

بسم الله الرحمن الرحيم

لقد قمنا بزيارة لمصنع ريدي ميكس بيتون لتصنيع الخرسانة ، وقام أحد المهندسين المرشدين من الموقع بإطلاعنا على الكثير من المعلومات ، عن مكونات الخرسانة ، والاختبارات التي تجري على المكونات ، واختبارات الخلطة الخرسانية ، اضافة الى طرق التصنيع وخطواته وطريقة التحكم بالكميات وبعملية تصنيع الخرسانة بمراحلها المختلفة .

مكونات الخرسانة:

أولا : الركام

ان لنوعية و خواص الركام تأثيرا كبيرا على خواص الخرسانة ونوعيتها لكونه يشغل حوالي (70-75%) من الحجم الكلي للكتلة الخرسانية.

الركام يتكون من قسمين بشكل اساسي :

Corse aggregate مثل الدولوميت ، الجرانيت ، اليوريت ، البازلت ، اللبكا ، ليستون ، كسر الرخام .

Fine aggregate مثل : الرمل الطبيعي ، الرمل المكسر .

Natural sand , crushed sand

إضافة إلى كون الركام يشكل الجزء الأكبر من هيكل الخرسانة والذي يعطي للكتلة الخرسانية استقرارها ومقاومتها للقوى الخارجية والعوامل الجوية المختلفة كالحرارة والرطوبة والانكماش فانه يقلل التغيرات الحجمية الناتجة عن تجمد وتصلب عجينة الاسمنت أو عن تعرض الخرسانة للرطوبة والجفاف ، ولذا فإن الركام يعطي للخرسانة متانة أفضل مما لو استعملت عجينة الاسمنت لوحدها.

مما ورد سابقا يتضح أن خواص الركام تؤثر بدرجة كبيرة على متانة وسلوك هيكل الخرسانة.

وعند اختيار الركام لغرض الاستعمال في خرسانة معينة يجب الانتباه بصورة عامة إلى ثلاثة متطلبات هي:

1. اقتصادية الخليط
 2. المقاومة الكامنة للكتلة المتصلبة
 3. والمتانة المحتملة لهيكل الخرسانة .
- و من الخواص المهمة الأخرى لركام الخرسانة : 4. تدرج حبيباته ، فلغرض الحصول على هيكل خرساني كثيف يجب أن يكون تدرج ركام الخرسانة مناسباً وذلك بتحديد نسبة الركام الناعم والركام الخشن في الخليط.
- بالإضافة إلى ذلك يكون تدرج حبيبات الركام عاملاً مهماً في السيطرة على قابلية تشغيل الخرسانة الطرية.
- فعند تحديد كمية الركام الموجود في وحدة الحجم للخرسانة تكون قابلية تشغيل الخليط أكثر عندما يكون تدرج الركام مناسباً وبذلك تكون الحاجة لكمية الماء اللازمة للخليط أقل وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة مقاومة الخرسانة الناتجة. كما ويؤثر الركام على الكلفة الكلية للخرسانة .
- وبصورة عامة فإنه كلما كانت كمية الركام الموجود في حجم معين من الخرسانة أكثر كلما كانت الخرسانة الناتجة اقتصادية أكثر وذلك لكون الركام أرخص من الأسمنت.



اختبارات الركام :

أولاً : نقوم بتحليل الركام كيميائياً الى كلوريدات وكبريتات ، ومن ثم نقوم باختبار قوة الركام، وبناء على قوة الركام نختار أنواع السن ، حتى لا نختار سن ضعيف لركام قوته عالية والعكس .

ثانياً : اختبار قوة الركام بعدة طرق ، منها :

- اختبار معامل الاستطالة والتفلطح في الركام.
- اختبار معامل التكسر **crushing value**

ويعبر هذا الاختبار عن مدى تحمل الركام الخشن للأعمال الاستاتيكية .

- اختبار معامل التآكل والبري **loss angelus** .
- اختبار التدرج الحبيبي للركام الناعم والخشن .

يستخدم بشكل اساسي يستخدم بشكل اساسي لتحديد الوزن النوعي الكلي والوزن النوعي المشبع ونسبة الامتصاص للركام الناعم .

- اختبار ال **specific gravity** .

يتم في هذا الاختبار تحديد الوزن النوعي الكلي والظاهري والامتصاص لمواد الركام الناعم والخشن في درجة حرارة 25 درجة مئوية.

