الفصل الثاني

الخرسانة والخرسانة المسلحة

الخرسانة و الخرسانة المسلحة

٢-١	المجال	٢٧
٢-٢	المعلومات و المستندات	٢٧
٢-٣	المراجع المستخدمة فى هذا الباب	٢٨
٢-٤	ضبط الجودة	٢٨
٢-٤-١	اختبارات الجودة	
٢-٤-٢	الـــهيئة المعتمدة للاختبارات	
٢-٤-٣	مختبر الموقع	
٢-٥	المنتجات	٢٩
٢-٥-١	الأسمنت	
٢-٥-٢	الركام	٣٣
٢-٥-٣	ماء الخلط	٤١
٢-٥-٤	الإضافات	٤٢
٢-٥-٥	الخرسانة	٤٨
٢-٥-٦	أسياخ التسليح	٥٣
٢-٦	التنفيذ	٥٥
٢-٦-١	تخزين المواد	
٢-٦-٢	قياس المواد	
٢-٦-٣	أعمال الشدات	٥٦
٢-٦-٤	التفاصيل	٥٨
٢-٦-٥	الملحقات	٦٣
٢-٦-٦	تفاوتات المباني الخرسانية المسلحة	٧٨
٢-٦-٧	أعمال الخرسانة	٨٢
٢-٧	طريقة القياس	٩٣
٢-٧-١	عام	
٢-٧-٢	وحدات القياس	٩٤

الخرسانة والخرسانة المسلحة

٢-١ المجال:

يشمل هذا الباب أعمال الخرسانة والخرسانة المسلحة المستخدمة فى المنشآت العادية من حيث المواد والمصنعية . وحيث أن هذا القسم يشمل المواصفات القياسية الأساسية لأعمال الخرسانة فيجب أن تضاف المتطلبات الخاصة أو الإضافية فى مستندات المشروع .

٢-٢ المعلومات والمستندات :

يجب أن تشمل مستندات المشروع على مايلى وذلك على سبيل المثال لا الحصر :

- إمكانية أو عدم إمكانية إستعمال الأسمنت البورتلاندى العادي أو الأسمنت البورتلاندى المقاوم للكبريتات تحت مستوى الأرض .
- مواضع إستعمال الأسمنت منخفض حرارة الاماهة .
- مواضع إستعمال الأسمنت منخفض القلويات .
- مواضع إستعمال الأسمنت سريع التصلب .
- إمكانية إستعمال أنواع أخرى من الأسمنت خلافا للأسمنت البورتلاندى العادي .
- المقاس الاعتباري الأكبر لحبيبات الركام .
- المتطلبات المتعلقة بالخواص الميكانيكية للركام .
- نوع ومصدر الركام .
- أنواع الإضافات المستعملة وأماكن استعمالها .
- مقاومة الضغط المطلوبة (رتبة الخرسانة) وأماكن استعمالها .
- إستعمال المواد الإضافية وأماكن الخرسانة التي تحتوى عليها .
- أماكن الخرسانة غير المنفذة للماء .
- إستخدام عينات اختبار خلافا للمكعبات مقاس (١٥× ١٥ × ١٥) سم .
- مساحة مقطع شبك التسليح المطلوب أو رقمه .
- أقطار أسياخ صلب التسليح المطلوبة .
- مقاومة صلب التسليح وشكله وموضعه .
- أماكن وأنواع الفواصل الإنشائية .
- أماكن وأنواع فواصل التمدد .
- أنواع وأماكن المواد المدفونة فى الخرسانة .

٢-٣ المراجع المستخدمة فى هذا الباب :

المواصفات القياسية المصرية (م.ق.م.) :

الطرق القياسية للتحليل الكيمائي للأسمنت البورتلاندى.	١٩٦٠/٤٧٤	م.ق.م.
الأسمنت البورتلاندى العادي والأسمنت البورتلاندى سريع التصلد.	١٩٨٤/٣٧٣	م.ق.م.
	١٩٧١/١٠٧٨	م.ق.م.
الأسمنت البورتلاندى المخلوط بالرمل .	١٩٧٩/١٤٥٠	م.ق.م.
الأسمنت البورتلاندى فائق النعومة ٤١٠٠ .	١٩٨٦/٥٨٢	م.ق.م.
الأسمنت البورتلاندى المقاوم للكبريتات .	١٩٦٤/٥٤١	م.ق.م.
الأسمنت البورتلاندى منخفض الحرارة .	١٩٧٠/١٠٣١	م.ق.م.
الأسمنت البورتلاندى الأبيض .	١٩٨٠/١١٠٩	م.ق.م.
ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية .	١٩٦٩/٩٧٤	م.ق.م.
الأسمنت البورتلاندى الحديدي ٣٥ .	١٩٨٩/٢٦٢	م.ق.م.
أسياخ الصلب لتسليح الخرسانة .	١٩٨٦/١٦١٨	م.ق.م.
شبك أسياخ الصلب الملحومة لتسليح الخرسانة .	١٩٦٢/١٩٠	م.ق.م.
مياه الشرب والثلج والطرق القياسية لفحصها وتحليلها .	١٩٨٨/١٩٥٨	م.ق.م.

طرق اختبار الخرسانة .

الجزء الأول : طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة فى الموقع .

الجزء الثاني : طريقة تعين قيمة الهبوط للخرسانة الطازجة .

الجزء الثالث : طريقة تعين معامل الدمك للخرسانة الطازجة .

م.ق.م. ١٩٩٠/١٨٩٩ إضافات الخرسانة (الجزء الأول) .

ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار آي تعديل يطرأ على هذه المواصفات وفى حالة عدم وجود مواصفة قياسية مصرية فيجب إتباع المواصفات الخاصة بالهيئة العالمية للتوحيد القياسي (I.S.O) .

٢-٤ ضبط الجودة : Quality Control

٢-٤-١ إختبارات الجودة :

اختبار القبول : Acceptance Tests

يجب اختبار جميع المواد والمنتجات المطلوب إستعمالها أو استخدامها فى الأعمال قبل توريدها إلى الموقع وذلك لتحديد مدى مطابقتها لمتطلبات النوعية ، وتسمى هذه الاختبارات إختبارات القبول .

الاختبارات الدورية : Routine Tests

تجرى إختبارات دورية وعلى فترات مختلفة لضبط جودة جميع المواد والمنتجات الموافق عليه من قبل. وتكون فترات إجراء الاختبار الدورية طبقا لما هو وارد فى المواصفات القياسية الخاصة بها وتمثل

هذه الفترات الحد الأدنى هذا ويمكن تحديد فترات زمنية أقصر فى مستندات المشروع لإجراء هذه الاختبارات الدورية .

- اختبارات إضافية :

تجرى أية اختبارات إضافية غير واردة فى المواصفات القياسية إذا نص عليها فى مستندات المشروع بطلب من المهندس المشرف وتجرى حسب الطريقة القياسية لإجراء الاختبارات ما لم يقم المهندس بإجراء أي تعديل عليها .

٢-٤-٢ الهيئة المعتمدة للاختبارات :

يختار المقاول أية هيئة معتمدة من قبل المهندس المشرف لإجراء كافة الاختبارات على أن يكون لديها كافة المعدات والأجهزة الضرورية لإجراء الفحوص وتكون مستعدة لتلبية الطلبات بالنسبة للاختبارات الدورية لضبط الجودة واختبارات القبول وعلى أن يكون موقع المختبر مناسبا بحيث يسهل الاتصال به والتنسيق معه بشكل جيد .

٢-٤-٣ مختبر الموقع :

يجوز للمقاول أن ينشئ مختبرا خاصا به فى الموقع إذا رغب فى ذلك أو إذا كانت هيئة الاختبارات غير قادرة على الوفاء بكافة المتطلبات وعلى أن يكون هذا المختبر مجهزا بكافة الآلات والأجهزة الضرورية لإجراء الاختبارات . وتجرى جميع اختبارات الموقع بحضور المهندس المشرف .

٢-٥ المنتجات :

٢-٥-١ الأسمنت :

٢-٥-١-١ أسمنت الأعمال فوق مستوى الأرض :

يكون الأسمنت المستخدم للأعمال المقامة فوق مستوى الأرض أسمنت بورتلاندى عادى مطابقا للمواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ١٩٨٤/٣٧٣ . ويستخدم الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد والأسمنت منخفض حرارة الاماهة إذا ورد نص صريح باستخدامها فى مستندات المشروع أو بناء على طلب المهندس المشرف .

٢-٥-١-٢ أسمنت الأعمال تحت مستوى الأرض :

يكون الأسمنت المستخدم للأعمال المقاومة تحت مستوى الأرض أسمنت بورتلاندى مقاوم للكبريتات مطابقا للمواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ١٩٨٦/٥٨٢ .

إذا أثبتت إختبارات التربة إمكانية إستعمال الأسمنت البورتلاندى العادي المطابق للمواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ١٩٨٤/٣٧٣ فيكون ذلك بموجب نص صريح وارد فى مستندات المشروع أو بموافقة خطية من قبل المهندس المشرف .

٢-٥-١-٣ إعتماد النوعية :

ترفق مع كل رسالة أسمنت موردة إلى الموقع شهادة من الصانع تثبت مطابقتها لجميع متطلبات الجودة . وإذا لم تتوفر هذه الشهادة أو إذا أعتبر المهندس المشرف أن إختبارات الصانع غير كافية فتؤخذ عينات لإجراء إختبارات القبول (انظر الفقرة ٢-٥-١-٦-ج) من الرسائل المختلفة وطبقا لتعليمات المهندس المشرف ويكون ذلك على نفقة المقاول الخاصة . وتجرى إختبارات دورية أخرى لإثبات تطابق الرسائل لمتطلبات الجودة المطلوبة .

وإذا أثبتت نتائج الاختبارات عدم مطابقة الأسمنت لجميع المتطلبات ترفض كامل الرسالة وترحل خارج الموقع وعلى نفقة المقاول .

٢-٥-١-٤ المتطلبات :

أ- مقاومة الضغط : Compressive Strength

لا يقل متوسط مقاومة الضغط لعينات المونة القياسية عما هو مبين فى جدول رقم (٢-١) .

ب- متطلبات أخرى :

كما يجب أن يوفى الأسمنت بالمتطلبات الأخرى الواردة فى جدول رقم (٢- ٢) .

جدول (٢-١) : متوسط مقاومة الضغط حسب حدود المواصفات القياسية المصرية :

نـــــوع	مقاومة الضغط لا تقل عن - كجم /سم٢			
الأسمنت	يوم واحد	٣ أيام	٧أيام	٢٨ أيام
١- بورتلاندى عادى		١٨٣	٢٧٥	٣٦٧
٢- سريع التصلد		٢٤٥	٣١٦	٤٠٨
٣- فائق النعومة	١٠٠	٢٥٠	٢٢٥	٤٠٠
٤- بورتلاندى حديدي ٣٥		١١٢	٢١٠	٢٥٠
٥- مقاوم للكبريتات.		١٨٠	٢٧٠	-
٦- منخفض حرارة الاماهة		٧٧	١٤٠	٢٨٠
٧- أبيض		١٦٠	٢٤٠	-
٨- مخلوط بالرمل (كرنك)		١٢٠	٢٠٠	٢٧٠

٢-٥-١-٥ التوريد والتخزين :

أ- التوريد :

يتم الحصول على الأسمنت مباشرة من مصنع معتمد أو من مورد معتمد . يورد الأسمنت إما معبئا داخل أكياس مختومة أو سائبا ومعبئا داخل صوامع سيارة خاصة لهذا الغرض .

ب- التخزين :

- الأسمنت المعبأ فى أكياس :

تشون أكياس الأسمنت فى مجموعات على منصات خشبية أو معدنية مربعة بمقاس (١,٥٠×١,٥٠) متر ومتباعدة عن بعضها من كل جهة بمسافة (-،١) متر بانتظام للسماح بمرور الأفراد وعربات اليد (الباروويت) لنقل الاسمنت . وبذلك يسمح مقاس المنصة الواحدة برص (١٠) رصات من الأكياس فوق بعضها لتشكل مجموعة واحدة ، وتتكون كل رصة من ستة أكياس ، مع مراعاة تعامد إتجاة الأكياس فى كل رصة مع الرصة السابقة تحتها لضمان إتزان المجموعة الواحدة . وبذلك يسهل التعامل مع كميات الاسمنت الموردة فى أى وقت من حيث جرد كمياته الجديدة أو القديمة ، ومعرفة مدة تخزين رسائلة التى يجب ألا تزيد عن (٦٠) يوما ، ويراعى دائما وبكل إنضباط إستعمال رسائل الاسمنت الموردة أولا .

- الاسمنت السائب : Bulk Cement

تخزن الأنواع المختلفة من الاسمنت السائب داخل حجرات تخزين منفصلة مع تخصيص حجرة لكل نوع. هذا ويكون السطح الداخلى للصوامع ناعما ويكون قاع الصوامع ذا ميول مناسبة سواء فى حالة الصوامع الدائرية أو المستطيلة (٥٠ درجة عن الأفقى للصوامع الدائرية ، (٥٥ - ٦٠) درجة عن الأفقى للصوامع المستطيلة) .

وتفرغ الصوامع بشكل دورى مرة فى الشهر على الأقل وذلك لمنع تكتل الاسمنت السائب داخلها .

ج- مخزون الأسمنت :

- لضمان تقدم العمل . على المقاول الاحتفاظ فى الموقع وفى جميع الأوقات بمخزون كاف من الاسمنت لإنجاز أعمال الأسابيع المقبلة ويراعى تخزين الاسمنت فى مخازن مغلقة ومحكمة ضد تسرب المياه ومهواه بشكل جيد لمنع الأسمنت من امتصاص الرطوبة .

٢-٥-١-٦ ضبط الجودة : Quality Control

أ- دورات الاختبارات :

تختبر جميع الرسائل الآتية من مصدر يختلف عن مصدر الرسالة السابقة المختبرة وذلك قبل توريدها إلى الموقع (إختبارات القبول) وإذا لم يتغير مصدر الرسائل ، فيتم إجراء الاختبارات الدورية لكل (١٠٠٠) طن مورد إلى الموقع .

ويتم إجراء الاختبارات الدورية على الاسمنت الذي مضى على تخزينه أكثر من شـــهرين وذلـــك قبـــل إستعماله .

ب- المواصفات القياسية :

تتبع طرق أخذ العينات والاختبارات المذكورة فى المواصفات القياسية المـــصرية م.ق.م. ١٩٦٠/٤٧٤ و ١٩٨٤/٣٧٣ .

ج- الأختبارات المطلوبة :

تجرى الاختبارات التالية على العينات الممثلة والمأخوذة طبقا للمواصفات ١٩٦٠/٤٧٤ و ١٩٨٤/٣٧٣.

- إختبارات القبول :

* النعومة (BLAINE) .
* زمن الشك (VICAT) .
* ثبات الحجم .
* مقاومة الضغط .
* عامل التشبع بالجير .
* التحليل الكيميائى .

- الاختبارات الدورية :

* النعومة (BLAINE) .
* زمن الشك (VICAT) .
* مقاومة الضغط .

د- الأسس الفنية للمطابقة (القبول) :

تتم طبقا لما ورد فى المواصفات القياسية م.ق.م. ١٩٦٠/٤٧٤ و ١٩٨٤/٣٧٣ .

٢-٥-٢ الركام : Aggregate

٢-٥-٢-١ متطلبات عامة :

يكون الركام من مادة خاملة كيمائيا ، صلبة ، ذات تحمل مع الزمن ، ومسامية محدودة ، وأن يكـــون محتوى الجزئيات المفلطحة والطويلة والمواد الملتصقة ، والكتل الطينية ، والفحـــم أو بقايـــا الفحـــم ، والشوائب العضوية أو غيرها والتى تعمل على تآكل التسليح أو تضر بمقاومة الخرسانة وتحملها مع الزمن أقل ما يمكن .

٢-٥-٢-٢ قبول النوعية :

أ- إختبارات القبول والاختبارات الدورية :

على المقاول إجراء الترتيبات اللازمة لاختبار عينات الركام الذي سيقوم باستعماله. وتجرى جميع

اختبارات القبول المطلوبة من قبل مختبر معتمد وتجرى هذه الاختبارات طبقا للطرق الواردة فى المواصفات القياسية الخاصة بها .

ب- العينات :

قبل القيام بعمليات صب الخرسانة فإنه يلزم على المقاول إحضار عينات من جميع أنواع الركام المراد إستعماله والمطابق للمواصفات وعلى المهندس المشرف الاحتفاظ بهذه العينات من أجل مقارنتها بعينات الرسائل الموردة إلى الموقع أثناء التنفيذ . وإذا أثبت الفحص عدم مطابقة العينات لمتطلبات المواصفات فيحق للمهندس المشرف أن يطلب من المقاول توريد المواد من مصدر أخر على أن تكون المواد الموردة مطابقة لمتطلبات المواصفات . وعلى المهندس المشرف الاحتفاظ بهذه العينات من أجل مقارنتها بعينات رسائل الركام الموردة إلى الموقع أثناء تنفيذ الأعمال .

ج- الرفض :

إذا أثبت المهندس المشرف أن الكسارة أو المحجر الذي يورد منه المقاول لا ينتجان ركاما من نوعية مقبولة فيجب سحب الموافقة حتى يتم إثبات مطابقة الركام المورد من ذلك المصدر من كافة الوجوه لهذه المواصفات وأن يكون ذلك بشكل متناسق ومتجانس .

٢-٥-٢-٣ ركام الخرسانة عادية الكثافة :

أ- المواصفات القياسية :

يكون الركام مطابقا للمواصفة القياسية المصرية م.ق.م. ١١٠٩/١٩٨٠ وتعديلاتها .

ب- المصدر :

يكون الركام الناعم إما رملا طبيعيا أو رملا مصنعا (ناتج الكسارات) أو خليطا منها .

يكون الركام الخشن إما من الزلط أو كسر الزلط أو كسر الحجارة .

ج- الخواص الطبيعية :

الحدود القصوى لوجود الطين والمواد الناعمة فى الركام مبينة فى الجدول التالى :

جدول (٢- س٢) الحدود القصوى للطين والمواد الناعمة فى الركام :

نوع الركام	الحد الأقصى للطين والمواد الناعمة -% من الوزن
١- الركام الطبيعى والزلط المكسر جزئيا .	١
٢- الرمل الطبيعى والرمل المكسر جزئيا وناعم الزلط المكسر .	٣
٣- ناعم كسر الحجر (الرمل من كسر الحجر)	١٥
٤- الركام الشامل من الزلط .	٢
٥-الركام الشامل من كسر الحجر .	١٠

د- الخواص الميكانيكية للركام الكبير :

تحدد طريقة تقييم الخواص الميكانيكية للركام الكبير فى مستندات المشروع وفى حالة عدم تحديدها فيجب التأكد من الخواص الميكانيكية بمطابقة الركام لإحدى القيم التالية .

- قيمة النعومة ١٠ بالمائة :

لاتقل قيمة الحمل المستخدم فى تفتيت قيمة النعومة ١٠ بالمائة عن (٥) طن عند فحص الركام طبقا للمواصفات البريطانية (BS 812) ولاتقل هذه القيمة عن (١٠) طن إذا كان الركام سيستخدم فى خرسانة سيتعرض سطحها للبرى .

- قيمة صدم الركام : (Impact Value)

هو اختبار بديل لاختبار قيمة النعومة ١٠ بالمائة ويمكن إجراء اختبار صدم الركام حسب المواصفات المصرية م.ق.م. ١٩٨٠/١١٠٩ .

- قيمة التآكل (البرى) : (abrasion Value)

تحدد قيمة تآكل الزلط وكسر الزلط وكسر الحجر باختبار عينة الركام المتدرج ذو المقاس الاعتبارى الأكبر المطلوب إستعماله فى الخرسانة . هذا وعند إستخدام أكثر من تدرج واحد فيجب أن تحدد قيم تآكل كل مقاس إعتبارى أكبر على حدة . ويجب أن لا تزيد قيمة تآكل الركام عن ٥٠% عند اختباره بطريقة اختبار لوس أنجلوس ألا إذا ورد خلاف ذلك فى مستندات المشروع ويبين جدول (٢-٤) ملخصا لحدود المواصفات القياسية للخواص الميكانيكية لركام تبعا للمواصفة القياسية المصرية م.ق.م. ١٩٨٠/١١٠٩ .

جدول (٢-٤) جدول المواصفات القياسية للخواص الميكانيكية للركام الكبير :

قيمة التآكل لا يزيد على % بالوزن	قيمة صدم الركام لا يزيد على % بالوزن	قيمة النعومة ١٠% (طن)	نوع الخرسانة
٥٠	٢٥	١٥٠	خرسانة الخدمة الشاقة
٥٠	٣٠	١٠٠	خرسانة الرصيف
—	٤٥	٥٠	خرسانة عادية

- التـــدرج :

* الركام الصغير :

يوجد اربع مناطق لتدرج الركام الصغير تبعا للمواصفة المصرية وهى خشن ومتوسط وناعم وناعم جدا.

ولا توجد متطلبات خاصة لتدرج الركام الصغير إلا أنه فى حالة خلطه مع ركام آخر فيجب أن يكون الخليط مطابقا لتدرج الركام الخليط (الشامل) .

* الركام الكبير :

توجد أربع مناطق لتدرج الركام الكبير طبقا للمقاس الاعتبارى الأكبر ولا توجد هناك متطلبات خاصة لتدرج الركام الكبير ولكن يجب مراعاة ما ذكر أعلاه فى الفقرة السابقة .

