وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني التكنلوجي - البصرة
قسم التقنيات المدنية

الحقيبة التعليمية

Concrete Techniques

فـي

تقنيات الخرسانة لطلبة المرحلة الاولى

م.علي عدي هلال
2025

الحقيبة التعليمية
وصف المقرر
يتناول هذا المقرر دراسة المواد المستخدمة في الخرسانة، خصائصها، طرق الفحص، الخلط، الصب، المعالجة
المبررات
الحاجة إلى فهم تكنولوجيا الخرسانة باعتبارها مادة إنشائية أساسية
الفكرة المركزية
تمكين الطالب من فهم المبادئ الأساسية لتكنولوجيا الخرسانة واستخداماتها، وتطبيق المفاهيم النظرية والعملية لتحضير خرسانة ذات جودة مناسبة لمختلف المشاريع الهندسية
الفئة المستهدفة
طلبة المرحلة الثانية / قسم التقنيات المدنية
الاختبارات
•pre -test
: لتحديد الخلفية المعرفية الأولية لدى الطلبة حول الخرسانة ومكوناتها.
• post-test
: لتقييم مدى اكتساب الطلبة للمهارات والمعرفة بعد إتمام المقرر
الأهداف
بنهاية هذا المقرر يكون الطالب قادرًا على:
1. تمييز مكونات الخرسانة ووصف خصائصها.
2. تنفيذ عمليات الخلط والصب والمعالجة بشكل سليم.
3. إجراء اختبارات الخرسانة الطرية والمتصلبة.
4. تحليل نتائج الفحوصات وتفسيرها.
5. تطبيق المواصفات القياسية في العمل الحقلي.

وصف المقرر

1- اسم المقرر:
تقنيات الخرسانة 1
2- رمز المقرر:
2
3- الفصل / السنة: السنوي
فصلي/ السنة الاولى
4- تاريخ إعداد هذا الوصف :
14/ 02/ 2025
5- أشكال الحضور المتاحة :
حضوري فقط
6- عدد الساعات الدراسية (الكلي)/ عدد الوحدات (الكلي):
30 ساعة فصليا / 1 ساعة اسبوعياً/ 4 وحدات
7- اسم مسؤول المقرر الدراسي
الاسم: م. علي عدي هلال الآيميل : ali.helal@stu.edu.iq
8- اهداف المقرر
1- فهم الطالب خصائص الخرسانة: دراسة مكونات الخرسانة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية إجراءات الخلط، والنقل، والصب، والمعالجة، ويميز العيوب الشائعة، ويطبق مفاهيم الجودة والسيطرة على الخلطة الخرسانية لضمان أداء إنشائي سليم. 2- تحليل سلوك الخرسانة: دراسة سلوك الخرسانة تحت تأثير الأحمال المختلفة والظروف البيئية.4. تطبيق المعايير والمواصفات: فهم المعايير والمواصفات القياسية لصناعة الخرسانة وتطبيقها في المشاريع الهندسية.
9- استراتيجيات التعليم والتعلم

الاستراتيجية	1-استراتيجية التعليم تخطيط المفهوم التعاوني. 2-استراتيجية التعليم العصف الذهني. 3-استراتيجية التعليم سلسلة الملاحظات 4- استراتيجية المناقشة

10- بنية المقرر

الأسبوع	الساعات	مخرجات التعلم المطلوبة	اسم الوحدة او الموضوع	طريقة التعلم	طريقة التقييم
الاول	1	**تمكين الطالب من معرفة مبادئ عامة عن الخرسانة**	**مبادئعامة الخرسانة و انواعها الدارجة**	محاضرة نظري مع اعطاء فيديوهات توضيحية	الامتحانات الأسبوعية والشهرية واليومية والتحريرية وامتحان نهاية الفصل.
الثاني	1	**تمكين الطالب من معرفة مكونات مونة الاسمنت و و المواد الداخلة في صناعتها و استخداماتها**	**مونة الاسمنت**		
الثالث	1	**تمكين الطالب من معرفة الاسمنت البورتلاندي و انواعه و استخدام كل نوع**	**الاسمنت البورتلاندي**		
الرابع	1	**تمكين الطاب من معرفة مراحل عملية صناعة الاسمت و التفاعلاتات المهمه المصاحبة لعملية صناعة الاسمنت**	**صناعة الاسمنت**		
الخامس	1	**تمكين الطالب من معرفة اهم انواع الاسم المستخدمة في عمليات البناء و جعله قادر على التمييز بينها كذلك و تمكينه من معرفة مميزات و استخدامات كل نوع**	**انواع الاسمنت و استخداماته**		
السادس	1	**تمكين الطالب من معرفة انواع الاسمنت الثلاث الالومينى و التمددي و الطبيعي و معرفة الاحتلافات في الخواص الفيزيائية لكل منها و استخدامات كل نوع**	**الاسمنت الطبيعي و التمددي و الالومينى**		
السابع	1	**تعرف الطالب على عملية اماهة الاسمنت و مدى اهميتها في تفاعلات الخلطة الاخرسانية و مدةى تاثرها بخواص المواد الداخلة في تركيب الخلطة**	**عملية اماهة الاسمنت**		

الثامن	1	تمكين الطالب من معرفة الخواص الفيزيا للاسمنت و مدى تاثيرها على متانة و قابلية تشغيل الخلطة الخرسانية	خواص الاسمنت (النعومة,ثبات الاسمنت,فقدان الوزن بالاحتراق)		
التاسع	1	تمكين الطلاب من معرفة تاثير زمن التما البدائي و زمن التماسك النهائي للاسمنت و مدى تاثيره على الخ الخرسانية و كيفية حسابه مختبريا	زمن التماسك االبدائي و النهائي		
العاشر	1	تمكين الطالب من معلرفة خواص الخرسا الفيزيائية من مقاومتها لقوى الشد الخارجي و قوى الانضغاط الخارجي و مقدار مقاومة الخرسانة كل نوع من انواع القوى	قوة الانضغاطية و مقاوة الشد		
الحادي عشلر	1	تمكين الطالب من معرفة خواص الركام الداخل في صناعة الخلطة الخرسانية و كيفية الحصول عليه من مصادر الطبيعة و صناعيا	الركام و تصنيفاته و طرق اخذ العينات		
الثاني عشر	1	تمكين الطالب من معرفة تاثير شكل حبيبا الركام على قابلية تشغيل الخلطة الخرسانية و كيفية تصنيف الركا على اساس شكل حبيباته	شكل حبيبات الركام		
الثالث عشر	1	تمكين الطالب من معرفة الوزن النوعي للركام و انواع الوزن النوعي و ايهما يؤخذ بنظر الاعتبار في حسابات الخلطة الخرسانية	الوزن النوعي للركام		

الرابع عشر	1	**تمكين الطالب من معرفة تدرج الركام و كيفية اجراء تجربة التحليل المنخلي**	**تدرج الركام**		
الخامس عشر	1	**تمكين الطالب من معرفة الخواص الميكانيكية للركام و مدى تاثيرها على مت الخلطة**	**الخواص الفيزيائي للركام (المسامية الامتصاص , التاكل , تضخم الرمل) الخواص الفيزيائي للركام (المسامية, الامتصاص, ا لتاكل , تضخم الرم**		
السادس عشر	1				
السابع عشر	1	**تمكين الطالب من التعرف على اهم المواد الضارة في الركام و كيفية التخلص منها و مدى تاثيرها على متانة الخلطة**	**المواد الضارة في الركام**		
الثامن عشر	1	**تعريف الطالب على التفاعل القلوي للركام مدى تاثيره على متانة الخلطة و كيفية التقليلي من اثره**	**التفاعل القلوي للركام**		
التاسع عشر	1	**تمكين الطالب على التعرف انواع الركام الخفيف و الركام الثقيل وكيفية الحصول على كلاهما في الطبيعة و صناعيا**	**الركام الخفيف و الركام الثقيل)**		
العشرون	1	**معرفة الطالب بالركام الصناعي و كيف الحصول عليه**	**الركام الصناعي**		

الواحد و العشرون		**تمكين الطالب من التعرف على اهم العيوب الشائعة في الخرسانة و كيفية معالجتها**	**العيوب الشائعة الخرسانة**		
الثاني و العشرون	1	**تمكين الطالب على معرفية اهمية اضافة السيلكا فيوم الى الخلطة الخرسانية معرفة اهمية ماء الخلط و ماء المعالجة معرفة اهم المواد المضافة المستخدمة و الداخل في تصنيع الخرسانة**	**السيلكا فوم و الرماد المتطاير**		
الثالث و العشرون	1		**الماء المستخدم الخلطة الخرسانية**		
الرابع و العشرون	1		**المواد المضافة و اسباب استعمالها**		
الخامس العشرون الى الثلاثون	1				

11- تقييم المقرر

توزيع كالتالي: 20 درجة امتحانات نظرية لمنتصف الفصل الاول. 20 درجة امتحانات عملية لمنتصف الفصل الاول .10درجات امتحانات يومية وتقييم مستمر. 50 درجة امتحان نهاية الفصل

12- مصادر التعلم والتدريس	
الكتب المقررة المطلوبة (المنهجية أن وجدت)	**1-تكنولوجيا الخرسانة -الدكتور مؤيد نوري الخلف** **2-كتاب تقنيات الخرسانة —** د. باسم عبد الله، جامعة بغداد **3-مقدمة في تقنيات الخرسانة —** د. محمد طارق، الجامعة التكنولوجية بغداد **4-أساسيات الخرسانة المسلحة —** د. علي حسين، جامعة الموصل
المراجع الرئيسة (المصادر)	Neville, A. M. (2011). "Properties of Concrete" (5th ed.). Pearson Education Limited. Gambhir, M. L. (2013). Concrete technology (5th ed.). Tata McGraw-Hill. Shetty, M. S. (2005). Concrete technology: Theory and practice (6th ed.). S. Chand Publishing

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات المدنية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

تقنيات الخرسانة

لطلبـــة المرحلـــة الأولـــى

By
م.علي عدي هلال
القسم: التقنيات المدنية

2025

1/نظرة عامة

A / 1 الفئة المستهدفة:-

طلبــة المرحلــة الأولـى
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم التقنيــات المدنية

B/ 1 الدوافع -:

التعرف على مادة الخرسانة و مدى استخداماتها في مجالات البناء, دراسة مكونات الخرسانة و معرفة تاثيرها عى خواص الخلطة الخرسانية

C/ 1 الفكرة الرئيسة -:

1 -تعريف الخرسانة

2 -دراسة مكونات الخرسانة

3 -التعرف على اهم المضافات المستخدمة لتحسين الخرسانة

4- دراسة انواع الركام و معرفة خواصه الميكانكية

5- دراسة

D/ 1 الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة الأولى، سيكون الطالب قادرًا على

1 -معرفة تركيب الخرسانة و استخداماتها في مجالات البناء

2- معرفة الية صناعة الاسمنت و اهم التفاعلات المرافقة

3- التعرف على انواع الركام الداخل في صناعة الخرسانة

الصف الإلكتروني

https://classroom.google.com/c/Nzg2MzgzNjkyMTgy?cjc=yulyel47

الصف الإلكتروني يحتوي الى المواد الدراسية والمهام

قائمة تشغيل Youtube

https://youtube.com/channel/UC6z81AGKxRHqhkbc73dC-zg?si=UdckwgsGNQN5inte

قائمة تشغيل تحتوي على مجموعة من الفيديوهات لمادة تقنيات الخرسانة

الأسبوع الأول والثاني
==========
مبادئ عامة عن الخرسانة
تعريفها مصطلحاتها

ما هي الخرسانة ماذا تعرف باللغة الدارجة ما هي مكوناتها ما هي نسب المواد الداخلة أو المكونات

الخرسانة

عبارة عن مادة يتم صناعتها من خلط ***الاسمنت*** مع ***الركام*** (رمل + حصو) مع ***الماء*** يعمل الاسمنت كمادة فعالة تمتلك خواص تماسكيه وتلاصقيه بوجود الماء مكونة كتلة صلبة جدا مشابهة للصخور.
عند خلط الاسمنت مع الماء فقط يسمى الخليط ***بالعجينة الاسمنتية*** وتدعى العجينة الاسمنتية المتجمدة بالاسمنت المتحجر وهذا الخليط (العجينة الاسمنتية) غالية الثمن جدا لذلك تستخدم مجاميع الركام مع هذه العجينة لإنتاج الخرسانة بحيث يزداد حجمها. حيث يتم خلط هذه المواد بنسب معينة تختلف حسب المواصفات المطلوبة للخرسانة الناتجة. ومن مميزات الخرسانة إنها عبارة عن عجينة لدنة تأخذ شكل القالب الذي توضع فيه عندما تكون طرية وتسمى ***بالخرسانة الطرية*** وتفقد لدونتها تدريجا بعد الصب إلى أن تفقدها تماما تسمى ***الخرسانة الخضراء*** ثم تتصلب مع الزمن نحصل على خرسانة قوية تسمى ***بالخرسانة المتصلبة*** وتكون مادة قويه جدا وخصوصا في تحملها للضغط لكن تحملها للشد ضعيف لذلك يضاف معها الحديد لزيادة تحملها للشد وتسمى ***بالخرسانة المسلحة***.

تركيب الخرسانة

إن الخرسانة من حيث تركيبها تعتبر كتلة غير متجانسة متكونة من حبيبات الركام المختلفة الإحجام المخلوطة مع بعضها بدون نظام معين ومتماسكة مع بعضها بواسطة العجينة الاسمنتية المتحجرة وتحتوي الخرسانة على مسامات وفراغات داخلية مملوءة بالماء

والهواء إن هذا التركيب يحدد صفاتها الفيزيائية الميكانيكية كذلك فان الظواهر الفيزيائية والكيماوية التي تحدث أثناء صب وتجمد الخرسانة إلى تغيير الخواص بمرور الزمن .

أنواع الخرسانة

من أشهر أنواع الخرسانة هي ***الخرسانة الاعتيادية الغير مسلحة*** والمستخدمة بكثرة للتبليط والسدود وغيرها وهنالك ***الخرسانة المسلحة*** بقضبان الحديد وتستخدم في شتى مجالات البناء من سقوف وأعمدة وأسس في أي مكان يتطلب قوة شد عالية. وكذلك هنالك ***الخرسانة المسبقة الجهد*** ومن مميزاتها استخدام سمك اقل من الخرسانة الاعتيادية وتستخدم في شتى المجالات وخصوصا عندما نحتاج فضاءات كبيرة ويتطلب هذا النوع إلى طرق فنية وإمكانيات تقنية عالية وكذلك هنالك نوع يسمى ***بالخرسانة المسبقة الصب*** وهي التي تصب في المعامل وتستخدم في ركائز الأسس والأبنية الجاهزة.

مونة الاسمنت

مونة الاسمنت عبارة عن خليط من ***الاسمنت*** و***الرمل***(الركام الناعم) مع ***الماء*** وبنسب حجميه محددة لإنتاج هذه المونة وتستخدم في أعمال اللبخ وتطبق الكاشي والسيراميك والبناء وغيرها حيث تعمل العجينة الاسمنتية على ربط حبيبات الرمل مع بعضها وقد يطلق على مونة الاسمنت ***بملاط الاسمنت***.

