياس مدى استواء سطحى التحميل ومقارنة ذلك بالحدود المسموح بها طبقا لاشتراطات المواصفات المختصة.

٧-٢-٤-٣ تعديل عينة الاختبار

إذا لـــم تحقق العينة الاشتراطات السابقة فيمكن عندئذ تعديل استواء وتعامد أسطح العينة وأبعادها بإحدى الطرق التالية:

٧-٢-٤-٣-١ القطع والتجليخ

ويتم بطريقة لا تسبب حدوث تغيرات في خواص العينة .

٧-٢-٤-٣-٢ عمل وسادة لأسطح التحميل

- يجـــب أن تحقق مادة الوسادة تسوية تامة لسطح التحميل وأن تتماسك بشكل جيد مع سطح العينة ولا تؤثر فى الخرسانة بأي شكل.
- يجـــب أن تكـــون مقاومة مادة الوسادة عند الاختبار أكبرمن المقاومة المتوقعة للخرسانة ويجب ألا يزيد سمك طبقة التسوية عن ٢ % من أصغر بعد فى العينة.

٧-٢-٤-٤ تعيين وزن العينة

يجـــب مسح الماء من على سطح العينة قبل تعيين وزن العينة التى تم معالجتها بالغمر بالماء أو فى جو مشبع بالرطوبة ثم يعين وزنها بدقة $\pm$ ٠,٢٥ %.

ويجب تدوين حالة رطوبة العينة (مشبعة – جافة فى الهواء – جافة بالفرن).

٧-٢-٤-٥ تعيين الكثافة الظاهرية

تعيـــن الكثافة الظاهرية بحساب ناتج قسمة وزن العينة (المحدد فى البند ٧-٢-٤-٤) على حجم العينة (المحدد من أبعادها المقاسة فى البند ٧-٢-٤-٢).

٧-٢-٥ خطوات الاختبار

- يتم تنظيف سطحى لوحى تحميل المكنة و كذلك سطحى تحميل العينة.
- توضع العينة على اللوح السفلى للمكنة مع ضبط محورها لينطبق على محور تحميل المكنة – يجب ألا يتعدى الخطأ فى ضبط المحورية ١/١٠٠ من طول ضلع العينة أو قطرها.
- عـــندما يبدأ التماس بين لوح المكنة العلوى و العينة يتم ضبط المرتكز الكروى لضمان توزيع منتظم للحمل على سطح تحميل العينة.
- يتم زيادة الحمل بشكل منتظم بمعدل ثابت يتراوح بين ٠,٦ $\pm$ ٠,٤ نيوتن/مم^2/ثانية.

- يستخدم معدل التحميل البطيء لعينات الخرسانة ذات المقاومة المنخفضة بينما يستخدم معدل التحميل السريع لعينات الخرسانة ذات المقاومة المرتفعة.
- عندما تبدأ تشكلات العينة فى التزايد بسرعة قبل أن تنهار تماما يجب أن يوقف القائم على الاختبار أى تعديل فى معدل التحميل و أن يترك العينة تتشكل تحت تأثير الحمل دون تغيير معدل التحميل.
- يتم زيادة الحمل حتى يحدث الانهيار التام للعينة و يحدد حمل الانهيار.

٧-٢-٦ النتائج

تحسب مقاومة ضغط العينة (f_{cc}) مقدرة بالنيوتن/مم^2 بالمعادلة التالية:

$$f_{cc} = \frac{F}{A_c}$$

حيث:

F = أقصى حمل تعرضت له العينة (حمل الانهيار) بالنيوتن

A_c = مساحة مقطع العينة الواقع عليها الحمل بالمليمتر المربع

وتقدر قيمة مقاومة الضغط لأقرب ٠,٥ نيوتن/مم^2.

٧-٢-٧ أخطاء شائعة

من الأخطاء الشائعة التى تحدث عند إجراء هذا الاختبار الهام مايلي:

- إنهاء الاختبار قبل التأكد من تمام انهيار العينات (يؤثر فى حساب نتائج العينات)
- عدم إثبات وجود ركام ذى مقاس اعتبارى أكبر لايتناسب مع أبعاد عينة الاختبار فى تقرير الاختبار (مثل وجود ركام مقاسه الاعتبارى الأكبر ٤٠ مم فى مكعب قياسى طول ضلعه ١٥٠مم).
- عدم إثبات حدوث انهيار للعينة بشكل مختلف عن الأشكال المعتادة مما يوضح وجود عيوب فى تجهيز العينة.
- اختبار عينة الخرسانة دون التأكد من أن مقاومة الوسادة المصبوبة فوقها تتعدى مقاومة العينة.
- استخدام مكنة اختبار ذات مضخة يدوية لا تؤمن معدل تحميل ثابت.
- استخدام معدل تحميل أعلى من المسموح به (التأثير بالحمل فى الظروف المثالية يستغرق ما يقرب من دقيقة لعينة مقاومتها ٣٠ نيوتن/مم^2) و زيادة معدل التحميل قد تعطى نتائج أعلى من النتائج الحقيقية.

٧-٢-٨ التقرير

يجب أن يشتمل تقرير هذا الاختبار على المعلومات التالية:

٧-٢-٨-١ بيانات يدلى بها منتج عينات الاختبار

أ – بيانات إلزامية

- الرقم الكودى للعينة
- تاريخ صب الخرسانة
- ظروف المعالجة و التخزين
- العمر المطلوب عنده اختبار العينة

ب – بيانات اختيارية

- اسم المشروع
- اسم جزء المبنى أو العنصر الإنشائى
- رتبة الخرسانة
- نسب الخلطة
- نوع الأسمنت و نسبة م/س
- نوع الإضافات (إذا وجدت)

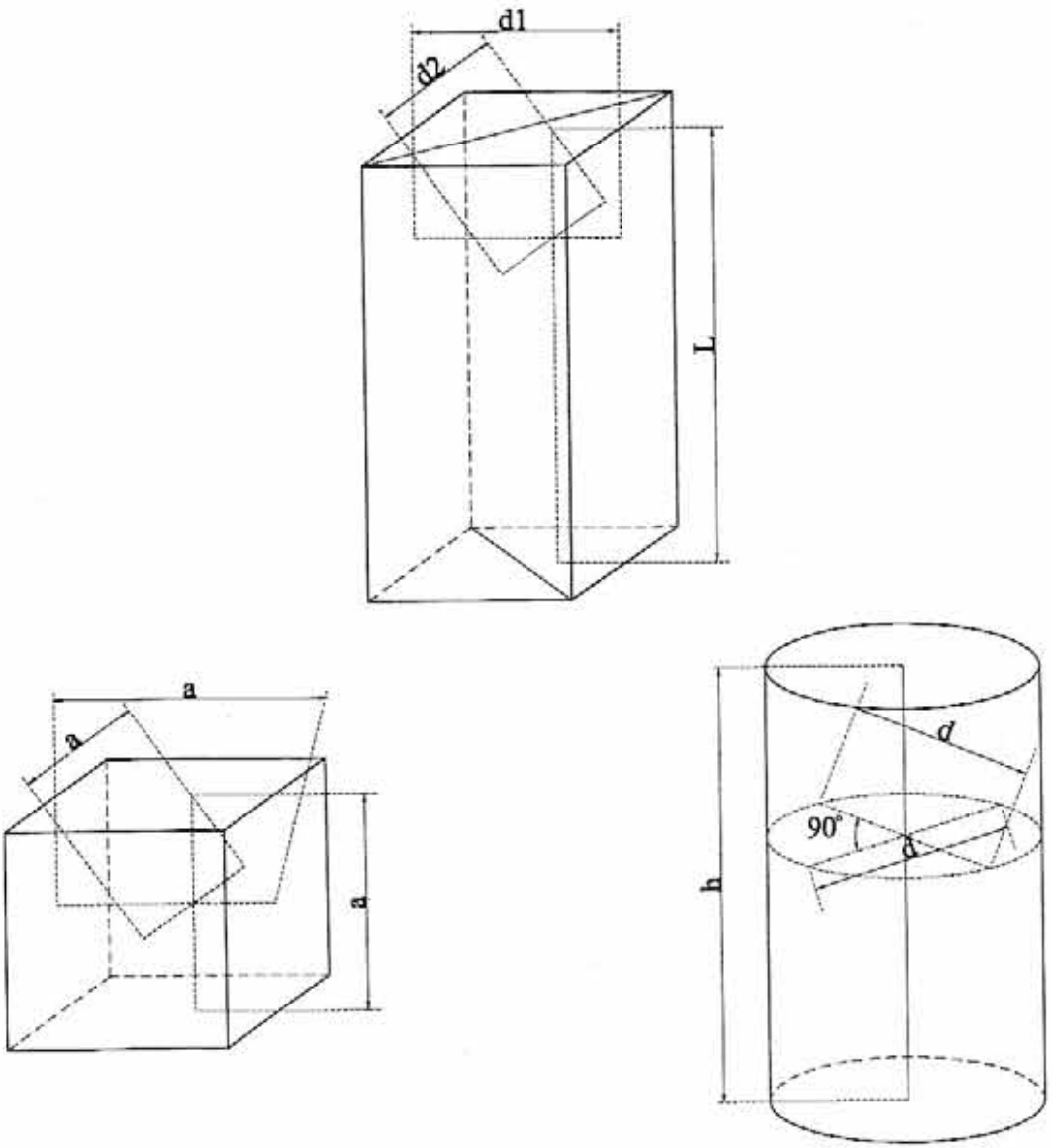
٧-٢-٨-٢ بيانات يدلى بها معمل الاختبار

- حالة العينة عند استلامها فى المعمل و أى معاملات لسطحها.
- نوع و مقاسات العينة
- أى علامات على العينة
- تاريخ استلام العينة
- حالة المعالجة و التخزين
- تاريخ الاختبار
- عمر العينة
- الكثافة الظاهرية للعينة
- مقاومة الضغط التى تم تعيينها
- ملاحظات

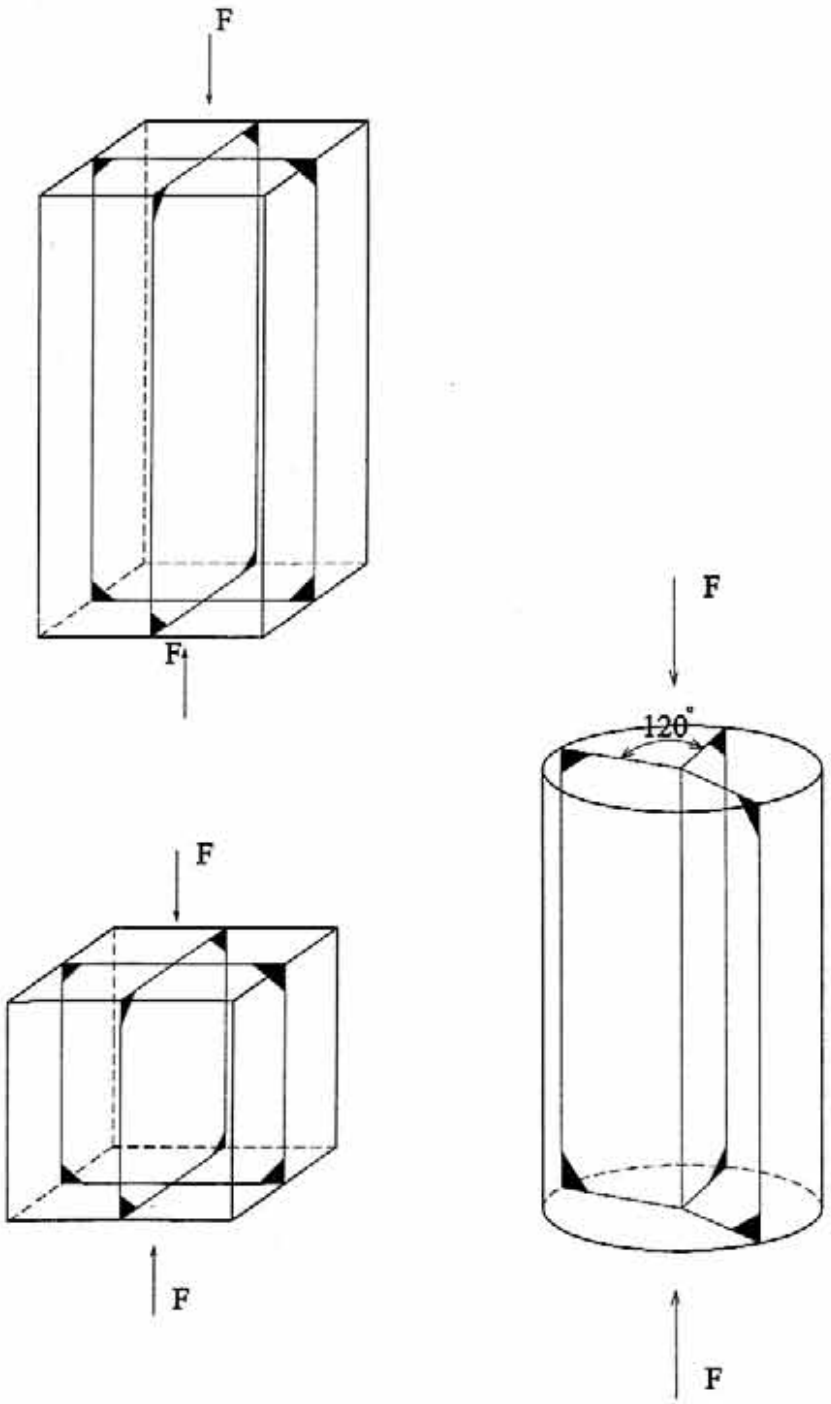
٧-٢-٩ المراجع

م.ق.م. ١٦٥٨ اختـبار الخرسانة – الجزء الرابع و الجزء الخامس "طريقة عمل عينات اختبار الخرسانة المتصلدة من الخرسانة الطازجة".

ISO 1920 Concrete test – Dimensions, tolerances and applicability of test specimens.
ISO 2736 Concrete – Sampling, making and curing of test specimens.
ISO 6275 Concrete – Concrete, hardened – Determination of density.
ISO 4012 Concrete – Determination of compressive strength of test specimens.
BS 1881: Part 115 Testing Concrete – Specification for compression testing machines of concrete .



شكل رقم (٧-٢-١) قياس أبعاد العينات



شكل رقم (٧-٢-٢) مراجعة الزوايا بين أسطح التحميل والزوايا المتقاطعة معها

٧ – ٣ اختبار تعيين مقاومة شـــد الانفلاق للخرســانة المتصلدة

DETERMINATION OF TENSILE SPLITTING STRENGTH OF HARDENED CONCRETE

٧-٣-١ عـــام

يُجـرى هـذا الاختبار على عينات خرسانية ذات أشكال أسطوانية أو مكعبة أو منشورية. وتقل مقاومـة شـد الانفلاق عن مقاومة شد الانحناء (f_b) فتصل إلى حوالى ثلثى مقاومة الانحناء. ومقاومة الشـد عمومـا ليست معيارا لقبول أو رفض الخرسانة إلا فى حالة بعض المنشآت الخاصة التى يحكم التصميم فيها مقاومة الخرسانة للشد المباشر مثل الخزانات الدائرية.

٧-٣-٢ الهـــدف

تعييـن مقاومـة الخرسانة للشد غير المباشر (شد الانفلاق). كما تستخدم نتائج هذا الاختبار فى تقدير مقاومة القص للأعضاء الخرسانية ذات الركام الخفيف .

٧-٣-٣ تعريفـــات

– إجهادات شد الانفلاق

هى إجهادات شد تتولد بالعينة عن طريق تحميل العينة بأحمال ضغط خطية جانبية .

٧-٣-٤ الأجهزة

يتكون الجهاز من ماكينة التحميل وتركيبات تثبيت وتحميل العينة

٧-٣-٤ -١ ماكينة التحميل

يجب أن تتوافق مواصفات ماكينة التحميل مع ماكينة اختبار الضغط بند (٧-٢-٣).

٧-٣-٤-٢ تركيبات التثبيت

هـناك تركيبـتان يمكـن اسـتخدامهما. الأولى (A) وتصلح للعينات الأسطوانية أو المكعبة أو المنشورية والثانية (B) وتصلح للعينات المكعبة والمنشورية فقط .

٧-٣-٤-٢-١ التركيبة الأولى (A)

وتتكون من:

– حشـوات تحميل من الفبر المضغوط (Hard board) المطبع بالزيت وتكون الحشـوات بعرض a = ١٥ ± ٢ مم وسمك t = ٤ ± ١ مم وطول أكبر من طول خط التلامس مع العينة .

- قطـــع التحمـــيل الصلب والتى توضع بين لوح التحميل لماكينة التحميل وحشوات التحميل ويجب ألا يقـــل طول قطع التحميل عن طول العينة وهى ذات مقطع مستطيل فى حالة العينات الأسطوانية أو تكون جزءا طوليا من أسطوانة بقطر ١٥٠ مم فى حالة العينات المكعبة أو المنشورية وذلك لضمان التحميل الخطى على جانب العينة كما يظهر بالشكلين(٧-٣-١-أ، ٧-٣-١-ب).

٧-٣-٤-٢-٢ التركيبة الثانية (B)

وفـــيها قطع التحميل عبارة عن ألواح تحميل مساعدة تحتوى على شرائح من الصلب كما يظهر بالشـــكل (٧-٣-٢) والشـــرائح بعـــرض a (a = ٦ ± ١ مم للعينات ١٥٠ مم أو ٤ ± ١ مم للعينات ١٠٠ مم) وسمك t = ٤ ± ١ مم وطول أكبر من خط التلامس مع العينة مع مراعاة نفس الاشتراطات الخاصة بقطع التحميل بالتركيبة الأولى (A) .

٧-٣-٥ العينـــــات

- تســـتعمل عيـــنات أسطوانية أو منشورية أو مكعبة مع استعمال تركيبة التثبيت المناسبة. وفى أغلب الأحيان تستعمل عينة أسطوانية قطر ١٥٠ مم وارتفاع ٣٠٠ مم .
- تصـــب العينات بالقوالب وتعالج وتخزن تبعا للاختبارات أرقام (٦-١١، ٦-١٢، ٦-١٣، ٦-١٤) بالدليل .
- يجـــب الـــتأكد مـــن انتظام شكل العينة المصبوبة وخلوها من أى عيوب كميل فى المحور أو وجود تعشيش.

٧-٣-٦ خطوات الاختبار

- تُـــوزن العيـــنات مشبعة أو حسب ورودها وتُراجع الأبعاد الاسمية ومقاسات كل عينة ثم تُعين كثافة كل عينة وذلك طبقا لما ورد باختبار (٧-١) .
- تُنظف أسطح كل من ألواح التحميل بماكينة الاختبار وقطع التحميل وحشوات التحميل كما تزال أى عوالق سائبة بسطح العينة الملامس لحشوات التحميل أو قطع التحميل .
- تُوضـــع العيـــنة بالتركيـــبة المناســـبة كما هو موضح بأحد الشكلين (٧-٣-١، ٧-٣-٢) ثم تُدخل التركيـــبة بماكيـــنة الاختباروبـــتم التأكد من تمركز العينة (مع التركيبة) داخل ماكينة الاختبار وذلك بتحريك العينة على لوح التحميل السفلى ذى العلامات المتحدة المركز بحيث تتساوى أبعاد العلامات المرسومة عن حدود التركيبة من جميع الجهات.كما يتم التأكد من تطابق محور التحميل مع محور العيـــنة .وفـــى حالة العينات المكعبة أو المنشورية يجب التأكد من تحميل أوجه العينة المتعامدة مع اتجاه الصب أى الأوجه التى لم يتم تسويتها بعد الصب كما هو موضح بالشـــكل (٧-٣-٣).

- تُحمل العينة بدون صدم حتى الكسر بمعدل تحميل ثابت بحيث تتولد اجهادات متزايدة بالعينة بمعدل يتراوح من ٠,٠٢ إلى ٠,٠٤ نيوتن/مم^2/ثانية ويمكن حساب معدل التحميل من :

$$d \times L \times \pi \times (0,02 - 0,01) \text{ نيوتن/ثانية.}$$

حيث :

L : هى طول التحميل انظر شكل (٧-٣-٣)

d : هو بعد مقطع العينة المعرض للانفلاق انظر شكل (٧-٣-٣)

- يجب المحافظة على معدل التحميل أثناء الاختبار حتى الكسر .
- يُعين حمل الكسر ويُلاحظ شكل الكسر وحالة سطحه .

٧-٣-٧ النتائـــــــج

تحسب مقاومة شد الانفلاق كالآتى :

$$\text{مقاومة شد الانفلاق} = \frac{2F}{\pi dL}$$

حيث :

F : حمل الكسر (بالنيوتن)

L : طول التحميل (بالمم) ، انظر شكل (٧-٣-٣)

d : بعد مقطع العينة المعرض للانفلاق (بالمليمتر) ، انظر شكل (٧-٣-٣)

تحسب مقاومة شد الانفلاق لأقرب ٠,٠٥ نيوتن/مم^2

٧-٣-٨ التقريـــــــر

يشتمل تقرير هذا الاختبار على البيانات التالية :

٧-٣-٨-١ بيانات من مورد العينة :

أ - بيانات إلزامية

- تاريخ وتوقيت ومكان اخذ العينة الخرسانية ورقم العينة الخرسانية
- تاريخ ومكان عمل العينة وطريقة الدمك والجهاز المستخدم
- تمييز وأبعاد العينة الاسمية
- الرقم الكودى للعينة

- اسم مورد العينة
- عمر العينة عند الاختبار
- كيفية المعالجة والتخزين

ب – بيانات اختيارية

- اسم المشروع والمكان المأخوذ منه عينة الاختبار
- اسم المورد ومصدر الخرسانة
- تاريخ وتوقيت توريد الخرسانة للموقع
- تصنيف الخرسانة (مقاومتها المميزة على سبيل المثال)
- قوام الخرسانة .

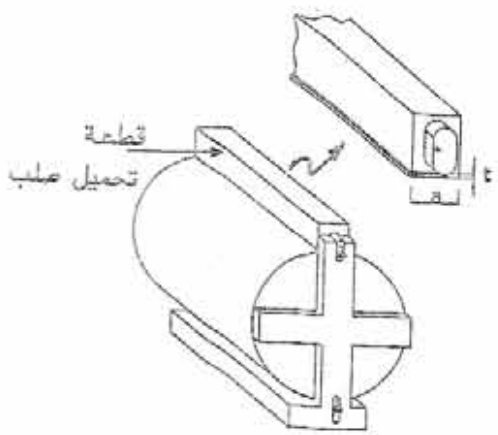
٧–٣–٨–٢ بيانات من معمل الاختبار

- الرقم الكودى للعينة
- أبعاد العينة المراجعة
- تاريخ وصول العينة للمعمل
- حالة العينة عند وصولها للمعمل (تعشيش ، دملك سيئ ، ..... الخ)
- طرق إزالة الزوائد
- طرق المعالجة والتخزين بالمعمل
- حالة العينة أثناء اختبارها (مشبعة أم مبتلة)
- تاريخ الاختبار
- عمر العينة عند اختبارها
- وزن العينة (مشبعة أو حالة ورودها)
- كثافة العينة (مشبعة أو حالة ورودها)
- الحمل الأقصى عند الكسر
- مقاومة شد الانفلاق
- شكل الكسر وحالة سطحه
- ملاحظات أخرى

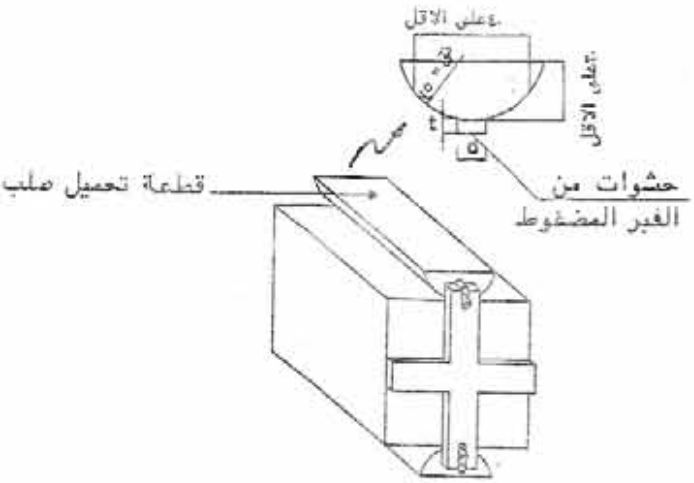
٧–٣–٩ المراجع

BS - 1881 Testing Concrete

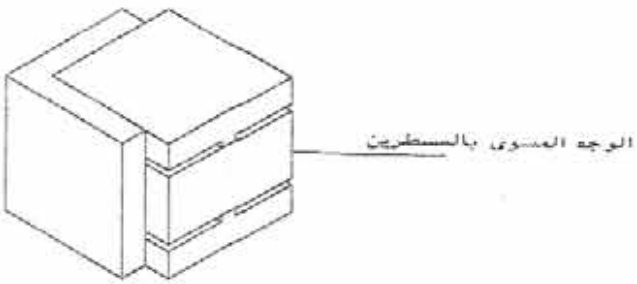
Part 117 Method for determination of tensile splitting strength .

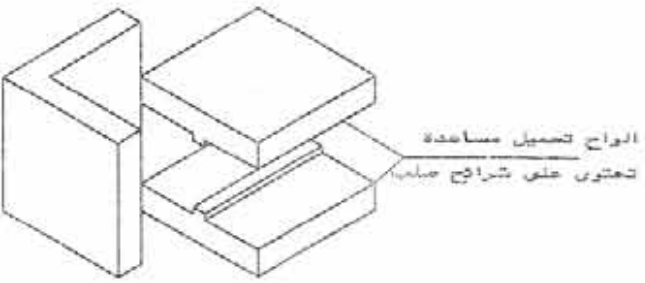


شكل رقم (٧-٣-١-أ) التركيبة الأولى (A)
للعينات الاسطوانية

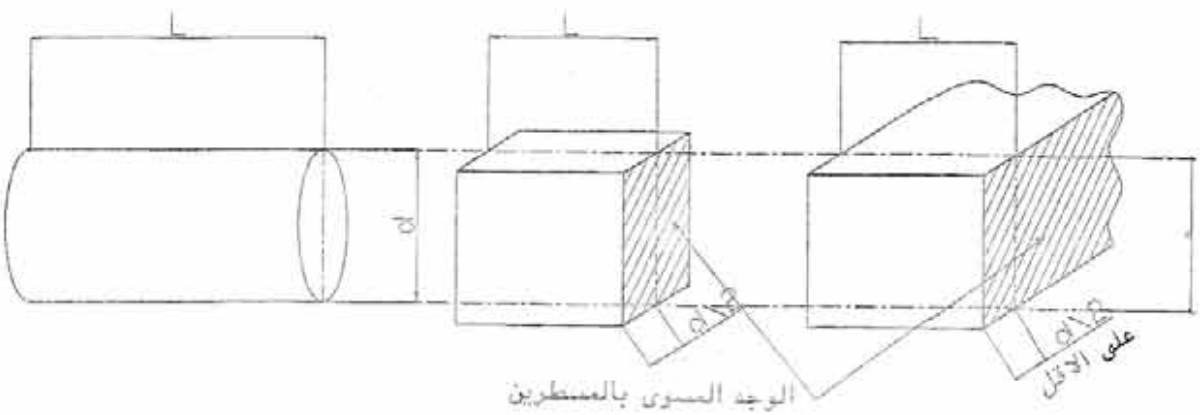


شكل رقم (٧-٣-١-ب) التركيبة الأولى (A)
للعينات المكعبة والمنشورية





شكل رقم (٧-٣-٢) التركيبة الثانية (B) للعينات المكعبة والاسطوانية



شكل رقم (٧-٣-٣) أبعاد العينات

٧-٤ اختبار تعيين مقاومة الانحناء للخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF FLEXURAL STRENGTH OF HARDENED CONCRETE

٧-٤-١ عـــــام

يُجــرى هــذا الاختبار على عينات خرسانية متصلدة على شكل كمرات محملة بحملين مركزين بثلــث وثلثى البحر مما يولد عزم انحناء ثابت على المقاطع بالثلث الأوسط للعينة. ويمكن اختبار الكمر كذلك بالتحميل بحمل مركز بمنتصف بحر العينة كما سيوضح فيما بعد.