* الركام الشامل :

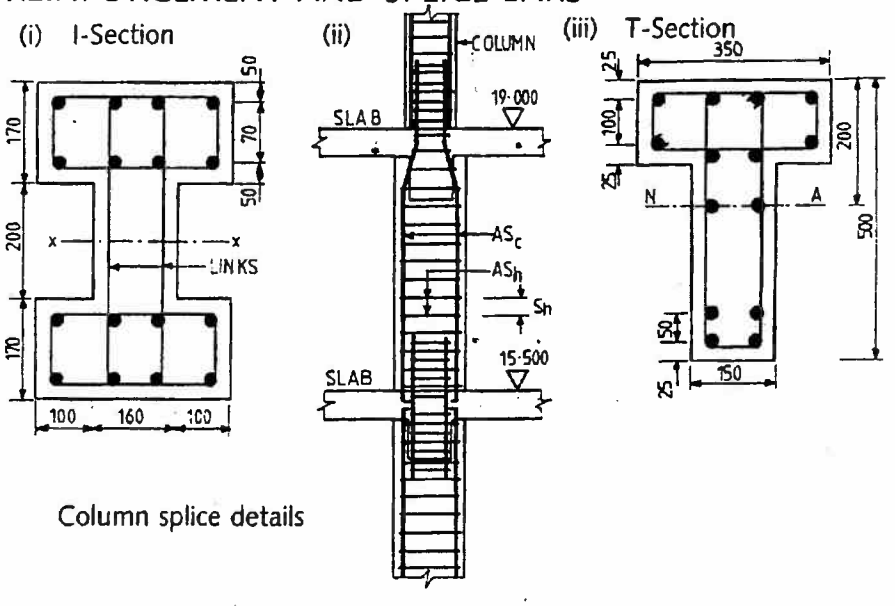
يكون الركام الشامل (الخليط) مزيجا مما لا يقل عن تدرجين مختلفين من الركام المتدرج مخـــزونين فى الموقع مع مراعاة فصلهما تماما عن بعضهما ويتم مزجهما معا فى خلاطة الخرسانة . ويكـــون الركـــام الخليط خشن الحبيبات وكثيفا ومتدرجا قدر الإمكان بحيث يقع تدرجه داخل حدود أحد المنحنيـــات التالية (طبقا للمواصفة القياسية المصرية م.ق.م. ١٩٨٠/١١٠٩ وإذا لم يقع التدرج داخل هذه الحدود فإنه يجب عمل خلطات تجريبية للتأكد من صلاحية تدرج الركام المذكور وبموافقة المهندس المشرف .

- المقاس الاعتبارى الأكبر :

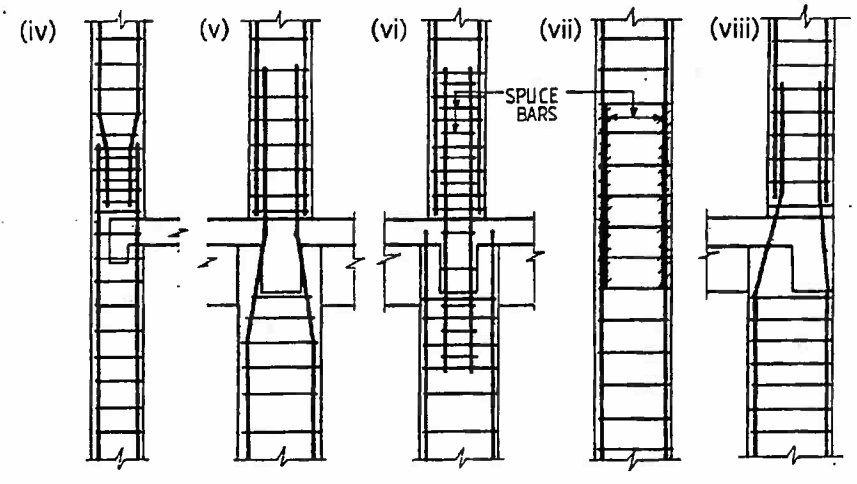
يجب ألا يزيد المقاس الاعتبارى الأكبر للركام على (١/٥) أصغر مقاس لجوانب الشدة أو (١/٣) سمك البلاطة الخرسانية وبالإضافة إلى ذلك فإنه يجب أن يكون ٧٥% من مقاسات الحبيبات علـــى الأقـــل أصغر من أقل مسافة صافية بين أسياخ التسليح أو سمك الغطاء الخرسانى .

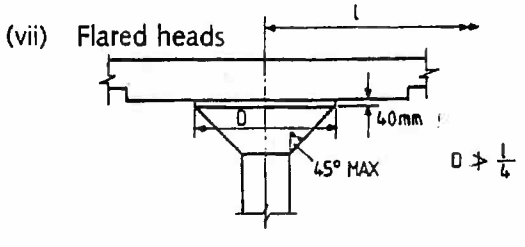
COLUMN ELEVATION WITH REINFORCEMENT AND SPLICE BARS

SHEET NO. VI.8



Column splice details

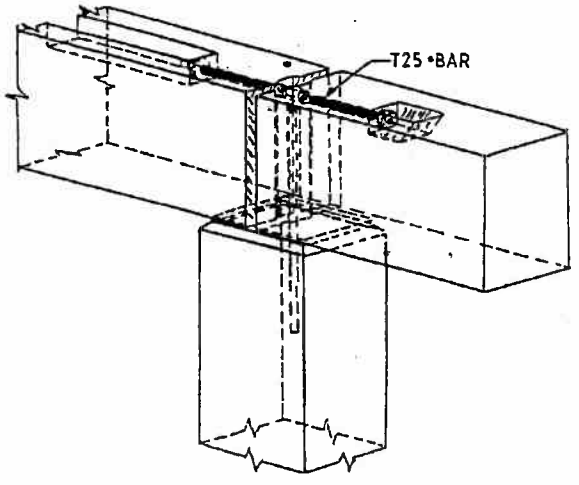




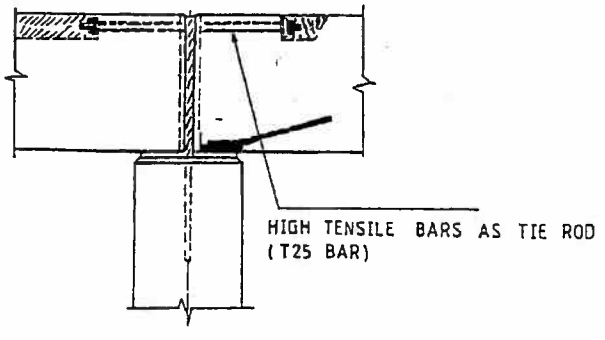
BEAM TO COLUMN CONNECTION USING HIGH TENSILE BARS AS TIE RODS

SHEET NO. VI.3

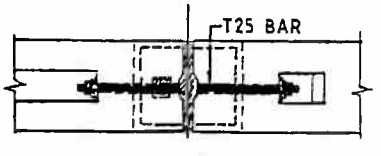
(a) Isometric view



(b) Sectional elevation

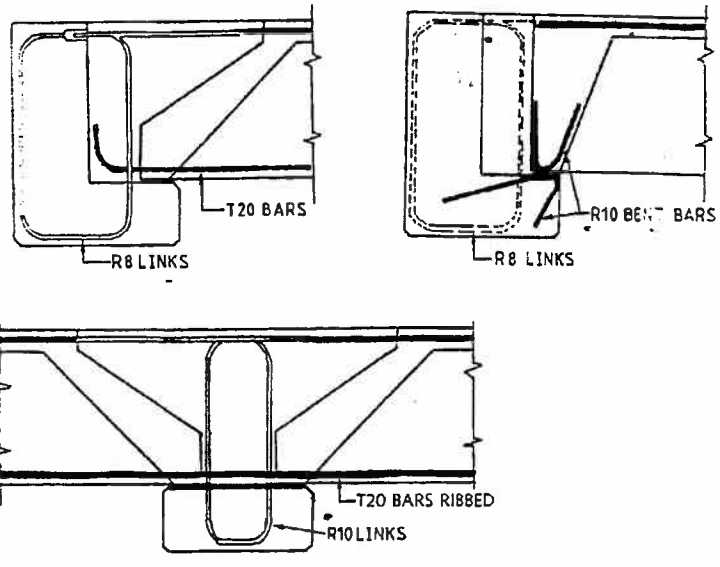


(c) Top plan

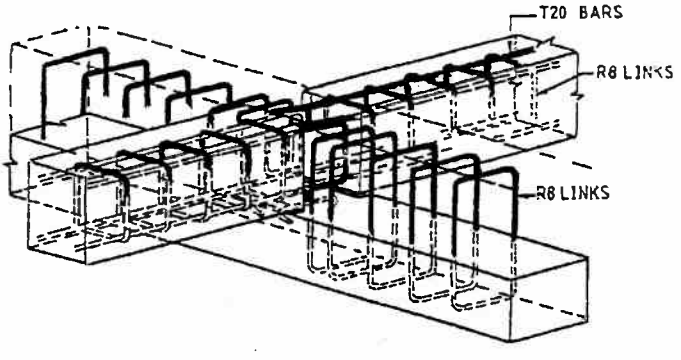


SHEET NO. VI.4

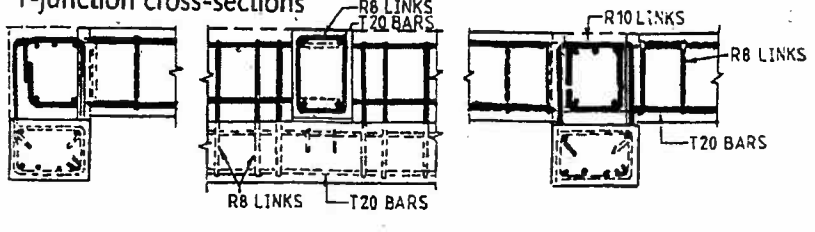
(a) Composite beam connected to ribbed floor units with skirted ends



(b) Composite main beam to secondary beams



(c) T-junction cross-sections



٢-٥-٢-٤ التوريد والتخزين :

أ- التوريد :

المصدر :

يكون مصدر توريد الركام حسب موافقة المهندس المشرف .

أجهزة إنتاج كسر الركام :

على المقاول قبل قيامه بالأعمال الحصول على موافقة المهندس المشرف على نوع الأجهـزة والمناخـل المستعملة لانتاج كسر الركام .

ب- التخزين :

يجب أن تظلل مناطق تخزين الركام لمنع إرتفاع درجة حرارته بشكل زائد .

ج- التكديس :

يراعى قدر الإمكان عدم تكديس الركام إذا أن الركام الناعم يميل إلى التجميع حتى فى أحسن ظـروف التكديس . وإذا إستوجب الآمر تكديس الركام فتتبع طريقة التكديس الطبقى الافقى أو بطبقات قليلة الميل ويحظر إتباع طريقة الإلقاء الخلفى حيث أن الطرق غير الصحيحة فى التكديس تتسبب فى ظهـور مشاكل الركام الناعم كما تسبب فى الانفصال الحبيبى وتكسر الركام وتغير تدرجه الحبيبى .

هذا ويحظر تشغيل الآليات مثل السيارات الناقلة أو نحوها على أكداس الركام إذا أن ذلك يتـسبب فى تكسير الركام بالإضافة إلى اتساخه . ويوضع الركام على أرضية صلبة تمنع تلوثه واختلاطه بمواد الطبقة السفلية . كما يحظر اختلاط أكوام المقاسات المختلفة من الركام ويجب فصلها بحواجز مناسبة أو تـرك مسافات كافية بينها .

د- صوامع تخزين الركام :

يراعى قدر الإمكان إبقاء صوامع التخزين مليئة بالركام لمنع أو تقليل تكسيره أو تغير تدرجه الحبيبى من خلال عملية سحب المخزون . كما يراعى تخزين المواد بشكل رأسى ومباشر فوق مخرج الصومعة .

٢-٥-٢-٥ ضبط الجودة :

أ- أخذ العينات :

يتم أخذ عينات الركام حسب ما ورد فى المواصفة القياسية المصرية ١١٠٩/١٩٨٠ وتكون العينات ممثلة تمثيلا صحيحا لكمية الركام المزمع إستعماله فى الخرسانة خاصة من حيث التدرج ولابد أن توفى العينات جميع المتطلبات المحددة لعينة الاختبار وذلك لإجراء الاختبارات المطلوبة .

ب- الاختبارات المطلوبة :

تجرى إختبارات القبول التالية على عينات الركام قبل توريده إلى الموقع وطبقا لطلب المهندس المشرف .

- التدرج

- أشكال الحبيبات
- المواد الناعمة المارة من منخل فتحة (٠,٠٧٥) مم
- الشوائب العضوية
- تحديد محتوى الكلوزيدات
- تحديد محتوى ثالث أكسيد الكبريت
- الثبات
- امتصاص الماء
- الكثافة النوعية
- التفاعل القلوى
- قيمة النعومة ١٠ بالمائة أو قيمة الصدم
- معامل التهشيم (اختيارى)
- معامل البرى (اختيارى)

ج- أنظمة القبول الفنية :

يعتبر الركام مطابقا لهذه المواصفات إذا اجتازت العينات جميع الاختبارات الإلزامية .

٢-٥-٣ ماء الخلط :

يجب أن يكون الماء المستعمل فى إنتاج الخرسانة نظيفا طازجا وخاليا من الزيوت والأحماض والقلويات والأملاح والمواد العضوية وما يماثلها من المواد التى قد تؤثر تأثيرا عكسيا على مقاومة الخرسانة وتحملها مع الزمن ومظهرها .

ويعبر الماء الطبيعى الصالح للشرب الذي لا طعم له ولا رائحة صالحا لاستخدامه كماء لخلطة الخرسانة .

وإذا كان من الصعب الحصول على الماء الصالح للشرب فيمكن إستعمال ماء من مصادر أخرى إذا استوفت المتطلبات المذكورة فيما يلى :

أ- يجرى اختبار زمن الشك بطريقة إبرة فيكات للتأكد من أن زمن الشك الابتدائى لم يتعدى نظيره لعينات خلطت بماء صالح للشرب بأكثر من (٣٠) دقيقة وفى نفس الوقت يجب إلا يقل زمن الشك الابتدائى عن (٤,٥) دقيقة .

ب- يجب ألا تقل مقاومة الضغط لمكعبات المونة المخلوطة بهذا الماء عن ٩٠% من مقاومة الضغط لمكعبات مخلوطة بماء الشرب وذلك عند عمر (٢٨,٧) يوم .وتخلط مكعبات المون وتختبر طبقا للمواصفة القياسية المصرية م.ق.م ١٩٨٤/٣٧٣

ج- الماء المستعمل لعمل تصميم الخلطة الخرسانية يجب أن يكون هو نفس الماء المستعمل فى عمل الخرسانة بالموقع ، ويمكن إستعمال الماء فى خلط الخرسانة إذا كان التحليل الكيميائى له لم يتعدى الحدود التالية :

جدول (٢-٥) الحدود المسموح بها لماء الخلط

الحد المسموح به (جم/لتر)	نـــوع المـــحتوى
٠،٢٠	مواد صلبة مذابة
٠،٥٠	كلوريدات
٠،٣٠	كبريتات
١,٠٠	كربونات وبيكربونات قلوية
٠،١٠	كبريتيد الصوديوم
٠،٢٠	مواد عضوية
٣,٠٠	مواد غير عضوية (طين ، مواد عالقة ...)
لا يقل عن ٧	تركيز أيون الهيدروجين (pH)

- لا يجوز استخدام ماء البحر فى أعمال الخرسانة المسلحة .
- ويجوز إستعمال ماء البحر كماء لخلط الخرسانة العادية مع إستعمال محتوى عال من الاسمنت لتحقيق المقاومة المطلوبة للخرسانة وذلك مع توافر الخبرة السابقة فى هذا المجال .

ويعتبر الماء المقبول للاستعمال فى خلط الخرسانة مقبولا للاستعمال فى معالجة الخرسانة .

٢-٥-٤ الإضافات : Admixtures

٢-٥-٤-١ عـــــام

تعتبر الإضافات هى المواد التى تضاف للخلطات الخرسانية والمون ، ومون الحقن بكميات صغيرة جـــدا باستثناء إضافات الصبغات . وذلك لتحسين خواص معينة للخرسانة نتيجة تأثيرها الكيميائى أو الطبيعى وبينما تحسن الإضافات خواص معينة فأنها تؤثر على خواص أخرى . والإضافات لا تؤثر على الحجـــم الكلى للخرسانة بشكل محسوس باستثناء إضافات الهواء المحبوس .

٢-٥-٤-٢ الأنواع الرئيسية للإضافات :

تتبع الإضافات التالية المواصفات المصرية (م.ق.م. ١٨٩٩-١٩٩٠) أو المواصفات الامريكية (ASTM C 494) أو المواصفات البريطانية (BS 5075).

أ- الإضافة المعجلة لشك الخرسانة : (accelerator)

هى الإضافة التى تؤخر زمن شك الخرسانة للحصول على مقاومة مبكرة لها

ب- الإضافة المؤخرة لشك الخرسانة : (retarder)

وهى الإضافة التى تؤخر زمن شك الخرسانة

ج- الإضافة المخفضة للماء : (Water reducer)

هى الإضافة التى تخفض كمية ماء الخلط المطلوبة لانتاج خرسانة ذات قوام محدد .

د- الإضافة المخفضة للماء ومؤخرة للشك :

هى الإضافة التى تخفض كمية ماء الخلط المطلوبة لانتاج خرسانة ذات قوام محدد وتعمل كذلك على تأخير زمن شك الخرسانة .

هـ- الإضافة المخفضة للماء ومعجلة للشك :

هى الإضافة التى تخفض كمية ماء الخلط المطلوبة لانتاج خرسانة ذات قوام محدد وتعمل كذلك على إسراع زمن شك الخرسانة والحصول على مقاومة مبكرة لها .

٢-٥-٤-٣ إضافات أخرى :

يجب أن تختبر جميع الإضافات الأخرى المذكورة فيما بعد أو غير المذكورة طبقا لمتطلبات أى مواصفة أجنبية أو متطلبات المهندس المشرف وهى على سبيل المثال كمايلى :

- إضافات عالية لتخفيض كمية الماء .
- إضافات عالية لتخفيض كمية الماء ومؤخرة لزمن شك الخرسانة .
- إضافات حابسة للهواء .
- إضافات مانعة لتسرب الماء وإضافات مقللة للنفاذية لمنع الرطوبة .
- إضافات فائقة النعومة مثل البوزولانا .
- إضافات طاردة للهواء .
- إضافات مكونات الغاز .
- إضافات مساعدة على الترويب .
- إضافات مانعة للانكماش .
- إضافات مساعدة على التماسك .
- إضافات مساعدة لضخ الخرسانة .
- إضافات ملونة .
- إضافات كميائية لتقليل التمدد الناتج من الركام القلوى .
- إضافات مانعة للصدأ .

٢-٥-٤-٤ التوريد والتخزين :

أ- التوريد :

تنقل الإضافات داخل أوعية أو أكياس مناسبة ويجب بيان اسم الإضافة ونوعها وكذلك الوزن أو الحجم

الصاق داخل الأوعية أو الأكياس عند شحنها أو توريدها للموقع وتاريخ صنها وتاريخ إنتهاء صلاحيتها ويجب أن تكون جميع الرسائل الموردة للموقع مصحوبة بشهادة تبين اسم الصانع والاسم التجاري والنوع وتاريخ الصنع وتاريخ إنتهاء الصلاحية بالإضافة إلى شهادة المطابقة للمواصفة الخاصة بها . (ASTM or B.S. or DIN ...etc)

ب- التخزين :

- عام :

يجب أن تخزن الإضافات داخل مخازن خاصة لحمايتها من الرطوبة وأشعة الشمس والحرارة والتجمد وعلى أن يكون التخزين بطريقة يسهل معها الوصول للإضافة بغرض القيام بأعمال التفتيش أو التعرف على الرسائل المختلفة .

- الإضافات السائلة :

تخزن الإضافات السائلة داخل خزانات أو أسطوانات عازلة للماء وواقية من الحرارة والتجمد وتتم عملية مزج المواد أثناء الاستعمال حسب توصيات الجهة المنتجة .

- الإضافات على شكل مساحيق :

يفضل تحويلها إلى سوائل ويتم ذلك داخل خزانات أو أسطوانات مزودة بالات خاصة للمزج أو الخلط. فيما عدا ذلك تخزن إضافات المساحيق بنفس طريقة تخزين المواد الأسمنتية .

٢-٥-٤-٥ ضبط الجودة :

أ- المواصفات القياسية :

تجرى إختبارات ضبط جودة الإضافات الرئيسية حسب المواصفات المصرية (م.ق.م. ١٨٩٩-١٩٩٠) أو المواصفات الأمريكية (ASTM - C 494) أو المواصفات البريطانية (BS 5075) ويتم اختبار أى إضافات أخرى تبعا لأى مواصفة قياسية أو طبقا لإرشادات الجهة المنتجة .

ب- إختبارات الإضافات ومتطلباتها :

- إختبارات التجانس : (Uniformity Test)

يكتفى بشهادة الجهة المنتجة إذا كانت الإضافات المستعملة من نفس النوع الذى سبق استخدامه ومن إنتاج نفس المنتج . وفيما عدا ذلك يتم إجراء إختبارات التجانس على عينة من الإضافات الموردة وتكون الخواص المختبرة وحدود القبول لها طبقا لما هو وارد بالجدول رقم (٢-٦) .

جدول (٢-٦) اشتراطات التجانس للإضافات

الاشتراطات	الخاصية
لاتزيد عن ٥ % بالوزن من القيمة المحددة من الجهة المنتجة لكل من الإضافات السائلة والصلبة .	١- محتوى المادة الصلبة
لاتزيد عن ١ % بالوزن من القيمة المحددة من الجهة المنتجة .	٢- محتوى الرماد
للإضافات السائلة لاتزيد عن ٠,٢% من القيمة المحددة من الجهة المنتجة .	٣- الكثافة النسبية
مطابق لرقم المنتج .	٤- رقم الأس الهيدروجيني
يجب ألا تزيد عن ٢% من وزن الإضافة أو لاتزيد عن ٠,٠٣% من وزن الأسمنت .	٥- محتوى أيون الكلوريد

- إختبارات الادائية : (Performance tests) :

يجب أن تتفق مع خواص الادائية للإضافات والمعطاه بالجدول رقم (٢-٧) لبيان تأثيرها على خواص الخرسانة مع الحدود المعطاة بنفس الجدول وذلك لكل نوع من الإضافات على حدة .

