

□

المواد المضافة للخرسانة المسلحة

□ اعداد من قبل

□ المهندس

نارام عمر علي فتاح

□

□

□

٢٠٢٢

جدول المحتويات

٢	المقدمة.....
٣	الخرسانة.....
٥	خلط الخرسانة.....
٥	خواص الخرسانة المتصلدة.....
٥	مقاومة الضغط :
٦	مقاومة الانحناء.....
٧	معالجة الخرسانة.....
٨	المواد المضافة للخرسانة.....
١٧	أنواع المواد البوزولانية :
١٨	سلسلة بولي (Poly Series) :
١٩	مميزات السلسلة البوليمرية :
٢٦	الخاتمة.....

المقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

أبدأ بحثي هذا و الذي سوف القي فيه الضوء على " الخرسانة المسلحة و المواد المضافة لها " و
اتمنى ان استطيع ان اقدم العديد من المعلومات في هذا الموضوع مستنداً الى مصادر معينة و كل هدي في ان
يوفقني الله ان احقق في هذا البحث كافة الأهداف المرجوة منه و قد اعتمدت في بحثي على بحوث كل من
الأساتذة المهندسين القديرين :

د . نجم الدين محمد سعيد

م . عماد محمد حمادة

م . د . جمال صبرة

الخرسانة

الخرسانة هي مادة تتكون من الاسمنت و الرمل و الماء مع إضافة (الحصى او الاحجار المكسرة او المطحونة) تعد الخرسانة من أهم مواد البناء في العصر الحديث خصوصا مع تسليحها بالحديد لتكون خرسانة مسلحة.

الخرسانة هي مخلوط من مواد اولية مكونة من الرمل (و الحصى او كسر الحجر) و الأسمنت مع إضافة الماء اليهما. وعند خلطهم جيدا تتم عملية تماسك بينهم تسمى زمن الشك Setting time.

و للخرسانة خصائص كثيرة تمتاز بها عن المواد الأخرى، فهي تأخذ شكل صلد و متين مع الزمن تدريجيا و تبدأ بالشك الابتدائي Initial setting و تنتهى بالشك النهائي Final setting . كذلك فهي شديدة المقاومة للضغط Compression و لكنها في نفس الوقت ضعيفة جدا في مقاومتها للشد Tension لذلك فالخرسانة العادية (غير المسلحة) لاتستخدم ابدا في الأماكن التي تحدث فيها إجهادات الشد (مثل الكمرات beams).

للتغلب على هذه المشكلة ، يوضع الحديد و هو مقاوم ممتاز لقوى الشد و قوى الضغط و في حين ان أسياخ الحديد الطويلة يمكن ان تتحمل قوى الشد كلها فإن الخرسانة لا تتحمل قوى الضغط كلها إذا كانت قطاعاتها نحيفة Slinder فيحدث نتيجة لهذا انبعاج الخرسانة Buckling.

لذلك، نجد ان مركبا خليطا من الخرسانة و الحديد يعطى مادة مثالية لمقاومة الإجهادات المختلفة المؤثرة عليها ، و هذا المركب هو ما يعرف باسم الخرسانة المسلحة Reinforced concrete.

كما يوجد أنواع أخرى من الخرسانات المسلحة التي لها صفات و استخدامات خاصة مثل :

- الخرسانة المسلحة المصبوبة تحت الماء.

- الخرسانة المسلحة المقاومة للحريق.

- الخرسانة المسلحة المقاومة للإشعاعات الذرية.

- الخرسانة المسلحة للسدود.

- الخرسانة المسلحة ضد القنابل.

- الخرسانة المسلحة المقاومة للزلازل.

- الخرسانة المسلحة الملونة.

والطرق المختلفة لتجهيز منتجات الخرسانة المسلحة يكسبها أسماء أخرى مثل :

- الخرسانة المصبوبة في الموقع (لا يتم تحريك الجسم المصبوب بعد الصب) concrete In-Situ.

- الخرسانة مسبقة الصنع (تصب الاجسام في معامل خاصة و تتصلب هناك ثم تنقل إلى الموقع

المطلوب ليتم تركيبها بواسطة وصلات) Pre-Cast concrete products.

- الخرسانة مسبقة الإجهاد (تصب ويتم شدّها بأسلاك قوية جدا - يتم قطع هذه الاسلاك بعد تصلب الخرسانة لتصبح الخرسانة قادرة على حمل احمال كبيره جدا مثل الجسور الطويله جدا Pre-Stressed concrete).

خلط الخرسانة

قبل خلط مواد الخرسانة يجب التأكد من نظافة الرمل ولذلك يجب تنظيفهم من أي مواد عضوية عالقة بها وذلك بهزهم في المنخل Sieve و غسلهم بالماء قبل استعمالهم لأن وجود نسب كبيرة من الطين أو المواد العضوية أو الأملاح أو الفوسفاتات في الخرسانة يسبب تآكل و صدئ الحديد الموجود فيها و يضعف من قوتها. و يتم خلط المواد الأولية للخرسانة عموماً بطريقتين رئيسيتين :

١- الخلط اليدوي . ٢- الخلط الميكانيكي .