- اختبار ال **bulk density**
- اختبار معامل النعومة ال **finest modules**



ثانيا : الماء

أهمية الماء:

إن الماء ضروري لكي يتم التفاعل الكيماوي بين الاسمنت والماء. وهو ضروري أيضا لكي يمتصه الزلط المستعمل في الخرسانة. يعطي الماء الخليط المؤلف من الركام الخشن والناعم والاسمنت درجة مناسبة من الليونة تساعد على التشغيل والتشكيل. بوجود الماء يمكن خلط مقدار أكبر من الزلط بنفس الكمية من الأسمنت. يعطي الماء حجما للخرسانة يتراوح ما بين 15-20% . يضيع جزء من الماء الموجود في خلطة الخرسانة أثناء عملية التبخر. الماء ضروري لعمليات إيناع الخرسانة أثناء تصلبها.

النسبة المئوية الاسمنتية:

هي النسبة بين وزن الماء الحر المخصص للتفاعل (عدا الماء الذي يمتصه الزلط) إلى وزن الأسمنت في الخلطة. ولضبط نسبة الماء في الخلطة أهمية بالغة وعليها تتوقف قوة الخلطة ومساميتها وانفصالها ونزفها ومقدرتها على مقاومة العوامل الجوية من برودة وحرارة وتآكل حيث ان كثرة الماء تضعف الخرسانة وتسبب الانفصال والتدميع والمسامية وقلة الدوام والاهتراء وقلة التماسك والضعف والتقشر والاكماش والتشقق .

خواص الماء المستعمل في الخرسانة :

يكون الماء المستعمل في خلط ومعالجة الخرسانة خاليا من المواد الضارة مثل الزيوت والشحوم والأملاح والأحماض والقلويات والمواد العضوية والفلين والمواد الناعمة سواء كانت هذه المواد ذائبة أو معلقة وخلافها من المواد التي يكون لها تأثير عكسي على الخرسانة من حيث قوة الكسر والمتانة . يعتبر الماء الصافي الصالح للشرب صالحا لخلط الخرسانة وإيناعها . يسمح باستعمال الماء غير الصالح للشرب في حالة عدم توفر الماء الصالح للشرب على أن لا يزيد تركيز الشوائب فيه عن نسب معينة تحددها المواصفات . يحظر استعمال الماء غير الصالح للشرب فيخلط وإيناع الخرسانة إلا بعد أن يثبت مخبريا بأن مقاومة مكعبات الملاط (Mortar) الذي جرى خلطه بالماء غير الصالح للشرب تساوي على الأقل (90) % من مقاومة نظيراتها والتي جرى تحضيرها باستعمال ماء صالح للشرب وذلك عند عمر (7) أيام و (28) يوم وحسب المواصفات الأميركية رقم ASTM C-109 .

ثالثاً: الأسمنت:

الأسمنت هو تلك المادة الناعمة الداكنة اللون التي تمتلك خواص تماسكية و تلاصقية بوجود الماء مما يجعله قادراً على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض و تماسكها مع حديد التسليح. ويتكون الأسمنت من 3 مواد خام أساسية هي كربونات الكالسيوم الموجودة في الحجر الكلسي، والسيليكا الموجودة في الطين والرمل، والألومينا (أكسيد الألمنيوم).

أنواع الأسمنت:-

هناك عدة أنواع من الاسمنت تأخذ اسمها من الغرض منها ولزوم استعمالها ولكن تبقى مكوناتها الأساسية واحدة وان اختلفت نسبتها من نوع لآخر ومن أهم هذه الأنواع:

- الأسمنت البورتلاندي العادي .
- الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد .
- والأسمنت البورتلاندي المنخفض الحرارة .
- والأسمنت المقاوم للأملاح والكبريتات .
- الاسمنت الأبيض .
- الاسمنت البوزولاني .
- والأسمنت الألوميني ... الخ .

المكونات الرئيسية للأسمنت البورتلاندي العادي:

1. **سليكات ثلاثي الكالسيوم** وتبلغ نسبتها من 45 - 55 % وهي المسؤولة عن إعطاء القوة للخرسانة خلال الأيام الثمانية والعشرين الأولى.
2. **سليكات ثنائي الكالسيوم** وتبلغ نسبتها من 15-25 % وهي المسؤولة عن ظاهرة الالتئام الذاتي حيث تقوم بإغلاق الشقوق الشعرية في المونة وفي الخرسانة و كذلك قوة الشد للخرسانة.
3. **ألومينات ثلاثي الكالسيوم** وتتراوح نسبتها من 12-15% وهي تتفاعل بسرعة عند الخلط وتطلق حرارة عالية لذلك فهي تعطي الخرسانة قوتها في اليوم الأول ولكنها لا تؤثر في القوة النهائية للخرسانة.
4. **ألومينات حديد رباعي الكالسيوم** وتتراوح نسبتها من 7-12 % وهي تتفاعل في الأيام الأولى وتعطي حرارة عالية ولكنها أبطأ من ثلاثي ألومينات الكالسيوم.
5. بالإضافة إلى المكونات السابقة يحتوي الأسمنت على مركبات ثانوية على شكل أكاسيد مثل **أكاسيد البوتاسيوم والصوديوم والمغنيسيوم والتيتانيوم وثنائي أكسيد الكبريت** . وتشكل هذه المركبات نسبة قليلة من وزن الأسمنت.