تجهز الخلطات الخرسانية للاختبارات الموضحة فى جدول (٢-٦) وطبقا للمواصفات المصرية م.ق.م. ١٨٩٩-١٩٩٠ .

وتجرى أيضا إختبارات الادائية على خلطات خرسانية بدون إضافات (خلطة التحكم) لتحديد تأثير الإضافة على الخواص الآتية للخرسانة :

* محتوى الماء
* محتوى الهواء
* زمن الشك
* مقاومة الضغط
* مقاومة الانحناء

- الاختبارات الدورية :

تعتبر الاختبارات الدورية غير ضرورية فى الحالات الاعتيادية ، هذا ويمكن إجراء الاختبارات الدورية حسب طلب المهندس المشرف للتأكد من صلاحية مواد الإضافات بسبب عمرها أو تخزينها بطريقة غير صحيحة ، وتجرى هذه الاختبارات فقط على الإضافات التى سبق إختبارها لأغراض القبول .

- محتوى الهواء : (Air Content)

- يجب ألا يزيد محتوى الهواء لأى خلطة خرسانية بالإضافات عن ٠,٥% عن محتوى الهواء لخرسانة التحكم وبحيث لاتزيد لأى خلطة بالإضافات بأى حال عن ٣% .

- محتوى الكلوريد : (Chloride Content)

يجب ألا يزيد محتوى الكلوريد بالإضافة المستخدمة مع الخرسانة لأى نوع من الاسمنت وبه معادن مدفونة عن ٢% بالوزن من الإضافة أو ٠,٠٣% بالوزن من الاسمنت عندما يحسب للخلطة وكذلك يوصى بتطبيق هذه النسب فى حالة الخرسانة بدون معادن مدفونة فى حالة إستخدام أسمنت مقاوم للكبريتات .

ج- الاسمنتات الخاصة :

معظم الإضافات يمكن أن تستخدم مع بعض الاسمنتات البورتلاندى ذات الأغراض الخاصة مثل سريع التصلد والأسمنت الأبيض والمقاوم للكبريتات وكذلك الاسمنت منخفض الحرارة . كما أن عددا من الإضافات يمكن استخدامه مع بعض أنواع الاسمنت مثل عالى الالومينا وعلى الكبريتات . لذلك يجب على كل من الجهة المنتجة للإضافة والجهة المنتجة للأسمنت الرجوع للاستشارى قبل استخدام هذه الأنواع من الإضافات .

جدول (٢-٧)

متطلبات الأدائية لخرسانة الإضافات

كنسبة مئوية – من خرسانة التحكم

الخاصية	الإضافات				
	مخفضة للماء	مؤخرة للشك	معجلة للشك	مخفضة لماء ومؤخرة للشك	مخفضة للماء ومعجلة للشك
الحد الأقصى لمحتوى الماء من خلطة التحكم %	٩٥	–	–	٩٥	٩٥
أزمنة التصلد عند مقاومة اختراق (٠,٥) نيوتن / مم٢	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	–	–	ساعة اكثر من زمن خلطة التحكم	أكثر من ساعة
(٣,٥) نيوتن / مم٢	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	–	–	–	ساعة أقل من زمن خلطة التحكم كحد أدنى
الحد الأدنى لمقاومة الضغط كنسبة مئوية من خلطة التحكم					
١ يوم	–	–	١٢٥	–	١٢٥
٣ يوم	١١٠	٩٠	١٢٥	١١٠	١٢٥
٧ يوم	١١٠	٩٠	١٠٠	٢١٠	١١٠
٢٨ يوم	١١٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١١٠
٦ شهور	١٠٠	٩٠	٩٠	١٠٠	١٠٠
الحد الأدنى لمقاومة الانحناء كنسبة مئوية من خلطة التحكم					
٣ يوم	١٠٠	٩٠	١١٠	١٠٠	١١٠
٧ يوم	١٠٠	٩٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٢٨ يوم	١٠٠	٩٠	٩٠	١٠٠	١٠٠

* خرسانة التحكم هى خرسانة بدون إضافات للمقارنة وبنفس نسب خلطة الإضافات .

٢-٥-٥ الخرسانة :

الخرسانة هى خليط من الاسمنت البورتلاندى أو أى نوع آخر من الاسمنت الهيدروليكى والركام الناعم والركام الخشن والماء مع إستخدام الإضافات أو بدون إستخدامها .

٢-٥-٥-١ أنواع الخرسانة :

أ- الخرسانة المسلحة :

الخرسانة المسلحة هى الخرسانة التى تحتوى على تسليح مناسب سابق الإجهاد أو غير سابق الإجهاد وتصمم على أساس أن المادتين يعملان معا فى مقاومة القوى .

ب- الخرسانة العادية :

الخرسانة العادية هى الخرسانة التى لاتنتمى إلى تعريف الخرسانة المسلحة .

٢-٥-٥-٢ نوعية الخرسانة :

تكون الخرسانة لجميع أجزاء العمل من نوعية ذات مواصفات . تحدد نسبها لتنتج خرسانة ذات مقاومة مميزة عالية لتقلل من تكرار نتائج إختبارات المقاومة التى تقل عن القيمة المحددة لمقاومة ضغط الخرسانة (Fcu) والمبينة بالجدول رقم (٢-٨)

جدول رقم (٢-٨) رتب الخرسانة - المقاومة المميزة (Fcu):

(Fcu)
كجم/سم٢ ١٠٠ ، ١٥٠ ، ١٧٥، ٢٠٠ ، ٢٢٥ ، ٢٥٠ ، ٢٧٥ ، ٣٠٠ ، ٣٢٥ ، ٣٥٠ ، ٤٠٠ ، ٤٥٠

رتبة الخرسانة لكل جزء من المنشأ تحدد على أساس مقاومة الضغط عند (٢٨) يوم لمكعبات (١٥٠× ١٥٠ × ١٥٠) مم وإذا تطلبت وثائق المشروع حدود أخرى لرتبة الخرسانة خلاف المذكورة بالجدول السابق فيجب أن تطبق الحدود المذكورة بالمشروع .

ويجب أن يكون متوسط مقاومة الضغط لأى مجموعة من الاختبارات أعلى من أو تساوى القيم المعطاة سابقا . وفى حالة إستخدام عينات اختبار خلاف مقاس المكعبات المذكورة عاليه فإن العلاقة بين مقاومة ضغط هذه العينات والمكعبات (١٥٠) مم تكون طبقا للمذكور بالجدول رقم (٢-٩).

جدول رقم (٢-٩)

معامل تصحيح مقاومة الضغط للأشكال المختلفة لقوالب اختبار الخرسانة

معامل التصحيح	مقاسات العينة – سم	شكل العينة
٠,٩٧	١٠× ١٠ ×١٠	مكعب
١,٠٠	١٥× ١٥ × ١٥ أو	مكعب
١,٠٥	١٥,٨×١٥,٨×١٥,٨	مكعب
١,١٢	٢٠× ٢٠ ×٢٠	مكعب
١,٢٠	٣٠× ٣٠ ×٣٠	أسطوانة
١,٢٥	٢٠×١٠	أسطوانة
١,٣٠	٣٠×١٥	أسطوانة
١,٢٥	٥٠×٢٥	منشور
١,٣٠	١٥× ١٥×٣٠ أو ١٥,٨×١٥,٨×٣١,٦	منشور
١,٣٢	١٥× ١٥×٤٥ أو ١٥,٨×١٥,٨×٤٧,٤	منشور
	١٥× ١٥×٦٠	

فى حالة تحديد مقاومة ضغط الخرسانة بأسمنت بورتلاندى عادى أو سريع التصلد (بدون إضافات) عند عمر غير (٢٨) يوم فإنه يمكن تحديد المقاومة عند عمر (٢٨) يوم بضرب نتائج الاختبارات فى معاملات التصحيح الموضحة بالجدول رقم (٢-١٠).

جدول (٢-١٠)

معامل التصحيح لنتائج اختبارات مقاومة الضغط للخرسانة ذات عمر مختلف عن (٢٨) يوم

نوع الاسمنت	(عمر الخرسانة) (يوم)				
	٢	٧	٢٨	٩٠	٣٦٠
أسمنت بورتلاندى عادى	٢,٥	١,٥	١،-	٠,٨٥	٠,٧٥
أسمنت سريع التصلد	١,٨	١,٢	١،-	٠,٩٠	٠,٨٥

٢-٥- ٥-٣اختيار نسب مكونات الخرسانة :

تحدد نسب مكونات الخلطة الخرسانة لتعطى خليطا يحقق الآتى :

- تعطى قابلية مناسبة للتشغيل وقواما مناسبا بما يسمح للخرسانة بالوصول إلى زوايا وأركان الفرم وحول حديد التسليح عند إستخدام طرق الصب والدمك المعتمدة وبشرط عدم حدوث إنفصال حبيبى لمكوناتها أو نضخ الخرسانة لمائها .
- تحقق متطلبات المقاومة للاختبارات والمعطاة بالجدول رقم (٢-٨) بند (٢-٥- ٥ -٢) .
- يتم اختيار خواص المكونات تبعا لإحدى الطرق لتحقق قابلية مناسبة للتشغيل ومتانة ومقاومة مناسبين وكافة الخواص الأخرى المطلوبة .
- إذا استخدمت مواد مختلفة فى أجزاء مختلفة من العمل فإن كل خلطة تقيم على حده .
- تحدد نسب مكونات الخلط شاملة نسبة الماء / الاسمنت على أساس الخبرة أو محاولات معملية بنفس المواد المستخدمة .

أ- محتوى الاسمنت : Cement Content

تكون كمية الاسمنت بالخرسانة مناسبة لكى تحقق مقاومة الضغط المطلوبة وكذلك تحقق الحماية الكافية لحديد التسليح ضد التآكل فى الخرسانة المسلحة .

ب- نسبة الماء / الاسمنت : Water - Cement Ratio

نسبة الماء / الاسمنت هى النسبة بين محتوى الماء الحر إلى وزن الاسمنت فى خلطة الخرسانة . ويجب ألا تصنع الخرسانة بنسبة الماء/ الاسمنت أعلى من التى حددت نتيجة الخلطات التجريبية التى تمت بواسطة مختبر معتمد .

إذا وجدت قابلية تشغيل الخرسانة بالموقع غير مناسبة فإنه لا يسمح بزيادة أى ماء إضافى وعلى المقاول أن يرجع للمختبر للحصول على تصميم خلطة جديدة . ولحماية حديد التسليح من الصدأ فإنه يفضل ألا تزيد نسبة الماء / الاسمنت عن (٠,٥) .

ج- قابلية التشغيل : Workability

- الهبوط :

تحدد نسب الخرسانة وتنتج على أساس مقياس هبوط قدرة (١٠٠) مم أو أقل للخرسانة المدموكة بواسطة الهز ، وذلك باستخدام مخروط الهبوط تبعا للمواصفة القياسية المصرية م.ق.م. ١٩٨٨/١٦٥٨ .

وإذا كان الدمك بطرق أخرى خلاف الهز فيسمح بهبوط قدرة (١٢٥) مم أو أقل إذا لم ينص على خلاف ذلك فى الوثائق .

- منضدة الانسياب : Flow Table

إستخدام منضدة الانسياب يكون طبقا للمواصفة القياسية المصرية م.ق.م. ١٩٨٨/١٦٥٨ وذلك

لخرسانات ذات الأغراض الخاصة وعلى سبيل المثال للخرسانة الانسيابية نتيجة لاستخدام الإضافات فائقة الليونة ويكون إستخدام مخروط الانسياب طبقا لما هو مذكور بوثائق المشروع أو معتمد من قبل المهندس المشرف ويكون مناسبا للخرسانة عالية القابلية للتشغيل والعالية جدا .

٢-٥- ٥-٤ ضبط الجودة :

يتم أخذ عينات الخرسانة واختبارها طبقا لما ورد فى المواصفة القياسية المصرية رقم ١٩٨٨/١٦٥٨.

أ- إختبارات الخرسانة الطازجة :

تتبع الطرق والاختبارات الآتية لكل نوع من أنواع الخلطات الخرسانية الطازجة المصبوبة فى الموقع خلال يوم عمل واحد إذا لم ينص على خلاف ذلك فى وثائق المشروع أو من قبل المهندس المشرف .

- تجهيز عينات الخرسانة الطازجة :

يكون تجهيز عينات الخرسانة الطازجة للاختبارات المختلفة طبقا للمواصفة القياسية المصرية رقم ١٩٨٨/١٦٥٨ (الجزء الأول) أو المواصفات البريطانية ١٨٨١-١٩٨٣ .

- إختبارات قابلية التشغيل :

تجرى إختبارات القابلية للتشغيل بإستخدام مخروط الهبوط أو منضدة الانسياب تبعا لحالة قوام الخرسانة كما ذكر سابقا فى البند (٢-٥- ٥-٣-ج) ويجب ألا يقل عدد إختبارات القابلية للتشغيل عما يلى وأيهما أكبر :

- ثلاثة إختبارات لكل يوم عمل أو اختبارين لكل (١٠٠) م٣ من الخرسانة .

- محتوى الهواء :

يجرى اختبار تحديد محتوى الهواء بالخرسانة وخاصة للخرسانة الممزوجة بالإضافات طبقا للمواصفة القياسية البريطانية ١٨٨١-١٩٨٣ . ويجب آلا يزيد محتوى الهواء عن ٣% بالوزن ماعدا الخرسانة المحتوية على إضافة الهواء المحبوس .

- تجهيز عينات الضغط :

عدد العينات :

يكون عدد العينات اللازمة لاختبارات المقاومة خلال يوم عمل واحد ست مكعبات أو أربع عينات لكل (١٠٠) م٣ لكل صنف وعمر من الخرسانة أيهما أكبر بشرط ألا يقل عدد العينات عن ثلاث لكل عضو إنشائى وثلاث لتحديد زمن فك الشدات .

ب- إختبارات الخرسانة المتصلدة : (Hardened Concrete Tests)

- إختبارات عينات المعمل :

تجهيز عينات الاختبارات للمقاومة طبقا للمواصفة القياسية المصرية ١٩٨٨/١٦٥٨ أو المواصفات البريطانية ١٩٨٨-١٩٨٣ .

* تجهيز مكعبات الاختبار وتصب وتعالج معمليا حتى يوم الاختبار طبقا للمواصفة البريطانية ١٨٨١- ١٩٨٣ .
* تعتبر نتائج إختبارات المقاومة لكل رتبة من رتب الخرسانة كافية لو حققت النتائج المتطلبات الآتية :
* متوسط نتائج المقاومة لثلاث مجموعات إختبارات متتالية تساوى أو تزيد عن المقاومة المستهدفة للخرسانة (Fcu) .
* لايقل متوسط المقاومة لثلاث مكعبات لاى مجموعة عن المقاومة المستهدفة المطلوبة (Fcu) بما قيمته (٣٠) كجم/سم٢ للخرسانة ذات رتبة أكبر من (٢٠٠) وبما قيمته (٢٠) كجم/سم٢ للخرسانة ذات رتبة أقل من (٢٠٠) .
* إذا لم تحقق أى من المتطلبات فى بند (٢-٥- ٥-٤-ب) فإنه يجب أن تتخذ الخطوات الواردة فى البند الخاص بدراسة نتائج اختبار المقاومة المنخفضة .

- إختبارات العينات المعالجة بالموقع :

قد يطلب المهندس المشرف على تنفيذ المبنى إجراء إختبارات المقاومة لمكعبات معالجة تحت نفس ظروف الموقع للتأكد من ملائمة المعالجة والحماية لخرسانة المنشأ .

تجهيز مكعبات الاختبار المعالجة بالموقع فى نفس الوقت مع مكعبات الاختبار المعالجة بالمعمل ومن نفس العينات وإذا كانت نتيجة المقاومة للمكعبات المعالجة بالموقع عند العمر المحدد لتعيين المقاومة المستهدفة أقل من ٨٥% من مقاومة مثيلاتها المعالجة بالمعمل فإن أسلوب حماية الخرسانة ومعالجتها بالموقع يجب أن يحسن وفى حالة حدوث إرتفاع ملحوظ فى مقاومة المكعبات المعالجة بالمعمل عن المقاومة المستهدفة للخرسانة (Fcu) فإنه لا حاجة لأن تزيد مقاومة المكعبات المعالجة بالموقع عن المقاومة المستهدفة بأكثر من (٣٠) كجم/سم ٢ حتى إذا لم توفى بالشرط ٨٥ % السابق .

- عمر الاختبار المطلوب :

تختبر نصف العينات عند عمر (٧) يوم .

وتختبر النصف الآخر من العينات عند عمر (٢٨) يوم .

دراسة نتائج اختبار المقاومة المنخفضة :

إذا قل اختبار المقاومة لأى مكعبات معالجة بالمعمل عن المقاومة المستهدفة المطلوبة (Fcu) بأكثر من (٣٠) كجم/سم٢ أو إذا أوضحت إختبارات المكعبات المعالجة بالموقع تقصير فى حماية ومعالجة الخرسانة فإنه يجب أن تتخذ خطوات محددة للتأكد من أن قدرة التحميل للمنشأ غير معرضة للمخاطرة . وفى حالة التأكد من انخفاض مقاومة الخرسانة وانخفاض قدرة التحمل بوضوح طبقا للحسابات قد انخفضت بوضوح فإن ذلك يتطلب إجراء اختبار القالب الخرسانى على المساحة موضع التساؤل من المنشأ وذلك طبقا للكود المصرى للخرسانة المسلحة ١٩٩٠ ، وفى هذه الحالة تؤخذ ثلاثة قلوب خرسانية لكل مقاومة

تقل عن المقاومة المستهدفة (Fcu) بأكثر من (٣٠) كجم/سم٢ .

ويراعى فى حالة إستخدام الخرسانة بالمنشأ فى ظروف جافة فإن القوالب الخرسانية تترك فى الهواء لتجف لمدة (٧) أيام قبل الاختبار ثم تختبر وهى جافة وإذا كانت الخرسانة فى المنشأ تتعرض لظروف رطبة فإنه يجب غمر القوالب الخرسانية فى الماء لمدة (٤٨) ساعة على الأقل قبل إختبارها ثم تختبر وهى رطبة .

وتعتبر الخرسانة فى الجزء المختبر من المنشأ باختبارات القالب مقبولة إنشائيا إذا كان متوسط ثلاثة قوالب يساوى على الأقل ٨٠ % من المقاومة المستهدفة للخرسانة (Fcu) وإذا كان أى قالب منها يقل عن ٧٥ % من المقاومة المستهدفة .

إذا لم تتحقق الاختبارات المذكورة بالفقرة السابقة ، وإذا ظلت كفاءة المنشأ موضع شك فيكون على المهندس المشرف أن يأمر بإجراء إختبارات تحميل جزء المنشأ موضع التساؤل وفقا للكود المصرى للخرسانة المسلحة (١٩٩٠) أو إتخاذ أى قرار مناسب للظروف المحيطة .

٢-٥-٦ أسياخ التسليح : Reinforcement

أ- عام

التسليح هو جميع أجزاء الصلب المدفونة فى جسم الخرسانة والتى تعمل معها فى مقاومة جميع قوى الإجهاد المتولدة فيها ويكون التسليح على شكل أسلاك أو قضبان أو شبك أو جدائل أو أى شكل آخر من الصلب . ويتم توضيح التسليح الذى سيتم لحامه وكذلك طريقة اللحام التى ستستخدم بموجب الرسومات التنفيذية .

ويجب أن تكون مواد التسليح نظيفة وخالية من الصدأ المتفتت أو العالق أو أى نوع من أنواع التغطية أو أى مادة تعمل على تقليل أو التأثير على خاصية تماسك التسليح مع الخرسانة المحيطة به ، كما يحظر إستعمال مواد التسليح متغيرة المقطع .

ب- قبول النوعية : Quality Acceptance

شهادة اختبار القبول :

يجب أن تكون كل رسالة من حديد التسليح مصحوبة بشهادة الجهة المنتجة أو أن تكون الرسالة من نفس دفعة الرسالة السابقة ومشمولة فى شهادتها على أن تبين الشهادة مطابقة المواد للمتطلبات المحددة فى المواصفات. إذا لم تتوافر هذه الشهادة أو رأى المهندس المشرف عدم كفاية إختبارات الجهة المنتجة فإنه يجب أخذ عينات من الرسائل المختلفة حسب طلب المهندس المشرف لإختبارها طبقا للمواصفات القياسية المصرية ٢٦٢-١٩٨٩ وعلى حساب المقاول وفى حالة عدم تطابق نتائج الاختبارات لمتطلبات هذه المواصفات تعتبر الرسالة مرفوضة ويجب أن تزال من الموقع وعلى نفقة المقاول

- الاختبارات الدورية : Routine Tests

لا يطلب إجراء الاختبارات الدورية على حديد التسليح إلا إذا دعت الحاجة لذلك .

ج- تصنيف حديد التسليح :

- يصنف الحديد المستخدم فى تسليح الخرسانة كمايلى :

* قضبان الصلب الملساء :

تكون خواص قضبان الصلب الطرى الملساء ذات الرتبة (٣٥ / ٢٤) متفقة مع المتطلبات المعطاة بالجدول رقم (٢-١١)

* قضبان الصلب ذات النتوءات :

تكون خواص قضبان الصلب ذات النتوءات سواء من الصلب الطرى ذو رتبة (٢٨/٤٥) أو من الصلب عالى المقاومة ذو الرتب (٥٢/ ٣٦ ، ٤٠/٦٠) متفقة مع المتطلبات المعطاة بالجدول رقم (٢-١١) .

* شبك أسياخ الصلب الملحومة :

تكون خواص شبك الصلب الملحوم ذات الرتبة (٤٥/٥٢) متفقة مع المتطلبات المعطاة بالجدول رقم (٢-١١) .

