دليل المهندس

في أعمال التشييد والبناء

١٠ ـ الخرسانة الجاهزة

دليل المهندس
في أعمال التشييد والبناء
١٠ ـ الخرسانة الجاهزة

اعداد مادة علمية :
مهندس / عبد الحميد قورة - ادارة الخرسانة الجاهزة

مراجعة :
مهندس / مرتضى عبد الله - معهد التدريب
مهندسة / نهاد كمال يعقوب - معهد التدريب

اعتماد :
أ.د فاروق الحكيم
مركز تطوير الدراسات والبحوث الهندسية - جامعة القاهرة

المدير العام لمعهد التدريب
مهندس / أحمد زكى أحمد خالد

إبريل ١٩٩٦

الخرســـانة الجاهـــــــزة

READY MIXED CONCRETE

مقدمـــــه :

نظـرا لأهميـة وسرعـة انتشار الخرســانة الجاهزه فى مصـر ، والقصـور الواضح فى المعلومـات عـن هـذه الصناعة وعـدم تعرض المواصفات القياسية أو الكود المصرى لها سـنتناول بقـدر اسـتطاعتنا توضيـح الاشـتراطات الواجب توافرها فى هـذه الصناعـة وكذلـك تحديـد العلاقـة بـين القـائمين علـى هـذه الصناعـة والمتعـاملين معهـم مستعينين بما جاء فى المواصفات العالمية فى هذا المجـال وبخاصـة المواصفـات القياسـية الأمريكيـة مـع مراعـاة عـدم التعرض لحالة الخرسانة فى مرحلة الصب والدمك والمعالجة أو الحماية .

وسوف يقتصر الحديث هنا عن صناعة الخرسانة الجـاهزة حتـى وصولها للعميـل بـالموقع بحالـة طازجـة وغـير متصلدة مع ضرورة الأخذ فى الاعتبار بأن الاشتراطات أو المواصفات المعمول بهـا فـى المشـاريع هـى التـى يجـب اتباعها فى حالة تعارضها مع ماهو موضح بعـد .

صورة رقم (١) توضح عدد ٤ صوامع لتخزين الأسمنت السايب بمحطه خلط خرسانه مركزية لانتاج الخرسانه الجاهزة

وحدة قياس كميات الخرسانة الجاهزة الواجب التعامل بها : -

يعتبر المتر المكعب من الخرسانة هو وحدة القياس المستخدمة فى تقدير كمية الخرسانة التى تصل للموقع بحالة طازجة ومطابقة للمواصفات المطلوبة.

ويمكن مراجعة حجم الخرسانة لأى سيارة نقل للخرسانة وذلك بوزن كمية الخرسانة التى تحملها السيارة (ويمكن الحصول عليها من وزن السيارة محملة بالخرسانة - وزن السيارة فارغة) مقسوما على وزن وحدة الحجوم لهذه النوعية من الخرسانة (ويمكن الحصول عليها من معلومات تصميم الخلطة الخرسانية).

وزن وحدة حجوم الخرسانه (كثافه الخرسانة) = وزن الخرسانة التى تملأ الاناء / حجم الاناء كجم / م٣

حجم الخرسانة فى سيارة نقل الخرسانة (بالمتر المكعب) = وزن الخرسانة بهذه السيارة (كجم) / وزن وحدة الحجوم لهذه الخرسانة (كجم/ م٣)

المواد الداخلة فى صناعة الخرسانة : -

فى حالة عدم وجود مواصفات تستخدم فى تحديد جودة المواد الداخلة فى صناعة الخرسانة يجب أن يراعى الآتى : -

أ - الاسمنت **Cement.**

يجب أن يطابق الاسمنت المستخدم المواصفات القياسية المصرية أو البريطانية أو الأمريكية ASTM C-150 وعلى العميل أن يوضح نوع الاسمنت المطلوب استخدامه وفى حالة عدم اشتراطه لنوع معين يكون الأسمنت البورتلاندى العادى المطابق للمواصفات هو المطلوب فى هذه الحالة .

(راجع دليل المهندس رقم" ١ " الخاص بالأسمنت) .

ب - الركام **Aggragate.**

يجب أن يطابق الركام الصغير (الرمل) والركام الكبير المستخدم المواصفات المصرية أو البريطانية أو الامريكية ASTM C - 33 .

(راجع دليل المهندس رقم " ٢ " الخاص بالركام) .

جـ – المياه .Water

مياه الخلط يجب أن تكون صافية وغير محتوية على المواد المعكرة وفى حالة احتواء المياه على مثل هذه المواد التى تؤثر فى لون المياه أو تجعل له رائحة أو طعم غير عادى لايتم استخدام هذه المياه فى خلط الخرسانة الا بعد اجراء الاختبارات اللازمة لها للتأكد من صلاحيتها ، (راجع دليل المهندس رقم (٤) الخاص بمياه الخلط) ويجب ألا يتعدى الماء المشكوك فى مصدره أو صلاحيته الحدود المبينة فى الجدول التالى : –

الحدود المقبولة لاستخدام الماء المشكوك فى مصدره

نوع الاختبار	حدود المواصفات
مقاومة الخرسانة للضغط بعد ٧ أيام كنسبة مئوية من خلطة التحكم	لاتقل عن ٩٠٪
الفرق فى زمن الشك والجيود عن خلطة التحكم	ق س لايزيد عن – ١ تعجيل ولايزيد عن ٣٠ ١ تأخير

ويمكن الكشف على صلاحية المياه بعمل خلطتين من الخرسانة احداهما مخلوطة بمياه صالحة للشرب مصدرها شبكة المياه العمومية للمدينة وتسمى خلطة التحكم ، والخلطة الأخرى مخلوطة بالمياه المشكوك فى مصدرها وجودتها مع مراعاة تثبيت نسب الخلطتين بنفس الأسمنت ونفس الركام من ناحية الوزن والنوع وتثبيت حجم المياه المستخدم من النوعين فى الخلطتين .. ومقارنة النتائج الموضحة بالجدول السابق .

والجدول التالى يوضح الشروط والمواصفات القياسية المصرية لمياه خلط الخرسانة : –

رقم	اسم المركب الكيميائى	حدود المواصفات
١	الأملاح الكلية الذائبة	لاتزيد عن ٢٫٠٠٠ جرام فى اللتر
٢	أملاح الكلوريدات	لاتزيد عن ٠٫٥٠٠ جرام فى اللتر
٣	أملاح الكبريتات	لاتزيد عن ٠٫٣٠٠ جرام فى اللتر
٤	أملاح الكربونات والبيكربونات	لاتزيد عن ١٫٠٠٠ جرام فى اللتر
٥	كبريتيد الصوديوم	لاتزيد عن ٠٫١٠٠ جرام فى اللتر
٦	المواد العضوية	لاتزيد عن ٠٫٢٠٠ جرام فى اللتر
٧	الطين والمواد المعلقة غير الرسوبية التى تعكر ماء الخلط	لاتزيد عن ٣٫٠٠٠ جرام فى اللتر

مياه الغسيل .Washing water

يمكن اعادة استخدام المياه المستخدمة فى غسيل معدات الخرسانة أو الركام فى خلط الخرسانة بشرط أن تطابق نتائج اختبارات هذه المياه حدود المواصفات الموضحه فى الجدول التالى مع تكرار هذه الاختبارات على فترات اسبوعية أو شهرية حسب حالة العمل لضمان عدم حدوث زيادة كبيرة فى تركيز الأملاح الناتجة عن الغسيل .

