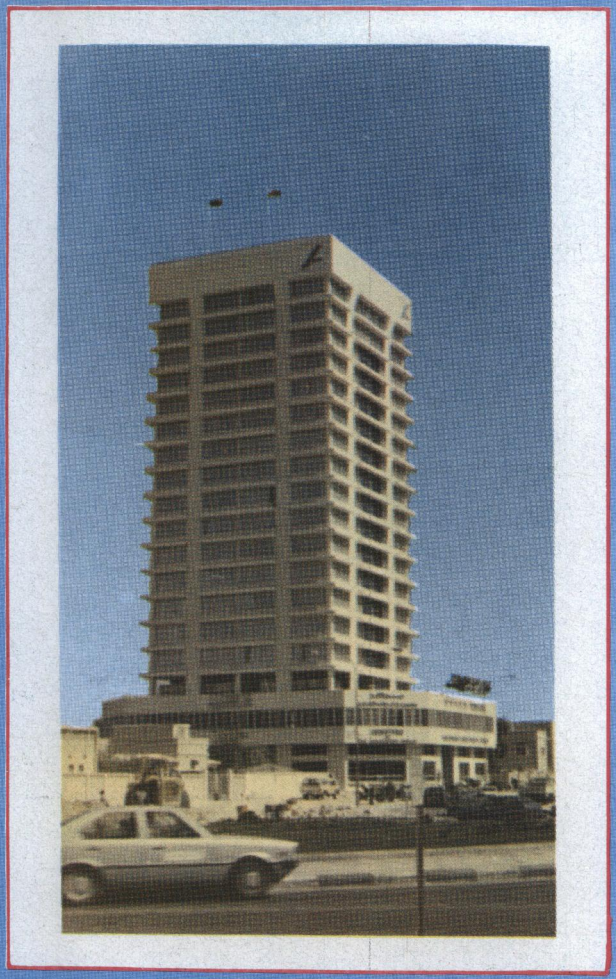
دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	الخرسانة المسلحة الحديثة فلسفة حديثة للارتفاع الرأسى فى البناء الانسانى الحديث
المصدر:	مجلة التربية
الناشر:	اللجنة الوطنية القطرية للتربية والثقافة والعلوم
المؤلف الرئيسي:	الترجمان، عبدالمنعم
المجلد/العدد:	ع 51
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	1982
الشهر:	مارس
الصفحات:	56 - 61
رقم MD:	304978
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	EduSearch
مواضيع:	الالياف الصناعية، الخرسانة المسلحة ، المبانى، مواد البناء، الاسمنت، التصميم المعمارى، العصر الحديث ، قطر
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/304978

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.



برج خرسانى يوضح احد منشآت قطر الخرسانية الضخمة ..

الخرسانة المسلحة الحديثة فلسفة حديثة للارتفاع الرأسى فى البناء الانسانى الحديث

● اذا ضيقنا زاوية البدء فى الحديث عن موضوعنا ، فاننا نجد ان للتربية والثقافة وجهين ، الجانب الروحى فى البناء ، يقابله ويتكامل معه الجانب المادى من انشاءات ذات طرز مختلفة تتناسب مع طبيعة كل مرحلة تعليمية . وموضوعنا يرتبط أشد الارتباط بتطبيقات العلوم فى مجال الحياة المعاصرة ، وننتقى له عنصرا هاما من عناصر التطبيق ، عنصر أثر تأثيرا ضخما فى حياة الانسان رفعه فوق الارض بلا اجنحة ، اسكنه فى علياء الفضاء ، يشرف على اوسع مساحة من الارض ، عنصر مكن الانسان من مضاعفة استثماراته لكل متر من أرض البناء على وجه المعمورة .

انها الخرسانة المسلحة .. الوجه الاخر للارتفاع الرأسى والتنمية الرأسية للبناء الانسانى الحديث ، بها انشئت كل المبانى الحضارية مثل المساجد والمدارس والنوادى والجامعات والمستشفيات فضلا عن البيوت وناطحات السحاب .

فما هى الخرسانة المسلحة وماهو تاريخها وكيف ضبط الانسان جودتها وادخل عليها التسليح وما هى أدق المراحل العلمية والتفاعلات الكيميائية التى تتم داخل هذه العملية الحضارية الهامة ؟

بقلم : الدكتور عبد المنعم الترجمان
الاستاذ المحاضر بكلية العلوم - جامعة المنوفية
التوجيه التربوى - دولة قطر

الخرسانة عبارة عن تماسك قوى وغير نشط كيميائيا من حبيبات مترابطة من الرمل والاحجار الصغيرة ، أو مواد معدنية متماسكة بواسطة الاسمنت ويتصلب الاسمنت ويكتسب قوة تحمل ، تزداد بمرور الوقت ، نتيجة تفاعله كيميائيا مع الماء ، ويتم خلط مكونات الخرسانة جيدا مع بعضها بعضا ، ثم تصب فى قوالب لتاخذ الشكل المطلوب قبل أن تتصلب على شكلها النهائى •

