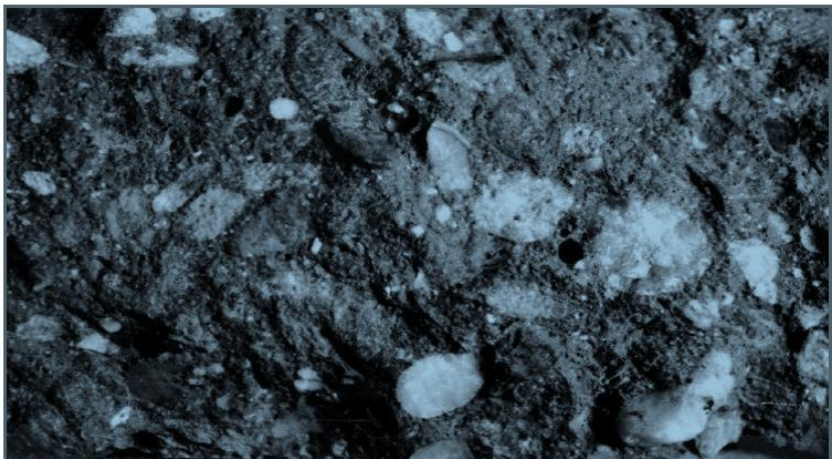
المحاضرة الثامنة

خواص الركام

الخواص الميكانيكية للركام Mechanical properties of aggregates

1- الترابط Bonding

- لشكل وتكوين سطح الركام تأثير على مقاومة الخرسانة.
- الركام الخشن يؤدي إلى ترابط أو تلاصق اكبر بين جسيمات الركام وعجينة الاسمنت .
- زيادة المساحة السطحية للحبيبات الزاوية في الركام تؤدي إلى زيادة الترابط .
- تتأثر خاصية التلاصق ببعض الخواص الفيزياوية والكيماوية الناتجة عن التركيب المعدني والكيماوي للركام والحالة الاليكتروليتية لسطح الحبيبات.
- قياس جودة ونوعية تلاصق الركام مع عجينة الاسمنت صعب جدا وليس هنالك اختبار مقبول ولكن بصورة عامة يكون التلاصق جيد إذا كانت العينة الخرسانية المكسورة حاوية الفشل على بعض حبيبات الركام المكسورة مع عدم ملاحظة حبيبات مقلوعة من موقعها إلا أن وجود حبيبات ركام مكسورة قد يدلل أحيانا على ضعف الركام المستخدم نفسه.



شكل يوضح الترابط الجيد بين الركام وعجينة الاسمنت (الفشل في الركام نفسه)

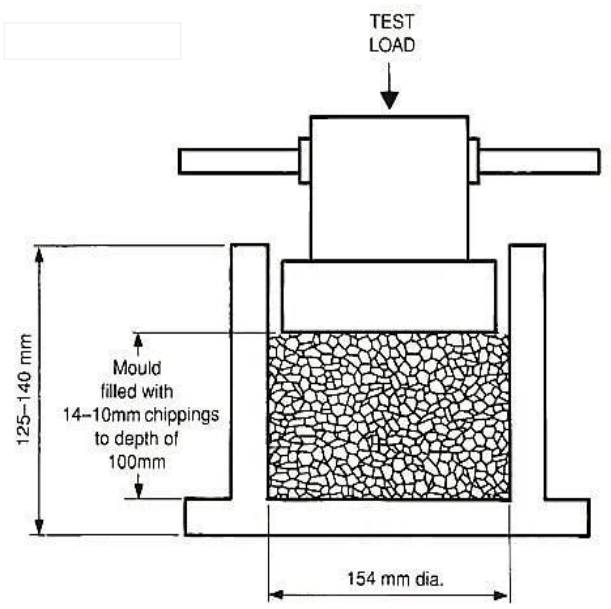
2- المقاومة Strength

- من الطبيعي أن لا تتجاوز مقاومة انضغاط الخرسانة مقاومة انضغاط الركام المكون لها .
- إن الفجوات الهوائية الصغيرة في الخرسانة تعتبر بمثابة جسيمات للركام عديمة المقاومة .
- إن مقاومة الركام هي عادة أعلى من معدل مقاومة الخرسانة وذلك لان الاجهادات الحقيقية على نقاط التماس تزيد على الاجهادات الاعتيادية المسلطة في فحوص الانضغاط وخاصة في الأعمار المبكرة .