خواص الخرسانة المتصلدة

مقاومة الضغط :

تعد مقاومة الضغط هي أهم خواص الخرسانة المتصلدة على الإطلاق و هي تعبر عن درجة جودتها وصلاحيتها، و مقاومة الضغط هي المقاومة الأم للخرسانة حيث أن معظم الخواص و المقاومات الأخرى مثل الشد و الانحناء و القص و التماسك مع حديد التسليح تتحسن و تزيد بزيادة مقاومة الضغط و العكس صحيح. لذلك يجرى اختبار الضغط بغرض التحكم في جودة إنتاج الخرسانة في موقع المشروع كما يستخدم هذا الاختبار في أغراض التصميم الإنشائي لتحديد المقاومة المميزة و إجهاد التشغيل للخرسانة في الضغط الذي يؤخذ كنسبة من المقاومة القصوى للضغط. كما يفيد اختبار الضغط في تحديد صلاحية الحصى و الرمل و ماء الخلط للتعرف على تأثير الشوائب التي قد توجد بهما على مقاومة الضغط- للخرسانة. و الواقع حالياً أن مقاومة الضغط لخرسانة المنشآت التقليدية تتراوح بين ٢٥٠-٣٥٠ كجم/سم².

أما بالنسبة للمنشآت الخاصة و الوحدات سابقة التجهيز فمقاومة الضغط تزيد عن ذلك و تصل إلى ٥٠٠ كجم/سم².

و الوحدات الخرسانية سابقة الإجهاد يجب أن تكون ذات مقاومة للضغط تزيد عن ٤٠٠ كجم/سم² وقد تصل إلى ٦٠٠ كجم/سم².

مقاومة الشد tension :

اختلاف مقاومة الشد باختلاف عُمر الخرسانة

تتحمل الخرسانة العادية المتصلدة مقاومة الضغط بدرجة كبيرة و لذلك يجرى تصميم الخرسانة باعتبارها تقاوم إجهادات الضغط أساساً أما بالنسبة لمقاومتها لقوى الشد (سواء المباشر أو غير المباشر) فإنها تعتبر ضعيفة المقاومة للشد إذا ما قورنت بمقاومتها للضغط و مع ذلك إهتم الباحثون بمقاومة الشد في الخرسانة لأن حدوث معظم التشققات والشروخ فيها ناتج عن صغر مقاومتها للشد. ومقاومة الشد في الخرسانة تتراوح ما بين ٧٪ إلى ١٤٪ من مقاومتها للضغط أى بنسبة متوسطة قدرها ١٠٪ و تختلف هذه النسبة تبعاً لعمر الخرسانة. كذلك تعتمد هذه النسبة على رتبة الخرسانة.

و يلاحظ أنه كلما زادت مقاومة الخرسانة للضغط كلما قلت الزيادة النسبية لمقاومة الشد إلى أن تصل مقاومة الضغط إلى حوالي ٨٠٠ كجم/سم² عندها تصل مقاومة الشد إلى أقصى قيمة لها و التي تتراوح من ٦٠ إلى ٧٠ كجم/سم².

مقاومة الانحناء

عندما تتعرض كمرّة خرسانية للانحناء فإنه يمكن حساب مقاومة الانحناء (التي تعتبر أيضاً مقياساً لمقاومة الشد غير المباشر) وتسمى معايير الكسر في الانحناء وتتراوح قيم إجهادات معايير الكسر في الانحناء بين ١٢٪ - ٢٠٪ من مقاومة الضغط. وبالتالي فإن مقاومة الانحناء تزيد عن مقاومة الشد

للخرسانة بنسبة من ٦٠ إلى ١٠٠٪. وعموماً تؤخذ مقاومة الشد للخرسانة مساوية ل ٦٠٪ من قيمة مقاومة الإنحناء. ومن ذلك يتضح أن مقاومة الإنحناء تزيد عن مقاومة الشد بحوالي ٤٠٪. ويجرى اختبار الإنحناء لتعيين مقاومة الخرسانة المتصلدة للإنحناء ودراسة سلوك الكمرات الخرسانية عند تعرضها لأحمال إنحناء وكذلك شكل الكسر الناتج عن انهيار هذه الكمرات.

مقاومة القص sheer :

قوى القص المباشرة هي قوتين متساويتين ومتوازيتين تؤثران على مستويين على مسافة صغيرة جداً من بعضهما. تكون دائماً مصحوبة بعزم إنحناء أى بإجهادات شد وضغط لذلك فمن النادر إجراء اختبار مقاومة القص المباشر للخرسانة وخصوصاً أنه في استعمالات الخرسانة نادراً ما تتعرض للقص الخالص وإنما تتعرض للقص المصحوب بإنحناء. ولقد وجد أن مقاومة القص في الخرسانة أكبر من مقاومتها للشد بحوالي ٢٠ إلى ٣٠٪ أى أنها حوالي ١٠ إلى ١٢٪ من مقاومة الضغط.

معالجة الخرسانة

ولكن في جميع الأحوال ما عدا بعض التطبيقات الهامة، يجب أن تتم العناية بصورة متقنة حتى تتم معالجة الخرسانة جيداً، وتحقيق أفضل قوة وصلابة يتم هذا بعد أن يتم صب الاسمنت. يحتاج الأسمنت إلى الترطيب، التحكم في البيئة المحيطة لاكتساب القوة والتصلب بشكل كامل امر ضرورى. مزيج الاسمنت يتصلب مع مرور الزمن، في البداية يكون سائلا ثم يصبح صلبا وان كان ضعيفا جدا، ويزداد قوة في الأيام والأسابيع التالية. بعد حوالي ٣ أسابيع، عادة ما يتم التوصل إلى أكثر من ٩٠ من قوته النهائية، على الرغم من أنه قد يلزم عدة عقود من أجل تعزيز هذه القوة.

