قسم التشييد والبناء

دليل معمل خواص المواد

مقدمة :-

تأسس معمل خواص واختبارات المواد بالمعهد العالى للهندسة والتكنولوجيا بطنطا منذ نشأة المعهد اعتبارا من العام الجامعى ٢٠١٢-٢٠١٣ م وذلك بغرض تحقيق الاهداف العلمية والبحثية لطلاب ومنسوبى المعهد بقسم هندسة التشييد والبناء وذلك لتخريج مهندسين متخصصون فى الهنسة المدنية قادرون على منافسة السوق المحلى والاقليمى وكذلك توفير الوسائل المطلوبة لاعضاء هيئة التدريس والهيئة المعاونه لقسم هندسة التشييد والبناء فى مشروعاتهم البحثية وذلك لاستمرار التطور البحثى لديهم ويسعى المعهد لتطوير المعمل لخدمة البيئة المحيطه به من شركات فى مجال الانشاء وذلك باجراء الاختبارات المختلفة به ويقدم المعمل مستوى عالى من الخدمات لاجراء التجارب المعملية والبحثية لدراسة خواص و اختبارات المواد الهندسية المختلفة ، يخدم المعمل مقررات تدريسية عديدة مثل مقررخواص المواد بالفرقة الاولى لقسم هندسة التشييد والبناء ومقرر تكنولوجيا الخرسانه بالفرقة الثانيه بالقسم

تجهيزات المعمل :-

١. ماكينة اختبار الضغط

٢. عدد ٤ جهاز لوشاتليه

٣. عدد٣ جهاز بلين

٤. المناخل القياسية للركام

٥. المناخل القياسية الاسمنت

٦. المناخل القياسية للركام العصوى

٧. قوالب للصب

٨. خلاط ميكانيكى

٩. عدد ٣ هزاز ميكانيكى للصب

١٠. هزاز للمناخل القياسية

١١. فرن كهربائى

١٢. ميكروويف كهربائى

١٣. مطرقة شميدت

١٤. عدد٤ جهاز Dial gauge

١٥. عدد٢ جهاز تعيين دمك الخرسانة

اختبار نعومه الاسمنت باستخدام جهاز بلين

الاهداف

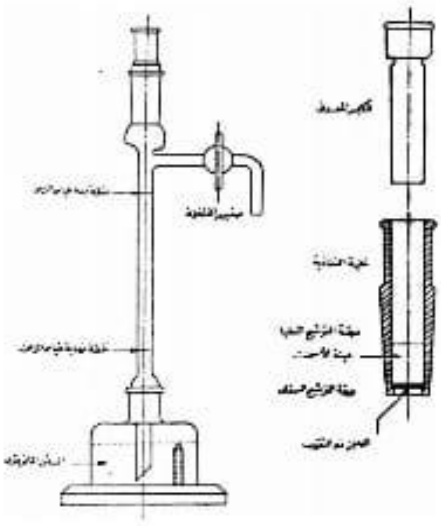
يهدف الاختبار إلى تحديد المساحة السطحية لحبيبات الأسمنت وال تى تساعد على معرفة الأسمنت وم قارنـة العينة المختبرة من الأسمنت بعينة مرجعية من الأسمنت معلوم لها المساحة السطحية النوعية، وتلك المساحة السطحية النوعية هى مجموع المساحات السطحية لحبيبات الأسمنت لوحدة الوزن ويتم حسابها باستخدام جهاز بلين بمعلو مية الزمن اللازم لمرور كمية محددة من الهواء خ لال طبقة من عينة الأسمنـت ذات أبعـاد ومسامية محددتين ويستخدم هذا الاختبار كاختبار أساسي للحكم على مدى صلاحية الأسمنت

الاجهزة المستخدمة

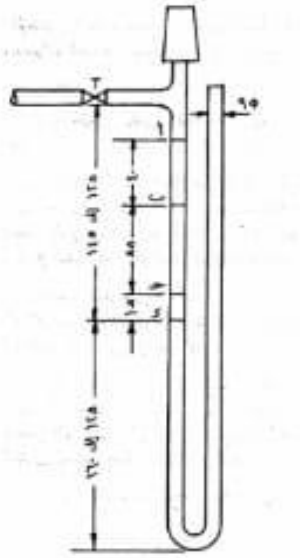
- جهاز بلين للنفاذية:
- ويتكون من الأجزاء الآتية والموضحة فى شكل
  - خلية النفاذية. - القرص المثقب. - المكبس .
  - المانومتر. - سائل المانومتر .
- -ساعة إيقاف .
- -ميزان حساس .