- من جهة أخرى فان الركام ذو المقاومة المعتدلة أو الواطئة يمكن أن يحفظ الخرسانة من التجزئة وذلك لان التغيير ألحجمي بسبب الرطوبة أو الحرارة يؤدي إلى انخفاض الإجهاد في مونة الاسمنت عندما يكون الركام قابل للانضغاط .
- أما إذا كان الركام صلبا وقويا فان ذلك يؤدي إلى تشقق مونة الاسمنت المحيطة بالركام

من الفحوص التي تجري على الركام لتحديد مقاومة انضغاطه هو فحص قيمة السحق Crushing value test

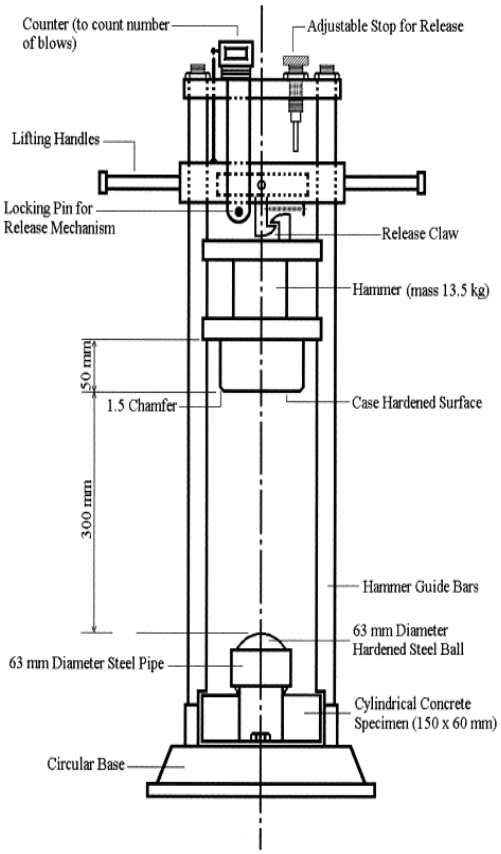
- كلما كانت قيمة السحق عالية فان ذلك يعني أن الركام ضعيف وبالعكس.
- الركام المستخدم في فحص قيمة السحق يمر من منخل مقاس 14mm ومتبقي على المنخل مقاس 10mm.
- يجري الفحص في اسطوانة قياس معدنية صلدة،قطرها الداخلي 115mm وارتفاعها 180mm.
- تملا بثلاث طبقات متساوية الارتفاع حيث ترص كل طبقة 25 ضربة بقضيب رص قياسي.
- توضع الاسطوانه في جهاز الانضغاط ويكون التجميل بواسطة غطاء حديدي يوضع على سطح الركام قطره اقل من قطر اسطوانة الفحص بمعدل تحميل 400 kN خلال 10 دقائق.
- يرفع الحمل ويمرر الركام بعد الفحص من منخل 2.3mm ويقسم العابر منه على وزن العينة قبل الفحص وتستخرج قيمة السحق كنسبة مئوية.



شكل ومخطط يوضح الاسطوانة القياسية المستخدمة في فحص قيمة السحق

3- الصلابة Toughness

تعرف على أنها مقاومة الركام للفشل بسبب الصدم وتقدر عادة عن طريق تعيين قيمة الصدم بنفس طريقة قيمة السحق الا ان الاختلاف في نوعية الحمل المستخدم. حيث يستخدم الحمل الصدمي بواسطة السقوط الحر لمطرقة جهاز الفحص على سطع الركام في الاسطوانة المثبتة في قاعدة الجهاز.