٧-٤-٢ الهـــدف

تعيين مقاومة عينات الخرسانة للشد الناتج من الانحناء (معاير الكسر) .

٧-٤-٣ الأجهزة

يتكون الجهاز من ماكينة التحميل وتركيبة التحميل للعينة.

٧-٤-٣-١ ماكينة التحميل

يجب أن تكون للماكينة القدرة على التأثير بالحمل بانتظام واستمرارية فى الاتجاه الرأسى ويجب اختــيار مــدى التحمــيل بحيــث يكون حمل الكسر فى حدود خُمس أقصى حمل ويجب أن تكون دقة الماكينة فى القياس فى حدود ± ١% من قيمة أقصى حمل .

٧-٤-٣-٢ تركيبة التحميل

وتــتكون مــن دعامتين لارتكاز الكمرة كما هو مبين بالشكل (٧-٤-١) ودعامتين للتحميل (أو دعامــة واحدة فى حالة التحميل بحمل مركز بمنتصف الكمرة كما هو مبين بالشـــــكل (٧-٤-٢)) وكل الدعامات من الصلب وذات مقطع دائرى يتراوح قطرها من ٢٠ إلى ٤٠ مم. أما طول الدعامة فيجــب أن يــزيد علــى عــرض الكمرة بحوالى ١٠مم. ويجب أن تتمكن الدعامات – فيما عدا إحدى دعامــات الارتكاز – من الدوران حول محورها والميل فى مستوى متعامد مع محور العينة الطولى ويجــب أن تكون المسافة بين دعامتى الارتكاز مساوية لثلاثة أضعاف عمق الكمرة وأن تحدد المسافة بين الدعامات بدقة وفى حدود ± ٠,٥ مم.

٧-٤-٤ العينـــــات

– كمــرات مــن الخرسانة ذات مقطع مربع طول ضلعه ١٠٠ مم أو ١٥٠ مم يتم إعدادها ومعالجتها وتخزينها تبعا للاختبارات أرقام (٦-١٣، ٦-١٤) بالدليل.

- يجب التأكد من أن الأسطح المحملة مستوية ومتوازية .
- يجب التأكد ألا يزيد المقاس الاعتبارى الأكبر لركام الخرسانة عن ثُلث أقل بعد للكمرة ولضمان ذلك تُنخل عينة الخرسانة الطازجة على المنخل المناسب قبل صب العينة .
- يجب أن تكون عمليات ضبط سطح العينة كالصقل فى أضيق الحدود.

٧-٤-٥ خطوات الاختبار

- تقاس أبعاد العينة ويُحسب كل بعد كمتوسط لثلاثة قياسات.
- تُوضع العينة بماكينة الاختبار على دعامتى الارتكاز بحيث لا يكون الارتكاز أو التحميل على سطح الصب .
- لا يبدأ التحميل حتى تتلامس جميع الدعامات بانتظام مع العينة .
- تُحمل العينة بمعدل ٠,٠٦ ± ٠,٠٤ نيوتن/مم^2/ثانية بانتظام حتى الكسر.
- يُعين حمل الكسر للعينات التى يقع سطح كسرها بالثلث الأوسط ليحر العينة.ويجب استبعاد النتائج الذى يظهر الكسر بها خارج الثلث الأوسط للبحر.
- فى حالة استخدام حشوات بين الدعامات والكمرة يجب أخذ ذلك فى الاعتبار عند حساب الإجهادات بزيادة عمق الكمرة بمقدار الحشوات وذلك إذا وقع الكسر تحت الدعامة.

٧-٤-٦ النتائج

تُحسب النتائج كالتالى :

مقاومة الانحناء (نيوتن/مم^2) = $\frac{FL}{d_1 d_2^{\,2}}$ فى حالة التحميل بثلث وثلثى البحر

مقاومة الانحناء (نيوتن/مم^2) = $\frac{3FL}{2d_1 d_2^{\,2}}$ فى حالة التحميل بمنتصف البحر

حيث :

F : حمل الكسر (بالنيوتن)

L : بحر الكمرة بالمم

d_1 : عرض قطاع الكمرة بالمم

d_2 : عمق الكمرة بالمم

حيث اسمياً $d_1 = d_2$ = عمق الكمرة

تحسب مقاومة شد الانفلاق لأقرب ٠,١ نيوتن/مم^2

٧-٤-٧ التقريـــــــر

يشتمل تقرير هذا الاختبار على البيانات التالية :

٧-٤-٧-١ بيانات من مورد العينة

أ – بيانات إلزامية

- تمييز العينة
- تاريخ إعداد العينة
- كيفية المعالجة والتخزين
- عمر العينة عند إجراء الاختبار

ب – بيانات اختيارية

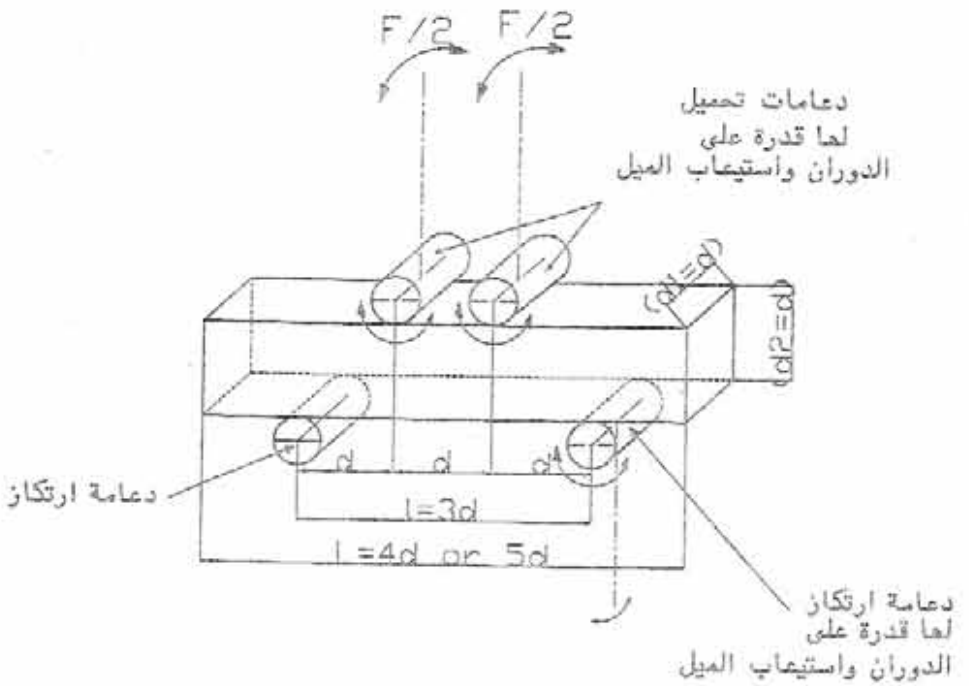
- المشروع أو المبنى
- جزء المبنى الممثلة له العينة
- مقاومة الانحناء المطلوبة
- نوعية الأسمنت المستخدم ونسبة م/س
- نوعية الإضافات المستخدمة (حالة استخدامها)

٧-٤-٧-٢ بيانات من معمل الاختبار:

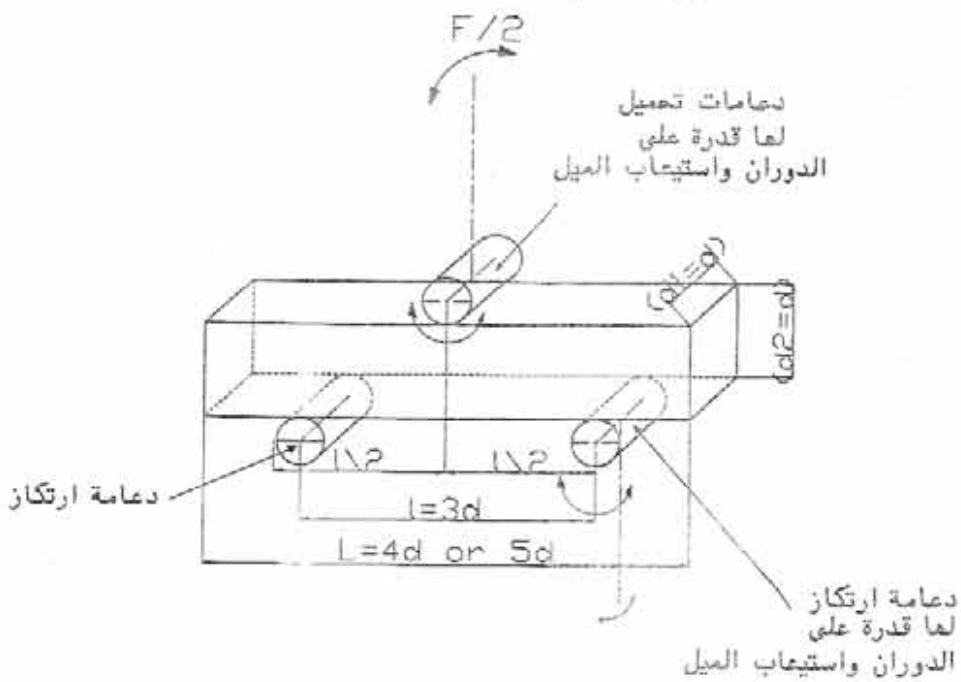
- طريقة تحميل العينة ، أحمال بثلث وبثلثى البحر أم حمل بمنتصف البحر
- حالة العينة عند ورودها للمعمل
- حدود عمليات ضبط أسطح العينة
- تاريخ استلام العينة
- نوعية وأبعاد العينة
- كيفية المعالجة وطريقة تخزين العينة
- تاريخ إجراء الاختبار
- عمر العينة عند الاختبار
- حمل الكسر
- مقاومة الانحناء
- ملاحظات أخرى

٧-٤-٨ المراجع

ISO 1920 Concrete tests – Dimensions, tolerances and applicability of test specimens.
ISO 2736 Concrete – Sampling, making and curing of test specimens.
ISO 4013 Determination of flexural strength of test specimens 1978 (E).



شكل رقم (٧-٤-١) تركيبة التحميل ذات الحملين



شكل رقم (٧-٤-٢) تركيبة التحميل ذات الحمل الواحد

٧-٥ اختبار تعيين معاير المرونة الإستاتيكى للخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF STATIC MODULUS OF ELASTICITY OF HARDENED CONCRETE

٧-٥-١ عـــــــام

معايـــر المـــرونة الإستاتيكى فى الضغط هو أحد الخواص المميزة للخرسانة و التى تستخدم فى تعييـــن التشـــكلات الحادثـــة فى العناصر الإنشائية تحت تأثير الأحمال. و نتيجة هذا الاختبار لا تتخذ كمعيار لقبول أو رفض عينة الخرسانة المختبرة.

٧-٥-٢ الهـــــدف

يهـــدف هـــذا الاختبار إلى تحديد معاير المرونة الإستاتيكى فى الضغط لعينة خرسانة أسطوانية (مصبوبة خصيصا أو مستخرجة من عنصر خرسانى).

٧-٥-٣ تعريفات

يقصـــد بمعايـــر المرونة فى هذا الاختبار : معاير القاطع لمنحنى الإجهاد و الانفعال بين إجهاد ٠,٥ نيوتن/مم^{٢} و إجهاد يساوى ثلث مقاومة ضغط الخرسانة.

٧-٥-٤ الأجهزة

- تشمل الأجهزة المستخدمة فى هذا الاختبار مكنة اختبار ضغط مطابقة للاشتراطات الموضحة بالبند (٧-٢-٣) . و تكـــون هـــذه المكـــنة قادرة على التأثير بالحمل بالمعدل المطلوب وتثبيته عند القيمة المطلوبة.

- يســـتخدم جهاز لقياس التغير فى الطول بحيث تكون دقته ± ١٠×٥ $^{-٦}$ على الأقل. و يكون له طول قياس لا يقل عن ثلثى قطر عينة الاختبار .

- يجـــب أن يحـــتوى جهاز قياس التغير فى الطول على مقياسين لقياس التغير فى الطول على وجهين متقابلين من أوجه العينة فى حالة العينة المنشورية .

٧-٥-٥ العينات

- مـــن الأفضل أن تكون عينـــة الاختبار أسطوانية الشـــكل بقطر ١٥٠ مم و ارتفاع ٣٠٠ مم. على أنه يمكن استخدام أشكال أخرى على أن تكون نسبة الارتفاع /قطر العينة محصورة بين ٢ و ٤ أى ($2 \leq L/d \leq 4$) . كمـــا يجـــب ألا يزيد المقاس الاعتبارى الأكبر للركام المستخدم عن رُبع قطر العينة.

- العينات المستخرجة من العناصر الإنشائية قد لا تتحقق لها الشروط السابقة و فى هذه الحالة يجب ذكر ذلك فى تقرير الاختبار.
- يجب إعداد عينات الاختبار و معالجتها طبقا للاختبارات أرقام (٦-١٢، ٦-١٤) بالدليل .
- توزن العينات مشبعة أو حسب ورودها وتراجع الأبعاد الإسمية ومقاسات كل عينة ، ثم تعين كثافة كل عينة وذلك طبقا لما ورد بالاختبار (٧-١) .

٧-٥-٦ خطوات الاختبار

٧-٥-٦-١ تحديد مقاومة الضغط

يتم تحديد مقاومة الضغط باختبار ثلاث عينات مشابهة للعينات التى سيتم تحديد معاير المرونة الإستاتيكى لها. و يجب أن تكون عينات تعيين مقاومة الضغط لها نفس شكل و مقاسات العينات التى سيحدد لها معاير المرونة الإستاتيكى. كما يجب أن يتم صبها و معالجتها بنفس الطريقة ثم يتم تحديد مقاومة الضغط طبقا للاختبار (٧-٢) . و يؤخذ متوسط مقاومة الضغط للعينات الثلاثة (f_c) كأساس لحساب الحد الأعلى للإجهاد المستخدم فى تعيين معاير المرونة الإستاتيكى.

٧-٥-٦-٢ تحديد معاير المرونة الإستاتيكى

- توضع عينة الاختبار بعد تثبيت جهاز قياس تغير الطول موازيا لمحورها الطولى داخل مكنة الاختبار مع ضبط محور العينة الرأسى لينطبق مع محور تحميل المكنة.
- عند تثبيت جهاز قياس التغير فى الطول على عينة الاختبار يجب أن يتم ذلك بحيث يكون طرفا الجهاز على مسافات متساوية من نهايتى عينة الاختبار على ألا تقل هذه المسافة عن ربع ارتفاع عينة الاختبار (L/4) .
- فى حالة العينات المنشورية تؤخذ قياسات التغير فى طول العينة على وجهين متقابلين من أوجه عينة الاختبار على الأقل. و إذا تم صب عينات الاختبار فى وضع أفقى فيجب فى هذه الحالة تثبيت جهاز قياس تغير الطول على أحد أوجه عينة الاختبار بخلاف وجه الصب.
- يتم التأثير بالإجهاد الأساسى (σ_b) وقيمته ٠,٥ نيوتن/مم^2 و تسجل قيمة التغير فى الطول المناظرة.
- يتم زيادة الإجهاد تدريجيا بمعدل ٠,٦ – ٠,٤ نيوتن/مم^2/ثانية إلى أن يصل الإجهاد (σ_a) الواقع على العينة إلى ثلث قيمة مقاومة الضغط للخرسانة ($\sigma_a=f_c/3$) . يتم تثبيت قيمة الإجهاد لمدة ٦٠ ثانية و تسجل قيم التغيرفى الطول خلال الثلاثين ثانية التالية على كل من طولى القياس.

- إذا كانـــت قيم التغيرفى الطول المسجلة تختلف عن القيمة المتوسطة لها بما يزيد عن ٢٠% فيعاد ضـــبط محور العينة لضمان انطباقه على محور المكنة ، أما إذا لم يمكن ضبط العينة بحيث لا يزيد الاختلاف فى قراءات التغيرفى الطول على القيمة المتوسطة على ٢٠% فإن نتائج الاختبار تكون لاغية حيث أن الحمل غير محورى.

- عـــندما يتبين من قراءات التغيرفى الطول السابقة أنه يمكن اعتبار الحمل المؤثر على العينة محوريا بدقـــة كافـــية فإنه يمكن عندئذ تقليل الحمل بنفس المعدل المستخدم أثناء التحميل حتى الوصول إلى قـــيمة الإجهـــاد الأساسى(σ_b) . تكرر دورة التحميل و خفض الحمل السابقة مرتين إضافيتين على الأقـــل باستخدام نفس المعدل أثناء التحميل و عند رفع الحمل .مع تثبيت الإجهاد المؤثر على العينة لمدة ٦٠ ثانية عند طرفى كل دورة تحميل (σ_b) و(σ_a) .

- بعـــد إتمام دورات التحميل يتم تثبيت الحمل عند قيمة الإجهاد الأساسى (σ_b) لمدة ٦٠ ثانية، ثم يتم تســـجيل الانفعالات لها خلال الثلاثين ثانية التالية (ε_b) . بعد ذلك يتم زيادة قيمة الإجهاد الواقع على العيـــنة، بـــنفس المعـــدل ســـالف الذكر، إلى أن يصل للقيمة (σ_a) وعندها يتم تسجيل قيم الانفعال المناظرة (ε_a) خلال فترة زمنية لاتتعدى ٣٠ ثانية.

- بعـــد إتمـــام القراءات السابقة يتم زيادة الحمل على العينة بنفس المعدل السابق حتى الانهيار. و إذا اختلفـــت قيمة مقاومة الضغط للعينة عن (f_c) بما يزيد على ٢٠% فيجب توضيح ذلك فى تقرير هذا الاختبار.

٧-٥-٧ النتائج

يمكن حساب معاير المرونة الإستاتيكى فى اختبار الضغط من المعادلة التالية:

$$E_c = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{\sigma_a - \sigma_b}{\varepsilon_a - \varepsilon_b}$$

حيث:

(σ_a) = الإجهاد الأعلى المستخدم فى حساب معاير المرونة الإستاتيكى (نيوتن/مم^2) = $f_c/3$

(σ_b) = الإجهاد الأساسى (٠,٥ نيوتن /مم^2).

(ε_a) = متوسط الانفعالات المقيسة تحت تأثير الإجهاد الأعلى.

(ε_b) = متوسط الانفعالات المقيسة تحت تأثير الإجهاد الأساسى.

و يمكـــن تقريب النتيجة إلى أقرب ٥٠٠ نيوتن/مم^2 إذا كانت القيم المحسوبة تزيد على ١٠٠٠٠ نيوتن/مم^2 و إلى أقرب ١٠٠ نيوتن/مم^2 إذا كانت القيم المحسوبة تقل على ١٠٠٠٠نيوتن/مم^2.

٧-٥-٨ التقرير

يجب أن يشتمل تقرير هذا الاختبار على البيانات التالية:

٧-٥-٨-١ بيانات يدلى بها منتج عينات الاختبار

أ – بيانات إلزامية

- الرقم الكودى للعينة
- تاريخ صب الخرسانة (و تاريخ استخراج العينة إذا كان مختلفا)
- ظروف المعالجة و التخزين
- عمر العينة عند اختبارها (أو تاريخ الاختبار إذا كان العمر غير معلوم)

ب – معلومات اختيارية

- اسم المشروع
- اسم جزء المبنى أو العنصر الإنشائى
- رتبة الخرسانة.
- نسب الخلطة

٧-٥-٨-٢ بيانات يدلى بها معمل الاختبار

- حالة العينة عند استلامها فى المعمل و أى معاملات لسطحها.
- نوع و مقاسات العينة.
- حالة المعالجة و التخزين.
- تاريخ الاختبار.
- عمر العينة.
- الكثافة الظاهرية للعينة.
- نوع أجهزة قياس التغير فى الطول و قيمة طول القياس.
- مقاومة الضغط للعينات المرافقة.
- مقاومة الضغط للعينة المستخدمة فى تعيين معاير المرونة الإستاتيكى.
- قيمة معاير المرونة الإستاتيكى.
- ملاحظات.

٧-٥-٩ أمثلة

١ – إذا كانت مقاومة الضغط (نيوتن /مم^{٢}) لثلاث عينات أسطوانية كالتالى: ٣٢ ، ٢٨ ، ٢٩ فإن مقاومة ضغط الخرسانة (f_c) = (٣٢+٢٨+٢٩) /٣ = ٢٩,٧ نيوتن/مم^{٢} والحد الأعلى للإجهاد عند تعيين معاير المرونة الإستاتيكى = ٣/٢٩,٧ = ٩,٩ نيوتن/مم^{٢}

٢ – إذا كانت القراءات المأخوذة للإجهاد و الانفعال أثناء دورة التحميل الأولى على عينة أسطوانية من الخرسانة أثناء اختبار تعيين معاير المرونة الإستاتيكى كالآتى:

الإجهاد (نيوتن/مم^{٢})	٠,٥	٩,٩
انفعال (١)	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠٤٥
انفعال (٢)	٠,٠٠٠٠٨	٠,٠٠٠٣٦

متوسط الانفعال عند الحد العلوى للإجهاد = (٠,٠٠٠٤٥ + ٠,٠٠٠٣٦)/٢ = ٠,٠٠٠٤٠٥

الفارق بين أى قيمة للانفعال عند الحد العلوى للإجهاد و المتوسط عند نفس الإجهاد = ١١% (< ٢٠%)

فى هذه الحالة يمكن استكمال الاختبار حيث أن التحميل محورى بدرجة كافية.

٣ – إذا كانت قراءات الإجهاد و الانفعال فى دورة التحميل الأخيرة كما يلى:

الإجهاد (نيوتن/مم^{٢})	٠,٥	٩,٩
انفعال (١)	٠,٠٠٠١٢	٠,٠٠٠٤٦٧
انفعال (٢)	٠,٠٠٠٠٩	٠,٠٠٠٣٧٣

معاير المرونة الإستاتيكى $(E_c) = \frac{9.9 - 0.5}{0.00042 - 0.000105} = 29841$ نيوتن/مم^{٢}

تقرب إلى ٣٠٠٠٠ نيوتن / مم^{٢}

(تم تقريب النتيجة لأقرب ٥٠٠ نيوتن/مم^{٢} نظرا لأن قيمة معاير المرونة أكبر من ١٠٠٠٠ نيوتن/مم^{٢}).

٤ – تم تحميل العينة حتى الكسر فكانت مقاومة الضغط تساوى ٣١ نيوتن / مم^{٢} وهى تختلف عن المقاومة السابق تعيينها (f_c) بمقدار ٤,٤ % وهذه القيمة قريبة بدرجة كافية ولن تذكر بالتقرير.

٧-٥-١٠ المراجع

- اختبارات أرقام (٦-١١ إلى ٦-١٤) بالدليل .

- م.ق.م. ١٦٥٨ اختبار الخرسانة – الجزء الرابع و الجزء الخامس "طريقة عمل عينات اختبار الخرسانة المتصلدة من الخرسانة الطازجة"

ISO 1920 Concrete test – Dimensions, tolerances and applicability of test specimens.
ISO 2736 Concrete – Sampling, making and curing of test specimens.
ISO 4012 Concrete – Determination of compressive strength of test specimens.
ISO 4013 Concrete – Determination of flexural strength of test specimens.
ISO 6275 Concrete – hardened – Determination of density.

٧-٦ تعيين محتوى الكلوريدات بالخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF CHLORIDE CONTENT (Cl^-)

٧-٦-١ عـــام

يلـزم لتعييـن محـتوى الكلوريدات فى الخرسانة المتصلده معرفة محتوى الأسمنت فى الخرسـانة حيث أن الحدود المسموح بها بالكود المصرى على هيئة (Cl^-) منسوبة إلى محتوى الأسمنت بالخرسانة .

٧-٦-٢ الهدف

معـرفة محـتوى الكلوريدات على هيئة Cl^- طبقا لما ورد بالمواصفات القياسية البريطانية رقـــــــم 1881: part 6-1971، ويجرى الاختبار على عينة من الخرسانة المطحونة ومارة من المنخل رقم ١٠٠ (١٥٠ ميكرون) .

٧-٦-٣ تعريفات

الكلوريدات على هيئة Cl^- تمثل محتوى أملاح الكلوريدات الذائبة فى الخرسانة وهى تمثل مجموع الكلوريدات الواردة من الركام والماء والأسمنت والإضافات ... الخ المكونة للخرسانة .

٧-٦-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم
- طاحونة تسمح بطحن الخرسانة
- منخل رقم ١٠٠ (١٥٠ ميكرون)
- سخان كهربائى مسطح
- زجاجيات معملية
- ورق ترشيح

٧-٦-٥ العينات

يـتم طحـن عينة خرسانة ممثله للعنصر الإنشائي لا يقل وزنها عن حوالى كيلو جرام ثم يعاد طحن حوالى ٢٠ جرام منها لتمر بالكامل من منخل رقم ١٠٠ .

٧-٦-٦ خطوات الاختبار

١ - تؤخذ من الخرسانة كمية تزن حوالى ٢ جرام من العينة فى كأس نظيف يضاف عليها ٢٥ مل من الماء المقطر ، ثم يضاف ١٠ مل من حامض النيتريك المركز.

٢ - يضاف ٥٠ مل ماء ساخن ويترك المحلول ساخنا من ١٠ - ١٥ دقيقة .

٣ - إذا ظهر راسب يرشح من ورق ترشيح وتغسل ورقة الترشيح بالماء .

٤ - يـبرد المحلـول ويضاف زيادة من محلول ٠,١ عيارى نترات الفضة (١٦,٩٦٩جرام من نترات الفضة فى لتر ماء مقطر) .

٥ - يضاف ٢ - ٣ مل نيتروبنـزين ويرج المحلول بشده لترسيب الراسب ، ثم يضاف ١ مل مـن الكاشـف (١٠٠ مل محلول بارد من كبريتات الحديديك الأمونيومية مع ١٠ مل من حامض النيتريك المركز) .

٦ - يعاير المحلول مع ٠,١ عيارى من ثيوسيانات الأمونيوم حتى ظهور اللون الأحمر.

٧ - تعايـر ثيوسـيانات الأمونـيوم (٧,٦جرام من $NH_4\ CNS$) فى لتر من الماء المقطر مع نترات الفضة.