- قنينة كثافة .
- ترمومتر .

شكل (٢-١٥) صورة لجهاز بلين لتعين نعومة الأسمنت



رسم تخطيطي لجهاز بلين لقياس نعومة الأسمنت



المانومتر الموجود بجهاز بلين

طريقة اجراء

١ -تخلط عينة الأسمنت جيداً برجها فى زجاجة لمدة دقيقت ين وبعدها بدقيقت ين من الرج يقلب الأسمنت

باستخدام قضيب جاف نظيف وذلك لتوزيع الحبيبات الناعمة فى الخليط .

٢ -تعين كثافة نفس العينة المختبرة من الأسمنت فى قنينة الكثافة وسوف توضح هذه الطريقة فيما بعد فى

اختبار تعيين كثافة الأسمنت .

٣ -يتم وضع السائل المانومتري فى أنبوبة مانومتر الجهاز .

٤ -يتم التأكد من وجود الحاجز ذو الثقوب فى خلية النفاذية، ويتم وضع ورقة ترشيح فوق الحاجز ذوالثقوب لعدم نفاذية حبيبات الأسمنت منه ..

يتم وزن كمية محددة من الأسمنت بعناية بحيث تعطى طبقة أسمنتية لها مسامية محددة . ويتم وضع كمية الأسمنت الموزونة داخل الخلية فوق ورقة الترشيح السفلية بعناي ة لتفادى فقد أى أسمنت، ويسوى سطح الأسمنت ويغطى بورقة ترشيح ثانية . ٦- يحرك المكبس حتى يلامس ورقة الترشيح ويتم الضغط على العينة، ثم يرفع المكبس حوالى ٥مم ويدار ٩٠درجة برفق لعدم تناثر أى حبيبات أسمنتية فوق ورقة الترشيح ثم يضغط مرة أخرى ويسحب برفق

. ٧- يوضع السطح المخروطي للخلية فى التجويف العلوي للمانومتر ويستخدم الشحم لإحكام مرور الهواء خلال الوصلات. يغلق أعلى الخلية بغطاء محكم ملائم . ٨- يفتح صمام المانومتر ويرفع مستوى السائل ليصل إلى العلامة العليا بأنبوبة مانومتر الجهاز . (العلامة رقم ١ ( )كما هى موضح بالشكل ثم يغلق الصمام ويختبر التسرب ويضبط الإحكام إلى أن يثبت مستوى السائل

٩- يتم فتح الصمام ويضبط مستوى السائل عند أعلى علامة) ا(ثم تفتح الخلية ويحسب زمن سريان سائل المانومتر بين العلامتين الأوسطتين من العلامة ب( ) إلى العلامة (جـ) ويسجل هذا الزمن) T) لأقرب ٠,٢ ثانية كما تسجل درجة الحرارة لأقرب درجة مئوية .

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

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

لكل عينة يحسب متوسط الزمن ودرجة الحرارة ثم يتم حساب مساحة السطح النوعية للأسمنت المختبر باستخدام المعادلة التالية

المساحة السطحية النوعية للأسمنت = $K\sqrt{T}$

حيث أن : K : ثابت الجهاز

T : متوسط الزمن المسجل الذى يستغرق ه السائل المانومتر ي للهبوط من العلامة رقم ٢ ( )إلى العلامة رقم ٣( ) كما بالشكل (لأقرب ٠,٢ ثانية

حدود القبول والرفض

- **حدود القبول أو الرفض**

يجب ألا تقل نعومة الأسمنت عن :