والخرسانة حاليا يدخل فيها الزلط مستدير الحواف أو الاحجار حادة الحواف من الزلط المكسور أو كلاهما وكذلك الرمل الناعم النقى واضح الحبيبات ، ثم تربط عجينة الاسمنت البورتلاندى والماء هذه الحبيبات مع بعضها بعضا وكذلك تقلل الاحتكاكات الداخلية بين المكونات ، فتعطى الخرسانة التماسك والسيولة ، التى تجعلها تاخذ شكل قالب الصب ، وتتمتع بسهولة وتتصلب نتيجة لتفاعل كيميائى معقد هو تفاعل التميؤ •

الهياكل الخرسانة :

صنعت هياكل المبانى قديما من الاخشاب ، وهذه كانت لها حدود لاتتخطاها فى حجم وارتفاع المبنى ، ثم زادت احجام المبانى وهياكلها باستخدام الكمرات الحديدية ذات قدرات التحمل الاعلى بكثير من عروق الاخشاب ، وتطورت عملية الهياكل بتطبيق نظرية الهياكل الحديدية المكونة من كمرات وزوايا حديدية حيث تزداد قدرات تحملها وبالتالى امكانية ارتفاع الهيكل وكذلك الثقل فوقها ، حيث بدت النظرية واضحة وصحيحة بالتطبيق العلمى باقامة برج ايفل الفرنسى الشهير ، الذى يعتبر تطبيقا علميا رائعا لهذه النظرية ، واثباتا لامكانية الارتفاع الى مسافات بعيدة وتحمل أوزان لم يكن بالامكان الوصول اليها باستخدام الكمرات المستقيمة من نفس النوعية المستخدمة •

تاريخ الخرسانة :

- كان المصريون القدماء ، اول من استخدم الاسمنت المكون من الجير المطفا (ايندروكسيد الكالسيوم) والجبس (كبريتات الكالسيوم) •

واكتشف الرومان أن اضافة (بزولان) الرماد البركانى الطبيعى الموجود بالقرب من جبل فيزوف ، ينتج نوعا من الخرسانة ليس أكثر قوة ومتانة فحسب ، بل أيضا يمكن أن يصب ويتصلب تحت الماء ، مما يجعلها ذات قيمة كبيرة فى بناء القناطر والكبارى ، وقد استمر استخدام الخرسانة المكونة من الجير المطفا + الجبس + الرماد البركانى فى البناء لفترة طويلة تلت عصر الرومان ، والتى تعرف بالعصور المظلمة (من القرن الخامس الى القرن الحادى عشر الميلادى) •

قطاع فى كتلة خرسانية ••

وقد تم اكتشاف الاسمنت البورتلاندى فى ليدز - بانجلترا - على يد (جوزيف اسبدين) فى عام ١٨٢٤ م ، وبذلك اتاح امكانيات جديدة لاستعمال الخرسانة كمادة انشائية ، والفارق هنا أن الخرسانة الحديثة بالاسمنت البورتلاندى لها خاصية تحمل الضغوط العالية •

الخرسانة الحديثة :

- السبب الرئيسى للاستخدام الواسع للخرسانة الحديثة فى الانشاءات هو قوة تحملها للضغوط العالية كما ذكرنا ، ويعتبر هذا من أهم خصائصها •

وتعتمد قوة احتمال الخرسانة للضغط على عاملين هما :

اولا : نسبة الاسمنت الى الحصى أو الزلط •

ثانيا : نسبة الاسمنت الى الماء •

وكلما زادت نسبة الاسمنت الى الحصى ، أو زادت نسبة الاسمنت الى الماء ، أمكن الحصول على خرسانة قوية ، علما بان نسبة الخلط للمكونات تقوم أساسا على الغرض الذى تستخدم من أجله ، وكذلك على توافر هذه المكونات •

ويتم خلط المكونات بنسب تعتمد على قوة التحمل المطلوبة بعد جفافها ، وكذلك على سهولة تشكيل الخرسانة قبل أن تجف ، فالخرسانة متوسطة القوة المستعملة فى المنشات والمبانى العادية ، تتراوح نسبة الزلط الى الاسمنت مابين ٥ ، ٦ الى ١ ، ونسبة الزلط الناعم الى الزلط الخشن بين (٣ ، ٧ الى ٤ ، ٦) والماء اللازم للتصلب (١) الى ٢٥ ٪ من وزن الاسمنت المضاف ، وغالبا مايضاف الماء بنسبة اكثر من ذلك ليسهل تشكيل الخرسانة وتشغيلها حيث تصل عادة من ٤٥ ٪ الى ٥٠ ٪ من وزنها لمعادلة الماء المفقود بالبخر خصوصا فى المناطق الحارة خلال الخلط والتشكيل •