٧-٦-٧ النتائج

$$CaCl_2\% = \frac{V - V_1}{0.1} \times N \times \frac{0.555}{W} \times \frac{100}{M}$$

حيث :

$CaCl_2\%$ = النسبة المئوية لكلوريدات الكالسيوم من محتوى الأسمنت

V = حجم نترات الفضة (٠,١ عيارى)

V_1 = حجم ثيوسيانات الأمونيوم

N = عيارية ثيوسيانات الأمونيوم

W = وزن العينة

M = النسبة المئوية لمحتوى الأسمنت بالخرسانة

الكلوريدات (Cl^-) من محتوى الأسمنت بالخرسانة = كلوريدات الكالسيوم x ٠,٣١٩٨

٧-٦-٨ المراجع

BS : 1881 : part 6 – 1971 Methods of Testing Concrete , Analysis of Hardened Concrete

٧-٧ تعيين محتوى الكبريتات بالخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF SULFATE CONTENT (SO_3)

٧-٧-١ عـــــام

يعيـــن محـــتوى الكبريتات فى الخرسانة لمعرفة ما إذا كانت الخرسانة تعرضت لكبريتات مهاجمة، لذا يجب ألا تزيد نسبة (SO_3) عن ٤ ٪ من وزن الأسمنت المستخدم .

٧-٧-٢ الهدف

تعيين الكبريتات بترسيبها بواسطة كلوريد الباريوم وحسابها على هيئة (SO3) من راسب كبريتات الباريوم المحترق عند درجة ٨٠٠ – ٩٠٠ °م

٧-٧-٣ تعريفات

يشـــمل محـــتوى الكبريـــتات الكبريتات الكلية (الكبريتات المتحدة كجبس والمتحدة كسلفو ألومينات) ويعبر عنها بنسبة (SO_3) الكلية .

٧-٧-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم
- فرن تجفيف
- فرن احتراق ١٤٠٠°م
- سخان كهربائى مسطح

٧-٧-٥ العينات

تستخدم عينة مطحونة من الخرسانة وزنها حوالى كيلو جرام وتمر من منخل رقم ١٠٠ .

٧-٧-٦ خطوات الاختبار

١- تؤخـــذ عينة من الخرسانة تحتوى على حوالى ١ جرام من الأسمنت ويوضع فوقها ٢٥ مل من الماء المقطر ، ويضاف ١٠ مل من حامض الهيدروكلوريك المركز.

٢- يضـــاف ٥٠ مل من الماء وتغلى لمدة ٥ – ١٠ دقائق ويرشح ويغسل الرشيح بالماء المقطر الساخن .

٣- يعادل المحلول بالأمونيا (١ : ١) ثم يحمض مرة أخرى بحمض الهيدروكلوريك المركز.

٤- يغلى المحلول ويضاف ١٠ مل من محلول ١٠ ./. كلوريد الباريوم ويترك قريبا من الغليان حوالى ٣٠ دقيقة ثم يترك حوالى ساعة ليبرد .

٥- يرشح الراسب ويغسل ويحرق فى بوتقة بلاتين عند درجة حرارة ٨٠٠ – ٩٠٠ °م ويبرد ويتم وزن الراسب .

٧-٧-٧ النتائج

$$SO_3\% = (W/W_1) \times 0.343 \times 100$$

$$S = \frac{SO_3\%}{M} * 100$$

حيث :

SO_3 % = النسبة المئوية للكبريتات بالخرسانة

W = وزن الراسب

W_1 = وزن العينة

M = النسبة المئوية لمحتوى الأسمنت بالخرسانة

S = النسبة المئوية للكبريتات من محتوى الأسمنت

٨-٧-٧ المراجع :

BS : 1881 : Part 6 – 1971 Methods of Testing Concrete , Analysis of Hardened Concrete

٧-٨ تعيين محتوى السلفو ألومينات

DETERMINATION OF SULFO-ALUMINATE CONTENT

٧-٨-١ عـــــام

تمـثل الكبريـتات المـتواجدة على صورة الجبس والسلفو ألومينات مدى تأثر الخرسانة بالكبريـتات . والسـلفو ألوميـنات ثابتة فقط فى الوسط القلوى للخرسانة بينما تتحول إلى جبس بالأحماض .

ويعـتمد الاختـبار على كون السلفو ألومينات لا تذوب فى ماء الجير بينما يمكن إذابة أي كبريتات أخرى .

٧-٨-٢ الهدف

تعييـن الكبريـتات المتواجدة بمركب السلفوألومينات على هيئة (SO_3) ضمن مركبات الخرسانة المتصلدة.

٧-٨-٣ تعريفات

السـلفوألومينات هـي عـبارة عن كبريتات متحدة بالخرسانة وهى ناتج طرح الكبريتات الذائبة فى ماء الجير من الكبريتات الكلية .

٧-٨-٤ الأجهزة

الأجهزة المطلوبة لتعيين الكبريتات التى سبق ذكرها بالاختبار رقم (٧-٧).

٧-٨-٥ العينات

العينه المجهزه لتعيين الكبريتات التى سبق تجهيزها بالاختبار رقم (٧-٧).

٧-٨-٦ خطوات الاختبار

١- يجهـز معلـق الجـير مـن ٢,٥ جـرام مـن الجير الحى (الذي ينتج من حرق ٤,٥ جم كـربونات الكالسـيوم عند درجة ١٠٠٠ °م لمدة ساعة) فى لتر من الماء المقطر مع غلق الزجاجة ورجها بشدة قبل الاستخدام.

٢- تؤخـذ كمية من الخرسانة وزنها حوالى ٢ جرام وتوضع فى دورق له غطاء ، ويضاف اليها ٥٠مل من معلق الجير وترج بشدة حوالى ١٠ دقائق – ثم ترشح.

٣- توضـــع ورقة الترشيح فى دورق ويضاف عليها ٥٠ مل من معلق الجير ثم يرج المحلول لمـــدة ٣٠ دقـــيقة ويترك ٢٤ ساعة ويعاد الرج من ٢-٣ ساعات ويرشح المحلول وتغسل ورقة الترشيح والراسب عدد ٥ مرات بمعلق الجير

٤- يعادل المحلول بحامض الهيدروكلوريك المركز، ثم يضاف ١ مل من الحامض

٥- يســتكمل ترســيب الكبريــتات كمــا أجرى بالبند (٧-٧) وتحرق وتحسب نسبة الكبريتات المتحدة على هيئة سلفوالومينات .

٧-٨-٧ النتائج

$$S_1 = (W/W_1) \times 0.343 \times 100$$

$$S_2 = SO_3 - S_1$$

حيث :

S_1 = النسبة المئوية للكبريتات (SO_3) الذائبة فى معلق محلول الجير

W = وزن العينة

W_1 = وزن الراسب

S_2 = النسبة المئوية للكبريتات (SO_3) كسلفوألومينات

SO_3 = النسبة المئوية للكبريتات (SO_3) الكلية بالخرسانة – اختبار رقم (٧-٧)

٧-٨-٨ المراجع

BS 1881 part 6 – 1971 : Methods of Testing Concrete , Analysis of Hardened Concrete .

٧-٩ تقدير محتوى المكونات لخرسانة الأسمنت البورتلاندى المتصلدة

DETERMINATION OF CONTENTS OF HARDENED ORDINARY PORTLAND CEMENT CONCRETE

٧-٩-١ عـــــام

يعتـبر تحديـد محـتوى مكونـات خرسانة الأسمنت البورتلاندى المتصلدة ، وخصوصاً محـتوى الأسمنت ، أداة من أدوات ضبط الجودة وذلك فى المنشآت التى تم صبها دون إشراف هندســى . كمــا أنهــا تعتبر أساساً لتحديد العيوب وأسبابها فى منشآت متصدعة . غير أن هذه الطـريقة تعـتمد إلـى حـد ما فى دقتها على تواجد عينات ممثلة للمواد المستخدمة. وعند عدم توافـرها يـتم حساب نسب المكونات باستخدام فروض معينة مناسبة لطبيعة المواد (بعد معرفة أنواعها).

٧-٩-٢ الهدف

تهدف هذه المواصفات إلى وصف الطرق القياسية لتحليل الخرسانة المتصلدة من الأسمنت الـبورتلاندى بهدف تحديد نسب الأسمنت والركام بنوعيه الصغير والكبير. وهذه الطرق القياسية صـالحة فقـط لحالـة الخرسانة التى لايدخل فى تركيبها أنواع من الركام تحتوى على كميات محسوسة من أكسيد الكالسيوم والسيليكا الذائبين تحت ظروف التحليل.

٧-٩-٣ تعريفات

يعـبر محـتوى مكونـات الخرسانه عن محتوى الأسمنت ومحتوى كلا من الركام الكبير والركام الصغير.

٧-٩-٤ التجهيزات

٧-٩-٤-١ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم
- فرن احتراق حتى ١٢٠٠ °م
- فرن تجفيف
- سخان كهربائى مسطح
- زجاجيات معملية

٧-٩-٤-٢ الكيماويات

-حمـــض الهيدروكلوريك (٣:١) : يُضاف ٢٠٠ مل من حمض الهيدروكلوريك (وزنه النوعى ١,١٩) إلى ٦٠٠ مل ماء مقطر.

-حمض الهيدروكلوريك (٩:١) : يُضاف ١٠٠ مل من حمض الهيدروكلوريك (وزنه النوعى ١,١٩) إلى ٩٠٠ مل ماء مقطر.

- محلـــول هيدروكســـيد الصـــوديوم (١٠ جم هيدروكسيد الصوديوم / لتر) : يُذاب ٥ جم هيدروكسيد الصوديوم فى ٢٠٠ مل ماء مقطر ويكمل المحلول إلى ٥٠٠ مل.

- حمض الهيدروفلوريك ٤٨% .

-حمض الكبريتيك (وزنه النوعى ١,٨٤).

٧-٩-٥ العينات

٧-٩-٥-١ أخذ العينة

- يتم تجميع العينة من مواقع متفرقة من العنصر المراد تحليل الخرسانة الخاصة به حتى تكون ممـــثلة للخرســـانة. وتكون القطعة المأخوذة من كل موقع ذات وزن فى حدود ٥ كجم. ولا يقل الوزن الكلى للعينة عن ٢٥ كجم.

- يـــتم تكسير الأجزاء المجمعة إلى قطع يتراوح مقاس كل منها من ٥-٨ سم باستخدام مطرقة ويخلط الناتج حتى يتجانس ثم يُقسّم إلى ثلاثة أقسام يكون كل منها ممثلاً للعينة الأصلية.

- يُجرى الاختبار على أحد هذه الأقسام ويُحتفظ بالاثنين الآخرين فى وعاءين جافين نظيفين مع إحكام غلقهما.

٧-٩-٥-٢ تجهيز العينة للاختبار

٧-٩-٥-٢-١ التجفيف والحرق

- تُجفـــف العيـــنة التى ستُجرى عليها الاختبارات فى فرن درجة حرارته ١٠٥ °م إلى أن يثبت وزنهـــا ، ويُؤخـــذ جـــزء منها يتراوح وزنه بين ١,٥ – ٧ كجم على حسب نوع الاختبارات المطلوبة على النحو التالى:

- عينة ذات وزن من ١,٥-٢,٥ كجم لغرض تعيين نسبة الأسمنت فقط.

- عينة ذات وزن لا يقل عن ٥ كجم لغرض تعيين نسب الأسمنت والركام الكبير والركام الصغير.
- تُوضع أجزاء العينة فى أوعية مكشوفة مناسبة من الصلب الذى لا يصدأ ويكون سمك جدرانها ١,٥ مم.
- تُسخّن الأوعية فى فرن احتراق عند درجة حرارة ٥٥٠-٦٠٠ °م لمدة ٣ ساعات ثم تُترك لتبرد. ونتيجة لفقد الماء بعد هذه المعالجة الحرارية تفقد الخرسانة معظم قوة تماسكها.
- تُوزن العينة المحروقة (بعد أن تبرد) وليكن الوزن (W_1 جم) ، وهو يمثل وزن الأسمنت والركام بنوعيه.

٧-٩-٥-٢-٢ تجزئة العينة

٧-٩-٥-٢-٢-١ الطريقة العامة

- تُنخل العينة الموزونة (W_1 جم) على منخل مقاس فتحته ٤,٧٦ مم مع الاحتراس الشديد لعدم فقد أى كمية من العينة. ويمكن فرك قطع الركام الكبير أو تنظيفها بفرشاة من السلك أو سكينة أو ملعقة معدنية لمساعدة فصل العالق بها من المكونات الأخرى مع مراعاة عدم فقد أى منها.
- يُوزن الركام الكبير (النظيف) المحجوز على المنخل وليكن وزنه (W_2 جم).
- يوضع الركام الكبير فى كأس مناسبة ويغسل بحمض الهيدروكلوريك المخفف (٩:١) عدة مرات لإذابة ما قد يكون عالقاً به من أسمنت.
- يغسل الركام بالماء عدة مرات مع التخلص من ماء الغسيل بالصفق (Decantation) ويجفف الركام المغسول فى فرن درجة حرارته ١٠٥°م حتى يثبت الوزن وليكن (W_3) ويعتبر الفاقد فى الوزن من الأسمنت الموجود بالخرسانة.
- يُوزن الجزء من العينة المار من المنخل ٤,٧٦ مم وليكن وزنه (W_4 جم) ثم يُقسّم بطريقة التقسيم الربعى – الموضحة فى الاختبار رقم (٢-١) بالدليل – حتى نحصل على عينة ممثلة وزنها حوالى ١٠٠ جم يتم طحنها لتمر جميعها من منخل مقاس فتحته ٧٤-٧٦ ميكرون. وتستخدم هذه العينة لتعيين نسبة السيليكا الذائبة ونسبة أكسيد الكالسيوم.

- تُجرى تجربة ضابطة على الركام الصغير لتصحيح نتائج السيليكا وأكسيد الكالسيوم الذائبين فى عملية تعيين نسبة الأسمنت ويستلزم ذلك وجود عينة من الركام الصغير المستخدم فى الخرسانة. وإذا تعذر ذلك يتم الحصول على عينة من الركام الصغير المار من منخل ٤,٧٦ مم (والذى وزنه W_4 جم) ثم تنخل على منخل مقاس فتحته ٢٩٥-٢٩٧ ميكرون ويتم نقل المحجوز عليه إلى كأس مناسبة ثم يُغسل جيداً بحمض الهيدروكلوريك (٩:١) إلى أن يصير خالياً تماماً من الأسمنت ثم يُجفف ويُطحن جيداً ليمر من منخل مقاس فتحته ٧٤-٧٦ ميكرون ويُكوّن العينة المطلوبة للتجربة الضابطة.

٧-٩-٥-٢-٢-٢ الطريقة الخاصة

عند تفتت الركام الكبير أثناء المعالجة الحرارية إلى مقاس أقل من ٤,٧٦ مم ، يتم تطبيق الطريقة الأتية:

- يُؤخذ جزء صغير من الخرسانة المحروقة عند ٥٥٠-٦٠٠ °م ويُغسل عدة مرات بحمض الهيدروكلوريك المخفف (٩:١) إلى أن يصير خالياً تماماً من الأسمنت ثم يُجفف عند ١٠٥ °م حتى ثبات الوزن ، ويُفصل الناتج بالنخل على منخل ٤,٧٦ مم ليكون المار والمحجوز ممثلين للركام الصغير والكبير على الترتيب.
- يُطحن الجزء الباقى من الخرسانة جميعه باستخدام جهاز طحن مناسب مع مراعاة عدم فقد أى جزء من الناعم (الغنى بالأسمنت) ثم يُنخل ليمر جميعه من منخل مقاس فتحته ٧٤-٧٦ ميكرون.
- بالمثل تُطحن عينتا الركام الكبير والصغير لنفس المقاس وتستخدم العينات المطحونة لتحديد نسبة السيليكا ونسبة أكسيد الكالسيوم الذائبين بالتحليل الكيميائى. ويراعى تنظيف العينات المطحونة من الحديد الناتج من عملية الطحن باستخدام مغناطيس قوى

٧-٩-٦ خطوات الاختبار

٧-٩-٦-١ عـــام

يُعتمد فى اختبار تحديد نسبة الأسمنت على الكشف عن محتوى أكسيد الكالسيوم أو السيليكا الذائبين فى العينة. ويتم الكشف على العنصر غير الموجود فى (أو الناتج بكميات أقل ما يمكن) الركام المستخدم. فإذا احتوى الركام على كمية كبيرة من أكسيد الكالسيوم ، نلجأ إلى الكشف

عـــن السيليكا والعكس بالعكس. أما إذا احتوى الركام على كميات وفيرة من المواد الجيرية التى ينتج عند اختبارها أكسيد الكالسيوم فلا يمكن الاعتماد على هذه الطريقة.

٧-٩-٦-٢ طريقة السيليكا الذائبة :

١- يُوضـــع حوالى ٢ جم من كل من عينات الركام الكبير والصغير والخرسانة المطحونين فى ثلاثة كئوس سعة كل منها ٢٥٠ مل.

٢- تُـــندّى محـــتويات كل كأس بكمية صغيرة من الماء ثم تُقلّب وذلك لمنع التصاق المحتويات بالكأس ولعدم تكون كتل متجمعة من المادة المطحونة.

٣- يُضـــاف ببطء ١٠٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المخفف (٣:١) ويُقلّب جيداً مع مراعاة تكسير أى كتل متجمعة باستخدام قضيب زجاجى بعد انتهاء تصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون وانتهاء التفاعل بصورة واضحة.

٤- تُوضـــع الكأس فوق حمام بخار لمدة ١٥ دقيقة ثم تُصفّى محتويات الكأس خلال قمع "بخنر" مـــن البورســـلان الذى يُثبّت فوقه ورقتا ترشيح من النوع المستخدم للرواسب الناعمة (ورقة رقم ٤٢ واتمان أو ما يعادلها).

٥- يُـــراعى عند الترشيح عدم ترك ورقتى الترشيح والراسب المتجمع فوقهما لتجف تماماً كما يُراعى ترك معظم الراسب فى الكأس.

٦- يُغســـل الراسب المتبقى فى الكأس مرتين بالماء الساخن بطريقة الصفق (Decantation) ويُحتفظ بالرشيح.

٧- تُـــنقل ورقـــتا الترشيح من القمع إلى الكأس المحتوية على الراسب مع مراعاة عدم فقد أى جـــــزء منه. ويُضاف إلى محتويات الكأس ٧٥ مل من محلول ساخـــن من الصودا الكاويـــة (١٠ جم / لتر) مع التقليب لتفتيت ورقتى الترشيح ثم تُوضع الكأس فوق حمام بخار لمدة ١٥ دقيقة مع تقليب المحتويات بين الحين والأخر.

٨- تُرشـــح محـــتويات الكأس بطريقة الصفق (Decantation) كما سبق ثم يُغسل الراسب بالصفق مرتين بالماء الساخن.

٩- تُـــنقل جمـــيع محـــتويات الكـــأس إلى قمع "بخنر" ثم يُغسل جيداً بالماء الساخن حتى يصبح الرشيح متعادلاً مع كشاف عباد الشمس.

١٠- يُجمع رشيح الصودا الكاوية مع رشيح حمض الهيدروكلوريك السابق الاحتفاظ به ويحتوى هذا الرشيح المجمع على السيليكا الذائبة فى صورة حمض السيليسيك إما على هيئة محلول حقيقى أو على هيئة معلق فى وسط حمض الهيدروكلوريك. ويُضاف – فى حالة احتواء الركام المستعمل على كمية وفيرة من المواد التى تعطى أكسيد الكالسيوم عند المعاجة بالحمض – ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك (وزنه النوعى ١,١٩) إلى المحلول.

١١- يُنقل المحلول إلى كأس مناسبة مع مراعاة شطف دورق الترشيح عدة مرات بالماء. يُبخّر المحلول بحرص إلى الجفاف مع مراعاة عدم فقد أى جزء نتيجة التناثر. يُخبز الناتج فى فرن هوائى عند درجة حرارة لا تتعدى ١٢٠ °م لمدة ساعة ويندى بحمض الهيدروكلوريك (وزنه النوعى ١,١٩).

١٢- يتم إعادة التبخير ثم الخبز ثم يُضاف ٧٥ مل من حمض الهيدروكلوريك (٣:١) ويُسخّن لدرجة الغليان ثم يُرشح على ورقة ترشيح معدومة الرماد.

١٣- يُغسل الراسب بحوالى ٥٠ مل من حمض الهيدروكلوريك (٩:١) ثم بالماء الساخن إلى أن يُصبح ناتج الغسيل خالياً من الكلوريدات.

١٤- تُقدر السيليكا فى العينة بمعالجتهابحمض الهيدروفلوريك وحمض الكبريتيك طبقاً لطريقة تقدير السيليكا الواردة فى م.ق.م ١٩٩٤/٤٧٤ "طرق الاختبارات الكيميائية للأسمنت البورتلاندى".

٧-٩-٦-٣ طريقة أكسيد الكالسيوم الذائب

١- تُتبع نفس الطريقة المتبعة فى البند السابق (٧-٩-٦-٢) مع مراعاة حذف خطوة معالجة السيليكا بحمض الهيدروفلوريك وحمض الكبريتيك كما يمكن الاستغناء عن راسب السيليكا.

٢- يُستخدم الرشيح المحتوى على أكسيد الكالسيوم الذائب ويُغسل فيه هيدروكسيدات الحديد والألومنيوم بنفس الطريقة المتبعة فى م.ق.م ١٩٩٤/٤٧٤ "طرق الاختبارات الكيميائية للأسمنت البورتلاندى" ثم يُقدّر أكسيد الكالسيوم الذائب فى الرشيح بنفس الطريقة الواردة فى المواصفة المذكورة.

٧-٩-٧ الأخطاء الشائعة

١-عـند حرق العينة أثناء تجهيزها للاختبار لا ينبغى زيادة حرارة الحريق على ٦٠٠ °م حتى لا يـؤدى ذلك إلى تفكك الكربونات التى قد تحويها بعض أنواع الركام وأيضاً لتجنب تأثير الصدمات الحرارية.

٢- عند تجزئة العينة بالطريقة العامة ، إذا لوحظ تفتت الركام الكبير- نتيجة المعالجة الحرارية - أثـناء الـنخل بحيـث يؤثر على كمية المار من المنخل ٤,٧٦ مم ، يُكتفى بتعيين نسبة الأسـمنت فقـط دون كـل من الركام الكبير والصغير حيثُ أن عملية التفتت ستؤدى إلى اختلال تحديد نسب نوعى الركام.

٣- عـند تجـزئة العينة بالطريقة العامة وغسيل الركام الكبير بحمض الهيدروكلوريك ، يُكرر الغسـيل بالحمض حتى يتوقف تصاعد الغازات من محلول الغسيل إلا إذا كان الركام يذوب فى الحمض فيوقف الغسيل عندما يصبح الركام نظيفاً نسبياً.

٧-٩-٨ النتائج

يمكـن – كمـا سـبق ذكره – تقدير نسبة كل من الركام الكبير والركام الصغير ونسبة الأسـمنت فـى حالة العينات التى لا يتفتت فيها الركام الكبير عند حرق الخرسانة عند ٥٥٠ – ٦٠٠ °م . أمـا فى حالة العينات التى يتفتت فيها الركام الكبير عند حرق الخرسانة فيمكن فقط تقدير نسبة الأسمنت ونسبة الركام الكبير والصغير معاً .

٧-٩-٨-١ تقدير نسبة الركام

$$C_A\% = \frac{W_2 - W_3}{W_1} \times 100$$

$$A\% = \frac{W_3}{W_1} \times 100$$

حيث :

A% = النسبة المئوية للركام الكبير

w1 جم = وزن عينة الخرسانة بعد الحرق ٥٥٠ – ٦٠٠ °م .

w2 = وزن الركام الكبير (وما علق به من الأسمنت) المحجوز على المنخل ٤,٧٦ مم

w3 = وزن الركام الكبير المحجوز على المنخل ٤,٧٦ مم بعد غسله بحمض الهيدروكلوريك المخفف (٩:١) ثم تجفيفه .

$C_A\%$ = النسبة المئوية بالوزن للأسمنت الملتصق بالركام الكبير .

٧-٩-٨-٢ تقدير نسبة الأسمنت

- على أساس نسبة السيليكا الذائبة

$$C\% = \frac{S}{S_c} \times 100$$

حيث :

C% = النسبة المئوية للأسمنت بالوزن فى الخرسانة

S = النسبة المئوية بالوزن للسيليكا الذائبة فى خليط الأسمنت والركام معاً بعد تصحيحها بطرح أى سيليكا ذائبة من نوعى الركام .

Sc = النسبة المئوية بالوزن للسيليكا الذائبة فى الأسمنت المستخدم . (وتعتبر هذه النسبة – عند عدم معرفتها على وجه التحديد – ٢١,٥% حيث أن هذه القيمة هى متوسط نسبة السيليكا فى الأسمنت البورتلاندى العادى المنتج محلياً).

- على أساس نسبة أكسيد الكالسيوم

$$C\% = \frac{CaO}{(CaO)_c} \times 100$$

حيث :

C% = النسبة المئوية بالوزن للأسمنت فى الخرسانة

CaO = النسبة المئوية بالوزن لأكسيد الكالسيوم فى خليط الأسمنت والركام معاً بعد تصحيحها بطرح أى أكسيد كالسيوم ذائب من نوعى الركام .

(CaO)c = النسبة المئوية بالوزن لأكسيد الكالسيوم فى الأسمنت المستخدم. (وتعتبر هذه النسبة – عند عدم معرفتها على وجه التحديد – ٦٤% حيث أن هذه القيمة هى متوسط نسبة أكسيد الكالسيوم فى الأسمنت البورتلاندى العادى المنتج محلياً) .

٧-٩-٨-٣ اختيار النسبة المئوية بالوزن المناسبة للأسمنت (C) فى الخرسانة

يتم اختيار أقل القيمتين المحددتين فى البندين السابقين على أنها النسبة المئوية بالوزن للأسمنت فى خليط الأسمنت والركام . وتعتبر هى النسبة المئوية بالوزن للأسمنت فى الخرسانة (C) عند تفتت الركام الكبير نتيجة المعالجة الحرارية للخرسانة.

وفى حالة عدم تفتت الركام الكبير نتيجة المعالجة الحرارية للخرسانة تصحح القيمة الصغرى المحددة من البندين السابقين بإضافة نسبة الأسمنت الملتصق على حبيبات الركام الكبير للحصول على النسبة المئوية بالوزن للأسمنت فى الخرسانة (C).

٧-٩-٨-٤ تقدير نسبة الركام الصغير

١ – فى حالة عدم تفتت الركام الكبير نتيجة حرق الخرسانة عند ٥٥٠ – ٦٠٠ °م : تحسب النسبة المئوية بالوزن للركام الصغير كالآتى :

$$A_f = 100 - C - A_c$$

حيث :

C = النسبة المئوية بالوزن للأسمنت فى الخرسانة .

Ac = النسبة المئوية بالوزن للركام الكبير فى الخرسانة .

٢ – فى حالة تفتت الركام الكبير نتيجة حرق الخرسانة عند ٥٥٠ – ٦٠٠ °م ، يمكن فى هذه الحالة تقدير نسبة الركام الكبير والصغير معاً A_t فقط كالآتى :

النسبة المئوية بالوزن للركام بنوعية :

$$A_t = 100 - C$$

حيث :

C = النسبة المئوية بالوزن للأسمنت فى الخرسانة .

٧-٩-٩ التقرير

١ – يحتوى التقرير على النسبة الوزنية لمكونات الخرسانة على النحو التالى :

أسمنت	ركام صغير	ركام كبير
١	(A_f / C)	(A_c / C)

٢ – تذكـــر نسبة التجاوز فى نسب المكونات التى يتم حسابها وفقاً لهذه الطريقة وذلك عند عدم وجود عينات ممثلة لمكونات الخرسانة واستخدام القيم المفروضة للمحتويات المختلفة .

