خواص واختبارات المواد – عملي

اختبارات ماء الخلط

1-: طريقة أخذ العينة

١-١- الوعاء :

يجب أن تكون الزجاجة من البولي أثلين، كما يجب غسلها جيداً بحامض الهيدروكلوريك. ثم تغسل بعد ذلك جيداً بماء الصنبور ثم بالماء المقطر أو الماء الذي سوف تؤخذ منه العينة. كما يجب أن تكون السدادة أيضاً نظيفة وغير ملوثة.

١-٢- الكمية :

يتوقف حجم العينة المطلوبة على عدد التحاليل المراد تعيينها، وبصفة عامة فإن لتران تكون كافية.

١-٣- العينة :

تغمس الزجاجة في خزان الماء وهي مغلقة. بعد غسلها بمياه العينة المراد تجميعها عدة مرات، ينزع الغطاء منها وعندئذ سوف تدخل المياه إلى الزجاجة حتى تملأها. وبعد ذلك تغطي الزجاجة بالغطاء النظيف والمغسول عدة مرات مع ترك حيز صغير فارغاً فوق العينة. ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أن تكون العينة ممثلة بقدر الإمكان.

٢- نسبة الأملاح الكلية TCV (Total Chlorides Value) :

ترج العينة جيداً داخل الزجاجة ثم تصب من خلال ورق ترشيح للتخلص من المواد المترسبة إن وجدت. تؤخذ زجاجة فارغة ثم يتم وزنها ($و_١$). تملأ الزجاجة بـ ١ لتر من العينة المارة من خلال ورق الترشيح. توضع الزجاجة المحتوية على العينة داخل فرن تجفيف عند درجة حرارة ١٠٥^{o}. وعندما يجف الماء ويستقر وزن الزجاجة (بعد حوالي ٢٤ ساعة)، توزن الزجاجة ثانية ($و_٢$).

وتكون نسبة الأملاح الكلية في الماء :

$$(و_٢ - و_١) / ١ \text{ لتر} \qquad (\text{جم/لتر})$$

٣- قياس الأس الهيدروجيني (الرقم الهيدروجيني) pH Value:

تنقسم الطرق التي تستخدم لقياس الأس الهيدروجيني لعينة من الماء إلى الآتي :

- استخدام ورق الكاشف Indicator Paper أو الرقم الهيدروجيني pH-paper.
- استخدام جهاز قياس الأس الهيدروجيني pH-meter، حيث يزود الجهاز بتعليمات التشغيل.

ويتم أولاً معايرة الجهاز تبعاً للتعليمات المرفقة وباستخدام أحد المحلولين المزود بهما الجهاز. المحلول الأول حمضي و الأس الهيدروجيني له ٤ (pH 4)، والمحلول الآخر قلوي والأس الهيدروجيني له ٩ (pH 9).
عند قياس عينة من الماء، يستبدل محلول المعايرة بالعينة المطلوب تعيين الأس الهيدروجيني لها وذلك بعد شطف خلية الجهاز Cell بمحلول العينة جيداً. ويعين بعد ذلك الأس الهيدروجيني للعينة.

خواص واختبارات المواد – عملي

اختبارات الخرسانة

طرق أخذ عينات الخرسانة الطازجة

١- التعاريف :

- الخرسانة الطازجة: الخرسانة الطرية التي تكون في حالة تسمح بتشغيلها وصبها ودمكها.
- الخلطة: الخرسانة الطازجة المراد أخذ عينة منها.
- العينة الممثلة: كمية الخرسانة التي تؤخذ أجزاؤها من أماكن مختلفة في الخلطة المطلوب اختبارها في حدود الأوزان المبينة بالجدول رقم (١٠).

٢- الأجهزة :

يراعى أن تكون الأجهزة والأدوات المستعملة في أخذ العينات وجمعها من مواد لا تؤثر على الخرسانة.

٣- أوزان العينات :

يكون الحد الأدنى لوزن الخرسانة الطازجة اللازمة لإعداد عينة الاختبار كما هو مبين بالجدول رقم (١٠).

الجدول (١٠) : الوزن التقريبي للعينة حسب نوع الاختبار

نوع الاختبار	الوزن التقريبي لعينة الاختبار (كجم)
القوام (الهبوط أو معامل الدمك) مكعب ١٥٠ × ١٥٠ × ١٥٠ مم اسطوانة قطرها ١٥٠ مم وارتفاعها ٣٠٠ مم.	١٠ — ١٥
تعيين الوزن النوعي وتعيين نسبة مكونات الخرسانة جسر (كمرة) ١٥٠× ١٥٠× ٧٥٠ مم.	٣٠ — ٤٠

٤- أخذ العينات في الموقع :

٤-١- الخلط الآلي :

- تؤخذ عينة واحدة من منتصف الخلطة إذا كانت سعة الخلاط لا تزيد على ٠,٥٠ م^{٣}.
- تؤخذ عينتان أو أكثر إذا كانت سعة الخلاط تزيد على ٠,٥ م٣، بحيث لا تزيد الفترة الزمنية بين أخذ أول وآخر عينة على ١٥ دقيقة ولا تؤخذ العينات من أول وآخر الخلطة، ثم تخلط العينات وتقلب قليلاً على قاعدة صماء لضمان التجانس.

٤-٢- الخلط اليدوي :

تؤخذ خمس عينات على الأقل من أماكن مختلفة من الخلطة مع استبعاد الحواف ثم تخلط مع بعضها وتقلب للحصول على العينة الممثلة.

٤-٣- متطلبات عامة :

- يراعى تغطية العينة الممثلة لحين إجراء الاختبارات عليها أو تشكيل عينات الاختبار.
- يبدأ بإجراء اختبارات الخرسانة الطازجة خلال خمس دقائق من الحصول على العينة الممثلة.
- يبدأ بتشكيل عينات اختبارات الخرسانة المتصلدة خلال ١٥ دقيقة من الحصول على العينة الممثلة.

٥- أخذ عينات في المختبر :

- يعين وزن مكونات العينة (ركام كبير، ركام ناعم، إسمنت، ماء) بالوزن وبدقة ٠,١٪ من وزنها.
- يتم خلط الخرسانة آليا في درجة حرارة الغرفة ($٢٣^{o} \pm ٢^{o}$) بحيث لا تقل الرطوبة النسبية عن ٥٠٪.
- يراعى ألا يزيد حجم الخلطة على نصف سعة الخلاط.
- يوضع حوالي نصف كمية الركام الكبير في وعاء الخلاط ثم الركام الناعم ويليه الإسمنت ثم يوضع بقية الركام الكبير.
- يبدأ في الخلط بعد إضافة الماء ويستمر لمدة حوالي ٣ دقائق حتى تتجانس الخلطة.
- تجرى اختبارات الخرسانة الطازجة وتجهز عينات اختبار الخرسانة المتصلدة مباشرة بعد الانتهاء من الخلط ما أمكن وفي خلال مدة لا تزيد على ساعة ونصف من إضافة ماء الخلط.

اختبار الهبوط Slump Test

١- الغرض من الاختبار :

تحديد قوام الخلطة الخرسانية بتعيين مدى هبوطها بعد تشكيلها على هيئة مخروط ناقص.

٢- الأدوات المستخدمة :

- ❖ قالب معدني لا يتأثر بالخرسانة على شكل مخروط ناقص، قاعدته وقمته مفتوحتان كما هو مبين بالشكل رقم (١٠) وسمك جداره ١,٦ مم وسطحه الداخلي أملس وأبعاده الداخلية كما يلي : قطر القاعدة = ٢٠٠ مم، قطر القمة= ١٠٠ مم، ارتفاع القالب= ٣٠٠ مم.
- ❖ قضيب دمك معدني أسطواني قطره ١٦ مم وطوله ٦٠٠ مم وإحدى نهايتيه على شكل نصف كرة.

٣- طريقة الاختبار :

- ♦ تزال الرواسب الإسمنتية وينظف السطح الداخلي للقالب بقطعة قماش قبل بدء التجربة.
- ♦ يوضع القالب بعيداً عن الاهتزازات أو الصدمات على قاعدة صلدة سطحها أفقي أملس غير مسامي لا يتأثر بالخرسانة.
- ♦ يملأ القالب بعد انتهاء عملية الخلط مباشرة بثلاث طبقات متساوية الحجم تقريباً مع دك كل طبقة ٢٥ مرة بقضيب الدك بنهايته النصف كروية، مع مراعاة أن يكون الدك رأسياً موزعاً بانتظام بكامل مقطع القالب، أما بالنسبة للطبقة السفلي يكون نصف ضربات الدك بالقرب من المحيط الداخلي للقالب وباقي الضربات موزعة حلزونياً تجاه المركز مع مراعاة أن يخترق قضيب الدك في كل مرة الطبقة التي تحتها.
- ♦ يسوى سطح الخرسانة في القالب بعد دك الطبقة العليا وتزال الخرسانة المتراكمة على القالب والقاعدة ويمنع حدوث أية اهتزازات حتى الانتهاء من إجراء الاختبار.
- ♦ يرفع القالب رأسياً بعناية وببطء بعد تسوية السطح مباشرة.
- ♦ يقاس الهبوط مباشرة لأقرب ٥ مم وهو الفرق بين ارتفاع القالب وأعلى نقطة في العينة المختبرة بعد رفع القالب عنها.