الاماهة والتصلب للخرسانة خلال الأيام الثلاثة الأولى أمر بالغ الأهمية. التجفيف السريع بصورة غير طبيعية والانكماش نتيجة لعوامل مثل التبخر بفعل الرياح عند الصب قد يؤدي إلى زيادة اجهاد الشد في الوقت الذي لم يحصل بعد على قوة كبيرة، مما يؤدي إلى مزيد من التشقق الناجم عن الانكماشات.

يمكن زيادة القوة في وقت مبكر بابقائه رطبا لفترة أطول خلال عملية المعالجة. التقليل من الإجهاد قبل المعالجة يقلل من التكسر. تزداد قوة الخرسانة لمدة تصل إلى ثلاث سنوات. ذلك يعتمد على ابعاد المقطع العرضي للمبنى و شروط استغلال الهيكل. خلال هذه الفترة يجب أن تكون الخرسانة في ظروف ذات درجة حرارة و رطوبة متحكم بها.

في الممارسة العملية، يتحقق ذلك عن طريق الرش أو غمر سطح الخرسانة بالماء، مما يوفر الحماية الشاملة من الآثار السيئة للظروف المحيطة. الصور تظهر اثنين من العديد من الطرق لتحقيق ذلك، الغمر والتغليف البلاستيكي (لمنع تبخر المياه). المعالجة بشكل صحيح تؤدي إلى زيادة القوة وانخفاض النفاذية، وبقاء تكسر السطح حين يجف قبل الأوان. ويجب أيضا الحرص على تجنب التجمد أو تسخين الاسمنت (استخدم في سد هوفر أنابيب تحمل المبرد أثناء الإعداد لتجنب إلحاق الضرر بالخرسانة). عدم المعالجة السليمة يمكن ان تؤدي إلى انخفاض قوة الخرسانة، وضعف المقاومة للتآكل والتشقق.

المواد المضافة للخرسانة

هي عبارة عن مواد أو تراكيب من عدة مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط لتحسين خاصية أو أكثر من خواص الخلطة الخرسانية ، و إكسابها مميزات جديدة تتناسب مع الأغراض و متطلبات المشروع . ان اهم الاهداف من استعمال المواد المضافة في الخرسانة الطرية هي :

١. زيادة قابلية تشغيل الخرسانة دون الحاجة لزيادة كمية الماء المضافة

٢. زيادة مقاومة الانضغاط في الايام الاولى من عمر الخرسانة

٣. تقليل الحرارة الناتجة من عملية الاماهة

٤. ابطاء او تعجيل زمن التماسك الاولي

٥. تقليل النضح في الخرسانة

٦. تحسين قابلية ضخ الخرسانة والتقليل من الانعزال

٧. انتاج خرسانة خفيفة الوزن

٨. اكساب الخرسانة مقاومة اضافية لنفاذية السوائل والامتصاص

٩. تلوين الخرسانة

١٠. تحسين التماسك بين الخرسانة القديمة والجديدة

١١. الحصول على خرسانة مقاومة و عازلة للماء أو مقاومة للكيمياويات أو للاحتكاك

١٢. انقاص كمية الماء الممكن استعمالها في الخلطة للحصول على مقاومة عالية للانضغاط و

التآكل

١٣. زيادة قوة الترابط بين الخرسانة و حديد التسليح

١٤. منع صدأ حديد التسليح

١٥. لتقليل تفاعل الركام مع القلويات في الخرسانة

شروط المواد المضافة : يجب أن تحقق المواد المضافة عدداً من الشروط هي:

١. محققة للأمان الخرساني المطلوب .

٢. يجب أن تكون اقتصادية التكاليف.

٣. يجب أن لا تكون مضرّة للخلطة الخرسانية أو المبنى

أنواع الإضافات : تندرج المضافات أساساً ضمن ثلاث مصنفات رئيسية هي :

١- إضافات مسرعة للتفاعل (Accelerators): عمل هذه الإضافات هو تقليل زمن التصلب حيث تقوم بزيادة سرعة الحصول على المقاومة. ان اكثر المواد استعمالاً لتسريع التفاعل هي كلوريد الكالسيوم ، و من الضروري تحديد الكمية القياسية اللازمة في الخلطة ، و البالغة بحدود % ١,٥ من وزن الاسمنت ، و ذلك لان زيادتها تؤدي الى صدأ حديد التسليح لذا يجب الحذر من هذه المادة عند استعمالها في الخرسانة المسلحة و بالاحص في الخرسانة مسبقة الجهد .هناك مادة جديدة مسرعة للتفاعل ظهرت في الفترة الاخيرة وهي فورمات الكالسيوم تكون اقل خطورة من كلوريد الكالسيوم.

بشكل عام فإن المواد المسرعة للتفاعل تضعف من مقاومة الخرسانة للاملاح ولذلك يجب تجنب استعمالها في خرسانة الاسس.

تستعمل المواد المسرعة للتفاعل في :

أ . الاعمال الخرسانية في الاجواء الباردة، و ذلك للتسريع في الحصول على مقاومة كافية للخرسانة لمنع حدوث الانجماد .

ب . للتسريع في رفع القوالب واستعمالها في مكان اخر ، ولكن يجب الحذر من استعمالها في الاجواء الحارة حيث ان تأثيراتها تكون سلبية على الخرسانة .

٢- إضافات مبئنة للتفاعل (Retarders) وهي التي تقوم بتقليل سرعة التفاعلات للأسمنت في ظروف الأجواء الحارة و تقليل معدل سرعة زيادة المقاومة .