حدود المواصفات القياسية الأمريكية لمياه الغسيل المستخدمة فى خلط الخرسانة

رقم	نوع المكونات الكيميائية فى المياه	الحدود والمواصفات
١	الكلوريد ات على هيئة CL^-	
	فى الخرسانة سابقة الاجهاد أو الكبارى	لاتتجاوز ٥٠٠ جزء فى المليون
	فى بقية أنواع الخرسانات المسلحة	لاتتجاوز ١٠٠٠ جزء فى المليون
٢	الكبريتات على هيئة SO_4^{--}	لاتتجاوز ٣٠٠٠ جزء فى المليون
٣	القلويات على هيئة ($Na_2O + 0.658\ K_2O$)	لاتتجاوز ٦٠٠ جزء فى المليون
٤	الأملاح الكلية الذائبة	لاتتجاوز ٥٠٠٠٠ جزء فى المليون

د – الاضافات .Admixtures

يجب أن تفى الاضافات المستخدمة باشتراطات المواصفات القياسية المصرية أو المواصفات القياسية الأمريكية ASTM C - 260 , C -494 , C- 618, C -989 طبقا لكل نوع والغرض المطلوب استخدامها فيه .

(راجع دليل المهندس رقم " ٧ " الخاص بالاضافات).

المعلومات الفنية الواجب توافرها من العملاء لمنتجى الخرسانه قبل توريد الخرسانة الجاهزة: –

١- المقاس الاعتبارى الأكبر للركام المطلوب استخدامه فى الخلطة الخرسانية.

٢- درجة تشغيل الخرسانة المطلوبة بالموقع (اختبار الهبوط باستخدام مخروط الهبوط) مع الالتزام بالتفاوتات (الجيود) المنصوص عليها فيما بعد ص ٧

٣- فى حالة طلب خرسانة تحتوى على هواء محبوس فيجب تحديد نسبة الهواء المطلوبة بالخرسانة عند نقطة تفريغ الخرسانة بالموقع مع الالتزام بالتفاوتات (الجيود) المنصوص عليها فيما بعد ص ٨

كيفية التعاقد بين منتجى الخرسانة الجاهزة والمتعاملين معهم : -

يتم التعاقد بين منتج الخرسانة الجاهزة والعميل بناء على عدة أسس وقواعد وسنوضح فيما يلى هذه الأسس بالتفصيل : -

أولا : فى حالـــة أن يكـــون منتج الخرسانة هو المسئول مسئولية كاملة أمام العميل عن أختيار نسب الخلط .

وفى هذه الحالة يجب على العميل أن يحدد الآتى : -

١- تحديد مقاومة الضغط للعينات القياسية من الخرسانة التى يتم صبها فى موقع الصب أثناء تفريغ الخرسانة مع ضـرورة أن يتم معالجة هذه العينات تحت الظروف المعملية القياسية من الرطوبة ودرجة الحرارة الى أن يحين موعد اختبارها .

٢- تحديد العمر المطلوب عنده اجراء اختبار المقاومة للضغط لهذه العينات

٣- تحديد شكل العينات القياسية (مكعبات ١٥ × ١٥ × ١٥سم أو اسطوانات ... الخ)

ويجب على منتج الخرسانة أن يلتزم بتقديم نسب مكونات الخلطة الخرسانية المقترح استخدامها لتحقيق المطلـوب بمـا فيها من وزن الأسمنت والركام الصغير والكبير ونسبة المياه للأسمنت وفى حالة استخدام اضافـات يجب تحديـد نـوع وكمية الاضافات لكل نوع خرسانة تم طلبها بمعرفة العميل .

ثانيا : - فى حالة أن يكون العميل هو المسئول عن تحديد نسب مكونات الخلطة الخرسانية .

وفى هذه الحالة عليه أن يقوم بإخطار منتج الخرسانة بالآتى : -

١- تحديد نوع ومحتوى الأسمنت بالكيلو جرام لكل متر مكعب واحد من الخرسانة .

٢- تحديد كمية المياه المسموح بها لكل متر مكعب واحد من الخرسانة ولا يدخل فى هذه الكمية المياه الممتصة بالركام .

٣- فى حالة استخدام اضافات بالخرسانة يتم تحديد النوع والجرعة ولا يجوز تقليل محتوى الأسمنت المقـدم بمعرفـة العميـل نتيجة استخدام هذه الاضافات بدون طلب مكتوب من العميل يفيد بتقليل محتوى الأسمنت .

وعلى منتج الخرسانة الالتزام باعطاء العميل شهادات فنية بمصدر ونوع الركام والـوزن النوعـى لـه وتدرجاتـه ووزن الأسمنت والركام واسم الاضافات وكمياتها فى كل نوع خرسانة تم طلبها من العميل وذلـك قبـل البـدء الفعلـى فـى توريد الخرسانة .

ثالثا : فى حالة أن يطلب العميل من المنتج أن يكون مسئولا عن نسب مكونـات الخلطـة الخرسـانية كمـا فـى الحالـة الأولى ولكن بشرط أن محتوى الأسمنت فى الخلطة يكون محددا بقيمة معينة لايقل عنها.

وفى هذه الحالة يجب على العميل أن يحدد الاتى : -

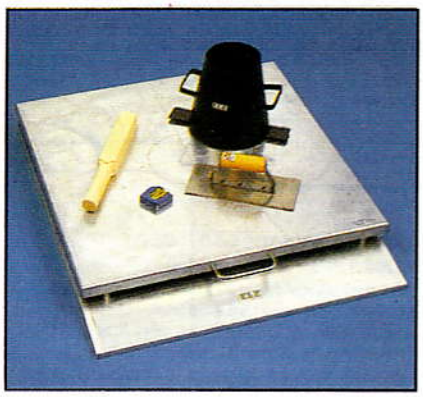
١- ماتم تحديده فى أولا.

٢- تحديد الحد الادنى للأسمنت المطلوب بالكيلوجرام لكل متر مكعب واحد من الخرسانة .

وعلى منتج الخرسانة أن يكون ملتزم بتقديم ماهو متبع فى أولا .