♦ يعاد الاختبار إذا حدث انهيار بالقص أو إذا كان الهبوط يساوي أو يزيد على نصف ارتفاع القالب (انهيار كلي) فإذا تكرر ذلك يسجل شكل الانهيار كنتيجة للاختبار.

الشكل١٠ :مخروط ناقص وقضيب لاختبار الهبوط

اختبار الانسياب Flow Test

١- مقدمة :

يجرى اختبار الانسياب بوضع الخرسانة الطازجة عقب الخلط مباشرة داخل مخروط ناقص بأبعاد قياسية موضوع فوق قرص جهاز الانسياب. فإذا رفع المخروط ثم عرضت الخرسانة لاهتزازات ترددية معينة برفع قرص الجهاز وخفضه لمسافة معينة عدة مرات محددة فإن الخرسانة تنساب على القرص، حيث يقل الانسياب إذا كان القوام جافاً ويزداد إذا كان مبتلاً. ويقاس قطر الخرسانة ثم يحسب مقدار الانسياب عن طريق حساب النسبة المئوية للزيادة التي حدثت لقطر القالب الخرساني عند قاعدته.

٢- أدوات الاختبار :

- مخروط ناقص قاعدته الكبرى ٢٥ سم والصغرى ١٧ سم وارتفاعه ١٢,٥ سم.
- قضيب الدمك القياسي.
- جهاز قرص الانسياب بقطر ٧٥ سم وسقوط ١,٢٥ سم.

٣- خطوات الاختبار :

- يوضع المخروط مثبتاً في وسط القرص وذلك بالضغط على مقبضيه باليد
- يملأ المخروط الناقص على طبقتين ارتفاع كل منهما يساوي نصف الارتفاع تقريباً وتدمك كل طبقة بواسطة قضيب الدمك القياسي ٢٥ مرة.
- يسوى سطح الخرسانة مع حافة المخروط بالمسطرين ثم تزال الخرسانة الزائدة التي سقطت على قرص الاختبار.
- يرفع المخروط في اتجاه رأسي.
- ترج المنضدة أو القرص ١٥ مرة في ١٥ ثانية فينتج عن ذلك انتشار الخرسانة.
- يقاس قطر قاعدة الخرسانة المنسابة في ٦ اتجاهات مختلفة ثم يؤخذ متوسط هذه القراءات.
- تحسب النسبة المئوية لانسياب الخرسانة كما يلي :

$$\text{النسبة المئوية للانسياب} = \frac{ق - 25}{25} \times ١٠٠$$

حيث ق : قطر الانسياب (سم)

وتعبر النسبة المئوية للانسياب عن درجة قوام الخرسانة الطازجة (انظر الجدول (٦)في الجزء النظري).

اختبار معامل الدمك Compacting Factor Test

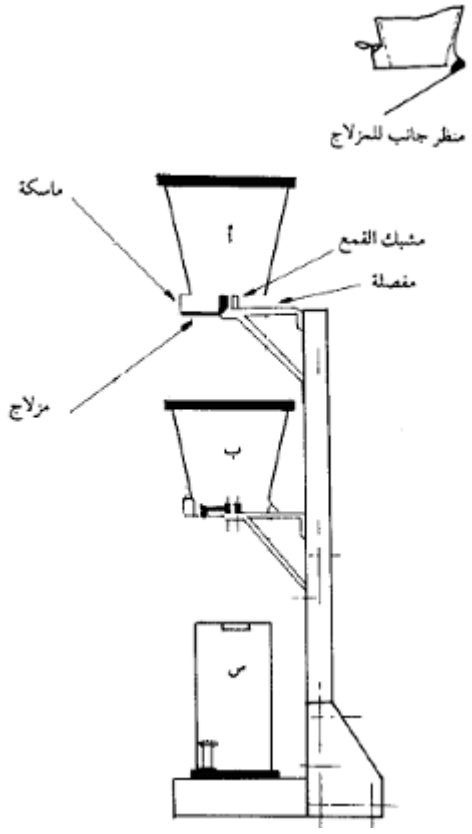
١- المجال:

هذا الاختبار لا يناسب الخرسانة ذات معامل دمك أقل من (٠,٧٠) أو أكبر من (٠,٩٨). وهذا يعني أهمية تعيين مستوى قابلية التشكيل لهذه الخلطة الخرسانية باستعمال اختبار آخر إذا كان معامل الدمك خلال هذا المجال.

٢- الأدوات المستعملة :

- جهاز تعيين معامل الدمك (الشكل ١١) : يصنع الجهاز من معدن قوي لا يتفاعل مع الإسمنت، ويتكون من مخروطين مقلوبين مثبتين على حامل أسفله إسطوانة، كما تثبت الاسطوانة على سطح مستوٍ عمودياً على محورها. ويجب أن يكون السطح الداخلي للمخروطين ناعماً وخالياً من البراغي البارزة. عند قاع كل مخروط يوجد باب أفقي ذو مفصلات محكمة

الإغلاق مزود بمزلاج يمكن فتحه بسهولة، وعند فتح كل من هذه الأبواب يجب منعها من الارتداد حتى لا تعيق حركة نزول الخرسانة.



الشكل١١ : جهاز معامل الدمك.

- مسطرين
- الجاروف : يصنع الجاروف من مادة غير قابلة للتآكل ويكون سمكه ٠,٨ مم.
- صينية : تصنع الصينية من معدن غير قابل للتآكل وتكون أبعادها :
  ١٢٠ × ١٢٠ × ٥ سم سمك جدارها ٠,١٦ مم.
- مجرفة ذات فوهة رباعية : يستعمل لهذا الاختبار مجرفة ذات سعة مناسبة.
- قضيب الدفع : يصنع من فولاذ قوي بطول ٦٠ سم ونهايتاه على شكل نصف كرة.
- الميزان : يكون الميزان ذا سعة ٢٥ كجم وحساسية لا تزيد على ١٠ جرام.
- قضيب الدمك : يستخدم قضيب من فولاذ وزنه ١,٨ كجم وطوله ٣٨ سم ومساحة مقطعة ٢٥ × ٢٥ مم.
- طاولة اهتزاز مع هزاز.

٣- تحضير العينات :

تفرغ العينة المأخوذة من وعاء حفظ العينة على الصينية، كما يجب التأكد من تفريغها إلا من طبقة خفيفة من الروبة لاصقة على جدار الوعاء. تخلط العينة بالمجرفة على الصينية ومن ثم تكوم على شكل مخروط وتكرر هذه العملية ثلاث مرات. عند تشكيل المخاريط الثلاثة يفرغ ملء المجرفة من محتوياتها على رأس كل مخروط بحيث ينساب على الجوانب بشكل منتظم ويظل مركز المخروط ثابتاً ويسوى المخروط الثالث بتكرار إدخال المجرفة عمودياً عبر رأسه.

٤- خطوات العمل :

١) يجب التأكد من أن السطح الداخلي للمخروطين والأسطوانة ناعم ونظيف ورطب. يوضع الجهاز بعيداً عن الاهتزازات والصدمات وتغلق أبواب المخروطين.

٢) توضع العينة المأخوذة في المخروط العلوي (أ) بواسطة الجاروف حتى يمتلئ تماماً.

٣) وبعد ذلك يفتح باب المخروط فتسقط العينة الخرسانية في المخروط السفلي (ب).

٤) وبمجرد سكون العينة في المخروط السفلي يفتح باب المخروط بحيث تسقط الخرسانة في الاسطوانة (س) تحت تأثير الجاذبية الأرضية فقط.

٥) عند التصاق الخرسانة على جدار أحد أو كلا القمعين يستعمل قضيب الطرق لدفع الخرسانة للأسفل حتى تظهر الخرسانة من أسفل القمع، وفي حالة عدم ظهورها تكرر هذه العملية وتحسب عدد المرات التي دفع فيها القضيب للأسفل ويكون هذا دليلاً على مدى تماسكها. يسوى سطح الخرسانة بواسطة المسطرين، ومن ثم ينظف السطح الخارجي للاسطوانة.

٦) توزن الخرسانة المدكوكة جزئياً في الاسطوانة لأقرب ١٠ جرام وتتم هذه العملية خلال ١٥٠ ثانية من بدء التجربة.

٧) تفرغ الخرسانة المدكوكة جزئياً من الاسطوانة ثم تملأ مرة أخرى بخرسانة من نفس العينة مع تفادي وجود هواء محصور ما أمكن، وأيضا للحصول على خرسانة مدكوكة جيداً.

