المحاضرة الخامسة عشر

المضافات الخرسانية

المضافات الخرسانية Concrete Admixtures

المضافاتAdmixtures :-

وهي مواد (غير المواد الاولية للخرسانة) تضاف إلى الخرسانة أو مونة الاسمنت أثناء عملية الخلط لتحسين خاصية أو أكثر من خواص الخرسانة الطرية أو المتصلبة وتضاف هذه المواد عندما تكون الخرسانة في حالتها الطرية.

المزائج Additives :-

وهي مواد تضاف إلى الاسمنت أثناء عملية التصنيع إما كعوامل مساعدة للصهر أو عند استخدام الاسمنت لصنع خرسانة معينة وقد تؤدي نفس الغرض من استخدام المضافات الخرسانية.

الشروط العامة التي يجب مراعاتها عن استخدام المضافات:

1. يجب أن لا تؤثر بشكل ضار على الخرسانة أو على حديد التسليح.
2. يجب أن يكون هناك موازنة وتناسب بين الفائدة المستحصلة من استخدام المضافات والزيادة في التكلفة.
3. يجب اجراء الخلطات تجريبية للتاكد من مدى ملائمة المضافات ونسبها المثلى.
4. يجاب مراعاة التوافق عند استخدام اكثر من مضاف للخلطة الواحدة.
5. يجب ان تتوفر معلومات كافية عند استخدام المضافات مع انواع مختلفة من الاسمنت اذ ان عمل المضافات سيختلف في هذه الحالة عن حالة استخدامها مع الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي.
6. يجب التاكد من صلاحية المضافات المستخدمة ومطابقتها للمواصفات القياسية.
7. يجب ان تخزن بطريقة جيدة بعيدا عن الحرارة والرطوبة تجنبا لتلفها.
8. يجب ان تتوفر المعلومات الكافية عن المضاف من المصنع.

أنواع المضافات Types of Admixtures

هناك انواع كثيرة ومتعددة من المضافات الخرسانية ظهرت مع تطور صناعة الخرسانة. من النادر في الوقت الحاضر استخدام الخرسانة بحالتها الاعتيادية وبدون استخدام المضافات اذ ان لكل نوع من المضافات وظيفة يؤ ديها في تحسين خواص الخرسانة وحسب مكان استخدام الخرسانة والغرض الذي انتجت له. بشكل عام يمكن تصنيف هذه المظافات الى المجاميع التالية:

المعجلات Accelerators

- احد أنواع المضافات التي تزيد نسبة التفاعل بين الاسمنت والماء وتعجل أيضا التجمد ومعدل اكتساب المقاومة .
- هناك مزائج معجلة والتي تساعد على حصول التجمد السريع مثل كاربونات الصوديوم والتي تستخدم في الخرسانة المقذوفة .
- من أكثر المعجلات شيوعا هو كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ الذي يعمل بشكل رئيس في نمو المقاومة المبكرة خصوصا في درجات الحرارة المنخفضة نظرا لرخص سعره و كفائته العالية .
- هناك أنواع أخرى هي فورمات الكالسيوم $Ca(HCOO)_2$ والترايثانوالومين $N(C2H4OH)_3$ ولكنها اقل استخداما.

ميكانيكية العمل Mechanism of action

تتلخص ميانيكية عمل المعجلات بالنقاط التالية:

- تسرع من اماهة C3S و C2S.
- ايون الكلوريد Cl^- الصغير الحجم وذو الاختراق العالي سوف يسمح لعمليات انتشار حبيبات الاسمنت داخل الخلطة بان تتقدم بسرعة وبذلك يتم تحسين عملية التفاعل بين الاسمنت والماء
- وجود ايون Cl^- سوف يزيد من تكون الاترنكايت وبالتالي سوف يزيد من عملية التجمد.