أسمنت بورتلاندى عادى	سم^{٢} / جم	٢٧٥٠
أسمنت بورتلاندى سريع التصلد	سم^{٢} / جم	٣٥٠٠
أسمنت بورتلاندى مقاوم للكبريتات	سم^{٢} / جم	٢٨٠٠
أسمنت بورتلاندى منخفض الحرارة	سم^{٢} / جم	٢٨٠٠
أسمنت بورتلاندى أبيض	سم^{٢} / جم	٢٧٠٠
أسمنت بورتلاندى مخلوط بالرمل	سم^{٢} / جم	٣٠٠٠
أسمنت بورتلاندى نعومة ٤١٠٠	سم^{٢} / جم	٤١٠٠
أسمنت بورتلاندى حديدي	سم^{٢} / جم	٢٥٠٠

ختبار تحديد القوام القياسي لعجينه الاسمنت

الاهداف

من الحالات المهمة وهى حالة الأسمنت عندما يخلط عليه ماء مكوناً عجينة الأسمنت، والتى يفضل مناقشة مظاهرها الطبيعية بعد إضافة الماء على الأسمنت وحتى التصلد النهائي. ومن هذه المظاهر التصلب والشك والتصلد، والتى لها أهميتها الكبرى للحكم على جودة واستخدام الأسمنت لأنها تمثل دوال أساسية فى التركيبات والتفاعلات الكيميائية للأسمنت والتى يعرف كل منها كما يل :ي •

التصلب): Stiffening) والتصلب هو فقد القوام لعجينة الأسمنت اللدنة، وعموما ترتبط بظاهرة فقد الهابط . وحيث أن الماء الحر هو المسئول عن لدونة عجينة الأسمنت، فإن الفقد المندرج للماء الحر من المنظومة العامة للتفاعلات والمنحصرة فى عملية الإ ماهة المبكرة، ومن الامتزاز الطبيعى على سطح منتجات التفاعلات الكيميائية مثل الإترنجيت وس يليكات الكالسيوم المماهة، ومن التبخر للماء أيضاً يتسبب هذا الفقد فى شك وتصلد العجينة الأسمنتية.

• الشك): Setting) الشك هو التجمد لعجينة الأسمنت اللدنة وينقسم الشك إلى قسمين الشك الابتدائي والشك النهائي

- . الشك الابتدائي): Setting Initial) هو التجمد الابتدائي، ويعبر عنه بالزمن الذى يمضى حتى تصبح العجينة غير قابلة للتشغيل . ويصعب بعد هذا الزمن نقل ووضع ودمك وتسوية العجينة الأسمنتية المستخدمة

- .الشك النهائي): Setting Final) هو التجمد الكامل للعجينة الأسمنتية، ويعبر عنه بـالزمن الـذى يمضى لتجمد العجينة بالكامل . لأن العجينة الأسمنتية لا تتجمد لحظيا بعد التجمد والشك الابتدائي، ولكن يلزم لها وقت كاف حتى تص بح جاسئة تماماً . ولكن لا يجب أن يكون هذا الوقت طويلاً بشكل ملحوظ لأجل استكمال عمليات الإنشاء المتتالية بعد مرور الفترة المناسبة من الصب

•التصلد): Hardening) هى ظاهرة نمو المقاومة مع الزمن . وتعتبر مرحلة التصلد الفعلي للعجينة مع الشك النهائي، حيث أن المركب الأساسي المسئول عن المقاومة المبكرة فى العجينة الأسمنتية وهو ثالث سيليكات الكالسيوم والذي يبدأ فى الإماهة فى مرحلة الشك النهائي مكوناً المنتج الرئيسي للمقاومة وهى سيليكات الكالسيوم المماهة والتى يستمر إنتاجها بسرعة مع استمرار سرعة التفاعل للأسمنت مع الماء، ثم يشترك أيضاً مركب أخر وهو ثاني سيليكات الكالسيوم منتجاً أيضاً سيليكات كالسيوم مماهة، وباستمرار التفاعل لعدة أسابيع تتقدم ملء الفراغات والمسام بمنتجات التفاعل الحادثة فى العجينـة، ويسبب هذا انخفاض مسامية (نفاذية) العجينة الأسمنتية، ويصحب هذا زيادة مقاومت ها حتى تـصل إلى مرحلة التصلد النهائية10.

ويجب قبل الخوض فى اختبارات هذه الخواص معرفة العوامل المؤثرة على خـواص الـشك فى الأسمنـت البورتلاندى وهى

- :المكونات الأساسية للأسمنت – .