ح= ٠,٨٧ (س + ل)

حيث

ح حجم المونة س حجم الاسمنت ل حجم الرمل

اذا كان حجم المونة ١ م٣ ونسبة الخلط ١:٣

١=٠,٨٧ (س + ٣س)

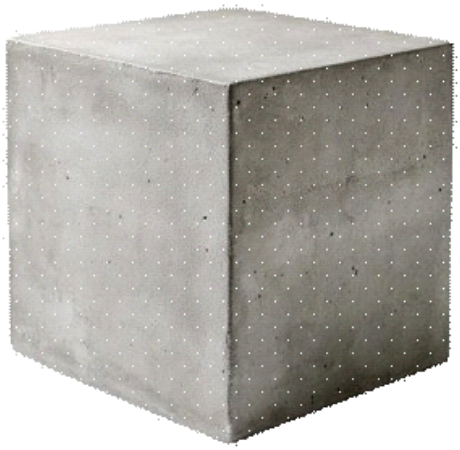
٤س= ١\٠,٨٧

س=١,١٥ \٤ = ٠,٢٨٨ م٣ ل= ٠,٨٦ م٣

اذا كانت كثافة الاسمنت ١٤٠٠ كغم \م٣

وزن الاسمنت ٠,٢٨٨ * ١٤٠٠ = ٤٠٣ كغم اي تقريبا ٨ كيس اسمنت

ح= ٠,٦٧ (س+ ل + ص)
حيث ح حجم الخرسانة ، س حجم الاسمنت ، ل حجم الرمل ، ص حجم الحصو
اذا كان حجم الخرسانة ١ م٣ ونسبة الخلط ١:٢:٤
١= ٠,٦٧ (س + ٢س + ٤ س)
١=٠,٦٧(٧س)
س=١\(٠,٦٧*٧) = ٠,٢١٣ م٣ أي ٢٩٨ كغم اي ٦ كيس تقريبا



الأسبوع الثالث والرابع والخامس

==========

الاسمنت البورتلاندي تركيبه صناعته وأنواعه

ما هو الاسمنت البورتلاندي ما هي أنواعه ما هي مكوناته الأساسية

الاسمنت

الاسمنت عبارة عن مادة تمتلك خواص تماسكيه وتلاصقيه بوجود الماء وهذه الخواص تجعله قادرا على ربط الأجزاء المعدنية (الركام) مع بعضها وتحولها إلى كتلة متراصة.

ويطلق هذا التعبير على مواد مختلفة تقوم بهذا العمل كمادة رابطة في البناء منها الطين ، الطين مع القير أو القير وكذلك الجبس ، واستخدم البابليون النورة وسيطروا على عملها كذلك استخدموا نوعا مشابها للإسمنت الأبيض (نوره +تراب ناعم +رمل +طين) .

الاسمنت الذي يخصنا في صناعة الخرسانة له خاصية التماسك والتصلب بفعل التفاعلات الكيماوية بوجود الماء.

تم بناء الأهرامات باستخدام مواد رابطة إسمنتية (جير +جبس) محروقة.

الخرسانة الأولى في التاريخ من الحجر الجيري بعد تكليسه واستخدمت مع الرمل مع الحجر المكسر.

تم اكتشاف الاسمنت البورتلاندي عام ١٨٢٤ م وذلك بحرق مواد طينية مع حجر جيري مكسر ومسحوق ناعما في فرن إلى أن يتم توليد غاز ثاني أوكسيد الكربون وبدرجة حرارة اقل من تلك اللازمة لإنتاج الكلنكر .

عام ١٨٤٥ م تم إكمال الصناعة بحرق الماد إلى تكون الكلنكر وسمي بورتلاندي لكونه مشابه لأحجار جزيرة بورتلاند.

تم إنشاء أول شركة اسمنت عراقية عام ١٩٣٦ م وأنتج أول اسمنت عراقي عام ١٩٤٩ م في معمل اسمنت بغداد.

صناعة الاسمنت

يصنع الاسمنت البورتلاندي من مواد كلسيه والموجودة في الحجر الجيري أو الطباشيري ومن الألومينا والسيلكا
الموجودة في المواد الطينية

CaO اوكسيد الكالسيوم ويتم الحصول عليه من كربونات الكالسيوم $CaCO3$

$SiO2$ السليكا يتم الحصول عليها من الطين

$Al2O3$ الألومينا يتم الحصول عليها من الطين

كما يتم إضافة بعض من اوكسيد الحديد $Fe2O3$ كعامل مساعد للحصول على التركيب النهائي

تدخل هذه المواد بنسب معينة لإنتاج الاسمنت ويجب السيطرة على هذه النسب للحصول على مواصفات الاسمنت المطلوبة كما إن هناك بعض الشوائب وهي

MgO المغنيسيا

$K2O$, $Na2O$, أوكسيدي البوتاسيوم والصوديوم ويعرفا بالقلويات

تتم عملية سحق وخلط المواد الأولية أما بوجود الماء أو عدم وجوده لذلك تم تقسيم عملية الصنع إلى طريقتين الطريقة الرطبة والطريقة الجافة

تسحق المواد الأولية وفي الطريقتين الجافة والرطبة ويتم ضخ المزيج الملاط في الطريقة الرطبة والحاوي على نسبة ماء تتراوح ٣٥ – ٥٠ % حيث يخزن هذا الملاط في خزانات الملاط وتستعمل عملية الخلط الميكانيكية أو بواسطة ضخ الهواء المضغوط من أسفل الخزانات وذلك لمنع الترسيب للمواد العاقة في الماء وإبقائه بشكل متجانس ويتم التأكد من نسب الخلط عن طريق التحليل الكيماوي . أما في الطريقة الجافة تسحق الماد الطينية والكلسية وتوضع بنسب معينة داخل الطاحونة حيث تجفف وتسحق إلى مسحوق ناعم يسمى بالدقيق الخام ويضخ إلى داخل خزان الخلط ويتم تصحيح نسب الخلط ثم ينخل ويوضع على صحن دوار ويضاف له الماء بنسبة تصل إلى ١٢% وتتكون بهذه الطريقة كرات بقطر ١٥ ملم تحمص هذه الكرات .

PORTLAND CEMENT
50 KG
٥٠ كيلو
www.alkhalijholding.com
ملتزمون ببناء قطر
nnitted to build Qatar

ويتم إدخال المواد الأولية في كلا الطريقتين من أعلى الفرن الدوار ذو انحدار معين ومع دوران الفرن يمر المزيج ببطء من أعلى الفرن إلى أسفله ويتم تسخين الفرن بأحد أنواع الوقود وبمرور المزيج من أعلى الفرن الدوار إلى أسفله تزداد درجة سخونة المواد تدريجيا حيث يتم طرد الماء أولا ثم انبعاث غاز ثاني اوكسيد الكاربون ثم بعد ذلك تمر المواد بسلسلة تفاعلات كيماوية إلى أن يتم تكون الكلنكر وهي عبارة عن كرات ذات أقطار ٣-٢٥ ملم وتصل حرارة الفرن إلى ١٤٠٠-١٥٠٠ درجة مئوية ثم يتم تبريد الكلنكر ويتم طحن الكلنكر المبرد بعد إضافة الجبس طحنا ناعما وذلك لمنع حدوث التجمد الفجائي للإسمنت عند إضافة الماء إليه ويتم طحن الكلنكر بواسطة طاحونة الكرة وتتكون من عدة غرف تحوي كل منها كرات حديدية .

للمقارنة بين الطريقتين نذكر النقاط التالية

١- بما أن نسبة الماء للماد الأولية في الطريقة الرطبة أعلى بكثير منها في الجافة فأن حجم الفرن في الطريقة الرطبة يجب إن يكون اكبر بكثير مما هو عليه بالطريقة الجافة.
٢- كمية الوقود اللازمة في الطريقة الرطبة أعلى منها في الطريقة الجافة بسبب كثرة الماء في المواد الأولية.
٣- تكون عملية الخلط في الطريقة الرطبة أكثر سهولة والحصول على مواد متجانسة أكثر
٤- الطريقة الجافة أكثر اقتصادية من الرطبة وخصوصا إذا كانت المواد الأولية جافة
٥- تحتاج المكائن والمعدات في الطريقة الجافة إلى صيانة أكثر من الطريقة الرطبة.

تركيب الاسمنت الكيمياوي

المواد الأولية التي تدخل في صناعة الاسمنت هي الجير والسيلكا الألومينا وأوكسيد الحديد هذه المواد تتفاعل مع بعضها داخل الفرن مكونة مركبات أكثر تعقيدا وكمية قليلة من الجير غير المتحد بسبب عدم توفر الوقت اللازم لاتحاده وتستمر التفاعلات إلى أن تصل إلى حالة من التوازن الكيماوي وبذلك فأن ناتج حرق الكلنكر يحتوي على أربع مركبات أساسية هي

سليكات ثلاثي الكالسيوم 3CaO.SiO2 C3S

سليكات ثنائي الكالسيوم 2CaO.SiO2 C2S

الومينات ثلاثي الكالسيوم 3CaO.AL2O3 C3A

الومينات حديد رباعي الكالسيوم C4AF
4CaO.AL2O3.Fe2O3

إن سرعة تبريد الكلنكر تؤثر على درجة بلورته وعلى كمية المواد الغير المتبلورة الموجودة والتي تسمى بالزجاج حيث إن خواص هذه المواد تختلف عن المواد المتبلورة

C3S تكون بكميات كبيره ويكون على شكل حبيبات صغيره متساوية الأبعاد تتحلل أثناء تبريدها تحت درجة ١٢٥٠ درجة مئوية لكن إذا كان التبريد بطيئا فهي تبقى ثابتة ومستقرة في درجات الحرارة الاعتيادية

C2S تأخذ عدة إشكال ألفا وبيتا و كاما اعتمادا على درجة الحرارة ومعدل التبريد ولكن حسب معدل التبريد للإسمنت في المعامل ألاعتيادية تبقى بشكل بيتا وهي على شكل حبيبات مدورة تؤامية

C3A يكون بشكل بلورات مستطيلة الشكل

C4AF عبارة عن محلول جامد

إن نسبة هذه المواد في الاسمنت هي

C3S	C2S	C3A	C4AF
%٥٤	%١٧	%١١	%٩

علما إن الكمية الحقيقية لمختلف مركبات الاسمنت تختلف من اسمنت إلى أخر ويمكن الحصول على أنواع مختلفة باستعمال نسب مناسبة من المواد ألأولية .

هنالك بالإضافة إلى المركبات ألأساسية في الاسمنت مركبات ثانوية على شكل اكاسيد وتسمى بالثانوية نظرا لقلة وزنها وهي عبارة عن اكاسيد مثل
Mn2O,TiO2,MgO,Na2O,K2O

K2O,Na2O اوكسيدي الصوديوم والبوتاسيوم وهي من المركبات المهمة وتسمى بالقلويات ويتراوح وزنها بين ٠.٤-١.٣ % وهذه القلويات تعتبر ضاره بالخرسانة كونها تتفاعل مع السليكا الفعالة في الركام ضمن الخرسانة ويصاحب هذا التفاعل زيادة في حجم نواتجه مما يؤدي إلى تشقق الخرسانة وتلفها ويتم تقليل هذا التفاعل أما باستخدام أسمنت حاوي نسبة قليلة من القلويات اقل من ٠,٦% أو إضافة سليكا مسحوقة سحقا ناعما.

SO_3 ينتج بصوره رئيسية من الجبس المضاف إلى الكلنكر أثناء طحنه كما قد يوجد بصورة كبريتيد في المواد الغير نقية، تحدد المواصفات نسبة SO_3 بحدود ٢.٥-٣%
MgO المغنيسيا نسبتها تتراوح من ١-٤% وبحد أعلى ٥ % للسيطرة على تمدد الخرسانة .
الفسفور والمنغنيز والتيتانيوم تأثيرها قليل وذلك لوجودها بنسب قليلة اقل من ١% جميعا .

أنواع الاسمنت

١-***الاسمنت البورتلاندي ألاعتيادي*** يستخدم في كافة المجالات الإنشائية والبناء

٢-***الاسمنت سريع التصلب*** وهو مشابه للإسمنت الاعتيادي لكنه يطور المقاومة بشكل أسرع

حيث إن زمن التماسك مشابه للإسمنت الاعتيادي لكن مقاومته خلال ٣ أيام تعادل مقاومة الاسمنت الاعتيادي خلال ٧ أيام ويرجع ذلك إلى إن نسبة C_3S أعلى والطحن أنعم كذلك فأن سرعة انبعاث الحرارة الناتجة عن التفاعل عالية .

الاسمنت السريع التصلب الممتاز يتم الحصول على هذا النوع من الاسمنت من إضافة كلوريد الكالسيوم بنسبة لا تزيد عن ٢% وبذلك تزداد سرعة التجمد(التماسك) وسرعة التصلب .

الاسمنت ذو المقاومة المبكرة العالية والفوق ألاعتيادية نحصل على هذا النوع من الاسمنت بواسطة طحنه إلى نعومة فائقة ولذلك يضاف له جبس عند الطحن بنسبة اكبر .

٣- ***الاسمنت البورتلاندي واطئ الحرارة*** يستعمل هذا النوع في الكتل الخراسانية الضخمة ويتم الحصول عليه بواسطة زيادة C_2S وتقليل C_3S و C_3A

٤- ***الاسمنت المعدل*** يتكون هذا الاسمنت من ٦٠% من الاسمنت واطئ الحرارة و ٤٠% أسمنت اعتيادي

٥- ***الاسمنت المقاوم للكبريتات*** يحتوي هذا الاسمنت على نسبة قليلة من C_3A

٦- ***الاسمنت الأبيض*** يصنع هذا النوع من الطين الأبيض زائدا مواد كلسية خالية من الشوائب حيث تحتوي هذه المواد على نسب قليلة من اوكسيد

الحديد والمنغنيز كذلك لا يطحن في طاحونة ذات كرات حديدية بل كرات من سبائك أخرى لا تحوي الحديد في تركيبها
٧- ***الاسمنت الملون*** ويتم الحصول عليه بإضافة اكاسيد ملونة إليه
٨- ***الاسمنت المانع لنفاذ الماء*** يتم الحصول عليه من إضافة مواد معينة مانعة لنفاذ الماء
وهناك أنواع كثيرة من المضافات والمواد التي تحسن من احد خواص الاسمنت أو الخرسانة.

الأسبوع السادس

==========

الاسمنت الطبيعي الاسمنت التمددي الاسمنت الألومينـي

ما هو الاسمنت الطبيعي وما هو فرقه عن البورتلاندي

الاسمنت الطبيعي

يصنع الاسمنت الطبيعي من تكليس أحجار الاسمنت الطبيعية المتكونة من الحجر الجيري الطيني الحاوي على نسب كافية من الألومينا والسيلكا (التكليس المعالجة بالحرارة) ويكون التكليس في درجات حرارة اقل من تلك اللازمة لإنتاج كلنكر الاسمنت البورتلاندي مما يؤدي إلى قلة المركب C3S في هذا النوع من الاسمنت ولذلك يكون تصلبه بطيئا بعد عملية التكليس يطحن كلنكر الاسمنت الطبيعي ونتيجة للمقاومة السريعة والمميزات الأخرى للإسمنت البورتلاندي أصبح استعمال الاسمنت الطبيعي قليلا.

الاسمنت التمددي

هنالك عدد من التفاعلات تسبب تمدد عجينة الاسمنت وحصول هذا التمدد في الخرسانة المتصلبة يؤدي إلى تشققها وتلفها ومن هنا نشأت فكرة إيجاد نوع من الاسمنت يعرف ***بالإسمنت التمددي*** حيث ينتج عن استعمال هذا النوع تمدد مفيد في الفترات المبكرة وزيادة حجم عجينة الاسمنت بدون تلف هيكلها. ويتكون هذا الاسمنت من ***الاسمنت البورتلاندي*** الاعتيادي مع ***عامل تمددي*** و***مادة مثبتة***. ويتم الحصول على العامل تمددي من حرق

خليط الجبس والبوكسيت والحجر الجيري الطباشيري إذ تتكون كبريتات الومينات الكالسيوم (بصوره رئيسية C5A3)، بوجود الماء تتفاعل هذه المواد مكونة سلفو الومينات الكالسيوم المائية المعرفة بالأترنكايت حيث يرافقها تمدد العجينة الاسمنتية ويجب أن تتناسب مكونات الاسمنت بصوره دقيقة وبصوره عامه يخلط ٨-٢٠ جزء من كلنكر سلفو الومينات مع ١٠٠ جزء من الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي مع ١٥ جزء من من مادة مثبتة وبما إن التمدد يحصل فقط عندما تكون الخرسانة رطبة فلا بد من السيطرة على المعالجة (سقي الخرسانة بالماء بعد الصب) بصوره جيدة وبذا يتضح بأن استعمال الاسمنت التمددي يتطلب مهارة وخبرة عالية.