جدول (٢-١١)

الحد الأدنى للخواص الميكانيكية لأنواع الصلب :

نوع الصلب	الرتبة	حالة سطح الأسياخ	إجهاد الخضوع أو ٢% إجهاد الضمان كجم/مم٢ (حد أدنى)	مقاومة الشد القصوى كجم/مم٢ (حد أدنى)	النسبة المئوية للاستطالة (حد أدنى)
صلب طرى عادى	٢٤/٣٥	ملساء	٢٤	٣٥	٢٠
	٢٨/٤٥		٢٨	٤٥	١٨
صلب عالى المقاومة	٢٦/٥٢	ذو نتوءات	٣٦	٥٢	١٢
	٤٠/٦٠	ذو نتوءات	٤٠	٦٠	١٠
صلب شبك ملحوم مسحوب على البارد	٤٥/٥٢	ذو نتوءات	٤٥	٥٢	١٠

- التخزين :

يجب الحصول على موافقة المهندس المشرف على طريقة التخزين المراد إتباعها . تخزن القضبان بصفةعامة على طبالى مرتفعة عن الأرض ، كما يجب حمايتها من الصدأ أو الأذى أو التلوث مع مراعاة فصل قضبان الصلب المختلفة الأقطار أو الأصناف عن بعضها البعض كما يجب حماية اللفات والبكرات من عوامل الجو الضارة .

- ضبط الجودة :

يكون تجهيز عينات صلب التسليح واختبارها طبقا للمواصفة القياسية المصرية ٢٦٢ - ١٩٨٩ للقضبان والمواصفة القياسية المصرية ١٦١٨-١٩٨٦ لشبك أسياخ الصلب الملحوم .

٢-٦ التنفيذ :

٢-٦-١ تخزين المواد :

٢-٦-١-١ الاسمنت :

يكون تخزين الاسمنت بطريقة تحميه من المطر وضد الرطوبة سواء من الهواء أو الارض وطبقا لما سبق شرحه فى البند (٢-٥-١-٥) .

٢-٦-١-٢ الركام :

يكون تخزين الركام الناعم والركام الخشن كل على حدة وبطريقة تمنع وصول الشوائب للركام وطبقا لما سبق شرحه فى البند (٢-٥-٢-٤) .

٢-٦-١-٣ الإضافات :

تخزن الرسائل المختلفة من الإضافات داخل مخازن خاصة لحمايتها من الرطوبة وأشعة الشمس والحرارة والتجمد وتخزن بطريقة يسهل معها الوصول إليها لأغراض القيام بأعمال التفتيش أو التعرف على الرسائل المختلفة وطبقا لما سبق شرحه فى البند (٢-٥-٤- ٤-ب) .

٢-٦-٢ قياس المواد :

٢-٦-٢-١ الاسمنت :

نظرا لأنه يجب معايرة الأسمنت بالوزن حيث لا يسمح بمعايرته بالحجم لتجنب أى أخطاء محتملة ، لذا فإنه يفضل إستخدام خلاط خرسانة ذا سعة لاستيعاب شيكارة أسمنت أو مضاعفاتها وفقا لظروف العمل

٢-٦-٢-٢ الركام :

يقاس الركام ما لم يذكر خلاف ذلك دائما بالحجم بواسطة صناديق معايرة ذات سعة معينة ويكون الملء دون دمك ويكون السطح العلوى للركام فى الصندوق مستويا مع أحرف الصندوق كما يراعى حساب زيادة الحجم فى الركام الصغير نتيجة لوجود الرطوبة به ويفضل القياس بالوزن نظرا لأنه يعطى نتائج أدق

ويقضى على الالتباس الذى قد تحدثه زيادة الحجم فى الركام الصغير .

٢-٦-٢-٣ ماء الخلط :

يضاف الماء للخلطة للأعمال الأكثر أهمية بكميات مقاسة بدقة طبقا لما حدد له بالضبط مع الأخذ فى الاعتبار كمية المياه التى يمكن أن يحتويها الركام وإذا تم خلط الخرسانة بخلاط به خزان قياس ، فإن مؤشرات القياس يجب أن تختبر قبل بدء الخلط .

٢-٦-٢-٤ الإضافات :

تعاير إضافات المساحيق بالوزن ، أما السائلة أو المعجونة فتعاير بالوزن أو الحجم . إلا أن معظم الإضافات السائلة للخرسانة حاليا من النوع الذى يتم معايرته بالحجم .

٢-٦-٣ أعمال الشدات : Formwork

٢-٦-٣-١ عام

يجب أن تغطى أعمال الشدات المذكورة فى هذه المواصفات جميع الأسطح التى ستشكل أجزاء الخرسانة بما فى ذلك تقوية وتشكيل وربط هذه الأسطح ، وتشمل هذه الأعمال أيضا الدعائم الرأسية والمائلة وغيرها من الركائز اللازمة حتى لا تتعرض الأجزاء المكتملة من المنشأ لأى إجهادات زائدة .

٢-٦-٣-٢ التخطيط والتصميم :

تصمم الشدات والسقالات بحيث يسهل نزعها فيما بعد دون حدوث أى قوى صدم أو اهتزاز .

فى حالة عدم وجود رسومات تفصيلية لاعمال الشدة فى مستندات المشروع فيجب على المقاول أن يقدم للمهندس المشرف جميع التفاصيل الضرورية والتصميمات والحسابات وطريقة التنفيذ والمواد المزمع إستعمالها فى الشدة للحصول على موافقة المهندس المشرف على تفاصيل العمل وذلك قبل أربعة أسابيع من إنشاء الشدة على الأقل هذا ويمكن للمهندس المشرف إعادة النظر فى هذه المدة طبقا لما يراه مناسبا.

٢-٦-٣-٣ إعداد وتركيب الشدة :

أ- تركب شدات وفرم الخرسانة المسلحة بصفة عامة بالطريقة التى تضمن بقاءها ثابتة تماما طوال فترة صب الخرسانة المسلحة وأثناء تصلدها . كما يجب أن تكون أسطح الفرم محكمة بحيث تمنع تسرب اللبانى أو المونة إلى الخارج .

ب- تنفذ الشدات والفرم بحيث تكون قوية ومتينة بدرجة تكفى لتحمل ضغط الخرسانة حديثة الصب ووزنها والأحمال الحية أثناء صب الخرسانة دون التواء أو اهتزاز أو ترحيل ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار الطريقة المستخدمة لصب الخرسانة ودمكها وتأثير الضغوط والاهتزازات الواقعة على الفرم والشدات .

ج- تعد الفرم الخاصة بالأعمدة بأسلوب لا يسمح بملئها من أعلى وذلك بتقسيم أحد جوانب الفرمة إلى أجزاء لا يتجاوز إرتفاعها عن (٢,٥) متر ويتم تقفيلها أولا بأول حتى يمكن الصب تباعا وتصمم الفرم لتقاوم حدوث أى إنبعاج نتيجة قوى الضغط الجانبية الناتجة من معدل الملء وكذلك أسلوب

الدمك .

د- يجب أن ترتكز القوائم على أرضية ثابتة تتناسب مع الحمل الواقع عليها لمنع الهبوط.

ه- يجب أن ترتب قواعد الشدات بأسلوب يمكن من إزالة الفرم دون حدوث صدمات أو هزات للمنشأ .

و- فى حالة الأعمال الهامة التى تشكل أحمالا وضغوطا ثقيلة على الفرم فإنه يجب أن تصمم طبقا لحسابات مضبوطة وقد تختبر بالتحميل بالحمل الحقيقى شاملة الأحمال المعرضة لها أثناء أعمال الخرسانة .

ز- يجب تحديب فرم بطنيات الكمرات والبلاطات التى يكون بحرها ثمانية أمتار أو أزيد بقيمة من (١:٣٠٠) إلى (١:٥٠٠) من البحر وفى حالة الكوابيل التى يزيد بروزها على متر ونصف يكون التحديب (١:١٥٠) من طول البروز وفى الحالات الخاصة للبحور الكبيرة أو تحت تأثير الأحمال الثقيلة ينفذ التحديب وفقا للقيمة الحسابية له .

ح- فى حالة عدم بياض المنشأ الخرسانى فينصح بدهان أسطح الفرم الملاصقة لا سطح الخرسانة قبل الصب بالزيت أو بأى مواد مشابهة معتمدة لتسهيل عملية الفك وذلك قبل رص أسياخ التسليح مع وضع تخانات خرسانية أو بلاستيكية بين سطح القوالب والأسياخ وفى حالة عدم عمل ذلك أو فى حالة بياض الخرسانة فيكتفى برش الفرم بالماء قبل الصب .

ط- يجب أن تنظف الفرم من الداخل (أى الأسطح الملاصقة للخرسانة) بعناية قبل رص أسياخ التسليح وصب الخرسانة مباشرة وذلك بإزالة الأتربة والفضلات ويمكن أن يكون التنظيف بإستخدام الماء والهواء المضغوط .

ى- يجب تنظيف الفرم التى سيعاد استخدمها بعد إزالتها وتدهن بالزيت وذلك قبل إعادة تركيبها .

ك- تعد الوصلات بين أجزاء الفرم بحيث تكون محكمة تماما لتمنع أى فقد للمونة من الخرسانة .

٢-٦-٣-٤ التفتيش :

يجب القيام بالتفتيش على أعمال الشدة من قبل المهندس المشرف وذلك قبل بدء أعمال التسليح للتأكد من أن الخرسانة المصبوبة ستتخذ الأبعاد والمواضع المحددة لها حسب ما وردت فى الرسومات وكذلك للتأكد من سلامة الأعمال.

٢-٦-٣-٥ نزع الشدات : Stripping

أ- تحدد الفترة بين صب الخرسانة ونزع الشدات تبعا لدرجة حرارة الهواء والبحر وكذلك الحمل الميت للمنشأ ، ويجب فى كل حالة التأكد من أن الخرسانة قد اكتسبت مقاومة عالية كافية ولن يحدث أى هبوط رأسى أو شروخ نتيجة لنزع الشدات .

وينصح بأن يحدد تاريخ نزع الشدات عل أساس النتائج التى يحصل عليها من عينات اختبار الخرسانة.

وإذا لم تكن نتائج اختبار عينات الخرسانة متاحة فيحدد تاريخ نزع الشدات على الأسس الآتية :

أ-١ فى حالة إستخدام الأسمنت البورتلاندى العادى :

- يمكن فك جوانب الفرم والتى تعمل كمجرد تشكيل راسى للخرسانة بعد (٢٤) ساعة .
- لا يجوز فك الفرم والشدات الحاملة للكمرات والبلاطات إلا بعد انتظار مدة تساوى بالأيام ضعف البحر بالأمتار مضافا إلى ذلك يومان ، ويعتبر البحر عند حساب زمن الفك للبلاطات هو الطـول الأصـغر للبلاطة وفى جميع الأحوال لاتقل المدة عن أسبوع .
- فى حالة الكوابيل تعتبر المدة اللازم انقضاؤها قبل فك الشدة بالأيام مساوية لأربع مرات مسافة بـروز الكابولى بالامتار مضافا إلى ذلك يومان . وفى جميع الأحوال لاتقل المدة عن أسبوع .
- فى حالة الأعمدة ذات المقاسات المعتادة فى الأبنية العادية فتفك الشدات بعد يومين وأما بالنسبة للأعمدة الطويلة والنحيفة ولاعمدة المنشآت الخاصة فإن تاريخ نزع الشدات يجب أن يمتد ، وفى جميع الحـالات فإن الأعمدة يجب أن تعالج بعناية .

أ-٢ فى حالة إستعمال الاسمنت البورتلاندى سريع التصلد :

تكون فترات نزع الشدات أقل من المسموح به سابقا بالنسبة لخرسانة الاسمنت البورتلانـدى العـادى وذلك تبعا لمقاومة الخرسانة التى تحدد من الاختبارات .

ب- فى الحالات التى تنخفض فيها درجات الحرارة عن 15°م وخاصة عند إستعمال الاسمنت البورتلانـدى سريع التصلد يجب الحذر وتأجيل فك الفرم والشدات مدة مناسبة بالإضافة للمدد المشار إليها بعاليه .

ج- عندما تكون الفرم والركائز حاملة لأحمال إضافية كما فى حالة الطابق الذى يحمل وزن الطابق التـالى حديث الصب فإنه لا يجوز فك القوائم قبل انقضاء ثمانية وعشرون يوما مع إتخاذ كافة الاحتياطات التى تضمن ارتكاز القوائم على أرضية تتحمل الأثقال عليها بأمان وبعد التأكد من أن مقاومة الخرسانة بعد (٢٨) يوما بدلالة مقاومتها بعد (٧) أيام قد أوفت بالاشتراطات .

د- فى الحالات الخاصة مثل الكمرات المقلوبة والأسقف المعلقة بواسطة أعمدة شد تبدأ المدة المحسوبة لفـك الشدات من تاريخ صب الكمرة المقلوبة أو السقف الحامل للسقف المعلق .

ه- فى الشدات النفقية أو شبه النفقية يلزم عمل تجارب مقاومة الضغط قبل فك الشدات والتحقق من إستفاء الشروط الواردة بالبند (٢-٦-٣-٥-أ،ب) .

٢-٦-٤ التفاصيل :

٢-٦-٤-١ عـام :

ينبغى أن ينفذ المنشأ طبقا لرسومات تنفيذية واضحة التفاصيل وكاملة الأبعاد كما يجب أن تعد طبقـا لحسابات إستاتيكية وبطريقة تبسط أعمال الفرم وتسهل صب الخرسانة .

٢-٦-٤-٢ التخطيط العام ومقاسات العناصر الخرسانية :

أ- يجب أن تعد الرسومات التنفيذية بطريقة تسهل أعمال الفرم والتسليح وكذلك تسهل صب الخرسانة .

ب- من المفضل الحد بقدر الإمكان من أعداد الكمرات والأعمدة المختلفة فى الدور ، وتعمل كمرات متناظرة

بأبعاد متساوية فى الأدوار المختلفة .

ج- كما يجب أن تكون مقاسات العناصر الخرسانية مناسبة من حيث الحسابات الاستاتيكية وأن تكون مناسبة لوضع حديد التسليح وصب الخرسانة .

٢-٦-٤-٣ الرسومات الإنشائية :

وهى تحتوى على جميع التفاصيل اللازمة لتنفيذ المشروع :

أ- الرسومات المبدئية : •

تعمل بغرض توزيع أماكن الأعمدة مع تقدير مقاسات تقريبية للعناصر الإنشائية وتعمل هذه الرسومات فى العادة بمقياس (١:١٠٠) .

ب- رسومات العطاء :

يتم عملها بمقياس رسم لايقل عادة عن (١:١٠٠) وتوضح جميع العناصر الإنشائية للمبنى بطريقة تسمح بتقدير كميات الخرسانة وحديد التسليح والشدات والفرم .

ج- الرسومات التنفيذية :

تشمل هذه الرسومات التفاصيل والمواصفات اللازمة لتنفيذ جميع العناصر الإنشائية للمبنى ويتم عملها بمقياس رسم مناسب ويفضل أن يكون بمقياس (١:٥٠) على أن تشمل هذه الرسومات ما يأتى:

١- بيانات عامة :

١-أ الأحمال

١-ب خواص المواد المستخدمة

٢- بيانات الأبعاد الخرسانية :

٢-أ مساقط أفقية وقطاعات كافية لبيان الأبعاد الخرسانية لجميع العناصر الإنشائية وأبعاد المحاور والمناسيب وسمك البلاطات وأبعاد الكمرات والكوابيل والأعمدة ويراعى عند تحديد أبعاد الكمرات والكوابيل ذكر العرض أولا ثم العمق الكلى شاملا بلاطة السقف .

٢-ب يوضح على رسومات الاساسات منسوب التأسيس والجهد على الأرض المسموح به وأنواع الخوازيق المستعملة وحمولة التشغيل لكل خازوق وكذلك أماكن ومواصفات الطبقات العازلة إن وجدت كما يجب بيان عدد الأدوار التى صمم عليها المبنى .

٢-ج أماكن وتفاصيل الفتحات والأجزاء المدفونة اللازمة لاعمال الصرف والتكييف وتثبيت الماكينات.

٢-د بيان أماكن وتفاصيل فواصل التمدد أو الانكماش وكذلك التحديب للبلاطات والكمرات والكوابيل فى المنشآت الخاصة وكذا فواصل الصب إذا دعت الحاجة .

٣- بيانات عن صلب التسليح :

توضح هذه البيانات تفاصيل التسليح ويراعى ربط هذه البيانات مع رسومات الأبعاد الخرسانية لتسهيل التنفيذ ويراعى أن تحتوى هذه البيانات على التالى.

٣-أ نوعية صلب التسليح المستعمل طبقا للمصطلحات المستعملة للتفرقة بين النوعيات المختلفة كمايلى:

صلب التسليح العادى الأملس السطح	Ø
صلب عالى المقاومة رتبة ٣٦/٥٢	Ø
صلب عالى المقاومة رتبة ٤٠/٦٠	Ø
شبك صلب من الأسياخ الملحومة	#

٣-ب مقدار غطاء الخرسانة لصلب التسليح فى العناصر المختلفة للمبنى .

٣-ج فى حالة وجود شبكة من صلب التسليح مثل المستخدمة فى تسليح البلاطات والحوائط يراعى بيان ترتيب الطبقات وأى اتجاه منها أقرب لسطح الخرسانة وذلك بالكتابة على الأسياخ أو رسم القطاعات التى توضح ترتيب الطبقات .

٣-د توضح الأسياخ المكسحة والمستقيمة بالبلاطات على المسقط الافقى بشكلها الحقيقى ويمكن رسم سيخ واحد من كل نوع فى كل بلاطة مع توضيح عدد الأسياخ فى المتر الطولى .

وفى حالة وجود كوابيل يفضل رسم قطاع بمقياس رسم مناسب لهذه الكوابيل مع البلاطات أو الكمرات المتصلة بها .

٣-هـ ترسم مساقط رأسية للكمرات المطلوب عمل تفاصيل تسليح لها بمقياس رسم لايقل عن (١:٥٠) ويرسم التسليح بخطوط متصلة مع عمل القطاعات الكافية لكل كمرة بمقياس رسم مناسب ويفضل رسم التسليح خارج الكمرات إذا دعت الحاجة كما يفضل كتابة أطوال الأسياخ وترقيمها ليسهل بالتالى عمل قوائم تقطيع لها ووضعها فى مكانها بالفرم .

٣-و بالنسبة للأعمدة ترسم قطاعات لنماذج الأعمدة فى مناسيب مختلفة للمنشأ بمقياس رسم مناسب ويراعى رسم مسقط رأسى للأعمدة فى حالة وجود اتصال بين صلب تسليحها وصلب تسليح الكمرات ويستحسن فى هذه الحالة تفريد صلب التسليح خارج المسقط بمقياس رسم مناسب وكذلك فى حالة حدوث تغيير فى شكل العمود . وفى جميع الأحوال يجب توضيح أى اشتراطات خاصة بأماكن عمل الوصلات فى صلب تسليح الأعمدة وطول الربط وطريقة تسليح الأسياخ السفلية عند الوصلة بالطريقة التى تسمح باستقامة صلب التسليح وضمانا لوجوده فى مكانه بكامل إرتفاع العمود .

د- الرسومات التفصيلية :

فى بعض الحالات الخاصة يلزم عمل رسومات تفصيلية بمقياس رسم يتناسب مع الدقة المطلوبة لتنفيذ هذه الأعمال ومن أمثلة هذه الحالات :

- يلزم توضيح ترتيب الأسياخ فى بعض التقاطعات بالمنشآت الخرسانية عندما تتركز كمية كبيرة من صلب التسليح ترسم هذه التقاطعات لتوضيح ترتيب الأسياخ .
- فى بعض الحالات يلزم عمل رسومات تفصيلية لبعض الفرم والشدات الخاصة كما ذكر فى بند (٢-٦-٣-٢) كما يلزم فى بعض الحالات الخاصة توضيح مقدار الترخيم المتوقع فى الأعضاء الخرسانية بعد فك الشدات والفرم .
- فى حالة تنفيذ قواعد المعدات الميكانيكية والكهربائية التى تحتاج إلى دقة عالية فى تحديد أماكن الجوايط يتم عمل رسومات تفصيلية لطرق تثبيت هذه الجوايط فى أماكنها فى الفرم أو مع صلب التسليح .

هـ- عنوان الرسم :

يجهز جدول العنوان بحيث يظهر على وجه اللوحة عند تطبيقها ويشمل :

اسم المشروع واسم المالك وعنوانه.

اسم المكتب المصمم وعنوانه .

اسم الجهة أو الهيئة المنوط بها مراجعة المشروع .

اسم المقاول إذا كان التصميم والرسم تم إعداده بمعرفته .

مقياس الرسم .

تاريخ عمل الرسم .

التعديلات وتواريخها وملخص لهذه التعديلات .

أرقام وأسماء الرسومات التى تم الاستناد عليها فى إعداد الرسم .

ويجب على مهندس المشروع حفظ نسخة من الرسومات موقعا عليها كل التعديلات للرجوع إليها عند الحاجة .

٢-٦-٤-٤ الترتيبات الخاصة لصلب التسليح :

تعتبر تفاصيل التسليح أساسية وهامة جدا لضمان التنفيذ السليم لاعمال الخرسانة المسلحة بحيث يمكن استنادا على هذه التفاصيل عمل قوائم يشكل بموجبها صلب التسليح لجميع أجزاء المشروع .

أ- إستخدام أنواع مختلفة من التسليح فى نفس العنصر الانشائى :

- يستحسن تفادى إستخدام أنواع مختلفة من صلب التسليح من حيث النوع أو الرتبة فى نفس العنصر الانشائى بقدر الإمكان لتفادى حدوث أى أخطاء أو التباس عند ترتيب التسليح مما قد يؤدى إلى تهديد سلامة المنشأ .

- يسمح باستخدام نوعين مختلفين من صلب التسليح فى نفس العنصر الانشائى على أن يكون كل منهما يقاوم إجهادات مختلفة فى النوع أو الاتجاه مثل إستخدام نوع للتسليح الرئيسى فى الأعمدة والكمرات ونوع آخر للكانات .