النسبة المئوية للمادة المضافة لتبطئ عملية الشك (الجبس الخام (درجة نعومة الأسمنت (حيث أ نه كلما زادت نعومة الأسمنت كلما أسرع الـشك بـسبب النـشاط الكيميائي الفعال النسبة المئوية للماء المضاف لإتمام الخلط وتكوين العجينة الأسمنتية . (كما أنه مع زيادة كمية الماء تبطئ الشك - (درجة الحرارة للماء والأسمنت أو الجو المحيط (عموما فكلما زادت درجة الحرارة ك لما أسرعت عملية الشك (نسبة الرطوبة (حيث أن تشك الأسمنتات المعرضة لجو مشبع ببخار الماء منها لو كانت معرضة لجـو جاف .(ونظراً لأ ن النسبة

المئوية للماء المستعمل فى خلط العجينة الأسمنتية يؤثر بدرجة كبيرة على زمن الشك فالعجينة ذات النسبة العالية من الماء تشك أب طأ من العجينة الجافة نسبيا ولذلك تحدد نسبة الماء لعمل العجينة ذات القوام القياسي من اختبار تحديد نسبة الماء اللازمة للعجينة الأسمنتية ذات القوام القياسي باستخدام جهاز فيكات وذلك قبل اختبار تحديد زمني الشك الابتدائي و النهائي للعجينة الأسمنتية باستخدام جهاز فيكات أيضاً وكذلك أيضاً قبل اختبار تقدير ثبات الحجم (التمدد) للأسمنت بطريقة لوشاتليه . وسيتم ذكر تلك الاختبارات كل منها على حده فيما يلي

ا

طريقة اجراء

- تكون درجه حراره الاسمنت و الماء و الغرفه في حدود (٢٣º ±٢º) ولا تقل الرطوبه النسبيه عن ٥٠% و تكون اجهزه الخلط نظيفه و يجري الخلط يدويا او آليا.

الخلط اليدوي :-

تحضر كميه من الاسمنت وزنها ٤٠٠ جم ثم يضاف اليها كميه مناسبه من الماء (تقدر بحوالي٢٧% من وزن كميه الاسمنت الجاف) و تجري عمليه الخلط لمدة (٤± ٠.٢٥) دقيقه و هي الفتره الزمنيه المحصوره بين بدء اضافه الماء الي الاسمنت الجاف حتي بدء ملء قالب جهاز فيكات بعجينه الاسمنت

شكل (٢) جهاز تحديد القوام القياسى لعجينه الاسمنت

الخلط الآلي :

- نحضير كميه من الاسمنت وزنها (٥٠٠-٦٠٠)جم حسب القالب المستخدم و توضع في وعاء الخلط ثم يضاف إليها كميه مناسبه من الماء (تقدر بحوالي ٢٧% من وزن
- كميه الاسمنت الجاف)و تترك لمده ٣٠ ثانيه اخري و يبدا الخلط بالسرعه البطيئه لمده ٣٠ ثانيه ثم يوقف الخلط لمده ٣٠ ثانيه و يتم اثناء ذلك كشط اي عجينه عالقه بالجدران ثم يبدا الخلط مره اخري علي السرعه العاليه بحيث تصبح مده الخلط الكليه من لحظه إضافه الماء الي الاسمنت ثلاث دقائق
- يملأ قالب فيكات بعد الخلط مباشرة ملئا تاما ودفعه واحده بعجينه الاسمنت السابق تحضيرها ثم يسوي سطح العجينه مع الحافه القالب بسرعه و يراعي عند ملء القالب ألا يستعمل في ذلك سوي اليد و سلاح المسطرين
- توضع عجينه الاختبار الموجوده داخل قالب فيكات المرتكز علي اللوح غير المسامي تحت المكبس الاسطواني لجهاز فيكات ثم يدلي المكبس الاسطواني ببطء حتي يمس سطح العجينه و يترك بعد ذلك حرا تحت تاثير وزنه لينفذ في العجينه و يراعي ان تتم هذه العمليه بعد خمس دقائق من بدايه الخلط (يحدد مقدار نفاذ المكبس الاسطواني في العجينه الاسمنتيه بتعيين المسافه بينه و بين قاع قالب فيكات بواسطه التدرج الموجود علي الجهاز و ذلك بطرح القراءه المتحصل عليها من القراءه الاولي للجهاز و التي تسجل في بدايه الاختبار و يراعي عدم تعرض الجهاز لأي اهتزازات خارجيه اثناء الاختبار.