(١) عملية التصلب : تسمى عملية الشك أى تحول العجينة الى الحالة الصلبة نتيجة لتبلور حبيبات الاسمنت وتميؤ •

ضبط الجـــودة :

لمعرفة مدى مطابقة الخرسانة للمواصفات المطلوبة ، فانه يتم اختبار قوة الضغط لمكعب خرساني ابعاده ٤ او ٦ بوصة (١٠ او ١٥ سم) بعد صبه وتركه لينضج (يشك) او (يتجمد) لمدة ٢٨ يوما في ظروف محكمة ، ويتم كبس هذا المكعب الى ان يتحطم في مكبس اختباري •

اما البلاطات الخرسانية خفيفة التحميل فيجب ان تتحمل ضغوطا تتراوح من ٢٠ نيوتن للملليمتر المربع (٢٩٠٠ رطل للبوصة المربعة) وتصل للمنشات الخرسانية العادية الى ٥٠ نيوتن لكل ملليمتر مربع ، اما المنشات الخرسانية التي تحتاج لجهد اكثر ، فانها يجب ان تتحمل ضغوطا اعلى من ذلك •

الالياف الصناعية والخرسانة :

تصنع انواع من الخرسانة باستخدام خلطة الخرسانة بعد ان نضيف اليها اليافا دقيقة من بعض البلمرات،مثل مادة البولبروبيلين ، او باستخدام بوليمر معدل من مستحلب بوليمر من خلال البوليفينيل اثناء عملية الخلط ، وهنا تكون الخرسانة المقواة بالالياف متميزة بالاتي عن الخرسانة العادية المماثلة في باقي المكونات الاخرى :

١ ـ لها مقاومة عالية للصدمات •

٢ ـ درجة مرونة وقوة شد اعلى من الخرسانة المماثلة المسلحة باسلاك الصلب •

وهذا النوع له استعمالات عديدة متزايدة في صناعة هياكل الشبابيك والالواح والاستعمالات ، التي تتطلب درجة متانة عالية واحتمال التعرض للصدمات •

انتـــاج الخرســـانة :

ـ تبدا عملية انتاج الخرسانة بانواعها المختلفة بعملية الخلط ثم الصب ثم عملية النضج او التجمد الكيميائي (الشك) ، وهذه العمليات يجب الاهتمام بها للحصول على خرسانة قوية وملائمة وذات مظهر مقبول •

الخلـــط :

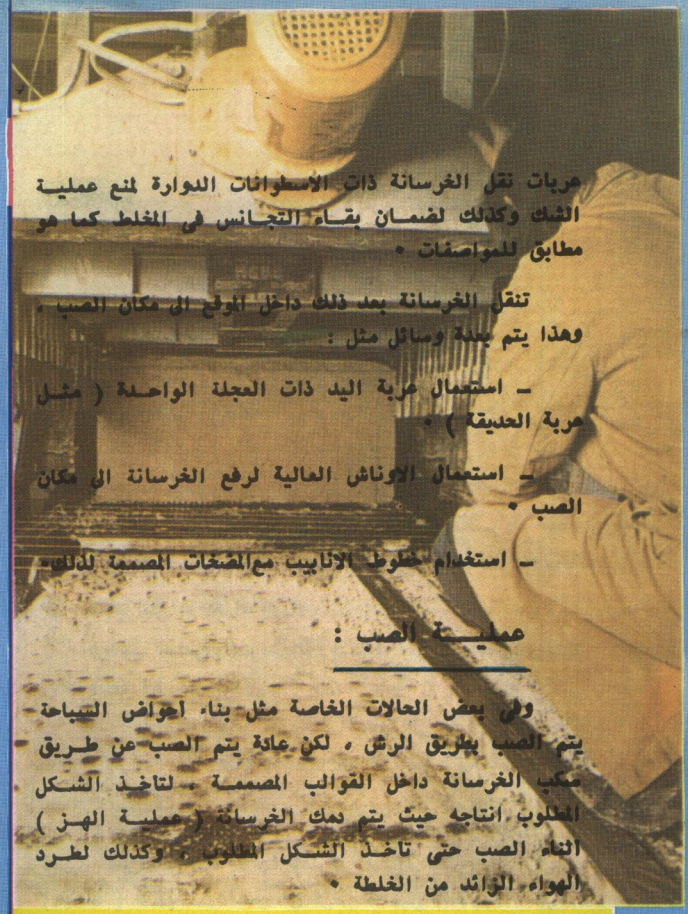
تتم عملية الخلط للحصول على عجينة متجانسة ، نسبة المكونات في اى جزء منها مساو تماما لاى جـزء اخـر ، والا كانت مواصفات القطعة الخرسانية في احدى نقاطها اقوى او اضعف من باقي النقاط مما يسبب تصدع او عدم تحمل النقطة الضعيفة للاحمال او الشد الواقع عليها ، وبالتالي خلل الهيكل الانشائي للمبنى واحتمال تصدعه او انهياره •