٨) توضع الخرسانة في الاسطوانة على ستة طبقات متساوية في العمق وتدك كل منها باستعمال قضيب الدك أو بطريقة الاهتزاز.

٩) بعد دك الطبقة العليا يسوى سطحها مع الاسطوانة باستعمال المسطرين ومن ثم يمسح وينظف سطح الاسطوانة.

١٠) توزن الاسطوانة بمحتوياتها لأقرب ١٠ جرام ومن ثم يحسب وزن الخرسانة المدكوكة جيداً بإيجاد الفرق بين وزني الاسطوانة الفارغ الممتلئ.

كما يجب ملاحظة الآتي :

١) تدك كل طبقة من الخرسانة في الاسطوانة بتوزيع الضربات على مقطعها العرضي بانتظام على ألا يتعمق القضيب كثيراً في الطبقة التي أسفلها وألا يضرب قاع الاسطوانة بقوة عند دك الطبقة السفلية.

٢) عدد الضربات اللازمة للحصول على خرسانة مدكوكة جيداً يعتمد على مكوناتها بحيث لا تقل عن ٣٠ ضربة لكل طبقة ويسجل عدد الضربات الفعلية.

٣) عند دمك كل طبقة باستعمال المطرقة أو طاولة الاهتزاز يراعى إجراء الاهتزاز في أقل مدة ممكنة وذلك للحصول على خرسانة مدكوكة جيداً لئلا تؤدي زيادة المدة إلى فصل مكونات الخرسانة وفقدان الهواء الموجود. تعتمد مدة الاهتزاز على قابلية الخرسانة للتشكيل وفاعلية الهزاز، وتوقف العملية عندما يصبح سطح الخرسانة ناعماً ومصقولاً وتسجل مدة الاهتزاز.

٥- حساب النتائج :

يحسب معامل الدمك لأقرب رقمين عشريين على النحو التالي :

$$\text{معامل الدمك} = \frac{م_1}{م_2}$$

حيث : $م_1$ = وزن الخرسانة المدكوكة جزئياً.

$م_2$ = وزن الخرسانة المدكوكة جيداً.

تجهيز عينات الخرسانة لاختبار مقاومة الضغط

١- المجال :

يختص هذا الجزء بشرح طريقة تجهيز ومعالجة عينات الخرسانة الحديثة التصنيع في شكل مكعبات أو اسطوانات بغرض إجراء اختبار تحملها لإجهاد الضغط، وتشمل طريقة التجهيز بالمعمل أو بموقع العمل.

٢- إعداد عينات المكعبات :

يتم تجهيز ثلاث عينات أو أكثر لكل خلطة ولكل حالة اختبار.

٢-١- إعداد قوالب الصب :

- تستخدم قوالب المكعبات ١٥٠مم للخرسانة التي لا يزيد فيها المقاس الاسمي الأكبر للركام المستعمل في الخلطة على ٤٠ مم.
- في حالة الخرسانة التي يزيد فيها المقاس الاسمي على ٤٠ مم فيلزم استخدام قوالب مكعبات لا يقل عن أربعة أضعاف المقاس الاسمي للركام.
- يتم التأكد قبل الصب من أن جوانب القوالب وقواعدها مثبتة جيداً ونظيفة ومدهونة من الداخل بمادة تمنع التصاق الخرسانة بالقالب مثل الزيوت المعدنية.
- تثبت موجه الصب فوق القالب بحيث لا تتسرب المونة الإسمنتية أثناء التعبئة وأن يكون مكان تعبئة القوالب قريباً من المكان المعد لتخزين القوالب لفترة أربع وعشرين ساعة بعد التعبئة، ويفضل عموماً نقل الخرسانة الطازجة وتعبئة القوالب في نفس مكان التخزين.

٢-٢- تعبئة قوالب الصب :

- تجهز كمية من الخرسانة تزيد بمقدار ١٠٪ على الكمية المطلوبة بحيث لا يزيد في حالة الخلط اليدوية على ٠,٠٠٧ م^{٣}، وإلا فإنه يجب استعمال الخلاط الآلي مع مراعاة أن تتم كافة الإجراءات اللاحقة حتى تمام التعبئة في زمن لا يزيد على ٢٠ دقيقة من وقت انتهاء الخلط.
- تقلب عينة الخرسانة جيداً في وعاء تجميع الخلطة قبل تعبئتها لتجنب أي فصل لمكوناتها يكون قد حدث أثناء النقل، ولإحكام تجانسها تشكل بعمل مخروط يكرر ثلاث مرات، أما في حالة الخرسانة السائلة فتقلب من الخارج إلى المركز ثم تدار إلى الخارج مرة واحدة مع مراعاة تسجيل نتائج اختبار الهبوط وكذا درجة حرارة الخلطة.

- تصب الخرسانة داخل القالب على ثلاث طبقات سمك كل طبقة حوالي ١/٣ ارتفاع القالب بحيث تزيد كمية الخرسانة المصبوبة على الكمية الكافية لملء القالب.

٢-٣- الدمك :

- يتم دمك الخرسانة جيداً بقضيب الدمك أو الهزاز الداخلي أو هزاز المنضدة مع مراعاة عدم حدوث انفصال لمكونات الخرسانة وبصورة تسمح بخروج الهواء المحبوس.
- يراعى في حالة الدمك بالهزاز الداخلي أن يكون قطره من ١٩ – ٣٠ مم وأن لا يستند على أي من جوانب أو قاعدة القالب، كما يراعى أن يتم سحب الهزاز من داخل القالب ببطء وإرجاعه مرة ثانية بنصف مسافة الخروج حتى لا تتكون فجوات هوائية، وسحبه إلى أعلى حتى ظهور لمعة زجاجية على سطح الخرسانة.
- في حالة الدمك اليدوي يستخدم قضيب الدمك القياسي، وأن يتم دمك طبقة بعدد لا يقل عن ٣٥ ضربة للمكعبات ١٥٠ مم و ٢٥ ضربة للمكعبات ١٠٠ مم موزعة بانتظام على كامل مقطع القالب على أن تخترق على الأقل نصف ضربات الطبقة اللاحقة، وألا يصدم بقوة ويراعى أن يتم إزالة الخرسانة العالقة على جوانب القالب قبل الدمك في كل مرة، مع مراعاة ضرب جسم القالب من الخارج عشر ضربات خفيفة بعد دمك كل طبقة لطرد الهواء. ويجب تسجيل عدد الضربات.
- تسوى أسطح العينات بعد الدمك مباشرة مع جوانب القالب بالمسطرين وذلك بعد رفع موجة القالب وإزالة الخرسانة الزائدة.
- يميز كل مكعب بعد الانتهاء من الصب والدمك مباشرة وبشكل واضح.

٢-٤- معالجة عينات المكعبات :

- تحفظ القوالب المصبوبة في مكان خالٍ من الاهتزاز تحت درجة حرارة ($27^{o} \pm 2^{o}$) ونسبة رطوبة ٩٠٪ لمدة ٢٤ ساعة من وقت إضافة الماء لمكونات الخرسانة ويفضل تغطية القوالب بالخيش المبلل بالماء ثم يغطى بلفائف البلاستيك.
- يجرى فك القوالب بعد ٢٤ ساعة ± ٨ ساعات، وإذا كانت مقاومة الخرسانة لا تكفي لإمكان فك القوالب دون إتلاف لمكعبات الخرسانة فيجوز تأجيل فك القوالب لمدة ٢٤ ساعة أخرى بحيث يسجل ذلك في تقرير الاختبار، وعندئذ يراعى أن يتم تخزين القوالب في نفس ظروف المعالجة خلال (الأربع والعشرين) ساعة الأولى.

- توضع المكعبات بعد فك القوالب واستكمال وضع العلامات المميزة في أحواض المعالجة على الأرفف الشبكية وعلى مسافات واضحة بحيث تكون مغمورة بالماء غمراً كاملاً من جميع جوانبها.
- تكون درجة حرارة مياه حوض المعالجة (27° ± 2°) ويراعى تجديد المياه كل ١٥ يوماً على الأقل للتخلص من زيوت منع الالتصاق العالقة بالمكعبات الخرسانية بعد خروجها من القالب.
- المكعبات التي يتم نقلها بعد فك القوالب يراعى حفظها في حالة رطبة داخل رمل رطب أو أكياس مبللة لحين وضعها في أحواض المعالجة.
- يتم حفظ المكعبات في أحواض المعالجة حتى موعد اختبارها المحدد وفي حدود التجاوزات التالية :
  - ± ساعتان للأعمار التي تزيد على ٢٤ ساعة وحتى ٤ أيام.
  - ± ٨ ساعات للأعمار التي تزيد على ٤ أيام وحتى ٦٠ يوماً.
  - ± ٢٤ ساعة للأعمار التي تزيد ٦٠ يوماً.