- يعاد عمل عجائن تجريبيه بكميات مختلفه من الماء للوصول الي كميه الماء التي تعطي عجينه تسمح بنفاذ المكبس الاسطواني لجهاز فيكات الي نقطه تبعد (٥-٧)مم من قاع القالب و تقدر هذه الكميه كنسبه مئويه من وزن الاسمنت الجاف .

اختبار تحديد زمن الشك الأبتدائي للعجينة الأسمنتية

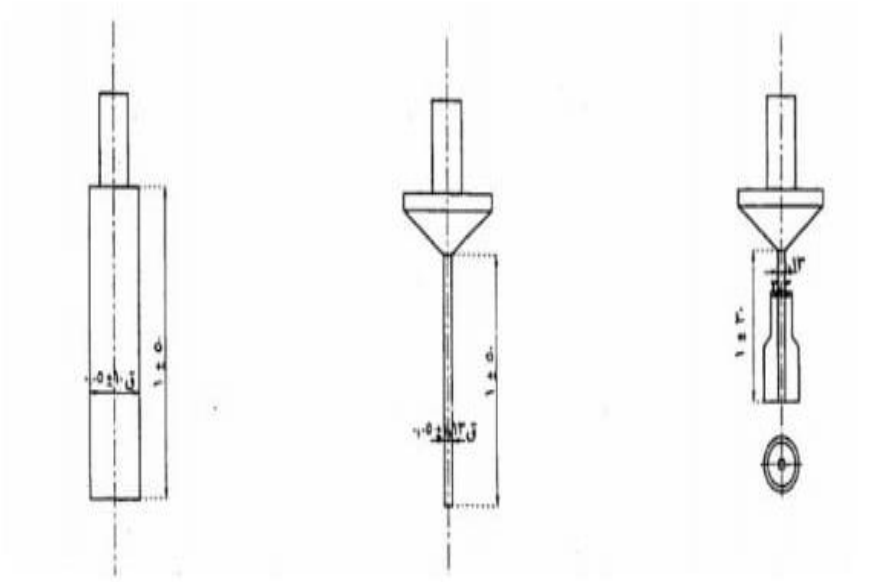
الاهداف

تعيين زمن الشك الابتدائى لعينات من الاسمنت مختلفة المصدر

تحضير عينة الاختبار

- توزن عينة وزنها ٤٠٠ جرام من الاسمنت وتوضع على سطح غير مسامى
- ثم يضاف ١٠٠ مم من الماء ويسجل الوقت كبداية لزمن القياسات التالية .
- تتم عملية الخلط باستخدام المسطرين فى مدة ٤ دقائق على سطح غيرمسامى.

شكل ١ تحديد زمن الشك الابتدائى



إبرة الشك النهائي | إبرة الشك الابتدائي | اسطوانة القوام القياسي

طريقة اجراء

- تتم معايرة جهاز فيكات بالأبرة المرفقة بالجهاز قبل بداية الأختبار وذلك بتحريك الأبرة حتى تصل إلى القاعدة المستخدمة مع القالب و نضبط المؤشر عند الصفر على التدريج ثم تعاد الأبرة إلى مكانها.
- يتم إعداد عجينة أسمنتية قياسية طبقاً لطريقة إعداد العجينة القياسية الأسمنتية
- يتم تشغيل ساعة الإيقاف عند بدأ أضافة الماء مع الأسمنت لإعداد العجينة.
- يتم ملئ قالب زمن الشك بنفس الطريقة السابقة ثم يتم وضع القالب في وسط رطوبته لا تقل ٩٥ % و درجة حرارة ٢٠ س
- بعد زمن مناسب (ليكن ٣٠ دقيقة) ينقل القالب إلى جهاز فيكات ويوضع تحت الأبرة
- نخفض الأبرة ببطء حتى تمس سطح العجينة توقف فى مكانها لمدة ثانية أو ثانيتين لتمنع تأثير السرعة الأبتدائية أو السرعة الأجبارية للأجزاء المتحركة