مخطط وشكل جهاز فحص قيمة الصدم للركام

4- الصلادة Hardness

تعرف على أنها مقاومة التآكل بالبري (الاحتكاك) وهي خاصية مهمة في الخرسانة المستعملة في الطرق والأرضيات

- يتم فحص الصلادة عن طريق إيجاد قيمة البري (التآكل) للركام .
- تعرف قيمة البري بانها النسبة المئوية للفقدان بسبب البري .
- القيمة العالية للبري تعني مقاومة ضعيفة للركام للتآكل .
- يوجد فحص ما يسمى فحص لوس- انجلوس يجمع بين طريقتي التآكل بالبري والاحتكاك ويعطي نتائج ذات علاقة وثيقة ليست مع التآكل الحقيقي للركام في الخرسانة فقط بل أيضا مع مقاومة الركام للانضغاط والانثناء في الخرسانة المصنوعة من نفس هذا الركام.

- ماهو الفرق بين الصلابة والصلادة لاي مادة ومن ضمنها الركام؟

الخواص الفيزياوية للركام Physical properties of aggregates

1- الوزن النوعي للركام (الكثافة النسبية) Specific gravity of aggregates

أنواعه :- أ- الوزن النوعي المطلق (الحقيقي) Absolute Specific gravity

وهو نسبة وزن حجم معين من الركام باستثناء المسامات الكتيمة والمنفذة للماء إلى وزن حجم مساو من الماء المقطر الخالي من الغازات في نفس درجة الحرارة

ب- الوزن النوعي الكلي Bulk Specific gravity

وهو نسبة وزن حجم معين من الركام بضمنه المسامات الكتيمة والمنفذة للماء إلى وزن حجم مساو من الماء المقطر الخالي من الغازات في نفس درجة الحرارة وهو المستخدم في الأعمال الخرسانية

ج- الوزن النوعي الظاهري Apparent Specific gravity

وهو نسبة وزن حجم معين من الركام المسامات الكتيمة إلى وزن حجم مساو من الماء المقطر الخالي من الغازات في نفس درجة الحرارة

- تعتمد الحسابات المتعلقة بالخرسانة على أساس إن الركام مشبع وجاف السطح (SSD) وذلك لان الماء الموجود في جميع مسامات الركام لا يشارك في التفاعلات الكيميائية للاسمنت ولذلك يمكن اعتباره جزء من الركام .

الوزن النوعي للركام الاعتيادي يتراوح بين (2.6-2.7)

يمكن حساب الوزن النوعي من العلاقة

$$Sp.Gr. = \frac{D}{B-(C-D)}$$

D : وزن النموذج مشبع جاف السطح

B: وزن الإناء مملوء بالماء

C: وزن الإناء مع النموذج ومملوء بالماء

2- الكثافة الإجمالية (الكلية) Bulk Density

تعرف بأنها كتلة وزن وحدة حجم الركام بالهواء في درجة حرارة معينة ويشمل ذلك المسامات الكتيمة والمنفذة للماء وتعتمد على :- - درجة رص الركام

- تدرج الركام
- شكل حبيبات الركام
- حالة الرطوبة للركام

المواصفة البريطانية تعتمد نوعين من الكثافة هي الكثافة الرخوة (المفككة) Loose density والكثافة المرصوصة Compacted Density .

- يستعمل للفحص اسطوانة معدنية متينة الصنع وغير قابلة للصدأ وبإبعاد قياسية تعتمد على المقاس الأقصى للركام وتحسب الكثافة بنوعيها من العلاقة

$$D = \frac{M}{V}$$

D: الكثافة M: الكتلة V: الحجم

- كما يمكن حساب نسبة الفجوات من العلاقة التالية

$$\text{نسبة الفجوات \%} = 1 - \frac{\text{الكثافة الإجمالية}}{1000 * \text{الوزن النوعي للركام}}$$

- اكبر كثافة إجمالية من خليط الركام الناعم والخشن يمكن الحصول عليها عندما تكون نسبة الركام الناعم 35% من كتلة الركام الكلي .