٣- إضافات مقللة للماء (water reducing agent) و من الامثلة على هذه المادة ، حوامض الكربوكسيل الهيدروكسيلية و اللينيو سلفونيت. تعمل هذه المادة على زيادة مقاومة الانضغاط، فالتقليل في كمية الماء المضافة بحدود %٥ تزيد من مقاومة الخرسانة بحدود ٨ % . كذلك و تحسن هذه المادة من متانة الخرسانة و قابلية تشغيلها و تقلل من كمية الأسمنت المستعملة مع ثبات مقاومة الانضغاط و قابلية التشغيل .

٤- إضافات الهواء المقصود (Air entraining agent) ومن الأمثلة على هذه المواد، قرمة شجرة البلوط ، حيث تخلط كمية معينة من هذه الإضافة مع الخلطة الخرسانية فينتج مجموعة كبيرة من الفقاعات الهوائية الدقيقة (بحدود ١ ملم في قطرها) تتوزع بصورة منتظمة في الخلطة فتحسن هذه الفقاعات من قابلية تشغيل الخرسانة الطرية ، ان اضافة ٥٪ من الهواء المقصود للخلطة تسمح بخفض ٧٪ من ماء الخلطة الخرسانية . و أيضا تحسن هذه الاضافات من خواص الخرسانة المتصلبة من حيث زيادة المتانة و مقاومتها للانجماد و الذوبان و تقليل النفاذية و تساهم في تخفيف وزن المنشأ وهي تستخدم في الطرق و ممرات الطائرات و الخرسانة الخفيفة . ومن تأثيراتها السلبية فأنها تقلل من مقاومة تحمل الخرسانة ، فإضافة ١٪ من الهواء المقصود تقلل من مقاومة تحمل الخرسانة المتصلبة بحدود ٤ ٪ .

ان وجود كميات من الهواء المقصود في الخلطة الخرسانية هي بمثابة وجود كميات اضافية من الرمل الناعم في الخلطة، ولهذا السبب يفضل استعمال الهواء المقصود في الخلطات التي تعاني من وجود نقص في الرمل الناعم .

٥- المواد المضافة المؤخرة للتفاعل: ومن الأمثلة على هذه المواد ، الحوامض او الاملاح الحاوية على مجموعة الهيدروكسيل . تستعمل هذه المواد بشكل رئيسي في الاجواء الحارة ، حيث تقوم بتأخير عملية التماسك و التصلب للخلطة الخرسانية ، و خاصة في عملية ضخ الخرسانة الى ارتفاعات عالية في الجو الحار ، فعند وصول الخرسانة الى هذا الارتفاع مع تولد احتكاك عالي في انبواب الضخ ، تكون الخرسانة قد تماسكت و بالتالي فإن الصب سيكون صعباً جداً.

٦- المواد المضافة المضادة للبكتيريا: (Anti-bacterial admixtures) تستخدم هذه المواد في خرسانة الأرضية و خرسانات الجدران التي سببت لها البكتريا التآكل. و هذه الإضافات تكون ذات قوة تمنع النشاط الحيوي للكائنات الدقيقة الميكروبيولوجية (البكتيريا و العفن) و تستخدم هذه الاضافات في أحواض السباحة و أرضيات مصانع الألبان و مصانع حفظ المأكولات.

٧- إضافات لحمن الخرسانة : (Flexin) وهي مادة تحقن في الخرسانة المسلحة في حالة وجود تشققات و عيوب في أجزاء المبنى و خاصة تحت الأرض المعرضة للرطوبة و تكون هذه المادة مقاومة لتأثير التآكل وهي مرنة و تتحمل درجة الحرارة و سريعة الجفاف بعد الاستخدام.

٨- إضافة المادة الملونة للخرسانة: (Coloured concrete admixtures) تتطلب بعض الأعمال المعمارية أن تكون الخرسانة ذات سطح ملون و لذلك يلزم إضافة مواد ملونة للخلطة التي تصب منها طبقة رملية على سطح الخرسانة الاصيلي. و يشترط فيها أن تكون خاملة كيميائياً و عدم تغير ألوانها عند التعرض لأشعة الشمس. و من أمثلتها ثاني اوكسيد المنجنيز وأوكسيد هيدروكسيد الكروم. و من امثلة اضافات الخرسانة نستعرض بعض المواد بكل تفصيلاتها :

كلوريد الكالسيوم (Chlorid Calcium) :

إن إضافات كلوريد الكالسيوم للخرسانة له تأثيرات مفيدة كثيرة على بعض خواص الخرسانة الطازجة و المتصلدة و فيها يلي توضيح لأثر كلوريد الكالسيوم على الخرسانة :

أ- الشك الابتدائي و النهائي :

فإنه يلاحظ انخفاضاً في زمن الشك الابتدائي و كذلك تأثيره على مقاومة التماسك بين الحديد و الخرسانة عند درجات الحرارة العادية و المنخفضة عند إضافة كلوريد الكالسيوم للخلطة الخرسانية بنسبة ٢٪ من وزن الأسمنت.

ب- المقاومة المبكرة :

يكسب كلوريد الكالسيوم الخرسانة مقاومة مبكرة بدون تقليل المقاومة النهائية و هذه ميزة هامة لأسباب عديدة منها :

• تقليل زمن فك الشدات إلى النصف.

• يؤدي سرعة فك الشدات إلى الاستعمال المبكر للمبنى.