الاسمنت الألومينى أو عالي الألومينا

يصنع هذا النوع من ***صهر الحجر الجيري أو الحجر الجيري الطباشيري والبوكسايت*** (أحجار متكونة من الومينا متميئة، اكاسيد حديد والتيتانيوم وقليل من السليكا) الى درجة السيولة ثم يطحن كلنكر الاسمنت الألومينى ذو اللون الرمادي إلى أن تصل نعومته إلى ٢٢٥٠-٣٢٠٠ سم ٢/غم يختلف هذا النوع عن الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي بأنه يحوي نسبة عالية من الألومينا وعلى نسبة من الجير والسيلكا اقل. المواصفات تحدد اقل نسبة للألومينا في هذا النوع ب ٣٢ % ونسبة الألومينا إلى الجير بين ٠.٨٥-١.٣ والمركبات الأساسية لهذا النوع الومينات أحادي الكالسيوم بدلا من السيلكات في الاسمنت الاعتيادي وكذلك بعض الومينات سليكات الكالسيوم سليكات ثنائي الكالسيوم والحديد بشكل مركبات مختلفة. يتميز هذا النوع بمقاومته للكبريتات والمواد الكيمياوية لذلك يكون صالحا لصناعة الأنابيب. كذلك يحصل هذا النوع على ٨٠% من مقاومته النهائية خلال ٢٤ ساعة بينما يحصل الاسمنت الاعتيادي على معظم مقاومته بعمر ٢٨ يوم. ونتيجة لسرعة تفاعل هذا النوع فان انبعاث الحرارة الناتجة عن التفاعل كبيرة لذلك لا ينفع استخدام هذا النوع في الأجواء الحارة والكتل الضخمة ويكون نافعا في الأجواء الباردة حدا للمحافظة على الماء الشعري من الأنجماد . ولقد أوقف استخدام هذا النوع من الاسمنت في عدد كبير من الدول الأوربية وذلك لحصول انهيارات في بعض الأبنية التي استعمال هذا الاسمنت في هياكلها وبد فترة طويلة من إكمالها.

الاسمنت البوزلاني

هذا الاسمنت عبارة عن خليط من الاسمنت الاعتيادي و البوزلانا ويمكن تعريفها بأنها مواد سيليكية وسيليكية الومينية ، وهذه المواد لاتمتلك صفات رابطة لوحدها ولكن عند طحنها بشكل ناعم وبوجود الماء تتفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم في درجات الحرارة الاعتيادية لتكوين مركبات إسمنتية ، من الضروري أن تكون البوزلانا مطحونة بشكل ناعم جدا وذلك لكي تتفاعل مع الجير (الناتج أو المتحرر من أماهة السيلكا الموجودة في الاسمنت الاعتيادي) وبوجود الماء ليكون سليكات الكالسيوم المستقرة والتي لها خواص إسمنتية . تتواجد المواد البوزلانية في الطبيعة كالرماد البركاني والاحجار الاوبالية الرخوة والصخور الصوانية . هذا الاسمنت يقلل في اكتساب المقاومة في الأوقات المبكرة ومن ثم الحصول على نفس المقاومة أو أكبر فيما بعد .

الأسبوع السابع والثامن
==========

خواص الإسمنت الإماهة النعومة الفقدان بالاحتراق ثبات الإسمنت

ما هي الإماهة ما المقصود بالنعومة والثبات ما هو تأثير الخزن على الإسمنت

إماهة الإسمنت

هي عملية إضافة الماء للإسمنت حيث ينتج عن ذلك سلسلة من التفاعلات والتي بموجبها تتكون مادة العجينة الإسمنتية وهي مادة رابطة أي إن السيلكات والألومنيات تكون مركبات جديدة وهذا ما يطلق عليه بعملية الإماهة وبمرور الوقت تتحول نواتج عملية الإماهة إلى كتلة متينة وصلبة تعرف بعجينة الإسمنت المتصلبة

النعومة

إن الخطوة الأخيرة في عملية صناعة الإسمنت هي عملية طحن الكلنكر ،وبما أن عملية الإماهة تبدأ بسطوح حبيبات الإسمنت فالمساحة السطحية الكلية للحبيبات تمثل المادة المتوفرة للإماهة والمساحة السطحية مقياس للنعومة لذلك فان سرعة الإماهة تعتمد على كبر المساحة السطحية للإسمنت أي زيادة النعومة لذلك لزيادة سرعة الحصول على مقاومة لابد من زيادة النعومة كذلك أن زيادة النعومة يمكن حبيبات الإسمنت من تغطية سطوح حبيبات الركام بصوره متكاملة أكثر من المسحوق الخشن وبذلك يكون التماسك والتلاصق بين الملاط الإسمنتي أفضل كذلك فأن النعومة ألأكبر تزيد من قابلية التشغيل للخرسانة كذلك تعمل على تقليل عملية النضح (صعود الماء الى سطح الخلطة) بالنظر لقلة قابلية ترسيب الحبيبات الناعمة ، إن اكتمال عملية اماهة المادة الإسمنتية يعتمد على خشونة حبيباته . كذلك إن زيادة نعومة الإسمنت يعني زيادة كلفة الطحن مما يستوجب تحديد نعومة الإسمنت كذلك إن زيادة نعومة الإسمنت يجعله شديد التأثر بالظروف الجوية والرطوبة كذلك فان زيادة النعومة تؤدي الى زيادة فاعلية القلويات وتفاعلها مع السليكا الحرة يتضح من ذلك بان النعومة من العوامل المهمة ويجب السيطرة عليها .

هنالك طرق متعددة لقياس النعومة أهمها ما يتم من خلاله قياس المساحة السطحية النوعية أي قياس المساحة السطحية بالسنتيمتر المربع لكل غم من المادة فكلما زادة النعومة تزداد المساحة السطحية للمادة

وهنالك طريقة مختبرية سريعة لمعرفة الاسمنت القديم باستخدام منخل ناعم جدا بقياس ٩٠ مايكرون (رقم ١٧٠) يجب ان لا يزيد المتبقي عن ١٠%

بأخذ نموذج بوزن ٥٠٠ غم من الاسمنت فاذا كان وزن المتبقي ٦٥ غم فان نسبة المتبقي ١٣% وهذا معناه فشل النموذج بالفحص في حالة استخدام منخل ٧٤ مايكرون (رقم ٢٠٠) نسبة المتبقي يجب ان لا تتجاوز ٢٢%

فقدان الوزن بالاحتراق

هو الفقدان في وزن النموذج بعد التسخين الى درجة الحرارة الحمراء أو الى ١٠٠٠ درجة مئوية وهو يعبر عن مقدار الكربنة وعملية الإماهة التي تحدث نتيجة لخزن الإسمنت لفترة طويلة أو تعرضه للظروف الجوية إن نسبة الفقدان المسموح بها حسب المواصفات العراقية هي ٤ %.

اذا كان نموذج وزنه ٤٠٠ غم من الاسمنت ادخل الى الفرن الى درجة الاحمرار ووزن فيما بعد فكان وزنه ٣٧٥ غم فان الفقدان بالوزن بالاحتراق هو ٦,٢٥% وهذا معناه انه فاشل في الاختبار في هذه المواصفة

ثبات الإسمنت

من الضروري عدم حصول تمدد لعجينة الإسمنت وخصوصا ذلك الذي يؤدي إلى تمزق عجينة الإسمنت المتصلبة عندما تكون تحت ظروف مقيدة . ويحصل هذا التمدد في حالة تأخر عميلة الإماهة للجير الحر والمغنيسيا الحرة(CaO,MgO)ويحصل ذلك إذا كانت المواد الخام الموضوعة في الفرن حاوية على جير أكثر من الذي يتحد مع الأكاسيد الحامضية فان الكمية الفائضة وتحترق بشدة في الفرن وهذا الجير المحروق يتميأ بصوره بطيئة جدا والإسمنت الذي يبدي تمددا يعرف بإسمنت غير ثابت الحجم علما أن الجير الداخل في مكونات الإسمنت لا يسبب عدم الثبات ذلك لأنه يتميأ سريعا قبل تجمد عجينة الإسمنت

حرارة الإماهة

يمكن تعريف حرارة الإماهة بأنها كمية الحرارة المنبعثة عند اماهة الإسمنت كليا في درجة معينة وتقاس بالجو أو السعرة /غم من الإسمنت الغير متميأ . فعند اماهة الإسمنت تنبعث الحرارة وبما أن الخرسانة موصل غير جيد للحرارة فان تميأ الإسمنت داخل الكتل الخرسانية الضخمة مثل الخزانات والسدود تكون مصحوبة بارتفاع كبير بدرجات الحرارة داخل الكتلة الخرسانية مما يؤدي الى انحدار شديد في درجات الحرارة بين داخل وسطح الكتلة الخرسانية مما يؤدي إلى تولد اجهادات مما قد تؤدي الى حدوث تشققات خطيرة. من ناحية ثانية في الجو البارد تمنع حرارة الإماهة من انجماد الماء الموجود داخل المسامات الخرسانة المصبوبة حديثا فيكون ذلك مفيدا في مثل هذه الحالات. لذلك يتم استخدام الإسمنت البورتلاندي الواطئ الحرارة في الكتل الخرسانية الضخمة بينما يستعمل الإسمنت البورتلاندي السريع التصلب في الأجواء الباردة لمنع حدوث انجماد للماء داخل الخرسانة، كذلك من الناحية العملية ليس المهم كمية

الحرارة الكلية المتولدة نتيجة للإماهة بقدر معدل سرعة انبعاث الحرارة، إن درجة حرارة المحيط تؤثر كثيرا على معدل انبعاث الحرارة كما إن نعومة الإسمنت تؤثر على معدل سرعة توليد الحرارة حيث إن بزيادة النعومة تزداد سرعة التفاعلات الكيماوية وبذلك تزداد سرعة انبعاث الحرارة لكن كمية الحرارة الكلية المتولدة لا تتأثر بذلك.

الأسبوع التاسع والعاشر

==========

زمن التماسك الابتدائي و النهائي قوة التحمل الانضغاطية ومقاومة الشد

كيف يتماسك او يتصلب وماهي مراحل ذلك

تماسك (تجمد) الإسمنت

عند خلط الإسمنت مع الماء تتكون عجينة الإسمنت هذه العجينة تفقد لدونتها تدريجيا وبمرور الزمن حتى تصل الى مرحلة التصلب عندما تفقد العجينة لدونتها تماما بحيث تستطيع تحمل ضغطا معينا يقال أنها تماسكت أو تجمدت تتم عملية التماسك على مرحلتين الأولى هي التماسك الابتدائي والثانية هي التماسك النهائي وبالرغم إن العجينة تكتسب خلال هذه الفترة بعض المقاومة لكن يجب أن نميز بين التماسك والتصلب الذي يشير إلى اكتساب المقاومة بمرور الوقت .

تتمثل أهمية التماسك في الأعمال الخرسانية في ضرورة بقاء الكتلة الخرسانية لدنة لفترة من الزمن نتمكن من خلال ها من نقل وصب ورص وصقل الخرسانة تحت ظروف عملية ومن ناحية ثانية يكون من الأفضل من الناحية الاقتصادية إن تتصلب كتلة الخرسانة وتكتسب بعض المقاومة في فترة معقولة بعد صبها في موقعها ولذلك تفهم عمليتي التماسك والتصلب لعجينة الإسمنت ضروري جدا وذلك للسيطرة على خواص الخرسانة الناتجة .

يتم قياس زمن التماسك الابتدائي وزمن التماسك النهائي باستخدام جهاز فايكت . إن زمن التماسك الابتدائي يشير الى بداية تجمد عجينة الإسمنت أما زمن التماسك النهائي فيشير الى بداية فترة التصلب واكتساب المقاومة تشترط المواصفات البريطانية إن لا يقل زمن التماسك الابتدائي عن ٤٥

دقيقة وأن لا يزيد التماسك النهائي عن ١٠ ساعات ، بصوره عامة يحصل التماسك الابتدائي ٢-٤ ساعة والتماسك النهائي بحدود ٥-٨ ساعة .
إن محتوى الماء لعجينة الإسمنت احد العوامل ذات التأثير الكبير على زمن التماسك ويزداد زمن التماسك بزيادة نسبة الماء ولذلك ينظم محتوى الماء لإعطاء عجينة ذات قوام قياسي عند فحص زمن التماسك. كذلك إن درجة الحرارة والرطوبة من العوامل المؤثرة على زمن التماسك لذلك تحدد المواصفات الظروف القياسية للفحص ب ١٤-١٨ درجة مؤية للحرارة والرطوبة لا تقل عن ٩٠% . كذلك النعومة من العوامل المؤثرة حيث بزيادة النعومة تزداد سرعة التماسك أي يقل زمن التماسك

مقاومة الإسمنت

تعتبر المقاومة الميكانيكية للإسمنت المتصلب من أهم الخواص اللازمة للأغراض الإنشائية وتعتمد مقاومة الملاط أو الخرسانة على تماسك عجينة الإسمنت ومقدار تلاصق عجينة الإسمنت بحبيبات الركام وعلى مقاومة الركام نفسه (سوف لن تؤخذ الخاصية الثالثة بنظر الاعتبار ويؤخذ ما يتعلق بالإسمنت فقط) .
وبصوره عامة لا تجرى فحوصات المقاومة على عجينة الإسمنت النقية بسبب عدم إمكانية تشكيلها في قالب ويستعمل على الأغلب مونة الإسمنت(ملاط)لغرض تعيين مقاومة الإسمنت (مونة الإسمنت والركام الناعم) هناك عدة أنواع لفحوصات مقاومة الإسمنت ويمكن تصنيفها كما يلي :-

١- الانضغاط المباشر
٢- الشد المباشر
٣- الانحناء (الانثناء)

ومن المعرف أن مقاومة مونة الإسمنت للشد اقل بكثير منها للضغط.

فحص مقاومة الانضغاط للإسمنت

هنالك طريقتان قياسيتان لفحص مقاومة الانضغاط للإسمنت يستعمل في أحداهما المونة (الملاط) وفي الأخرى الخرسانة وسنقتصر هنا على الأولى فقط .

فحص مقاومة الانضغاط لمكعبات مونة الإسمنت

يتم هذا الفحص باستخدام مكعبات المونة بطول ضلع ٥ سم حيث يتم استخدام مونة الإسمنت بنسبة الخلط

١:٣ أي جزء اسمنت الى ٣ رمل قياسي وحسب المواصفات ويتم الخلط لكل مكعب على حدة ٢٠٠غم من الإسمنت مع ٦٠٠ غم من الرمل القياسي و ٨٠ غم من الماء ويتم رص المكعبات بواسطة الهزاز الكهربائي
ثم تصقل الأوجه ويتم تغطيتها بغطاء مانع للتبحر لمدة ٢٤ ساعة ثم توضع في الماء ويتم فحص ٣مكعبات بعد ٣ أيام و٣ مكعبات بعد ٧ أيام والفحص يتم بعد رفع المكعبات مباشرة من الماء وعمر المكعب عند الصب يؤخذ من لحظة رصه بالهزاز

$$\text{المقاومة} = \frac{\text{قوة الكسر } N}{\text{مساحة المقطع } mm^2}$$

المقاومة حسب المواصفات الامريكية يجب ان لا تقل عن ١٥ N\mm^2
مكعب طول ضلعه ٥ سم وقوة الكسر كانت 39 KN فان
المقاومة =٣٩٠٠٠\٢٥٠٠ = ١٥,٦ نيوتن\ ملم٢

فحص مقاومة الشد

يتضمن هذا الفحص طريقة تعيين مقاومة الشد للإسمنت باستعمال عينات من مونة الإسمنت تصب في قوالب تعطيها الشكل المشابه للرقم ٨ باللغة الإنكليزية وبإبعاد خاصة بحيث يكون الكسر في اضعف منطقة بأبعاد ٢٥*٢٥ ملم ويتم تحضير وخلط كمية من المونة تكفي لستة نماذج بنسبة ١سمنت الى ٣ رمل ويتم خلط الإسمنت والرمل بشكل جاف ثم يضاف ماء بنسبة ٨% من مجموع وزني الإسمنت والرمل ويستخدم في هذا الفحص الإسمنت السريع التصلب ويتم الفحص بعد يوم واحد .