- نترك الأجزاء المتحركة بسرعة لتخترق الأبرة رأسياً العجينة ويقرأ التدريج عندما يتوقف النفاذ
- أو بعد ٣٠ ثانية من ترك الأبرة أيهما أسبق
- تسجل قراءة التدريج والتى تدل على المسافة بين نهاية الأبرة وقاعدة القالب وكذلك الزمن من بداية وقت القياس (صفر القياس)
- يكرر اختبار الاختراق على نفس العينة فى مواضع متباعدة لاتقل عن ١٠ مم من حافة القالب أو بينهما وعلى فترات زمنية مناسبة (حوالى ١٠ دقائق)
- تحفظ العينة فى حوض الماء أو كابينة الرطوبة بين فترات الإختراق وتنظف أبرة جهاز فيكات بسرعة بعد كل غرز
- يسجل الزمن المقاس من صفر القياسى عندما تصبح المسافة بين الابرة والقاعدة (٦ ±٣) مم كزمن الشك الأبتدائى للأسمنت لأقرب ٥ دقائق

اهم النتائج

- زمن الشك الإبتدائي وهو الزمن المقاس من صفر القياس إلى أن تصبح المسافة بين الإبرة وقاعدة الجهاز (٣ ± ٦) مم يعبر عنه كزمن للشك الابتدائي للأسمنت لأقرب ٥ دقائق .

حدود المواصفات

رتبة الأسمنت	حدود المواصفات المصرية 1-4756 زمن الشك الابتدائي
N32.5 & R32.5	لا يقل عن 75 دقيقة
N42.5 & R42.5	لا يقل عن 60 دقيقة
N52.5 & R52.5	لا يقل عن 45 دقيقة

جدول (١) حدود المواصفات المصريه لتحديد زمن الشك الابتدائى

اختبار تحديد زمن الشك النهائي للعجينة الأسمنتية

الاهداف

تعيين زمن الشك النهائى لعينات من الاسمنت مختلفة المصد

طريقة اجراء

- يتم تحويل القالب الممتلئ المستخدم فى إختبار الشك الإبتدائي على القاعدة وذلك لاجراء اختبار زمن الشك النهائى على سطح العينة ملامسا للقاعدة تستخدم الأبرة المتصلة بها حلقة الموضحة بالشكل لتعيين زمن الشك النهائي تستخدم الأبرة المتصلة بها حلقة الموضحة بالشكل لتعيين زمن الشك النهائي
- يتم تسجيل زمن الشك النهائي لأقرب ١٥ دقيقة وهو الزمن المقاس من الصفر القياسى حتى نفاذ أبرة الشك النهائي اولا لمسافة ٠.٥ مم فقط داخل العينة كزمن شك نهائى للأسمنت وهذا الزمن الذى لاتترك فيه الحلقة المتصلة بالأبرة أثرًا

اهم النتائج :

لأقرب ١٥ دقيقة زمن الشك النهائي وهو الزمن المقاس من صفر القياس حتى نفاذ أبرة الشك النهائي لمسافة ٠.٥ مم فقط داخل سطح العينة بحيث لاتترك فيه الحلقة المتصلة بالأبرة أثرا ذلك