اختبارات الأسمنت:

يجرى على الاسمنت العديد من الفحوصات لتحديد صفاته وللتأكد من جودته ومطابقته للمواصفات، ومن أهم هذه الفحوصات:

1. نعومة الأسمنت Fineness of Cement .
2. فحص القوام القياسي للعجينة الأسمنتية.
3. زمن الشك الابتدائي والنهائي Initial & Final setting time .
4. التحليل الكيماوي للأسمنت.
5. ثبات الأسمنت.
6. مقاومة الأسمنت للضغط المباشر.
7. مقاومة الاسمنت للشد المباشر.
8. فحص الانتشاء



رابعاً: الإضافات:

الإضافات هي عبارة عن مواد أو تراكيب من عدة مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط لتحسين خاصية أو أكثر من خواص الخلطة الخرسانية.

أهم أغراض استعمال الإضافات:-

1. تحسين قابلية التشغيل للخرسانة الطرية.
2. تعجيل التصلب للحصول على مقاومة عالية في وقت قصير.
3. إبطاء عملية التصلب (الشك) في الأجواء الحارة أو النقل لمسافات البعيدة.
4. تقليل الحرارة المتولدة وتقليل النضج أو النزف (Bleeding)
5. تحسين مقاومة التآكل وتقليل التقلص الحاصل أثناء التصلب.
6. منع صدأ الحديد.

أنواع الإضافات : (A,B,C,D,F,G)

بالرغم من تعدد أنواع الإضافات وأسمائها التجارية إلا أنها تندرج أساساً ضمن ثلاث مصنفات رئيسية هي:

1. إضافات مسرعة للتفاعل.
2. إضافات مبطئة للتفاعل.
3. إضافات مقللة للماء.

إن لهذه الإضافات مضارا لذلك يجب عدم استعمالها إلا في الحالات الضرورية وحسب تعليمات الشركة المصنعة وبأقل الكميات . ومحاولة الاعتماد على تحسين خواص الخرسانة بتعديل مكوناتها الرئيسية.



الخلطات الخرسانية:

بعد أن يتم فحص المواد الأولية (وهي الركام الخشن والناعم ، والماء والأسمنت والمضافات) وبعد التأكد من صلاحيتها ومطابقتها للمواصفات، يتم عمل تصميم للخلطة الخرسانية لتعيين كمية كل مادة من المواد اللازمة للحصول على خلطة خرسانية حسب ظروف العمل ونوع المنشأ أو العنصر الخرساني المراد صبه.

وهناك عوامل عديدة تؤثر على التصميم كشكل الركام وحجمه وتدرجه وطبيعة العمل والتشغيل وطريقة الدمك وتوفر المواد ودرجات الحرارة، إلا أننا أثناء التصميم نأخذ بعين الاعتبار أن يتم تحديد المكونات بحيث تغطي كل حبات الركام بالأسمنت وبحيث تدخل الحبيبات الأصغر حجماً في الفراغات الأكبر حجماً وبحيث تعطي الخرسانة القوة المطلوبة واللدونة اللازمة وأن تكون غير منفذة للماء ومتمينة وقوية ومقاومة للعوامل الجوية بأقل التكاليف.



مراحل صناعة الخرسانة

مرحلة الإعداد:

1. اختيار المكونات

يتم تحديد وإختيار النوع المناسب من كل مادة فمثلاً نوع الأسمنت المناسب للعملية (بورتلاندى عادى أو مقاوم للكبريتات أو منخفض الحرارة أو) وكذلك نوع الرمل المناسب (ناعم أو خشن أو ...) وليس المقصود بكلمة المناسب هنا الناحية الفنية فقط وإنما جميع النواحي الأخرى مثل الناحية الإقتصادية مثلاً.

-المقاس المناسب للركام الكبير طبقاً لنوعية ومقاس قطاعات الخرسانة التى ستُصب (قواعد أو أعمدة أو لبشة).