٣- العينات الاسطوانية :

تستخدم الاسطوانات ذات الأبعاد الداخلية الاسمية (١٥٠ مم قطر × ٣٠٠ مم ارتفاع لأغراض الأبحاث أو في حالة الضرورة التصميمية فقط).

٣-١- قوالب الصب : في شكل اسطواني وتنطبق عليها شروط الصناعة مثل المكعبات وأبعادها القياسية هي ١٥٢ مم (قطر) × ٣٠٥ مم (ارتفاع) ولا يتجاوز قطر الركام المستعمل مقدار ٥٠ مم أو ثلث قطر الاسطوانة بحد أقصى.

٣-٢- الأبعاد الاسمية الداخلية :

أ. الارتفاع الاسمي يساوي ضعف القطر الاسمي الداخلي.

ب. لا يتجاوز متوسط قياسات قطر الاسطوانة عن القطر الاسمي بأكثر من ١٪.

ج. لا يتجاوز الاختلاف في القطر للعينة الواحدة عن ٢٪.

د. لا يتجاوز متوسط قياسات ارتفاع الاسطوانة عن الارتفاع الاسمي بأكثر من ٢٪.

هـ. يكون مستويا السطح والقاعدة متعامدين مع محور الاسطوانة ولا يتجاوز الانحراف الزاوي عن (٢/١) درجة.

و. لا يتجاوز استواء القاعدة عن ١٪ من قطر القالب.

٣-٣- الأدوات المطلوبة للعينات :

كما هو الحال في عينات المكعبات تماماً عدا قضيب الدمك (قضيب من الصلب المستدير المقطع بقطر ١٦ مم وطوله ٦٠٠ مم ومقطعه من جانب الدمك على شكل نصف كرة).

٣-٤- الهزازات :

يمكن استعمال هزازات خارجية أو داخلية منفردة ولا يمكن الجمع بينهما لنفس مجموعة العينات.

أ. الهزازات الداخلية تتبع المواصفات التالية :

- ترتبط القوى المحركة بقضيب الدمك سواء أكان ثابتاً أم متحركاً.
- يكون مقدار التردد مساوياً ١١٥ هرتز.
- لا يتجاوز قطر عمود الاهتزاز مقدار ٣٨ مم ولا يقل عن ١٩مم.
- يجب إن يتجاوز طول عمود الاهتزاز مقدار عمق العينة مضافاً إليه ٧٥ مم.

ب. الهزاز الخارجي يتبع المواصفات التالية :

- يكون الهزاز على شكل طاولة.
- يكون مقدار التردد مساوياً ٦٠ هرتز.
- يجب تثبيت القوالب إلى الطاولة جيداً.

٣-٥- طريقة أخذ العينات: كما هو الحال في عينات المكعبات.

٣-٦- المعالجة: كما هو الحال في عينات المكعبات.

٣-٧- النقل: كما هو الحال في عينات المكعبات.

تعيين مقاومة الضغط للعينات الخرسانية

١- الأجهزة :

١-١- آلة اختبار الضغط :

يجب مراعاة ما يلي:

- أن تكون دقة آلة الاختبار ± ١ ٪ ، وتزيد قدرتها على الحمل الأقصى للاختبار بمقدار ١٠٪ على أقل تقدير.

- أن يكون لوحا التحميل من الصلب الصلد ويرتكز اللوح العلوي منهما على قاعدة كروية نظيفة تسمح له بالحركة والميل بزاوية صغيرة، ويراعى تزييت الجزء الكروي بزيت بترولي مناسب مثل زيوت المكائن.
- أن تكون أبعاد سطحي لوحي التحميل بنفس أبعاد العينة المختبرة على الأقل.
- ألا يزيد التفاوت في استواء سطح لوح التحميل والمعبر عنه بالمسافة الواقعة بين مستويين متوازيين يكون إحدهما الجزء الملامس لعينة الاختبار على ٠,٠٢ مم لكل ١٠٠ مم من حافة المكعب أو قطر الأسطوانة.

١-٢- أداة مناسبة لقياس الأبعاد وتكون دقتها ٠,٥ مم، ويفضل استعمال الورنية.

١-٣- ميزان دقته ± ٥ جم.

٢- عينات الاختبار :

- تؤخذ ثلاث عينات على الأقل من الخلطة (بحد أقصى ١٨ متراً مكعباً)، إلا إذا طلب خلاف ذلك.
- ترفع عينات الاختبار من أحواض المعالجة (الترطيب) قبل موعد اختبارها مباشرة بحيث يتم اختبارها عند العمر المحدد وفي حدود التجاوزات التالية:
  - ± ساعتان للأعمار التي تزيد على ٢٤ ساعة وحتى ٤ أيام.
  - ± ثماني ساعات للأعمار التي تزيد على ٤ أيام وحتى ٦٠ يوماً.
  - ± يوم واحد للأعمار التي تزيد على ٦٠ يوماً.

  ويتم احتساب أعمار العينات من لحظة إضافة الماء إلى مكونات الخلطة الجافة.
- بالنسبة للعينات المحدد اختبارها عند ٢٤ ساعة يجري اختبارها بعد نزعها من القوالب مباشرة وفي حدود ± نصف ساعة.
- تجرى على العينات التي تم تجهيزها القياسات التالية:
  - قياسات أبعاد سطحي التحمل لأقرب مم.
  - قياس تعامد الأوجه.
  - قياس استواء سطحي التحمل.
- تعتبر العينة مقبولة للاختبار إذا كانت تجاوزات القياسات في الحدود التالية:
  - زاوية التعامد: ($^{o}٩٠ \pm ^{o}٠,٥$).

- استواء السطح: ٠,٥ مم لكل ١٠٠ مم من طول ضلع المكعب أو قطرالاسطوانة. وإذا تعدت التجاوزات الحدود المذكورة جاز عند الضرورة ضبط وتسوية سطح التحميل إما بالقطع وإما بالبري وإما بالتغطية بمادة مناسبة تلتصق جيداً بالخرسانة بسمك لا يتعدى ٢٪ من طول ضلع المكعب أو قطر الاسطوانة وأن تزيد مقاومتها عند الاختبارعلى قيمة مقاومة المكعب الخرساني المتوقعة.

- توزن كل عينة اختبار على حدة بعد إزالة الماء العالق بأسطحها بقطعة قماش رطبة.

٣- طريقة الاختبار :

- تنظف أسطح لوحي التحميل وعينة الاختبار.
- توضع عينة الاختبار على سطح لوح التحميل السفلي لآلة الاختبار بحيث يكون محورها مطابقاً لمحوري تحميل آلة الاختبار.
- يتم تشغيل آلة الاختبار، وعندما يقترب وجه لوح التحميل العلوي من ملامسة سطح عينة الاختبار يجري ضبطه ليتم التحميل بشكل منتظم سطح العينة.
- يسلط الحمل في ماكينة الضغط الهيدروليكي وبمعدل ثابت يتراوح من (٠,١٤- ٠,٣٤ نيوتن/مم^{٢}/ثانية) حتى الانهيار ويسجل الحمل الأقصى، وفي حالة ماكينة الضغط ذات اللولب يتم التحميل بمعدل ١,٣مم/دقيقة حتى الانهيار.

٤- الحسابات

تحسب الكثافة الظاهرية (ك) لعينة الاختبار بالمعادلة التالية:

$$ك = \frac{و}{ج} \times ١٠٠$$

حيث :

و = كتلة العينة بالجرام.

ج = حجم العينة (سم^{٣}).

ويلزم ملاحظة الآتي :

١) تحسب مقاومة الضغط للعينة (ض) بالنيوتن على المليمتر المربع بالمعادلة التالية:

$$ض = \frac{ح}{م}$$

حيث:

ح = الحمل الأقصى عند الانهيار بالنيوتن.

م = مساحة سطح التحمل لعينة الاختبار بالمليمتر المربع، مع مراعاة أن تحسب المساحة على أساس الأبعاد الاسمية، ويكون التجاوز في الأبعاد الفعلية لعينة الاختبار في حدود ±١ ٪ من الأبعاد الاسمية.

٢) تحسب مقاومة الضغط للخرسانة بحساب القيمة المتوسطة لقيم ضغط المكعبات و تقرب إلى أقرب ٠,٥ نيوتن على المليمتر المربع.