اختبار تعيين مقاومة الضغط للمـونة الأسمنتية

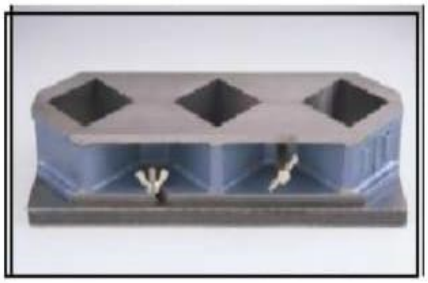
الاهداف

تحديد المقومة لعينات مونه اسمنتية

طريقة اجراء

- (ابعاد العينه ٤٠*٤٠*٦٠ مم)
- فى الفترة بين اختبار الانحناء واختبار الضغط على المكعبـات يتم تغطية العينات لمدة ٢٤ ساعـة بغطاءبلاستيكوغمرها كليا فى ماء درجة حرارتة (٢٣ ± ٢ درجة مئوية) حتى وقت الاختبار
- تجفف العينات بقطعة قماش رطبـة ثم تزال أى حبوب رمال من أسطح العينـة
- يجب التأكد من أستواء اسطح العينات
- توضع العينـة فى ماكينـة الاختبار كالآتـى:
- وضع الجزء السفلى من أداة ضبط ألواح التحميل بحيث يتطابق محور الأداة مع محورماكينـة الضغط*ألواح تحميل لايقل سمكها عن ٢٥ ملليمتر مصنوعة من حديد صلب بأبعاد (٤٠.٣٢ × ٥٠.٨ ملليمتر) ولهاصلادة لا تقل عن ٦٠ بمقياس روكويل
- توضع العينة على اللوح السفلى للتحميل بحيث يكون البعد 50 ملليمتر لألواح التحميل متعامدا على المحـور الطولى للمنشوروعلى ذلك تكونالمساحة المعرضة للتحميل ٤٠ × ٤٠ ملليمتـر ، ثم يتم وضع اللوح العلوى باستخدامأداة ضبط الألواح
- يتم التحميل بمعدل منتظم وتدريجيا:

خلاط المونة الأسمنتية



مجموعة من ثلاث قوالب مكعبة للمونة

هزاز المونة الأسمنتية

ماكينة الضغط للمونة الأسمنتية

شكل(٦) جهاز تعين الضغط للمونه الاسمنتيه

اختبار التحليل بالمناخل

الاهداف

تحديد كلا من التدرج الحبيبى وذلك لاستخدامه فى الخلطات الخرسانية ، معاير النعومة للركام ، المقاس الاعتبارى الاكبر للركام

شكل ٢المناخل

الاجهزة المستخدمة

ميزان حساس لا تقل حساسيته عن ٠.١ % من وزن عينة الاختبار ، فرن جيد التهوية يمكن التحكم فى درجة حرارتة حتى ١٠٥±5 درجة مئوية ، مجموعة المناخل القياسية ويسمى كل منخل بطول ضلع فتحتة بالمليمتر ، هزاز مناخل ميكانيكى ، صينية يمكن ادخالها الفرن بدون اى تغيير فى وزنها ، إناء كبير يسمح باحتواء العينة بالإضافة الى ٥ مرات حجمها ماء

طريقة اجراء

يتم الهز لمده كافية لا تقل عن ٥ دقائق بحيث لا يمر من اى منخل بعدها إلا ٠.١% من وزن العينة الكلى خلال دقيقة من النخل اليدوى ، يراعى اثناء نخل الركام الكبير ألا تجبر حبيباتة على المرور من فتحات المنخل بالضغط عليها باليد ، يراعى اثناء نخل الركام الصغير إمكانية فرك التكورات المتجمعة ، توزن مقادير الركام المحجوزه على كل منخل على حده بالميزان الحساس ولتكن أوزان النتائج W1,W2,W3,W4 ، تحسب النسبة المئوية للركام المحجوز على كل منخل والنسبة المئوية للركام المار منه من واقع الأوزان المحجوزه على كل منخل ، يعين من النسبة المئوية للمار المقاس الاعتبارى الأكبر للركام (مقاس أصغر منخل يمر منه ٩٥% على الاقل من الركام الكبير أوالركام الشامل) ، يحسب معاير النعومة للركام الصغير (هو مجموع النسب المئوية المحجوزه على كل منخل من مناخل الركام القياسيه مقسوماً على ١٠٠)

حدود القبول والرفض

الجداول التالية توضح الحدود التي يسمح بها الكود المصري لتدرجات الركام

أولا الركام الناعم

جدول ١الركام الناعم

مقاس فتحة المنخل(مم)	النسبة المئوية للمار من المنخل			
	الحد العام للتدرج	الحدود الإضافية للتدرج		
		خشن	متوسط	ناعم
١٠.٠٠	١٠٠	-	-	-
٥.٠٠	٨٩-١٠٠	-	-	-
٢.٣٦	٦٠-١٠٠	٦٠-١٠٠	٦٥-١٠٠	٨٠-١٠٠
١.١٨	٣٠-١٠٠	٣٠-٩٠	٤٥-١٠٠	٧٥-١٠٠
٠.٦٠	١٥-١٠٠	١٥-٤٥	٢٥-٨٠	٥٥-١٠٠
٠.٣٠	٥-٧٠	٥-٤٠	٥-٤٨	٥-٧٠
٠.١٥	٠-١٠	-	-	-