٣ – يتم توضيح الأساس المحسوب له نسبة الأسمنت (السيليكا أو أكسيد الكالسيوم) .

٧-٩-١٠ المراجع :

– المواصفات القياسيه المصريه رقم ١١٥٥ / ١٩٧٢ الطرق القياسية لتقدير المحتوى لمكونات خرسانة الأسمنت البورتلاندى المتصلدة .

– المواصـــفات القياسيه المصريه رقم ٤٧٤/ ١٩٩٤ الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى .

– المواصفات القياسيه المصريه رقم ١١٠٩/ ١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.

ASTM C 150 – 81 Standard Specification for Portland Cement

الجزء الثامن

اختبارات العناصر الإنشائية الخرسانية

مقدمة :

يشـــتمل هذا الجزء على الاختبارات غير المتلفه والمتلفه التى تجرى على الخرسانات بالعناصر الإنشـــائية المختلفة القائمة والتى تم الرجوع إليها بالكود المصرى لتصميم وتنفيذ الخرسانة. كما يشتمل هـــذا الجـــزء على الاحتياطات الواجب اتباعها عند إجراء الاختبارات وتحليل النتائج وهذه الاختبارات تشتمل على :

- إجراءات استخراج واختبار القلوب الخرسانية .
- توصيات لاختبار صلادة السطح باستخدام مطرقة الارتداد .
- توصيات قياس سرعة النبضات فوق الصوتية فى الخرسانة .
- تجربة تحميل العناصر والمنشآت الخرسانية

٨-١ إجراءات استخراج واختبار القلوب الخرسانية
PROCEDURE FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES

٨-١-١ عـــام

إن أسباب استخراج القلب لاختبار مقاومة الضغط للخرسانة هى بوجه عام لتعيين واحد أو أكثر مما يلى :

١ – التأكد من تحقيق المنشأ لمقاومة الضغط المميزة فى حالة عدم إجراء اختبار الضغط على العينات أو فى حالة فشل العينات المختبرة فى تحقيق المقاومة المميزة المطلوبة .

٢- جودة الخرسانة فى المنشأ.

٣- دراسة أمان فى المنشأ تحت تأثير أى من :

أ – نظام التحميل الفعلى

ب – نظام التحميل التصميمى

جـ – نظام التحميل لاستعمال جديد.

٤- التدهور فى المنشأ نتيجة :

أ – زيادة التحميل.

ب – الكلال

جـ – التفاعل الكيميائى.

د – الحريق أو الانفجار.

هـ– العوامل الجوية

بالنسـبة للغـرض الثانى فإن تقدير المقاومة الفعلية يعطى مقياسا لمقاومة الضغط للخرسانة فى موقع محدد، و يمكن تطبيقه فى الحسابات الإنشائية. كما أنه فى حالة تدهور المنشأ فإن المقاومة الفعلية لقلـوب مسـتخرجة من الخرسانة فى الأماكن المتأثرة بالتدهور والأماكن السليمة قد تمكننا من تحديد درجة التدهور الحادثة.

ويمـــيز اختبار القلب أنه يعتبر أرخص الطرق المتاحة و أكثرها عمليه، لمعرفة مقاومة خرسانة مـــنفذه فعلاً والعديد من البيانات الأخرى عن الخرسانة المنفذة كخواص الركام الكبير والصغير ونسبتها ودرجة دمك الخرسانة ومساميتها ومحتوى الأسمنت ... الخ.

٨-١-٢ الهدف

الهـــدف مـــن هـــذا الاختـــبار هو التوصية بالإجراءات التى تتبع عند استخراج واختبار القلوب الخرســـانية لتعيين مقاومة الضغط للخرسانة المصبوبة بالموقع وكذلك سابقة الصب . وتلك الإجراءات مصممة – اعتمادا على البحث والخبرة – للخرسانة المصنوعة من أنواع الأسمنت البورتلاندى والركام الطبـــيعى وللقلـــوب الخرســـانية المقطوعة والمختبرة طبقاً للمواصفات القياسيـــــة المصريـــــة رقم ١٦٥٨ – ١٩٩٥ .

ويمكـــن تطبـــيق معاملات التحويل الواردة بهذا التقرير بوجه عام على الخرسانة المحتوية على إضافات ولكن يجب استعمالها بحرص فى حالة الخرسانة التى :

- تحتوى على ركام صناعى أو ركام خفيف.
- تحتوى على أسمنت غير بورتلاندى.
- كانت ناقصة الدمك أو تلفت لأى سبب.

٨-١-٣ التعريفات

مقاومة المكعب القياسى **Standard Cube Strength**

مقاومة الضغط لمكعب أخذ من الخرسانة وتم إعداده واختباره طبقاً للمواصفات القياسية.

مقاومة القلب **Core Strength**

مقاومـــة الضـــغط المقاسة لقلب خرسانى كما هو معرف بالمواصفـــة القياسية المصريـــــة رقم ١٦٥٨ – ١٩٩٥.

المقاومة الفعلية **Actual Strength**

مقاومـــة الضـــغط للخرســـانة فى موقع محدد باعتبار أنها مقاومة الضغط لمكعب من الخرسانة موجود بالمنشأ.

المقاومة الفعلية التقديرية Estimated Actual Strength

وهـى مقاومـة ضغط المكعب القياسى لخرسانة العضو المختبر مقدرة من مقاومة ضغط القلب الخرسـانى المـأخوذة من هذا العضو. ويأخذ هذا التقدير تأثير نسبة طول القلب إلى قطره وتأثير اتجاه أخـذ القلـب الخرسـانى وتأثير وجود صلب تسليح عمودى على محور القلب الخرسانى على مقاومة ضغط المكعب القياسى المقدرة.

٨-١-٤ التخطيط والعمل التحضيرى لاستخراج القلوب

يجـب أن يكـون أسـاس اتخـاذ القرار باستخراج القلوب لتقدير المقاومة الفعلية متصلا بجميع الأطراف المعنية، بل يجب عقد اجتماع ويفضل أن يكون بالموقع بل ويحضره ممثل عن المقاول الذى سيسـتخرج القلـب فى حالات الاستخراج المعقدة ويجب أن يغطى التخطيط والعمل التحضيرى النقاط التالية :

أ – الحاجة إلى هذا الاختبار والهدف منه.

ب– دلـيل مـن سـجلات الموقـع أو المسح باستخدام الاختبارات غير المتلفة لتحديد موقع الخرسانة موضع الشك.

جـ – المواضع المقترحة للقلوب وعددها وحجمها.

د – قيمة المقاومة المطلوبة طبقاً للتصميم والإجراء الذى سوف يتبع إذا كانت المقاومة المقدرة أقل من المقاومة المطلوبة.

هـ– مسئوليات الأفراد فيما يختص بتنفيذ العمل.

٨-١-٤-١ تحديد أماكن استخراج القلوب ومكان صلب التسليح

يجـب تحديـد أماكن الخرسانة موضع الشك فى العنصر اعتمادا على الفحص البصرى أو من السـجلات. وقـد يكون من الضرورى استعمال اختبار غير متلف لتعيين حدودها . كذلك يجب تحديد مكـان أسـياخ صـلب التسليح باستعمال جهاز الكشف عن صلب التسليح (أو من سجلات الموقع) وتوضع علامات على العضو توضح موقع أسياخ صلب التسليح بالنسبة لأماكن القلوب المقترحة.

٨-١-٤-٢ تحديد عدد القلوب

إن اختبار القلب بطبيعته أكثر اختلافا عن اختبار المكعب. فمعامل الاختلاف نتيجة الاختبار فقط للقلـوب المقطوعة والمعدة جيداً ٦ % بينما قيمته للمكعبات المعدة جيداً ٣ % فقط، فالمقاومة الحقيقية المقـدرة من قلب واحد تقع فى حدود ± ١٢ % فقط من القيمة الفعلية الحقيقية لمقاومة الخرسانة فى

القلب (حدود ثقة ٩٥ %). وبزيادة عدد عينات القلوب من أماكن أخذ العينات تتحسن اعتمادية المتوسط التقديرى للمقاومة الفعلية حيث يقع التقدير المتوسط للمقاومة الفعلية عند موقع محدد مقدرا باستخدام عدد (n) من القلوب فى حدود $\frac{12\%}{\sqrt{n}}$ من المقاومة الفعلية لخرسانة القلوب بمستوى ثقة ٩٥ % ، لذا فإن زيادة عدد القلوب يؤدى إلى نتائج أفضل كما هو موضح بالجدول التالى (٨-١-١)

جدول (٨-١-١) تاثير عدد القلوب المعدة جيداً على الاختلاف بين المقاومة المتوسطة والمقاومة الفعلية

عددالقلوب (n)	حدود اختلاف متوسط المقاومة المقدرة عن المقاومة الفعلية (مستوى ثقه ٩٥ %)
١	± ١٢ %
٢	± ٦ %
٣	± ٤ %
٤	± ٣ %

يجب الأخذ فى الاعتبار انه يمكن اعتبار أن عموداً صغير المقطع غير كفء إنشائيا اعتمادا على نتيجة قلب واحد فقط لأن القلب الواحد يمثل عينة ممثلة لدرجة جودة الخرسانة التى قد تؤدى للانهيار فى حين أن هذا لن يكون صحيحا إذا كان القلب الخرسانى مأخوذا من عنصر كبير الحجم ، لذا فإنه يوصى بأن يكون عدد القلوب المستخرجة عاكسا لحجم الخرسانة الحقيقية التى يمكنها أن تؤدى إلى أن يكون العنصر غير كفء إنشائيا.

وعند تحديد عدد القلوب المطلوبة يجب التفريق بين الأغراض المختلفة لاستخراج تلك القلوب ويجب الحكم على العناصر الإنشائية المتشابهة كوحدة واحدة كأن نحكم على أعمدة طابق معين أو نحكم على خرسانة سقف محدد. ويفضل ألا يقل عدد القلوب المطلوبة للحكم على صلاحية عناصر إنشائية معينة عن ٣ قلوب ويحتوى الجدول التالى (٨-١-٢) على قيم استرشادية لعدد القلوب المطلوبة.

جدول (٨-١-٢) قيم استرشادية لعدد القلوب المختبرة

الغرض من استخراج القلوب			
الصلاحية		ضبط الجودة	
حجم خرسانة الأعضاء المختبرة (ح) م^3	عدد القلوب	حجم خرسانة الأعضاء المختبرة (ح) م^3	عدد القلوب
≥ ١٥٠	٣	≥ ٢٥٠	٣
< ١٥٠	٣ + $\frac{(١٥٠ - ح)}{٥٠}$	< ٢٥٠	٣ + $\frac{(٢٥٠ - ح)}{١٠٠}$

• يقرب عدد القلب المحتوى على كسر إلى الرقم الصحيح الأعلى

٨-١-٤-٣ تحديد مواضع استخراج القلوب

يمكـن أن يستقطع القلب من أى موضع بالخرسانة المشكوك فيها طبقاً للغرض من الاختبار ويفضـل أن يكـون خالـيا مـن الحديد. إذا كان استقطاع القلب سيؤدى إلى شكوك حول أداء العضو التشغيلى فى المستقبل فإن القلب يستقطع من أقرب جزء من الخرسانة المشكوك فيها لموقع غير حرج مـتفق عليه.ولا يجب على الإطلاق أن تستقطع أى قلوب من الأماكن التى يؤدى استقطاع القلب نفسه إلى جعل العنصر غير آمن.

قـد يحـدث أن يظهـر الفحص البصرى أو الاختبارات غير المتلفة منطقة ذات جودة قليلة ومتسـعة بقـدر مؤثر على مقاومة العضو كله؛ فى هذه الحالة يكون من المناسب أخذ القلب من هذه المـنطقة لـتقدير المقاومـة الفعلية مع أخذ الاحتياطات اللازمة لتأمين العضو فى حين أن وجود عيب موضـعى فـى القلب المستخرج فقط وغير موجود فى الخرسانة ككل يجعل من غير الملائم الاعتماد على هذا القلب فى تقييم أداء العنصر ككل.

- يجب أن يملأ مكان القلب بعد القطع ويكون ذلك عن طريق :

١ – ملء خرسانة جافة ذات مقاومة مناسبة فى مكان القلب.

٢ – صب جراوت أسمنت بورتلاندى أو راتنج إيوكسى فى الحفرة الجافة ثم إدخال أسطوانة مصبوبة مـن الخرسـانة لها نفس قطر الفتحة واستخدام طريقة الضخ أو البرم لتثبيت الأسطوانة فى فراغ القلب الممتلئ بالجراوت أوالراتنج .

٣ – إذا كـان اسـترجاع الشـكل الأصـلى مهمـا فيجب نشر الجزء الخارجى للقلب واعادته لمكانه الأصلى. ويملأ الجزء الداخلى فقط من الفراغ الحلقى بخرسانة طازجة.

٨-١-٤-٤ مقاس القلب

الأقطار المسموح بها هى ١٠٠ و ١٥٠ ملليمتر حيث لا يتعدى المقاس الاعتبارى الأكبر للركام الكبير ٢٥ و ٤٠ ملليمتر على التوالى ويفضل استخدام القطر ١٥٠ ملليمتر كلما أمكن ذلك لأنه يعطى نـتائج أكـثر اعـتمادية .ويوضـح الجدول التالى أفضلية الاختيارات الخاصة بأبعاد القلوب والمشاكل المحتملة المصاحبة لكل اختيار:

الاختيار	القطر (مم)	الطول (مم)	المشاكل المحتملة
الأول	١٥٠	١٥٠	قد يحتوى على أسياخ تسليح
	١٥٠	٣٠٠	قد يؤدى إلى قطع الخرسانة بعمق أكبر من المرغوب
	١٠٠	١٠٠	- لا يسمح به إذا كان المقاس الاعتبارى أكبر من ٢٥مم - قد يؤدى إلى قطع الخرسانة بعمق أقل من المطلوب.
الأخير	١٠٠	٢٠٠	قد يعطى نتائج أقل اعتمادية.

يجب ألا تكون نسبة طول القلب إلى قطره أقل من واحد أو أكثر من اثنين بعدما تُغطى نهايتاه. وبوجه عام تفضل القلوب القصيرة عن الطويلة حيث نسبة الطول إلى القطر بين ١ و ١,٢ .

- حالة خاصة

اعتمادا على أبحاث منشورة فإنه يمكن اختبار قلوب يتراوح قطرها بين ٥٠ مم حتى ١٠٠مم وتعتبر نتائجها مرضية ولكن من الضرورى أن تختبر القلوب باستعمال ماكينات اختبار تلائم مقاس القلب، وعادة فإن المكنات المصممة لاختبار العينات ذات أقطار ١٠٠ و ١٥٠ مم تكون غير مناسبة لاختبار العينات ذات الأقطار الصغيرة. كما يجب ألا تستعمل الأقطار الصغيرة إذا كان المقاس الاعتبارى الأكبر للركام يزيد على ٢٠ مم. ويجب الأخذ فى الاعتبار أن القلوب ذات الأقطار الصغيرة قد تعطى نتائج ذات اختلاف أكبر من القلوب ذات الأقطار ١٠٠ و ١٥٠ مم ($\frac{\pm 36\%}{\sqrt{n}}$) .

٨-١-٤-٥ معمل الاختبار

يجب أن تقوم الأطراف المعنية بالموافقة على معمل الاختبار الذى سيقوم بإعداد واختبار القلوب وتقييمه من حيث قدرته على إجراء الفحوص الضرورية وتغطية القلوب وإجراء اختبار الضغط طبقاً لمتطلبات هذه المواصفة ويعطى اهتماماً خاصاً بوجود شهادة معايرة لأداء ماكينة اختبار الضغط.

٨-١-٤-٦ الإشراف

يقوم بالإشراف على قطع القلوب شخص مسئول توافق عليه الأطراف المعنية ويكون قادرا على استعمال تقديره لتجنب إحداث إتلافات ولضمان استخراج القلوب بطريقة صحيحة وترقيمها. ويتم إعطاء المعلومات الآتية للمشرف الذى سيشرف على عملية النقب:

١ – موقـــع الخرســـانة المشكوك بها وأى جزء غير مناسب للقلب وكذلك الموقع المحتمل للحديد إذا وجد ضمن عمق الثقب.

٢ – قطر القلب وعدد القلوب المطلوبة ونقط الثقب محددة على سطح الخرسانة.

٣ – عمق الخرسانة المراد استخراجها من كل موقع والجزء المحـــدد منه لاختباره والإجراءات التى يجب اتباعها إذا كسر القلب قبل الوصول للطول المطلوب.

٤ – الإجراءات التى يجب اتباعها إذا أظهر فحص القلب دمكا غير كاف – حديد – شروخ.

٥ – التعليمات التى يجب إعطاؤها لمعمل الاختبار.

٨-١-٥ الحصول على القلوب

يشـــمل الحصـــول على القلوب ثقب واستخراج وفحص وتعريف القلب – تسجيل المعلومات – تحديد طول الاختبار والإرسال للمعمل.

٨-١-٥-١ الأجهزة

جهـــاز قطـــع العينة من الخرسانة المتصلدة باستخدام أسطوانة القطع وهي عبارة عن أسطوانات بأقطـــار مخـــتلفة مزودة بفدية من سبيكة خاصة مخلوطة ببرادة الماس لها خاصية القطع في الخرسانة أثناء دوران الأسطوانة بواسطة الجهاز.

٨-١-٥-٢ ثقب واستخراج القلب

يجب أن يقوم بعملية الثقب فنى مدرب ويراعى ما يلى :

– يجب أن يحافظ على وضع ثابت للمثقاب أثناء الثقب وإلا فإنه قد يحصل على قلب منحنى مما يؤدى إلى نقص فى المقاومة المقاسة.

– يجب مراعاة أن يكون الضغط المؤثر به على المثقاب بدرجة مناسبة لأن الضغط القليل يمنع تأثير القـــاطع الماســـى فـــى حين أن الضغط الكبير يسبب تآكلا زائدا للماس وقد يؤدى إلى كسر محور الموتور.

– قبل فصل القلب يجب التأكد من الوصول لعمق الثقب المطلوب.

– يمكن الاستدلال على أن المثقاب واجه صلب تسليح من تغير صوت المثقاب أو تغير سرعته أو من لون ماء التبريد.

– يـتم استخراج القلب عادة بإدخال إزميل بجانب القلب لفصل القلب عند أو بالقرب من نهاية الطول المثقوب ثم استخراج القلب باستخدام المثقاب أو كلابات .

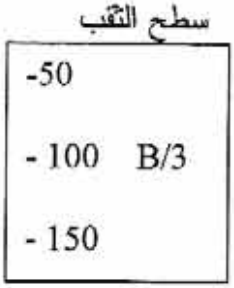
– ويجب على المشرف التأكد من أن طريقة الثقب المستخدمة لا تسبب تشوها أو تلفا للقلب.

٨-١-٥-٣ الفحص

عـند استخراج كل قلب يجب أن يقوم المشرف بفحصه للتأكد من أن طوله مناسب للاختبار وإذا لم يكن كذلك فيجب أن يستخرج قلب آخر قريبا من منطقة استخراج القلب المرفوض.

٨-١-٥-٤ تعريف القلب

يجـب أن يعطـى كل قلب رقما كوديا يكتب على سطح القلب المقطوع . كذلك توضع علامات علـى القلـب تبين المسافة بالمليمترات من سطح ثقب الخرسانة .حتى يمكن بعد تسوية القلب معرفة وضع العينة المختبرة بالنسبة للعنصر الإنشائى.



مسقط جانبى لقلب موضح عليه الرقم الكودى(B/3)
وعلامات من سطح الثقب على مسافات ٥٠مم

٨-١-٥-٥ تقرير الثقب

يقوم المشرف بإعداد تقرير عن الثقب أثناء العمل يحتوى على :

– موقع الثقب

– الرقم الكودى للقلوب

– أى ملاحظات

٨-١-٥-٦ إرسال القلوب للمعمل وتحديد أطوالها

يجب أن يتأكد المشرف من سلامة نقل القلوب للمعمل بدون حدوث تلف لها ويرسل معها التعليمات الخاصة بتحديد أى جزء من القلب يعد ويختبر ويراعى الآتى:

- يجب ألا يقل طول القلب بعد الإعداد عن القطر ولا يزيد على ضعف القطر ويفضل ألا يزيد الطول على ١,٢ القطر. ويفضل أن يتم إعداد القلب بحيث لا يشمل طول الاختبار المقاطع التى تحتوى على قطع من أسياخ صلب التسليح .

٨-١-٦ إعداد القلوب للاختبار

يشمل عمل المعمل وهو تسوية نهايات القلوب وتغطية نهاياتها واختبارها ، كما يشمل كذلك فحصها وتعيين كثافتها.

٨-١-٦-١ الأجهزة

- منشار لقطع الخرسانة لتسوية نهايات العينة إما بالقطع أو البري، و هو عبارة عن قرص دائري مزود بفدية من الماس أو كربيد السيليكون متصل بموتور للحركة (يستخدم في حالة تجهيز العينة بطريقة التجليخ) ويمكن من تسوية السطح في حدود التفاوت المسموح به.
- طوق من الصلب مستوى الحافتين و لوح من الزجاج بسمك لا يقل عن ٨ مم يستخدمان في حالة تجهيز نهايات العينة باستخدام المونة الأسمنتية.
- قالب لتجهيز نهايات العينة بالكبريت يتكون من لوح أفقي ذى سطح مستو من الصلب لا يزيد التفاوت في أفقية سطحه عن ٠,٣٠ مم ومتعامد مع دليل رأسى لضمان الحصول على نهاية مستوية و متعامدة مع محور العينة .
- مكنة اختبار مقاومة الضغط مناسبة للعينة من حيث الحجم و الحمل المتوقع.

٨-١-٦-٢ الإجراءات

٨-١-٦-٢-١ الفحص

يجب أن يقوم المعمل بفحص وتصوير كل قلب طبقاً لتعليمات المشرف على قطع القلوب وتدوين الملاحظات. وتشمل الملاحظات ما يلى:

أ – عدم تجانس الخرسانة خلال القلب أو بين القلوب بعضها البعض.

ب – الفراغات الموجودة على السطح الخارجى للقلب من حيث الحجم حيث تقسم إلى:

صغيرة / متوسطة / كبيرة

ويصنف الفراغ حسب أبعاده كالتالى :

- فراغ صغير إذا كان مقاسه يتراوح بين ٠,٥ مم و ٣ مم
- فراغ متوسط إذا كان مقاسه يتراوح بين ٣ مم و ٦ مم
- فراغ كبير إذا كان مقاسه أكبر من ٦ مم
- فـراغات التعشـيش وهى الفراغات المتصلة الناتجة غالبا من عدم كفاية الدمك أو عند نقص المونة.

جـ – مكان الشروخ أو التلف أو الحديد. توضع علامات على سطح القلب على المناطق التالفة وحول حديد التسليح ويرسم شكل توضيحى لكل قلب .

د – مقـاس الركام التقريبى (يأخذ فى الاعتبار أن الركام المقطوع يبدو أصغر). ونوع الركام وشكله ولونه.

هـ – التدرج الظاهرى للركام وأى صفات ظاهرة للرمل.

٨-١-٦-٢-٢ القياسات

- قياس الأبعاد : يقاس القطر وطول القلب قبل وبعد إعداد النهايات
- قـياس الـوزن والكثافة : يوزن كل قلب وتعين كثافة الخرسانة بحالة تسليمها للمعمل أو فى الحالة المشبعة
- قـياس صلب التسليح : يقاس قطر الحديد والبعد بين أسياخ الحديد إن وجدت. ويعين موقع أى سيخ موجود بقياس المسافة من مركز السيخ المكشوف إلى سطح القلب قبل وبعد إعداد النهايات.

٨-١-٦-٢-٣ حدود التفاوت

حدود التفاوت المسموح بها فى العينة المجهزة كالتالى :

أ – الاستواء : التفاوت المسموح به لسطح نهايتى العينة ٠,٠٦ مم

ب – الـتعامد : التفاوت المسموح به بين نهاية العينة المعدة أولا ومحور العينـة كمحور أساسى هو ٢مم

جـ – التوازى : التفاوت المسموح به فى توازى السطح العلوى مع السطح السفلى هو ٢ مم.

د – الأسطوانية : التفاوت المسموح به هو ٣ % من قطر القلب.

٨-١-٦-٢-٤ تجهيز العينات

١ – تسوية القلب لطول الاختبار

يجـــب أن يقوم المعمل بتسوية كل قلب طبقا لتعليمات المشرف على قطع القلوب مع التأكيد على ألا يقـــل طـــول القلب المعد عن ٩٥ % من القطر وبحيث لا يزيد عن ضعف قطر القلب. ويستخدم للتسوية حجر تجليخ والأفضل استخدام منشار قطع الخرسانة .

٢ – تجهيز نهايتى الاختبار بالتجليخ

– توضع العينات فى ماء درجة حرارته ٢٠ ± ٢°م لمدة ساعة على الأقل قبل التجليخ .

– تـــرفع العيـــنات من الماء ويتم إعداد النهايات وعمل القياسات المطلوبة فى مدة لا تزيد على ساعة وتعاد العينات ثانية إلى الماء.

– يتم تجليخ النهايات بمنشار من الماس بحيث لايتعدى التفاوت الحدود المسموح بها فى بند (٨-١-٦-٢-٢) .

٣ – تغطية نهايات العينة

أ – التغطية بالمونة

– تحفظ العينات فى الماء عند درجة حرارة ٢٠ ± ٢° م لمدة ساعة على الأقل قبل التغطية.

– تتكون مادة التغطية من ثلاثة أجزاء بالوزن من الأسمنت الألومينى إلى جزء من رمل ناعم يمر من منخل ٠,٣مم .

– توضـــع العيـــنة بعـــد رفعها من الماء على سطح أفقى ويركب طوق من الصلب بقطر يناسب قطر القلـــب عـــند نهايـــة العينة بحيث يكون حرف الطوق العلوى أفقيا ويعلو مباشرة أعلى نقطة بسطح العينة .

– يـــتم ملء الطوق بمادة التغطية حتى يتكون سطح محدب فوق حرف الطوق ثم يضغط على المونة بلـــوح التغطـــية الزجاجى والمغطى بطبقة من الزيت مع الحركة الدائرية حتى تتلامس تماما حافة الطوق ولوح الزجاج.

– توضـــع العيـــنة بـــالطوق ولوح الزجاج مباشرة فى جو رطوبته النسبية ٩٠ % على الأقل ودرجة حرارة ٢٠ ± ٥°م ويرفع الطوق عندما تصبح المونة صلبة بقدر كاف.

ب – التغطية بالكبريت

– تحفظ العينات فى حالة جافة قبل التغطية .

– تتكون مادة التغطية من أجزاء متساوية بالوزن من الكبريت ورمل سيليسى ناعم يمر من منخل ٠,٣٠مم وتحجز على منخل ٠,١٥ مم بالإضافة إلى نسبة صغيرة من الكربون الأسود (١-٢%). يسخن الخليط إلى درجة ١٣٠ – ١٥٠ °م ويسمح للخليط بأن يبرد قليلا مع التقليب المستمر .

– يحضر القالب بدهان لوح الصلب بالبرافين ويسخن قليلا ويوضع على سطح مستو ثم يصب به الخليط السابق وتوضع العينة فى طبقة الكبريت بحيث يكون محور العينة رأسيا بمساعدة دليل القالب. بعد بضع ثوان يزال الكبريت الزائد بسكين حادة وترفع العينة من القالب.