٥- نتائج الاختبار :

تدون نتائج الاختبار كما هو مبين في الجدول (١١) :

الجدول (١١) : نتائج اختبار مقاومة الضغط على الخرسانة

عمر الخرسانة	رقم العينة	وزن العينة (جم)	الكثافة الظاهرية (جم/سم^3)	حمل الكسر (ن)	مقاومة الضغط (ن/مم^2)	متوسط المقاومة (ن/مم^2)
٣ أيام	١					
	٢					
	٣					
٧ أيام	٤					
	٥					
	٦					
٢٨ يوم	٧					
	٨					
	٩					

٦- مثال :

في اختبار مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة، تم اختبار ثلاثة عينات مكعبة الشكل أبعادها ١٥٠ × ١٥٠ × ١٥٠ مم بعد مضي ٢٨ يوماً وكانت نتائج الاختبار كالتالي :

حمل الكسر للعينة الأولي = ٥٤٠ كن

حمل الكسر للعينة الثانية = ٥٩٠ كن

حمل الكسر للعينة الأولي = ٥٦٠ كن

ما هي مقاومة الضغط للخرسانة بعد ٢٨ يوما ؟

الحل :

مساحة مقطع العينة المكعب عند الكسر = ١٥٠ × ١٥٠ = ٢٢٥٠٠ مم^{٢}

مقاومة الضغط للعينة الأولي = $\frac{540000}{22500}$ = ٢٤ ن/مم^{٢}

مقاومة الضغط للعينة الثانية = $\frac{590000}{22500}$ = ٢٦,٢٢ ن/مم^{٢}

مقاومة الضغط للعينة الثالثة = $\frac{560000}{22500}$ = ٢٤,٨٨ ن/مم^{٢}

متوسط مقاومة الضغط = $\frac{24+26.22+24.88}{3}$ = ٢٥ ن/مم^{٢}

اختبار مطرقة شميدت
Schmidt Hammer Test

١- الغرض من الاختبار :

تستخدم مطرقة شميدت لتعيين رقم الارتداد Rebound Number الذي يستعمل لمعرفة مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة. ويعتبر هذا الاختبار من الاختبارات غير المتلفة Non-Destructive Tests. ويعتمد على جهاز صغير الحجم، سهل الاستعمال وسريع في تحديد مقاومة الضغط.

٢- الأدوات المستخدمة :

- جهاز مطرقة شميدت.
- حجر الكاربونديوم Carbondium لتنعيم الأسطح والمرفق مع الجهاز.

٣- خطوات الاختبار :

- يجهز السطح المراد اختباره لتعيين مقاومة الضغط : تنظيفه وتسويته حتى يصبح ناعماً بحجر الكاربونديوم المرافق للجهاز.
- تخرج المطرقة من غطائها وبالضغط على الكباس Plunger يخرج الرأس المتحرك أو القضيب الضارب للمطرقة إلى الأمام آخذاً وضعه الطبيعي قبل الاستعمال.

- يوضع الجهاز على سطح الخرسانة، ثم نبدأ بالضغط تدريجياً على الكباس فينزلق القضيب إلى داخل الجهاز.
- عند حدوث الصدمة، يتم الضغط على زرار للغلق ليثبت وضع القضيب ويوقف المؤشر الذي يتحرك على مقياس لتعيين رقم الارتداد.
- يقرأ رقم الارتداد أو رقم شميدت R على المؤشر ثم ينقل الجهاز إلى نقطة أخرى، وتتكرر العملية.
- من المنحنيات المرسومة على الجهاز وبمعرفة رقم الارتداد وزاوية ميل الجهاز مع المستوى الأفقي يتم استنتاج قيمة المقاومة المتوسطة للخرسانة وكذلك مقدار الخطأ المحتمل (أو معامل التصحيح).
- تحسب قيمة المقاومة القصوى والصغرى كالتالي :

المقاومة القصوى = المقاومة المتوسطة + معامل التصحيح : $W_{max} = W_m + \Delta$

المقاومة الصغرى = المقاومة المتوسطة - معامل التصحيح : $W_{min} = W_m - \Delta$

٤- احتياطات عند إجراء الاختبار :

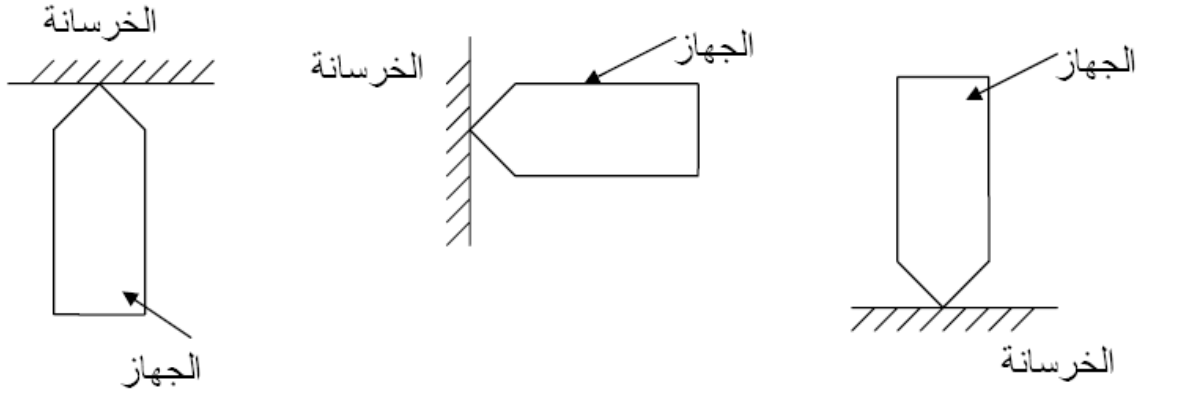
- يجب ألا تستعمل مطرقة شميدت في الأجزاء الخرسانية النحيفة التي يقل سمكها عن ١٠ سم.
- يتحتم أن يكون السطح نظيفاً، جافاً وناعماً (استعمال حجر الكاربوندیوم المزود مع الجهاز).
- لا تستخدم مطرقة شميدت في اختبار الأجزاء الرطبة من الخرسانة لأنها تعطي نتائج مضللة تقل بحوالي ٣٠٪ عن القيمة الحقيقية.
- يجب أن لا يقل عدد القراءات عن ١٠ قراءات في مساحة ٢٠٠ سم^2 من الخرسانة المختبرة. ويفضل استخدام شبكة لتحديد نقاط الصدم عليها، على أن تبعد نقاط الصدم مسافة لا تقل عن ٢٠ مم من بعضها البعض أو من الحافة. ثم نأخذ متوسطها.
- وضعية الجهاز (أفقي أوعمودي أو مائل) يؤثر على رقم الارتداد بسبب تأثير وزن المطرقة.

زاوية ميل الجهاز:

تمت معايرة هذه الأجهزة على الوضع الأفقي، أي لاختبار أسطح رأسية مثل الحوائط والأعمدة وبذلك اعتبرت زاوية ميل الجهاز بالنسبة للمستوى الأفقي $\alpha = 0$. كما يمكن استخدام الجهاز للأسطح المائلة أو الرأسية.

الجدول (١٢) : زوايا ميل الجهاز

اتجاه المطرقة	زاوية ميل الجهاز α
المستوى الأفقي	٠
الأسطح المائلة	$\pm 45^{\circ}$
الوضع الرأسي (اختبار الأسقف)	$+ 90^{\circ}$
الوضع الرأسي (اختبار الأرضيات)	$- 90^{\circ}$

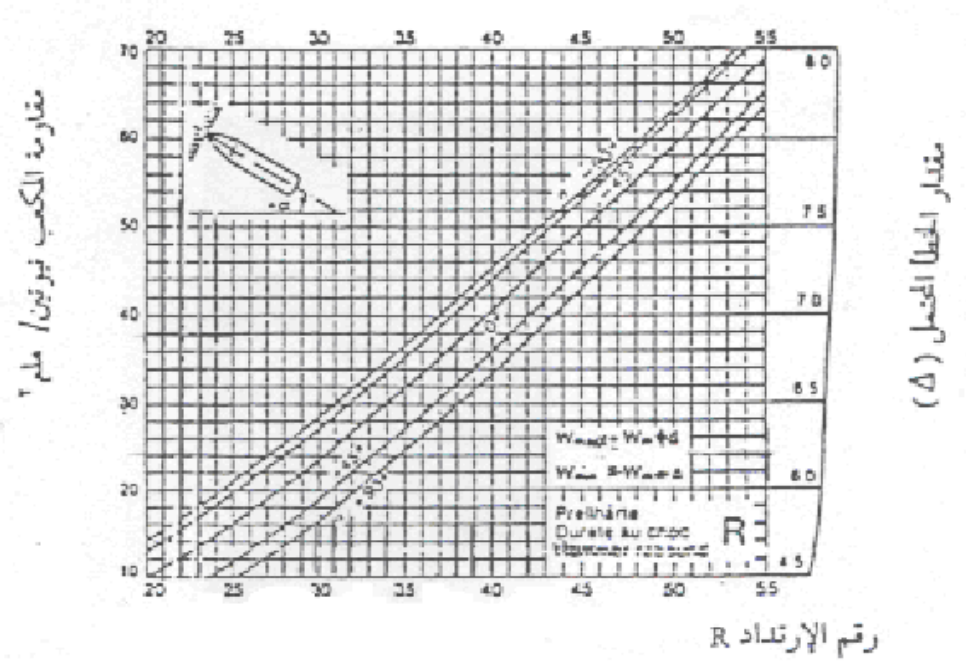


الوضع الرأسي نحو الأسفل
$\alpha = - 90^{\circ}$

المستوى الأفقي
$\alpha = 0$

الوضع الرأسي نحو الأعلى
$\alpha = + 90^{\circ}$

الشكل١٢ : استخدام المطرقة بزوايا مختلفة.