ويتم الخلط في كثير من بلدان العالم الثالث يدويا ولكن هذا يلزمه وجود الفورمان (رئيس العمال) او ملاحظ العمال الجيد ، القادر على تحديد جودة الخلطة وانها وصلت الى درجة تجانس وليونة مضبوطة اصبحت صالحة للصب او التشكيل ، ولكن العملية تطورت باستخدام الخلاطات الميكانيكية مختلفة الاحجام ، وذلك يتم في مواقع العمل ، او في مواقع او مراكز خاصة بخلط الخرسانة وانتاج العجينة ، وفي الحالة الثانية يتم نقلها الى مواقع العمل بواسطة

الخرسانة المقواة بالبلمرات او اللدائن •

يبين الشكل عجينة متصلة من الاسمنت المقوى بالياف دقيقة من مادة البوليروبيلين • والاسمنت هنا عبارة عن بوليمر معدل من مستحلب بوليمر من خلال البوليفينل اثناء عملية الخلط • وهذه المادة المقواة بالالياف ، لها مقاومة عالية للصدمات ، ومرونة وقوة شد اعلى من الخرسانة المماثلة المسلحة باسلاك الصلب • وهذا النوع من الخرسانة له استعمالات متزايدة في صناعة هياكل الشبابيك والالواح والاستعمالات الاخرى التي تتطلب متانة عالية •

قطاعات خرسانية مسلحة لانشاء طريق علوي سريع ويتم صب هذه القطاعات في موقع العمل •



عربات نقل الخرسانة ذات الاسطوانات الدوارة لمنع عملية الشك وكذلك لضمان بقاء التجانس فى المخلط كما هو مطابق للمواصفات •

تنقل الخرسانة بعد ذلك داخل الموقع الى مكان الصب ، وهذا يتم بعدة وسائل مثل :

- استعمال عربة اليد ذات العجلة الواحدة (مثل عربة الحديقة) •
- استعمال الاوناش العالية لرفع الخرسانة الى مكان الصب •
- استخدام خطوط الانابيب مع المضخات المصممة لذلك •

عملية الصب :

وفى بعض الحالات الخاصة مثل بناء احواض السباحة يتم الصب بطريق الرش ، لكن عادة يتم الصب عن طريق سكب الخرسانة داخل القوالب المصممة ، لتاخذ الشكل المطلوب انتاجه حيث يتم دمك الخرسانة (عملية الهز) اثناء الصب حتى تاخذ الشكل المطلوب ، وكذلك لطرد الهواء الزائد من الخلطة •

وعملية الدمك هذه ، كانت تتم يدويا باستخدام عمود او عصا خشبية يتم بواسطتها هز وتدفيع العجينة الى داخل القالب ، ثم تطورت الى اعمدة هزازة للدمك البلاطات الخرسانية الرقيقة كاسقف المبانى او الطرق الخرسانية ، اما القطاعات الخرسانية الكبيرة فلها انواع اقوى من الهزازات ، وفى الحالتين فان لعملية الهز فائدتان اساسيتان :

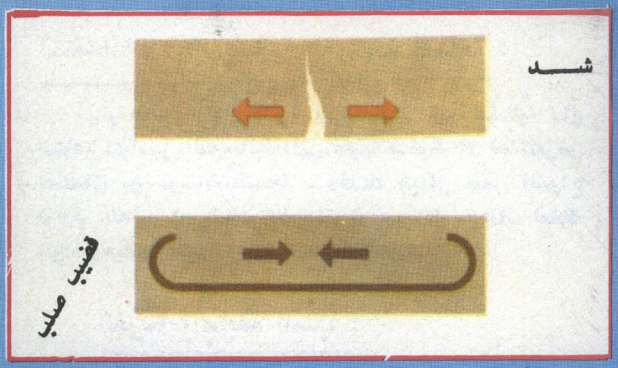
١ - المساعدة على سريان الخرسانة وان تاخذ شكل القالب تماما •

٢ - طرد الهواء المحبوس ، اى عدم تكون الفقاعات الهوائية التى تقلل من جودة ومتانة الخرسانة •

التصلب (الشك) :

تعتبر عملية التصلب من اهم عمليات التشكيل وتحتاج الى عناية خاصة لتنضج ، وعلى غير مايتوقع بعض الناس فان الخرسانة لاتتصلب بالجفاف ، ولو حدث هذا وجفت بسرعة لتلفت ووجب ازالتها لعدم مطابقها للمواصفات •