درجة تشغيل الخرسانة (اختبار الهبوط) : –

اختبار الهبوط هو احدى طرق قياس درجة تشغيل الخرسانة التى يتم فيها قياس الهبوط باستخدام مخروط الهبوط Slump cone لعمل اختبار الهبوط Slump test



Slump test apparatus

صورة رقم (٢) توضح مخروط الهبوط لقياس هبوط الخرسانة طبقا للمواصفات البريطانية والمصرية والأمريكية

الحيود فى اختبار الهبوط للخرسانة : –

فى حالة عدم وجود تفاوتات (حيود) منصوص عليها بمواصفات المشروع يتم الالتزام بالتفاوتات (الحيود) الأتية : –

أولا : عندما يكون منصوص فى مواصفات المشروع بأن الهبوط لايزيد عن ٠٠٠٠٠ أو بالحد الأقصى ٠٠٠٠٠٠٠٠٠

الحيود فى اختبار الهبوط	الهبوط المنصوص عليه بالمواصفة بالملليمتر	
	اذا كان ٨٠ فأقل	اذا كان أكبر من ٨٠
الحيود بالزيادة	صفر	صفر
الحيود بالنقصان	– ٤٠	– ٦٠

ويمكن قبول الخرسانة اذا تمت زيادة المياه للخرسانة بالموقع مرة واحدة لرفع درجة التشغيل وبالتالى زيادة اختبار الهبوط لتطابق ماهو مذكور فى الجدول السابق بشرط ان يكون اجمالى محتوى المياه لايتجاوز نسبة المياه للأسمنت المنصوص عليها فى تصميم الخلطة.

ثانيا : عندما لا يكون منصوص فى مواصفات المشروع بأن الهبوط لا يزيد عن ٠٠٠٠٠ أو بالحد الأقصى للهبوط ٠٠٠٠٠ فتكون التفاوتات المسموح بها كالتالى :-

مقدار الهبوط (مم)	التفاوتات المسموح بها (مم)
٥٠ أو أقل	± ١٥
٥٠ الى ١٠٠	± ٢٥
أكبر من ١٠٠	± ٤٠

تعتبر الخرسانة صالحة للصب عندما يكون مقدار الهبوط داخل التفاوتات (الحيود) الخاصة بها فى فترة زمنية لاتزيد عن ٣٠ دقيقة من لحظة وصولها للموقع ٠٠ ولا يصبح منتج الخرسانة مسئولا عن عدم مطابقة اختبار الهبوط لهذه الخرسانة اذا تجاوز التأخير لمدة أكبر من ٣٠ دقيقة بسبب أى أعطال تؤخر الخرسانة بالموقع .

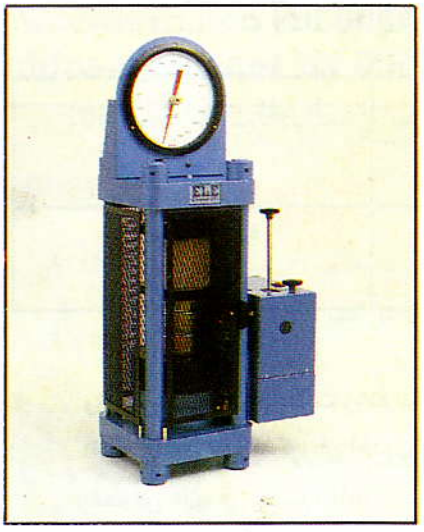
الخرسانة المحتوية على نسبة فراغات هوائية : -

فى حالة طلب العميل خرسانة بها نسبة فراغات هوائية (فقاعات دقيقة من الهواء منتشرة داخل الخرسانة) يجب أن يوضح النسبة المئوية لحجم هذه الفقاعات الهوائية كنسبة مئوية من حجم الخرسانة وعلى منتجى الخرسانة تنفيذ ذلك بنفس النسب المطلوبة بحيود ± ٥ر١٪ (النسبة المئوية لحجم فراغات الهواء الى حجم الخرسانة) بالموقع عن طريق أخذ عينات من الخرسانة أثناء تفريغها ويتم قياسها بالجهاز الخاص بذلك.

المقاومة Strength.

عندما تكون المقاومة للخرسانة هى الأساس فى التعامل بين منتج الخرسانة والعميل فأنه يجب أخذ عينات قياسية من الخرسانة ودمكها ومعالجتها تحت الظروف المعملية القياسية من درجة الحرارة والرطوبة طبقا للمواصفات .

- اختبار مقاومة الخرسانة مثلها مثل اختبار الهبوط ونسبة الهواء وتجرى مرة واحدة لأى كمية أقل من ١٠٠ م^3 ويجب تكرارها لكل ١٠٠ م^3 خرسانة يتم وصولها للموقع يوميا .



Standard compression machine

صورة رقم (٣) توضح جهاز قياس مقاومة الضغط للخرسانة (مكعبات ١٥×١٥ سم)

- لاختبار المقاومة يتم عمل ٢ عينة قياسية من الخرسانة المراد اختبارها ويتم عمل حساب المتوسط لنتيجة الاختبار عند العمر المحدد فى المواصفة وفى حالة عدم تحقيق أحد العينتين للمقاومة المطلوبة لعيوب فى الصناعة أو النقل أو المعالجة أو الاختبار يتم استبعاد هذه النتيجة من المتوسط ويتم أخذ نتيجة العينة الأخرى كأساس لعينات المقاومة .
- على مندوب العميل عمل سجل بالموقع موضح به بيان النقلة ومكان صبها حتى يمكن تحديد مكان أى خرسانة يثبت عيبها .

والجدول التالى يوضح العلاقة بين عدد العينات المأخوذة من كمية الخرسانة المصبوبة ومتوسط قيمة مقاومة هذه العينات للضغط منسوبة الى المقاومة المطلوبة حسب نوع التصميم للمنشأ : -

عدد العينات	متوسط المقاومة المطلوبة لعينات متتابعة	
	فى حالة التصميم بطريقة حالات الحدود Working Stress	فى حالة التصميم بطريقة حالة حد المقاومة القصوى Ultimate Stress
١	٠ر٧٩	٠ر٨٩
٢	٠ر٩٠	٠ر٩٧
٣	٠ر٩٤	١ر٠٢
٤	٠ر٩٧	١ر٠٥
٥	٠ر٩٩	١ر٠٧
٦	١ر٠٠	١ر٠٨

يجب أن تتطابق متوسطات نتائج اختبار عينات مقاومة ضغط الخرسانة لكل رتبة خرسانة طبقا للمواصفات الأمريكية للشرطين الآتيين : -

١- متوسط ثلاث اختبارات متتابعة لمقاومة الخرسانة للضغط يجب أن تساوى أو تكون أكبر من المقاومة المنصوص عليها.
٢- يجب ألا تقل أى نتيجة لأى عينة من العينات عن ٣٥ كجم /سم٢ أقل من المقاومة المنصوص عليها مع مراعاة أنه نظرا لاختلاف المواد والمتغيرات الناتجة عن طريقة التشغيل وطريقة الاختبارات فان متوسطات مقاومة الخرسانة للضغط تكون غالبا أعلى من المقاومة المنصوص عليها وتتوقف هذه الزيادة على الانحراف المعيارى لنتائج الاختبارات والجدول التالى يوضح العلاقة بين عدد الاختبارات والانحراف المعيارى والقيمة الواجب اضافتها لكل رتبة خرسانة عند تصميم خلطات الخرسانة طبقا للمواصفات الأمريكية .