ت- الحماية من تأثيرات الجو البارد و الرطب:

• تتأثر نسبة زيادة مقاومة الخرسانة بدرجة الحرارة حيث تكون المقاومة القصوى المطلوبة عند

درجة الحرارة $37,7^{\circ}\text{م}$ كما تغير واضح في المقاومة إذا انخفضت درجة الحرارة.

• هنا تظهر فائدة كلوريد الكالسيوم حيث يجعل الخرسانة و كأنها في طقس معتدل وهذه الفائدة

ترجع إلى زيادة الحرارة المتولدة من التفاعل و ثباتها مع أن استعمال كلوريد الكالسيوم في درجات الحرارة

العادية يؤدي إلى الحصول على المقاومة المطلوبة عند نصف الزمن إلا أن لوحظ أن النسبة المئوية

للزيادة في المقاومة تكون أكبر لدرجات الحرارة المنخفضة فمثلاً في درجة حرارة $21,1$ درجة مئوية تحصل

الخرسانة المعالجة بكلوريد الكالسيوم على مقاومة في يوم واحد تعادل ما تكسبه الخرسانة الغير معالجة

في ثلاثة أيام.

• و يجب ملاحظة أن كلوريد الكالسيوم لا يعتبر مانعاً للتجمد و لذلك يجب إتباع إجراءات الوقاية في

الأجواء شديدة البرودة لفترة من 3-7 أيام.

ث- فوائد إضافية لكلوريد الكالسيوم:

• تزيد المقاومة النهائية للخرسانة بالإضافة إلى زيادة المقاومة المبكرة و لقد أظهرت التجارب

زيادة مقدارها 9% في فترة ثلاث سنوات.

• زيادة قابلية التشغيل للخرسانة الطازجة مع الاحتفاظ بنسبة الماء إلى الأسمنت (م / س).

الحصول على خرسانة ذات كثافة عالية :

• زيادة مقاومة سطح الخرسانة للتآكل و باستعمال كلوريد الكالسيوم تكون المقاومة الناتجة

مماثلة لتلك التي نحصل عليها من المعالجة بواسطة الخيش المبلل لمدة ثلاث أيام .

• يقلل فقدان الرطوبة أثناء الخلط ويساعد على تسهيل عملية الخلط مع الماء.

ملاحظات خاصة بشأن استخدام كلوريد الكالسيوم :

أ- يضاف كلوريد الكالسيوم إلى الماء ولا يجب إضافة الماء إلى كلوريد الكالسيوم حيث أن صب الماء على كلوريد الكالسيوم سوف ينتج عنه تكون طبقة سطحية جافة من الصعب إذابتها.

ب- لا يجب إضافة كلوريد الكالسيوم بأكثر من النسب المطلوبة .

ج- يستخدم كلوريد الكالسيوم على هيئة محلول أو بودرة (مسحوق) .

د- في حالة إضافة كلوريد الكالسيوم بهيئة البودرة فإنه يجب إضافته للخرسانة قبل تفرغ

الخرسانة من الخلطة بمدة كافية لضمان توزيعه بانتظام على أجزاء الخلطة و على ذلك فإنه يجب خلط الخرسانة لمدة عشرين دوراً للتأكد من جودة الخلطة.

هـ- يجب عدم حدوث تلامس بين كلوريد الكالسيوم و الأسمنت الجاف.

و- عند استعماله في المناطق الحارة يجب تغطية الخرسانة.

ز- يزيد معدل مقاومة الخرسانة الناتجة والمضاف إليها كلوريد الكالسيوم في الثلاثة الأيام الأولى

ولكن يقل معدل هذه الزيادة في الأيام التالية.

مادة ADDICRETE BVD :

التعريف : إضافة عالية التركيز لتحسين قابلية التشغيل و زيادة المقاومة مع زيادة زمن الشك

للخرسانة .

المواصفات القياسية : (الأديكريت بي في دي) يفي بإشتراطات المواصفات القياسية الأمريكية

. DIN ١٠٤٥ و ASTM C٤٩٤ Types B،D

وصف المنتج : إضافة للخرسانة سائلة بنية اللون جاهزة للإستعمال لحظية الذوبان في الماء

أساسها مادة جلوكونات الصوديوم.

مجال الإستعمال : يستعمل الأديكريت بي في دي مع جميع أنواع الأسمنت للحصول على الخواص

التالية للخرسانة الناتجة :

- زيادة زمن الشك مع عدم التأثير على قابلية الإنضغاط
- زيادة قابلية التشغيل بدون نقص مقاومة الإنضغاط
- زيادة مقاومة الإنضغاط بدون نقص قابلية التشغيل
- التوفير في استهلاك الأسمنت بدون نقص قابلية التشغيل أو مقاومة الإنضغاط.

الخواص الفنية :

- مادة التركيب الأساسية : جلوكونات الصوديوم
- الوزن النوعي : $1,15 \pm 0,01$ كجم/ لتر
- نسبة الكلوريدات : صفر
- نسبة الهواء المحبوس : تقريباً صفر
- التوافق مع أنواع الأسمنت : جميع أنواع الأسمنت البورتلاندي

المميزات :

- تأخير زمن الشك بدون التأثير على مقاومة الخرسانة
- زيادة الوقت المسموح به في صب ودمك الخرسانة
- تحسين قابلية التشغيل وتسهيل صب ودمك الخرسانة
- زيادة مقاومة الإنضغاط المبكرة و النهائية للخرسانة و زيادة قوة التماسك مع حديد التسليح

· تحسين جودة و كثافة و قوة تحمل و شكل السطح النهائي للخرسانة

· يزيد من سيولة الخرسانة بدون زيادة مياه الخلط

· يسهل من ضخ الخرسانة و يمنع إنسداد المواسير و يقلل إحتكاك الخرسانة مع سطح المواسير

· يقلل من الإنكماش و شروخ الجفاف

· خالي من الكلوريدات و يستعمل بأمان في أعمال الخرسانة المسلحة

· مناسب للإستعمال بوجه خاص لأعمال الخرسانة في الأجواء الحارة

· إقتصادي و يمكن الحصول على درجة التشغيل و المقاومة المطلوبة بكمية أقل من الأسمنت

طريقة التشغيل : يضاف (BVD) أثناء عملية الخلط بعد إضافة المياه أو يضاف إلى المياه

قبل عملية خلط الخرسانة مباشرة .