ولتجنب الجفاف السريع يتم ابطاء عملية التبخر بواسطة رش الخرسانة بالماء بنسبة تسمح بالنضج المناسب او تغطيتها باغطية من البوليثيثيلين ، وفى حالات خاصة مثل انتاج المكعبات او الانابيب الخرسانية يتم استعمال بخار ماء تحت ضغط لاتمام عملية الشك •



الخرسانة المسلحة :

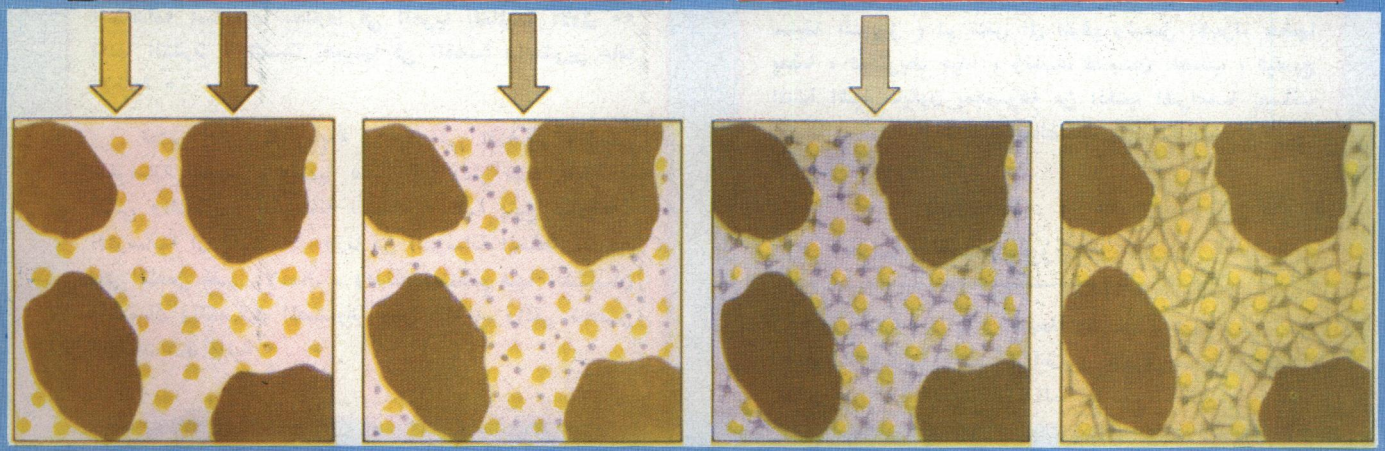
- الخرسانة العادية (غير المسلحة) تتميز بقوة تحملها للضغط العالى ، لكن قوة تحملها لجهد الشد والثنى محدود ولهذا السبب كان استخدام الخرسانة العادية قاصرا فقط على الاساسات والقواعد والحوائط ، حيث الخرسانة معرضة لقوى الضغط فقط •

لكن باكتشاف الخرسانة المسلحة فى نهاية القرن الماضى والى الان ، فانها اصبحت تمثل الكم الاكبر فى نسبة الخرسانات المستخدمة •

والتسليح يتم بواسطة غرس مادة اخرى فى الخرسانة بحيث تتحمل اجهادات الشد لتعطى قوة الشد المطلوبة ، وفى اغلب الحالات نستخدم اسياخا من الصلب يتم ثنيها لتاخذ الاشكال المطلوبة ، ويتم رصها وربطها معا بعناية فى القالب قبل صب الخرسانة •

وعملية الترابط بين اسياخ الصلب والخرسانة من العوامل الهامة والضرورية ، لذلك تستخدم الاسياخ المربعة المبرومة والتى بها نتوء على نطاق واسع لزيادة قوة الترابط•

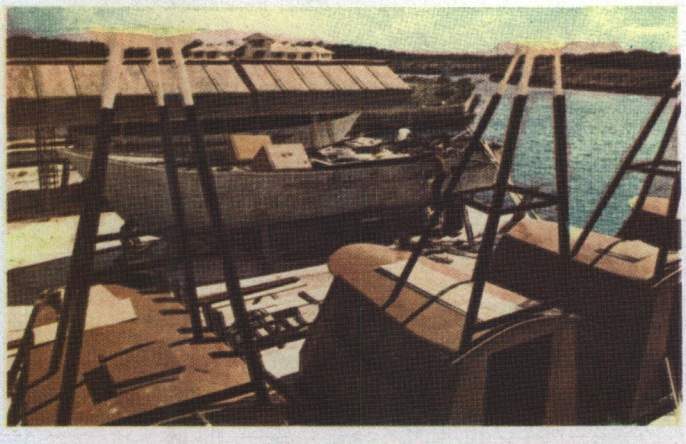
قوة التسليح للخرسانة ضرورية ، ولزيادتها يتم استعمال اسياخ التسليح الصلب التى تتحمل قوة شد عالية