هامش الأمان فى تصميم الخلطات الخرسانية طبقا للمواصفات الأمريكية : -

عدد الاختبارات	الانحراف المعيارى			
	٢ر٠	٣ر٠	٤ر٠	٥ر٠
١٥	٣١ كجم / سم٢	٤٧ كجم / سم٢	٧٣ كجم / سم٢	١٠٠ كجم/ سم٢
٢٠	٢٩ كجم / سم٢	٤٣ كجم / سم٢	٦٦ كجم / سم٢	٩١ كجم / سم٢
٣٠ أو أكثر	٢٧ كجم / سم٢	٤٠ كجم / سم٢	٥٨ كجم / سم٢	٨٢ كجم / سم٢

أما الكود المصرى فقد حدد هامش الأمان فى تصميم خلطات الخرسانة كالآتى : -

$$Fm = Fcu + M$$

حيث Fm = متوسط المقاومة المستهدفة Target mean strength

و Fcu = متوسط المقاومة المميزة للخرسانة Characteristic strength

و M = هامش أمان تصميم الخلطة ويعين من الجدول الآتى : -

هامش أمان تصميم خلطات الخرسانة طبقا للكود المصرى

عدد نتائج اختبارات المقاومة المتوفرة	هامش أمان تصميم الخلطة (M) الواجب اضافته عند تصميم الخلطة الخرسانية	
	فى حالة ما اذا كانت Fcu > ٢٠٠ كجم / سم٢	فى حالة ما اذا كانت Fcu < ٢٠٠ كجم / سم٢
١- أكثر من ١٠٠ نتيجة أختبار فى مدة لا تزيد عن ١٢ شهر	١ر٦٤ × الانحراف المعيارى ولا يقل عن ٢ر٠ المقاومة المميزة	١ر٦٤ × الانحراف المعيارى ولا يقل عن ٥٠ كجم / سم٢
٢- من ٥٠ - ١٠٠ نتيجة أختبار فى مدة ٦ شهور	(١ر٦٤ × الانحراف المعيارى) ولا يقل عن ٤ر٠ المقاومة المميزة	(١ر٦٤ × الانحراف المعيارى) ولا يقل عن ١٠٠ كجم /سم٢
٣- أقل من ٥٠ نتيجة اختبار فى مدة لا تزيد عن ٦ شهور	٦ر٠ المقاومة المميزة	١٢٠ كجم / سم٢

عدم مطابقة العينات للمقاومة المطلوبة .. Failure to meet strength required.

فى حالة عدم مطابقة العينات المأخوذة من الخرسانة الجاهزة للمقاومة المطلوبة ويحدث ذلك عندما يكون : -

١- متوسط العينات المأخوذة أقل من المقاومة المطلوبة أو عندما يقل قراءة أى عينة عن المقاومة المطلوبة بأكثر من ٣٥ كجم /سم٢ (طبقا للمواصفات القياسية الأمريكية).

٢- وطبقا للكود المصرى : -

تعتبر الخرسانة مستوفية لرتبة المقاومة المميزة المطلوبة Fcu أثناء التنفيذ اذا تحقق مايلى :-

- اذا كان عدد عينات اختبارات مقاومة الضغط للخرسانة أقل من ٢٠ عينة فلا تقل أية نتيجة اختبار عن رتبة الخرسانة المطلوبة ولا يزيد الفرق بين أكبرقراءة وأصغر قراءة على ٢٠٪ من متوسط جميع القراءات.
- اذا كان عدد عينات اختبار مقاومة الضغط للخرسانة أكبر من ٢٠ عينة فلا يزيد عدد نتائج الاختبارات التى تقل عن رتبة الخرسانة المطلوبة على قراءة واحدة لكل عشرين قراءة ، ولا يزيد الفرق بين أكبر وأصغر قراءة على ٢٠ ٪ من متوسط جميع القراءات .

اختبار القلب الخرسانى . Concrete core samples.

يتم اللجوء لهذا الاختبار اذا لم تحقق نتائج العينات المقاومة المطلوبة أو فى حالة عدم أخذ عينات من الخرسانة المطلوب لها اجراء هذا الاختبار.

ويتم أخذ هذه العينات طبقا للمواصفات القياسية الأمريكية وتعتبر هذه النتائج مقبولة اذا كان متوسط المقاومة لهذه العينات أكبر من ٨٥ ٪ من المقاومة المطلوبة بشرط ألا تقل أى قراءة عن ٧٥ ٪ من المقاومة المطلوبة.

وطبقا للكود المصرى فان الخرسانة تعتبر مقبولة اذا كان متوسط المقاومة المحسوبة للعينة القياسية لايقل عن ٨٠٪ من المقاومة المطلوبة وبشرط ألا يزيد الفرق بين المقاومة العليا والمقاومة الدنيا لقلوب الخرسانة عن ٢٥٪ من متوسط المقاومة .

وفى حالة عدم مطابقة نتائج اختبار القلوب للشروط السابقة فانه يتم اللجوء لاختبار التحميل .

اختبار التحميل : -

حيث يتم تحميل المنشأ الخرسانى بعد ٦ اسابيع من ابتداء وتصلد الخرسانة وفى هذا الاختبار يتم اخذ القراءات الاساسية لحمل الانحناء قبل اجراء التحميل مباشرة ثم يعرض جزء المنشأ المراد اختباره لحمل مقداره مرة ونصف الحمل الحى المنصوص عليه فى التصميم بالاضافه الى حمل مكافئ لجميع الاحمال الميته فى صورتها النهائية (من ارضيات وقواطيع ... الخ) وذلك على اربعه مراحل متساوية تقريبا مع مراعاة عدم حدوث أى صدمات اثناء التحميل ثم تؤخذ قراءات سهم الانحناء وعروض الشروخ بعد ٢٤ ساعة من وضع الاحمال النهائية ثم يرفع الحمل ويتم اخذ قراءة سهم الانحناء وعرض الشروخ بعد ٢٤ ساعة من رفع حمل الاختبار .

ويجب وضع قوائم متينه وبالعـــدد الكافـــى قبل البدء فى الاختبـار لتتحمـل الحمل بأكملـه ويراعى وضعها بطريقة تسمح بترك فراغ مناسب تحت اعضاء المنشأ موضوع الاختبار يسمح بحدوث الانحناء المتوقع (راجع الكود المصرى بند ٨- ٦-٧-٦).

- عندما يكون متوسط نتائج الاختبار أقل من القيمـة المطلوبة فانه يتم الاتفاق بين العميل ومنتج الخرسانة لتحديد المسئولية ، وفى حالة عدم اتفاقهم فانه يتم تشكيل لجنـة من ثلاثة مهندسين أحدهم عن العميل والثانى عن منتج الخرسانة على أن يتم اختيار المهندس الثالث بموافقة العميل والمنتج ليقرروا من الذى سيتحمل مسئولية التكلفة الناتجة عن هذا الخلل ، ويصبح هذا القرار ملزما لطرفى النزاع ولا يمكن الغائه الا بحكم نهائى من المحكمة المختصة.

طريقة قياس كميات المواد الداخلة فى صناعة الخرسانة الجاهزة .. Measuring materials.