ثانيا الركام الخشن: جدول ٢ الركام الخشن

مقاس فتحة المنخل(مم)	النسبة المئوية المارة بالوزن						
	ركام متدرج(مم)			ركام بمقاس مفرد(مم)			
	٥-٤٠	٥-٢٠	٥-١٠	٤٠	٢٠	١٤	١٠
٥٠.٠٠	١٠٠	-	-	١٠٠	-	-	-
٣٧.٥٠	٩٠-١٠٠	١٠٠	-	٨٥-١٠٠	١٠٠	-	-
٢٠.٠٠	٣٥-٧٠	٩٠-١٠٠	١٠٠	٠-٢٥٠	٨٥-١٠٠	١٠٠	٠
١٤.٠٠	-	-	٩٠-١٠٠	-	-	٨٥-١٠٠	-
١٠.٠٠	١٠-٤٠	٣٠-٦٠	٥٠-٨٥	٠-٥٠	٠-٢٥	٠-٥٠	١٠٠
٥.٠٠	٠-٥٠	٠-١٠	٠-١٠	-	٥-٠	٠-١٠	٥٠-١٠٠
٢.٣٦	-	-	-	-	-	-	٠-٣٠

ثالثا الركام الشامل(mixed):

جدول ٣ الركام الشامل

مقاس فتحة المنخل(مم)	النسبة المئوية للمار من المنخل		
	المقاس الاعتباري (٤٠مم)	المقاس الاعتباري (٢٠مم)	المقاس الاعتباري (١٠مم)
٥٠	١٠٠	-	-
٣٧.٥٠	١٠٠-٩٥	١٠٠	-
٢٠.٠٠	٨٠-٤٥	١٠٠-٩٥	-
١٤.٠٠	-	-	١٠٠
١٠.٠٠	-	-	١٠٠-٩٥
٥.٠٠	٥٠-٢٥	٥٥-٣٥	٦٥-٣٠
٢.٣٦	-	-	٥٠-٢٠
١.١٨	-	-	٤٠-١٥
٠.٦٠	٣٠-٨	٣٥-١٠	٣٠-١٠
٠.٣٠	-	-	٥٠-١٥
٠.١٥	٨-٠	٨-٠	٨-٠

اختبار تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة بالركام الصغير(بالحجم) (طريقة الموقع)

الاهداف

تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة بالركام

الاجهزة المستخدمة

مخبار مدرج سعته ٢٥٠ سم٣

مخبار مدرج به عينة الرمل

شكل(٩)مخبار مدرج به عينه الرمل

خطوات اجراء الاختبار

تؤخذ عينة وزنها حوالي ١٠٠جم ، يوضع (٥٠سم٣) من الماء النقي في المخبار المدرج ، تضاف كمية من عينة الركام الصغير تدريجيا حتى يصير الحجم الكلي(١٠٠ سم٣) ، يضاف ماء نقي حتى يصير الحجم (١٥٠سم٣) ، يرج المخلوط بشدة لعمل معلق من حبيبات الطين والمواد الناعمة ، يوضع المخبار على سطح أفقي مستوي ويطرق طرقا خفيفا على جدار المخبار لجعل طبقة الركام الصغير مستوية السطح ويترك لمدة (٣ساعات).

النتائج

نحسب النسبة المئوية بالحجم لكمية المواد الناعمة بالركام الصغير بحساب النسبة بين ارتفاع الطبقة المترسبة فوق سطح الركام الصغير(ب١) وارتفاع الركام الصغير أسفل الطبقة المترسبة(ب٢) : النسبة = ب٢\ب١

حدود القبول والرفض

يجب ألا تزيد النسبة المئوية بالحجم لكمية الطين والمواد الناعمة بالرمل الطبيعي عن (٣%)ورمل كسر الأحجار عن(٥%) ، في حالة تجاوز هذه النسب يتم إجراء الاختبار بالمعمل بحيث لا يتجاوز النسب المبينة لهذا الاختبار.