الخرسانة : ركام خشن مثل الزلط يخلط بالرمل والاسمنت الناعم •

فى وجود الماء ، تتبلور حبيبات الاسمنت وتحيط بالرمل والشد لربط الجميع •

الصورة من (فريبورت) فى ـ جراند بهاما ـ تمثل قارب صيد مصنوع من الاسمنت الحديدى (الخرسانة المسلحة باسلاك او أسياخ الصلب) • وجميع الخرسانات المستعملة فى الهياكل تكون مسلحة •



وتتطلب عملية تصميم وتقطيع وتثبيت أسياخ التسليح مهارة فنية عالية ، لذا فان الخرسانة الحديثة تعتمد ايضا على الصلب ، ولذلك الغرض تم انشاء مصنع الحديد والصلب فى دولة قطر ، حيث ينتج المصنع حاليا ٣٣٠ر٠٠٠ ثلاثمائة وثلاثون الف طن مترى فى العام وباقطار من ١٠ ـ ٣٢ مم عادى ومجدول ، لتناسب جميع احتياجات النهضة الانشائية والمعمارية واحتياجات النهضة الصناعية فى دولة قطر •

استخدامات غير انشائية للخرسانة المسلحة :

يتم صنع هياكل كثيرة لاستخدامات غير انشائية مثل صناعة المواسير الخرسانية التى عليها ضغوط او قد تتعرض لصدمات من خرسانة مسلحة ، وكذلك هياكل بعض انواع قوارب الصيد او مقاعد للحدائق او هياكل خزانات لحفظ المواد وهياكل اخرى كثيرة صناعية وحضارية •

الخرسانة سابقة الصب :

وهناك اجزاء خرسانية يلزم صبها فى موقع العمل او الانشاء ، لكن بعض الاجزاء مثل الاعمدة او الكتل وايضا وحدات الحوائط او الاسقف فى بعض الحالات الانشائية ، يمكن صبها فى مواقع خاصة تسمى مصانع الخرسانة سابقة التجهيز ، ثم يتم نقلها الى المواقع الانشائية بالاعداد المطلوبة ويتم تركيبها وصب الاجزاء المكملة والتى يلزم صبها بالموقع لاستكمال الهيكل الانشائى •

تتميز الخرسانة سابقةالتجهيز او سابقة الصب بالاتى:

(١) ـ اختصار العمل فى الموقع الانشائى لانها تتم فى وقت سابق •

(٢) ـ مطابقتها للمواصفات والجودة المطلوبة ، حيث الظروف والتقنيات المطلوبة متوفرة فى مصانعها اكثر من مواقع الانشاءات •

(٣) ـ الاعمدة والقطاعات القياسية يمكن صنعها قبل الاحتياج لها بفترة طويلة ، ويتم صبها فى قوالب من الصلب •

الخرسانة سابقة الاجهاد :

من اهم واحدث انواع الخرسانات المسلحة فىالانشاءات هى الخرسانة سابقة الاجهاد التى تعتبر اهم واحدث تطور للخرسانة فى القرن العشرين • تم هذا الكشف وتم استخدامه استخداما محدودا فى الحرب العالمية الاولى •• لكنها انتشرت واكتسبت اهميتها فى الخمسة والعشرين عاما الاخيرة •

تعتبر الخرسانة سابقة الاجهاد هى التطور الطبيعى للخرسانة المسلحة ، وتتميز عنها بانها اكثر تحملا لاجهادات الثنى والشد من الخرسانة المسلحة ، مما يتيح للقطاعات الخرسانية ان تكون اخف وزنا من الخرسانة المسلحة العادية التى تتحمل نفس الاحمال ، ولذلك تستخدم فيها القضبان والحبال والكبلات المصنوعة من الصلب والتى تتحمل اجهادات شد عالية •

ويتم صنع الخرسانة سابقة الاجهاد بطريقتين اساسيتين :

(١) ـ طريقة الشد المسبق :

وفيها يتم شد أسياخ الصلب ، وتثبيتها جيدا ، ثم تصب الخرسانة من حولها وتترك الى ان تنضج اى تتجمد (تشك) ، وبالتالى تصل الى قوة التحمل المطلوبة ، وبعد ذلك يتم قطع نهايات الاسياخ ، ونظرا لمرونة أسياخ الصلب وثباتها فى الخرسانة ، فانها تجعل هذه القطاعات تحت ضغط قوى •

هذه الطريقة تصلح للقطاعات سابقة التجهيز ، التى تختلف كثيرا فى أطوالها واوزانها ، وتتراوح بين اعمدة الاسوار التى يبلغ طولها عدة اقدام فقط الى اعمدة الكبارى التى قد يصل طولها الى ١٥٠ قدما (٤٦ مترا) ووزنها عدة اطنان •

(٢) ـ طريقة الشد اللاحق :