ألأسبوع الحادي عشر

==========

الركام وتصنيف الركام وطرق اخذ العينات شكل وملمس الحبيبات وقوة التحمل للركام

ما هو الركام أنواعه وكيف يتم تصنيف وتسمية كل صنف كيف يتم اخذ نماذج منه

الركـــــــــام

ان لنوعية وخواص الركام المستخدم مع الخرسانة تأثير كبير على الخرسانة وخواصها لكونه يشغـــــل ٧٠-٧٥ % من حجم الخرسانة . والركام عباره عن مادة حبيبية متدرجة الحجم من حبيبات صغيرة الحجم كالرمل وحبيبات كبيرة كالحصو ويكون المادة المالئة الخاملة نسبيا والمنتشرة خلال عجينة الأسمنت في الخرسانة إذ يعطي للكتلة الخرسانية استقراريها ومقاومتها للقوى الخارجية والعوامل الجوية المختلفة كالحرارة والرطوبة والانجماد كما ويقلل الركام من التغيرات الحجمية الناتجة من تجمد وتصلب عجينة الاسمنت او من تعرض الخرسانة للرطوبة والجفاف وبذا فان الركام يعطي للخرسانة متانة افضل مما لو استعملت عجينة الأسمنت لوحدها .

من ذلك يتبين انه عند اختيار ركام لغرض الاستعمال في خرسانة معينة يجب اخذ في نظر الاعتبار ما يلي:

١- اقتصادية الخلطة

٢- المقاومة الكامنة للكتلة المتصلبة

٣- المتانة المحتملة لهيكل الخرسانة

من خواص الركام المهمة هي تدرج حبيباته (التوزيع الحجمي للحبيبات) لغرض الحصول على هيكل خرساني كثيف يجب ان يكون تدرج حبيباته مناسبا(مطابق للمواصفات) وذلك بتحديد نسبة الركام الناعم (الرمل) والركام الخشن (الحصو) في الخليط .كذلك فأن تدرج الركام عامل مهم في السيطرة على قابلية تشغيل الخرسانة الطرية فعن تثبيت كمية الركام في كتلة خرسانية معينة فان قابلية التشغيل للخرسانة الطرية تزداد عند استعمال تدرج مناسب للركام مما يعطي قابلية اكبر لرص الخرسانة وبذلك تكون الحاجة إلى لكمية الماء اقل للخلطة والتي بدورها تؤدي إلى زيادة مقاومة الخرسانة الناتجة كذلك يوثر الركام على اقتصادية الخلطة فكلما كانت كمية الركام اكبر في حجم معين من الخرسانة كانت كلفة الخلطة اقل وذلك لكون الركام ارخص من الأسمنت (بشرط المحافظة على خواص

الخرسانة) ولغرض الحصول على خرسانة متينة يجب إن يتميز الركام بعدم تأثره بالعوامل الجوية والتي تؤدي إلى تفكك الركام ويجب إن لا يحصل تفاعل ضار بين معادن الركام ومركبات الأسمنت وكذلك خلو الركام من المواد الغير نقية والتي تؤثر على ثبات عجينة الأسمنت .

التصنيف العام للركام

تصنيف حبيبات الركام نسبة إلى حجمها

يتراوح حجم حبيبات الركام من بضع سنتيمترات إلى جزء من الألف من السنتيمتر ، وقد يختلف المقاس ألأقصى (الأكبر) المستعمل فعليا ولكن بصوره عامة يحتوي إي خليط حرساني (ركام) حبيبات بمقاسات مختلفة ويعرف هذا التوزيع الحجمي للحبيبات بتدرج الركام ويمكن تقسيم الحبيبات نسبة إلى حجمها إلى :

١- **الركام الخشن (الحصو)** يتضمن الركام الخشن مجموعة الحبيبات التي تحتجز معصمها (٩٥-١٠٠%) فوق منخل مقاس ٥ ملم وتشير المواصفات العراقية إلى إن الركام الخشن يكون احد الأنواع الثلاثة حصى غير مكسر أو حصى مكسر(أو بدلا عنه حجر مكسر) أو مكسر جزئيا اي خليط من حصى مكسر وغير مكسر

٢- **الركام الناعم (الرمل)** يتضمن الركام الناعم الركام المار من منخل ٥ ملم (٩٥-١٠٠%) ويكون المقاس الأدنى للحبيبات هو ٠.٠٧ ملم على ان لا تكون نسبة المتبقي على منخل ٥ ملم والمواد الناعمة اقل من ٠.٠٧ ملم أكثر من النسب المسموح بها في المواصفات ويكون الركام الناعم احد الأنواع رمل طبيعي ناتج عن التعرية الطبيعية ، رمل الحجر المكسر او رمل الحصى المكسر ناتج من تكسير الحصى الخشن او الحجر .

علما ان المادة التي تتراوح مقاس حبيباتها بين ٠.٠٦ – ٠.٠٠٢ ملم تعرف بالغرين والمادة التي تكون حبيباتها اصغر من .٠.٠٠٢ ملم تعرف بالطين .

٣- الركام الشامل وهو خليط من الركام الناعم والركام الخشن .

تصنيف الركام نسبة الى منشأه

يصنف الركام وحسب المنشأ الى ركام طبيعي وركام اصطناعي

الركام الطبيعي

ان كل حبيبات الركام الطبيعي الخشن والناعم (الحصو والرمل)تنشا اصلا من الكتل الصخرية الكبيرة والتي تتفتت وتتكسر بفعل العوامل الجوية

والتآكل وقد تسحق صناعيا لذا فان بعض خواص الركام تعتمد كليا على خواص الصخور الأصلية كالتركيب الكيمياوي والتركيب المعدني والصلادة والمقاومة ومسام الهيكل واللون وما الى ذلك وهناك خواص ليست موجودة في الكتل الأصلية مثل الحجم والملمس السطحي والامتصاص وكل هذه الخواص تؤثر على خواص الخرسانة الطرية والمتصلبة . والصخور الأصلية هي إما إن تكون بركانية أو رسوبية أو متحولة .

الركام الصناعي

ويشمل الركام المنتج صناعيا ويشمل

١- الركام المنتج وفقا لعمليات صناعية معينة كالمعالجة الحرارية لإنتاج ركام خفيف ومتمدد كمعالجة الطين بالحرارة لإنتاج لركام خفيف

٢- استخدام بعض المواد والمتأتية من النواتج العرضية لبض الصناعات كركام خبث الافران العالية وركام مخلفات الفحم وغيرها .

تصنيف الركام نسبة الى خصائص الصخور

يمكن تصنيف الركام المجزئ طبيعيا او المكسر نسبة الى خصائص الصخور الى عدة مجاميع صخرية تتميز كل مجموعة بخصائص مشتركة ان هذا التصنيف لا يبين مدى ملائمة اي مجموعة للخرسانة ولو ان بعض المجاميع تعطي نتائج افضل من غيرها .

اخذ عينات الركام

عند اخذ عينة من الركام لأجراء الفحوصات لابد من ان تمثل هذه العينة بصوره صحيحة المجموعة المأخوذة منها ولا يجوز اخذ العينة لأجراء فحص معين من قاعدة جملة الركام او من قمته وذلك لأن القمة تحوي كمية كبيرة من الحبيبات الناعمة والقاعدة تحوي كمية اكبر من الحبيبات الخشنة والعينة التي تؤخذ لابد من تمثل معدل لخواص الركام وبذا تسمى بالعينة النموذجية وتؤخذ هذه العينة النموذجية من نماذج صغيرة تؤخذ من مختلف مناطق الركام لاتقل عن ١٠ نماذج كحد أدنى بحيث تكون نسبة المواد الصغيرة والكبيره متماثلة الى درجة كبيرة مع تلك الموجودة في جملة الركام وبذلك تكون العينة كبيره اكبر من النموذج المطلوب فلا بد من تقليل النموذج ويجب على طول فترة التقليل ان يحتفظ النموذج بخصائص الركام المأخوذ منه وهنالك طريقتين للتقليل

١- **التقسيم النصفي** ويتم ذلك بواسطة جهاز مخصص لهذا الغرض ويتم تكرار عملية التنصيف الى ان نتوصل الى النموذج المطلوب
٢- **التقسيم الربعي** ويتم بهذه الطريقة تقسيم النموذج يدويا حيث يتم الخلط اولا بالمجرفة اليدوية وعمل مخروط يتم تقسيمه الى اربعة ارباع يؤخذ الربعان المتقابلان ويهمل الأخران وتكرر العملية الى ان يتم الوصول الى الحجم المطلوب

شكل حبيبات الركام

يمكن وصف حبيبات الركام بالتعابير التالية :

الأستدارة او التكور وتعتبر الأستدارة مقياس لحدة او تزو حافات وزوايا حبيبات الركام ، وتعتمد الأستدارة لأي نوع من الركام على قوة الصخور الأصلية للتآكل ومقدار الأحتكاك الذي تعرضت له الحبيبات اما بالنسبة للركام المكسر يعتمد شكل الحبيبات على نوع الأحجار الأصلية ومقاومتها وعلى نوع الكسارة وعلى نسبة الأختصار (النسبة بين حجم المواد الموضوعة الى حجم الناتج النهائي) وتقسم الحبيبات نسبة الى شكلها الى مستدير، غير منتظم ، رقائقي ، زاوي ، مستطال ، رقائقي ومستطال . ان استدارة او حدة الحبيبات صفة مهمة لأنها تؤثر على سهولة العمل بالخلطة الخرسانية الطرية(قابلية تشغيل) وكذلك ثبات الخليط . وبما ان درجة التعبئة لحبيبات الركام ذات المقاس الواحد تعتمد على شكل الحبيبات لذلك فان حدة او تزو الحبيبات يمكن حسابه من قياس نسبة الفجوات في نموذج مرصوص بطريقة قياسية . وقد وجد ان اكثر النماذج استدارة نسبة الفجوات فيها ٣٣% اي ان المادة الصلبة ٦٧% والمواصفات القياسية تعرف رقم الحدة ب ٦٧ ناقصا النسبة المؤية للحجم الصلب لركام مرصوص بطريقة قياسية . وهذا معناه كلما كان رقم الحدة اكبر كلما كانت حدة الركام اكثر .

نموذج ١ نسبة الفجوات فيه ٣٩% ونموذج ٢ نسبة الفجوات فيه ٤٤% احسب رقم الحدة لكل منهما

رقم الحدة لنموذج ١ هي ٦٧-٦١ =٦

رقم الحدة لنموذج ٢ هي ٦٧-٥٦=١١

وهذا معناه ان نموذج ٢ اكثر حدة من نموذج ١

١- **الكروية** الكروية هي دالة لنسبة المساحة السطحية للحبيبات الى حجمها والحبيبات التي تكون فبها هذه النسبة عالية تكون قابلية

التشغيل للخرسانة قليلة كالحبيبات الرقائقية والمستطالة كذلك ان الحبيبات الرقائقية تقلل من متانة الخرسانة لأن هذه الحبيبات تميل الى التوجه في مستوي واحد مع تشكيل فجوات مائية وهوائية تحتها ويجب ان لا تزيد نسبة الحبيبات الرقائقية والمستطالة عن ١٠-١٥ % من وزن الركام الخشن .

الملمس السطـــــحي

يستند تصنيف حبيبات الركام نسبة الى ملمسه السطحي على درجة نعومة وخشونة السطح . ويعتمد الملمس السطحي على **صلادة والمقاس الحبيبي وخاصية مسام المواد الأصلية** وتصنف السطوح الى زجاجية وناعمة وحبيبي و خشن وبلوري ومنخرب . يؤثر الملمس السطحي على قابلية تشغيل ومقاومة الخرسانة فكلما كانت خشونة السطح اكبر مما يزيد من قوة التلاصق مع عجينة الأسمنت .اما الحبيبات الناعمة تؤدي الى زيادة قابلية التشغيل الخرسانة حيث انها تقلل من الأحتكاك الداخلي بين الحبيبات في عملية الخلط والصب .

مقاومة الركـــــــــام

من الواضح أن مقاومة الأنضغاط للخرسانة لا تتعدى مقاومة الركام الداخل في تكوينها .ومن الصعب الحصول على مقاومة السحق للركام بمفرده ولكن يمكن الحصول على المعلومات المطلوبة بصوره غير مباشرة أو بتقدير سلوك الركام في الخرسانة .فإذا أدى استخدام ركام معين الى نقصان مقاومة الخرسانة خصوصا إذا ظهر في عينة خرسانة متصدعة عددا من حبيبات الركام المتكسرة فتكون حينئذ مقاومة الركام اقل من مقاومة الأنضغاط الفعلية للخرسانة الحاوية على الركام المعني إن مثل هذا الركام يستخدم فقط في الخرسانة ذات المقاومة الواطئة وعادة ما تكون مقاومة الركام المستعمل في خليط الخرسانة أعلى من مقاومة الانضغاط للخرسانة نفسها وذلك لأن الإجهاد الفعلي عند نقاط التماس لحبيبات الركام أعلى بكثير من الإجهاد الاسمي المسلط على الخرسانة وهنالك طرق لفحص مقاومة الركام مثبتة في المواصفات البريطانية والعراقية من خلالها يتم اختبار وتثبيت مقاومة الركام .

الأسابيع الثاني عشر إلى السادس عشر

==========

الصفات الميكانيكية للركام الوزن النوعي للركام وحدة الوزن المرصوصة وغير المرصوصة التدرج الحبيبي المسامية قابلية الامتصاص التآكل السحج وتضخم الرمل

ما هي الكثافة بصوره عامه وما هي للركام كيف يتم توزيع حجوم حبيباته ومايسمى

الوزن النوعي

بما ان الركام مادة حبيبية وحبيبات الركام تحوي مسامات كتيمة أوغير منفذه واخرى منفذه فان الحجم الفعلي للركام يكون اقل من الحجم الظاهري لأن الأخير يحوي مسامات مملوءة بالهواء ولذلك يقسم الوزن النوعي إلى:

١- الوزن النوعي المطلق أو الحقيقي

هو نسبة وزن حجم معين من الركام (الحجم من دون الفراغات الكتيمة والمنفذة)الى وزن نفس الحجم من الماء المقر الخالي من الغازات ونفس درجة الحرارة ، ولإيجاد هذا النوع من الوزن النوعي يجب سحق الركام بشكل كامل للتخلص من جميع الفراغات والفجوات الكتيمة علما ان هذا النوع من الوزن النوعي ليس بتلك الأهمية لأن الركام لا يستخدم بشكل مسحوق في الخلطات الخرسانية .

٢- الوزن النوعي الكلي

وهو نسبة وزن حجم معين من الركام (ويشمل الحجم المسامات الكتيمة و المنفذة الموجودة في المادة) بالهواء

بدرجة حرارة معينة الى وزن حجم مساو من الماء المقطر بنفس درجة الحرارة ونفس الهواء وخالي من الغازات

٣- الوزن النوعي الظاهري

هو نسبة وزن حجم معين من الركام (يشمل الفراغات الغير منفذة اي الكتيمة) في الهواء بدرجة حرارة

معينة الى وزن نفس الحجم من الماء المقطر بنفس الهواء ودرجة الحرارة والخالي من الغازات بصورة عامة تستند حسابات الخرسانة على ركام مشبع وجاف السطح (المسامات مملؤة بالماء) وذلك لأن ماء المسامات هذا لا يشترك في التفاعلات الكيمياوية للأسمنت ولذلك يمكن اعتباره جزءا من الركام فاذا كان وزن الركام المشبع والجاف السطح D ووزن نفس الحجم من الماء W فأن الوزن النوعي الظاهري D/W

نموذج وزنه المشبع والجاف السطح ٥٣٠ غم وحجم المواد الصلبة لنفس النموذج ٢٠٠ سم
الوزن النوعي الظاهري للنموذج = ٥٣٠غم\٢٠٠غم=٢.٦٥
باعتبار ان كثافة الماء = ١
يتراوح الوزن النوعي لجميع انواع الركام من ٢.٦-٢.٧ وهنالك انواع من الركام قد يكون جيدا وباوزان نوعية مختلفة وهنالك فحوصات مثبتة في المواصفات لحساب الوزن النوعي .