الشكل١٣ : العلاقة بين رقم الارتداد (R) ومقاومة المكعب.

٥- نتائج الاختبار :

تدون نتائج الاختبار كما هو مبين في الجدول (١٣) :

الجدول (١٣) نتائج اختبارات مطرقة شميدت

رقم الاختبار	١	٢	٣	٤	٥	...
الزاوية (α)						
رقم الارتداد						
المقاومة المتوسطة (ن/مم٢)						
معامل التصحيح Δ (ن/مم٢)						
المقاومة القصوى W_{max} (ن/مم٢)						
المقاومة الصغرى W_{min} (ن/مم٢)						

الموجات فوق الصوتية
Ultrasonic Pulse Method

١- مقدمة :

في هذه الطريقة يتم إحداث نبضات عبارة عن موجات فوق صوتية لتسري خلال الجزء المختبر، ويتم تعيين زمن انتقالها. حيث وجد أن سرعة النبضات خلال جسم صلب يعتمد على كثافة وخواص المرونة للمادة المختبرة.

وتستعمل هذه الطريقة في مجال الخرسانة لاستنتاج الآتي:

- قيمة مقاومة الخرسانة للضغط
- قياس معاير المرونة للخرسانة.
- مدى تجانس الخرسانة.
- اكتشاف الشروخ والفجوات بالخرسانة.
- تحديد درجة تلف الخرسانة.
- قياس عمق طبقة الخرسانة.
- مراقبة تطور قيم مقاومة الخرسانة للضغط.

الشكل١٤ : جهاز الموجات فوق الصوتية

٢- طريقة إجراء الاختبار :

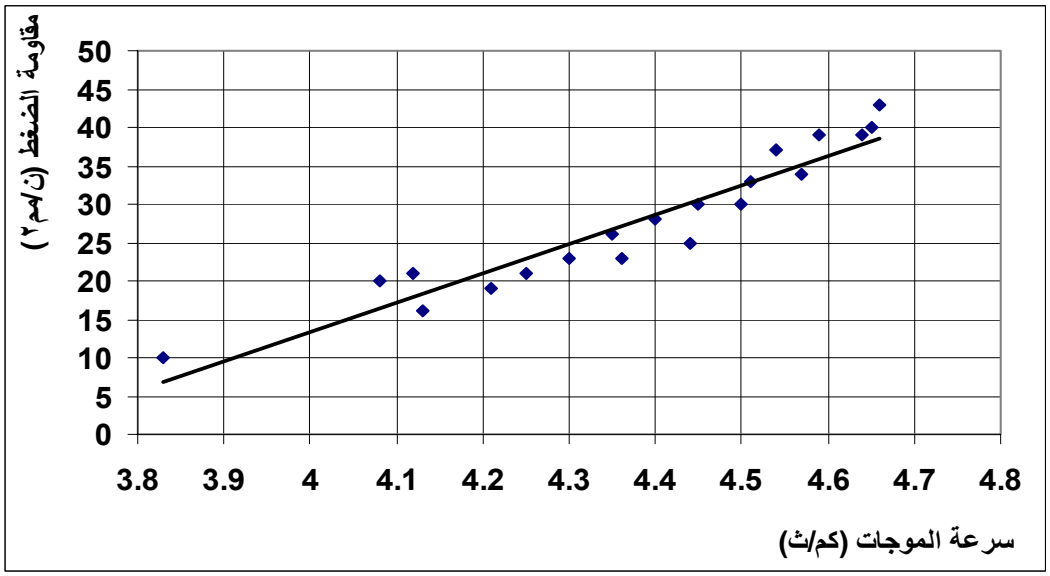
- يتطلب إجراء هذا الاختبار كفاءة عالية.
- استخدام أجهزة لإنتاج نبضات مناسبة مع المادة.
- يتم قياس المسافة (L) التي تسيرها النبضات path length بدقة (أي طول السير).
- يوضع المرسل Transmitter والمستقبل Receiver على العينة وأن يكون الاتصال تاماً بين سطحي المرسل والمستقبل وسطح العينة (يستخدم لهذا الغرض الشحم أو عجينة الجلسرين Glycerin أو الصابون السائل).
- يتم ضبط الجهاز مع جزء المعايرة المرفق مع الجهاز قبل بدء الاختبار على العينة.
- عند وضع المرسل والمستقبل على العينة يستمر هذا الوضع حتى تثبت القراءة وإذا تأرجحت النتائج بين قراءتين يؤخذ المتوسط.
- يكون الرقم معبراً عن الوقت (T) لسريان النبضات خلال الجزء المختبر.
- تكون سرعة النبضات (V) كالآتي :

$$V = L / T \quad (Km/sec)$$

L = Length طول المسار المقاس

T = Transit Time زمن انتقال الموجة

- يستخدم منحنى المعايرة الخاص لإيجاد مقاومة ضغط المكعب المكافئ، وقد وضع هذا المنحنى على أساس اختبار مجموعة كبيرة من العينات ذات المقاومة المختلفة وتم قياس سرعة النبضات في كل حالة. تتراوح دقة النتائج بين ± ٢٠ ٪ من القيمة الفعلية لمقاومة الضغط.



الشكل١٥ : العلاقة بين سرعة الموجات ومقاومة الضغط

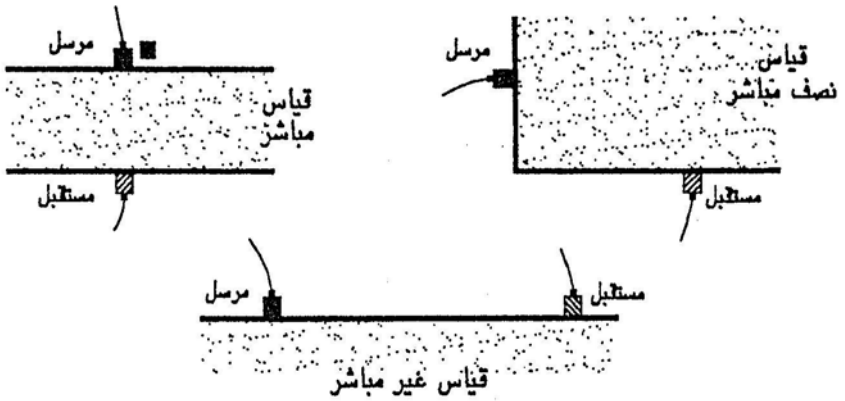
٣- وضع المرسل والمستقبل Transducers Arrangement :

توجد ثلاث طرق لوضع المرسل والمستقبل كما بالشكل (١٦) وهي :

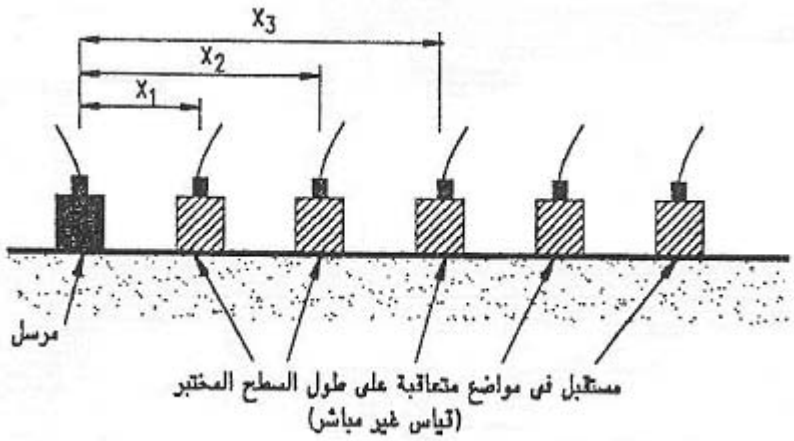
- في اتجاهين متضادين (قياس مباشر) Direct Transmission.
- في الجوانب المجاورة (قياس نصف مباشر) Semi – Direct Transmission.
- في نفس السطح (قياس غير مباشر) Indirect Transmission.

تستخدم الطريقة الأولى في حالة إمكانية وضع المرسل والمستقبل بهذا الوضع. ويمثل ذلك أفضل وضع، أما في الطريقة الثانية فيتم الانتقال على طول السطح وذلك في حالة إمكانية الوصول إلى سطح واحد فقط من العنصر المختبر، وفي هذه الحالة تكون العملية أقل كفاءة من السابق لأن أكبر طاقة تتجه إلى داخل الخرسانة.

والطريقة غير المباشرة (شكل١٧) لا تعطي معلومات عن الخرسانة الضعيفة والتي تكون تحت السطح القوي المتصلد كما إن تحديد طول المسار أقل دقة وجد إن السرعة في هذه الحالة أقل من الحالة المباشرة.