معدل الإستهلاك : الجرعة العادية حوالي ٠,١٥ - ٠,٣٠ ٪ من وزن الأسمنت أي ٠,٥ - ١,٠

كجم لكل متر مكعب من الخرسانة أو ٠,٢٥ - ٠,٥ كجم لكل مائة لتر من مياه الخلط.

المواد البوزولانية (Material Pozzolanic) :

وهي الخامات السيليسية والألومينية التي تتصف بأنها ليست ذات قدرة لاصقة أو أسمنتية إلا أنها

تتفاعل مع الجير في وجود الماء لتكون مواد ذات خواص إسمنتية وهي تتواجد في الطبيعة كخامات معدنية

كما يمكن تحضيرها صناعياً .

وعند خلط أنواع جيدة من المواد البوزولانية مع الأسمنت البورتلاندي نجد أنها تحسن الخواص

التالية:

• قابلية التشغيل.

- مقاومة منفضية الماء.
- مقاومة فعل الكبريتات.
- مقاومة التشقق.
- مقاومة الضغط.
- مقاومة تأثير الركام القلوي.
- مقاومة القابلية للذوبان و التآكل.
- مقاومة الانكماش الحراري.

أنواع المواد البوزولانية :

أ- الخامات الطبيعية :

- الطفلة و الطين (Shale & Clay).
- المواد الأوباليتية (Materials Opaltine)
- الرواسب البركانية (Tuffs Volcanic)

ب- الخامات الصناعية :

- رماد الفحم (Ash Fly) ويستخرج من أفران المحطات الحرارية التي تستخدم الفحم كوقود.
- رماد الطين الطفيلي الزيتي المحروق: وهذا النوع من الطين يكون أصلاً محتويًا على كمية من زيت البترول و يحرق كوقود و الرماد الناتج هو الذي يمكن استخدامه .
- الطوب المحروق- الطوب الحراري المطحون- خبث الأفران العالية (المبرد فجائياً بالماء والمبرد

بالهواء).

ومن ملاحظات استخدام هذه المواد :

- مقاومة الشد أعلى بعد مرور وقت طويل تحسين المقاومة للتشقق.
- مقاومة الضغط أقل بعد مرور وقت قصير وتقريباً متساوية بعد مرور وقت طويل تعطي مقاومة مناسبة لجميع أغراض الاستخدام العادي .
- حرارة الاماهة أقل يقل الانكماش الحراري و التشقق عند انخفاض الحرارة.
- قوام العجينة أحسن أقل تشققاً.
- مقاومة الكبريتات تزداد للاستخدامات البحرية و التربة القلوية.
- قابلية التشغيل تتحسن هامة عند الخلط بالركام والماء.

**و من المواد التي يتم استعمالها في السليمانية ، التي قُمتُ بزيارة
معاملتها و بعمل تطبيقات عملية عليها هي :**

سلسلة بولي (Poly Series) :

سلسلة بولي من الملدنات الممتازة شكلت بشكل اساسي من (بولي نغثالين سلفونات) . هذه السلسلة صممت خصيصاً لتعزيز قوة و فعالية أداء الماء الموجود في خلطة الأسمنت و تؤدي الى تسرع عملية التصلب ، ان سلسلة بولي تعطي زيادة في المتانة و التصلد باستخدام نفس المقدار من كمية الماء .

السلسلة البوليمرية تستخدم في الحالات الآتية : -

- تعزيز قوة الخرسانة .
- تقليل نسبة الماء و الأسمنت في الخليط .
- لإنتاج خرسانة ذو فعالية عالية الجودة و المتانة و مقاومة الماء .
- تستخدم في البلاط ، الأساس ، الأبنية الجاهزة ، الجدران الستائرية ، العوارض، الأعمدة ، الجسور ، الأبنية المعمارية و خرسانة RCC .
- تستخدم لخرسانة الأسطح الرقيقة و الاسطح ذات الامدادات الكثيرة .
- تستخدم للخرسانة الجاهزة .
- لصنع وحدات البناء الجاهزة و قطع الجدران الاسمنتية .
- للإستخدامات التي يكون فيها التصلب السريع مطلوباً .

مميزات السلسلة البوليمرية :

- زيادة الفعالية دون اللجوء الى زيادة استخدام الماء .
- التصلب و المتانة السريعة و الطويلة الأمد للخرسانة .
- سطح أملس عند سوي الأرض .
- مناسب لبناء الخرسانات المسلحة .
- يزيد من مقاومة الخرسانة للماء و التجمد .