وحدة الوزن(الكثافة الكلية)

تعرف الكثافة الكلية للركام بانها وزن وحدة حجم الركام بالهواء في درجة حرارة معينة وتقاس باكيلوغرام/المتر المكعب وعند تحديد كميات المواد على اساس حجمي فمن الضروري جدا معرفة حالة الركام ان كان سائبا(غير مرصوص) او مرصوص او جافا او رطبا وعند مقارنة الأنواع المختلفة من الركام فالظروف القياسية هى ركام جاف ومرصوص وعن قياس كثافة الركام في المختبر فهنالك الكثافة المرصوصة والكثافة السائبة حيث في الكثافة المرصوصة يتم وضع الركام بثلاث طبقات وترص كل طبقة بالقضيب المعدني ، تعتمد الكثافة على حالات الرطوبة ومقدار الرص للركام كذلك تعتمد بالنسبة لمادة ذات وزن نوعي معين فأن الكثافة تعتمد على التدرج الحبيبي للركام وعلى شكل وملمس الحبيبات ، فالحبيبات ذات الحجم الواحد ترص الى حد معين لكن هذه بالأمكان ان تتداخل مع حبيبات اقل حجما منها وبذلك تزداد الكثافة كذلك ان الكثافة المعينة في المختبر قد لاتنفع لتحويل الوزن الى حجم في الحقل لأن الركام في الحقل قد يكون بدرجة رص مختلفة عنها في المختبر

الكثافة = وزن الركام (كغم)\ حجم الركام (متر مكعب)

تتراوح كثافة الركام المستعمل في الخرسانة الاعتيادية ١٢٠٠- ١٧٦٠ كغم \متر المكعب على فرض ان كثافة الركام ١٦٥٠ كغم \متر المكعب فان وزن ٢,٥ م^{٣} يساوي ٤١٢٥ كغم اي ٤,١٢٥ طن وحمولة الشاحنة القلاب سعة ٢٠ م^{٣} هي ٣٣ طن كذلك ان حجم ٣٣٠٠ كغم من الركام هو ٢م^{٣} حيث يتم استخدام الكثافة الموقعية لتغير النسب الحجمية الى وزنية والعكس كذلك .

تدرج الركام

هو تصنيف الركام نسبة الى مقاس حبيباته ويتم ذلك من خلال عملية التحليل المنخلي للركام حيث يتم من خلالها تقسيم نموذج الركام الى اجزاء يتكون كل جزء من حبيبات متماثلة المقياس (متقاربة) من خلال مجموعة مناخل متسلسلة في القياس فتكون حبيبات كل جزء ذات مقاسات متقاربة وبحدود فتحات مناخل الفحص القياسية المتسلسلة وتعرف المناخل من خلال بمقاس الفتحة الأسمى بالمليم او بالميكرون . وتتكون مجموعة المناخل لركام الخرسانة من متسلسلة يكون مقاس كل فتحة اي منخل مساوية تقريبا الى نصف مقاس فتحة النخل التالي الأكبر وهذه المقاسات هي كالتالي ٧٦.٢ ملم ٣٨.١ ملم ١٩.٠٥ ملم ٩.٥٢ ملم ٤.٧٦ ملم ٢.٤ ملم ١.٢ ملم ٦٠٠ مايكرون ٣٠٠ مايكرون ١٥٠ مايكرون ٧٥ مايكرون وهذه هي المقاسات المكافئة للمقاسات البريطانية اما المقاسات حسب المواصفات البريطانية هي ٧٥ ملم ٣٧.٥ ملم ٢٠ ملم ١٠ ملم ٥ ملم ٢.٣٦ ملم ١.١٨ ملم ٦٠٠ مايكرون ٣٠٠ مايكرون ١٥٠ مايكرون ٧٥ مايكرون .

يتم استخدام نموذج بوزن محدد ويجب ان يكون وفقا للمواصفات ويعتمد ذلك على المقاس الأقصى لحبيبات الركام حيث ان لكل مقاس هنالك وزن ادنى للنموذج ، يستخدم في فحص التدرج (التحليل المنخلي) ركام مجفف بالهواء وخصوصا الركام الناعم لتجنب تكتل الحبيبات وانسداد فتحات المناخل ، يتم وزن العينة بعد اخذها بطريقة اخذ النماذج والتقسيم الربعي ويتم وضع المناخل الأكبر فوق الأصغر وحسب التسلسل ويتم وضع العينة فوق المنخل الأكبر وتتم عملية النخل بالشكل القياسي بواسطة

الهزاز الكهربائي ثم يتم وزن الركام المتبقي على كل منخل ويتم ذلك من وزن المنخل وهو فارغ ووزن المنخل مع الركام المتبقي عليه ويتم تنظيم النواتج على شكل جدول

مقاس المنخل ملم	وزن المنخل فارغ غم	وزن المنخل مع المتبقي غم	الوزن المتبقي غم	
١٠.٠٠			٠	
٥.٠٠			٦	
٢.٣٦			٣١	
١.١٨			٣٠	
٦٠٠ مايك			٥٩	
٣٠٠			١٠٧	
١٥٠			٥٣	
١٥٠>			٢١	

الوزن الكلي =٣٠٧ غم

مقاس المنخل ملم	الوزن المتبقي غم	النسبة المؤية للمتبقي %	النسبة المؤية المتجمعة المارة %	النسبة المؤية المتجمعة للمتبقي %
١٠.٠٠	٠	٠.٠		
٥.٠٠	٦	٢.٠		
٢.٣٦	٣١	١٠.١		
١.١٨	٣٠	٩.٨		
٦٠٠ مايك	٥٩	١٩.٢		
٣٠٠	١٠٧	٣٤.٩		
١٥٠	٥٣	١٧.٣		
١٥٠>	٢١	٦.٨		

مقاس المنخل ملم	الوزن المتبقي غم	النسبة المئوية للمتبقي %	النسبة المئوية المتجمعة المارة %	النسبة المئوية المتجمعة للمتبقي %
١٠.٠٠	٠	٠.٠	١٠٠	
٥.٠٠	٦	٢.٠	٩٨	
٢.٣٦	٣١	١٠.١	٨٨	
١.١٨	٣٠	٩.٨	٧٨	
٦٠٠ مايك	٥٩	١٩.٢	٥٩	
٣٠٠	١٠٧	٣٤.٩	٢٤	
١٥٠	٥٣	١٧.٣	٧	
١٥٠>	٢١	٦.٨	–	

مقاس المنخل ملم	الوزن المتبقي غم	النسبة المئوية للمتبقي %	النسبة المئوية المتجمعة المارة %	النسبة المئوية المتجمعة للمتبقي %
١٠.٠٠	٠	٠.٠	١٠٠	٠
٥.٠٠	٦	٢.٠	٩٨	٢
٢.٣٦	٣١	١٠.١	٨٨	١٢
١.١٨	٣٠	٩.٨	٧٨	٢٢
٦٠٠ مايك	٥٩	١٩.٢	٥٩	٤١
٣٠٠	١٠٧	٣٤.٩	٢٤	٧٦
١٥٠	٥٣	١٧.٣	٧	٩٣
١٥٠>	٢١	٦.٨	–	١٠٠

مجموع ٣٤٦

معامل النعومة ٣.٤٦

ومن التحليل المنخلي يتم احتساب معامل النعومة من حساب مجموع عمود النسبة المئوية المتجمعة المحجوزة وقسمتها على ١٠٠ ويدل هذا

الرقم على مدى خشونة او نعومة النموذج كلما زادت معامل النعومة فهذا معناه النموذج اكثر خشونة ويتم حساب متوسط مقاس الحبيبات للنموذج من خلال تقريب معامل النعومة الى اقرب عدد صحيح فاذا كان فرضا ٤ يؤخذ من المنخل الأصغر الى الأعلى يعني مقاس المنخل الرابع ١.١٨ ملم يمثل المقاس المتوسط للركام وتزداد قيمة هذا المعامل بزيادة خشونة الركام كذلك يجب الإشارة الى ان متغير واحد متوسط مقاس الحبيبات لا يمكن ان يمثل توزيع مقاسات او تدرج الركام كذلك فان عدد غير محدد من منحنيات تدرج الركام لها نفس معامل النعومة لكنه يكون مفيدا في معرفة التغيرات الطفيفة في ركام نفس المصدر ويستخدم في بعض طرق تصميم الخلطات الخرسانية .

منحنيات التدرج

يعبر عادة عن نتائج التحليل المنخلي للركام بشكل بياني يوضح العلاقة بين مقاس فتحة المنخل والنسبة المئوية المتجمعة المارة وكما مبين للشكل التالي الذي يوضح توزيع الحبيبات للمثال السابق ، وتستعمل مخططات التدرج بشكل واسع وباستعمالها يمكن معرفة فيما إذا كان تدرج الركام مطابقا للمواصفات القياسية او ان هنالك نقصا معينا في احد المقاسات .

١٠	٥	٢.٣٦	١.١٨	٦٠٠	٣٠٠	١٥٠

بالرغم من مقاومة الخرسانة مع نسبة ماء معينة لا تعتمد على التدرج بصوره مباشرة فان التدرج يلعب دورا كبيرا في تحديد قابلية تشغيل الخرسانة والتي بدورها تحدد مقدار الشغل المبذول للحصول على رص متكامل أي اقصى كثافة ممكنة للخرسانة والتي تؤدي الى زيادة المقاومة

مقاس المنخل	النسبة المئوية المارة لمناخل المواصفات البريطانية				حسب المواصفات الأمريكية
	منطقة التدرج ١	منطقة التدرج ٢	منطقة التدرج ٣	منطقة التدرج ٤	
٩.٥ ملم	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٤.٧٥ ملم	١٠٠-٩٠	١٠-٩٠	١٠٠-٩٠	١٠٠-٩٥	١٠٠-٩٥
٢.٣٦ ملم	٩٥-٦٠	١٠-٧٥	١٠٠-٨٥	١٠٠-٩٥	١٠٠-٨٠
١.١٨ ملم	٧٠-٣٠	٩٠-٥٥	١٠٠-٧٥	١٠٠-٩٠	٨٥-٥٠
٦٠٠مايك	٣٤-١٥	٥٩-٣٥	٧٩-٦٠	١٠٠-٨٠	٦٠-٢٥
٣٠٠مايك	٢٠-٥	٣٠-٨	٤٠-١٢	٥٠-١٥	٣٠-١٠
١٥٠مايك	١٠-٠	١٠-٠	١٠-٠	١٥-٠	١٠-٢

جدول يبين متطلبات التدرج للركام الناعم طبقا للمواصفات البريطانية والأمريكية

تحدد هذه المتطلبات على الرسومات البيانية ليتم مقارنة تدرج الركام المطلوب لدينا مع هذه المواصفات حيث يجب ان يكون منحي تدرج الركام المفحوص لدينا ضمن هذه المحددات

التدرج المنقطع التسلسل

في حالة فقدان واحد او اكثر من المقاسات المتوسطة يسمى التدرج في حينها بالتدرج المنقطع التسلسل ويكون بشكل خط مستقيم افقي في منحني التدرج في حدود المقاسات المفقودة .

المسامية و الامتصاص

لقد اشير سابقا الى وجود مسامات داخلية في حبيبات الركام وان لهذه المسامات اهمية كبيره في تحديد ميزات هذا الركام فمسامية الركام ونفاذيته وامتصاصه تؤثر على بعض خواص الركام منها التلاصق مع مونة الإسمنت ومقاومة الخرسانة للانجماد والذوبان ومقاومته للتآكل . وتختلف مقاسات المسامات في الركام بشكل كبير فأكبرها يمكن رؤيته بالمجهر او بالعين المجردة ولكن اصغر المسامات اكبر من مسامات الجل (هلام المادة الإسمنتية المتفاعلة مع الماء) والمسامات التي تكون اصغر من ٤ مايكرون يكون ذو اهمية خاصة لا نها تؤثر على متانة الركام المعرض للانجماد والذوبان بصوره بالتناوب تكون بعض المسامات ضمن المادة الصلبة(كتيمة) والبعض الآخر يكون مفتوحا الى الخارج اما كمية وسرعة نفوذ الماء الى داخل المسامات يعتمد على مقاسها واستمرارية اتصال بعضها على بعض وحجمها الكلي وبما ان الركام يمثل ثلاثة ارباع الخرسانة لذلك فان مساميته لها دور مهم في تحديد مسامية الخرسانة كما ان الى كمية ونوع الماء الموجود في الركام تأثير كبير على خواص الخرسانة ويتم تصنيف الركام حسب محتواه المائي الى

١- ركام جاف كليا يمكن الحصول على هذا الركام من تجفيفه بالفرن بدرجة ١٠٠ مئوية اذ يتم تبخر جميع الرطوبة السطحية والداخلية.

٢- ركام جاف بالهواء يتميز هذا الركام بخلو سطوح حبيباته وبعض مساماتها الداخلية القريبة من السطح من الرطوبة اي ان حبيباته غير مشبعة بالماء

٣- ركام مشبع وجاف السطح يتميز هذا الركام بعدم وجود رطوبة سطحية فوق سطوح حبيباته ولكن تكون كل مسامات حبيباته مملؤة بالماء

٤- ركام رطب يتميز هذا الركام بكون كل مسامات حبيباته مشبعة بالماء وبوجد غلاف مائي فوق السطح الخارجي (رطوبة سطحية) للحبيبات .

بالإمكان ايجاد مقدار امتصاص الركام للماء بقياس مقدار الزيادة في وزن النموذج المجفف في الفرن بعد تغطيسه بالماء مدة ٢٤ ساعة وازالة الرطوبة السطحية على حبيباته اذ ان نسبة الزيادة في الوزن الى وزن النموذج الجاف معبرا عنها كنسبة مئوية تعرف بالامتصاص مثال على ذلك نموذج وزنه بعد التجفيف بالفرن ٢٠٠ غم ووزنه بعد الاشباع وازالة الرطوبة السطحية ٢٠٤ غم فان الامتصاص ٤\٢٠٠*١٠٠ اي ان الامتصاص ٢% ويلاحظ ان نسبة الامتصاص للحصى اكبر من الصخور

المكسرة والتي لها نفس الخصائص وذلك لأن الظروف الجوية تجعل من سطوح الحصى اكثر مسامية من الصخور المكسرة بالرغم من عدم وجود علاقة مباشره بين الامتصاص ومقاومة الخرسانة فان المسامات الموجودة على السطح تؤثر على تلاصق الركام مع العجينة الإسمنتية وبذلك انها تؤثر على مقاومة الخرسانة .

التآكل السحج

يجب ان يكون الركام ذو مقاومة وصلابة وصلادة فالمقاومة تحمله للضغوط والقوى الخارجية المسلطة وصلابة الركام هو تحمله للصدمات الخارجية والرجات المفاجئة دون ان يتهشم خصوصا للركام الذي يستعمل للطرق اما الصلادة فهي مقاومة الركام للتآكل من الخواص المهمة للخرسانة المستعملة للطرق وسطوح الأرضيات المعرضة لمرور وسائط النقل الثقيلة ويتم تعيين الصلادة للركام بإجراء اختبار البري على عينة من الصخر وتعريضها للتآكل وهنالك فحوصات لكل من المقاومة والصلابة والصلادة يتم من خلالها معرفة مقاومة الركام للضغط والصدمات والتآكل .