- إمكانية إستخدام بعض الإضافات أم لا وفى أى مرحلة من الصب.

-عمل تصميم للخلطة المطلوبة وتحديد الكميات اللازمة من كل مادة بالوزن والحجم.

2. التشوين

- يراعى التأكد من توافر كل المواد اللازمة للصببة الخرسانية قبل البدء فى الصب.

- يتم تشوين المواد فى الأماكن المناسبة وبالترتيب المناسب والتى تسهل نقلها إلى مكان الصب.

- يكون التشوين لكل مادة بالطريقة المنصوص عليها فى المواصفات فمثلاً:

الاسمنت: يشون على أرضيات خشبية مهواه ويكون فى حماية من رطوبة الجو والأرض والمطر ويجب أن لا يستخدم فى أعمال الخرسانة المسلحة أى أسمنت بدأت تتكون به حبيبات متصلة أو كتل أو مضى على تشوينه أكثر من ثلاثة شهور.

وطبقاً للكود المصرى فيجوز إستخدام الأسمنت بعد ستة أشهر و لكن بعد التأكد من سلامته.

الرمل: يكون على أرضيات صلبة نظيفة وبعيداً عن المطر أو أى مواد ملوثة.

الزلط: يغسل لإزالة الشوائب منه ويشون على أرضيات خرسانية أو خشبية.

الماء: عدم الإعتماد على ماء الصنبور خشية حدوث أى عطل وإنما ينبغى تخزين الماء مسبقاً فى موقع الصب فى أوعية لا تصدأ.

الإضافات: تحفظ فى مكان أمين فى درجة حرارة الغرفة وبعيد عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة وتراعى جميع التعليمات الخاصة بكل مادة على حدة.

3. اعداد الفرغ و الشدات

- يتم إختيار نوع الشدات المناسب للعملية (شدات عادية - شدات منزلقة - شدات صلب).

- تكون الشدات قوية لتتحمل وزن الخرسانة والأحمال الحية أثناء الصب.

- يجب أن ترتكز قوائم الشدات على قواعد ثابتة.

- أن تكون القوالب محكمة لمنع التسرب من الخرسانة.

- يجب تربيط الركائز بحيث لا تؤثر عليها الصدمات الأفقية الناتجة عن حركة العمال أو المعدات الصغيرة وكذلك ضغط الرياح و الإرتجاجات الناتجة عن المعدات المستخدمة فى العمل.

-ترش أسطح الفرغ الخشبية بالماء قبل الصب مباشرة لمنع إمتصاص الأخشاب لماء الخلط.

-يجب إعداد مسارات للعمل بحيث لا تؤثر حركتها على أبعاد وأشكال حديد التسليح.

-يفضل وضع تخانات تفصل بين سطح القوالب و الأسياخ.

-يجب أن تنظف الفرغ من الداخل بعناية قبل رص أسياخ التسليح وقبل صب الخرسانة مباشرة.

وذلك بإزالة الأتربة والفضلات ويمكن أن يتم ذلك بإستخدام الماء أو الهواء المضغوط.

4. تحضير الكميات و العبوات

الاسمنت: يفضل أن تحتوى عبوة الخرسانة على عدد صحيح من شكاير الأسمنت ولا يسمح بمعايرة الأسمنت بالحجم وفى حالة إستعمال الأسمنت السائب يجب قياس الأسمنت بالوزن.

الركام: يقاس بالحجم بصناديق قياس ويجب ملء الصناديق بدون دمك ، ويراعى الزيادة فى حجم الرمل نتيجة الرطوبة أو الببل وفى الأعمال الإنشائية الهامة يفضل قياس الركام بالوزن.

الماء: يقاس بالتر أو بالكيلوجرام ويجب أن يؤخذ فى الإعتبار كمية الماء المحتمل وجودها فى الركام.

5. مرحله الصب

أ. الخلط:

-نوع الخلط: يلزم خلط الخرسانة ميكانيكياً إما فى الموقع أو فى عربة خلط أو من خلال محطه خلط مركزية فيوضح عربة سعة ١٠ متر مكعب لخلط و نقل الخرسانه واذا دعت الضروره القصوى لخلط الخرسانه يدويا يتم ذلك بموافقة المهندس الإستشارى للمشروع ويلزم خلط الأسمنت مع الركام قبل وضع الماء ويقلب على ثلاث دفعات على الأقل ثم يضاف الماء تدريجيا بالقدر المطلوب للخلطة ويستمر التقلب والخلط حتى تتجانس الخلطة لوناً وقواماً.