- لوزن نوعي معين تزداد الكثافة الكلية للركام عندما تقل نسبة الفجوات أي عندما يكون تدرج حبيبات الركام أفضل

3- المسامية والامتصاص:- Porosity and Absorption

- المسامية والامتصاص والنفاذية للركام لها تأثيرات كبيرة على الخرسانة بصورة عامة من خلال تأثيرها على :-

1- قابلية الربط بين الركام وعجينة الاسمنت
2- مقاومة الخرسانة للانجماد والذوبان
3- الاستقرار الكيمياوي ومقاومة البري والوزن النوعي

- مقاس المسامات في الركام متغير بشكل كبير من نوع إلى آخر واصغر هذه المسامات هو اكبر من مسامات الجل الموجودة في عجينة الاسمنت.

- بعض المسامات في الركام تكون داخلية والبعض يكون مفتوحا للخارج مما يسمح بدخول الماء إليه بكميات وبسرع تعتمد على حجم هذه المسامات ومدى استمرارها واتصالها .

- نسبة المسامات ت في الركام تتراوح بين (0-50)% وبما إن الركام يشكل 75% من الخرسانة فان مسامية الركام تعكس بشكل أو بآخر مسامية الخرسانة

4- محتوى الرطوبة Moisture Content

- الامتصاص يمثل كمية الماء الموجود في الركام وهو مشبع جاف السطح (SSD).
- أما محتوى الرطوبة فهو كمية الماء الفائض بالنسبة للركام المشبع وجاف السطح.
- محتوى الرطوبة الكلي = مجموع محتوى الامتصاص ومحتوى الرطوبة .
- بما إن خزن الركام يتم في العراء فيجب اخذ محتوى الرطوبة بنظر الاعتبار عند تصميم الخلطة الخرسانية

يمكن حساب محتوى الرطوبة حسب العلاقة:-

$$H = \frac{B-C}{C-A}\%$$

A :- كتلة الوعاء B: كتلة الوعاء والنموذج C: كتلة الوعاء والنموذج بعد التجفيف

انتفاخ الرمل Swelling of Sand

انتفاخ الرمل تأثير آخر للرطوبة في حالة الرمل والذي يشمل زيادة حجوم كتلة معينة من الرمل نتيجة وجود طبقة رقيقة من الماء حول حبيبات الرمل تؤدي إلى تباعدها

هذه الظاهرة تؤثر على الخلطة الخرسانية في حالة اعتماد الاسلوب ألحجمي لذلك يفضل الاسلوب ألوزني في تصميم الخلطات الخرسانية . في حالة الركام الخشن يتم إهمال الزيادة في الحجم نتيجة وجود الماء الحر على سطوح حبيباته وذلك لان سمك الطبقة يكون صغير جدا مقارنة مع مقاس حبيباته على العكس من الركام الناعم.

- بما ان الركام له خواص فيزيائية مختلفة عن عجينة الاسمنت، ماهي مقترحاتك او الافكار التي تدور في ذهنك لتطوير الخرسانة كمادة مركبة من الاثنين (عجينة الاسمنت والركام)؟

عدم ثبات الركام Unsoundness of aggregates

من الأسباب الفيزياوية لتغيير حجم الركام هي الانجماد والذوبان والتغيرات الحرارية وحركة الرطوبة فعندما يكون الركام غير ثابت فان هذه التغيرات تسبب ضرر للخرسانة على شكل تقشر موضعي وأحيانا شقوق سطحية كثيفة

فحص عدم الثبات حسب المواصفة الأمريكية :-

يتلخص هذا الفحص بتعريض الركام إلى عدد من دورات الغمر والتجفيف في محلول كبريتي (ملحي) حيث تسبب هذه العملية تحطم الجسيمات بسبب الضغط المتولد من البلورات الملحية المترسبة في الفراغات وتحدد درجة عدم ثبات الركام بمقدار النقصان في حجم الكتلة كما ويمكن تعريض الركام إلى عدد من دورات الانجماد والذوبان .