تضخم الرمل

عند وجود رطوبة على سطح الحصى يتطلب ذلك تصحيح نسب الخلط وذلك بتقليل نسبة الماء المضاف بقدر كمية الماء الموجود على سطح الحبيبات وزيادة كمية الحصى بالكمية المطلوبة اما بالنسبة للرمل فهناك تاثير ثاني لوجود الماء على سطح الحبيبات وهو الزيادة الحاصلة في حجم وزن معين من الرمل نتيجة لوجود طبقة رقيقة من الماء فعندما يكون كمية الماء قليلة فان الشد السطحي لطبقة الماء يكون اكبر من وزن الماء مما يؤدي الى بقاء الماء ملتصقا بالحبيبات مما يؤدي الى تباعد حبيبات الركام عن بعضها البعض ويعرف هذا بالتضخم . علما إن التضخم لا يؤثر كثيرا على كميات الرمل إذا كانت تحدد بالوزن لكنه يسبب نقصانا بالرمل في حالة استخدام الطرق الحجمية لتحديد الكميات وتتم معالجة هذه الظاهرة بزيادة حجم الرمل المضاف بمقدار يساوي تضخمه يعتمد مقدار التضخم للرمل على عاملين النسبة المؤية للرطوبة وعلى نعومة الرمل حيث يزداد حجم الرمل بزيادة الرطوبة للرمل ولحد ٥-٨ % إذ عندها يحصل أعلى تضخم يصل إلى ٢٠-٣٠% وعند تجاوز هذه النسبة

تبدأ الطبقات السطحية للماء بالاندماج مما يؤدي إلى تناقص قوة الشد السطحي وتحرك الماء إلى الفجوات ويتناقص تضخم الرمل إلى إن يرجع إلى الحجم الأصلي عند تشبع الرمل بالماء .

الأسبوع السابع عشر والثامن عشر

==========

المواد الضارة في الركام والتفاعل القلوي للركام

ما هي المواد الضارة وما أنواعها

المواد الضارة في الركام

تصنف المواد الضارة في الركام إلى ثلاثة مجاميع

١- الشوائب العضوية والتي تؤثر على عملية الإماهة للإسمنت
٢- الطين والمواد الناعمة الأخرى والتي تقلل من تلاصق حبيبات الركام مع عجينة الإسمنت
٣- الكتل الضعيفة والقابلة للتفتت أو الغير ثابتة في الركام الخشن والتي تقلل من متانة الخرسانة

١- الشوائب العضوية

إذا كان الركام ذو قوه جيدة ومقاوم للتآكل لكن يحوي مواد عضوية فانه في مثل هذه الحالة يكون غير صالح لأعمال الخرسانة لأن هذه المواد العضوية توثر على عملية اماهة الإسمنت ويكون مصدر المواد العضوية هو النباتات المتحللة أو المتعفنة وغالبا ما تكون المواد العضوية موجودة في الركام الناعم بينما يندر وجودها في الركام الخشن والذي يمكن غسله بسهولة . وهنالك العديد من الفحوصات لدراسة وجود ونسب المواد العضوية ولكن على العموم إذا اثر الركام في إنقاص مقاومة المكعبات المصبوبة به عن الركام القياسي بمقدار ١٠% يعتبر الرمل المفحوص رديئا وغير صالح للعمل به .

٢- الطين والمواد الناعمة

وهي عبارة عن الطين والحبيبات الناعمة جدا موجودة في الركام بشكل حبيبات ترابية منفصلة (غير مرتبطة) بسطوح حبيبات الركام أو قد تكون بشكل أغلفة سطحية لحبيبات الركام الخشن مثل حبيبات الطين

والغرين وغبار الكسارات ، حبيبات الطين اقل من ٢ مايكرون والغرين تتراوح حبيباته من ٢-٦٠ مايكرون وهذه المواد تكون موجودة في الركام المأخوذ من المصادر الطبيعية أما غبار الكسارات فهي مادة ناعمة تنتج عن تكسير الصخور إلى أحجار مكسرة أو الحصى إلى ركام ناعم مكسر ويمكن إزالة هذا الغبار بغسل الركام المكسر الناتج في معامل الإنتاج . إن هذه الأغلفة تكون ذات خطورة كبيره إذا كانت فعالة كيمياويا حيث تؤدي إلى مشاكل كبيره . إن وجود المواد الناعمة يزيد من حاجة الخليط إلى الماء بسبب نعومة المواد ومساحتها السطحية العالية واسوا المواد الناعمة هو الطين وخصوصا إذا كان على شكل أغلفة سطحية لحبيبات الركام حيث يعمل على تقليل تلاصق حبيبات الركام مع العجينة الإسمنتية ويسبب تمدد وتقلص الخرسانة بشكل اكبر مما يؤدي إلى تشققها .

وهنالك طرقا مختلفة لتعيين كمية المواد الناعمة في الركام مثبتة في المواصفات على إن المواصفات تشترط على إن لأتزيد نسب الطين والغرين والغبار ٣،١٥،١ % على التوالي نسبة للرمل أو رمل الحصى المكسر ،رمل الحجر المكسر والركام الخشن .

٣-الكتل الضعيفة والقابلة للتفتت أو الغير ثابتة

قد يحتوي الركام على حبيبات غير ثابتة قليلة الكثافة ولا تتمكن من المحافظة على بقائها مثل الكتل الطينية والخشبية والفحمية وهذه تكون عرضة للتنقر والتقشر وان وجدت بنسبة بنسبة بين ٢-٥% من وزن الركام فإنها تقلل من مقاومة الخرسانة ولا يجوز مثل هذا الركام في خرسانة معرضة للاحتكاك والبري كما إن المواد الفحمية تنتفخ وقد تسبب تشقق الخرسانة وإذا كان الفحم اقل من ٠.٢٥ % من وزن الركام فانه ليس له أي تأثير ضار على مقاومة الخرسانة وهناك طرق معينة لتحديد كمية هذه المواد الخفيفة .

الأملاح في الركام

في حالة وجود الأملاح في الركام فإنها تؤثر على متانة الخرسانة وخصوصا أملاح الكبريتات وحتى أن وجدت أملاح الكبريتات بنسب قلية ٠.٥% فان لها تأثير سيء على الخرسانة حيث تتفاعل الكبريتات مع هيدروكسيد الكالسيوم الناتج من اماهة الاسمنت وتتبعه سلسلة من التفاعلات تؤدي إلى تلف الخرسانة.

ثبات الركام

يعبر هذا المصطلح عن قابلية الركام لمقاومة التغيرات الحجمية الناتجة عن تغير الظروف الفيزيائية كتعرض الركام لدورات متعاقبة من الترطيب والجفاف ، والأنجماد والذوبان ،والتسخين والتبريد ويوصف الركام بعدم الثبات إذا سببت التغيرات الحجمية الناتجة عن التغيرات المذكورة أعلاه تشقق الخرسانة ، ويعتمد عدم الثبات تعتمد على التكوين الصخري للركام واحتوائه على الصوان المنفذ وبالأخص الخفيف الوزن والرقيق الملمس والموجود في الأحجار الجيرية الطباشيرية وبعض الحبيبات الحاوية على معادن طينية والحجار الجيرية الحاوية على صفائح طينية والخصائص المشتركة لهذه الأحجار هي قابليتها العالية للامتصاص ولو إن هنالك بعض الصخور المتينة والتي تبدي قابلية امتصاص وهنالك فحوصات مختلفة في المواصفات لتحديد عدم الثبات

التفاعل القلوي للركام

التفاعل القلوي للركام هو عبارة عن تفاعل السليكا الحرة الموجودة في الركام مع القلويات الموجودة في الإسمنت ويتكون من التفاعل جل من السليكا القلوية والذي يتميز بامتصاص الماء وتمدد بشكل كبير وغير محدود ولكون هذا الجل محتجزا بعجينة الإسمنت المحيطة به مؤديا ذلك الى ضغطا داخليا مسببا تشقق وتمدد العجينة الإسمنتية.

الأشكال الفعالة للسليكا في الركام هي الأوبال حيث تكون غير متبلوره والعقيق الأبيض والذي يكون بشكل ألياف قليلة التبلور والتريديميت والكريستوبوليت تكون متبلوره ان الفعالية الحقيقية للركام تعتمد على حجم حبيباته وعلى مساميتها والتي تحدد المساحة التي يحصل عليها التفاعل وبما ان القلويات تعتمد على وجودها بالإسمنت فأن تركيزها على السطح الفعال للركام يعتمد على مساحة هذا السطح والعوامل التي تؤثر على سرعة التفاعل هو تيسر الماء الغير قابل للتبخر في عجينة الإسمنت ودورات من الترطيب والجفاف وكذلك درجة الحرارة ويمكن تقليل التمدد الناتج من التفاعل القلوي للركام من اضافة سليكا فعالة بدرجة عالية من النعومة الى الخليط فعند وجود السليكا بنسب واطئة ولكمية معينة من القلويات يزداد التمدد بزيادة السيلكا ولكن تنعكس الحالة عند وجود السليكا بشكل كبير فكلما زادت المساحة السطحية المتوفرة للسليكا كلما قلة القلويات

المتوفرة لها (اي تركيز القلويات على السطح) لوحدة واحدة من السطح ويقل بذلك تكون جل السليكا القلوي .

الأسبوع التاسع عشر الى الثاني والعشرون

==========

الركام الخفيف والركام الثقيل أنواع الركام الخفيف الطبيعي والصناعي ميزات الركام الخفيف وسلبياته مقارنة مع الركام الأعتيادي ومواصفات الركام الخفيف

ما هو الركام الخفيف ما هو الركام الثقيل ما الفائدة منهما

الركام خفيف
الخاصية الأساسية للركام الخفيف الوزن هي المسامية العالية والتي تؤدي إلى خفض وزنة النوعي الظاهري وهذا الركام قد يكون موجودا بصورة طبيعية (من مصدر بركاني) أو يحضر صناعيا ويصنف هذا نسبة إلى المواد الأولية المستعملة في تصنيفه وطريقة الصنع الركام الخفيف الطبيعي لا يتوفر إلا في أماكن محدودة لذلك يستخدم الركام الصناعي بصورة أكثر.
ينتج الركام الصناعي الخفيف من حرق المواد الأولية بغية تمددها ومن هذه المواد الطين أو الأحجار الطينية الرخوة وصخور الإردواز والصخور النارية أو استخدام أسلوب خاص في تبريد خبث الأفران العالية بغية تمدده أو استخدام فضلات الأفران الصناعية ذات الدرجات العالية والتي فيها تصهر هذه الفضلات حيث تصهر إلى كتل صغيرة تعرف بركام الكلنكر أو السندرس (cinders).
باستخدام ركام وطرق مناسبة يمكن الحصول على مديات كثافة واسعة تتراوح بين 300-1800كغم /م٣ومديات مقاومة3. 0 إلى 40 نيوتن /مم٢ وعند استعمال نسبة اسمنت عالية قد يصل المقاومة إلى 60 نيوتن /مم٢ وتزداد المقاومة مع زيادة الكثافة ولكن يعتمد ذلك على نوع الركام .
الركام الخفيف الوزن حتى لو كان متشابه في المظهر قد يؤدي إلى إنتاج أنواع من الخرسانة مختلفة بدرجة كبيرة في خواصها الإنشائية ولذلك من الضروري دراسة سلوك الركام الخفيف الجديد عن طريق الفحوصات المختبرية قبل استعماله بصور واسعة.

الأسبوع التاسع عشر الى الثاني والعشرون

==========

الركام الخفيف والركام الثقيل أنواع الركام الخفيف الطبيعي والصناعي ميزات الركام الخفيف وسلبياته مقارنة مع الركام الأعتيادي ومواصفات الركام الخفيف

ما هو الركام الخفيف ما هو الركام الثقيل ما الفائدة منهما

الركام خفيف
الخاصية الأساسية للركام الخفيف الوزن هي المسامية العالية والتي تؤدي إلى خفض وزنة النوعي الظاهري وهذا الركام قد يكون موجودا بصورة طبيعية (من مصدر بركاني) أو يحضر صناعيا ويصنف هذا نسبة إلى المواد الأولية المستعملة في تصنيفه وطريقة الصنع الركام الخفيف الطبيعي لا يتوفر إلا في أماكن محدودة لذلك يستخدم الركام الصناعي بصورة أكثر.
ينتج الركام الصناعي الخفيف من حرق المواد الأولية بغية تمددها ومن هذه المواد الطين أو الأحجار الطينية الرخوة وصخور الإردواز والصخور النارية أو استخدام أسلوب خاص في تبريد خبث الأفران العالية بغية تمدده أو استخدام فضلات الأفران الصناعية ذات الدرجات العالية والتي فيها تصهر هذه الفضلات حيث تصهر إلى كتل صغيرة تعرف بركام الكلنكر أو السندرس (cinders).
باستخدام ركام وطرق مناسبة يمكن الحصول على مديات كثافة واسعة تتراوح بين 300-1800كغم /م3ومديات مقاومة3. 0 إلى 40 نيوتن /مم2 وعند استعمال نسبة اسمنت عالية قد يصل المقاومة إلى 60 نيوتن /مم2 وتزداد المقاومة مع زيادة الكثافة ولكن يعتمد ذلك على نوع الركام .
الركام الخفيف الوزن حتى لو كان متشابه في المظهر قد يؤدي إلى إنتاج أنواع من الخرسانة مختلفة بدرجة كبيرة في خواصها الإنشائية ولذلك من الضروري دراسة سلوك الركام الخفيف الجديد عن طريق الفحوصات المختبرية قبل استعماله بصور واسعة.
وان النقاط الرئيسة الواجب ملا حضتها هي ما يتعلق بقابلية تشغيل الخرسانة وانكماش الجفاف وحركة الرطوبة أما المقاومة والتوصيل الحراري تتعلق بصورة وثيقة بالكثافة واعتبارات الكلفة.
تكون العديد من أنواع الركام الخفيف الوزن و الزاوي الشكل والخشن الملمس يؤدي إلى إنتاج خلطات جافة وذات قابلية تشغيل واطئة والتي

تكون أكثر ملائمة للإنتاج في مصنع لبلوكات البناء منها في الخرسانة المصبوبة موقعيا . وقد تتحسن قابلية التشغيل باستعمال ركام ناعم ذو الوزن الاعتيادي ولكن الكثافة والتوصيل الحراري لهذا النوع من الخرسانة يكون أعلى فما لو استخدم ركام ناعم خفيف الوزن .
معظم أنواع الركام الخفيف لها قابلية عالية وسريعة الامتصاص ولكن من الممكن صد الماء عن الركام بطليه بطبقة من القير أو باستعمال أسلوب خاص . في حالة عدم أجراء ذلك يمتص الركام نسبة عالية من الماء أثناء الخلط مما يؤدي إلى زيادة كثافة الخرسانة وهبوط قيمة عزلها الحراري .
وعند استعمال الركام الخفيف في الخرسانة المسلحة يجب اخذ الاحتياطات الملائمة للمحافظة على حديد التسليح في الصدأ ومنها استعمال غطاء (COVER) يعادل تقريبا الضعف أو تغليف حديد التسليح أو أكساء سطح الخرسانة النهائي بطبقة خاصة .
الخرسانة المصنوعة من الركام تبدي نقلا للرطوبة من خلالها أكثر من الخرسانة الاعتيادية وكذلك الانكماش الجفاف يكون اعلي من الخرسانة الاعتيادية. وبالنظر لانخفاض قوة الشد للخرسانة ذات الركام الخفيف فهناكالاعتيادية.لحدوث الانشقاقات عند الانكماش . وهناك جداول تبين مختلف الخواص ومقارنتها مع خواص الخرسانة الاعتيادية .