انواع الخلط :

1. خلط فى الموقع
2. خلط اثناء لنقل
3. خلط فى محطه مركزيه (يدوى – ميكانيكى)

انواع خلاطات التى تعمل على خلط الخرسانه:

1. الخلاطه الحجميه (الخلاطه النحله)

2. الخلاطه الحجميه ذات المنصه

3. الخلاطه ذات القابوس

-زمن الخلط: يجب أن لا يقل زمن الخلط عن دقيقتين بعد وضع الأسمنت والركام أو لا يقل عن دقيقة واحدة بعد إضافة الماء ، وذلك حتى يصبح الخليط متجانس في اللون والقوام مع مراعاة عدم زيادة سرعة الخلط عن السرعة المحددة له حتى لا يحدث انفصال حبيبي كذلك لا يجب زيادة زمن الخلط عن ٥ دقائق لنفس السبب.

ب. النقل و المناوبة:

يلزم صب الخرسانة بعد تمام خلطها مباشرة مع مراعاة تجنب انفصال مكوناتها على أن لا تزيد المدة ما بين إضافة ماء الخلط وصب الخرسانة على ٣٠ دقيقة في الجو العادي و ٢٠ دقيقة في الجو الحار وأن يتم دمكها قبل مضي ٤٠ دقيقة في الجو العادي و ٣٠ دقيقة في الجو الحار أما إذا استلزم الأمر زيادة الفترات السابقة فإنه يلزم إضافة مؤجلات للشك عند الخلط بعد موافقة المهندس الاستشاري للمشروع وذلك حتى لا تجف الخرسانة أو يحدث لها شكا ابتدائياً وخاصة في الأماكن الحارة وحتى لا يحدث وصلات أو فواصل في الخرسانة المصبوبة.

-ويكون النقل على حسب درجة المشروع وحجمه كما يلي:

1. نقل الخرسانة على سطح الأرض باستخدام القوادر - عربات اليد - العربة القلابة.
2. نقل الخرسانة على مستويات عالية وذلك برفع القوادر باستخدام الونش.
3. نقل الخرسانة على مستويات تحت الأرض وذلك بالجاذبية باستخدام مجارى مائلة أو فى انابيب.





ج. الصب:

يجب مراعاة الإحتياطات الآتية أثناء عملية الصب:

- فى حالة صب الحوائط والأعمدة التى يتجاوز إرتفاعها ٢,٥ متر فلا يجوز صبها بكامل الإرتفاع ويجب عمل شباك فى أحد جوانب القالب على إرتفاعات لاتزيد عن ٢,٥ متر ويتم الصب من هذه الفتحات حيث يتم تقفيلها أولاً بأول مع مراعاة دمك الخرسانة ميكانيكياً.
- فى حالة صب بلاطة أو لبشة خرسانية بإرتفاع كبير يراعى أن تصب على طبقات سمكها يتراوح من ٤٠ إلى ٥٠ سم.

- يلزم مراعاة تحديد أماكن إيقاف الصب و سطح نهاية الصب (بلاطات وكمرات وأعمدة) مسبقاً قبل بدء الصب. وينبغى أن يكون إيقاف الصب فى الأماكن التى عندها عزم الإنحناء يساوى صفر أو بأقل قيمة ممكنة. ويراعى ترك سطح الخرسانة عند نهاية الصب مائلاً خشناً

فى البلاطات والكمرات وأفقىا خشنا فى الأعمدة. ولا يفضل وقف الصب عند المقاطع التى عندها قوى قص عالية.

- يجب فى كل منطقة من مناطق الصب البداية بصب الكمرة الرئيسية ثم الكمرة الثانوية ثم الأسقف.

- إذا زادت درجة الحرارة عن ٣٦ درجة مئوية فى الظل يجب مراعاة الإحتياطات الآتية:

1. تظليل تشوينات الركام الكبير والصغير ويمكن تبريد الركام الكبير بإستخدام رشاشات مياه.

2. إذا كان الأسمنت سائباً فى صوامع فإنه يجب دهانها من الخارج بمادة عاكسة لأشعة الشمس أما إذا كان فى أكياس فترص تحت سقيفة مهواة.

3. يبرد الماء قبل إستعماله فى خلط الخرسانة بإستخدام الثلج أو بأى وسيلة أخرى .

4. دهان الخلطات من الخارج بمواد عاكسة لأشعة الشمس أو تغطية الحلة بطبقة من الخيش مع رشها بالماء.

5. رش القوالب بالمياه قبل الصب مباشرة .