ب- تشكيل نهايات الأسياخ وطول التماسك والوصلات :

يتم تثبيت أطراف أسياخ صلب التسليح بالخرسانة بإحدى الطرق الآتية :

أسياخ مستقيمة الأطراف ، أسياخ بنهايات خطافية على شكل ⌐ أو بزوايا قائمة على شكل حرف (L) أو دائرة بأطراف مستمرة هكذا ⊂ باستخدام أسياخ عرضية أو قطع من الصلب ملحومة عند نهاية الأسياخ المطلوب تثبيتها بالخرسانة .

ويراعى عدم إنهاء نسبة كبيرة من الأسياخ فى نفس القطاع الخرسانى دفعة واحدة منعا لتركيز الاجهادات فى هذا القطاع ويفضل دائما إستعمال عدد أكبر من الأسياخ ذات القطر الأصغر قدر الإمكان حتى يمكن إنهاء الأسياخ على مراحل .

ويتم حساب طول التماسك وطول وصلات أسياخ التسليح ووصلات اللحام والوصلات الميكانيكية طبقا للمعادلة : $Ld = \emptyset . \alpha . B . n (fy / \gamma s / 4 fbu)$

(ولتطبيق هذه المعادلة يلزم الرجوع إلى البند (٤-٢-٥) من الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة ١٩٨٩) .

ويجب مراعاة الشروط الخاصة بالوصلات الميكانيكية التالية :

- يلزم أن تكون قطع الوصل (الجلب) من صلب لاتقل مواصفاته عن مواصفات الأسياخ نفسها .
- يؤخذ القطاع الداخلى المتبقى من السيخ بعد عمل أسنان القلاووظ فى الاعتبار عند حساب الاجهادات فى هذه الوصلة ويمكن لتفادى ذلك زيادة قطاع السيخ عند نهايته قبل عمل القلاووظ حتى لاتقل مساحة القطاع عن المساحة الأصلية للسيخ كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٤) .

ج- الحد الأدنى والأقصى للمسافات بين الأسياخ :

للحصول على خرسانة جيدة ومتماسكة لابد أن تكون المسافات بين أسياخ صلب التسليح كافية لصب ودمك الخرسانة سواء كان الدمك يدويا أو باستعمال الهزازات ويراعى الحد الأدنى للمسافات بين أسياخ التسليح الموضحة فى الأشكال أرقام (٢-٥أ،٢-٥ب) .

٢-٦-٤-٥ الرسومات التفصيلية لأسياخ التسليح لبعض العناصر الإنشائية :

أ- البلاطات اللاكمرية :

١- يوضح شكل (٢-٦) أطوال وتوزيع صلب التسليح فى بعض البلاطات اللاكمرية الواقعة تحت حالات مختلفة من التحميل .

٢-عندما يكون البحران المتجاوران غير متساويين يجب أن يكون إمتداد الأسياخ محسوبا بالرجوع إلى البحر

الأكبر..

٣-يراعى فى حالة البلاطات اللاكمرية غير المقيدة بكمراتبأو المعرضة لاحمال جانبية أن يتم ترتيب واختيار أطوال صلب التسليح تبعا للعزوم الناتجة من التحليل الانشائى لهذه البلاطات .

ب- الأعمدة وتفاصيل الأركان والانحناءات فى الكمرات :

- الشكلان رقم (٢-٧) ، (٢-٨) يوضحان نموذج تسليح قطاع فى الأعمدة المستطيلة ووصلات تسليح الأعمدة عند اتصالها بالبلاطات والكمرات وعند تغير مقطعها .

٢-٦-٥ الملحقات :

٢-٦-٥-١ عام:

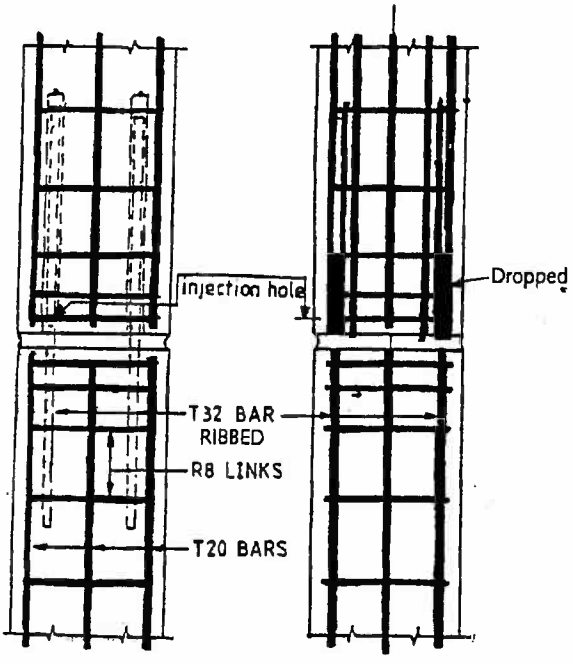
يجب مراعاة وضع مادة فواصل التمدد وكافة العناصر المدفونة فى مواضعها بدقة مع تثبيتها لتفادى ترحيلها عن أماكنها ، كما تملأ فراغات الأجربة ومجارى الربط وما يماثلها بالشكل رقم (٢-٤) .

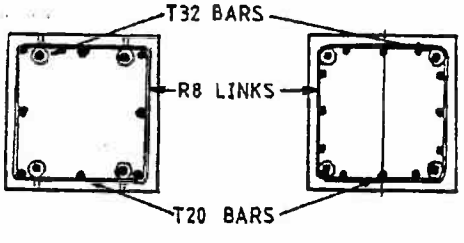
ج- الحد الأدنى والأقصى للمسافات بين الأسياخ :

للحصول على خرسانة جيدة ومتماسكة لابد أن تكون المسافات بين أسياخ صلب التسليح كافية لصب ودمك الخرسانة سواء كان الدمك يدويا أو باستعمال الهزازات ويراعى الحد الأدنى للمسافات بين أسياخ التسليح الموضحة فى الأشكال رقم (٢-٥أ ، ٢-٥ب) .

COLUMN TO COLUMN CONNECTION USING DOWEL BARS

SHEET NO. VI.6

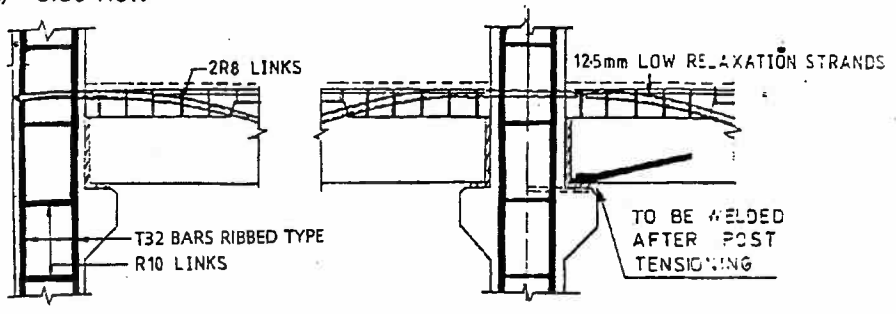




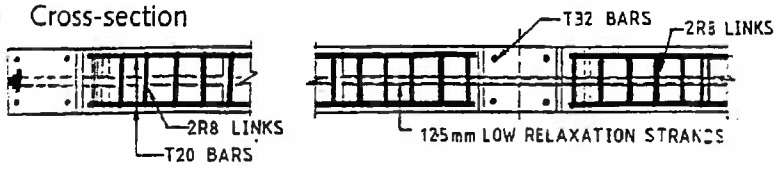
BEAM TO COLUMN: COMPOSITE BEAMS BY POST-TENSIONING SUPPORTED ON CONCRETE CORBELS

SHEET NO. VI.7

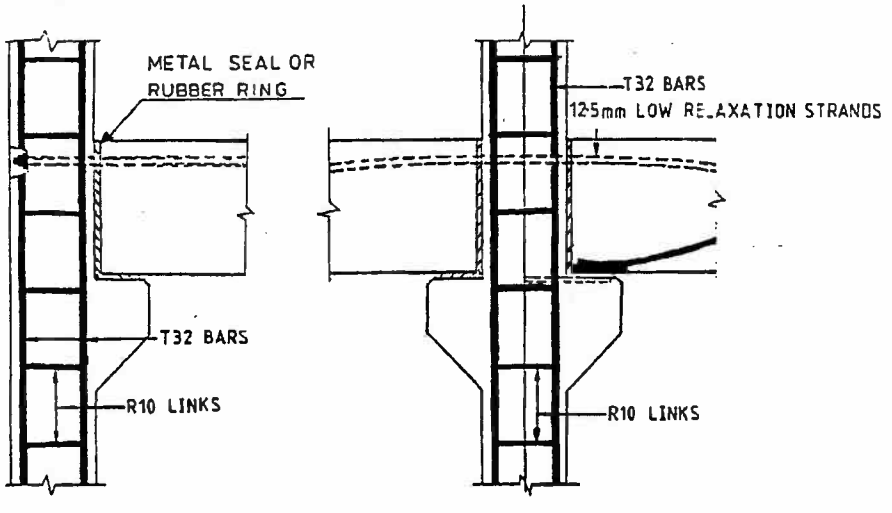
(a) Side view



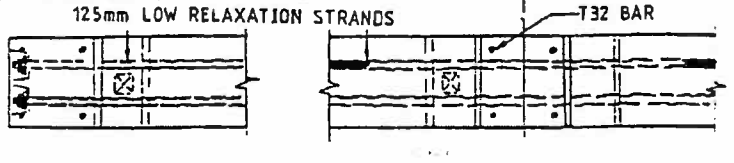
(b) Cross-section



(c) Side view

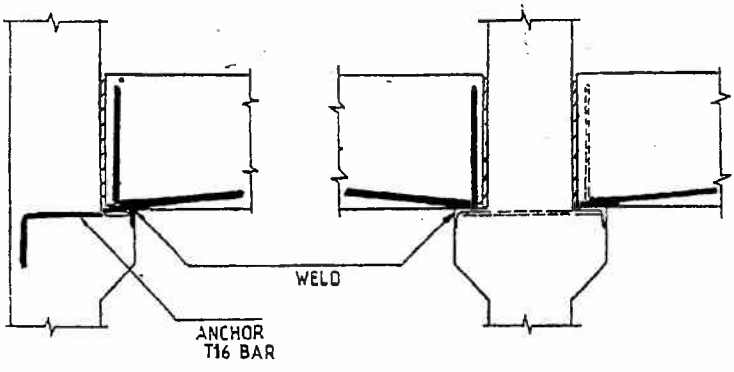


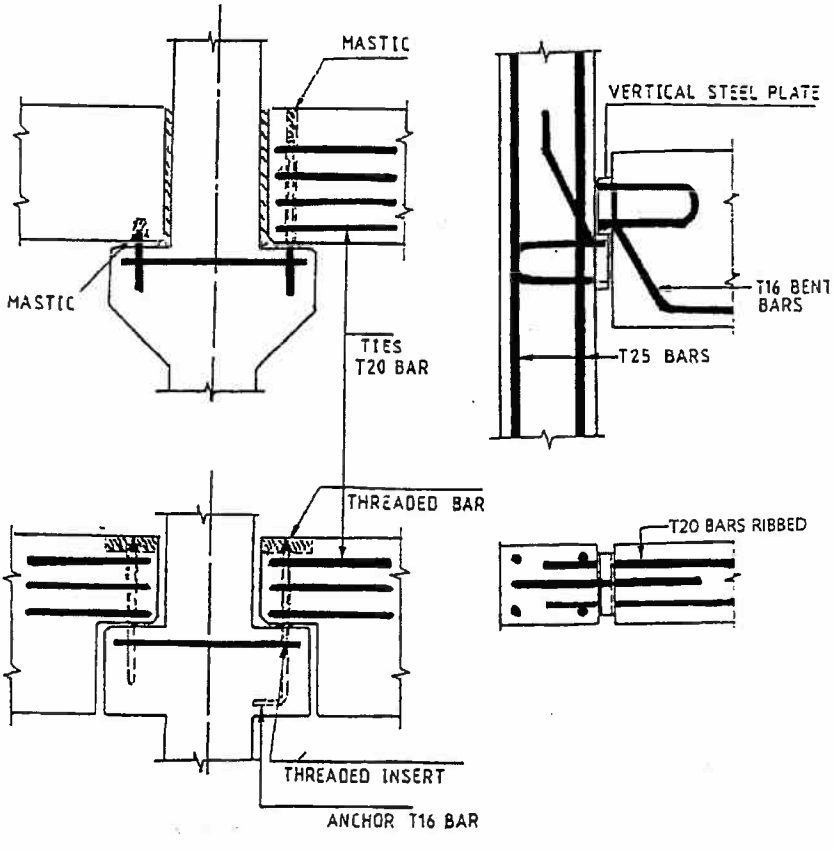
(d) Cross-section



BEAM TO COLUMN: USING STEEL BEARING PLATES, VERTICAL PLATES AND DOWELS

SHEET NO. VI.5

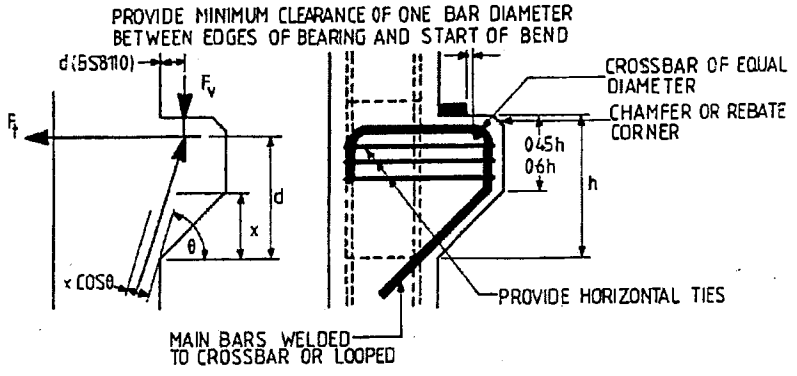




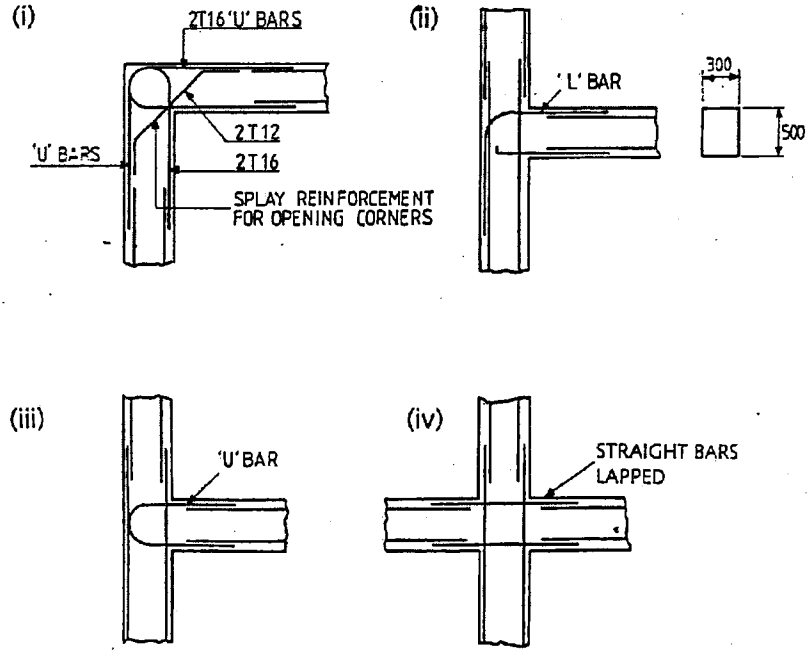
COLUMN BRACKETS AND CONNECTIONS

SHEET NO. VI.9

(a) Brackets

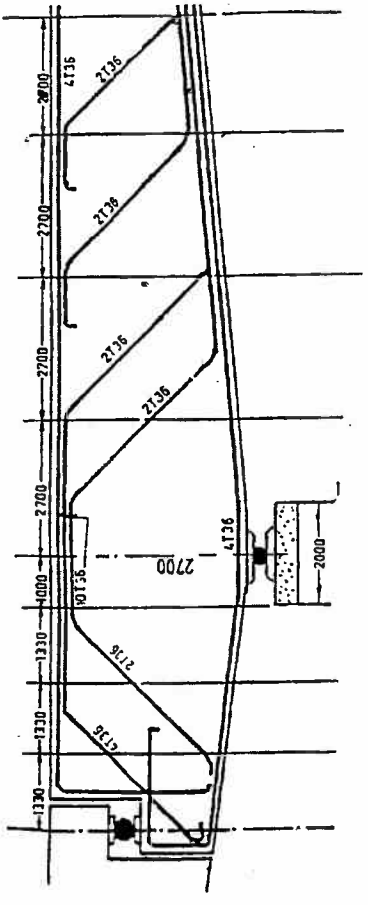


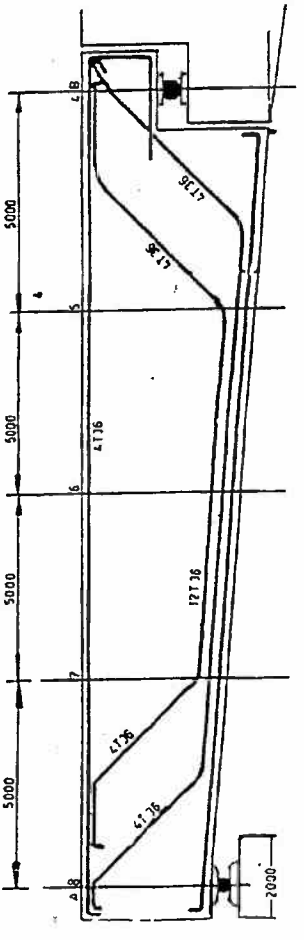
(b) Column connections



CONTINUOUS R.C. GIRDER BRIDGE (CONT.)

SHEET NO. VIII.1.4

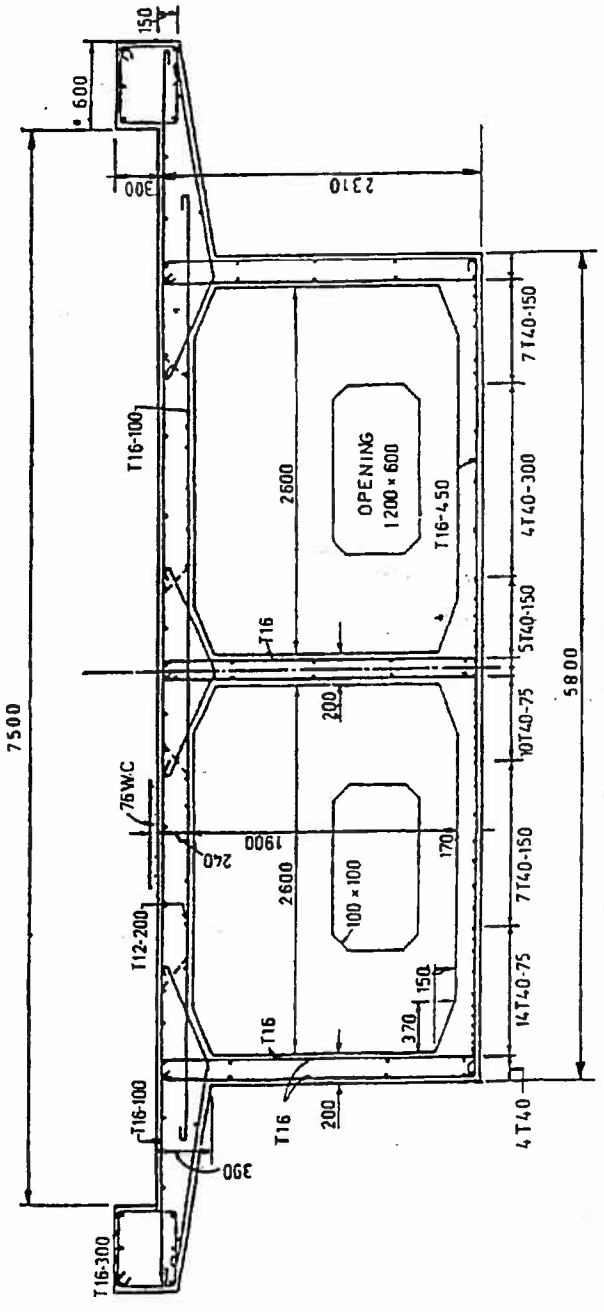




(d) Reinforcement details on both sides of the suspended part

TWIN-BOX BRIDGE

SHEET NO. VIII.1.5



Typical cross-section of a hollow box girder

بشكل مؤقت بمادة يمكن رفعها وذلك لمنع تسرب الخرسانة فى هذه الفراغات .

٢-٦-٥-٢ فواصل التنفيذ : Construction Joints

أ- عـــام:

تكون فواصل التنفيذ مواضع التوقف فى عملية صب الخرسانة ، وتعمل هذه الفواصل على وصل الخرسانة القديمة بالخرسانة الحديثة دون السماح بأية ترحيلات أفقية أو رأسية . ونظرا للعناية الفائقة اللازمة لعمل فاصل تنفيذ حقيقى فإنه يتم إنجاز هذه الفواصل لتودى دور فواصل التحكم أو فواصل التمدد .

ويجب أن يكون عدد الفواصل أقل ما يمكن مع وجوب إتخاذ الاحتياطات الضرورية لتفادى الانكماش ، هذا ويجب إستمرار عملية صب الخرسانة حتى مواضع فواصل التنفيذ .

وإذا إستوجب الآمر عمل فواصل تنفيذ فيجب تحديد أماكنها بكل دقة وطبقا لما هو مبين على الرسومات كما يجب الحصول على موافقة المهندس المشرف على أماكن أى فواصل مستجدة خلاف هذه الفواصل قبل تنفيذها وتنفذ الفواصل بشكل متعامد مع الاتجاه الرئيسى للعنصر الجارى تنفيذه مع ضرورة مراعاة قوى القص والاجهادات الأخرى المؤثرة عليه ولا يسمح بترك الخرسانة تصل إلى مابعد حواف الفواصل ويتم تشكيل الفواصل الرأسية باستخدام لوح خشبى ، ويكون السطح العلوى لطبقة الخرسانة مستويا ومسطحا بشكل مقبول إلا إذا كان ذلك غير مرغوب فيه لاعتبارات تصميمية ، هذا وترتب خطوط الفواصل بشكل متوافق مع مظهر الأعمال المنتهية .