الشكل١٦ : الأوضاع المختلفة للمرسل والمستقبل.



الشكل١٧ : الاستخدام غير المباشر على طول السطح المختبر.

٤- العوامل المؤثرة على النتائج :

- نسبة الرطوبة

العينات المشبعة تعطي نتائج أعلى من العينات الجافة (عكس اختبارات مطرقة شميدت ولهذا أمكن دمج الطريقتين معاً).

- درجة الحرارة

درجة الحرارة العادية لا تؤثر على سرعة النبضات.

- نوع الركام

يتأثر زمن انتقال النبضات بنوع الركام المستخدم وشكله وحجمه ونسبة الخلط لذلك يعمل منحنيات خاصة لكل نوع ركام على حده.

- تأثير درجة التصلد

الخرسانة التي وصلت لدرجة تصلد يعادل ٥٠٪ من قوتها لا تؤثر على سرعة سريان الموجات.

- تأثير طول المسار

لا يؤثر طول المسار على نتائج قياس سرعة النبضات مع ملاحظة إن لا يكون صغيراً جداً وإلا سيكون الوسط غير المتجانس للخرسانة ذا تأثير كبير. وقد وجد أن سمك أكبر من ١٠٠مم أو ١٥٠ مم مع استخدام ركام من ٢٠مم إلى ٤٠مم يعتبر غير مؤثر على النتائج.

- تأثير عمر الخرسانة

تتأثر سرعة الموجات بزيادة العمر حتى عمر ٧ أيام.

- تأثير حديد التسليح

يفضل تفادي حديد التسليح إذا أمكن ذلك حيث إن له تأثير في زيادة سرعة النبضات (سرعة النبضات في الحديد ٥,٩ كم / ث). هذا وتوجد حالتان لوضع حديد التسليح بالنسبة لخط سريان النبضات :

الحالة الأولى : أن يكون محور السيخ عمودياً على مسار النبضات وفي هذه الحالة تتأثر القراءات بقطر الأسياخ التي تعترض مسارها ويتم تطبيق معامل تصحيح يعتمد على قطر الأسياخ بالخرسانة.

الحالة الثانية : عندما يكون محور السيخ موازياً لخط السريان في هذه الحالة تخرج أول موجه وتتجه لتسير خلال السيخ في المنطقة الموجود فيها. في هذه الحالة يطبق معامل تصحيح.

٥- استعمالات أخرى :

فيما يلي نذكر بإيجاز بعض الاستعمالات الأخرى لجهاز الموجات فوق الصوتية في مجال الخرسانة.

٥-١- قياس درجة التجانس في الخرسانة :

معامل الاختلاف للسرعات (V) يعطي دلالة عن حالة تجانس الخرسانة، وقد اعتبر أن معامل اختلاف مقداره ١,٥ – ٢,٥ ٪ يدل على أن الخرسانة جيدة وذلك في حالة إجراء الاختبار على القلوب الخرسانية Core sample. ويعتبر الاختلاف من ٦ إلى ٩ ٪ مناسب في حالة إجراء الاختبار على العنصر الإنشائي ذاته.

٥-٢- اكتشاف الشروخ والفجوات :

تعتمد فكرة استخدام الجهاز في اكتشاف الشروخ والفجوات على حقيقة أن النبضات لا تسري في الفراغ فتسلك الموجه مساراً أطول وعليه تختلف السرعة. حيث إن زمن انتقال النبضات يزيد نتيجة لوجود الشروخ ويمكن معرفة ذلك مقارنة بزمن الانتقال خلال الخرسانة السليمة للتعرف على خواص وطبيعة الشرخ والفجوات بدقة ± ١٥٪ كذلك يمكن قياس عمق الشرخ تقريباً وذلك باستخدام العلاقة والمنحنى.

٥-٣- تحديد درجة تلف الخرسانة :

تستعمل الموجات في التعرف على درجة تلف الخرسانة الناتج من تأثير حريق أو عوامل كيميائية أو ميكانيكية وذلك بتحديد سرعة الموجات بالأجزاء السليمة من العنصر الإنشائي واعتبار إن سرعة انتقال الموجه خلال الطبقة التالفة مساوياً للصفر وتحسب عمق الطبقة التالفة من العلاقة :

$$t = (T V_c - L)$$

حيث :

t = عمق الطبقة التالفة.

V_c = السرعة الفعلية للموجات خلال الخرسانة.

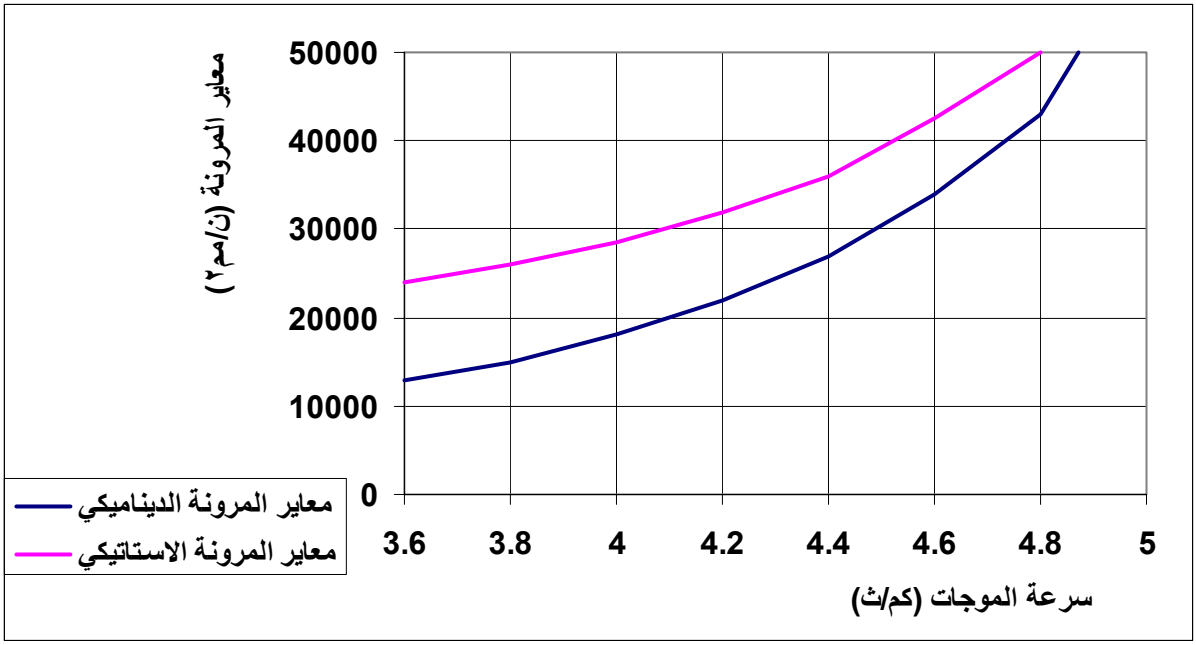
T = زمن انتقال الموجة خلال الخرسانة الموجودة.

L = طول مسار الموجه خلال الخرسانة.

ونسبة الخطأ في هذه العلاقة كبير في حالة عدم الدقة في القياس

٥-٤- قياس معاير المرونة :

يستعمل جهاز الموجات فوق الصوتية أيضاً في قياس معاير المرونة للخرسانة وذلك باستخدام منحنيات (الشكل ١٨) تم معايرتها على خرسانات ذات قيم مختلفة لمعاير المرونة.



الشكل ١٨ : قياس معاير مرونة الخرسانة باستخدام الموجات فوق الصوتية

اختبار قلب الخرسانة المتصلدة Core Test

١- عام :

يعتبر هذا الاختبار متلفاً للخرسانة وتؤخذ عينات خرسانية من بعض عناصر المنشأة لتحديد مقاومة الخرسانة الحقيقية في المنشأ. ويتم اللجوء إلى هذا الاختبار في الحالات التي لا تفي نتائج اختبار الضغط بمتطلبات المقاومة أو في حالة الشك بمقاومة الخرسانة في عنصر لا توجد لخرسا نته نتائج اختبار.

٢- أماكن أخذ العينات :

يعتمد اختيار مكان اختبار قلب الخرسانة على الغرض الأساسي للاختبار، آخذين في الاعتبار توزيع المقاومات في الأعضاء الناتج من توزيع الإجهادات :

- إذا كانت خدمة المنشأ هي الهدف فيختار مكان الاختبار في الأماكن التي تنطبق فيها أقل مقاومة مع أكبر قيمة للاجهادات، مثلاً قريباً من السطح العلوي لمنتصف الكمرة البسيطة أو السقف البسيط.

- إذا كانت مطابقة المواصفات هي الحكم في تحديد أماكن أخذ عينات قلب الخرسانة، فيلزم أن تمثل الخرسانة برمتها. فتؤخذ في الأعمدة والحوائط عند عمق ٣٠٠ مم أسفل نهاية الحطات.