د. الدمك

الغرض من عملية الدمك هو تقليل الفراغات والفجوات داخل الخرسانة والتأكد من تمام إنسياب الخلطة الخرسانية حول حديد التسليح وملء القالب تماماً إلى المنسوب المطلوب. وطرق الدمك هى:

دمك يدوى - دمك ميكانيكى - قضيب الدمك

هزازات داخلية - هزازات الفرع - هزازات سطحية

يجوز الدمك يدوياً إذا لم ينص على إستعمال الوسائل الميكانيكية .وينبغى أن يقوم بالدمك شخص متخصص وله خبرة فى الدمك. يجب الإستمرار فى الدمك حتى ينتهى خروج فقاعات الهواء أو تظهر طبقة رقيقة من عجينة الأسمنت على السطح النهائى للخرسانة ولا يسمح بالدمك بعد ذلك لأنه يسبب النضح أو النزيف **Bleeding** كما ينبغى عدم لمس الهزاز الداخلى حديد التسليح أثناء الدمك. ويراعى أن لا يتسبب الدمك بأى حال من الأحوال عن ققللة الخرسانة السابق صبها أو زحزحة أسياخ التسليح من مكانها.

هـ. التشطيب

-معاملة السطح طبيعياً للحصول على سطح ناعم وذلك باستخدام الواح ذات اسطح مستوية وملساء لعمل الفرغ الخاصة وقد تكون من الأبلأكاج أو الإسبستوس أو الكونتر.
-يمكن تجهيز الفرغ بفواصل معينة للحصول على سطح يوحى أنه مبنى من الحجر.
-من الممكن عمل رسومات هندسية مثل الدوائر أو أوراق الشجر على طول ممرات الحدائق.
-يمكن أيضاً تمشيط الخرسانة أو إظهار الركام الكبير بها ويتم ذلك غالباً فى المرحلة الخضراء من الخرسانة.

كـ. ازاله الفرغ و الشدات

إن المدة الواجب إنقضاؤها بين صب الخرسانة وفك الشدات تتوقف على درجة الحرارة وطول البحر ونوع الأسمنت المستخدم وأسلوب المعالجة والحمل الذى سيتعرض له المنشأ بعد الفك.
ويشترط أن لا ينتج عن الفك حدوث أى ترخيم أو شروخ أو تشوهات غير مسموح بها.
ويجب مراعاة أن لا تتعرض الخرسانة للاهتزازات أو الصدمات أثناء الفك. وفى حالة استعمال أسمنت بورتلاندى عادى فيمكن إزالة الفرغ والشدات الخشبية بعد مدة لاتقل عن القيم الآتية:

1. الجوانب والأعمدة المعرضة لقوى ضغط محورى فقط يمكن فكها بعد ٢٤ ساعة .
2. الكمرات والبلاطات بعد مدة = ٢ل + ٢ يوم
حيث ل = طول بحر الكمرة أو البحر الأصغر للبلاطة بالمتر. بحيث لاتقل المدة عن أسبوع.
3. الكوابيل بعد مدة = ٤ل + ٢ يوم
حيث ل = بروز الكابولى بالمتر. بحيث لاتقل المدة عن أسبوع.
4. عندما تكون الفرغ والركائز حاملة لأحمال إضافية كما فى حالة الطابق الذى يحمل وزن الطابق التالى حديث الصب فلا يجوز فك القوائم إلا بعد إنقضاء ٢٨ يوماً مع إتخاذ كافة الإحتياطات التى تضمن إرتكاز القوائم على أرضية تتحمل الأثقال عليها بأمان وبعد التأكد من أن مقاومة الخرسانة بعد ٢٨ يوم قد أوفت بإشتراطات المشروع.

5. فى حالة إستعمال أسمنت بورتلاندى غير عادى أو فى الحالات التى تنخفض فيها درجات الحرارة عن ١٥ درجة مئوية فيجب الحذر وتأجيل فك القرم والشدات الخشبية مدة مناسبة بالإضافة إلى المدد المشار إليها عالىة.



و. مرحله ما بعد الصب (الخرسانه الخضراء):

أ.معالجه الخرسانة تتم عن طريق:

- ١ -إما منع تبخر ماء الخرسانة بتغطيتها أو قفل مسامها بعمل غشاء أو طبقة مانعة للتبخّر.
- ٢ -أو إضافة الماء باستمرار للتعويض عن الماء الذى يتبخّر.