يتم قياس كمية المواد الداخلية فى الخرسانة بالوزن باستثناء الماء والاضافات السائلة فيمكن أن تكون بالحجم أو بالوزن وفيما يلى الحدود التى لا يمكن التجاوز عنها عند معايرة الاجهزة المستخدمة فى القياس :-

- الركام .Aggregates

يجب ألا يزيد الجيود فى ميزان الركام عن ± ٢ ٪ من الوزن المطلوب.

وفى حالة ما اذا كان وزن الركام المطلوب للخلطه أكبر من ٣٠ ٪ من سعة الميزان يجب ألا يزيد الجيود عن ± ١٪ من وزن الركام المطلوب.

وفى حالة اذا كان وزن الركام أقل من ٣٠ ٪ من سعه الميزان يجب ألا يـــزيد الجيود عن ٣ر٠ ٪ من سـعة الميـزان أو ٣ ٪ من وزن الركام المطلوب أيهما أقل .

- الأسمنت .. Cement

فى حالة اذا كان وزن الأسمنت المطلوب أكبر من ٣٠ ٪ من سعة الميزان يجب ألا يزيـد الجيـود فى وزن الأسمنت والاضافات الصلبة عن ± ١ ٪ من الوزن المطلوب.

فى حالة اوزان الأسمنت الصغيرة يجب ألا يقل الميزان عن الوزن المطلوب ولا يزيد عن ٤ ٪ مـن هـذا الـوزن. يمكن استخدام الأسمنت المعبأ فى شكاير بدون وزن على اعتبار أن وزن الشيكارة بـالأسمنت ٥٠ كجم ± ٣ ٪ ولا يتـم استخدام أى شكاير أسمنت مفتوحة أو ممزقة الا بعد وزنها.

- ماء الخلط . Mixing water.

ماء الخلـــط يشمـــل المياه المضافـــة للخرسانة وكذلك الثلج المضاف والرطوبة الموجـــودة على السطح الخارجى للركام فى حالة الخرسانة المخلوطـــة خلطا تاما فى خلاطة المحطـــــة ، الحيـود فى جهاز قياس الماء وزنـا أو حجمـا لا يتجاوز ± ١ ٪ من كمية المياه المضافة لاتمام الخلط .

فى حالة الخرسانة المخلوطة فى سيارات الخلط الحيود لاتتجاوز ± ٣ ٪ من كمية المياه الكلية المطلوبة .

- الاضافات .. Admixtures.

يجب ألا يزيد الحيود فى جهاز قياس الاضافات سواء سائلة أو صلبة ± ٣ ٪ من الوزن المطلوب أو ± الجرعة اللازمة لوزن شيكارة أسمنت واحدة أيهما أكبر.

محطات خلط الخرسانة

كما يتضح من الرسم الكروكى لمحطة خلط خرسانة فانه يتم تغذية خزان الركام بالأنواع المختلفة من الركام عن طريق سير متحرك .

ويتم استقبال الركام بعد وزنه باستخدام الميزان الموجود أسفل خزان الركام فى قمع التجمع أو فى حلة الخلط عن طريق سير ثابت .

ويتم نقل الأسمنت من صومعة الأسمنت السايب عن طريق الخلزونة الى ميزان الأسمنت الموجود أعلى قمع التجميع.

ويتم قياس كمية مياه الخلط باستخدام عداد لقياس المياه موجود داخل كابينة التشغيل ..

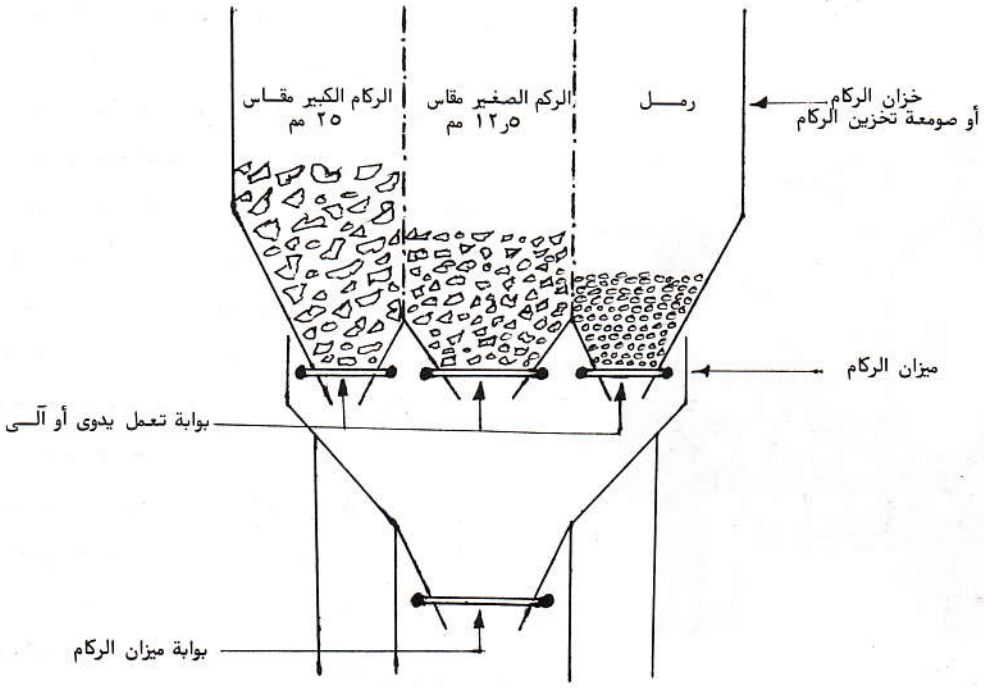
وفى داخل كابينة التشغيل يتم التحكم فى السيطرة على محطة الخلط وتفريغ المواد بعد خلطها جيدا فى سيارات نقل الخرسانة فى حالة الخلط المبلل أو تفريغ هذه المواد داخل سيارات خلط ونقل الخرسانة فى حالة الخلط الجاف حيث يتم الخلط داخل سيارات خلط ونقل الخرسانة.

وتتكون محطات خلط الخرسانة غالبا من المعدات والمستلزمات الآتية : -..

١- مكان لتشوين الركام الكبير بمقاساته المختلفة - ان وجدت - والركام الصغير (الرمل) ويجب وجود فاصل واضح بين هذه الأنواع حتى لايحدث الاختلاط بينهما .

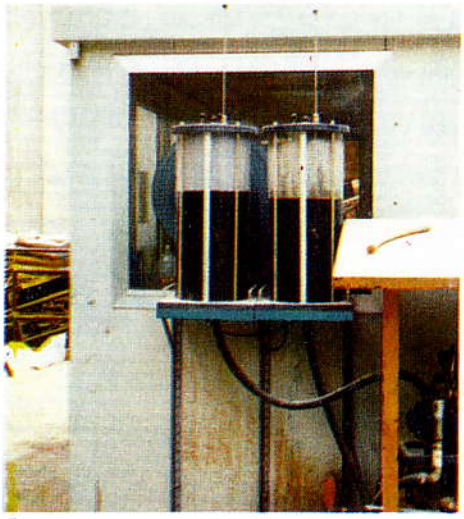
٢- وسيلة نقل مناسبة لحمل التشوينات من أماكنها الى العيون التى يتم سحب المواد منها للميزان وهذه الوسيلة غالبا ما تكون لودر ويراعى تلافى حدوث انفصال حبيبى للركام عند التحميل ومراعاة عدم تساقط زيوت أو شحوم على الركام من هذه الوسائل .