تحدد مواضع هذه الفواصل بشكل عام فى منتصف بحور البلاطات والكمرات والكمرات الرئيسية إلا إذا كانت تلك النقطة موضع التقاء الكمرة مع الكمرة الرئيسية حيث يستوجب عندها نقل موضع الفاصل إلى ما لايقل عن ضعف عرض الكمرة باتجاه الكمرة الرئيسية هذا وتحدد مواضع فواصل التنفيذ فى الجدران والأعمدة عند مناطق التقائها مع البلاطات والكمرات والكمرات الرئيسية وكذلك عند مناطق التقائها مع السطح العلوى للقواعد وبلاطات الأرضيات ، وتصب الكمرات والكمرات الرئيسية وتيجان الأعمدة والواحدات الساقطة أثناء صب البلاطات هذا وتكون الفواصل متعامدة مع اتجاه التسليح الرئيسى .

ب- التسليح ووصلات التعشيق :

يجب إستمرار التسليح خلال فواصل التنفيذ ويتم عمل التعاشيق وتركيب الاشاير طبقا لتوجهات المهندس المشرف وتزود جميع فواصل الجدران والبلاطات والقواعد بأشاير طولية لايقل عمقها عن (٤٠) مليمترا

ج- حالة السطح :

يجب أن يكون سطح الخرسانة عند مناطق الفواصل نظيفا خاليا من الاوساخ وذلك قبل صب الخرسانة الجديدة .

د- التماسك :

عند الطلب ، يتم الحصول على التماسك المطلوب بأحد الطرق التالية وطبقا لموافقة المهندس المشرف .

- المواد اللاصقة : بإستعمال مواد لاصقة معتمدة .
- مواد مبطنة : باستعمال مواد كيميائية مبطنة غير مانعة لشك سطح الروبة الأسمنتية ، هذا ويجب إزالة الروبة الأسمنتية التى تم إبطاء شكها خلال فترة (١٢) ساعة من صبها للحصول على سطح مكشوف ونظيف من الركام لأغراض التماسك .
- التخشين :

يسمح بتخشين السطح الخرسانى بطريقة معتمدة وموافق عليها تعمل على إظهار الركام بشكل منتظم مع إزالة المواد السائبة دون الاضرار بالسطح الخرسانى .

٢-٦-٥-٣ فواصل التمدد :Expansion Joints

أ- عـــام :

تعمل فواصل التمدد بهدف السماح للتحركات الأفقية والرأسية فى الأجزاء المتجاورة من المنشأ ، مثل ميحط البلاط فى الأرضيات وحول الأعمدة وأساسان الماكينات لفصل الأجزاء القابلة للحركة عن الاجزاء الثابتة فى المنشأ .

هذا ويتم وضع وتنفيذ هذه الفواصل طبقا لما هو وارد فى مستندات المشروع .

ب- التسليح :

لا يسمح لمواد التسليح أو أية مواد معدنية مدفونة متماسكة مع الخرسانة (باستثناء الأشاير المتماسكة من جهة واحدة فى فواصل الارضيات) من الاستمرار من خلال فاصل التمدد .

ج- موالى فواصل التمدد : Expansion Joint Fillers

إذا طلب أن تكون موالىء فواصل التمدد من النوع المسبق التشكيل فيكون ذلك طبقا للنوع المنصوص عليه فى مستندات المشروع .

د- مسددات فواصل التمدد Joint Sealants

فى فواصل تمدد البلاطات الخرسانية المكشوفة وفى فواصل التمدد التى يكون فيها المالىء مغطى بقالب تغطية وكذلك فى الفواصل الأخرى التى تتطلب وجود مادة مسددة نهائية فيها يجب وضع شرائح مالئة مسبقة التشكيل (أحبال إسفنجية) داخل هذه الفواصل توضع فى المستوى المناسب أسفل مستوى السطح لتشكل تجويف لايقل عمقه عن (٢٠) مليمترا .

هـــ- الفواصل ذات المركبات :

يشترط للبلاطات الأرضية التى يشترط فيها نوعا من المرونة أو حيث يتطلب الأمر وجود موالىء مسبقة التشكيل لفواصل التمدد بين البلاطات أو بين البلاطات والسطوح الراسية ، أن يتم وضع شرائح خاصة

لهذا الغرض فى المستوى المناسب أسفل السطح الذى جرى الهاؤه مع إستخدام شريحة خشبية ذات حواف مستديره قليلا مشربة ومدهونة بالزيت وتثبت بشكل مؤقت مع مستوى السطح لتشكيل أخدودا لايقل عمقه عن (٦,٥) مليمترات ، على أن يزال بعد شك الخرسانة .

ويجب إزالة الشريحة الخشبية بعد شك الخرسانة وتنظيف سطح التحويف وهو فى الحالة الجافة من أية مواد عالقة أو سائبة أو أية نتوءات يتم بعدها ملء التحويف بمادة خاتمة بحيث تكون بعد جفافها مقعرة للداخل قليلا بالنسبة لمستوى السطح الخارجى .

و- إنهاء الفواصل :

تشطيب الحواف الخرسانية الظاهرة لفواصل التمدد بشكل نظيف مع مراعاة تدوير الحواف قليلا بالآلة الخاصة بذلك .

٢-٦-٥-٤ فواصل التحكم : Control Joints

تعتبر فواصل التحكم فى الحوائط المصبوبة فى الموقع نقط ضعف تسمح بحدوث تحركات تفاوتية فى مستوى الجدار ، لذلك يراعى فى الحوائط المسلحة تسليحا خفيفا قطع نصف التسليح الأفقية عند مستوى الفاصل ، كما يراعى قطع الأسياخ المتبادلة عند الفاصل تماما . ويجب ألا تزيد المسافة الفاصلة بين أى فاصلين فى الحوائط عن (٦) أمتار مع مراعاة تحديد أماكن فواصل التحكم فى مناطق التغير المفاجئ فى السمك أو الارتفاعات أو عند الزوايا وإذا أمكن على بعد (١,٥) متر منها تقريبا .

٢-٦-٥-٥ فواصل بلاطات الأرضية : Joints in Slabs on Grade

أ- فاصل التحكم فى الشروخ : Cracks Control Joints

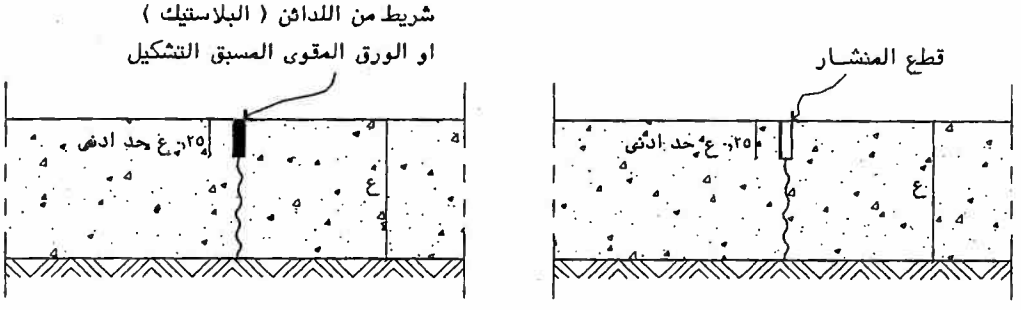
تصب الخرسانة بشكل مستمر يضمن التآلف الانشائى لكل وحدة عمل ، وتصب الخرسانة بنظام الوحدات المتبادلة على شكل المربعات المتباينة (checkerboard pattern) التى تتوقف عند فواصل التحكم فى الشروخ أو تصب الخرسانة فى الحارات المتبادلة الخاصة بأعمال الرصف وتحدد فواصل التمدد أو الانكماش أو فواصل التنفيذ مساحة الوحدات .

كما تكون فواصل التحكم فى الشروخ فواصل تمدد أو انكماش أو فواصل تنفيذ وتنفذ كما هو مبين فى الشكل (٢-٩) .

وتحدد الفواصل عند محاور الأعمدة أو على مسافات وسطحية بحيث لاتزيد مساحة البلاطة عن (٦٠) مترا مربعا ، وتكون البلاطات مربعة بقدر الإمكان بحيث لا يزيد طول أى من أضلاعها عن (٧,٥) مترا ويحظر نزع الفرم قبل مرور مالا يقل عن (١٢) ساعة على صب الخرسانة داخل هذه الفرم .

كما تزود البلاطات الأرضية عند الأعمدة المرتكزة على قواعد منفصلة بفواصل عزل مربعة الشكل ولكامل عمق البلاطة الأرضية مع مراعاة أن تكون زوايا فواصل العزل متلاقية مع فواصل التحكم فى الشروخ .

وإذا كان ارتكاز الأعمدة على بلاطات أو حواف كبيرة السمك فيجب أن تكون فواصل التمدد أو الانكماش أو فواصل التنفيذ للبلاطات الأرضية منفصلة عن البلاطات أو الحواف ذات السمك الأكبر .



فواصل تحكم ذات مواد مسبقة التشكيل

فواصل تحكم منشورة

شكل (٢ ـ ٩) فواصل التحكم بالتشققات

ب- فواصل العزل : Insulation Joints

تنفذ فواصل العزل بهدف فصل بلاطات الأرضية الخرسانية عن الجدران والأعمدة والقواعد ، ويكون سمك الفاصل حوالى (٦) مليمترات أو أقل مع مراعاة أن يمتد الفاصل لكامل عمق البلاطة الأرضية لعزلها عن الإنشاءات المتجاورة وإلا كان ظهور الشروخ محتملا .

ج- فواصل الانكماش : Contraction Joints

تعمل فواصل الانكماش بوضع شرائح من الألواح الليفية المضغوطة المقساة أو أية مادة شبيهة داخل الخرسانة اللدنة . وتكون الفواصل بعرض حوالى (٣) مليمترات وعمق حوالى ربع سمك البلاطة (انظر الشكل (٢-٩)) أو المقاس الاعتبارى الأكبر للركام الكبير أيهما أكبر .

د- فواصل الألواح الليفية :Fiber board Joints

عند إستعمال الألواح الليفية ، تكون مقاسات شرائح الألواح الليفية المستعملة أطول ما يمكن وبالعرض والسمك المحدين .

وبعد الانتهاء من الإنهاء الأولى لسطح الخرسانة ، يعمل مجرى فى الخرسانة فى الموضع المحدد للفاصل ولعمق يساوى عرض الشريحة وباستخدام أداة خاصة . وتوضع بعد ذلك الشريحة فى المجرى بالاستعانة بصفيحة معدنية خاصة على شكل (U) تثبت فوق الحافة العلوية للشريحة ، والهدف منها الإبقاء على استقامة الشريحة بشكل صحيح وحتى تصبح الحافة العليا للشريحة فى نفس مستوى سطح البلاطة الخرسانية .

وبعد شك الخرسانة بالشكل الذى يضمن التصاق الشريحة بالخرسانة يتم سحب الصفيحة المعدنية . وتنهى البلاطة الخرسانية بعد ذلك بالشكل المطلوب مع إستعمال أداة خاصة لإنهاء حافتى الفاصل فى المناطق التى ستبقى فيها البلاطة مكشوفة للأنظار .

هـ- فواصل التحكم المنشورة : Control Joints by Sawing

تعتبر هذه الطريقة اكثر طرق عمل فواصل التحكم اقتصادا حيث يتم عمل حز مستقيم ومستمر فى أعلى البلاطة الأرضية بإستخدام المنشار شكل رقم (٢-٩) .

ويعمل هذا الحز على تأكيد حصر مواضع التشققات أسفل الجزء تحته . ويمكن للأحمال الرأسية أن تنتقل عبر هذا الفاصل عن طريق تشابك الركام على وجهى الشق المتقابلين .

ويكون تحديد زمن القيام بعملية النشر تبعا لشك الخرسانة ، حيث تبدأ عملية النشر فى أقرب وقت ممكن بعد تصلد الخرسانة بما يكفى لمنع الركام من الانفصال عن جسم الخرسانة أثناء عملية النشر وعلى أن يتم الانتهاء من هذه العملية قبل أن تكون الاجهادات الناتجة عن الانكماش بالجفاف قد ازدادت بما يكفى لحدوث الشروخ .

و- المسافات بين فواصل التحكم :

تعتمد المسافات بين فواصل التحكم فى البلاطات الأرضية على مايلى :

- سمك البلاطة
- جهد الانكماش فى الخرسانة
- طريقة المعالجة

وبين الجدول التالى رقم (٢-١٢) المسافات المقترحة إلا إذا أثبتت المعلومات المعتمدة عليها صلاحية عمل مسافات أكبر مما هو مبين أدناه . وتكون البلاطات مربعة الشكل ما أمكن حيث أن البلاطات التى تزيد فيها نسبة الطول إلى العرض عن (١: ١,٥) تكون أكثر عرضة للشروخ .

جدول (٢-١٢)

سمك البلاطة (ملم)	الحد الأعلى للمسافات بين الفواصل		
	قوام أكبر من (١٠٠) ملم	قوام أقل من (١٠٠) ملم	
	المقاس الاعتبارى الأكبر لركام		
	(ركام من جميع المقاسات)	أكبر من (١٦) ملم	اقل من (١٦) ملم
١٢٥	٤,٠٠ متر	٣,٣٠ متر	٣,٠٠ متر
١٥٠	٥,٥٠ متر	٤,٠٠ متر	٣,٦٠ متر
١٧٥	٦,٥٠ متر	٥,٥٠ متر	٤,٢٠ متر
٢٠٠	٧,٢٠ متر	٦,٠٠ متر	٤,٨٠ متر
٢٢٥	٨,٢٠ متر	٧,٠٠ متر	٥،٤٠ متر
٢٥٠	٩,٠٠ متر	٧,٥٠ متر	٦,٠٠ متر

* تنطبق هذه المسافات أيضا على المسافات بين فواصل التحكم وفواصل العزل الموازية لها فواصل التنفيذ الموازية لها . وربما تؤدى عوامل أخرى إلى ضرورة اختيار مسافات مختلفة عن هذه المسافات .

ز- المواد النهائية للفواصل :

تملاء جميع الفواصل فى الخرسانة باستخدام مادة مسددة نهائية باستثناء الارضيات التى يطلب تغطيتها .

ح- فواصل اللباد على طول المحيط :

يستعمل اللباد المشبع بالزفت فى الفواصل بين البلاطات الداخلية فى المستوى الارضى والسطوح الرأسية ، على أن يمتد اللباد لكامل عمق البلاطة .

ويجب أن يكون محيط البلاطة عند الفواصل نظيفا وخاليا من النتوءات أو الحواف الحادة أو التقشر أو أى مظهر أخر غير مناسب .

٢-٦-٥-٦ حواجز المياه :Waterstops

يجب أن تكون موقفات المياه المستعملة فى الفواصل مطابقة لما ورد بهذا الخصوص فى مستندات المشروع من حيث موضعها وتصميمها ومادتها .

أ- الطول :

يكون طول حواجز المياه مسبقة التشكيل بأكبر طول ممكن لتقليل عدد وصلات النهايات إلى الحد الأدنى

ب- المقاومة والمرونة :

تعمل الوصلات عند التقاطعات ووصلات النهايات لحواجز المياه بالطريقة الأكثر ملاءمة لنوع المادة المستخدمة وفقا لارشادات الجهة المنتجة .

وتكون هذه الوصلات غير منفذة للماء بشكل كامل مساوى لكفاءة نفس المادة المستمرة بدون أية وصلة وستتيح وبشكل دائم مالا يقل عن (٥٠) بالمائة من المقاومة الميكانيكية للمقطع الاصلى مع الاحتفاظ بمرونتها بشكل دائم .

ج- الوصلات :

تركب حواجز المياه بحيث تشكل حواجز مستمرة غير منفذه للماء . كما يراعى أخذ الاحتياطات اللازمة لحمايتها ووقايتها بشكل كامل أثناء تنفيذ الأعمال ، هذا وتعمل الفواصل والوصلات كمايلى :

- المعادن :

يتم وصل النحاس بطريقة اللحام السبانكى أو اللحام بالنحاس نفسه . وعند وصل الصلب غير القابل للصدأ يجب أن تكون الوصلات متراكبة وينفذ لحامها طبقا لتوصيات الجهة المنتجة .

- المطاط والمواد المشابهة للمطاط (النيوبرين) :

يتم وصل حواجز المياه المصنوعة من المطاط أو المواد المشابهة له بطريقة المعالجة الكيميائية لهما .

- كلوريد البوليفينيل :

يتم لحام حواجز المياه المصنوعة من كلوريد البوليفينيل مع السطوح المجاورة لها بطريقة الوصل بالحرارة وتبعا لتوصيات الجهة المنتجة مع مراعاة أن تكون الحرارة كافية لصهر المادة دون تفحها .

٢-٦-٥-٧ المواد الأخرى المدفونة :

أ- عـــام

توضع وتثبت جميع الجلب والمرابط والمواد الفينة اللازمة لاعمال الوصل أو الربط أو اللازمة لدعمها فى مواضعها الصحيحة قبل صب الخرسانة .

ويجب إخطار جميع المقاولين الذين ترتبط أعمالهم علاقة بأعمال الخرسانة مسبقا وقبل الصب بوقت كاف حتى يمكنهم من القيام بتنفيذأعمالهم المدفونة فى الخرسانة قبل صبها .

ب- ترميب المرابط :

- المجارى المدفونة :

تركب المجارى المدفونة التى على شكل ذيل الحمامة رأسيا فى الخرسانة وعلى مسافات لاتزيد عن (٦٠٠) مليمتر وذلك من أجل تثبيت الأحجار وطوب الواجهات وتركب أفقيا وعلى مسافات لاتزيد عن (٦٠٠) مليمتر وذلك من أجل تبطين الجدران . ويجب عمل سكك ضيقة أو مداخل عند الفتحات بغرض ربط الأعضاء إليها .

وتستعمل السكك والدسر لربط الحافتين العلوية والسفلية للقواطع من الطوب المجاورة للخرسانة هذا ولا تستعمل السكك عادة فى تلبيس الطوب على الأعمدة التى يقل عرضها عن (٤٠٠) مليمتر ويستخدم صف واحد من السكك للأعمدة التى يزيد عرضها عن (٧٥٠) مليمترا تستخدم عدة صفوف من السكك بحيث لاتزيد المسافة بين مركزى أى صفين متجاورين عن (٦٠٠) مليمترا .

ولا تستعمل السكك ذات التعشيقة الغنفارية فى ربط الطوب إلى جسور الأعمدة الخارجية التى يقل عمقها عن (٤٠٠) مليمترا .

- الأسلاك المدفونة لتوابع البياض (اللياسة) :

عندما يطلب تغطية أسفل المنشآت المفرغة من الخرسانة بشرائط من خشب البياض أو التلبيسات النعدنية فيجب تزويد كل رافدة وعصب بمثبتات عند كل الدعامات وإذا كانت الروافد نزيد عروضها عن (٢٠٠) مليمتر ، فيجب إستخدام صفين من المثبتات حتى لا يزيد الطول (البحر) غير المدعم عن (٧٠٠) مليمتر .

- مجارى العلاقات :

تكون مجارى العلاقات للمواسير والتركيبات الميكانيكية وتمديد اقمما تبعا لما هو وارد فى أقسام (الخدمات) وتركب سكك العلاقات والتركيبات الميكانيكية للسقوف المعلقة تبعا لما هو وارد فى الأسقف المعلقة .

٨-٥-٦-٢ حواجز تأخير التبخر :Vapour Retarders

حواجز تأخير التبخر لبلاطات الأرضية :

إذا طلب تركيب حواجز تأخير تبخر ، تغطى جميع المواد الناقلة للماء بالخاصية الشعرية أو طبقة الأساس أسفل البلاطات ضمن المبنى بحاجز تأخير تبخر وذلك مباشر قبل عملية صب الخرسانة إلا إذا إتضح أن البلاطة عليها مادة لنفاذ الماء . وتعالج جميع التشققات والثقوب طبقا للاصول الفنية .

ويكون تراكب حواف حواجز تأخير تبخر بما لايقل عن (١٠٠) مليمتر ويكون تراكب الوصلات عند النهايات لايقل عن (١٥٠) مليمترا .

وتوضع على الحواف والنهايات المتراكبة مادة نهائية باستخدام شريط ضغط حساس لايقل عرضة عن (٤٠) ملليمترا وبما يتلاءم مع الأغشية المستعملة .

٢-٦-٦ تفاوتات المبانى الخرسانية المسلحة :

تكون التفاوتات المبينة فى هذا القسم متناسقة مع أسلوب الانشاء المعاصر مع الاخذ بعين الاعتبار تاثير الانحرافات المسموح بها على عمل المنشأ أو الغرض التشغيلى له . وتعتبر هذه التفاوتات هى التى يؤخذ بها إذا لم يكن فى العقد تفاوتات مسموح بها .

٢-٦-٦-١ التفاوتات القصوى فى الأبعاد الأفقية (محاور الأعمدة والكمرات والحوائط) :

(أ) فى أى باكية أو لكل (٦) متر فى أى اتجاه ± (١٥) مم

(ب) البعد الكلى للمنشأ ± (٢٥) مم

٢-٦-٦-٢ التفاوتات فى الاستقامة الرأسية :

أ- خطوط أو أوجه الأعمدة والجدران المرتفعة :

لكل (٣,٠٠) متر إرتفاع (٥) مم

بكامل إرتفاع المنشأ (بحد أقصى ٣٠متر) (٢٥) مم

ب- أسطح أعمدة الأركان وفواصل التمدد الرأسية :

لكل (٦,٠٠) متر إرتفاع (٥) مم

بكامل إرتفاع المنشأ (بحد أقصى ٣٠متر) (١٥) مم

ج- الحوائط والأعمدة المنفذة بإستخدام الشدات المتزلفقة :

لكل (١,٥) متر إرتفاع (٣) مم

لكل (١٥) متر إرتفاع (٢٥) مم

بحد أقصى لكامل إرتفاع المنشأ (بحد أقصى ١٨٠متر) (٧٥) مم

د- بالنسبة للمبانى التى يزيد إرتفاعها عن الحد المذكور عاليه يتم تحديد التفاوتات المسموح بها بمعرفة المهندس المصمم .