الخرسانة الثقيلة (العالية الكثافة):

تستخدم هذه الخرسانة بصوره اعتيادية كمادة واقية ضد الإشعاعات كأشعة اكس وأشعة قاما وغيرها بسبب قابلية الخرسانة لامتصاص الإشعاع .
إن معظم أنواع الخرسانة التي تستعمل لهذه الأغراض تتميز بكثافتها العالية نسبة إلى الخرسانة الاعتيادية وبالأمان استعمال خرسانة اعتيادية ولكن بسمك مقطع كبيرا ولذلك استخدام الخرسانة عالية الكثافة ضروريا عندما يتحكم الحيز أو الفراغ الموجود بسمك الغطاء (الواقي) . لزيادة كثافة الخرسانة يتم استبدال بعض أو جميع الركام الاعتيادي بركام ذو وزن نوعي عالي جدا ويكون الوزن النوعي اكبر أو يساوي 4 مقارنة مع الوزن النوعي للركام الاعتيادي 2.6 وهذا الركام قد يكون طبيعيا أو مصنع (صناعي) . الركام الطبيعي مثل البارايت أو كبيرتات البار يوم وزنه النوعي مساويا 4.1 ويتواجد كصخور طبيعية والنوع الآخر هو المشتق من خامات الحديد .

أما الركام الثقيل المنتج صناعيا والذي يستعمل خرسانة عالية الكثافة وغالبا ما يكون من الفولاذ وفي بعض الأحيان من الرصاص والقطع الفولاذية تجعل الخرسانة ذات كثافة عالية وكلما كانت كثافتها أعلى تعمل على امتصاص الإشعاعات أكثر وكما إن هذا النوع من الخرسانة يكون معرض للانعزال أكثر من الاعتيادية بسبب الفرق في الوزن النوعي للركام الخشن والرمل الطبيعي إضافة للصعوبات الأخرى في عملية الخلط.

خرسانة خالية من الركام الناعم

الخرسانة الخالية من الركام الناعم نوع من الخرسانة ويتم استخدام الحصى فيها كركام بدون الركام الناعم أي عبارة عن تجمع من حبيبات الحصى محاطة بغلاف من عجينة الأسمنت لذا توجد فجوات هوائية كبيرة تؤدي إلى تقليل المقاومة ولكن وجودها يؤدي إلى عدم حدوث الامتصاص الشعري للماء لكن المقاومة المتبقية كافية لإنشاء بناية من عدة طوابق كذلك إن هذه الخرسانة لا يحدث فيها انعزال وبالأمكان إسقاطها من مناطق مرتفعة إلى مواضع الصب كذلك كلفة هذه الخلطة قليلة لقلة كمية الأسمنت فيها.

الأسبوع الثالث والعشرون

==========

استعمالات السيلكا والسيلكا فوم والرماد المتطاير في إنتاج الخرسانة

ماهي السيلكا فوم وماهو الرماد المتطاير

السيلكا أبخره (silica fume) قوه مبكرة ونفاذية قليلة

السيلكا أبخره أو بخار السيلكا (السيلكا فوم) يعطي تأثيرا واضحا في زيادة مقاومة الخرسانة المبكرة أي اكتساب المقاومة بشكل مبكر وان الحرارة المنبعثة من السيلكا أبخره نفس مقدار الحرارة المنبعثة من الأسمنت البورتلاندي وبنفس الكمية ولكن يولد مقاومة أعلى تصل إلى 3 – 5 أضعاف .

السيلكا أبخره تحسن الخرسانة وذلك بزيادة مقاومتها وكذلك تقلل من نفاذيتها للماء ويزيد من الارتباط الداخلي وكذلك يزيد من متانة الخرسانة عند جمعه مع هيدروكسيد الكالسيوم المنتج

كذلك تعمل كمايكرو فللر أي مادة مالئة مايكروية (دقيقة جدا) تعمل على إملاء الفراغات المايكروية (المجهرية) بين دقائق الأسمنت وهذا يقلل من نفاذية الخرسانة ويزيد من الترابط مع الركام بالمقارنة مع الخرسانة الاعتيادية .

الاضافة

8% إلى 15%	من وزن الأسمنت كاضافة وليست كبديل
8% الى 10%	متانة عالية / نفاذية منخفضة للجسور والطوابق لوقوف السيارات والهياكل
10%الى 15%	أعمدة هيكلية شديدة المتانة
10% كحد أعلى	الأعمال السطحية

السيلكا أبخره أو المايكروسيلكا هي مادة إسمنتية ولكن تستخدم بالإضافة للأسمنت وليست بديلا عنه

الرمادالمتطاير

أحد الأمثلة على المواد الإضافية للخلطة الخراسانية المتوفر بكثرة في معظم الخلطات التي يتم إنتاجها اليوم هو الرماد المتطاير أو الخبث وهما من أنواع الغبار البركاني ويعد الرماد المتطاير منتجا جانبيا في محطات الطاقة الفحم المحترق بينما الخبث منتج جانبي نتيجة صهر الفولاذ، وهما يحلان محل 15- 50 % من الإسمنت في الخلطة. وباعتبارها من قبيل النفايات فهي أرخص من الإسمنت وبإضافتها للخلطة تعطي خرسانة أفضل علاوة على أنها تسد المسام وتقوي بنية الخرسانة كما أن شكلها المستدير يجعل مكونات الخلطة تتحرك بسلاسة ضمن نسيج الخلطة وبالتالي استعمال كمية أقل من الماء .

وتساعد مكونات الغبار البركاني في التقليل من حرارة ظاهرة التميؤ مما يزيد التصلب عدة مرات. وهذا جيد في حالة المناخ الحار عندما تتصلب الخرسانة بسرعة أكثر من اللزوم بينما قد يكون ذلك غير ملائم في المناخ المائل للبرودة. وبعض الإضافات المخفضة لكمية الماء أيضا ذات تأثير مثبط. وتأثير مواد الغبار السابقة ومخفض كمية الماء معا قد يسبب إطالة في المخطط الزمني للعمل حوالي الساعتين. وعلى كل حال فإن مورد الخلطة الجاهزة يستطيع التنبؤ بزمن التصلب من أجل أي خلطة .

الأسبوع الرابع والعشرون

==========

الماء المستعمل في إنتاج الخرسانة ماء الخلط وماء الإنضاج ومواصفات كل نوع

ما هو ماء الخلط وما هو ماء الأنضاج

ماء الخلط والإنضاج

1_ المقدمة

يعتبر ماء الخلط والإنضاج المادة الضرورية للتفاعلات الكيمياويه التي تجري بين جسيمة الاسمنت والماء
والتي تؤدي إلى تماسك الكتلة الخرسانيه .لذا وجب إن تخضع لمواصفات خاصة كخلوها من الكبريتات .أما بالنسبة لماء الخلط فيجب إن تكون خاليه أيضا من المواد العالقة
والطمي لان وجود هذه المواد يؤثر على تماسك الجسيمات ألداخله في تكوين الخرسانة.أما الماء لذي تتعرض له الخرسانه فيما بعد فيجب إن يكون خاليا من الكبريتات
لان وجودها قد يؤثر على القشرة الخارجية من الصبة الخرسانيه الا إذا كانت مسامية الخرسانة قليله جدا أو معدومة والإنضاج كامل فلا يؤثر وجود الكبريتات أو عدمها.
ويفضل إن تكون مياه الخلط نقيه وخاليه من الدهون أو الشحوم أو السكر

ماء الخلط

تحدد المواصفات الحالية ماء الخلطة أي تحديد لقياس التعكر في الماء وإنما تتطلب أن يكون ماء الخلطة وماء الإنضاج للخرسانة نضيف وخاليا من المواد المرفوضة
كالطمي والمواد العضوية والقواعد والأملاح أو أي مواد غريبة أخرى فقبل استعمال الماء الجاري من الجداول في أعمال الخرسانة والذي يحوي على كميات من المواد العالقة
يجب أن يترك للترسيب في خزانات أو يصفى بأسلوب أخر. والحد الأعلى للتعكر في الماء المستعمل في الخرسانة هو 2000 جزء بالمليون .

وعند استعمال الماء من مصادر بنوعية غير معلومة يستوجب تحليل ماء الخلطة والإنضاج الذي يشك في احتوائه على أكثر من 1000 جزء بالمليون من الكبريتات قبل استعماله.
ولذلك يتطلب الأمر اخذ نماذج من الماء إلى الفحص لإجراء التحليلات الكيميائية له.وبصوره علميه ،ولغرض تقييم تأثير استعمال الماء الذي يشك في نوعيته هو إجراء فحوصات
وقت التماسك وثبات السمنت وقوة التحمل الانضغاطية ومتانة المونة التي سيستعمل فيها الماء الملوث أو الماء الذي قد تم معرفة نوعيته .فيجب عدم الحصول على إي تغيير في وقت
التماسك والثبات عند استعمال الماء المطلوب فحصه.إن بعض المواصفات تحدد قبول الماء المطلوب فحصه والمستعمل في الخرسانة الذي يؤدي إلى خفض قوة التحمل الانضغاطية
من 15_10% بموجب المواصفات في الحالات التي يصعب فيها توفير ماء فيكون التقرير النهائي في توفيرها أو لتصفيتها محددا بمدى تأثير هذه المياه على فقدان بعض
خواص الخرسانة وكلفة توفيرها.
هذا وقد ظهر إن استعمال ماء البحر وبدرجات الحرارة الاعتيادية وبتركيز الأملاح بحوالي 35%لا يؤثر تأثيرا ملحوظا في خفض قوة التحمل الانضغاطية للخرسانة ،وبالإمكان استعمال ماء
البحر في الخرسانة الكتلية التي لا تحوي على فولاذ التسليح .ولوجود نسبه لأبأس بها من الأملاح (أملاح الكلوريدات)فلا يجوز استعماله في هذه الحالة في الخرسانة المسلحة .إن النقطة الأساسية التي تؤثر فاستعمال المياه غير الصافية لغسل مجاميع الركام هي تكسيه جزيئات المجاميع بالطما والأملاح والمواد العضوية . فتركيز المواد الشائبة والغريبة على سطح المجاميع مضرة أكثر بكثير من المواد الشائبة والغريبة التي قد تتواجد في ماء الخلطة ولذلك يستوجب إجراء فحوصات مقارنة لتعيين التأثيرات الضارة .

الماء للإنضاج
لا يؤثر تواجد الطمي والدهون وكميات من الأملاح في ماء الإنضاج تأثيرا ضارا على الخرسانة عدا احتمال ا التغيير في لون الخرسانة ومن ناحية ثانيه فالمياه الحاوية على تركيز من الحوامض أو المواد العضوية والكبريتات تعتبر مصدر شك وتستوجب التحريات والفحص .

الأسبوع الخامس والعشرون

==========

الألياف المستعملة في الخرسانة الأنواع والمواصفات

ما هي الألياف ما الغاية من استخدامها

الفيرو سمنت (الاسمنت الحديدي)

الفيرو سمنت هو احد أنواع تشييد الخرسانة المسلحة الرقيقة حيث يسلح الاسمنت السائل بطبقات متصلة من مشبكات سلكيه ذات أقطار صغيره نسبيا وقد تم إجراء تطبيقات علميه وبحوث مختبريه متزايدة لهذا النوع.ويمكن اعتبار الفيرو سمن شكل محور من الخرسانة المسلحة إن الفروقات الرئيسية بين الفيرو سمنت والخرسانة الاعتيادية هي كما يلي

1-الأجزاء الانشائية في الفيرو سمنت تكون رقيقه عادة حيث لا يتجاوز 25 ملم سمكا من حيث تكون الخرسانة الاعتيادية ذات مقاطع سمكيه لا تقل عن 100 ملم

2-المادة المالئة في الفيرو سمنت هي مونه الاسمنت بدلا من الخرسانة الاعتيادية المحتوية على ركام خشن

3-تسليح الفيرو سمنت يتكون من كميات كبيره من أسلاك ذات أقطار صغيره أو مشبكات معدنية بدلا من القضبان الحديدية في الخرسانة

4-التسليح في الفيرو سمنت يتوزع على كامل المقطع وليس في أجزاء متباعدة في الخرسانة

5-تظهر ماده الفيرو سمنت مقاومه عاليه للشد نسبة إلى وزنها

6-عند التشييد فأن القوالب قلما تكون ضرورية أو مستعمله عند تصنيع الفيرو سمنت.وهذه الميزة تكون اقتصاديه عند تشيد القبب الفضائية وأنفاق الرياح وغيرها

إن الفيرو سمنت عبارة من مشيدات ألمسلحه ألرقيقه وقد تم تجربة أنواع من التسليح كالالياف الزجاجية وأنسجة نباتيه كألياف الجوت

والخيزران أو ألياف البوليمرات . وقد تستخدم هياكل من القضبان التسليحية أضافه للمشبكات للحصول على أقفاص تسليح متينة
إن احد أوائل التطبيقات في تشييد خرسانة مسلحه كان قارب التجذيف المصنوع من الفيرو سمنت الذي يني في فرنسا عام 1849
بعد الحرب العالمية الثانية تم استخدام الفيرو سمنت كماده القوارب وكذلك تم تطبيق فكرة الإنشاء على منشات الهندسة المدنية حيت تم بناء مخزن صغير
إلا إن هذه المادة لم تلق القبول الواسع إلا في بداية الستينات حيث ازداد النشاط في التشييد بهذه الطريقة في جميع إرجاء العالم تقريبا حيث شملت أضافه إلى القوارب المنشات البحرية الطافية والسقوف والسايلوات والأنابيب والخزانات0

متطلبات المواد

1-المادة المالئة *تتكون هذه المادة من الفيروسمنت أساسا من الاسمنت وركام خامل ويتكون هذا الركام من الرمل وإذا كانت فتحات مشبك التسلح كبيرة قد يستعمل حصى ناعم أضافه للرمل
وقد تكون هذه المادة ألمالئه 95% من الفيروسمنت ويجب أن تكون جميع مواصفاته خاضعة للمواصفات وخاليه من المواد الضارة

2- الإسمنت : الاسمنت المستخدم يجب أن يطابق المواصفات ألعامه ويجب أن يكون الاسمنت حديث الإنتاج وان يكون قوامه متجانس وخالي من التكتلات والمواد الغريبة

3- ماء الخلط يجب أن يكون خاضع لمواصفات ماء الخلط (نظيف وصالح للشرب)

4- قد تستعمل احد المضافات لخدمة احد الأغراض (خفض كمية ماء الخلط ، تقليل النفاذية ، زيادة المتانة والمقاومة، تقليل التفاعل بين المادة المالئة والتسليح)

الخرسانة المسلحة بالألياف :

يتم تسليح الخرسانة بألياف من الحديد أو الزجاج أو البر وبيلين لتحسين خواصها وزيادة مقاومتها للشد وقد تم تطوير زيادة الإنتاج

بهذه الطريقة وكذلك إنتاج الألواح الرقيقة من الأسمنت أو المونة المسلحة بالألياف ،وان استخدام ألياف البولي بروبلين وبنسب حجم لا تتجاوز 1 % يعطي تحسنا ملحوظا لقوة الصدم إن البروبلين هو احد ارخص أنواع البوليمرات وهذا ما يجعله مرغوبا وكذلك فانه مقاوم لأكثر أنواع المواد الكيماوية كذلك فان درجة انصهارها عالية وبالرغم من قابليتها للاحتراق لكنها تستخدم لانتاج الألواح .
كذلك هناك ألياف الكربون والكيفلر والبولي اثلين إن المقاومة العالية لألياف الكربون يزبد من مقاومة المادة المنتجة أما الكيفلر هو عبارة عن بوليمر ولو إن هذه المادة لها مضار على الصحة لذلك يجب التأكد منها عند الاستخدام أما البولي اثلين ذو المعامل العالي فانه ذو فائدة عالية لتسليح الأسمنت .
أما استخدام الألياف السيليلوزبة الطبيعية فإنها تكون رخيصة إلا أن مضارها هي قابليتها على امتصاص الرطوبة والأحتفاض بالرطوبة وبالرغم من ذلك تم استخدامها في اسكندنافيا بدلا من الأسبست
خرسانة الألياف المرشوشة:
يتم استخدام أجهزه خاصة تم تطويرها لرش مونة ألإسمنت مع ألياف بواسطة الهواء المضغوط والماء والمونة للحصول على خرسانة مسلحة بالألياف تستخدم لتثبيت المنحدرات وتبطين الأنفاق وصيانة الجسور وغيرها وبالمكان لهذا النوع إن يكون بديل جيد للأعمال التقليدية وذلك

أ- التخلص من مشكلة قطع وثني الحديد
ب-قلة الوقت اللازم للتبطين
ج- وضع المواد بمقاطع رقيقة لتأخذ شكل السطح المتعرج بشكل جيد.