٨-١-٦-٢-٥ حفظ العينات

– بعد تجهيز العينة أو تغطية سطحها يتم غمرها فى الماء عند درجة حرارة ٢٠ ± ٢ °م لمدة ٤٨ ساعة على الأقل قبل الاختبار للوصول إلى حالة التشبع.

– لا تختبر العينات المأخوذة من خرسانة عالية المقاومة والتى تمت تغطية نهايتيها بمونة الأسمنت الألومينى إلا بعد أن يصل إجهاد مونة التغطية إلى قيمة أعلى من القيمة المتوقعة لخرسانة القلب على أنه يجب ملاحظة الآتى :

– عدم استخدام أى طريقة أخرى للتغطية.

– تكون التغطية بأقل سمك ممكن.

– فى حالة التسوية اليدوية يمكن أن يصل سمك الطبقة الأقصى إلى أكثر قليلا من نصف المقاس الاعتبارى الأكبر.

– القلوب التى يتعدى فيها التفاوت فى الأسطوانية الحدود المسموح بها أو التى يظهر فيها التعشيش بدرجة كبيرة لا تختبر.

٨-١-٦-٢-٦ تعيين الكثافة

تعطى كثافة القلب معلومات مفيدة بوجه عام، ويمكن تعيين الكثافة طبقاً للإجراءات التالية

أ – قبل التغطية مباشرة يغمر القلب بعد تسوية نهاياته فى الماء لمدة ٢/١ ساعة ويعين حجم القلب بطريقة إزاحة الماء (V_u)

ب – تـــتم تغطـــية القلب (بعد السماح له بالجفاف فى حالة استعمال التغطية بالكبريت والرمل). إذا لم تكـــن كـــثافة مادة التغطية معروفة بدرجة دقة عالية فيجب عمل عينة منها وحفظها مع القلوب فى الماء وتعين كثافتها (D_c) قبل اختبار القلب.

جـــــ – بعـــد فترة الغمر فى الماء وقبل اختبار الضغط مباشرة يوزن القلب المغطى فى الهواء ويعين وزنه (W_t) (مشبع والسطح جاف) ويعين حجمه (V_t) .

د – يمكن تعيين كثافة الخرسانة المشبعة (D_a) من العلاقة التالية :

$$D_a = \frac{Wt - Dc(Vt - Vu)}{Vu} \qquad (8\text{-}1\text{-}1)$$

ملاحظة :

إذا كـــان القلـــب يحـــتوى على حديد ، فيجب استخراجه من القلب بعد اختبار الضغط للقلب ووزنه (W_s) وتعيين حجمه (V_s) ثم تعين الكثافة كالتالى:

$$D_a = \frac{Wt - Dc(Vt - Vu) - Ws}{Vu - Vs} \qquad (8\text{-}1\text{-}2)$$

٨-١-٧ اختبار القلب

– يجب أن يختبر القلب بعد فترة لا تقل عن يومين بعد التغطية والغمر فى الماء.

– يختبر القلب بعد رفعه مباشرة من الماء وهو فى حالة رطبة.

– القلوب ذات التغطية المفككة أو المشرخة لاتختبر.

– يعين القطر المتوسط للقلب لأقرب مليمتر (تحسب القيمة المتوسطة لمساحة المقطع).

– يقاس طول القلب المغطى لأقرب مليمتر وتحسب النسبة λ = طول القلب إلى القطر

٨-١-٧-١ وضع العينة فى ماكينة الاختبار

يـــزال أى مـــاء أو رمـــل من على سطحى القلب وينظف سطحا لوحى التحميل ثم توضع العينة بحيـــث يـــتطابق مركـــزها مع مركز الفك السفلى لمكنة الاختبار ولا تستعمل أى حشوات بين سطحى العينة وسطحى لوحى التحميل.

٨-١-٧-٢ التحميل

يتم التأثير بالحمل تدريجيا وبمعدل منتظم ومستمر يتراوح بين ٠,٢٠ نيوتن /مم^2 إلى ٠,٤٠ نيوتن /مم^2 حتى يصل إلى أقصى حمل يمكن أن تتحمله العينة ويسجل حمل الكسر . ويلاحظ شكل الانهيار ويرسم إذا كان شكله غير معتاد حيث أن شكل الكسر العادى للقلب يعنى:

أ – عدم حدوث شروخ أو كسر مؤثر فى مادة التغطية.

ب – عدم فقد التماسك بين مادة التغطية والقلب.

جـ – حدوث شروخ متماثلة حول كل محيط القلب

يعتبر حدوث شرخ قطرى فى حالة القلوب الطويلة مقبولا ، ولكن يجب أن يسجل حدوثه فى التقرير إذا كان القلب قصيراً ($\lambda < 1.2$) أو مع وجود حديد أو تعشيش للمساعدة فى تفسير النتائج.

٨-١-٨ حساب النتائج

تحسب مقاومة الضغط للقلب بقسمة الحمل الأقصى للقلب على مساحة المقطع لأقرب نيوتن /مم^2.

٨-١-٨-١ تقدير المقاومة الفعلية

يتضمن تقدير المقاومة الفعلية بمعلومية مقاومة القلب التصحيح نتيجة اختلاف شكل القلب عن المكعب والاختلاف بين اتجاه الصب واتجاه التحميل، وذلك باستخدام المعادلات الآتية:

القلوب المثقوبة فى اتجاه أفقى :

$$\text{المقاومة الفعلية المقدرة للمكعب} = \frac{2.5}{1.5 + \frac{1}{\lambda}} \times \text{مقاومة القلب.}$$

القلوب المثقوبة فى اتجاه رأسى :

$$\text{المقاومة الفعلية المقدرة للمكعب} = \frac{2.3}{1.5 + \frac{1}{\lambda}} \times \text{مقاومة القلب.}$$

حيث λ هى نسبة طول القلب إلى قطره

٨-١-٨-٢ تصحيح مقاومة القلب لتأثير صلب التسليح :

يفضل أن تكون القلوب المستعملة لقياس مقاومة الخرسانة غير محتوية على صلب ولكن إذا لم يتحقق ذلك فإنه من المتوقع حدوث انخفاض فى المقاومة المقاسة للقلب المحتوى على صلب تسليح (ليس فى اتجاه محور القلب) ويتراوح هذا النقص بين ٥ و ٢٠% فى حالة القطر الكبير . ولذا يجب

استعمال عامل تصحيح لوجود الصلب حيث يضرب إجهاد القلب أو المقاومة الفعلية المقدرة فى هذا العامل.

أ – فى حالة وجود سيخ تسليح واحد

إذا كان القلب يحتوى على سيخ تسليح واحد عمودى على محور القلب فإن المقاومة الفعلية المقدرة يجب أن تصحح بضربها فى المعامل التالى :

$$\text{Correction Factor} = 1 + 1.5\left(\frac{s}{L}.\frac{\Phi}{d}\right) \qquad (8\text{-}1\text{-}3)$$

حيث :

ϕ = قطر سيخ الحديد

d = قطر عينة القلب الخرسانى

s = المسافة بين محور سيخ الحديد والنهاية القريبة للعينة

L = ارتفاع القلب الخرسانى

ب – فى حالة وجود عدة أسياخ تسليح يكون معامل التصحيح فى هذه الحالة يساوى:

$$\text{Correction Factor} = 1 + 1.5\left(\frac{\Sigma s.\Phi}{L.d}\right) \qquad (8\text{-}1\text{-}4)$$

ويلاحظ أنه إذا كانت المسافة بين السيخين عند أقرب نقطة بينهما لا تزيد عن قطر السيخ الأكبر، يؤخذ فى الاعتبار فقط السيخ الذى له القيمة الأكبر من $(S.\phi)$.

٨-١-٩ حدود الدقة والحيود للنتائج

١ – يتوقع أن تقع المقاومة الفعلية المتوقعة المقدرة من قلب واحد فى حدود $\pm$١٢% من المقاومة الفعلية الحقيقية لخرسانة القلب – بدرجة ثقة ٩٥% – وبالتالى فإن المقاومة الفعلية المتوقعة المتوسطة لعدد n قلب يمكن الاعتماد عليها – بنسبة ثقة ٩٥ % – حيث تقع فى حدود $\pm \left(\frac{12\%}{\sqrt{n}}\right)$ من المقاومة الفعلية الحقيقية المتوسطة لخرسانة القلوب.

٢ – يجب التأكيد على أنه يفضل أن تكون القلوب خالية من حديد التسليح ولكن إن وجد حديد تسليح فى القلب الخرسانى تستعمل معاملات التصحيح. ويؤخذ فى الاعتبار أنه إذا كان التصحيح بين ٥ % و ١٠ % فإن استعمال نتائج القلوب لا يتم إلا بالاتفاق على ذلك ولكن إذا كان التصحيح يزيد عن ١٠% فإن نتائج القلب لا يعتمد عليها ويؤخذ فى الاعتبار أخذ قلوب أخرى.

٣ – فـــى الحـــالات الخاصـــة التى تختبر فيها قلوب صغيره (أقل من ١٠٠ مم) فلا تختبر القلوب المحتوية على حديد تسليح.

٨-١-١٠ تفسير النتائج

عند تفسير النتائج يجب أخذ هذه النقاط فى الاعتبار :

١ – حيث أن إجراءات الاختبار تتطلب غمر العينات فى الماء قبل الاختبار فإنه سيحدث انخفاض فى المقاومة – قد يصل إلى ١٥ % – بالنسبة لمقاومة الخرسانة الجافة .

٢ – العلاقـــة الـــتى تستخدم لتعيين المقاومة الفعلية المقدرة تأخذ فى الاعتبار أى اختلاف بين القلب والمكعب القياسى من حيث الاتجاه .

٣ – تعتـــبر الخرســـانة مقـــبولة إذا كانت المقاومة المتوسطة للقلوب لا تقل عن ٧٥ % من المقاومة المطلوبـــة فـــى حالة المنشآت من الخرسانة المسلحة – ولا تقل عن ٨٠% من المقاومة فى حالة المنشـــآت مـــن الخرســـانة ســـابقة الإجهاد. ولا تقل المقاومة المحسوبة لأى قلب عن ٦٥ % من المقاومـــة المطلوبـــة فـــى حالـــة المنشآت من الخرسانة المسلحة – ولا تقل عن ٧٥% فى حالة المنشآت من الخرسانة سابقة الإجهاد .

٨-١-١١ تقرير الاختبار

٨-١-١١-١ عـــام

يجب أن يذكر بالتقرير المواصفة القياسية التى أخذت وجهزت واختبرت العينات على أساسها . ويشتمل التقرير على البيانات التالية:

٨-١-١١-٢ بيانات تقدم بواسطة مقدم العينات للاختبار

أ – بيانات إلزامية

- تعريف القلب
- تاريخ الثقب
- اتجاه الثقب بالنسبة لاتجاه الصب
- اسم الشخص الذى قام باستخراج القلوب
- ظروف حفظ العينات
- عمر الخرسانة عند إجراء الاختبار

ب – بيانات اختيارية

- اسم المشروع
- جزء المشروع أو مكوناته

– المقاومة المميزة
– تفاصيل الخلطة الخرسانية
– الإضافات المستعملة

٨-١-١١-٣ بيانات تقدم بواسطة المعمل

أ – بيانات إلزامية

١ – تعريف العينة .
٢ – تاريخ استلام العينة .
٣ – القطر المتوسط للعينة .
٤ – أقصى وأقل طول للعينة كما وردت .
٥ – كثافة العينة .
٦ – طول العينات بعد التجهيز وموضعها من العينة الأصلية.
٧ – طريقة تجهيز النهايات
٨ – توصيف درجة الدمك وتوزيع المواد والفراغات ووجود الشروخ.
٩ – تاريخ الاختبار.
١٠ – عمر العينة عند الاختبار (إذا كان معروفا).
١١ – طول فترة الحفظ فى الماء قبل الاختبار .
١٢ – مقاس ومكان حديد التسليح .
١٣ – أقصى حمل للانهيارلكل قلب.
١٤ – مقاومة القلب للضغط والمقاومة الفعلية التقديرية للمكعب.
١٥ – مظهر الخرسانة بعد الكسر ونوع الانهيار .
١٦ – أية ملاحظات أخرى .

ب – بيانات اختيارية

١ – صور فوتوغرافية للقلوب وقت استلامها.
٢ – وصف الركام– نوعه – شكل الحبيبات– المقاس الاعتبارى الأكبر .

٨-١-١٢ مراجع

– المواصفات القياسية المصرية رقم ١٦٥٨ – ١٩٩٥ طرق اختبار الخرسانة جزء ٦: تعيين مقاومة الخرسانة للضغط بطريقة اختبار القلب الخرسانى

– British Standards Institution – BS 1881 –1983 -Part 120. Method for Determination of the Compressive Strength of Concrete Cores.

- American Society for Testing and Materials . ASTM C42 –90 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.

- Concrete Society Technical Report No 11 including Addendum (1987). Concrete Core Testing for Strength Cement and Concrete Association, Wexham Spring , Slough SL3 6PL .

- American Concrete Institute ACI 318-97 Standard Building Code Requirements for Reinforced Concrete, Detroit,1997 .

- British Standards Institution -BS 8110 Structural Use of Concrete- . Part 1 :1985 Code of Practice for Design and Construction . London .

- Neville,A.M., 'Properties of Concrete ' John Wiley,1996.

٨-٢ توصيات لاختبار صلادة السطح باستخدام مطرقة الارتداد

RECOMMENDATIONS FOR SURFACE HARDNESS TESTING BY REBOUND HAMMER

٨-٢-١ عـــام

اختـبار صلادة السطح باستخدام مطرقة الارتداد هو أحد الأساليب غير المتلفة المفيدة فى مقارنة جـودة الخرسانات المختلفة تحت نفس الظروف وتقييم تغير نوعية الخرسانة مع تغير العمر وظروف الـتعرض ، كما قد تستخدم لتحديد قيم تقريبية لمقاومة الخرسانة للضغط (عند وجود منحنيات المعايرة المناسـبة). ولا تعتـبر هـذه الطـريقة بديلاً للطرق المعروفة لتقدير المقاومة ولكنها يجب أن تستخدم كطريقة ابتدائية أو تكميلية لهذه الطرق بغرض ضبط الجودة.

٨-٢-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى قياس صلادة الارتداد من السطح الخرسانى باستخدام كتلـة معدنية ذات وزن قياسـى تصـدم السطح الخرسانى – عمودياً عليه – بطاقة ابتدائية محددة. ويعبر عن ارتداد هذه الكتلة بواسطة رقم الارتداد الذى يتناسب طردياً مع مقاومة الطبقة السطحية من العنصر. ويمكن تقدير المقاومة للعنصر باستخدام منحنيات معايرة تستنتج لخرسانة لها ظروف مشابهة لتلك المختبرة.

٨-٢-٣ تعريفات

صلادة السطح

خاصية للسطح الخرسانى تقاس بنسبة الطاقة المرتجعة لكتلة قياسية تصدم السطح بطاقة ابتدائية ثابتة.

موقع الاختبار

منطقة من الخرسانة يتم تقييمها ويمكن اعتبارها – عملياً – ذات جودة منتظمة.

قراءة الصلادة

قياس وحيد للصلادة عند نقطة من السطح الخرسانى.

اختبار الصلادة

مجموعة من اختبارات الصلادة عند موقع اختبار.

٨-٢-٤ الجهاز

توجد أنواع متعددة من مطرقة الارتداد وأكثرها شيوعاً يعطى طاقة صدم ٢,٢نيوتن.م. وينبغى أن يصاحب المطرقة سندان معايرة (Anvil) صلب لمعايرة الجهاز من حين لآخر وعند الاستخدام. وقد تختلف الأجهزة من حيث طريقة إظهار رقم الارتداد حيث يوجد النوع التقليدى ذو المؤشر أو النوع ذو المسجل الورقى أو ذو الذاكرة الإلكترونية. والنوع الأخير يمكن أن يقوم بعمل بعض التحليلات الإحصائية للقراءات واستنتاج قيم المقاومة من منحنيات معايرة معطاة ويأخذ فى الاعتبار اتجاه ميل المطرقة.

ويتكون الجهاز من غلاف معدنى يحتوى بداخله على مكبس أسطوانى محورى فى نهايته نظام تعليق مفصلى يربط (أو يفصل) حركة ثقل قياسى (Hammer) متحد المحور مع المكبس. ويبرز المكبس من الطرف المفتوح للغلاف بينما يبتعد عن الطرف المغلق (من الداخل) بواسطة يای معدنى. ويرتبط الثقل المعدنى من الناحية الأخرى بمقدمة الغلاف بواسطة يای معدنى يعمل على سحب المطرقة وإحداث الصدمة مع السطح المختبر عند فصل الثقل عن المكبس من نظام التعليق المفصلى. كما يحتوى الغلاف من الداخل فى مركز النهاية المغلقة (الخلفية) على مسمار يقوم بفصل نظام التعليق وتحرير الثقل من المكبس عند دفع المكبس لنهاية مشواره وقت الاختبار. يوضح الشكل (٨-٢-١) قطاعاً رأسياً فى الجهاز ، كما يوضح الشكل (٨-٢-٢) ترتيب وضع الأجزاء الرئيسية أثناء الاختبار.

٨-٢-٥ الإجراءات

٨-٢-٥-١ أخذ قراءات الارتداد

- تحدد مواقع الاختبار بالمنشأ أو العناصر المطلوب فحصها حسب حالة الإجهادات ، مقاس العنصر أو المنشأ ، التغير فى المقاومة المتوقعة ، وظروف الصب بحيث تكون المواقع المختلفة ذات ظروف متشابهة (الرطوبة والتثبيت والجساءة ... الخ) بحيث تسمح باستخدام منحنى المعايرة المعد للتقييم. وتزداد أهمية تشابه الظروف إذا كان الغرض من الاختبار هو المقارنة. ويمكن اختبار الأسطح الرطبة بعد إزالة الماء الحر السطحى.
- يتم تحقيق كفاءة الجهاز باستخدام سندان المعايرة (Anvil) الخاص بالجهاز، ويسجل رقم الارتداد الناتج. وإذا اختلفت القراءة المسجلة بدرجة كبيرة عن المعطاة للسندان يتم استبعاد الجهاز واستبداله بآخر سليم. أما إذا كان الفارق فى حدود المسموح به-حسب توصيات المنتج – فيمكن استخدام الجهاز مع تطبيق معامل التصحيح الموضح بالكتالوج الخاص به.
- يسوى ويُنعّم سطح الخرسانة فى الموقع (المواقع) المطلوب اختباره بواسطة الحجر أو القطع للحصول على سطح ناعم مستو فى مساحة حوالى ٣٠٠مم X ٣٠٠ مم. والأفضل اختبار السطح

الموجـــود علـــى حالـــته بعـــد الصب والذى لم يحدث له تعديل (بالتسويـــة بالمسطرين مثلاً) وذلك باختبار الأسطح التى كانت مواجهة للشدة أثناء الصب.

- ترســـم شـــبكة من الخطوط المتعامدة تباعدها فى الاتجاهين بمقدار من ٢٠ إلى ٥٠ مم تكون نقاط الـــتقاطع هى نقاط أخذ القراءات. ويراعى تباعد أى من النقاط المختبرة عن الحواف بمسافة لا تقل عـــن ٢٠ مم . و يمكن التغاضى عن استخدام الشبكات مع المحافظة على المسافات بين مواقع أخذ القراءات بعضها البعض وبينها وبين حواف العنصر المختبر .

- يُحـــرر مكـــبس المطرقة (Plunger) من غلاف الجهاز بواسطة دفعه للداخل مع ضغط زر تثبيت القـــراءة فى نفس الوقت. يتم دفع المطرقة عند كل تقاطع فى اتجاه عمودى على السطح مع تثبيتها حـــتى يدخـــل المكبس بكامله إلى داخل الغلاف ويرتد الثقل القياسى محدثاً صدمة وصوتاً مسموعاً. ويســـتمر دفع المطرقة باتجاه السطح المختبر للحفاظ على قيمة القراءة المسجلة للارتداد ثم يضغط علـــى زر تثبيـــت القـــراءة ويمكن بعدها رفع المطرقة من السطح وتسجيل القراءة رقم الارتداد. (الشكل (٨-٢-٢)).

- يفضـــل تسجيل القراءة على مخطط يوضح شكل الشبكة فى كل موقع وتؤخذ ١٢ قراءة على الأقل عند كل موقع.

- بعـــد انتهاء الاختبارات يتم تحقيق كفاءة الجهاز باستخدام سندان المعايرة (Anvil) الخاص بالجهاز وتسجل القراءة.

٨-٢-٥-٢ المعايرة

- تكـــون باستخدام عينات معملية (مكعبات) غير أنها قد لا تكون ممثلة للواقع فى المنشأ، لذلك يمكن اســـتخدام الـــتقدير فى نقاط بالمنشأ ثم استخراج قلوب خرسانية من مواقع الاختبار وكسرها لتحقيق العلاقة بين الارتداد والمقاومة.

- لاتوجد علاقة وحيدة تربط الارتداد مع المقاومة ولذلك ينبغى أن تجرى المعايرة لمجموعة محددة من الظروف للحصول على دقة مقبولة.

- تكـــون الدقـــة أكـــبر إذا كانت العينات المستخدمة أكبر ما يمكن فالمكعبات (١٥٠ مم) مفضلة عن المكعبات (١٠٠مم).

- توضـــع عينات المكعبات فى مكنة اختبار الضغط تحت إجهاد ٧ – ١٠ نيوتن/مم^{٢} إذا كانت طاقة الصدم بالجهاز ٢,٢نيوتن.م ويُزاد الإجهاد أو يُقلل طردياً مع تغير طاقة الصدم للجهاز.

- يُختبر عدد من العينات – فى نفس ظروف المعايرة المطلوبة فى مدى مقاومة يناظر المتوقع. وتزداد الثقة فى المعايرة بزيادة عدد النتائج . ويتم أخذ ٩ قراءات على كل من وجهى المكعب المكشوفين أثناء التحميل بحيث لا تقل المسافة بين مواقع الاختبار وحافة المكعب أو بين المواقع المختلفة عن ٢٠ مم. ويتم تحديد متوسط رقم الارتداد للقراءات.
- يتم زيادة تحميل المكعب حتى الكسر ويحدد إجهاد الكسر = مقاومة الضغط= حمل الكسر/مساحة التحميل. ويمثل متوسط رقم الارتداد مع مقاومة الضغط نقطة واحدة تستخدم مع نقاط أخرى لاستنتاج منحنى المعايرة.
- يتم تغيير مقاومة الضغط لعينات المعايرة حسب الغرض من الدراسة ، فإذا كان المطلوب دراسة تطور المقاومة مع العمر تتم زيادة المقاومة لغرض المعايرة بواسطة زيادة عمر الاختبار. أما إذا كان الغرض تحديد نوعية الخرسانة يتم زيادة المقاومة بإنقاص نسبة م/س.
- يتم تحديد منحنى العلاقة الذى يعطى أفضل توافق مع النقاط الناتجة ، ويستخدم فى التقييم مع مراعاة ظروف العينات.

٨-٢-٥-٣ التطبيقات المختلفة للاختبار

أ - تحقيق انتظام الخرسانة

ويتم ذلك بأخذ قراءات الصلادة عند مواقع مختلفة لتحديد المناطق ذات الجودة المتباينة ثم يتم تأكيد ذلك باستخدام وسائل أخرى أكثر دقة (متلفة عادة). وينبغى مراعاة ضرورة تماثل ظروف الاختبار فى المواقع المختلفة أو اعتبار ذلك عند تحليل النتائج لتقييم الجودة.

ب – مقارنة نتائج الخرسانة المختبرة بقيمة مرجعية لتحقيق متطلبات محددة

يمكن استخدام نتائج اختبار الصلادة لتحديد إمكانية مناولة أو نقل الوحدات أو إزالة الدعامات المؤقتة للعناصر الإنشائية، وذلك بالإضافة إلى اختبار مقاومة الضغط وتحدد القيمة الحرجة للصلادة (رقم الارتداد) بناء على حمل ضمان أو الخبرة السابقة لأدائية العناصر فى اختبارات القبول. ومن الممكن أيضاً ضمن إجراءات ضبط الجودة استكمال عدد محدود من اختبارات التحميل أو الاختبارات المتلفة بالعديد من الاختبارات البسيطة للصلادة.

جـ – تحديد خصائص سطح الخرسانة والتى لها تأثير مباشر على أدائيتها

يمكن استخدام نتائج اختبار الصلادة لتقييم مقاومة البرى لسطح الخرسانة حيث أظهرت النتائج ارتباطاً مقبولاً جداً بينهما.

د – تقدير مقاومة الخرسانة فى المنشآت

يمكن عن طريق عمليات المعايرة فى البند السابق- استنتاج قيم تقريبية لمقاومة الخرسانة للضغط بمعلومية نتائج اختبار الصلادة. غير أنه ينبغى الحذر الشديد عند إجراء ذلك حيث توجد العديد من العوامل المتداخلة التى تؤثر فى صحة (وليس دقة) النتائج خصوصاً التماثل فى الظروف مع تلك المستنتج لها منحنى المعايرة. والبند التالى يحتوى على وصف موجز للعوامل المؤثرة على نتائج اختبار الصلادة.

٨-٢-٦ العوامل المؤثرة على نتائج اختبار الصلادة

تعطى هذه الطريقة لاختبار صلادة الارتداد معلومات عن نوعية الخرسانة فى الطبقة السطحية (بعمق حوالى ٣٠ مم) وتقيس الصلادة لهذه الطبقة وبالتالى العلاقة مع أى خاصية أخرى هى علاقة تجريبية فقط دون أى أساس نظرى. تعرض الفقرات التالية بإيجاز العوامل المؤثرة على نتائج اختبار الصلادة لكى توضح مصادر الخطأ فى القياسات وحدود استخدام مطرقة الارتداد ونتائج الاختبار بها.

٨-٢-٦-١ مقاومة الخرسانة

تتأثر العلاقة بين مقاومة الخرسانة وصلادة السطح بالعوامل الآتية:

أ – نوع الأسمنت

تأثير الاختلاف فى نعومة الأسمنت البورتلاندى على العلاقة صغير نسبياً ولا يزيد على ١٠%. ولكن الخرسانة المنتجة باستخدام الأسمنت عالى الألومينا يمكن أن تعطى نتائج أعلى بمقدار ١٠٠ % من تلك المستنتجة للأسمنت البورتلاندى العادى، بينما الخرسانة المنتجة باستخدام الأسمنت عالى المقاومة للكبريتات تعطى مقاومة أقل بمقدار ٥٠ % من تلك التى نحصل عليها من المعايرة بالأسمنت البورتلاندى.

ب – محتوى الأسمنت

الخرسانة ذات محتوى الأسمنت المرتفع تعطى قراءات ارتداد أقل من الخرسانة ذات نفس المقاومة بمحتوى أسمنت أقل. ولكن الخطأ الناتج عن هذا العامل لا يتعدى ١٠ % .

جـ – نوع الركام

بالرغم من أن النوعيات المختلفة من الركام عادى الوزن تعطى معايرات متقاربة فإن ذلك يتطلب إثباته معملياً ولابد من إجراء معايرة خاصة عند استخدام الركام خفيف الوزن و ذى المواصفات الخاصة.