٢-٦-٦-٣ التفاوتات المسموح بها فى المناسيب :

التفاوتات الموضحة بهذا البند محددة بالمقارنة مع البيانات المذكورة بمستندات العقد وقبل فك الشدات .

أ- قاع الكمرات والبلاطات :

لكل (٣,٠٠) متر مسافة أفقية ± (٥) مم

لكل باكية أو لكل (٦,٠٠) متر مسافة أفقية ± (١٠) مم

لكامل طول أو عرض المنشأ ± (٢٠) مم

ب- الأعتاب والجلسات والدوارى والكرانيش المعمارية المائلة :

لكل باكية أو (٦,٠٠) متر مسافة أفقية ± (٥) مم

لكامل طول أو عرض المنشأ ± (١٥) مم

ج- النقاط التي تحدد بها مناسيب البلاطات أو الكمرات المائلة :

لكل باكية طولها (٦,٠٠) متر ± (١٠) مم

لكامل طول أو عرض المنشأ ± (٢٠) مم

٢-٦-٦-٤ أماكن ومقاسات الجلب والفتحات في الأرضيات والجدران :

بالنسبة لأماكن محاور الفتحات ± (١٥) مم

بالنسبة لمقاسات الفتحات ± (٥) مم

٢-٦-٦-٥ مقاسات الأعمدة والكمرات وتخانات البلاطات والحوائط :

للمقاسات حتى (٤٠) سم ± (١٠) مم أو — (٥) مم

للمقاسات أكثر من (٤٠) سم ± (١٥) مم أو — (١٠) مم

٢-٦-٦-٦ القواعد المسلحة :

المقاسات الأفقية للقواعد + (٥٠) مم أو - (١٥) مم

الأبعاد بين المحاور ±)50(==

œœ»={ §=} ε= %2- Θ Ð¶ œ» εΘœ| œjΘ¶{ §=
=jΘ¶{®\ |Θε)15(== Θ -)5(==

٢-٦-٦-٧ السلالم :

بالنسبة لقلبة السلم :

الارتفاع ± (٣) مم

المسافة الأفقية ± (٦) مم

بالنسبة للقلبة الواحدة أو مجموع قلبات الدور الواحد

الارتفاع ± (٥) مم

المسافة الأفقية ± (١٠) مم

٢-٦-٦-٨ التفاوتات المسموح بها في صلب التسليح العادي وعالي المقاومة :

أ- التفاوتات المسموح بها في تشكيل صلب التسليح :

(للأسياخ أقطار (٨) مم إلى (٣٢) مم) موضحة بالجدول رقم (٢-١٣) وشكل رقم (٢-١٠) .

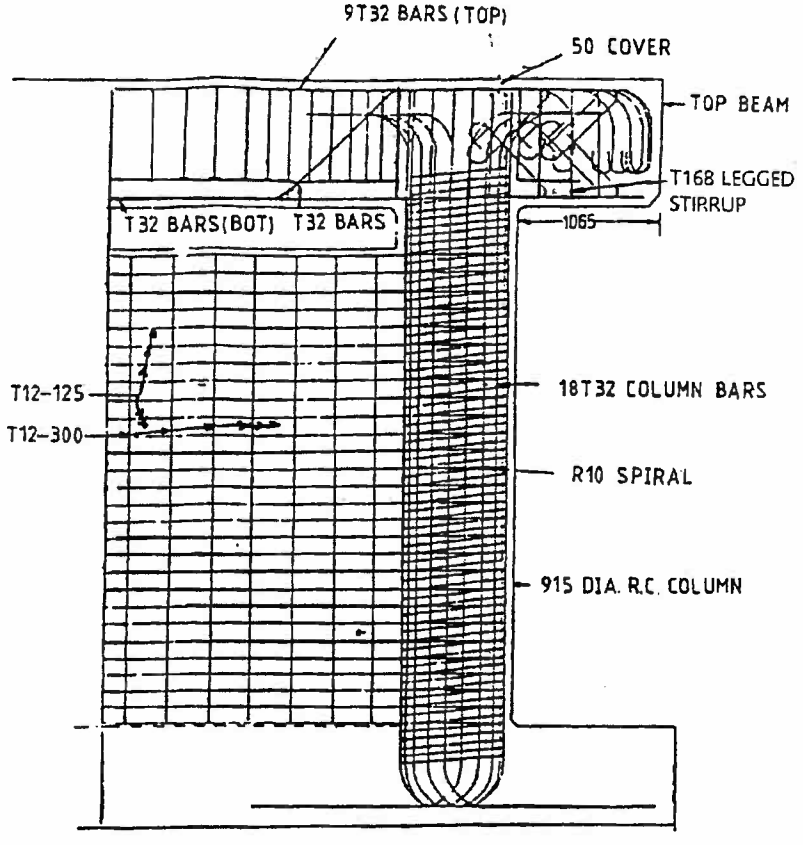
جدول رقم (٢-١٣) التفاوتات المسموح بها فى تشكيل صلب التسليح

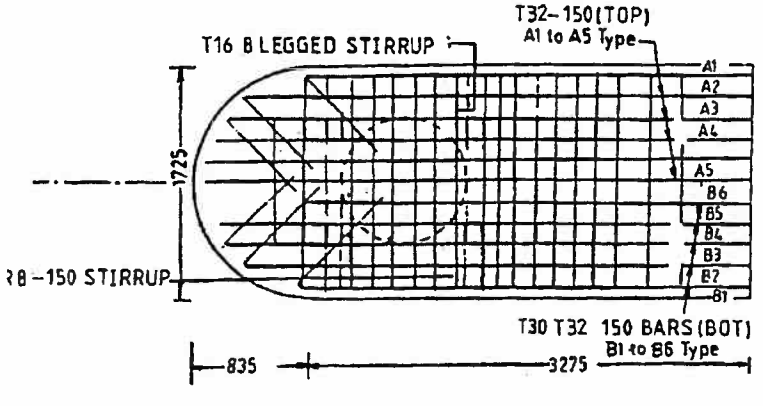
البعد	للبلاطات والكمرات بعمق لا يزيد عن (٢٥) سم	للكمرات بعمق أكبر من (٢٥) سم
أ	± ١٥ مم	± ٢٥ مم
ب	± ١٠ مم	± ١٥ مم
ج	± ٨ مم	± ١٢ مم
د	± ٨ مم	± ١٢ مم

هـ — هذا المقاس يجوز التفاوتات فيه فى حدود المسموح به للمقاس المقابل له مع السماح بتفاوتات إضافي قدره ± ١٠ مم

DETAILS OF PIER BENT

SHEET NO. VIII.1.17





ب- التفاوتات المسموح بها فى ترتيب أسياخ صلب التسليح :

ب-١- التفاوتات المسموح فى العمق (D) :

العمق (D) هو المساحة بين مسطح الانضغاط الخارجى ومركز صلب التسليح فى الشد

العمق (D)	أقل من (٢٥) سم	± (١٠) مم
العمق (D)	أكبر من (٢٥) سم	± (١٥) مم

ب-٢- التفاوتات المسموح به فى تقليل الغطاء الخرسانى لصلب التسليح :

العمق (D)	أقل من (٢٥) سم	(-٦) مم
العمق (D)	أكبر من (٢٥) سم	(-٨) مم

(على ألا تزيد هذه القيم عن (٠،٥) الغطاء الخرسانى المحدد على الرسومات)

ب-٣- التفاوتات المسموح به فى تقليل المسافة بين الأسياخ فى الكمرات (٥) مم

ب-٤- التفاوت المسموح به فى المسافة بين الأسياخ :

البلاطات والحوائط	± (٢٠) مم
الكانات	± (٢٠) مم
الشبك الملحوم	± (٥) مم

بحيث لايقل عدد الأسياخ الاجمالى فى المتر عن الموضح بالرسومات التنفيذية

ب-٥- التفاوت المسموح به فى أماكن الأسياخ فى اتجاهها الطولى :

أماكن التكسيح والنهايات للأسياخ

بالكمرات والبلاطات المستمرة	± (٢٥) مم

نهايات الأسياخ بالكمرات والبلاطات بالأطراف الخارجية ± (١٥) مم

ب-٦- التفاوتات المسموح بها فى تقليل طول وصلات الأسياخ : - (٢٥) مم

ب-٧- التفاوتات المسموح بها فى تقليل طول اشاير الربط داخل الخرسانة :

للأسياخ من (١٠) إلى (٣٢) مم	- (٢٥) مم
للأسياخ أكبر من (٣٢) مم	- (٥٠) مم

٢-٦-٧ أعمال الخرسانة :

٢-٦-٧-١ عـــــام :

- يشمل هذا البند مواصفات الخرسانة المصبوبة فى الموقع المطلوبة فى مستندات المشروع والمحددة كالتالى :

تحتوى هذه المواصفات على متطلبات النوعية وكيفية تنفيذ الأعمال ولا يختص بمتطلبات الخرسانة الخاصة مثل (الخرسانة الثقيلة) أو (الخرسانة الرغوية) أو (الخرسانة العازلة) .

كذلك لا تشمل هذه المواصفات أنواع الخرسانة التى يتطلب إنتاجها معدات خاصة أو عمالة على درجة عالية من التأهيل أو تقنية خاصة وإنما يتم تغطية مواصفات مثل هذه الأنواع طبقا لما يرد فى مستندات المشروع الذى تتطلب طبيعته مثل هذه النوعية من الأعمال .

- عند إقامة منشآت خرسانية فى المناطق الساحلية التى يشيع فيها حدوث الصدأ لصلب التسليح مما يؤدى إلى حدوث شروخ رأسية عند مواضع تسليح الأعمدة وبالتالى سقوط القشرة الخارجية للغطاء الخرسانى بسبب تزايد ثانى أكسيد الكربون فى الجو ونسبة الرطوبة العالية ووجود نسبة مياه الخلط عن المعدل المطلوب ، لذلك فإنه يلزم أخذ كافة الاحتياطات الضرورية فى الاعتبار عند إعداد مواصفات الخرسانة العادية والخرسانة المسلحة التى تنفذ فى هذه المناطق الساحلية لابطال تأثير هذه المؤثرات الضارة بدءا بتعزيز نسبة الاسمنت وزيادة سمك الغطاء الخرسانى وإضافة الملونات فائقة التأثير (Super Plasticizers) الخالية من الكلوريدات التى تسبب الصدأ (Admiztures Non - corrosive) وذلك مع مراعاة الدقة التامة والانتظام فى إعداد إختبارات تصميم خلطة الخرسانة واختبارات القبول والاختبارات الدورية الخاصة بالرقابة على جودة الخرسانة ومكوناتها ومراعاة أن تكون أسطح الخرسانة المسلحة ملساء وخالية من الفقاعات الهوائية وأن تدهن بمواد أبوكسية تعتمد من المهندس المشرف لحمايتها وتغطية أشاير أسياخ التسليح بلفائف البولى إيثيلين لحمايتها من الصدأ .

٢-٦-٧-٢ تجهيزات المقاول ومعداته :

أ- المجال :

يسمح للمقاول باستعمال الخلط فى الموقع إلا إذا ذكر خلاف ذلك ، وكذلك الخلطات الخرسانية الجاهزة وتكون مقاومة الخرسانة طبقا لما هو ورد فى البند (٢-٥-٥-٢) والتى تصنع طبقا لهذه المواصفات .

ب- المعدات والتجهيزات اللازمة لصناعة الخرسانة :

يجب تجهيز وتحضير المعدات والتجهيزات التى تمكن من عمل الخلطة الخرسانية فى الموقع بشكل جيد وسليم من أجل الحصول على مقاومة متجانسة للخرسانة ، ويجب أن تصان هذه التجهيزات والمعدات بشكل دورى مستمر . وتشكل هذه التجهيزات مجموعة الخلط والتجهيزات التالية :

- خزان المواد :

تخزن المواد فى أماكن مختلفة مثل مكان جاف لخزن الاسمنت ومخزون تنظيف للركام لكل حجم وصنف عند الضرورة بالإضافة إلى مخزون لحديد التسليح ومخزون للإضافات .

- خلط الخرسانة :

تكون الخلاطات من النوع الذى له تأثر جيد فى الخلط وإذا تم إضافة الركام إلى الخلاط بالحجم فيجب

أن تكون الخلاطات مزودة بمعدات تلقائية لخلط جميع المكونات على أساس الحجم .

- تجهيزات الخرسانة لصب وعمل الخرسانة :

يجب توفير المعدات والأجهزة والخلاطات الضرورية لنقل وصب ومعالجة الخرسانة المصبوبة فى الموقع والخرسانة جاهزة الخلط بحيث يمكن الحصول على خرسانة متجانسة المقاومة مع الصيانة الدورية اللازمة

- معدات فحص الاسمنت والخرسانة :

إذا رغب المقاول فى تجهيز مختبر فى الموقع فعليه أن يراعى الترتيبات الواردة فى البنود (٢-٥-١)، (٢-٥- ٥) عند توفير معدات وأجهزة إجراء الاختبارات . ويمكن تطبيق هذه الترتيبات بشكل خاص على الاختبارات الدورية .

- فحص معدات وأجهزة الاختبار :

يتم فحص معدات وأجهزة الاختبارات الواردة فى الفقرة السابقة فى الموقع قبل البدء بصب الخرسانة لاول مرة وبعد ذلك على فترات منتظمة وذلك للتأكد بانها تعمل بشكل ملائم .

٢-٦-٧-٣ متطلبات مشاريع الخرسانة جاهزة الخلط :

Ready – mixed Concrete plants

أ- المتطلبات العامة :

يجب أن يرفق مع كل رسالة من الخرسانة جاهزة الخلط شهادة التسليم المرقمة وتشتمل على البيانات الآتية:

- محطة الخلط مع ذكر اسم الهيئة المستقلة التى تقوم بضبط الجودة أو العلامة الخاصة بالضبط أو العلامة الخاصة بالنوعية
- تاريخ التسليم
- الوقت الذى غادرت فيه الرسالة محطة الخلط
- زمن الخلط
- جهة الاستلام

ويجب أن تكون كل شهادة تسليم موقعة من قبل الشخص المسئول نيابة عن محطة الخلط وكذلك عن المستهلك على أن يتم الاحتفاظ بنسخة واحدة عند محطة الخلط وتحفظ الأخرى فى السجل الموجود فى الموقع .

ب- معلومات إضافية :

يجب أن يتم إعطاء المعلومات الإضافية التالية بالإضافة إلى المعلومات التى ذكرت أعلاه :

- كمية ورتبة وقوام الخرسانة على أن يتم ذكر الرقم الدال على نوع الخرسانة وعما إذا كانت ملائمة للخرسانة العادية أو المسلحة .
- اليوم الذى تم به التحميل والتفريغ ورقم العربة وأن ترفق مع شهادة التسليم لكل رسالة من الخرسانة

نسخة من جدول أنواع الخرسانة أو خلاصة مناسبة له

٢-٦-٧-٤ إنتاج الخرسانة :

أ- إعداد الخلطة : Batching

١- يتم نقل الركام بطريقة تضمن بقاءه فى حدود التدرج المطلوب وتوزن جميع المواد بالدقة المكلوبة للحصول على خلطات خرسانية منتظمة ومتجانسة من حيث الخواص الفيزيائية مثل الكثافة والقوام ومحتوى الهواء والمقاومة والمونة الخالية من الهواء وذلك للخلطات المتتابعة التى لها نفس نسب الخلط .

٢- التفاوتات فى الاوزان :

يتم تشغيل معدات الخلط بحيث تكون مكونات الخرسانة قد تم قياسها بشكل يتلاءم والتفاوتات التالية المسموح بها كنسبة مئوية من الوزن المطلوب :

* أسمنت	± ١%
* ماء	± ١%
* ركام	± ٢%
* إضافات	± ٣%

ب- أعمال الخلط : Mixing

- يعتبر الخلط التام والكامل ضروريا لانتاج الخرسانة المتجانسة ولذلك فإن الطرق والمعدات المستخدمة يجب أن تكون ذات قدرة فعالة لخلط مكونات الخرسانة المحتوية على أكبر ركام محدد ومناسب لإنتاج خلطات متجانسة وذات أقل قوام ممكن مناسب لطبيعة العمل .
- تغذى الخلاطة بالأسمنت فى نفس وقت تغذية الخلاطة بباقى المواد على أن يراعى عدم البدء فى إدخال الاسمنت إلى الخلاطة قبل دخول ما يعادل حوالى (١٠%) من الركام إليها ويتم إدخال الماء إلى الخلاطة فى البداية مع إستمرار انسيابه أثناء إدخال مكونات الخلطة الأخرى .
- تضاف الإضافات إلى الخلطات المتتالية عند نفس النقط والزمن وبنفس الشكل والترتيب وتدخل المواد السائلة منها مع الماء أما بالنسبة للمواد المسحوقة فتضاف للخلاطة مع بقية المكونات الجافة . فى حالة إستخدام أكثر من مادة إضافية فيجرى تغذية الخلاطة بها كل على حدة ويحظر مزجها مع بعضها البعض قبل إضافتها إلى الخلط ويراعى إتباع تعليمات الشركات الصانعة لتلك المواد إذا اختلفت عما ورد أعلاه

- يحدد زمن الخلط المطلوب طبقا لقدرة الخلاطة على إنتاج خرسانة متجانسة لنفس الخلطة الواحدة ومن خلطة إلى أخرى ويمكن الاخذ بتوصيات الجهات المنتجة والموصفات لتحديد زمن الخلط المبدئى .
- تعتبر الاختبارات التالية هى الاختبارات الضرورية والأكثر شيوعا من بين الاختبارات الكثيرة المستعملة للتحقق من كفاءة الخلاطة :

* محتوى الهواء
* القوام
* مقاومة الضغط

ويجب أن تحقق هذه الاختبارات المتطلبات التالية المبينة على أساس القيمة العظمى للفرق المسموح به فى نتائج اختبار العينات المأخوذه من موضعين (الأول بعد تفريغ ١٥% والتالى بعد تفريغ ٨٥% من الخلطة الخرسانية) .

* القوام : Slump

إذا كان متوسط القوام (٧٥) سم أو أقل فيجب ألا يزيد الفرق فى القياس عن (٢٥ مم) وإذا كان متوسط القوام أكبر من (٧٥) مم فيجب ألا يزيد الفرق عن (٦٠) مم .

* مقاومة الضغط :

يجب ألا يزيد الاختلاف فى مقاومة الضغط بعد مرور سبعة أيام لكل عينة من العينات عن المتوسط المحسوب لجميع العينات المتماثلة عن (٧,٥%) .

ج- صب الخرسانة : Casting of Concrete

- تشمل هذه التحضيرات دمك وتهذيب وترطيب الأرضية وتثبيت الفرم ووضع حديد التسليح والعناصر المدفونة الأخرى .
- ويعتبر ترطيب الأرضية له أهمية كبيرة جدا من حيث الحفاظ على ماء الخلط الذى سيكون عرضة للامتصاص من الأرضية الجافة وخاصة فى الأجواء الحارة كما يجب أن تزال جميع المواد المتفككة فى الأماكن التى يجرى الصب فيها على الصخر مباشرة ويجب أن تكون السطوح المقطوعة رأسية أو أفقية وغير مائلة ما أمكن ذلك .
- الشدة : تكون الفرم (العبوات) نظيفة وموضوعة بشكل دقيق ومحكم كما تكون الفرم الخشبية مرطبة بالماء قبل صب الخرسانة عليها وذلك لأن الفرم الجافة تمتص الماء من الخلطة وتنتفخ . ويجب أن تكون الفرم مصنعة بحيث يسهل فكها دون الاضرار بالخرسانة وتتم معالجة الفرم بمواد تسهل عملية مثل الزيت أو اللاكية أو ما يماثلها .
- التسليح : يجب أن يكون حديد التسليح نظيفا وخاليا من الصدأ غير المتماسك أو قشور الصدأ عند صب الخرسانة .
- معدات الصب : تؤخذ الخرسانة من الخلاط إلى المكان النهائى للصب بأسرع ما يمكن وبالطرق المناسبة لمنع الانفصال الحبيبى أو فقد المكونات وبحيث تتم المحافظة على نوعية الخرسانة المطلوبة .

تتم الموافقة على معدات الصب إذا كانت تلك المعدات لها طاقة كافية من حيث الحجم والتصميم لصب الخرسانة بشكل لا يسمح بوجود الفواصل بين الصبات المختلفة بسبب الشك البسريع . ويتم تنظيف

المعدات عند الانتهاء من كل عملية صب أو يوم عمل . ويجب أن تشمل معدات الصب المتطلبات الإضافية التالية :

* الخلاطات الدوارة .
* السيور الناقلة .
* مضخات الخرسانة .
* القواديس والاسطل .
* المجارى المائلة ومواسير الصب .