٣- صوامع الركام التى يتم تخزين الركام بأنواعه ومقاساته المختلفة بها والتى غالبا ما تكون أعلى الميزان ويراعى فيها أن تكون مقسمة الى عدة عيون ولا يحدث الاختلاط بينها كما يراعى أن تكون هذه العيون مصممة بطريقة يسهل معها سحب التشوينات منها عن طريق بوابة تعمل يدويا أو آليا بأقل قدر ممكن من الانفصال الحبيبى وكذلك ضمان عدم تسرب أى من المواد بعد وزنها حتى وصولها الى حلة الخلط وذلك عن طريق السيور الناقلة أو ماشابه ذلك .



شكل (٢) قطاع فى خزان الركام موضح به بوابات لتغذية الميزان بالأنواع المختلفة للركام

٤- يجب أن تكون الموازين المستخدمة فى وزن الركام والأسمنت محكمة حتى لا تفقد منها أى مواد بعد الوزن نتيجة التسريب



صورة رقم (٤) توضح جهاز قياس الاضافات السائلة للخرسانة وعداد قياس المياه فى الخلط

- يجب أن تكون اجهزة قياس المواد بحالة جيدة وواضحة وأن توضع فى مكان قريب حتى يتمكن فنى التشغيل من قراءتها بسهولة ، كما يجب توافر عدد من الصنج بالمحطة لاجراء عملية مراجعة لدقة هذه الموازين على فترات ويجب ألا تتعدى دقة هذه العدادات عن + ٤ر٠ ٪ من سعه الجهاز . وفى حالة قياس الماء بالحجم يجب أن يكون عداد المياه واضحا وبدرجة دقة تسمح بتوصيل المياه ولا يتأثر بتغير الضغط داخل المواسير الموصلة لها ، كما يجب أن يتواجد بالمحطة صهريج مدرج أو يمكن وزنه لتحديد وزن المياه بداخله لمراجعة عداد المياه من وقت لاخر .
- يشترط فى مفاتيح لوحات التشغيل أن تكون مميزة بعلامات توضح الغرض منها (مفتاح تشغيل حلزونات الأسمنت وطلمبة المياه والسيور الناقلة والبوابات الخاصة بالركام بأنواعه ٠ الخ)

صورة رقم (٥) لوحه تشغيل المحطة داخل كابينة التشغيل

الخلاطات والخضاضات Mixers and Agitators

الخلاطة هى حلة الخلط التى يتم فيها خلط الخرسانة بالكامل وهذه الخلاطات يمكن أن تكون خلاطات ثابتة بالمحطة Stationary mixers أو السيارات الخلاطة Truck mixers

أ – الخلاطات الثابتة بالمحطة Stationary mixers

يجب أن تكون معدة خصيصا لهذا الغرض ومجهزة بنظام معين من الريش المصنوعة من معدن خاص لهذا الغرض ومثل هذه الخلاطات تكون مزودة بجهاز توقيت حتى لايتم تفريغ الخرسانة الا بعد انقضاء زمن الخلط اللازم لخلط المواد خلطا تاما وفى هذا النوع يراعى الصيانة الدورية بالاضافة الى نظافة الحلة بعد كل توقف عن انتاج الخرسانة حتى يتم المحافظة على كفاءة الخلط لهذا النوع .

ب – السيارات الخلاطة Truck mixers

وفى هذا النوع يتم سكب جزء من الماء داخل حلة الخلط أولا ثم تفريغ بقية مكونات الخلطة داخلها وهذا النوع مصمم بطريقة تؤدى الى تمام الخلط فى خلال فترة زمنية معينه بشرط تشغيل هذه الحلة بسرعة الخلط القصوى المصممة بمعرفة المصنع لضمان خلط الخرسانة داخلها خلطا تاما يجب ألا يزيد حجم الخرسانة عن ٦٣٪ من حجم

حلة الخلط وعند استخدام هذا النوع فى نقل خرسانة جاهزة الخلط لايزيد حجم الخرسانة عن ٨٠٪ من حجم حلة الخلط ويجب الاتزيد سرعة دوران حلة الخلط أثناء النقل عن ٢-٣ لفة فى الدقيقة .

جـ - الخضاضات . Agitators

وهى عبارة عن وسيلة نقل الخرسانة مخلوطة بالمحطة خلطا كاملا الى مكان الصب .

ويجب أن يكون للخضاضات القدرة على حفظ الخرسانة مخلوطة خلطا جيدا ومتجانسة ، وكذلك القدرة على تفريغ هذه الخرسانة بتجانس - (كما سيوضح بعد ذلك تحت عنوان كيفية التأكد من كفاءة الخلط). وهذه الخضاضات لاتصلح فى خلط الخرسانة الجافة مالم تكن مزودة بنظام داخلى للخلط حتى تطابق الخرسانة المنتجة منها شروط الخلط حسب المواصفات المطلوبة للخرسانة ، كما سنوضح بعد ذلك.

يجب مراجعة الخلطات والخضاضات كل فترة للتأكد من عدم تعرض ريش الخلط للبرى أو تجمع خرسانة أو مواد ملتحمة بالأسمنت فوق هذه الريش حتى لاتتدهور كفاءة الخلط ،كما يجب اجراء اختبارات قياس كفاءة الخلط على مثل هذه المعدات كل فترة للتأكد من صلاحيتها .

صورة (٦) توضح سيارة نقل الخرسانة الجاهزة من المحطة الى موقع الصب

قياس كفاءة الخلط لخلاطة الخرسانة

يتم أخذ عينتين (أ ، ب) من الخرسانة التى تم خلطها ، وفى حالة الخلاطة الثابتة يتم ايقاف حلة الخلط تماما ثم تؤخذ العينتين بأدوات مناسبة تضمن عدم فقد أى من مواد الخرسانة أثناء أخذها من نقطتين على بعدين متساويين من مقدمة الخلاطة ومن نهاية الخلاطة ويبلغ وزن كل عينه حوالى ١٠٠ كجم ، وهناك طريقة أخرى حيث يتم أخذ العينة الأولى (أ) بعد تفريغ حوالى ١٥ ٪ من حمولة الخلاطة .

وبعد تفريغ حوالى ٨٥٪ من حمولة الخلاطة يتم أخذ العينة الأخرى (ب) بشرط أن يتم الانتهاء من أخذ العينتين فى مدة لا تتجاوز ١٥ دقيقة ويتم اجراء الاختبارات الموضحة فى الجدول التالى ، يعتبر الخلط جيدا والخرسانة متجانسة اذا لم تتعدى نتائج الاختبار للعينتين الفروق الموضحة فى الجدول لعدد خمسة اختبارات من الاختبارات الستة.