د – نوع المعالجة وعمر الخرسانة

تتغير العلاقة بين المقاومة والصلادة تبعاً لعمر الخرسانة ، التغير فى معدل التصلب الابتدائى ، المعالجة ، وظروف التعرض. لذلك لابد من إجراء معايرة مختلفة لكل أسلوب وفترة معالجة.

هـ – الدمك

مطرقة الارتداد غير مناسبة لتحديد التغير فى المقاومة الناتج عن الاختلاف فى درجة الدمك، وإذا كانت الخرسانة غير مدموكة دمكاً تاماً فلا يمكن الاعتماد على نتائج هذا الاختبار.

٨-٢-٦-٢ نوع السطح

ينبغى اختبار الأسطح الناعمة فقط ويؤثر نوع مادة الشدة على قيمة الارتداد الناتج. الأسطح الممسوسة تكون عادة أكثر صلادة من تلك الناتجة من الصب بداخل الشدة كما أنها تعطى نتائج أكثر تبايناً. واختبار الأسطح المقطوعة يعطى نتائج أكثر تبايناً وتختلف بدرجة كبيرة عن تلك للأسطح المصبوبة. ولذلك يفضل دائماً اختبار البلاطة على السطح السفلى والكمرات والأعمدة والقواعد على الأسطح الجانبية. وعند اختبار أسطح مختلفة ينبغى عمل معايرة منفصلة.

٨-٢-٦-٣ نوع الخرسانة

تناسب اختبارات الصلادة الخرسانة ذات "النسيج المغلق" و لا تناسب تلك ذات "النسيج المفتوح" مثل الخرسانة الخلوية أو بلوكات الطوب المفرغة أو الخرسانة الخالية من المواد الناعمة .

٨-٢-٦-٤ ظروف رطوبة السطح

يعطى السطح الرطب قراءة ارتداد أقل من قراءة السطح الجاف بدرجة ملحوظة قد تصل إلى ٢٠% فى حالة الخرسانة الإنشائية النمطية. و فى بعض الحالات قد يكون الفارق أكثر.

٨-٢-٦-٥ التحول الكربونى

يعمل التحول الكربونى على زيادة الصلادة و لكن المعدلات العادية لهذا التحول لا تؤثر بدرجة ملحوظة على القيم المقاسة للصلادة عندما يكون عمر الخرسانة أقل من ثلاثة أشهر. ويكون تأثير التحول الكربونى ملحوظاً- حتى فى الأعمار المبكرة – تحت ظروف خاصة من الحرارة المرتفعة ومحتوى عال من ثانى أكسيد الكربون فى الوسط المحيط. وعندئذ لا تكون الطبقة السطحية ممثلة لخرسانة العنصر.

٨-٢-٦-٦ حركة العنصر الخرسانى المختبر

للحصـــول على قراءات صحيحة لمطرقة الارتداد ينبغى ألا يتحرك (يهتز) العنصر المختبر عند صـــدمه بالمطـــرقة. ويحدث هذا الاهتزاز فى حالة العناصر النحيفة ، وعند اختبار مثل هذه العناصر ينـــبغى تدعيم موقع الاختبار إذا كان المطلوب تقدير المقاومة. ولا نحتاج لهذا التدعيم إذا كان الغرض من الاختبار مقارنة عناصر لها نفس الدرجة من النحافة.

٨-٢-٦-٧ اتجاه الاختبار

ينـــبغى أن يكـــون اتجاه المطرقة عمودياً على السطح المختبر فى جميع الأحوال. غير أن اتجاه المطـــرقة يؤثـــر بدرجـــات مختلفة على قيمة ارتداد المطرقة بسبب تأثير مركبة وزن المطرقة. ولذلك ينـــبغى تحقيق تأثير الاتجاه على القراءات معملياً واستنتاج منحنيات معايرة مختلفة للخواص المطلوب تقديرها من قراءات الارتداد.

٨-٢-٦-٨ عوامل أخرى

مـــن العوامـــل التى تؤثر على قراءات الارتداد قرب موقع الاختبار من منطقة عدم استمرارية العنصـــر المختـــبر (فـــتحة مـــثلاً) وكذلـــك حالة الإجهاد فى المنطقـــة المختبرة وأيضاً درجة حرارة الخرســـانة والجهاز. لذا ينبغى اختبار مناطق أبعد ما يكون عن الحواف وبحد أدنى ٢٠ مم وعند ذلك وفى الظروف العادية يكون تأثير عوامل الإجهاد والحرارة صغيراً.

الأجهزة المختلفة ذات نفس التصميم الإسمى قد تعطى قيماً مختلفة للارتداد لنفس العنصر ، لذلك يجب مقارنة جودة الأجزاء الخرسانية المختلفة باستخدام نفس الجهاز (وكذلك بالنسبة لاستنتاج منحنيات المعايـــرة). وعند حتمية استخدام أكثر من جهاز فى نفس العمليـــة فينبغى تقدير الفوارق بين نتائجهما معملياً قبل الاستخدام.

٨-٢-٧ الأخطاء الشائعة

- اســـتخدام منحنيات علاقة المقاومة ورقم الارتداد العامة مثل تلك المعطاة مع الجهاز والمعدة بواسطة منتج الجهاز ممكن أن يؤدى إلى أخطاء جسيمة ولذا ينبغى تجنبها.
- إذا استخدمت قراءات مطرقة الارتداد لتحديد مقاومة السطح للبرى فلا ينبغى أن يقل عمر الخرسانة المختبرة عن خمسة عشر يوماً ولا يزيد على ثلاثة أشهر.

٨-٢-٨ النتائج

- يكون رقم الارتداد عند كل موقع اختبار هو متوسط القراءات المأخوذة دون استبعاد القيم المتطرفة، إلا إذا وجد سبب مقنع لاستبعادها.

- يعطـــى الفـــارق فى النتائج بين المواقع المختلفة مقياساً لتغير جودة الخرسانة فى المنشأ أو العنصر المختبر. مثال على ذلك: تغيير المقاومة مع عمق العنصر بسبب تغيير نسبة الماء / الأسمنت نتيجة للهبوط والنضح.
- الوســائل البيانية مثل خطوط" الكونتور" و"الهيستوجرام" تكون ذات فائدة كبيرة فى تقدير التغير فى نوعـية الخرســانة وذلك عند توافـــر عـــدد كبير من النتائج فى مواقع متشابهـــة الظروف. فمـــثلاً التوزيـــع العـــادى (Normal Distribution) للنتائج ذات المنوال (Mode) الوحيد يعـــنى خرســـانة مـــن نوعـــية واحـــدة. والتوزيع ذو المنوالين يعنى وجود نوعيتين من الخرسانة. والتوزيع ذو الذيل الطويل يعنى صناعة رديئه للخرسانة.
- تـــزداد درجـــة الثقة بالنتائج عند إدماجها مع نتائج طريقة أخرى مثل اختبار سرعة انتقال النبضات فوق الصوتية.

٨-٢-٩ التقرير

يـــتم فـــى الـــتقرير تحديد المواصفات القياسية التى أجرى الاختبار وفقاً لها ، كما يحتوى تقرير الاختبار على المعلومات الآتية:

أ - بيانات إلزامية

- تاريخ ، وقت ، مكان الاختبار.
- وصف للمنشأ ومواقع الاختبار واستخدام الشبكات من عدمه (يوضح ذلك بالمخططات).
- تفاصـــيل ظروف الاختبار والخرسانة وتكوينها (تتضمن العوامل المؤثرة فى نتيجة الاختبار كما هو موضح فيما سبق (بند ٨-٢-٦)).
- وصف المطرقة المستخدمة (النوع، المنتج ، المنشأ ، الرقم المسلسل).
- القيمة المتوسطة لرقم الارتداد والمدى والانحراف المعيارى ومعامل الاختلاف لقراءات كل اختبار صلادة (عند كل موقع).
- قراءات سندان المعايرة قبل وبعد الاختبار.

ب - بيانات أخرى

- عند وجود منحنيات معايرة يشمل التقرير الخاصية المستنتجة (مثل مقاومة الضغط) مع ذكر مصدر المعايرة.

– نـتائج الاختـبارات المكملة بأساليب أخرى غير الصلادة (مثال: اختبار سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية).

– تباعد خطوط الشبكات (إذا استخدمت).

٨-٢-١٠ الدقة والحيود

– درجـة الدقـة فـى الخاصية المقدرة للخرسانة من اختبار الصلادة لن تكون أفضل من حدود الثقة للعلاقـة المسـتنتجة بين الخاصية وقراءات الصلادة. وتزيد الأخطاء إذا لم تكن العينات المستخدمة لاسـتنتاج العلاقـة ممثلة تماماً للمنشأ المختبر. وعموماً لا تزيد دقة الناتج (فى حالة ٩٥ % حدود ثقة) على ± ٢٥ % فى أفضل الحالات.

– الـرقم المتوسـط للارتـداد تكون دقته $(\frac{\pm 15}{\sqrt{n}})$ بدرجة ثقة٩٥ % حيث (n) : عدد القراءات عند الموقع الواحد.

– معـامل اخـتلاف القـراءات فـى الاختبار الواحد يتراوح ما بين ٢ – ١٥ % ويتناقص مع زيادة المقاومة ويتزايد مع زيادة كمية ومقاس الركام الكبير.

٨-٢-١١ المراجع

- BS 1881 Testing Concrete

  Part 201 Guide for use of non-destructive methods of test for hardened concrete.

  Part 202 Recommendations for surface hardness testing by rebound hammer.

- ACI 228 -89-R1 In-place Methods for determination of Strength of Concrete.

- ACI Monograph No. 9 Testing Hardened Concrete: Nondestructive Methods.

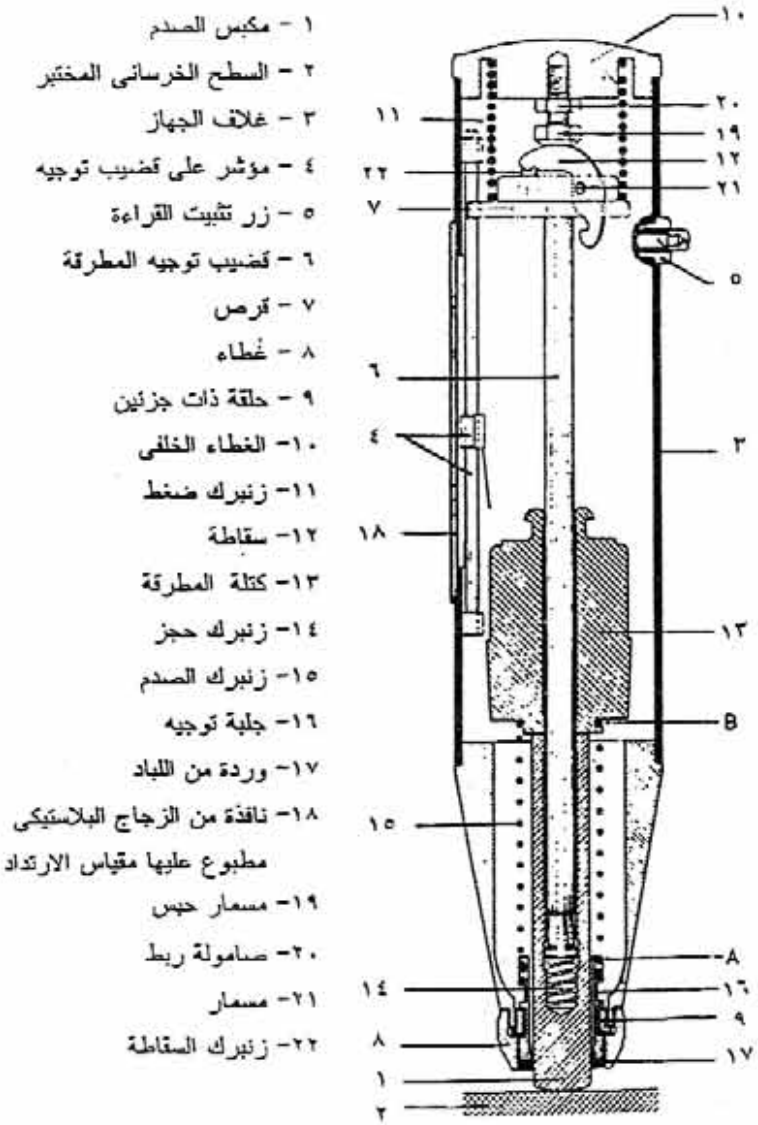
  Part 108 Methods for making test cubes from fresh concrete .

  Part 109 Methods for making test beams from fresh concrete .

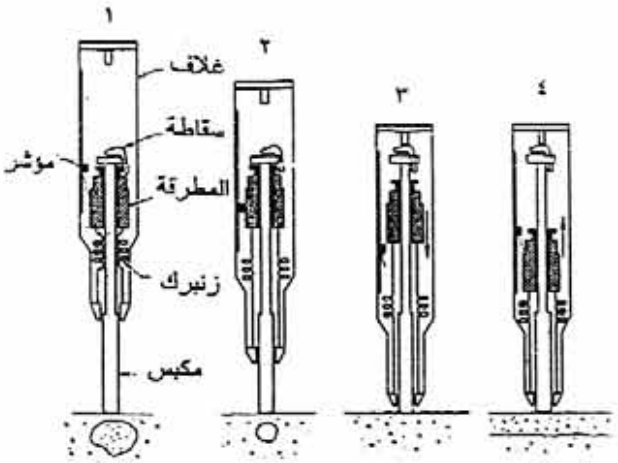
  Part 114 Methods for determination of density of hardened concrete.

  Part 116 Methods for determination of compressive strength of concrete cubes.

  Part 119 Methods for determination of compressive strength using portions of beams broken in flexure (equivalent cube method).



شكل (٨-٢-١) قطاع رأسى فى جهاز مطرقة الارتداد



شكل (٨-٢-٢) ترتيب وضع الأجزاء الرئيسية أثناء الاختبار.

٨-٣ توصيات لقياس سرعة النبضات فوق الصوتية فى الخرسانة

Recommendations for Measurement of Ultrasonic Pulse Velocity in Concrete

٨-٣-١ عـــام

يمـثل قـياس سـرعة انتقال النبضات فوق الصوتية فى الخرسانة أحد الأسس للاختبارات غير المـتلفة للعناصر والعينات من الخرسانة العادية والمسلحة وسابقة الإجهاد . وترتبط هذه السرعة عادة بـالخواص الميكانيكـية المرنة للخرسانة لذلك تستخدم أساساً لمقارنة جودة النوعيات المختلفة أو لتقييم جـودة نفـس العنصـر عند أعمار وظروف مختلفة. كما قد تستخدم – إذا توافرت منحنيات المعايرة المناسـبة – لـتقدير بعـض الخواص الميكانيكية للخرسانة. وبالإضافة إلى ما سبق يمثل الكشف عن العيوب السطحية والعميقة أحد التطبيقات المهمة لهذا الاختبار.

٨-٣-٢ الهدف

يهـدف هـذا الاختـبار إلى قياس سرعة انتقال النبضات فوق الصوتية خلال العناصر والعينات الخرسـانية عـن طريق قياس الفترة الزمنية اللازمة لكى تقطع النبضات مسافة محددة عبر الخرسانة المختـبرة. وذلـك يُمكّن – عند توافر منحنيات المعايرة المناسبة – من تقدير الخواص الميكانيكية مثل مقاومـة الضـغط ، معاير المرونة الإستاتيكى والديناميكى ، نسبة بواسون الديناميكية. كما أن ارتباط الفـترة الزمنية المقيسة بتكامل ووحدة العنصر المختبر – فى موقع الاختبار – يساعد فى تحديد مواقع بعض العيوب بالعنصر المختبر.

٨-٣-٣ تعريفات

زمن الانتقال **Transit Time**

الزمـن الذى تستغرقه نبضـة من الموجات فوق الصوتيـة لتنتقل من محول الطاقـة المرسل (Transmitting Transducer) إلـى محول الطاقة المستقبل (Receiving Transducer) خلال الخرسانة المختبرة.

بداية الموجة **Onset**

هى مقدمة الموجة المرسلة أو المستقبلة بواسطة أى من محولات الطاقة (Transducers).

٨-٣-٤ الجهاز

يتكون الجهاز المستخدم لقياس سرعة انتقال النبضات فوق الصوتية من الأجزاء الآتية:

١ – مولد نبضات فوق صوتية.

٢ – زوجان من محولات الطاقة (مرسل ومستقبل).

٣ – مكبر للنبضات المستقبلة.

٤ – دائـرة توقيـت إلكترونية لقياس الفترة الزمنية بين بداية النبضة المرسلة وبداية تلك المستقبلة عند محولى الطاقة.

ويوجـد عموماً نوعان من الأجهزة : الأول ذو شاشة عرض رقمية توضح زمن الانتقال (وهو الأكـثر شيوعاً) والثانى ذو شاشة عرض من نوع أنبوبة الأشعة المهبطية (CRT) وهى توضح شكل النبضـة المسـتقبلة بالنسبة للزمن. ويفيد هذا النوع الأخير فى الحالات التى يحدث فيها إضعاف كبير للموجـات فـى الخرسـانة خصوصاً عندما يكون مسار النبضات قصيراً نسبياً والتردد المستخدم غير مناسب. و يوضح الشكل (٨-٣-١) دائرة قياس سرعة الموجات فوق الصوتية.

ويجب أن يتمتع الجهاز بالمميزات التالية:

١ – القدرة على قياس زمن انتقال النبضات لمسارات ذات أطوال تتراوح من ١٠٠مم إلى ٣٠٠٠ مم بدقة ±١ %.

٢ – ألا يـزيد زمن صعود (Rise Time) النبضة المرسلة على ٠,٢٥ الفترة الطبيعية لمحول الطاقة المرسل.

٣ – تكـون الفـترة الزمنـية بين النبضات طويلة بدرجة كافية لتجنب التداخل مع انعكاسات النبضات السابقة فى عنصر مختبر صغير الأبعاد.

٤ – أن يعمل الجهاز بكفاءة فى مدى درجات الحرارة والرطوبة المحدد بواسطة المنتج.

كمـا يجب أن تكون محولات الطاقة (المرسل والمستقبل) ذات ذبذبة طبيعية بتردد يتراوح من ٢٠ إلـى ١٥٠ كيلوهرتز. وقد تستدعى بعض التطبيقات الخاصة استخدام ترددات منخفضة حتى ١٠ كـيلوهرتز (فـى حالـة المسـارات الطويلة جداً) أو مرتفعة حتى ١ ميجاهرتز (فى حالة اختبار مواد الحقـن). غير أن مدى الترددات المناسب لمعظم التطبيقات العملية فى مجال الخرسانة هو ٥٠ – ٦٠ كيلوهرتز.

٨-٣-٥ الإجراءات

٨-٣-٥-١ ضبط صفر الجهاز

يتأثر زمن انتقال الموجات بكل من المادة المختبرة ومادة محولات الطاقة وكذلك مادة الالتحام. ولتلافى تأثير المحولات بجهاز القياس يتم إجراء عملية ضبط صفر الجهاز ، حيث تزود الأجهزة بدائرة تأخير زمنية. ويورد مع الجهاز قضيب معدنى (طوله حوالى ٢٥٠مم) محدد له بدقة زمن انتقال الموجات فوق الصوتية من خلاله – ومطبوع عليه. وتتم العملية كالآتى:

١ – يوصل الجهاز بالتيار الكهربائى – أو تستخدم البطارية إذا كانت تامة الشحن.

٢ – يوصل كل من محولى الطاقة بجهاز القياس مع التأكد من سلامة وجودة الوصلات.

٣ – يتم ضغط مفتاح توصيل التيار إلى وضع التشغيل.

٤ – توضع طبقة رقيقة من مادة التحام مناسبة على النهايتين الدائريتين للقضيب المعدنى لتغطيهما بالكامل.

٥ – يثبت كل من محولى الطاقة على إحدى نهايتى القضيب بالدفع مع مراعاة عدم حدوث أى انزلاق على سطح التماس.

٦ – تسجل قراءة الشاشة بالجهاز وإذا كانت مطابقة للزمن المطبوع على القضيب فيعنى ذلك عدم وجود خطأ صفرى. أما إذا اختلفت القراءة عن تلك المحددة للقضيب فيتم إدارة مسمار ضبط الصفر فى الاتجاه المناسب حتى تتساوى القراءتان.

تجرى عملية ضبط الصفر بالضرورة عند تغيير أى من محولى الطاقة أو الكابلات. ويفضل إجراؤها قبل كل استخدام لاعتبار تأثير اتزان الدوائر الكهربية بالجهاز.

٨-٣-٥-٢ التحقق من دقة قياس زمن الانتقال

تجرى هذه العملية عادة بواسطة المنتج كجزء من برنامج ضبط الجودة. غير أنه يمكن الاستفادة منها لتقييم سلامة الجهاز عند وجود شك فى بعض النتائج. وتتم العملية باستخدام قضيبين مرجعيين محدد بدقة لكل منهما زمن انتقال الموجات فوق الصوتية من خلاله. ويكون أحد القضيبين قصيرا (طوله حوالى ٢٥٠ مم) ويستخدم لضبط الصفر كما فى البند السابق. بينما يكون القضيب الآخر طويلاً (طوله حوالى ١٠٠٠ مم) ويستخدم لتحديد دقة القراءة. يجرى اختبار تحديد سرعة انتقال الموجات فى القضيب الطويل بنفس الخطوات فى ضبط الصفر (عدا تعديل القراءة). وتسجل القراءة ثم تقارن بتلك المطبوعة على القضيب المرجعى. ويجب ألا يزيد الفارق بين القراءتين على ± ٠,٥ % لكى تكون القياسات ذات دقة مقبولة.

٨-٣-٥-٣ الكشف عن مواضع وأقطار صلب التسليح ومعاملات التصحيح

يؤثـــر وجـــود أسياخ صلب التسليح بالقرب من مسار النبضات فوق الصوتية على زيادة سرعة انـــتقالها ، حيث تنتقل جزئياً فى صلب التسليح بدلا من الخرسانة. وحيث أن سرعة انتقال الموجات فى الصـــلب تصل إلى ضعف قيمتها فى الخرسانة فإن الناتج هو زيادة ظاهرية فى سرعة انتقال الموجات. ويمكـــن إجراء عملية تصحيح للقراءات المأخوذة بالقرب من أسياخ صلب التسليح – كما سيلى ذكره. غـــير أن النتائج – بالرغم من تصحيحها – تكون غير ممثلة بدقة للخرسانة المختبرة. لذلك يجب تجنب إجـــراء القياســـات بالقـــرب من أسياخ صلب التسليح كلما أمكن. ويكون ذلك بواسطة استخدام أجهزة كهرومغناطيســـية (مثل جهاز الكشف عن صلب التسليح "بروفوميتر") لتحديد مواضع صلب التسليح والابتعاد عنها أثناء الاختبار.

أ – تصحيح القراءات بالقرب من أسياخ صلب محورها موازى لاتجاه انتقال النبضات

يعـــتمد معامل التصحيح على المسافة بين الخط الواصل بين طرفى المحولين وسطح السيخ كما يعتمد على قطر القضيب وسرعة انتقال الموجات فى الخرسانة المجاورة للسيخ . وتقاس سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية فى الأحوال العادية حسب المعادلة:

$$v = \frac{L}{T} \qquad (8\text{-}3\text{-}1)$$

حيث:

L = طول مسار الموجات

T = زمن انتقال الموجات (المسجل بواسطة الجهاز).

وفـــى حالـــة وجـــود أسياخ صلب محورها مواز لاتجاه انتقال الموجات تكون سرعـــة الانتقال كالآتى:

$$v_c = \frac{2av_s}{\sqrt{\left(4a^2 + (Tv_s - L)\right)}} \qquad (8\text{-}3\text{-}2)$$

حيث :

a = المسافة بين الخط الواصل بين طرفى المحولين و سطح السيخ

v_s = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية فى سيخ الصلب.

v_c = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية فىالخرسانة المجاورة لأسياخ الصلب.

ويمكن إهمال تأثير الأسياخ على السرعة عندما يتباعد موقع الاختبار عنها بمقدار

$$\frac{a}{L} > \frac{1}{2}\sqrt{\frac{(v_s - v_c)}{(v_s + v_c)}} \qquad (8\text{-}3\text{-}3)$$

كما ينعدم تأثير أسياخ التسليح أيضاً إذا كان قطرها ٦مم أو أقل. وتكمن الصعوبة فى تطبيق المعادلة (٨-٣-٢) فى إيجاد قيمة v_s . غير أنه يمكن تقديرها بوضع محولى الطاقة بحيث ينطبق محوراهما على محور سيخ صلب التسليح وأخذ قياس زمن الانتقال ومنه حساب السرعة حسب المعادلة (٨-٣-١) مع الأخذ فى الاعتبار سمك الغطاء الخرسانى للسيخ . ويمكن وضع المعادلة (٨-٣-٢) فى الصورة التالية:

$$v_c = k.v_m \qquad (8\text{-}3\text{-}3\text{-}a)$$

$$k = \gamma + 2\left(\frac{a}{L}\right)\sqrt{(1-\gamma^2)} \qquad (8\text{-}3\text{-}3\text{-}b)$$

حيث v_m هى سرعة انتقال النبضات فوق الصوتيه المقاسة من زمن الانتقال المسجل مباشرة. ويكون (k) هو معامل التصحيح للسرعة، ويوضح الشكل (٨-٣-٢) قيم المعامل (γ) لأقطار مختلفة من صلب التسليح وسرعات مختلفة لانتقال الموجات فى الخرسانة (وذلك فى حالة موجات ذات تردد ٥٤ كيلوهرتز)، أما الشكل (٨-٣-٢) فيعطى قيم معامل التصحيح للسرعة.

ويجدر بالذكر أن المعادلة (٨-٣-٢) تكون صحيحة فقط عندما تكون المسافة (a) أكبر من ضعف الغطاء الخرساني لصلب التسليح وإلا يعتبر مرور الموجات على طول محور السيخ مباشرة ، ويكون معامل التصحيح فى هذه الحالة وفقاً للمعادلة التالية:

$$k = 1 - \frac{L_s}{L}(1-\gamma) \qquad (8\text{-}3\text{-}4)$$

حيث :

L_s = طول السيخ (يساوى (طول المسار – ضعف الغطاء الخرساني))

وتكون عملية التصحيح باستخدام المحاولة والخطأ بسبب وجود سرعة انتقال الموجات فى الخرسانة كأحد المؤثرات فى معامل التصحيح. وتكون دقة تقدير السرعة المصححة فى حدود ٣% بشرط وجود تماسك تام بين قضيب التسليح والخرسانة المجاورة.

ب – تصحيح القراءات بالقرب من أسياخ صلب التسليح محورها عمودى على اتجاه انتقال النبضات

يكون تأثيرقضبان التسليح فى هذه الحالة قليلاً بسبب نقص سرعة انتقال الموجات فى اتجاه قطر القضيب عنها فى حالة محوره الطولى. وينعدم هذا التأثير عملياً فى حالة محولات طاقة ذات ذبذبة بتردد ٥٤ كيلوهرتز عند نقص قطر الأسياخ المستعرضة عن ٢٠مم. ويتم تصحيح القراءات بتطبيق المعادلة (٨-٣-٣) بعاليه مع استخدام قيم المعامل (γ) من الشكل (٨-٣-٤). ويراعى أن معاملات التصحيح تفرض الحالة الأسوأ ألا وهى مرور الموجات على كامل قطر الأسياخ . وإذا كانت الأسياخ لاتقع على مستو واحد فإنه يصعب تحديد تأثيرها على السرعة بأى درجة من الدقة.