د- توزيع ووضع الخرسانة فى أماكنها : Depositing

- يتم وضع الخرسانة باستمرار بحيث تكون أقرب ما يمكن من أماكنها النهائية وعند صب البلاطات يكون ابتداء الصب على طول المحيط ابتداء من أحد الجوانب على أن يتم تفريغ كل خلطة بمواجهة الخرسانة التى تم صبها مسبقا .
- توضع الخرسانة على طبقات أفقية موحدة السمك على أن يتم دمكها بالهز بشكل كامل قبل وضع الطبقة التى تليها ويكون معدل سرعة الصب كافيا بحيث تكون الطبقة التى تم صبها مازالت لدنة عند صب الطبقة الجديدة عليها ويكون سمك الطبقات للعناصر المسلحة بين (٣٠٠-٥٠٠) مم ويجب ألا يزيد الوقت بين كل طبقة عن (٤٠) دقيقة للجو المعتدل ، (٣٠) دقيقة للجو الحار .
- يتم وضع الخلطات الأولية عند كل طرف من أطراف مقطع الحوائط والكمرات مع إستمرار تتابع الصب باتجاه مركز هذه العناصر .
- فى حالة الأعمدة التى يتجاوز إرتفاعها (٢,٥) متر لا يجوز صبها بكامل إرتفاعها ويجب تقسيم أحد جوانب القالب إلى أجزاء لا يتجاوز إرتفاعها (٢,٥) متر يتم تقفيلها أولا بأول حتى يمكن الصب تباعا بمعدل مناسب لكى لا يزيد الضغط على عبوة العامود عن المصممة عليه .
- إذا دعت الضرورة لصب خرسانة تحت الماء بدون عملية نزح المياه ،فيراعى أن تكون الخلطة الخرسانية قليلة الماء (مفلفلة) وتصب من خلال ماسورة قطرها (١٠-١٥سم) وتصل إلى القاع المطلوب صب الخرسانه عليه بحيث يراعى أن تكون حافة الماسورة السفلية غاطسة فى الخلطة الخرسانية وعلى أن ترفع الماسورة أثناء الصب بمعدل لا يسمح بخروج الماسورة من الخلطة حتى لا تتسرب المياه بداخلها .
- خرسانة الجو الحار : تكون الشروخ الناتجة عن الانكماش اللدن مصاحبة للصب فى الجو الحار عادة ويمكن حدوثه عندما يكون معدل التبخر أكثر من معدل صعود الماء للسطح من الخرسانة حديثة الصب (نضحها لمائها) تؤثر درجات الحرارة العالية للخرسانة والهواء وسرعة الرياح العالية وكذلك قلة الرطوبة أو هذه العناصر مجتمعة تأثيرا كبيرا فى حدوث الشروخ الناتجة عن الانكماش اللدن .

ولابد من إتخاذ الاحتياطات اللازمة عندما تزيد درجة حرارة الهواء عن 36°م كالاتى :

* إقامة حواجز الرياح ومظلات مانعة لأشعة الشمس المباشرة
* ترطيب الأرضية والعبوات (الفرم) .
* تبريد ماء الخلط وحفظ مكونات الخرسانة عند درجة حرارة تحت المظلات .
* صب الخرسانة عند أقل درجة حرارة مناسبة .
* تقليل الفترة الزمنية بين صب الخرسانة والبدء فى معالجتها .
* تقليل البخر بشكل خاص خلال الساعات القلية الاولى التى تعقب الصب .
* إذا زادت درجة حرارة الخرسانة عن 38°م فيتم إجراء الاحتياطات اللازمة بمعرفة المهندس المشرف .

هـ- عملية الدمك : Compaction

- يجرى دمك الخرسانة بواسطة الهز الميكانيكى (بالهزازات الميكانيكية أو الكهربائية) أو أية طرق أخرى ملائمة بحيث تدخل الخرسانة فى زوايا الشدات وحول العناصر المدفونة وتغلفها وتخرج جميع الفراغات الهوائية التى يمكن أن تسبب التعشيش وتنقر الأسطح وتعتمد طريقة الدمك التى يتم اختيارها على قوام الخلطة وظروف الصب والفرم المعقدة وكثافة صلب التسليح .
- يعتبر التكثف الميكانيكى الجيد والملائم من الطرق التى تساعد على صب الخرسانة الجافة والتى لها نسب (ماء/ أسمنت) منخفضة وكمية ركام خشن كبيرة مرتبطة بنوعية جيدة من الخرسانة .
- تستعمل بعض الطرق الميكانيكية فى الدمك ومن هذه الطرق الدامكات الآلية والتى تستعمل فى دمك الخلطات الجافة جدا والدامكات ذات الطرد المركزى والتى تستعمل فى دمك الخلطات ذات القوام المتوسط والناشف .
- يجب ألا تقل عدد الذبذبات للهزازات الداخلية عن (٨٠٠٠) ذبذبة/دقيقة ويكون اتساع الذبذبة بما يحقق الدمك الفعال . ويبقى ثابتا فى كل موقع غرز لمدة (٥-١٥) ثانية للحصول على الدمك المناسب ومن ثم يخرج الهزاز من الخرسانة ببطء .
- تكون الهزازات الخارجية : إما هزازات فرم ومناضد هز أو هزازات الأسطح مثل هزازات الملامسة أو الملاسات الدوارة آليا أو هزازات الصفائح الآلية وهزازات التسوية والملاسات اليدوية فى الهز الخارجى . ويجب ألا يقل عدد الذبذبات للهزازات الخارجية عن (٤٥٠٠) ذبذبة / الدقيقة وتكون فترة الهز الخارجى فى العادة أطول من الهز الداخلى وبشكل عام فى جدود دقيقة إلى دقيقتين .
- وتكون هزازات الفرم مصممة بحيث يمكن تثبيتها بإحكام على السطح الخارجى ولها ميزة خاصة فى الحالات التالية :

* دمك الخرسانة فى العناصر النحفية جدا أو المزدحمة بصلب التسليح .
* دعم الهز الداخلى واستكماله .
* عندما يصعب إستعمال الهزازات الداخلية .

* تستعمل مناضد الهز بشكل رئيسى فى وحدات تصنيع القطع الخرسانية السابقة الصب .

* تستعمل هزازات السطوح مثل هزازات الملامسة الآلية لهز الخرسانة فى الارضيات والأعمال السطحية الأخرى وبشكل عام لا تستعمل هذه الآلات للخلطات الخرسانية التى يزيد قوامها عن (٧٥) مم لأن الهز السطحى يعمل على تجميع المونة والمواد الناعمة على السطح مما يقلل مقاومة التآكل ولنفس السبب يمنع إستخدام الهزازات السطحية فى الخرسانة التى تم دمكها بالشكل الكافى الملائم .

و- الترابط :Bonding

عند صب الخرسانة الطازجة على خرسانة متصلدة فلابد من إتخاذ الاحتياطات اللازمة التى تضمن سلامة الترابط وتحقق وصلات غير منفذة للماء .

ويجب أن تكون أسطح الخرسانة المتصلدة نظيفة ومرطبة ومستوية بشكل مناسب وأن يكون قد تم تخشينها بكشف حبيبات الركام الخشن فيها . كما يجب إزالة أى خبث أو طبقات رقيقة من المونة أو مخلفات أو شظايا خشبية أو زيوت أو أية مواد غريبة التى تسبب إضعاف الترابط التام بين الطبقات والصبات الخرسانية المتعاقبة .

ز- المعالجة والحماية :Curing & Protection

- تبدأ هذه العملية بعد صب الخرسانة مباشرة بحيث تصان الخرسانة من الجفاف المبكر والحرارة الزائدة والبرودة والأضرار الميكانيكية .

- مواد المعالجة :

* المعالجة بالماء :

* النقع أو الغمر .

* المعالجة بالرش .

* الخيش والأقمشة القطنية والحافظة للماء .

* المعالجة بالتراب :

* الرمل ونشارة الخشب .

* القش أو التبن .

* المواد المانعة لنضح الخرسانة لمائها :

* الأغشية اللدنة (البلاستيكية) .

* الورق المانع للنضخ .

* الأغشية السائلة المستخدمة فى المعالجة .

- مدة المعالجة : يجب أن تستمر المعالجة لمدة من (٧ إلى ١٥) يوم فى جميع حالات الخرسانة عدا الخرسانة ذات التصلد السريع والمبكر والتى يجب أن تكون فترتها من (٥ إلى ١٠) يوم .

- الحماية :

* يجب المحافظة على درجة حرارة الخرسانة بين (١٠-20°)م طوال فترة المعالجة .
* يحظر إستعمال سخانات الحرق والتى تعرض الخرسانة للغازات والتى تحتوى على ثانى أكسيد الكربون .
* تجرى حماية الخرسانة من الاضرار الناتجة عن الاضطرابات الميكانيكية أثناء فترة المعالجة مثل إجهادات التحميل والصدمات الثقيلة والاهتزازات الزائدة .
* يجب حماية جميع الأسطح الخرسانية من أى تلف قد تتعرض له من المعدات الإنشائية والمواد وذلك بإستخدام وسائل وطرق المعالجة المشار إليها بالإضافة إلى مياه الأمطار والمياه الجارية .
* لا يسمح بعمل أى فراغات أو فتحات فى العناصر الخرسانية بعد الصب إلا فى حالة موافقة المهندس المشرف .

ج- تشكيل صلب التسليح :

- يشكل صلب التسليح بجميع أنواعه على البارد وطبقا لنماذج تفريد الأسياخ .
- فى حالة تعرض صلب التسليح للصدأ أو وروده للموقع بقشور المصنع فإنه يجوز إستعماله .
- إذا أمكن إزالة طبقة الصدأ السطحية أو قشور المصنع باستخدام فرش السلك أو السفع بالرمل بشرط التأكد من عدم تجاوز نقص وزن الأسياخ بعد تنظيفها عن ٢% ونقص قطر السيخ عن :

(٠,٢) مم للاسياخ حتى قطر (١٠) مم .
(٠,٣) مم للاسياخ أكبر من (١٠) مم وحتى (٢٠) مم .
(٠,٥) مم للاسياخ ذات قطر أكبر من (٢٠) مم .

- يرص صلب التسليح بعناية فى أماكنه طبقا للرسومات التنفيذية على أن تترك تخانات بين الأسياخ والفرم لتخليق طبقة الغطاء مع تثبيته حتى لا يتحرك من مكانه أثناء الصب .
- يجب إعتماد المهندس المشرف لصلب التسليح بعد رصه طبقا للرسومات وذلك قبل السماح بصب الخرسانة .
- يسمح باستخدام حزم من أسياخ لا يزيد العدد فيها عن ثلاثة أسياخ لتعمل كوحدة واحدة ويلزم فى هذه الحالة أن تربط تلك الحزم بكانات أو رباطات من الصلب ولا يجوز عمل حزم من الأسياخ ذات القطر (٢٦) مم أو أكبر . وتعامل الحزمة الواحدة كسيخ واحد من ناحية شروط غطاء الخرسانة والمسافة بين أسياخ حديد التسليح . وبصفة عامة يلزم استيفاء متطلبات التماسك بين الخرسانة وأسياخ التسليح على النحو التالى بالجدول رقم (٢-١٤) .

جدول(٢-١٤) الحد الأدنى لغطاء الخرسانة

سمك الغطاء الخرسانى (سم)				
رتبة تعرض سطح الشد	عام لجميع عناصر البلاطات		للحوائط والبلاطات المصمتة	
	Fcu = 250	Fcu > 250	Fcu = 250	Fcu > 250
الأول	١,٥٠	٢,٠٠	١,٠٠	١,٥٠
الثانى	٢,٠٠	٢,٥٠	١,٥٠	٢,٠٠
الثالث	٢,٥٠	٣,٠٠	٢,٠٠	٢,٥٠
الرابع	٣,٥٠	٤,٠٠	٣,٠٠	٣,٥٠

* يجب ألا يقل سمك الغطاء الخرسانى بأى حال عن قطر أكبر سيخ مستعمل فى التسليح .

فى حالة الخرسانة المعرضة دوما للتربة وتم صبها فوقها مباشرة (أساسات مثلا) فإنه يجب زيادة سمك غطاء التسليح ليكون (٧) سم .

والجدول (٢-١٥) التالى يبين تقسيم عناصر المنشآت تبعا لتعرض أسطح الشد بها للعوامل البيئية والمبين فى الجدول (٢-١٤) السابق .

جدول (٢-١٥) تقسيم عناصر المنشآت تبعا لتعرض أسطح الشد بها للعوامل البيئية

درجة تعرض سطح الشد للعوامل البيئية	القسم
العناصر ذات أسطح الشد بها محمية : وهذه العناصر تشمل : أ - جميع العناصر الداخلية المحمية من المنشآت العادية كالمبانى . ب - العناصر المغمورة بصفة دائمة أسفل مياه لا تحتوى على مواد ضارة أو فى حالة جفاف دائم . ج - الأسقف النهائية المعزولة جيدا ضد الرطوبة والأمطار .	الأول
العناصر ذات أسطح الشد بها غير محمية : وهذه العناصر تشمل : أ - جميع المنشآت فى العراء مثل الكبارى والأسقف غير المعزوله عزلا جيدا . ب - منشآت القسم الأول المجاورة للشواطئ . ج - العناصر المعرضة أسطحها للرطوبة نظرا لعدم إمكان إبعادها عن تأثيرها مثل الصالات المفتوحة أو الجراجات .	الثانى
العناصر ذات أسطح الشد بها معرضة لعوامل ضارة : وهذه العناصر تشمل : أ - العناصر المعرضة لنسبة رطوبة عالية . ب - العناصر المعرضة إلى حالات متكررة من التشبع بالرطوبة . ج - خزانات المياه . د - المنشآت المعرضة لأبخرة وغازات ومواد كيمائية ذات تأثير غير شديد .	الثالث
العناصر ذات أسطح الشد بها معرضة لعوامل ذات تأثيرات مؤكسدة ضارة تسبب صدأ الصلب : وهذه العناصر تشمل : أ - العناصر المعرضة لعوامل ذات تأثير مؤكسدة ضار يسبب صدأ الصلب بما فى ذلك الأبخرة والغازات التى تحتوى على كيماويات وخلافه . ب - الخزانات الأخرى والمجارى والمنشآت المعرضة لماء البحر .	الرابع

- خرسانات المنشآت التى قد تتعرض للحريق :

يلزم مراعاة ألا تقل أبعاد سمك الغطاء الخرسانى الذى يحتمل تعرضه للحريق عن القيم الواردة بالجدول السابق رقم (٢-١٤) .

ط- ضبط الجودة :

على المقاول تجهيز الاختبارات وعمل العينات وإجراء الكشف الفنى طبقا لمتطلبات ضبط الجودة الواردة بهذه المواصفات .

٢-٧ طريقة القياس :

٢-٧-١ عـــام

تحسب الكميات على أساس المنفذة على الطبيعة أو المحددة بالرسومات أيهما أقل وتعتبر التعديلات المعتمدة والتى تنشأ عنها زيادة فى نسبة حديد التسليح أو نسب مكونات الخرسانة أو تم بمقتضاها تغير جوهرى فى شكلها فإنه يحق للمقاول بموجبها أن يطالب بمبالغ إضافية عنها . ويخصم من المقاول ما قد ينتج من نقص فى نسبة حديد التسليح أو فى نسبة الاسمنت . وتقاس الخرسانة قياسا هندسيا بالمتر المكعب أو المتر المربع علاوة على ما ذكر بعاليه على النحو التالى :

٢-٧-١-١ يتم حصر أعمال الأسقف والأرضيات ، والأسقف المعلقة حتى الحافة الخارجية لها . وتحصر السقوف المائلة أو القوسية على المساحة الفعلية للسطح .

٢-٧-١-٢ يتم حصر الأعضاء المتقاطعة بالحجم مرة واحدة وتعتبر الكمرات الرئيسية هى المستمرة ، ويحظر حصر أى جزء مرتين . ويجب عدم حصر أجزاء الأعمدة عند مناطق تقاطعها أو وصلها مع الكمرات .

٢-٧-١-٣ تعتبر فئات الخرسانة شاملة جميع المواد والمكونات والوحدات والأجزاء الإضافية والمعدات والتركيبات ...الخ المطلوبة لتنفيذ أعمال الخرسانة . ويجب أن تكون الأصناف من أجود الأصناف لكل نوع ومطابقة للمواصفات المحددة لها . كما يجب أن تكون جميع المواد والمصنعية مطابقة للنوع المحدد فى العقد ، على أن تخضع من حين لآخر للاختبارات المنصوص عنها فى وثائق العقد أو التى يطلبها المهندس المشرف . وعلى المقاول أن يوفر كل ما يتطلبه الآمر من مساعدة وأدوات وآلات وأيدى عاملة . ويلتزم المقاول بتقديم عينات من المواد قبل إدخالها فى الأعمال وذلك لاختبارها . وتشمل الفئة أيضاً ربط العناصر الخرسانية سابقة الصب بأعمال الخرسانة المصبوبة فى الموقع .

٢-٧-١-٤ تعتبر فئات الخرسانة شاملة العمل على ارتفاعات مختلفة والرفع والتغطية والصب وفواصل الصب وأعمال الشدات ووضع الخرسانة داخل وحول حديد التسليح وجميع الاختبارات .

٢-٧-١-٥ تتضمن الفئة كذلك أعمال مصنعيات حديد التسليح من القص والثنى ووضع الحديد فى أماكنه الصحيحة بالإضافة إلى المباعدات والكراسى وأسلاك التربيط .

٢-٧-١-٦ تتضمن الفئة أيضا حديد التسليح الشبكى بما فى ذلك وصلاته .

٢-٧-١-٧ تتضمن الفئة أيضا كل أعمال الشدة شاملة العمل لأى إرتفاع كما تتضمن وجميع عمليات تشكيل الفرم (العبوات) والشدات وفقا للرسومات التنفيذية وتشمل القص والتحزيز والحواف المائلة المشطوفة والتراكب وشرائح شطف الحواف والزوايا الداخلية المائلة والاخاديد والمجازات الضيقة والفرزات والشرائح والدعامات والتسمير والنزع والإزالة . هذا ولا تخصم تقاطعات الكمرات الرئيسية بالجدران أو الأعمدة أو الكمرات الثانوية .

٢-٧-١-٨ تكون الفئة لأعمال الخرسانة سابقة الصب شاملة التركيب والتكحيل بين القطع وبعضها أو بين القطع والمنشأ وتشمل كذلك مسامير القلاووظ وكل أدوات خاصة بالتثبيت أو القوالب والرفع والتركيب .

٢-٧-١-٩ تكون الفئة متضمنة تثبيت الأعمال المعدنية فى النجارة بشكل عام كل ما يتعلق بعمل النقر والسدادات وعملية الحقن .

٢-٧-٢ وحدات القياس :

٢-٧-٢-١ الخرسانة المصبوبة فى الموقع :

أ- حصر الأعمال بالحجم :

تحصر أعمال الخرسانة المصبوبة فى الموقع والمبينة أدناه بالحجم ، وتكون وحدة القياس هى المتر المكعب (م٣) .

- الاساسات المصبوبة فى خنادق .
- قواعد الاساسات المنفصلة .
- وسادات الخوازيق .
- الكمرات الأرضية (الميد) .
- الفرشات التى يزيد سمكها عن (٣٠٠) مم .
- البلاطات المعلقة التى تشمل أرضيات أو سقوف أو بسطات أو نحوه والتى يزيد سمكها عن (٣٠٠) مم .
- جوانب محيط الأرضيات المرتفعة Upstards and Kerbs .
- الجدران التى يزيد سمكها عن (٣٠٠)مم .
- الأعمدة .
- الكمرات (على أن تقاس من السطح السفلى للبلاطة) .
- الدرج وحصيرة الدرج .

ب- حصر الأعمال بالمساحة :

تحصر أعمال الخرسانة المصبوبة فى الموقع والمبنية أدناه بالمساحة وتكون وحدة القياس هى المتر المربع (م٢) شريطة تحديد سمك الأعمال فى مستندات المشروع .

- فرشات خرسانة النظافة ، البلاطات المعلقة التى تشمل أرضيات أو سقوف أو نحوه والبسطات التى لايزيد سمكها عن (٣٠٠) مم .
- الحوائط التى لاتزيد سمكها عن (٣٠٠) مم .
- الأسقف من البلاطات المفرغة على أن يوضح نوع ومقاسات الطوب المفرغ كما تشمل أيضا الكمرات المسلحة رئيسية كانت أو ثانوية والأعصاب بين البلاطات المفرغة وكذلك البلاطة المسلحة فوق الأعصاب والكمرات المدفونة حول الأعصاب ويكون ذلك بقياس المسقط الافقى لمسطح سقف البلاطات المفرغة حتى حدود كمرات الأسقف الخرسانية ذات البلاطات المصمتة .

٢-٧-٢-٢ أعمال التسليح :

يتم حصر أعمال التسليح إذا نص على ذلك فى وثائق المشروع - بالوزن المحسوب وتكون وحدة القياس هى الكليوجرام . وتحصر أعمال التسليح بالشبك بالمساحة وتكون وحدة القياس هى المتر المربع أو بالوزن المحسوب طبقا لقوائم التسليح .

٢-٧-٢-٣ أعمال الشدة :

أ- يتم حصر الشدة بالمساحة إذا لم تكن داخلة فى كميات الخرسانة :

يتم حصر أعمال الشدة بالمساحة وتكون وحدة القياس هى المتر المربع (م٢) وذلك لصافى المساحة الملامسة للأسطح الخرسانية المنهاة والمصنفة فيما يلى :

- باطن الأسقف ، على أن تعطى كامل التفاصيل لباطن أسقف الانشاءات الخاصة .
- الميول تحت الأسطح بما فى ذلك الأسطح العلوية التى يزيد ميلها عن (١٥) درجة عن الأفقى .
- جوانب الاساسات بمافى ذلك القواعد وهامات الخوازيق والكمرات الارضية .
- جوانب الحوائط بما فى ذلك الاعمدة المتلاصقة .
- ملحقات الحوائط بما فى ذلك النهايات وجوانب البروزات وجوانب الفتحات أو جوانب الردود .
- جوانب باطن الكمرات بما فى ذلك الاعتاب وأية تقاطعات فى باطن الكمرات مع مراعاة إعطاء كامل تفاصيل الجسور المعزولة .
- جوانب الأعمدة .
- بطنيات قلبات السلالم والصدفات وجوانب القلبات والصدفات وجوانب القائمات .
- أعمال اخرى طبقا لما هو مناسب (مثل تبطين الانفاق ، الكمرات ، ركائز الجسور) .

ب- حصر الشدة بالطول إذا لم تكن داخلة فى كميات الخرسانة :

يتم حصر جوانب محيط الأرضيات المرتفعة بالطول وتكون وحدة القايس هى المتر الطولى (م) .