الكمية المستخدمة :

تضاف هذه المادة الى خليط الخرسانة حسب الأداء أو النتيجة المطلوبة من الخرسانة و عادة تكون بين ٩٩٪ الى ٢٪ من نسبة المواد الاساسية للخرسانة اذا أضيف اكثر من ٢٪ في شهور الشتاء فيجب مراقبة حالة التثبط لإيجاد النسبة الأفضل من الكمية المضافة ، و يفضل ان يتم تجربتها بنسب مختلفة .

المضافات البوليمرية تتوافق مع المضافات الأخرى للخرسانة ، بحيث يجب انسكابها على مادة ممتصة كفيرميكدولايت و نقلها و جمعها من خلال حاويات مناسبة ، لا يجب ادخالها في الصرف الصحي او المسطحات المائية ، التخليص منها يجب ان يكون وفق قوانين و معايير الصحة المحلية .

المواصفات التقنية :

سائل قهوائي غامق اللون
درجة التجمد (- ١٠ مئوية)
المكونات الكيميائية : - بولي نفتالين سلفونات
PH (٧ - ١٠)
الكثافة (١,١٩٥ - ١,٠٦)
نسبة الكلورايد (> ٠,١ %)
فلز قلوي (> ٤)

و السلسلة البوليمرية غير قابلة للإشتعال .

و قد قمت بنفسى بعمل تطبيق للمواد المضافة من السلسلة البوليمرية و قمت باستخدام (Poly

٥٥) و (PASS ٤٥٠) بنسب مختلفة ، علما ان هناك بعض الاختلافات في المواصفات التقنية لـ

(Poly ٥٥) و (Pass ٤٥٠) سأعرض بعض منها :

٥٥ Poly : المواصفات التقنية

سائل قهوائي غامق	اللون
- ١٠ مئوي	درجة التجمد
بولي نفتالين سلفونات	المكونات الكيميائية
٧ - ٩	PH

الكثافة	١,٠٨ - ١,١٢٠
نسبة الكلورايد	< ٠,١ %
فلز قلوي	< ٥

Pass ٤٥٠ : المواصفات التقنية

اللون	اصفر الى شمعي
درجة التجمد	- ١٥ منوي
المكونات الكيميائية	بولي كاربوكسيليت بوليمر
PH	٤- ٦
الكثافة	١,٠٨ - ١,١١٠
نسبة الكلورايد	< ٠,١ %
فلز قلوي	< ٥

(*) سأعرض النسب و النتائج قبل و بعد الإضافات للخرسانة بعد (٧ ايام و ٢٨ يوم) .

قبل اضافة مادة ٥٥ Poly الى كمية (٣٠٠ كغم) من الاسمنت لكل (١) م^٣ من الخرسانة

Cube Number	Cube weight	Cube density (kg/m ^٣)	Max breaking load (KN)	Cube Compressive strength (mpa)	day
١	٨.٠٦٢	٢٤٨٩	٢٦٠	١٦	٧
٢	٨.٠١١	٢٤٧٤	٣٩٤	١٧,٥١	
٣	٨,١٢٦	٢٤٠٨	٢٧٦	١٦,٧١	
٤	٨.٠٧٢	٢٣٩٢	٥٤٠	٢٤	٢٨
٥	٨.١١١	٢٤٠٣	٥١٣	٢٢,٨	
٦	٨.١٤٢	٢٤١٢	٥٢٢	٢٣,٢	
AVG. Compressive strength(mpa) (٢٨ days)				٢٣,٣	

بعد اضافة مادة ٥٥ Poly الى كمية (٣٠٠ كغم من الاسمنت لكل (١) م^٣ من الخرسانة

Cube Number	Cube weight	Cube density (kg/m ^٣)	Max breaking load (KN)	Cube Compressive strength(mpa)	day	admixture (kg)
١	٨,١٠٥	٢٤٠١	٤٢٨	١٩,٠٢		

٢	٨,١٩	٢٤٢٧	٤٥٥	٢٠,٢٢	٧	٣,٣
٣	٨,١٠٣	٢٤٠١	٤٧٣	٢١,٠٢		
٤	٨,٠٥٧	٢٣٨٧	٦٣٠	٢٨		
٥	٨,٠٢٦	٢٣٧٨	٦٦٠	٢٩,٣٣	٢٨	٣,٣
٦	٨,٠٧٩	٢٣٩٤	٦٩٨	٣١,٠٢		
AVG. Compressive strength(mpa) (٢٨ day)				٢٩,٤٥		

قبل اضافة مادة ٥٥ Poly الى كمية (٣٥٠ كغم) من الاسمنت لكل (١) م^٣ من الخرسانة

Cube Number	Cube weight	Cube density (kg/m ^٣)	Max breaking load (KN)	Cube Compressive strength (mpa)	day
١	٨,١	٢٤٠٠	٤٢٨	١٩,٠٢	
٢	٨,١٥	٢٤١٥	٤٤٦	١٩,٨٢	٧
٣	٨,١٢	٢٤٠٦	٤٥٧	٢٠,٣١	
٤	٨,١٣	٢٤٠٩	٦١٠	٢٧,١١	
٥	٨,١٤	٢٤١٢	٦٣٥	٢٨,٢٢	٢٨
٦	٨,١٦	٢٤١٨	٦٥٧	٢٩,٢	
AVG. Compressive strength(mpa) (٢٨ day)				٢٨,١٧	