م	نوع الاختبار	الحد الأقصى لفرق نتائج الاختبار للعينتين (أ ، ب)
١	وزن وحدة الحجوم للخرسانة الطازجة	١٦ كجم /م٣
٢	النسبة المئوية لحجم الهواء فى الخرسانة	١
٣	الهبوط فى حالة ما اذا كان ١٠ سم فأقل	٢ر٥ سم
	الهبوط فى حالة ما اذا كان أكبر من ١٠ سم	٤ سم
٤	النسبة المئوية للركام الكبير المحجوز على منخل ٤ر٧٥ مم	٦
٥	النسبة المئوية لوزن وحدة الحجوم للمونة (رمل + اسمنت + ماء) بدون الهـــواء	١ر٦
٦	متوسط مقاومة الضغط للخرسانة (٣ عينات) بعد ٧ أيام كنسبة مئوية من متوسط نتائج العينات كلها (٦ عينات)	٥ر٧

ويمكن حساب النسبة المئوية للركـــام الكبير لكل عينة على حدة وذلك بغسيل كميـــة معينـــة من الخرسانة على منخل رقم ٤ (٤ر٧٥ مم) ووزن الركام المحجوز على هذا المنخل ويطبق القانون التالى : -

$$P = (c / b) \times 100$$

حيث P = النسبة المئوية للركام الكبير فى الخرسانة

و c = وزن الركام الكبير المحجوز على منخل رقم ٤ مشبع جاف السطح الناتج بعد غسيل الخرسانة من المواد الناعمة كجم

و b = وزن عينه الخرسانةالمستخدمة فى الاختبار كجم

ويمكن حساب النسبة المئوية للمونه (رمل + اسمنت + ماء) بدون الهواء من القانون التالى : -

$$M = \frac{b - c}{V - \left\{ \frac{V \times A}{100} + \frac{c}{1000\ G} \right\}}$$

حيث M = وزن وحدة الحجوم من المونة كجم / م٣

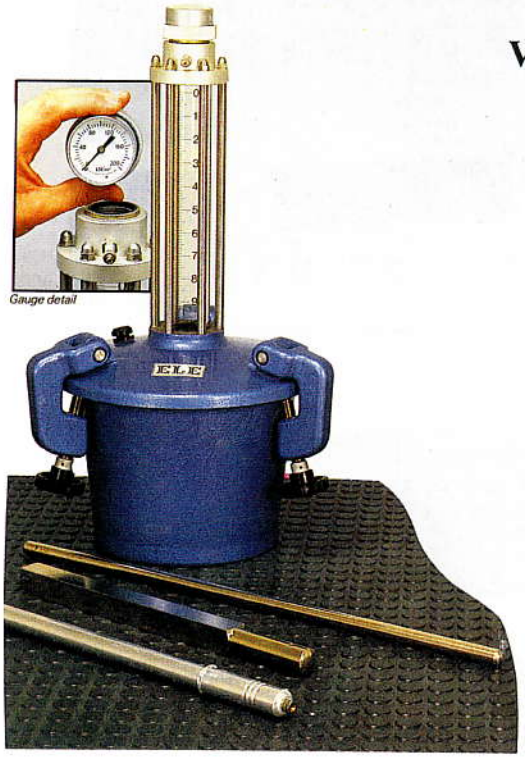
و b = وزن عينه الخرسانة المستخدمة فى الاختبار كجم .

و C = وزن الركام الكبير المحجوز على منخل رقم ٤ مشبع جاف السطح الناتج من غسيل الخرسانة من المواد الناعمة كجم

و V = حجم الوعاء المستخدم فى تحديد وزن وحدة الحجوم لعينة الخرسانة المستخدمة م٣ .

و A = النسبة المئوية لحجم فراغات الهواء فى الخرسانة .

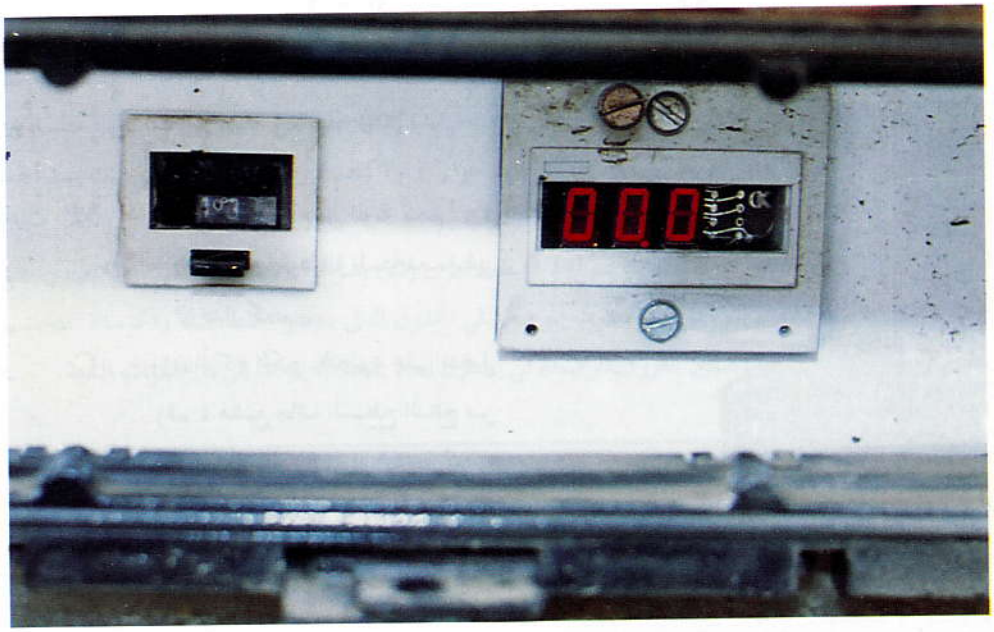
و G = الوزن النوعى للركام الكبير على أساس أنه مشبع جاف السطح .



صورة رقم (٧) توضح جهاز قياس النسبة المؤية لحجم الهواء فى الخرسانة

شروط خلط ونقل الخرسانة الجاهزة : -

- يتم الخلط باضافة جزء من الماء الى حلة الخلط ثم يضاف بعد ذلك الأسمنت ثم الركام مع بقية ماء الخلط ويتم الخلط بالسرعة المصممة بكل مصنع .
- يعتبر الزمن الكافى لخلط واحد متر مكعب من الخرسانة أو أقل حوالى ٨٠ ثانية يتم زيادة هذا الزمن حوالى ٢٠ ثانية لكل متر مكعب اضافى يتم اضافته لحلة الخلط وفى حالة استخدام **Truck Mixer** السيارات الخلاطة يتم الخلط بأقصى سرعة مصممة من المصنع للخلط ويستمر الخلط لعدد لفات من ٧٠-١٠٠ لفة ، وعند اعتماد سيارات الخلط أو سيارات الخض فى نقل الخرسانة الجاهزة بعد تمام خلطها لايتم اضافة أى مياه أثناء النقل تحت أى ظرف من الظروف ، ويمكن فى حالة معينة تحت اشراف مهندس ضبط الجودة اضافه المياه لتعديل درجة التشغيل بشرط ألا تتجاوز المياه المضافة + المياه الأصلية حدود المياه المحددة فى تصميم الخلطة. وعند هذه الحالة يتم تشغيل حلة الخلط بالسرعة القصوى (سرعة الخلط) لعدد ٣٠ لفة اضافية لضمان اعادة خلط الخرسانة بعد اضافة المياه.