ومن المواد المستعملة فى المعالجة:

- ١ -الماء.
- ٢ -الخيّش المرطب.
- ٣ -الأغشية المانعة للتسرب مثل : لفائف البلاستيك والورق المانع لتسرب الماء.
- ٤ -مركبات أو إضافات المعالجة والتى تعمل على سد مسام الخرسانة.
- ٥ -مواد أخرى مثل الرمل الطبيعى والتبن والقش ونشارة الخشب والركام الناعم.

وطرق المعالجة كثيرة منها:

- ١ - الغمر بالماء على شكل برك (فى الأسطح الأفقية والأرضيات).
- ٢ - الرش بالماء (حفظ السطح رطبا بين مواعيد الرش مع عدم السماح له بالجفاف).
- ٣ - التغطية بالخيش الرطب.
- ٤ - التغطية باللفائف المانعة لتسرب الماء.
- ٥ - المعالجة باستعمال المركبات الكيماوية (العازلة للرطوبة - السدودة).
- ٦ - المعالجة بالبخار

والمعالجة بالبخار تستخدم فى مصانع الخرسانة الجاهزة وهى عملية معقدة ومكلفة ولكنها تؤدى إلى السرعة فى عملية الإماهة والتصلد للإسراع من الإنتاج .





ماء المعالجة

ي-الترميم و البياض

-يشتمل الترميم على:

إزالة الزوائد - ملء الفجوات وأماكن التعشيش - تنظيف السطح الخارجى للخرسانة.

طريقة ملء الفجوات:

يتم تنظيف أماكن العيوب وإزالة المونة والركام الضعيف
تُبَلل الفجوات بالماء تم تُفرش بمونة الأسمنت والرمل بنسبة ١:١ بالوزن
تُصب مونة الترميم والمكونة من أسمنت ورمل بنسبة ٣:١ بالوزن بحيث تكون بارزة قليلا
عن سطح الخرسانة وتُترك مدة ٢ ساعة تقريبا ثم يسوى السطح على السطح المحيط به.
(يفضل إستخدام مونة الجراوت مباشرة فى مثل هذه الأعمال)

-أما معالجة السطح الخارجى فتتم بطرق عديدة منها:

- ١ -تنظيف السطح الخارجى بإستخدام الخيش والمونة الغنية بالأسمنت وذلك لملء الثقوب الصغيرة و إعطاء سطح الخرسانة لون متجانس.
- ٢ -الغسيل بالأسمنت.
- ٣ -الطرطشة: وذلك برش طبقة من مونة الأسمنت والرمل الناعم على سطح الخرسانة.
- ٤ -البياض بالمحارة: وذلك بعمل طبقة من مونة الأسمنت والرمل بسمك ١:٢ سم ثم تمشط أو تنعم.

يتم مراقبة مراحل تصنيع الخرسانة في غرفة التحكم ، وقد دخلنا تلك الغرفة برفقة المهندس المرافق ، وهذه بعض الصور توضح العدادات واجهزة ووسائل التحكم :







اختبارات الخرسانة :

1. اختبار الهبوط

يتم اختبار الخرسانة للهبوط بواسطة قمع الهبوط الذي توضع فيه الخرسانة مباشرة بعد الخلط و يتم دمكها داخل المخروط على ثلاث طبقات كل طبقة 25 دمكه ثم يتم رفع المخروط لنرى هبوط الخرسانة و يتم قياس الهبوط لتعيين محتوى الماء بها وابعاد المخروط (4*8*12 بوصة) (10*20*30) سم .
وقوام الخرسانة يعين من خلال معدل الهبوط في الخرسانة .



القوام: هو الخاصية التي تعبر عن الرطوبة (محتوى الماء) للخلطة الخرسانية التي ليس بها اضافات

أنواع قوامات الخرسانة:

1. القوام الجاف: يتميز بأن الخرسانة ليس بها لدونه كافيه لذلك تستخدم فى المنشآت الكتليه مثل كتل حمايه الشواطىء و تستخدم كذلك فى القواعد المسلحة ضعيفه التسليح و على المهندس استخدام هزاز قوى لدفع الخرسانه للحركه لملئ الفراغات.
2. القوام الصلب: يستخدم فى المنشآت الكتليه و القواعد و الاساسات مع استخدام هزازات قويه.
3. القوام اللدن: تكون الخرسانه فئيه قويه سهله الحركه و لذلك تستخدم فى جميع انواع الانشاءات و الخرسانه المسلحة متوسطه و كثيفه التسليح و نستخدم هزازات عاديه.
4. القوام المبطل: تكون الخرسانه قادره على الحركه الذاتيه باقل عمليه دمك مستخدمه و يستخدمه المقاولون المبتدئون و يتم استخدام الدمك اليدوى و يعيبه زياده الاسمنت لزياده نسبه الماء
5. القوام المائى: مرفوض و لكى نستخدم القوام المائى يجب اضافته مواد بودولانيه و سليكا و مواد فائقه التلبين.