وفيها يتم شد أسياخ الصلب بعد ان تتصلب الخرسانة وذلك عن طريق استخدام روافع هيدروليكية ، وطرق تثبيت خاصة للاسياخ ، وهذه الطريقة يمكن استخدامها فى القطاعات سابقة التجهيز حيث يتم ترك فراغات لقضبان الصلب اثناء تشكيل وصب القطاعات فى اماكنها ، وتشد • تستخدم هذه الطريقة كثيرا فى الكبارى والقناطر ، وقد يتم صب بعض اجزاء هذه المنشآت فى الموقع ، وغالبا مايتم صبها وانضاجها بعيدا عن الموقع (مصانع القطاعات الخرسانية سابقة التجهيز) ثم تنقل الى الموقع وتوصل الاجزاء بعضها بعضا ، ثم تربط جيدا ، وتشد قضبان الصلب ، فيصبح المنشأ اشبه مايكون بمجموعه من الكتب المتراصة بجانب بعضها بعضا ، ومتماسكة بالضغط على الكتابين الموجودين فى نهاية المجموعة •

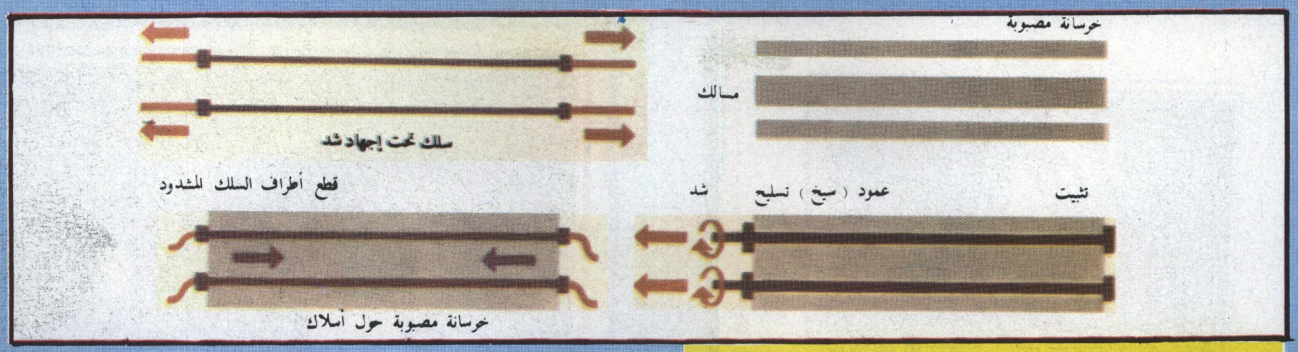
الخرسانة خفيفة الوزن :

الخرسانة العادية والمسلحة لها صفات ممتازة فى تحمل الضغوط العالية وصفات اخرى كثيرة جعلتها العملاق القادر على الارتفاع بناطحات السحاب عشرات الطوابق ومئات

ماذا تعرف عن الخرسانة الخفيفة ؟

كمرة خرسانية لاحقة الشد

كمرة خرسانية سابقة الشد

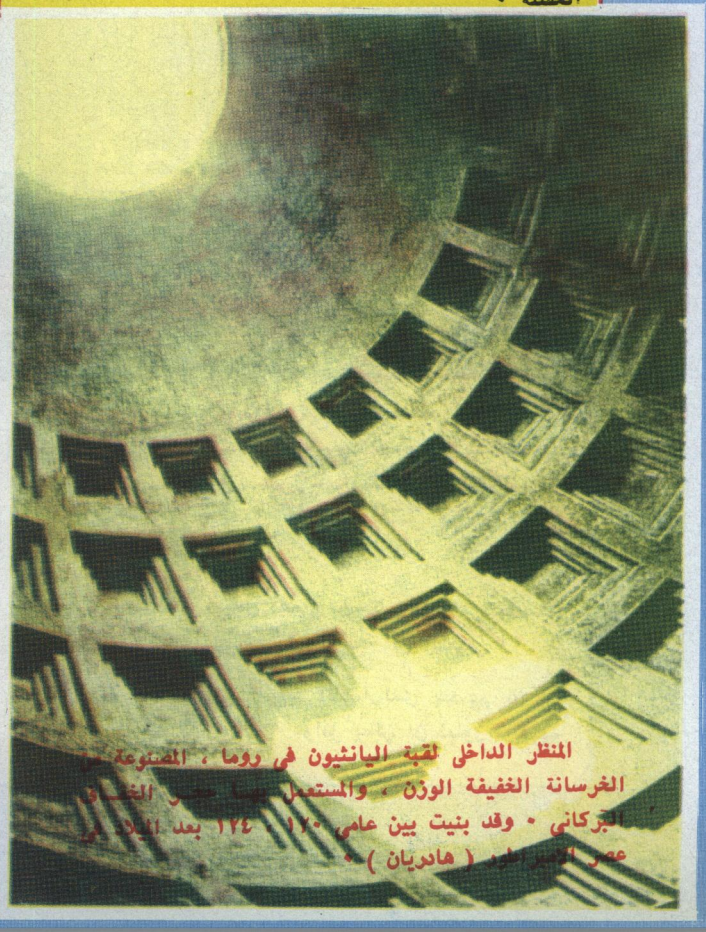


الامتلر • لكن هناك عيب لها فى بعض العملات الانشائية هو ثقل وزنها حيث يحتاج الشكل الانشائى فى بعض الحالات الى ان يكون الوزن اقل من الكثافة المتوقعة للخرسانة •