صورة (٨) توضح عداد قياس لفات ودوران حلة فى السيارات الناقلة للخرسانة الجاهزة

- يتم تفريغ الخرسانة قبل أن يصل عدد لفات الحلة ٣٠٠ لفة (بما فيها عدد اللفات أثناء النقل) أو قبل مرور ساعة ونصف من لحظة اضافة المياه للأسمنت أيهما الأول ويمكن التجاوز عن هذا الشرط اذا مر على الخرسانة أكثر من ساعة ونصف أو عدد اللفات أكثر من ٣٠٠ لفة ولم يتم اضافة مياه لها بالموقع اذا كانت الخرسانة محتفظة بالقوام المطلوب ولها نفس اختبار الهبوط المطلوب وكذلك فى حالة استخدام مؤخرات الشك فى هذه الخرسانة .
- على منتج الخرسانة توصيل الخرسانة الى موقع الصب فى الجو الحار بأقل درجة حرارة ممكنة ولاتتجاوز هذه الحرارة ٣٢ درجة مئوية ويمكن استخدام المبردات أو الثلج المجروش لخفض حرارة الخرسانة .

المعلومات الواجب توافرها فى اخطار تسليم الخرسانة : -

على منتج الخرسانة ارسال تذكرة أو بون أو اخطار مع كل نقلة خرسانة للعميل يتم اعتمادها أو ختمها بالموقع قبل التفريغ وبها البيانات الآتية : -

١- اسم محطة خلط الخرسانة المرسل منها نقلة الخرسانة .

٢- رقم مسلسل للبون أو الاخطار .

٣- التاريخ .

٤- رقم السيارة.

٥- اسم العميل .

٦- الاسم النوعى للعملية (الاسم والموقع)

٧- رتبة الخرسانة المرسلة أو مايتطابق مع مسميات مواصفة المشروع .

٨- كمية الخرسانة بالمتر المكعب .

٩- وقت التحميل (اضافة المياه للأسمنت والركام فى بداية الخلط)

١٠-كمية المياه بنقلة الخرسانة والكمية المقترح اضافتها بالموقع .

١١-أى معلومات أخرى اضافية يرغب العميل فى تسجيلها فى بون الخرسانة ومطلوبة بمواصفات المشروع مثل : -

أ - رقم العداد الخاص بعدد دوران حلة السيارة الناقلة للخرسانة عند التحميل .

ب - نوع وكمية والعلامة التجارية للأسمنت .

جـ - نوع وكمية والعلامة التجارية للاضافات .

د - المقاس الاعتبارى الأكبر للركام فى الخلطة .

هـ - توقيع مسئول المحطة المرسل منها الخرسانة .

رقابة الجودة والتفتيش على الخرسانة الجاهزة

- على منتج الخرسانة أن يكون لدية نظـــام كامل وفعال لعمل رقابة جودة على المواد الداخلـة فى صناعة الخرسـانة (الأسمنت ، الركام بنوعية ، المياه ، الاضافات) والتأكد من مطابقة هذه المواد للمواصفات المعمول بهـا مـع الالتزام بعدم استخدام أى مواد غير مطابقة للمواصفات ، وكذلك اجراء جميع التجارب اللازمة على الخرسانة المنتجة سـواء فى المحطة أو فى الموقع للتأكد من أن هذه الخرسـانة مطابقـة للشـروط المتفق عليهـا مـع العميـل وتقديـم نتـائج هـذه الاختبارات للعميل حسب طلبه .
- وعلى منتجى الخرسانة التعاون الكامل مـع مفتشـى الخرسـانة الممثلـين للعمـلاء أو الجهـات الحكوميـة وتقديـم كافـة التسـهيلات اللازمة لضمان جودة الخرسانة المنتجة وكذلك تقديـم الأدلـة والشـهادات المطلوبـة للعمـلاء للتـأكد مـن جودة هذه الخرسانة.

الخرسانة الجاهزة والمحافظة على البيئة : –

ان اقامة أى منشأ بالمدينة يحدث تلوث وانتشار للغبار والأتربة نتيجة اجراء عملية الخلط وتخزين مواد الخرسانة أمام هذا المنشأ هذا بالاضافة الى سوء الجودة .

وعندما يتم استخدام خرسانات جاهزة سابقة الخلط يتم التغلب على جزء كبير جدا من هذا التلوث وكذلك المحافظة على نظافة ومظهر الطرق وبخاصة داخل المدن المزدحمة .

وفى محطات خلط الخرسانة الجاهزة وبخاصة المنتشرة داخل المدن يتم استخدام الفلتر لامتصاص الغبار والأتربة الناتجة عن التشغيل سواء أكانت من الأسمنت أو خلافه وبذلك يتم المحافظة على صحة العاملين داخل هذه المحطة وعدم انتشار الأتربة بالمنطقة الموجودة بها المحطة ، والمحافظة على نظافة البيئة ..

وهناك عدة أنواع من الفلاتر المختلفة تتناسب مع الغرض المطلوب من أجله استخدام الفلتر ..

وفى الصورة أحد أنواع هذه الفلاتر والتى يتم استخدامها بادارة الخرسانة الجاهزة ..

صورة رقم (٩) توضح عدد ٢ فلتر لسحب الغبار والأتربة الناتجة عن العمل من داخل المحطة المركزية

Refrences :

1-Annual Book of ASTM Standards .
Concrete and aggregates , volume 4.02.

2-American concrete institute
ACI 301 , . 305R , 306 R , 318 .

3- الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية

الفهرس

م	الموضوع	رقم الصفحة
١	مقدمة	٢
٢	وحدة قياس كميات الخرسانة الجاهزة	٣
٣	المواد الداخلة فى صناعة الخرسانة الجاهزة	٣
٤	المعلومات الفنية الواجب توافرها من العملاء لمنتجى الخرسانة قبل التوريد	٥
٥	كيفية التعاقد بين منتجى الخرسانة الجاهزة والمتعاملين معهم	٦
٦	درجة تشغيل الخرسانة (اختبار الهبوط)	٧
٧	الخرسانة المحتوية على نسبة فراغات هوائية	٨
٨	هامش الامان فى تصميم الخلطات الخرسانية	١٠
٩	طريقة قياس كميات المواد الداخلة فى صناعة الخرسانة الجاهزة	١٢
١٠	محطات خلط الخرسانة	١٣
١١	الخلاطات والخضاضات	١٦
١٢	شروط خلط ونقل الخرسانة الجاهزة	١٩
١٣	المعلومات الواجب توافرها فى اخطار تسليم الخرسانة	٢٠
١٤	رقابة الجودة والتفتيش على الخرسانة الجاهزة	٢١
١٥	الخرسانة الجاهزة والمحافظة على البيئة	٢٢
١٦	المراجع	٢٣