الأسبوع السادس والعشرون إلى الثلاثون

==========

المواد المضافة للخرسانة الأنواع والمواصفات أسباب استعمال كل نوع وتأثيراته التركيب الكيماوي للمواد المضافة والمتطلبات الفيزياوية للمواد المضافة وحسب المواصفات

ما هي المادة المضافة ما الغاية من استخدامها

المواد المضافــة للخرســـانــة

مقدمة:-

المواد المضافة هي المواد غير الماء والمجاميع والأسمنت المستعملة في إنتاج الخرسانة والتي تضاف قبل أو بعد عملية الخلط .

تستعمل المواد المضافة عادة لتحسين خواص الخرسانة لجعلها ملائمة للعمل فاستعمال المواد المضافة المناسبة يضفي على الخرسانة خواص مقبولة والتي لايمكن الحصول عليها بطرق أخرى

وبنفس ألكلفه .وفي حالات أخرى بالإمكان الوصول إلى الأهداف المحددة اقتصاديا بتغيير المكونات أو نسب الخلطة الخرسانيه دون استعمال المواد المضافة فلمواد المضافة هي ليست كتعويض

للإعمال الخرسانيه الصحيحة ،لذا يجب استعمالها بعد تقييم التأثيرات عند استعمال خرسانة بخلطه وظروف معينه .هذا ويجب أن تكون المواد المضافة مطابقة للمواصفات الخاصة المستعملة ،

بالاضافه إلى ملاحظه التعليمات التي يقدمها المنتج لهذه المواد .

إن الغاية الأساسية في استعمال المواد المضافة هي :

1-تحسين قابلية العمل .

2-الإسراع في تنمية قوة الالأولى.نضغاطية في الأيام الأولى من عمر الخرسانة .

3-زيادة القوة .

4-إسراع أو إبطاء التماسك الأولى .

5-إبطاء أو إقلال حرارة التميؤ .

6-تحوير سرعة وقابلية النزف .

7-الزيادة في المتانة أو لمقاومة الظروف الخاصة كاستعمال الأملاح المذيبة للثلوج .

8-السيطرة على تفـاعل المجـاميع القلويـــة (Alkali-aggregates) .
9-تقليل سريان الماء بالخاصية الشعرية
.10-تقليل نفاذية السوائل في الخرسانة.
11-إنتاج الخرسانة المسامية (Cellular concrete) .
12-تحسين ضخ ونفاذ الحقين والإقلال من الانفصال.
أو ظهور التمدد في الخرسانة أو الممونة المستعملة في مليء الثغرات أو الفتحات الأخرى في المنشئات الخراسانية وللمونة المستعملة في تثبيت
13- من النزول (Grout settlement)
المستعملة في الخرسانة اللاحقة الشد (Post-tensioning)
الأجهزة والأعمدة (Girders)والروافد أو مليء الحبال السلكية(Cables) والعارضات
14-زيادة الارتباط(Bond)في الخرسانة مع فولاذ التسليح.
15-زيادة الربط بين الخرسانة القديمة والحديثة.
16-إنتاج خرسانة أو مونه ملونه.
17-إنتاج خرسانة مختلفة لمنع الفطريات والجراثيم والحشرات.
18-منع الصدأ

عند دراسة تأثير المواد المضافة في الخرسانة يظهر أنها
1-تسبب تغيير في نوع الاسمنت أو كمية الاسمنت المستعمل أو تعديل تدرج المجاميع.
2-تؤثر أكثر على خاصية واحده في الخرسانة وفي بعض الأحيان تؤثر عكسيا على بعض الخواص المرغوب الحصول عليها في الخرسانة .
3-يعدل تأثير بعض المواد المضافة ببعض العوامل كوفرة الاسمنت في الخليط و بتدرج المجاميع وبمدة الخلط.
4-بعض التأثيرات الخاصة للمواد المضافة تختلف باختلاف نوع وكمية وخواص الاسمنت المستعمل.
5-لا يمكن التكهن ببعض تأثيرات المواد المضافة بصوره دقيقه قبل الفحص.

العوامــل الاقتصاديــة في استخدام المواد المضافــة

يسبب استعمال المواد المضافة زيادة أو نقصان في كلفة الخرسانة
فبالإمكان الحصول على التغيرات في الخواص باستعمال المواد المضافة وبدرجه معينه
وذلك باستخدام أساليب خاصة وباستعمال مواد مضافة أخرى .
فيجب مقارنه كلفة المواد المضافة مع المواد أو الأساليب الأخرى للحصول على نفس النتائج.فالمحصول الاقتصادي المحتمل نتيجة تقليل كلفه الإنشاء باستعمال مواد مضافة
يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار .وعند تقييم مادة مضافة يجب ملاحظة تأثيرها على حجم وجبة الخرسانة.فلو يتغير الحجم عند إضافة المواد المضافة كما هو الحال غالبا،
فالتغيير في خواص الخرسانة يكون ليس فقط بسبب التأثير المباشر للمواد المضافة بل نتيجة التغيير في الكميات الاصليه للمواد المكونة للخرسانة وعند زيادة حجم الوجبة.
باستعمال المواد المضافة يجب إن تعتبر مؤثره بإزاحة أما جزء من الخليط الأصلي أو لأي من المواد المكونة للخرسانة كالسمنت أو المجاميع أو الماء .
فكل هذه التغييرات في تركيب وحدة حجم الخرسانة يجب إن تؤخذ بنظر الاعتبار عند فحص التأثير المباشر للمواد المضافة وعند حساب ألكتله التخمينيه لاستعمالها .
إن كلفة أضافه مادة أخرى لمكونات الخرسانة وأي تأثير يحصل نتيجة ذلك على كلفة النقل والصب والإنهاء للخرسانة يجب إن تحسب كلفتها.هذا وغالبا تسمح للمادة المضافة
استخدام أساليب انشائيه أو تصميمه اقل كلفة لتعدل الزيادة في كلفه المواد ويستنتج مما ذكر إن تقييم كلفة إي ماده مضافة تعتمد على النتائج المحصلة باستخدام خلطه خراسانيه .
مماثله للخلطة المستخدمة في الموقع.

3.5_ المواد الرئيسية Basic materials

بالرغم من وجود عدد كبير من المواد المضافة فالأسواق (Accelerator) تعتمد بصورة رئيسيه على العدد قليل من المواد الاساسيه .فكلوريد الكالسيوم هو المسرع الرئيســـي
وكالسيوم (Calcium lignosulphonahe) وهو المحصول الثانوي ومتبقي قرمة جذر شجرة البلوط وهي (Vinsol resin)لينيوسلفونيت المادة التي تبعث الفراغات في الخرسانة
تستعمل (Retarders) ومساعده في قابليه التشغيل (Workability aids) في إنتاج الورق والبعض (Hydroxylated carboxylic)كمواد مؤخرة من حوامض الكاربوكسل الهيدروكسيلي
فدور المواد المضافة معروف ومثبت بعلاقتها مع الخرسانة.وبما إن المواد هذه هي مواد ثانوية في الإنتاج الصناعي فهناك اختلاف بيت هذه المواد لاختلاف مصادرها واختلافها ولو كانت من
مصدر واحد.فالمصنع لهذه المواد يحتاج لوضع مواصفات وقياسات لهذه المنتجات وإلا استوجب على المستهلك إجراء فحص موسع لهذه المنتجات ولكل وجبه تستلم .تكون المواد المضافة
للخرسانة سائله بصورة عامه عند خلطها مع الخرسانة .

المواد المضافة المعجــلة :

إن أكثر المواد استعمالا للتعجيل في التفاعل هي كلوريد الكالسيوم ويحصل عليه بشكل سائل أو صلب ،ولأسباب مختلفة يستوجب استعماله بشكل سائل.فتأثير استعمال كلوريد الكالسيوم
على تعجيل إنماء القوى الانضغاطيه للخرسانة موضح في الشكل رقم (1.5).إما تأثير تركيز هذه المواد وبدرجات حرارة مختلفة مع تغير الزمن تظهر في الشكل رقم (2.5)وذلك باستعمال
م.من الضروري بيان كميات كلوريد الكالسيوم للتجنب من سوء استعماله نماذج مكعبات الخرسانة بقياس(100مم) /2حيث يؤدي إلى أصداء للحصول على قوة تحمل انضغاطيه حوالي 5 نيوتن
فولاذ التسليح في بعض الأحيان .فلمواد (Prestressed concrete) المضافة الحاوية على كلوريد الكالسيوم لاتستعمل في الخرسانة المسبقة الجهد

فولاذ التسليح في بعض الأحيان .فلمواد المضافة الحاوية على كلوريد الكالسيوم لاستعمل في الخرسانة المسبقة الجهد
Hight quality)إي ذات نفاذيه واطئه.والتأكد من عدم وصول
فولاذ التسليح في بعض الأحيان .فلمواد المضافة الحاوية على (concrete كلوريد الكالسيوم لاتستعمل في الخرسانة المسبقة الجهد
نسبة (Accelerators)الخالية من الكلور.تستخدم فورمات الكالسيوم كلوريد الكالسيوم إلى أكثر من(1.5%)من وزن السمنت وبالنظر لخطورة استعمال كلوريد الكالسيوم،تتوفر حاليا المواد المعجلة
كأساس المواد المعجلة التجارية وتكون خطورتها اقل من كلوريد الكالسيوم واستعمالها بشكل سائل أتبث كفاءتها.والمعجلات هذه تضعف من مقاومة (Calcium Formate)الخرسانة للملاح فيجب
إن لاستعمل في الأماكن التي تكون معرضه للتأثيرات الخارجية الشديدة.

استعمالات المواد المعجلة:(Uses of Accelerators)

تستعمل المعجلات في الإعمال الخرسانية في المناخ البارد فهذه المواد لاتعمل لمنع الإنجاد ولكنها تعمل على خفض الوقت اللازم للحصول على قوة تحمل كافيه وذلك لمقاومة الانجماد وتستعمل بمعية احماء
المواد المكونة للخرسانة والتي تساعد على استمرارية الصب بدرجات حرارة مقاربه للانجماد.وتستعمل كذلك في العجلات المستعجلة ولإقلال الوقت اللازم لرفع القوالب تحت درجات الحرارة الاعتيادية
ولكن يجب التريث عند استعمالها في المناخ الحار حيث ا السرعة في التصلب تؤدي في مقدار التقلص والتشقق.

المواد المضافة الباعثة للفراغات

تقوم المواد المضافة هذه بزيادة مقدار الهواء الموجود في الخرسانة وبشكل فقاعات(حوالي مليمتر واحد في قطرها أو اصغر)وبذلك تحسن من قابيل العمل أو التشغيل للخرسانة الطرية ومقاومة تأثير
الانجماد في الخرسانة بعد تصلبها.وبذلك تقل كثافة الخرسانة المتصلبة وتقل قوة التحمل الانضغاط إلا إذا أخفضت كمية الماء للتعويض عن الخسارة في قوة التحمل الانضغاط والزيادة في قابيل

التشغيل بسبب الفقاعات الهوائية هذه .فمعضم المواد الباعثة للفراغات هي من سوائل متبقي قرمة شجرة البلوط وهناك مواد باعثه للفراغات تعطي فراغات كبيرة أو فراغات غير كافيه فتكون غير
صالحه للاستعمال كمواد إضافية .

فوائد استعمال المواد الباعثة للفـراغـات :

إن الغاية الاساسيه في استعمال المواد الباعثة للفراغات هي الحصول على متانة للخرسانة المعرضة للانجماد والذوبان إذ تنحصر في الخرسانة الاعتيادية حوالي (1.5%)من الفراغات الهوائية
والغاية منها هي المحافظة من الكبريتات .إن (5%)من الفراغات الهوائية تسمح بخفض (7%)من ماء الخلطة الخرسانيه وذلك لأنها تساعد في زيادة قابليه التشغيل في الخلطة ومن المعلوم إن كل (1%)
زيادة في نسبة الفراغات الهوائية تنخفض من قوة تحمل الخرسانة بحوالي (4%)، وهذا يجب إن يؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم الخلطات .والميزة الأخرى في استعمال المواد الباعثة للفراغات هي
الزيادة في قابلية التشغيل وتعتبر هذه بمثابة زيادة في كمية الرمل الناعم.ولذلك تنخفض كمية الرمل الناعم في الخلطات الحاوية على الفراغات وتزاد كمية الفراغات الهوائية للتحسين في خواص
الخرسانة عند وجود الرمل الناعم .وتضاف هذه المواد للخرسانة للحصول على خرسانة خفيفة الوزن .
لقد درس كوزنيليوس عوامل عديدة مؤثرة في تغيير كمية الهواء المحصور في الخرسانة باستعمال نسبه معينه من هذه المواد .فظهر انه من الضروري تثبيت كمية المواد الاضافيه للخرسانة
موقعيا لكل عمل وفحص كمية الفراغات الهوائية فيها.
إن نسبة الهواء يجب إن تحسب إثناء الصب باستعمال نفس أسلوب الرص المستعملة في الموقع لقياس الهواء

المواد المضافة المقللة من الماء
والمسيطـرة على تماسك الخرسانة :-
يعتمد مقدار التقليل من كمية الماء اللازمة للخرسانة باستعمال مواد اضافيه على حوامض الكربوكسيل الهيدروكسيليه واللينيوسلفونيت فهاتان المادتان تؤثران على الخرسانة فتؤخران من تماسكها.

والمادة الاضافيه الاعتيادية المستعملة في تقليل كمية ماء الخلطة والتي يكون تأثيرها قليلا في التماسك هي إما باضافة كمية قليله من هذه المواد والتي تحدد مقدار الماء إلى (5%)أو بخلط المواد هذه
مع كلوريد الكالسيوم بكمية قليله من التفاعل وفي هذه الحالة تنطبق التحديدات باستعمال كلوريد الكالسيوم ،ويجب إن تعرف الكمية المستعملة في الخرسانة المتصلبة .فباستعمال كمية عالية من كلوريد
الكالسيوم مع المواد المقللة من الماء في خلطة الخرسانة نحصل على مواد للتعجيل والتقليل في كمية الماء.

فوائد استعمال المواد المضافة المقللة للماء:-

في حالة صنع الخرسانة بالطريقة الصحيحة نحصل بتخفيض كمية الماء على خرسانة قوية ومتانة اعلي .
وبالإمكان استعمال مواد اضافيه لتحسين مرونة الخرسانة (مواد اضافيه ملدنه)للحصول على قابيلة تشغيل أعلى دون زيادة كمية ماء الخلطة .فتستعمل هذه المواد للاقتصاد في استعمال الاسمنت
وذلك باستعمال كمية اقل من الاسمنت للحصول على القوه المطلوبة.وكذلك بالامكان الحصول على خرسانة ذات قوة تحمل عالية .فالتخفيض من كمية الماء بمقدار (5%) يسبب زيادة في قوة التحمل
الانضغاطية بمقدار (8%)تقريبـا.

المواد المضافة المؤخرة للتفاعل :

هناك عديد من المواد الاضافيه المؤخرة لعملية التماسك والتصلب (بسبب المناخ الحار)فهذا قد يحصل في ضخ الخرسانة وخاصة إلى ارتفاعات لا بأس بها في وقت المناخ الحار.فعند وصول الخرسانة
الاعتيادية إلى ذلك الارتفاع يكون قد بدأ تماسكـها.فالصب في الموقع يصبح صعبا والمواد الشائعة الاستعمال هي الحوامض أو الأملاح الحاوية على الهيدروكسيل تختلف بعض المواد في فعاليتها
بتأخير تماسك بعض أنواع الاسمنت وتعجيل تماسك الأخرى .وهناك بعض المواد المؤخرة باستعمال كمية معينه وعند زيادة هذه الكميه تصبح نفس هذه المواد المعجلة.ولذلك يجب التحفظ باستعمال هذه المواد في إي مشروع.