هذا مثلا ضرورى فى المنشآت ذات الفراغات المبنية الكبيرة مثل القباب الكبيرة الواسعة بحيث يكون الوزن هنا من العوامل الحرجة والهامة فى التصميم ، والحل المنطقى لذلك ، وكما اكتشف الرومان ، هو استخدام مكونات خرسانية خفيفة الوزن ، ثم استعمالها فى بناء قبة البانثيون فى روما ـ حيث ان حجمها اكبر قليلا من قبة كنيسة (سان بول) فى لندن ـ وكان الركام او الزلط المستخدم فى الخرسانة من مادة الحجر الخفاف ، ويعتبر هذا اول استخدام للخرسانة خفيفة الوزن فى التاريخ •

وفى بعض المناطق حيث يتوفر الحجر الخفاف ، قد يستعمل فى بناء المنازل ، وهناك مواد عديدة تدخل فى صناعة الخرسانة خفيفة الوزن ، مثل الحصى الخفيف الذى قد يكون ناتجا من الطفلة او متخلفا من رماد الفحم او خبث الافران الضخمة او العالية •

وهناك نوع آخر من الخرسانة خفيفة الوزن نسبيا كثافتها تقارب كثافة الخرسانة العادية تصنع من الحصى غير الناعم حيث يؤدى هذا الى ترك فراغات بسيطة بين الحبيبات الخشنة •



المنظر الداخلى لقبة البانثيون فى روما ، المصنوعة من الخرسانة الخفيفة الوزن ، والمستعمل فيها حجر الخفاف البركانى • وقد بنيت بين عامى ١٢٠ ، ١٢٤ بعد الميلاد فى عصر الامبراطور (هادريان) •

أما النوع الحديث من الخرسانة خفيفة الوزن ، فيتم صنعها بخلط مونة الاسمنت والرمل ثم يتم اضافة مواد كيميائية اليها أثناء تصنيع القطاعات والاجزاء الخرسانية سابقة التجهيز ، بعد ذلك يتم تعريض هذه الكتل الى ظروف من الضغط والحرارة يؤديان الى حدوث تفاعل ينتج عنه غازات تتكون داخل الكتلة الخرسانية فتصبح ذات كثافة اقل من المعدل ، وقد تصل فى حالة استخدام بودرة الالومنيوم الى انها تطفو على سطح الماء •

وقد يدخل الجير وبعض المواد الاخرى فى الخلطة ثم ترش بودره الالومنيوم فينتج غاز الهيدروجين مسببا انتفاخ الكتلة لتصبح اسفنجية ، ويتم هذا لفترة زمنية محددة يتم بعدها وقف التفاعلات باستعمال بخار ماء ذى ضغط عال فتنتج الخرسانة خفيفة الوزن •

والخرسانة خفيفة الوزن تفقد جزئا من خواصها الانشائية لكن تتبقى لها قوة تحمل معقولة ، ودرجة عالية من العزل الحرارى وايضا خفيفة الوزن لدرجة انها اقل كثافة من الماء •

أنواع خاصة من الخرسانة :

كما توجد انواع لاستعمالات واستخدامات خاصة محدودة ، فمثلا هناك نوع يدخل فيه الحصى شديد الصلابة لتكوين الخرسانة شديدة الصلابة المعرضة للاحتكاكات العالية والمستمرة •

كذلك الخرسانة ذات القدرة العالية على امتصاص الاشعاعات الذرية والنووية التى تستخدم فى بناء محطات القوى النووية ، حيث تستعمل انواع من الحصى ذات قدرة عالية على امتصاص الاشعاعات •

الخرسانة والحضارة :

من هذا العرض الموجز لاحد الانجازات العلمية الحضارية الهامة التى عرفت على مدى قرون ولكنها تدرجت علميا حيث انها الان المشكل الوحيد تقريبا فى انشاء الهياكل الانشائية وكثير من الاشياء غير الانشائية ، حيث ارتفعت الناطحات السكنية والادارية بثلاثين واربعين طابقا واكثر من ذلك بكثير فى كل انحاء العالم •

وفى دولتنا قطر الحبيبة نرى الناطحات وصلت قرابة الثلاثين طابقا • وبها أنشئت المنشآت الحضارية مثل المدارس والمستشفيات والمساجد والنوادى الرياضية والاجتماعية •