٨-٣-٥-٤ التحام محولات الطاقة بالسطح الخرسانى المختبر

لضمان التصاق محولات الطاقة مع السطح المختبر ينبغى وجود درجة دنيا من استواء السطح ثم نستخدم مادة وسيطة لضمان الالتصاق التام بين المحول والسطح. وفى معظم الأحوال يكفى وجود طبقة رقيقة من مادة مثل الشحم أو عجينة الجلسرين والكاولين لضمان هذا الالتصاق وانتقال الموجات بكامل طاقتها بين المحول وسطح العنصر المختبر. وينبغى أن يكون سمك هذه الطبقة أقل ما يمكن حتى لاتؤثر على سرعة انتقال الموجات. ويساعد الضغط على المحولات عند أخذ القراءات على انتشار المادة الوسيطة وإقلال سمكها لذلك تؤخذ عدة قراءات متتالية حتى نصل إلى الحد الأدنى من زمن الانتقال. وإذا كانت درجة عدم استواء السطح كبيرة بحيث احتاج الأمر إلى وضع طبقة سميكة من المادة الوسيطة فينبغى أخذ تأثيرها فى الاعتبار عند حساب سرعة انتقال الموجات. ويزداد هذا التأثير عند قصر طول الانتقال لذلك يفضل ألا يقل طول الانتقال عن١٥٠مم (للقياس المباشر) و ٤٠٠ مم (للقياس الغير مباشر).

ويظهر تأثير الالتصاق الصوتى بين الأسطح على قراءة الجهاز حيث تستقر بسرعة فى حالة الالتصاق الجيد بينما تتذبذب بوضوح فى حالة الالتصاق غير الجيد. وقد ظهرت فى الأسواق بعض المحولات الخاصة ذات المسطح الصغير والذي ينتاهى حتى يصبح نقطة فى حالة المحولات نصف الكروية ، غير أن صغر سطح التماس يؤثر سلباً على كمية الطاقة المنتقلة من المرسل إلى المستقبل.

٨-٣-٥-٥ وضع محولات الطاقة وقياس سرعة الانتقال

يقوم محول الطاقة المرسل بإرسال نبضة فوق صوتيه خلال الجسم المختبر ويستقبلها محول الطاقة المستقبل فى موقع آخر. وتنتقل أقصى طاقة من المرسل فى اتجاه عمودى على السطح ، غير أن النبضات تنتقل أيضاً– بطاقة أقل – فى اتجاهات أخرى ، كما يمكن للمستقبل أن يستقبل نبضات غير عمودية على سطحه. ومن ثم يمكن عمل قياسات سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية بوضع محولى الطاقة فى أحد الأوضاع التالية:

أ – علـــى وجهين متقابلين من العنصر (ومركزيهما على خط واحد متعامد مع السطح) ويسمى انتقال الموجات بالانتقال المباشر (Direct Transmission)

ب – علـــى وجهيـــن متجاوريـــن من العنصر ويســـمى انتقال الموجات بالانتقال شبـــــه المباشر (Transmission Semi-direct)

جـــ – على نفـــس الســـطح من العـــنصر ويســـمى انتقال الموجـــات بالانتـــقال غير المباشـــر (Indirect Transmission) ويوضح الشكل (٨–٣–٥) الترتيبات المختلفة لمحولات الطاقة.

ويـــتم حســـاب سرعة الانتقال فى الحالتين ا ، ب بعاليه عن طريق قسمة طول المسار للموجات على زمن الانتقال المحدد بواسطة الجهاز. وتكون دقة الحساب محكومة بالدقة فى تعيين طول المسار. ويؤخذ طول المسار مساوياً للمسافة بين مركزي سطحى المرسل والمستقبل.

وفـــى حالـــة الانـــتقال غير المباشر تكون الموجات المنتقلة ذات طاقة ضعيفة حيث تكون سعة الموجة فى حدود ٢–٣ % من تلك فى حالة الانتقال المباشر ، كما تكون السرعة معتمدة على خواص الطـــبقة السطحية (التى تنتقل فيها غالباً الموجات) وتكون السرعة السطحية عادة من ٥–٢٠ % أقل مـــن الســـرعة المقاســـة فى حالة الانتقال المباشر. ذلك يؤدى إلى ... القياس غير المباشر أقل أنواع القـــياس دقـــة وينـــبغى تجنبه إلا فى الحالات التى يكون فيها سطح واحد فقط من الخرسانة مكشوفاً. ولـــزيادة الدقـــة فـــى النتائج يكون تحديد السرعة بإجراء الاختبار عند عدة نقاط على نفس الخط (فى مـــنطقة ذات جودة ظاهرية واحدة) حيث يحدد خط قياس يثبت فى إحدى نقاطه المرسل ويتحرك عليه المســـتقبل بعـــيداً عن المرسل بزيادة ثابتة وتسجل قراءات زمن الانتقال. يتم توقيع النقاط المعبرة عن زمـــن الانتقال والمسافة بين المرسل والمستقبل ويكون ميل أفضل خط يمر بها معبراً عن سرعة انتقال الموجـــات فوق الصوتية فى الخرسانة المختبرة. ويوضح الشكل (٨–٣–٦) هذه العملية ، ويراعى أنه عند وجود عدم استمرارية (قفزة) واضحة فى نقاط الخط يكون ذلك معبراً عن وجود شرخ سطحى فى المســـار المختـــبر ، وعـــند وجـــود (كسرة) فى نقاط الخط يعنى ذلك وجود طبقة سطحية ذات جودة منخفضة.

٨–٣–٥–٦ قياس عمق واتجاه الشروخ السطحية

تتســـبب الشـــروخ المملـــوءة بالهواء فى معاوقة مرور الموجات فوق الصوتية من خلالها لذلك تعـــانى هذه الموجات من انعكاسات عند أسطح الشروخ تزيد من زمن انتقالها بداخل العنصر المختبر. ويمكـــن اســـتخدام هـــذه الظاهرة للكشف عن وجود الشروخ السطحية والعميقة وتحديد اتجاهات ميول الأولى. وحيـــث أن الكشف عن العيوب الداخلية من شروخ وفراغات يتطلب كونها ذات مقاسات كبيرة

(أكـبر من مقاس محول الطاقة على الأقل وعملياً أكبر من ١٠٠ مم) كما يتطلب إجراء قياسات عديدة ومتقاربة ، سيقتصر التوضيح فى هذا البند على حالة الشروخ السطحية فقط.

يتم قياس عمق الشروخ السطحية بإحدى طريقتين :

- الطريقة الأولى

يوضـع كـل مـن المرسـل والمستقبل على جانبى الشرخ (المحدد بالعين) بحيث يكون الخط السطحى الواصل بين مركزى المحولين عمودياً على اتجاه الشرخ. وتؤخذ قراءتان الأولى (T_1) عندما يكون كل من المرسل والمستقبل يبعدان عن الشرخ نفس المسافة (عادة ١٥٠مم) والثانية (T_2) عندما تزاد المسافة إلى ٣٠٠ مم. ويحسب عمق الشرخ (C) بالمليمتر من المعادلة التالية:

$$C = 150\sqrt{\frac{\left(4T_1^2 - T_2^2\right)}{\left(T_2^2 - T_1^2\right)}} \qquad (8\text{-}3\text{-}5)$$

وتبـنى هذه المعادلة على فرض أن مستوي الشرخ عمودى على سطح العنصر وللتأكد من ذلك يـتم تحـريك كـل من محولى الطاقة (بالتبادل) بعيداً عن الشرخ مع رصد قراءة الزمن من الجهاز، ويكون الشرخ مائلاً فى اتجاه المحول الذي تسبب حركته السابقة نقصاً فى زمن الانتقال.

- الطريقة الثانية

لقياس عمق الشرخ السطحى تكون بوضع المرسل على بعد 2.5y من الشرخ.ثم يتم أخذ قراءات لزمـن الانتقال بوضع المستقبل على مسافات y و 2y و 3y بعد من المرسل على خط سطحى متعامد مـع اتجـاه الشرخ وفى اتجاهه (ولتكن القراءات T_1 و T_2 و T_3 على الترتيب). توقع القراءات لزمن الانـتقال مع المسافة من المرسل وإذا كان الخط الواصل بين القراءتين الأوليين يمر بنقطة الأصل دل ذلك على عدم وجود شروخ مختفية ، ويحدد عمق الشرخ (C) من المعادلة التالية:

$$C = \frac{y}{2}\sqrt{\left[\left(\frac{2T_2^2 + 3T_3^2}{T_3 T_2}\right) - 25\right]} \qquad (8\text{-}3\text{-}6)$$

ويوضـح الشـكل (٨-٣-٧) خطـوات تحديد عمق واتجاه شرخ سطحى باستخدام جهاز قياس سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية.

٨-٣-٥-٧ قياس سمك طبقة سطحية ذات جودة منخفضة

يتعرض سطح الخرسانة للتلف بعض الأحيان بسبب مهاجمة العوامل البيئية من حرارة وأملاح ، ويكـــون مـــن المفـــيد لتقييم كفاءة العنصر الخرسانى معرفة عمق التلف الناتج. ويمكن أن يكون قياس سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية (الانتقال غير المباشر) مفيداً لتحقيق ذلك. حيث تمر الموجات فى الطبقة السطحية فقط عند تقارب وضعى المرسل والمستقبل وباستمرار أخذ القراءات لزمن الانتقال مع وضـــع المستقبل بعيداً عن المرسل (الممارسة العادية فى هذا النوع من القياسات) تمر الموجات جزئياً ثم أساسياً فى الطبقة السليمة تحت السطحية. توقع النتائج (الزمن مع المسافة بين محولى الطاقة) ، وإذا لوحـــظ وجود ميلين للخط الواصل بين النقاط يكون ذلك دليلاً على وجود تغير فى نوعية للخرسانة مع العمـــق (كمـــا فى الشكل (٨-٣-٦)). أما إذا كان الخط وحيد الميل فيدل ذلك على عدم تغير النوعية (عدم حدوث تلف). ويقاس عمق الطبقة السطحية التالفة بتطبيق المعادلة التالية:

$$t = \frac{x_0}{2}\sqrt{\frac{(v_s - v_d)}{(v_s + v_d)}} \qquad (8\text{-}3\text{-}7)$$

حيث :

x_0 = المسافة التى يحدث عندها تغير الميل (مقيسة من مركز موقع المرسل)

v_d = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية فى الطبقة السطحية (تحسب من الميل الأول للخط).

v_s = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية فى الطبقة تحت السطحية (تحسب من الميل الثانى للخط).

٨-٣-٥-٨ تحديد معاير المرونة ونسبة بواسون الديناميكية:

ترتـــبط ســـرعة انـــتقال الموجات فوق الصوتية بالثوابت المرنة للخرسانة ويمكن تحديد معاير المرونة الديناميكى لوسط مرن متماثل الخواص ذى أبعاد لانهائية من المعادلة:

$$E_d = \rho v^2 \frac{(1+\upsilon)(1-2\upsilon)}{(1-\upsilon)} \qquad (8\text{-}3\text{-}8)$$

حيث:

E_d = معاير المرونة الديناميكى (ميجانيوتن/م^2).

υ = نسبة "بواسون" الديناميكية.

ρ = الكثافة (كجم/م^3).

v = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية (كم/ثانية).

وحيث أن السرعة لا تتأثر بشكل أو مقاس العينة –إلا إذا كان طول أصغر بعد لها أقل من الطول الموجى المستخدم – يمكن عند معرفة الكثافة و نسبة "بواسون" الديناميكية ، تحديد معاير المرونة الديناميكى عن طريق قياس سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية خلال الخرسانة.

وتجرى اختبارات الرنين الطولية– وفقاً للمواصفات المعنية– لتحديد نسبة معاير المرونة الديناميكى إلى الكثافة من المعادلة.

$$\frac{E_d}{\rho} = 4n^2L^2 * 10^{-6} \qquad (8\text{-}3\text{-}9)$$

حيث:

n = تردد ذبذبة الرنين (هرتز).

L = طول العينة (م).

وبدمج المعادلتين (٨–٣–٨) و (٨–٣–٩) نحصل على المعادلة التالية ومنها يمكن تحديد قيم نسبة "بواسون" الديناميكية كما فى الجدول (٨–٣–١) .

$$\frac{(1+\upsilon)(1-2\upsilon)}{(1-\upsilon)} = \frac{4n^2L^2}{v^2} \times 10^{-6} \qquad (8\text{-}3\text{-}10)$$

ولا تجرى غالباً اختبارات الرنين لذلك يمكن استخدام العلاقات التجريبية لتحديد معاير المرونة الاستاتيكى والديناميكى (الذي قد يختلف من نقطة لأخرى فى نفس المنشأ). الجدول (٨–٣–٢) يوضح مثالا لتلك العلاقة التجريبية بين سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية ومعاير المرونة الإستاتيكى والديناميكى ، والمستنتجة لخرسانة ذات نوعيات شائعة من الركام . ويجدر بالذكر أن القيم المحددة من هذا الجدول تكون دقيقة فى حدود ±١٠ % .

٨–٣–٦ إيجاد العلاقة بين المقاومة وسرعة انتقال النبضات

تتأثر العلاقة بين المقاومة وسرعة انتقال النبضات بعدة عوامل منها نسب مكونات الخرسانة ونوعياتها، ومحتوي الرطوبة وطريقة المعالجة وعمر الخرسانة، لذلك ينبغى استنتاج علاقة لكل نوعية محددة من الظروف. وتعتمد دقة الاستنتاج من هذه العلاقة على درجة تمثيل الظروف المستنتجة منها العلاقة لتلك بالمنشأ المختبر. كما تعتمد دقة العلاقة نفسها على عدد الاختبارات التى أجريت لاستنتاجها. ويمكن استنتاج العلاقة باستخدام عينات معملية أو قلوب خرسانية من منشأ، وقد أثبتت الخبرة العملية أن استخدام العينات المعملية يعطى تقديراً أكثر تحفظاً للمقاومة.

وفى حالة استخدام العينات المعملية يتم تغيير مقاومتها حسب الغرض من العلاقة: فيكون التحكم فى المقاومة بتغيير العمر عند دراسة اكتساب المقاومة بينما يكون التحكم فى المقاومة عن طريق تغيير نسبة الماء/ الأسمنت لأغراض ضبط الجودة. وتختبر عينات فى الضغط أو الانحناء تعد وتختبر وفقاً للمواصفات المختصة. وتكون نتائج كل ثلاث عينات ممثلة لنقطة واحدة فى العلاقة المطلوبة. كما ينبغى ألا يزيد مدى الاختلاف فى المقاومة على ± ٥ % وإلا تستبعد النتائج من الاعتبار فى العلاقة.

فى حالة استنباط العلاقة من المنشأ ينبغى إجراء اختبارات قياس سرعة الموجات على العينات فى موقعها بالمنشأ قبل القطع والغمر فى الماء حيث يتسبب عدم مراعاة ذلك فى الحصول على قيم أعلى للسرعات. ولا يمكن فى حالة المنشأ تغطية مدى واسع من المقاومة لذلك تستنبط العلاقة للمدى المحدود فى المنشأ ثم يتم عمل امتداد لها حسب الحاجة.

٨-٣-٧ مصادر محتملة للخطأ وكيفية تجنبها

أ – انزلاق المحول على السطح أثناء القياس فى الاختبار أو عند ضبط الصفر يؤدى إلى عدم ثبات القراءة مع وجود خطأ عند الثبات (حيث يتغير الموقع النسبى للمحولات) لذلك يضغط المحول بقوة ناحية السطح المختبر فى الموقع المحدد.

ب – لا يستخدم القضيب المرجعى الطويل لضبط الصفر حيث يغطى تأثير طول القياس على العيوب المحتملة فى الدوائر وأدوات القياس ويكون الطول المناسب هو حوالى ٢٥٠ مم لحالة تردد الموجات فى حدود ٥٤ كيلوهرتز.

جـ – فى حالة عدم إمكان قياس طول الانتقال بدقة على العنصر يمكن استخدام الأبعاد الاسمية (حسب الرسومات) مع ذكر السماحية فيها ولا يستخدم ذلك على الإطلاق فى حالة الأطوال الأقل من ٣٠٠ مم بسبب احتمالات الخطأ المتزايدة. وعموماً يجب أن تكون الدقة فى قياس طول المسار أفضل من ± ١ % .

د – عند تصحيح السرعات بسبب وجود صلب تسليح قريب من موقع الاختبار يجب مراعاة أن النتائج تمثل الصلب والخرسانة المحيطة به وليست الخرسانة فى الخط الواصل بين مركزى المحولين، لذا يجب الحذر عند تفسير النتائج.

هـ – السطح الممسوس والمسوى بعد الصب قد تكون له خواص مغايرة لخرسانة القلب. وعلى ذلك ينبغى تجنب إجراء القياسات عليه. وعند حتمية إجراء الاختبار على مثل هذا السطح يجب مراعاة تأثير ذلك العامل – عن طريق إجراء قياسات لمسافات طويلة فى حالة الانتقال غير المباشر مثلاً.

و – الشرخ السطحى المغلق بالضغط أو المملوء بالماء يكون غير مرئى بالنسبة للنبضات ، لذلك يجب مراعاة حالة الإجهادات فى العنصر وكذلك محتوى الرطوبة عند محاولة استنتاج عمق شرخ سطحى.

ز – قياس سمك الطبقة السطحية ذات النوعية الرديئة يكون فى حالة وجود مسطح كبير تالف من الخرسانة ولا يستخدم لحالة التعشيش المحدود مثلاً.

ح – تتأثر سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية بدرجة حرارة الخرسانة المختبرة إذا كانت خارج المدي (± ٣٠ °م) ولذلك يجرى تصحيح للسرعات حسب الجدول (٨-٣-٣).

ط – لاتتأثر سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية بشكل ومقاس العنصر الخرسانى المختبر إلا إذا كانت قيمة أقل بعد للعنصر أقل من الطول الموجى للنبضة المستخدمة فى الاختبار. حيث يتسبب ذلك فى نقص واضح للسرعة المحددة. لذلك يجب ألا يقل الحد الأدنى لبعد العنصر المختبر عن القيم الموضحة فى الجدول (٨-٣-٤).

ى – عند مقارنة نوعيات خرسانة فى منشآت مختلفة أو عناصر مختلفة فى نفس المنشأ ينبغى مراعاة تشابه الظروف فى جميع الحالات من حيث تكوين الخرسانة و محتوي الرطوبة والعمر ودرجة الحرارة ونوع الأجهزة المستخدمة وترتيب المحولات وإلا لاتصح المقارنة.

٨-٣-٨ التقرير

يجب أن ينص التقرير على المواصفة القياسية التى تم إجراء اختبار قياس سرعة الموجات فوق الصوتية وفقاً لها ، كما يجب أن يحتوى على البيانات التالية:

١ – تاريخ وتوقيت ومكان الاختبار.

٢ – وصف المنشأ أو العينة المختبرة.

٣ – التركيب الاسمى للخرسانة ويشمل:

- نوع الأسمنت
- محتوى الأسمنت
- نسبة الماء إلى الأسمنت
- نوع الركام ومقاسه
- الإضافات المستخدمة (إن وجدت)

٤ – نوع وظروف المعالجة– درجة الحرارة وعمر الخرسانة عند الاختبار.

٥ – مواصفات البيئة التى صممت لها الخرسانة.

٦ – اســكتش يوضــح وضع محولات الطاقة ومسار الموجات. كما يوضح عليه ترتيب صلب التسليح وأية فتحات مجاورة لموقع الاختبار.

٧ – حالة السطح (من حيث النعومة ووجود الشروخ أو الفجوات السطحية من أى نوع).

٨ – حالة الرطوبة الداخلية وظروف المعالجة الطويلة (بقدر الإمكان).

٩ – نوع الجهاز ومنشأه ودقة قراءته للسرعة وتردد الموجات المستخدمة ومميزات الجهاز الأخرى.

١٠ – القيم المُقاسة لسرعة النبضات.

١١– القيم المصححة لسرعة النبضات (بسبب وجود صلب التسليح مثلاً) إذا لزم الأمر.

٨-٣-٩ المراجع

- BS 1881 Testing Concrete

Part 5 Methods for testing hardened concrete for other than strength.

Part 108 Methods for making test cubes from fresh concrete.

Part 109 Methods for making test beams from fresh concrete.

Part 110 Methods for making test cylinders from fresh concrete.

Part 114 Methods for determination of density of hardened concrete.

Part 116 Methods for determination of compressive strength of concrete cubes.

Part 119 Methods for determination of compressive strength using portions of beams broken in flexure (equivalent cube method).

Part 120 Methods for determination of compressive strength of concrete cores.

Part 201 Guide for use of non-destructive methods of test for hardened concrete.

Part 202 Recommendations for surface hardness testing by rebound hammer.

Part 204 Recommendations for the use of electromagnetic cover measuring devices.

BS 6100 Glossary of building and civil engineering terms

Part 6 Concrete and Plaster.

- BS 1881 Testing Concrete

Part 203 Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete

- BS 3683 Glossary of terms used in non-destructive testing

Part 4 Ultrasonic flaw detection.

- BS 6089 Guide to assessment of concrete strength in existing buildings
- ACI 228-R-89 In-place methods for determination of strength of concrete.
- ACI Monograph No. 9 - Testing hardened concrete: nondestructive methods.

جدول (٨-٣-١) قيم نسب "بواسون" الديناميكية

$\frac{nL}{v}$	υ
0.257	0.45
0.342	0.40
0.395	0.35
0.431	0.30
0.456	0.25
0.474	0.20
0.487	0.15
0.494	0.10
0.499	0.05

جدول (٨-٣-٢) قيم تجريبية لمعاير المرونة الإستاتيكى والديناميكي بدلالة سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية

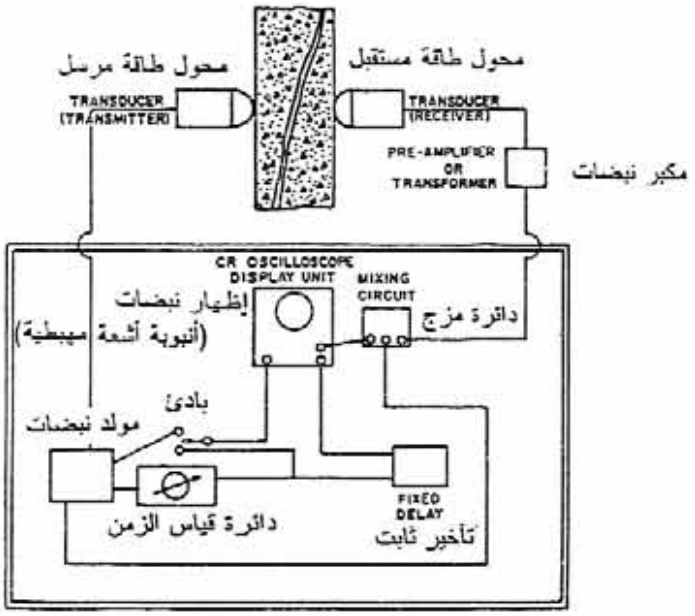
سرعة انتقال النبضات (كم/ثانية)	معاير المرونة (ميجانيوتن/مم^2)	
	ديناميكى	استاتيكى
3.6	24 000	13 000
3.8	26 000	15 000
4.0	29 000	18 000
4.2	32 000	22 000
4.4	36 000	27 000
4.6	42 000	34 000
4.8	49 000	43 000
5.0	58 000	52 000

جدول (٨-٣-٣) تأثير الحرارة على انتقال النبضات

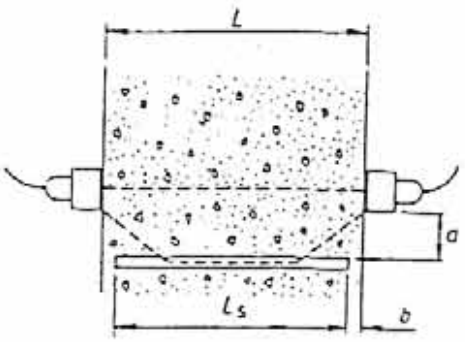
درجة الحرارة (° م)	التصحيح فى سرعة النبضات المقاسة (%)	
	خرسانة جافة فى الهواء	خرسانة مشبعة بالماء
60	+5	+4
40	+2	+1.7
20	0	0
0	-0.5	-1
-4	-1.5	-7.5

جدول (٨-٣-٤) تأثير أبعاد العينة على انتقال النبضات

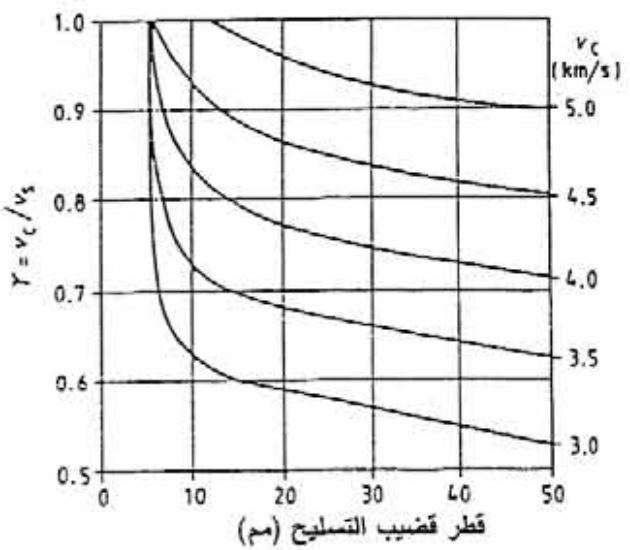
تردد محول الطاقة (كيلوهرتز)	سرعة انتقال النبضات فى الخرسانة (كم/ثانية)		
	3.5	4.0	4.5
	أقل بعد عرضى (مم)		
24	146	167	188
54	65	74	83
82	43	49	55
150	23	27	30



شكل (٨-٣-١) دائرة قياس سرعة الموجات فوق الصوتية خلال الخرسانة

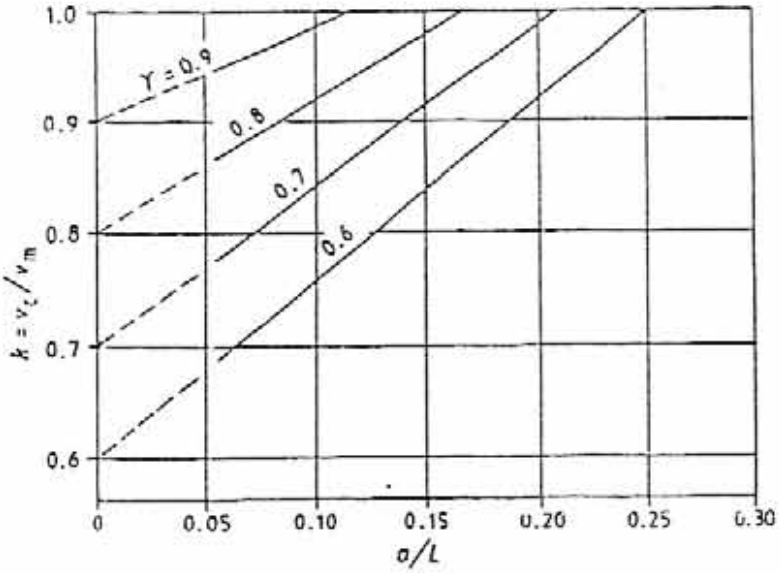


(ب) قطاع عرضي فى خرسانة بها تسليح عرضى.