2. اختبار معامل الدمك

يملا الاناء العلوي بالخرسانة الطازجة باستخدام المغرفة ، يتم بعدها مباشرة فتح بوابة المفصلة حيث تهبط الخرسانة تحت تأثير وزنها فقط لتملا الاناء السفلي.
يراعى اغلاق فوهة الاسطوانة السفلية أثناء ملئ الاناء العلوي بالخرسانة وفتح بوابته لتهبط الخرسانة إلى الاناء السفلي.
يرفع الغطاء عن فوهة الخرسانة وتفتح البوابة المفصلية للاناء السفلي المملوء بالخرسانة بحيث تهبط الخرسانة من الاناء السفلي تحت تأثير وزنها فقط لتملا الاسطوانة.
يسمح باستعمال قضيب الدمك لمساعدة الخرسانة للهبوط من الاناء العلوي إلى الاناء السفلي ومن الاناء السفلي إلى الاسطوانة ، وذلك اذا ما التصقت الخلطة بجدار الاناء على أن يكون ذلك من الأعلى و بلطف.
تزال الخرسانة الزائدة عن مستوى الاسطوانة باستخدام مالجين يمسك كل مالج في يد والشفرة في وضع أفقي ويسحب باتجاه بعضهما ابتداء من طرفي الاسطوانة مع الضغط على الحواف العليا للاسطوانة.

تنظف الاسطوانة من الخارج من أي مواد عالقة عليها . توزن في ميزان حساس ولأقرب (10) غرامات ويطرح من ذلك وزن الاسطوانة وهي فارغة ويعرف هذا الوزن بوزن الخرسانة الجزئية الدمك.

تفرغ الاسطوانة ويعاد ملؤها بالخرسانة على طبقات وتدمك جيداً، وينظف السطح الخارجي للاسطوانة وتوزن لأقرب (10) غرامات يطرح من ذلك وزن الاسطوانة وهي فارغة ، ويعرف هذا الوزن بوزن الخرسانة المدموكة بالكامل.

يحسب معامل الدمك بتقسيم وزن الخرسانة الجزئية الدمك على وزن الخرسانة المدموكة بالكامل.

3. اختبار المقاومة بالضغط:

يجرى هذا الإختبار على الخرسانة المتصلدة على عمر 7 أيام أو 28 يوم، ويكون جهاز الاختبار وطريقة الاختبار مطابقة للمواصفات القياسية البريطانية BS-1881 أو المواصفات الأمريكية رقم ASTM - C39

تقاس أبعاد نموذج الفحص لأقرب (1) مللمتر وتحسب مساحة سطح التحميل على هذا الأساس.

يحسب اجهاد الكسر بتقسيم قوة الكسر على مساحة سطح التحميل ولأقرب (0.5) نيوتن/ملم².

4. اختبار مقاومة الانحناء .

5. اختبار مقاومة الشد غير المباشر.

6. كثافة الخرسانة المتصلدة.

7. فحص العينات اللبية. (Core Test) .

يتم هذا الفحص بثقب الخرسانة المصبوبة وأخذ عينات اسطوانية وكسرها. ونلجأ إلى هذا الفحص اذا لم تجتز المكعبات التي أخذت من الخرسانة أثناء صبها الفحص، وتعتبر الخرسانة مطابقة للمواصفات اذا حققت نتائج كسر العينات اللبية قوة لا تقل عن 85% (معدل 3 عينات)

من المقاومة المميزة المطلوبة بحيث لا تقل مقاومة الكسر الدنيا لأي عينة عن 75% من المقاومة المميزة.

8. اختبار تشغيلية الخرسانة .

تشغيلية الخرسانة :هى الخاصيه التى تعبر عن سهوله خلط و نقل و صب الخرسانه بدون حدوث انفصال او نزيف بها.

9. اختبار التحميل في الموقع:

يجرى اختبار التحميل في الموقع للعقدات والجيزان من الخرسانة المسلحة التي لا يقل عمرها عن 56 يوما.
ويقاس الترخيم بعد التحميل لمدة 24 ساعة ثم يقاس الاسترجاع في الترخيم. ويجب أن لا يزيد الترخيم بالملتر عن 50 x مربع بحر التحميل مقسوما على عمق المقطع الانشائي. أما الاسترجاع فيجب أن لا يقل عن 75% من الترخيم الأقصى.

تم بحمد الله تعالى