بعد اضافة مادة ٥٥ Poly الى كمية (٣٥٠ كغم) من الاسمنت لكل (١) م^٣ من الخرسانة

Cube No.	Cube weight	Cube density (kg/m ³)	Max breaking load (KN)	Cube Compressive strength(mpa)	day	admixture (kg)
١	٨,١٥٥	٢٤٢١	٥١٨	٢٣,٠٢	٧	٣,٨٥
٢	٨,١٤٥	٢٤٢٣	٥٢٨	٢٤,٨		
٣	٨,١٣٥	٢٤٢٠	٥٣٥	٢٣,٧٨		
٤	٨,١٢٥	٢٤١٢	٧٢٠	٣٢	٢٨	٣,٨٥
٥	٨,١١٥	٢٤٠٩	٧٥٤	٣٣,٥١		
٦	٨,١١	٢٤١٧	٨٤٢	٣٧,٤٢		
AVG. Compressive strength(mpa) (٢٨ day)				٣٤,٣١		

قبل اضافة مادة ٤٥٠ Pass الى كمية (٤٠٠ كغم) من الاسمنت لكل (١) م^٣ من الخرسانة

Cube Number	Cube weight	Cube density (kg/m ³)	Max breaking load (KN)	Cube Compressive strength (mpa)	day	
١	٧,٩٧٣	٢٣٦٢	٦١٦,٥	٢٤,٤	٧	
٢	٨,٠١٣	٢٣١٤	٦٣٠	٢٨		
٣	٨,٠٦٣	٢٣٨٩	٥٨٥	٢٦		
٤	٨,٠٥٥	٢٣٨٧	٧٩٦,٥	٣٥,٤	٢٨	
٥	٨,١١٢	٢٤٠٣	٨١٠	٣٦		
٦	٨,١٠٢	٢٤٠٠	٩٠٠	٤٠		
AVG. Compressive strength(mpa)				٣٧,١٣		

(28 day)

بعد اضافة مادة ٤٥٠ Pass الى كمية (٤٠٠ كغم) من الاسمنت لكل (١) م^٣ من الخرسانة

Cube Number	Cube weight	Cube density (kg/m ^٣)	Max breaking load(KN)	Cube Compressive strength(mpa)	day	admixture (kg)
١	٨,٠٢٠	٢٣٧٦	٧٤٢,٥	٣٣	٧	٤,٤
٢	٨,١٣٧	٢٤١٠	٨٠٥,٥	٣٥,٨		
٣	٨,١٠٨	٢٤٠٢	٧٥١,٥	٣٣,٤		
٤	٨,١١٠	٢٤٠٢	٩٤٥	٤٢	٢٨	٤,٤
٥	٨,٠٦٥	٢٣٨٩	٩٩٤,٥	٤٤,٢		
٦	٨,٠٧٣	٢٣٩٢	١٠١٤	٤٥,١		
AVG. Compressive strength(mpa) (٢٨ days)				٤٣,٧٦		

قبل اضافة مادة ٤٥٠ Pass الى كمية (٤٥٠ كغم) من الاسمنت لكل (١) م^٣ من الخرسانة

Cube Number	Cube weight	Cube density (kg/m ^٣)	Max breaking load (KN)	Cube Compressive strength (mpa)	day
١	٨.٠٤٥	٢٣٨٣	٧٢٠	٣٢	٧
٢	٨,٠٥٠	٢٣٨٥	٧٤٩,٢٥	٣٣,٥	
٣	٧.٩٨١	٢٣٦٤	٨٥٧,٢٥	٣٨,١	

٤	٨,٠٨٠	٢٣٩٤	٩٧٢	٤٣,٢	٢٨
٥	٨.٠٦٦	٢٣٨٩	٩٦٠,٧٥	٤٢,٧	
٦	٧.٩٩٠	٢٣٦٧	١٠١٤,٧٥	٤٥,١	
AVG. Compressive strength(mpa) (٢٨ days)				٤٣,٦٦	

بعد اضافة مادة ٤٥٠ Pass الى كمية (٤٥٠ كغم) من الاسمنت لكل (١) م^٣ من الخرسانة

Cube Number	Cube weight	Cube density (kg/m ^٣)	Max breaking load(KN)	Cube Compressive strength(mpa)	day	admixture (kg)
١	٨,٠٤٥	٢٣٨٣	٩٩٠	٤٤	٧	٥
٢	٨,١٢٠	٢٤٠٥	١٠٣٩,٥	٤٦,٢		
٣	٨.٠٧٥	٢٣٩٢	١٠٩٨	٤٨,٨		
٤	٨.٠٥٥	٢٣٨٦	١١٧٠	٥٢	٢٨	٥
٥	٨,٠٨٠	٢٣٩٤	١١٥٤	٥١,٣		
٦	٨.١١٥	٢٤٠٤	١٢٥٣	٥٥.٧		
AVG. Compressive strength(mpa) (٢٨ days)				٥٣		

الخاتمة

نستخلص مما تقدم ان الاضافات يجب ان ينبه لها جيداً من قبل المواطنين و المقاولين ، لأنها

لم تستخدم بالشكل المطلوب و المرجو من حيث المواصفات . علماً أنها طبقت في المشاريع الحكومية

و الاهلية بصورة كبيرة و يعود عدم استخدنها لدى المواطنين لخوفهم من الزيادة في التكلفة و كذلك
عدم الاهتمام و قلة المعلومات لدى المواطنين .

و في الختام اتمنى ان اكون قد وفيت و أضفت و لو بقدر قليل في كتابة هذا البحث باسم "
الخرسانة المسلحة و المواد المضافة لها " و الذي حرصت فيه على تقديم كل ما لدي و أرجو ان ينال
اعجابكم .

و السلام عليكم و رحمة الله