ويفضل الكشف عن أماكن حديد التسليح بواسطة جهاز مبين لها Cover meter لتفاديها حيث أن وجودها يؤثر على مصداقية اختبارات المقاومة.

٣- عينات قلوب الخرسانة :

يتم استخراج عينات قلب الخرسانة بواسطة مكنة تثقيب دوار ذات نهاية ألماظيةDiamond Bits.
ويلزم تثبيت جهاز التثقيب جيداً على سطح الخرسانة المختبرة لأنه ثقيل الوزن ولتفادي أي حركة نسبية بينهما والتي ينتج عنها عينات مشوهة أو مكسرة. ويلزم وجود مصدر للمياه لغرض تزييت آلة القطع.
ثم يتم تهذيب أسطح العينة بواسطة التجليخ أو تغطية السطح بواسطة مونة إسمنت عالي الألو مينا High Alumina Cement أو خليط من الكبريت والرمل للحصول على أسطح متوازية ومتعامدة مع محورها.
ويجب أن لا يقل قطر العينات المختبرة عن ١٠ سم، ولا يقل كذلك عن ثلاث مرات المقاس الاعتباري الأكبر للركام المستخدم في الخرسانة. كما يلزم أن تكون نسبة طول العينة إلى قطرها بين ١ و٢.

٤- طريقة الاختبار :

توضع العينات في مكينة الضغط بحيث تكون سرعتها ثابتة بمقدار ١٥ ن/مم^{٢} في الثانية. وتختبر العينات وهي رطبة حسب المواصفات البريطانية أو جافة طبقاً للمواصفات الأمريكية.

٥- العوامل المؤثرة على مقاومة الضغط لعينات قلب الخرسانة :

- تكون مقاومة العينات الرطبة أقل من تلك الجافة بمقدار يتراوح بين ١٠ و ١٥٪.
- يقلل وجود الفراغات من مقاومة قلب الخرسانة.
- نسبة الطول إلى القطر المثلى هي ٢، فإن لم تكن كذلك فيلزم استعمال معامل تصحيح حسب الجدول رقم (١٤) :

الجدول (١٤) : جدول عامل التصحيح للمقاومة حسب المواصفات الأمريكية

نسبة الارتفاع إلي القطر λ	معامل التصحيح للمقاومة
٢,٠	١,٠
١,٧٥	٠,٩٨
١,٥	٠,٩٦
١,٢٥	٠,٩٣
١,٠	٠,٨٧

- تزيد مقاومة قلب الخرسانة المثقوبة رأسياً بالنسبة لاتجاه صب الخرسانة عن مقاومة الاسطوانات المثقوبة أفقياً لنفس الخلطة بحوالي ٨ ٪.
- يتم حساب مقاومة الضغط للمكعب القياسي من مقاومة قلب الخرسانة (بدون حديد تسليح) من المعادلة التالية :

مقاومة الضغط للمكعب القياسي = $F_\lambda \dfrac{T}{1.5+\dfrac{1}{\lambda}}$

T = ٢,٥ عند أخذ العينة في الاتجاه الأفقي.

T = ٢,٣ عند أخذ العينة في الاتجاه الرأسي.

F_λ = المقاومة المقاسة لاسطوانة قلب الخرسانة التي لها نسبة ارتفاع/قطر=λ

- يستحسن دائماً اختبار الاسطوانات بدون وجود حديد تسليح بها. أما إذا كان موجوداً بحيث يكون اتجاهه عمودياً على محور الاسطوانة فيلزم تصحيح المقاومة عند وجود سيخ تسليح واحد لتصبح :

المقاومة المصححة للمكعب القياسي = مقاومة الضغط للمكعب المحسوبة× [١ + ١,٥($\dfrac{\phi_R H}{\phi_C L}$)]

حيث : ϕ_R = قطر سيخ حديد التسليح

ϕ_C = قطر عينة الاختبار

H = المسافة بين محور سيخ حديد التسليح وأقرب سطح للاسطوانة

L = طول الاسطوانة (غير مغطاة) Uncapped

- وفي حالة وجود أكثر من سيخ تسليح واحد ، فتحسب المقاومة المصححة كالتالي :

المقاومة المصححة للمكعب القياسي =

مقاومة الضغط للمكعب المحسوبة × [١ + ١,٥ ($\frac{\Sigma \phi_R H}{\phi_C L}$)]

أما إذا تعدى هذا التصحيح ١٠٪ فترفض الاسطوانة أصلاً.

- يلزم أن تتغير العلاقات بين مقاومة المكعب القياسي المحتملة Potential ومقاومة اسطوانة قلب الخرسانة الموقعية لتكون كالتالي :
  - للاسطوانات المثقوبة أفقياً :

مقاومة المكعب القياسي المحتملة = $\frac{3.25 F_\lambda}{1.5+\frac{1}{\lambda}}$

  - للاسطوانات المثقوبة رأسيا :

مقاومة المكعب القياسي المحتملة = $\frac{3.00 F_\lambda}{1.5+\frac{1}{\lambda}}$

والسبب في ذلك اختلاف أسلوب معاملة الاسطوانات المأخوذة في الموقع عن معاملة المكعبات القياسية المعالجة قياسياً والمختبرة قياسياً وذات الأبعاد القياسية.

تجربة التحميل Loading Test

١- مقدمة :

نستعمل تجربة التحميل، عندما لا تستطيع التجارب الحقلية على مواد الخرسانة تأكيد سلامة المنشأ الذي تمثله. ويقاس في هذا الاختبار عادة الانحراف الحادث للجزء المختبر تحت أحمال أكبر من تلك المصممة عليها. ويمكن ترك هذه الأحمال لمدة محدودة.

٢- خطوات الاختبار :

لا يجب البدء في إجراء اختبارات التحميل قبل مرور ٢٨ يوماً على صب الخرسانة، إلا إذا تأكد وصول مقاومة الخرسانة إلى القيمة المستهدفة قبل ذلك. وتتلخص خطوات الاختبار في التالي :

٢-١- التجهيز المبدئي :

يجب وضع دعامات متينة Scaffolding قادرة على تحمل ضعف الحمل من أي عنصر قابل للانهيار أثناء التحميل. ويستحسن وضع الأحمال مباشرة فوق العنصر أو مجموعة العناصر الإنشائية المراد اختبارها. ويلزم تحديد نقطة ثابتة كأساس لقياس الانحراف منسوباً لها.

٢-٢- حمل الاختبار :

يجب تحميل العنصر بأحمال موزعة بانتظام وذلك باستخدام المياه أو الطوب أو أكياس الإسمنت أو شكاير الرمل أو أحمال من الصلب.

وتنص المواصفات البريطانية ألا يقل حمل الاختبار الكلي عن مجموع الأحمال المستهدفة في التصميم والأحمال الحية الأخرى، ويلزم أن يزيد عن كل من القيمتين التاليتين :

- حمل التصميم الميت + ١,٢٥ حمل التصميم الحي
- ١,١٢٥ (حمل التصميم الميت + حمل التصميم الحي)

ويترك هذا الحمل لمدة ٢٤ ساعة.

٢-٣- القياس والاستنباط :

يلزم لعمل اختبارات التحميل أجهزة لقياس سهم الانحراف (مثل مقياس القرص Dial gauge) وأجهزة لقياس عرض الشروخ (مثل الميكروسكوب الضوئي المحمول يدوياً Hand Held Illuminated Optical Microscope). وتوضع مقاييس الانحراف في السطح الأسفل من العنصر وفي منتصف البحر وعلى نقط ($\frac{1}{4}$) البحر. ويراقب سلوك العضو المختبر بواسطة قياس الانحرافات Deflections وقراءة عرض الشروخ Cracks في الأوقات التالية :

- مباشرة بعد وضع الأحمال : الانحراف F_1 (مم)
- بعد ٢٤ ساعة : الانحراف F_2 (مم)
- بعد رفع الأحمال : الانحراف F_3 (مم)
- بعد ٢٤ ساعة من رفع الأحمال : F_4 (مم)

وتكون قيمة الانحراف مقبولة إذا كان : $F_2 > \frac{40\,L^2}{H}$

حيث تمثل L الطول المؤثر للبحر بالأمتار، و H العمق الكلي للعنصر بالمم.

وفي حالة عكس ذلك، يجب أن يختفي على الأقل ٧٥٪ من الانحناء الأكبر(F_2) بعد ٢٤ ساعة من رفع الأحمال، أي بمعنى آخر : $\frac{F_2 - F_3}{F_2} \times ١٠٠ > ٧٥٪$.

وإذا ظهرت أثناء الاختبار تشققات كبيرة أو حدث انحراف غير متوقع فيجب توقيف اختبار التحميل قبل تعرض المنشأ أو العضو المختبر لأضرار.