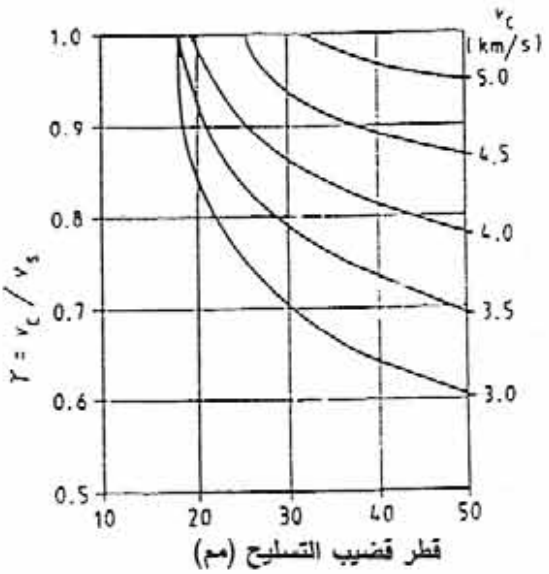


(ا) العلاقة بين قطر قضيب التسليح ونسبة السرعة.

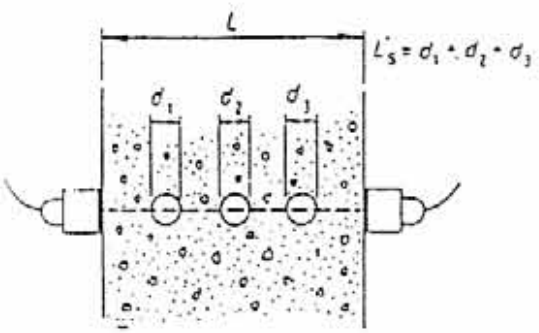
شكل (٨-٣-٢) تأثير صلب التسليح على سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية خلال الخرسانة (حالة مسار الموجات موازى لمحور صلب التسليح)



شكل (٨-٣-٣) معامل التصحيح للسرعة (k) لحالة مسار الموجات موازى لمحور صلب التسليح

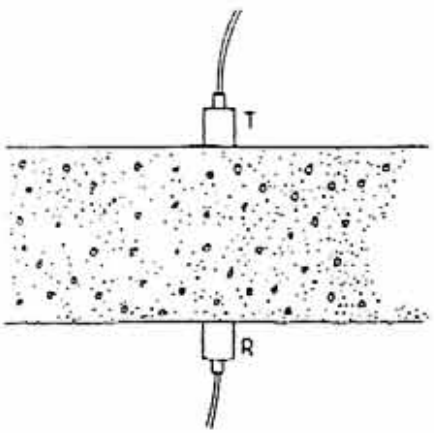


(أ) العلاقة بين قطر قضيب التسليح ونسبة السرعة.

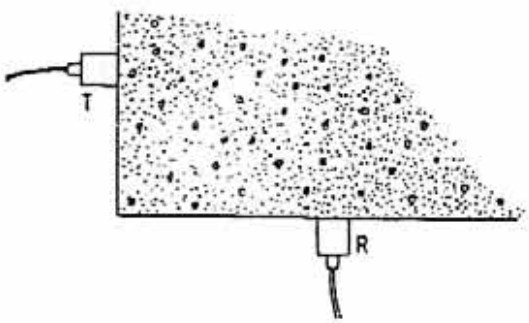


(ب) قطاع عرضي فى خرسانة بها تسليح طولى.

شكل (٨-٣-٤) تأثير صلب التسليح على سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية (v_c) خلال الخرسانة لحالة مسار الموجات عمودى على محور صلب التسليح



الانتقال المباشر

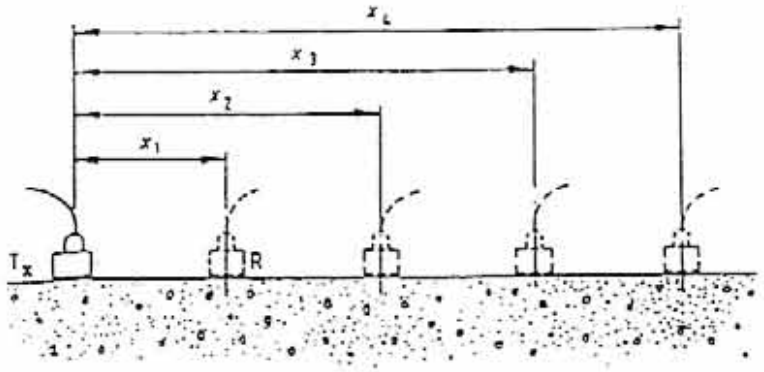


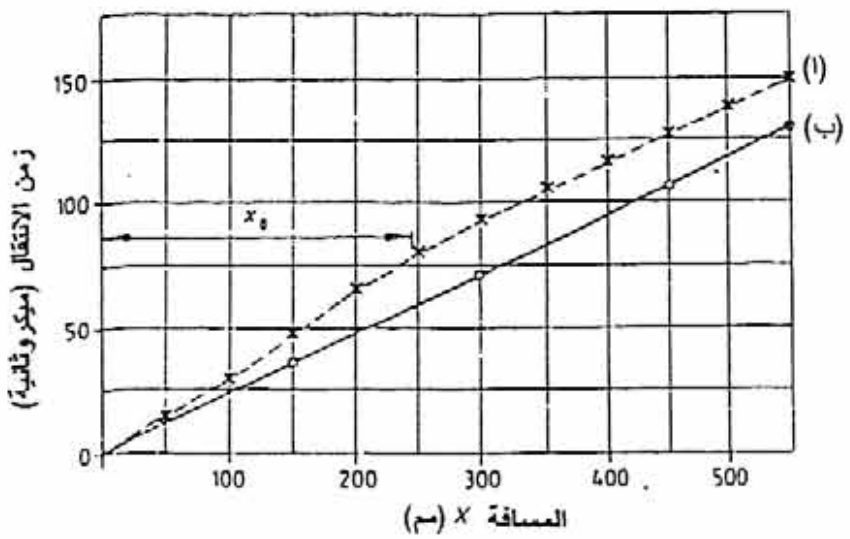
الانتقال شبه المباشر

الانتقال الغير مباشر (السطحى)

المرسل (T)
المستقبل (R)

شكل (٨-٣-٥) الطرق المختلفة لوضع محولات الطاقة على العنصر المختبر

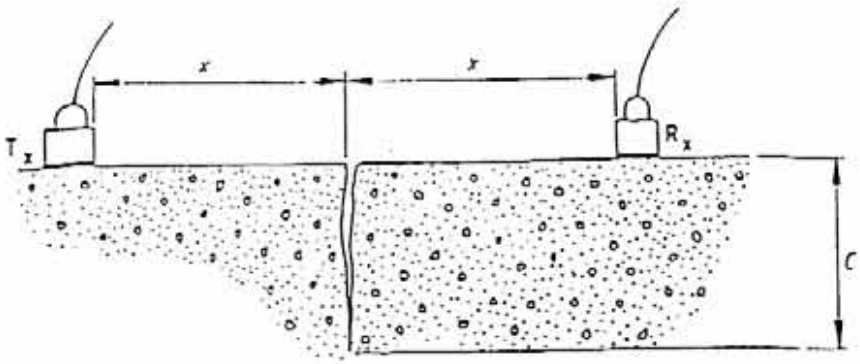




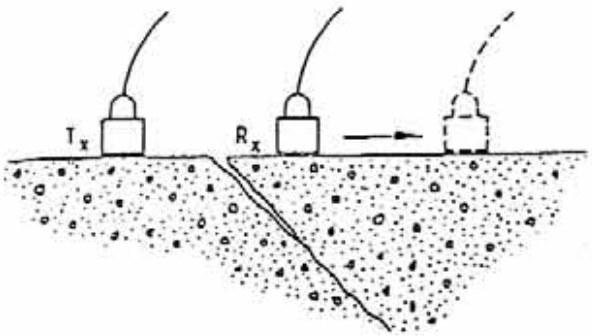
(أ) القراءات لخرسانة بها ٥٠ مم العليا ذات جودة منخفضة.

(ب) القراءات لخرسانة متجانسة.

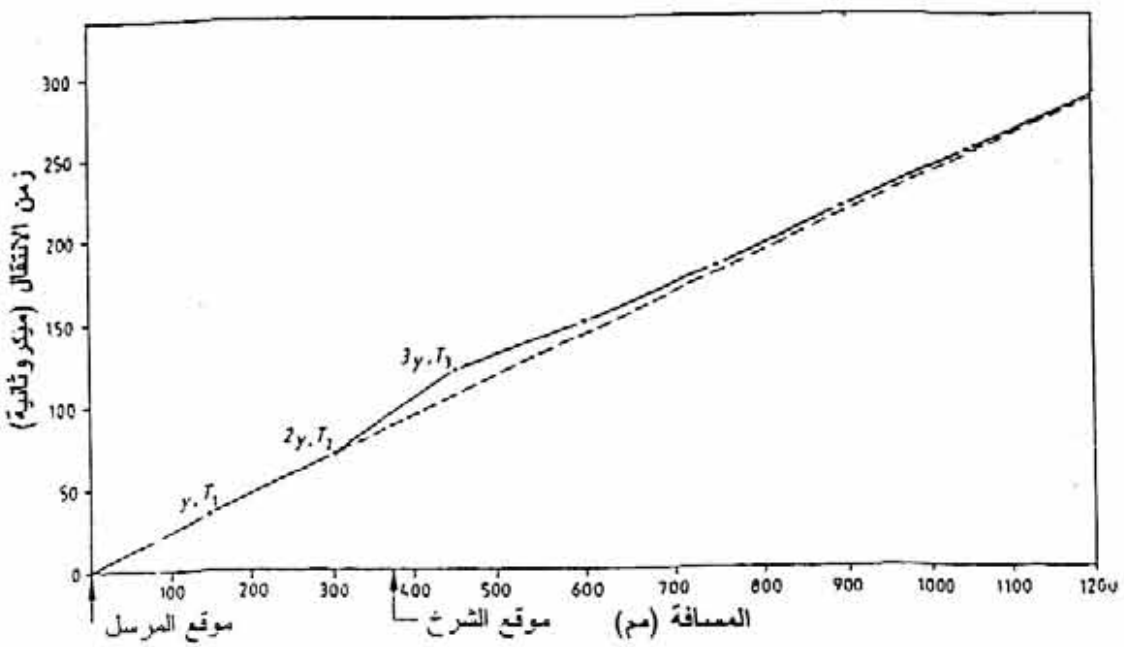
شكل (٨-٣-٦) تحديد سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية خلال الخرسانة (الطريقة غير المباشرة)



(أ) شرخ عمودي علي السطح.



(ب) شرخ مائل.



(جـ) تأثير الشرخ على القياسات السطحية.

شكل رقم (٨-٣-٧) تحديد عمق واتجاه شرخ سطحى

٨-٤ تجربة تحميل العناصر والمنشآت الخرسانية

LOADING TEST OF CONCRETE ELEMENTS AND STRUCTURES

٨-٤-١ عـــام

تعتـبر تجـربة تحميل العناصر من الخرسانة المسلحة المعرضة أساساً لإجهادات الانحناء هى التجربة الأساسية فى الحكم على مقدرة تلك العناصر على مقاومة الأحمال التصميمية بأمان.

٨-٤-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار للحكم على كفاءة العناصر الخرسانية من كمرات وبلاطات وأسقف فى تحمل الأحمـال التصـميمية بـدون حدث شروخ أو سهم انحناء غير مسموح به، ويجرى هذا الاختبار لتلك العناصر فى الحالات الآتية :

أ – فـى حالـة فشل اختبارات قلب الخرسانة فى التحقق من مناسبة مقاومة الضغط لخرسانة العنصر الفعلية للمقاومة المميزة التى تم تصميم العناصر عليها.

ب – فى حالة وجود سبب يدعو إلى الشك فى كفاءة العنصر الخرسانى من حيث مقاومته ومتانته.

جـ – إذا تطلبت مواصفات المشروع إجراء الاختبار .

٨-٤-٣ تعريفات

– التحميل

وهـو تحمـيل العنصر المراد اختباره بحمل يساوى : ٠,٨٥ (١,٤ الحمل الميت + ١,٦ الحمل الحى) ويتم ذلك بالتحميل من خلال أربع مراحل متساوية.

– إزالة الحمل

وهو إزالة الأحمال الواقعة على العنصر السابق ذكره.

– سمك الشرخ الأقصى

وهـو أقصـى سـمك للشروخ يتم تسجيله بعد مرور ٢٤ ساعة من وضع الحمل الأقصى على العنصر.

– سهم الانحناء الأقصى

وهو أقصى سهم انحناء يتم تسجيله بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل على العنصر.

– سهم الانحناء المتبقى

وهـو أقصـى سهم انحناء متبقى يتم تسجيله بعد مـرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل تماماً من على العنصر.

٨-٤-٤ الأجهزة

١ – عـدادات تسجيل سهم الانحناء (Dial gauges) ويفضل ألا تزيد حساسيتها عن ٠,٠١مم ومشوارها فى حدود ٥٠مم وذلك مع وجود شهادة معايرة لتلك العدادات.

٢ – مـيزان : فـى بعـض التجارب قد يتطلب الأمر الرصد من على بعد عن طريق استخدام ميزان ويجـب أن يكـون مزودا بورنية تسمح بالقراءة بدقة لا تقل عن ٠,١ مم بحيث تثبت مقاييس على العنصر ذات حساسية لا تزيد عن ١ مم.

٣ – رافعـة هيدروليكـية : تستخدم فى تحميل بعض الكمرات مثل الكمرات الحاملة للأوناش حيث لا تـتوافر بلاطات لنقل الحمل وسعة هذه الرافعة تكون أكبر من حمل التجربة بـ ٢٥ % من قيمته ويكـون مشـوار مكبسها أكبر من ٤ أمثال سهم الانحناء المتوقع ويشترط معايرة تلك الرافعة قبل إجراء التجربة.

د – أجهزة لتحديد سمك الشرخ لا تزيد دقتها عن ٠,٠١ مم.

٨-٤-٥ وسائل التحميل

يتم التأثير بالحمل بإحدى الوسائل التالية :

أ – التأثير بواسطة شكائر معايرة من الرمال حيث يتبع ما يلى :

– يـتم معايـرة مجموعـة من الشكائر لا تقل عن ١٠ شكائر لكل باكية من السقف مساحتها ١٥ متر مسـطح عـن طـريق الوزن المباشر على أن تختار تلك الشكائر عشوائياً من جميع الشكائر بحيث تكون ممثلة لها ويحدد منها الوزن المتوسط للشيكارة.

– يـتم رص الشـكائر أعلى العضو الخرسانى بحيث يكون هناك مسافات أفقية بين كل مجموعة رأسية حتى تمنع حدوث التأثير العقدى (Arching Effect)

ب – التأثير ببلوكات من الخرسانة أو الحديد حيث يتبع ما يلى :

– يتم معايرة البلوكات لمعرفة وزن البلوكات.

– يتم رص البلوكات بحيث يترك فواصل أفقية بين المجموعات الرأسية لمنع التأثير العقدى.

جـ – التحميل بروافع هيدروليكية تحقق الاشتراطات السابق ذكرها فى بند (٨-٤-٤) .

٨-٤-٦ تجهيز العضو للاختبار

أ – يتم تقدير الأوزان القائمة الفعلية الموجودة على العضو سواء وزن العضو أو مادة التغطية (Cover) أو أية قواطيع (الحمل الميت الموجود فعلاً) وذلك لأخذها في الاعتبار عند التحميل.

ب – يتم وضع قوائم قوية صلبه وبعدد كاف أو وضع شدة قوية وذلك قبل بدء التجربة بحيث تتحمل حمل الأعضاء المختبرة بأكمله وبحيث تنقله إلى ركائز آمنة تتحمل وزن الشدة وحمل الأعضاء المختبرة.

جـ – القوائم السابقة أو الشدات يراعى وضعها بطريقة تسمح بترك فراغ مناسب تحت الأعضاء المختبرة تسمح بحدوث سهم الانحناء المتوقع.

د – يتم تحديد وتجهيز أماكن وقراءة سهم الانحناء وتركيب العدادات والتأكد من أنها تعمل فى أماكنها (شكل ٨-٤-١) على أن يؤخذ ما يلى فى الاعتبار :

١ – يوضع فى المنتصف تماماً عداد (Dial gauges) رقم (١) ويوضع بجواره عداد أخر رقم (٢) بحيث يعمل كعداد احتياطى له.

٢ – توضع عدادات إضافية (٣، ٤، ٥، ٦) على بعد ربع البحر (أو أى مسافة يحددها استشارى المشروع) من الركائز.

٨-٤-٧ خطوات التجربة

أ – يتم تحديد العناصر المجاورة للعنصر الإنشائى المطلوب اختباره ليتم تحميلها بحيث نحصل على أقصى عزم للعنصر المختبر.

ب – يحدد الحمل الكلى للعنصر المختبر بما قيمته : ٠,٨٥ (١,٤ الحمل الميت + ١,٦ الحمل الحى) .

جـ – حمل التجربة = الحمل الكلى – الحمل الميت الموجود فعلاً .

د – يتم قراءة عدادات سهم الانحناء قبل بداية التجربة (R_o) .

هـ – يتم البدء فى التأثير بـ ٢٥ % من حمل التجربة بحيث يتم التأثير بالحمل بالتدرج وبدون حدوث أية صدمات بواسطة استخدام إحدى وسائل التحميل المذكورة فى البند (٨-٤-٥) وبحيث يتلاشى التأثير العقدى.

و – يتم قراءة عدادات سهم الانحناء بعد نهاية التأثير بالحمل السابق والتفتيش على وجود شروخ بالعنصر المختبر ويعلم بجوار الشرخ مباشرة إن وجد بأحد الألوان الواضحة ثم يحدد سمك الشرخ الأقصى ويحدد مكانه.

ز – يتم التحميل بباقى الحمل على ثلاث مراحل منفصلة كل مرحلة حملها = ٢٥ % من حمل التجربة ويكرر ما جاء بالخطوة السابقة فى كل مرحلة.

ح – يسجل الزمن وسمك الشرخ الأقصى وقراءة عدادات الهبوط بعد التأثير بحمل التجربة كاملاً مباشرة.

ط – بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بحمل التجربة كاملاً يُسجل الزمن ويُرسم مكان الشروخ ويسجل سمك الشرخ الأقصى وقراءة عدادات الهبوط ولتكن قراءة العداد الأول (R_1) .

ى – يرفع الحمل بالتدريج وبدون أحداث أى صدمات.

ك – بعد إزالة الحمل تماماً تسجل قراءة العدادات ويسجل الشرخ الأقصى.

ل – بعد مرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل يسجل قراءة العدادات ولتكن قراءة العداد الأول (R_2) ثم يسجل سمك الشرخ.

٨-٤-٨ النتائج

أ – يحسب سهم الانحناء الأقصى S_{maxexp} بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل كما يلى:

S_{maxexp} = (قراءة العداد الأول بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل – قراءته قبل التأثير بالحمل) × حساسية العداد

$$S_{maxexp} = (R_1 - R_0) . (accuracy)$$

– فى حالة حدوث أى عطل بالعداد الأول تستعمل قراءة العداد الثانى .

– فى حالة تقارب قراءتى العداد الأول والثانى يعتبر الهبوط المتوسط لهما معاً .

ب – يحسب سهم الانحناء الأقصى المتبقى S_{maxper} بعد ٢٤ ساعة من رفع الحمل :

S_{maxper} = (قراءة العداد الأول بعد مرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل – قراءته قبل التأثير بالحمل) × حساسية الجهاز

$$S_{maxper} = (R_2 - R_0) . (accuracy)$$

جـ – يحسب سهم الانحناء الأقصى المسترجع S_{maxe}

$$S_{maxe} = S_{maxexp} - S_{maxper}$$

د – يحسب الهبوط الأقصى بعد مرور ٢٤ ساعة من التحميل وكذلك الهبوط الأقصى المسترجع لباقى النقاط الاختيارية (٣، ٤، ٥، ٦).

هـ – ترسم العلاقة بين الحمل P وسهم الانحناء الأقصى S_{maxexp} فى كل من دورتى التحميل وإزالة الحمل (شكل رقم ٨-٤-٢).

و – يحسب أقصى سمك للشرخ بعد ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل وبعد ٢٤ ساعة من إزالة الحمل .

٨-٤-٩ القبول والرفض

١ – تحسب قيمة سهم الانحناء الأقصى المسموح بها للعضو S_{maxall} كما يلى:

$$S_{max\,all}=\frac{L_t^2}{2\,t} \quad cm$$

حيث :

t = سمك العضو المختبر مقاسا بالسنتيمتر .

L_t = بحر العنصر المختبر بالمتر ويكون البحر الأصغر فى حالة البلاطات اللاكمرية أو البلاطات ذات الاتجاهين أما فى حالة الكوابيل فتؤخذ ضعف المسافة من وجه الركيزة حتى نهاية الكابولى

٢ – يقارن بين أقصى سهم انحناء مسجل بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل S_{maxexp} والهبوط الأقصى المسموح به S_{maxall} وتنحصر المقارنة فى ٣ حالات هى :

أ – إذا كان $S_{maxexp} \le S_{maxall}$ تكون التجربة ناجحة.

ب – إذا ما زاد الهبوط الأقصى عن الهبوط المسموح به أى $S_{maxexp} > S_{maxall}$ فهنا يجب ألا يقل الجزء المسترجع من سهم الانحناء الأقصى S_{maxe} بعد مرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل عن ٧٥ % من قيمة سهم الانحناء الأقصى أى :

$S_{maxe} \ge 0.75\ S_{maxexp}$

فإذا تحقق هذا الشرط تكون التجربة ناجحة.

جـ – إذا لم يسترجع العنصر ما لا يقل عن ٧٥ % من سهم الانحناء الأقصى بعد مرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل أى كان $S_{maxe} < 0.75\ S_{maxexp}$ فيجب إعادة التجربة مرة أخرى بنفس الطريقة السابقة بعد مرور ٧٢ ساعة على الأقل من رفع حمل التجربة الأولى.

٣ – بعد إعادة التجربة مرة أخرى بنفس الكيفية السابقة يعتبر جزء المنشآ المختبر غير مقبول إذا لم يتحقق الشرطان التاليان :

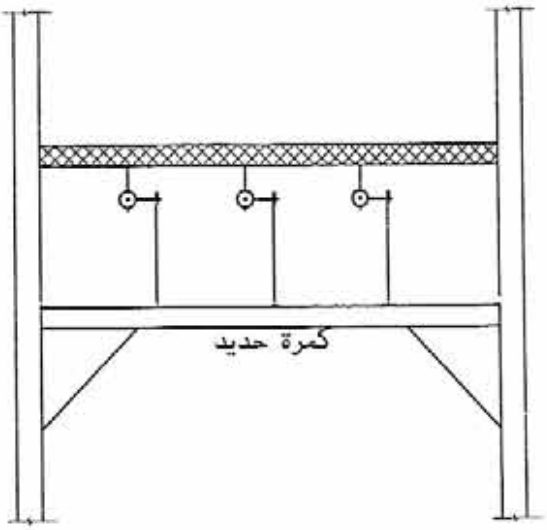
– إذا قل سهم الانحناء المسترجع فى التجربة الثانية عن ٧٥ % من سهم الانحناء الأقصى المسجل بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بحمل التجربة الثانى.

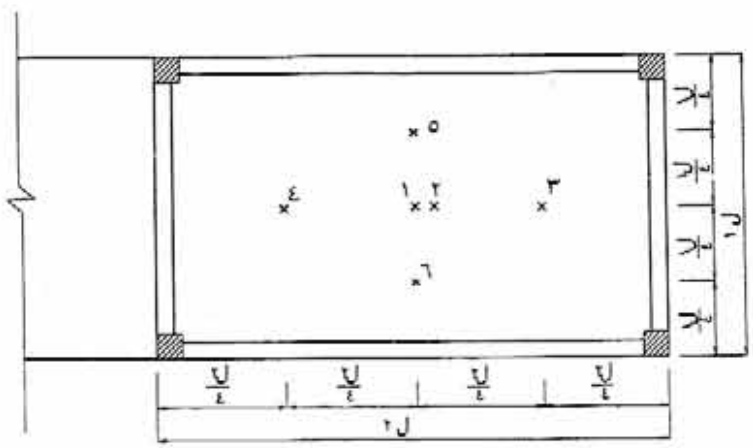
– إذا كان سمك الشرخ الأقصى المسجل غير مسموح به.

٨-٤-١٠ تقرير الاختبار

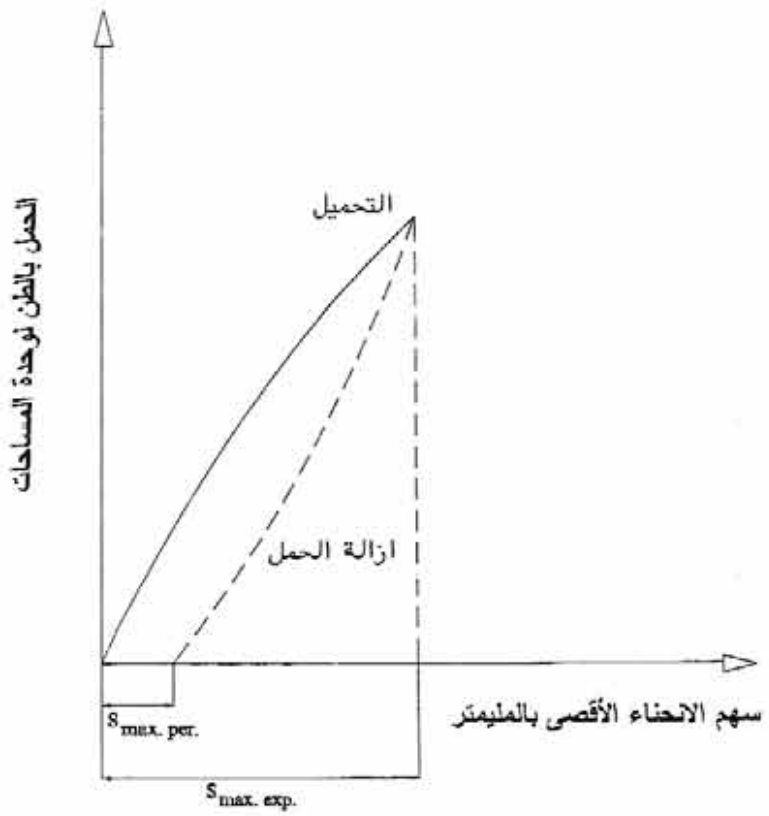
يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- معلومات عن المشروع
- معلومات عن المبنى المختبر
- معلومات الخاصة بطالب الاختبار
- كود المتبع
- إسلوب التحميل المتبع
- شهادات معايرة أجهزة القياس
- شهادات معايرة وسائل التحميل
- مسقط أفقى يوضح البواكى المحملة والعضو المختبر
- بيان هل تم التحميل على دورة واحدة أم دورتين
- نتائج الاختبار
- الحكم على صلاحية العضو المختبر





شكل رقم (٨-٤-١) تثبيت عدادات الهبوط



شكل رقم (٨-٤-١-٢) العلاقة بين الحمل و سهم الانحناء الأقصى