التأثيرات السلبية للمعجلات Disadvantages

على الرغم من الفوائد المستحصلة من استخدام المعجلات حيث يفضل استخدامها في الاجواء الباردة وحين الحاجة للحصول على مقاومة مبكرة عالية ورفع القوالب بسرعة الا ان لها مساوئ ومنها :

- تقليل مقاومة الخرسانة لهجوم املاح الكبريتات وخصوصا في الخلطات الفقيرة بالاسمنت.
- زيادة خطورة تفاعل الركام الفعال مع قلويات الاسمنت .
- زيادة الانكماش والزحف .
- نقصان في مقاومة الخرسانة الحاوية على الهواء المقصود.
- وجودها بنسب كبيرة قد تسبب صدا وتآكل حديد التسليح ولذلك تحدد نسبتها بـ %(2-1).

المبطئات Retarders

- نوع من أنواع المضافات تؤخر تجمد الخرسانة وبالتالي تؤخر عملية اكتساب المقاومة.
- هذا النوع من المضافات يستخدم في الأجواء الحارة حيث تؤخر عملية التجمد .كما تفيد في منع تكون المفاصل الباردة أثناء النقلات المتلاحقة للصب.
- كذلك يفضل استخدامها في الخرسانة الكتلية لغرض التقليل من درجة حرارة الاماهة ومنع حدوث التشققات اللدنة.
- من المواد المستخدمة لإبطاء التجمد المواد المشتقة من الكاربوهيدرات Carbohydrates مثل السكر.
- إن إضافة 0.05% من السكر من وزن الاسمنت يؤخر التجمد أربع ساعات وإضافته بنسبة عالية من وزن الاسمنت قد يمنع تجمد الاسمنت.
- تضاف للخلطة الخرسانية كنسبة مئوية من وزن الاسمنت.

ميكانيكية العمل Mechanism

ميكانيكية عمل المبطئات هو أن هذه المواد تسبب إعاقة لعملية الاماهة وتشابك نواتجها ولكن هذا التأثير سيزول في النهاية.

التأثيرات السلبية للمبطئات Disadvantages

- تقليل المقاومة المبكرة ولكن المقاومة النهائية لا تتأثر تقريبا.
- زيادة الانكماش اللدن بسبب طول فترة المرحلة اللدنة إلا أن انكماش الجفاف لا يتأثر.

بما ان تاثيراتها السلبية اقل من المعجلات فانه لا يوجد تحديد لنسبة الاضافة وتحدد نسبة الاضافة من خلال خلطات تجريبية تهدف الى حساب زمن التاخير للنسبة المضافة. ويضاف هذا النوع كنسبة مئوية من وزن الاسمنت المستخدم في الخلطة.

مقللات الماء (الملدنات) Water Reducing (plasticizer)

تستخدم هذه المضافات لتحقيق احد الأغراض التالية :-

- للحصول على مقاومة عالية و نفاذية قليلة بتقليل نسبة الماء إلى الاسمنت w/c وبنفس قابلية التشغيل للخلطات الخالية من المضاف.
- زيادة قابلية التشغيل لتسهيل عملية الصب في الأماكن التي يصعب الوصول إليها .

- تحقيق نفس قابلية التشغيل بتقليل محتوى الاسمنت وهذا يستخدم لتقليل حرارة الاماهة في الخرسانة الكتليةاو الضخمة كالسدود.

آلية العمل Mechanism of action

الملدنات عبارة عن نوع من البوليمرات بسلسلة طويلة تحمل ايونات سالبة الشحنة تمتز على سطوح حبيبات الاسمنت فتعمل على تنافر حبيبات الاسمنت وهذا يؤدي إلى تفكك تجمعات الاسمنت وبالتالي زيادة عملية الاماهة وتشابك نواتجها و بالتالي إلى زيادة المقاومة والماء المتحرر من هذه التجمعات يساهم في زيادة قابلية تشغيل الخرسانة.

- إن النقصان في المحتوى المائي نتيجة لاستخدام هذا النوع من المضافات يتراوح بحدود (5-15)% وهذه النسبة قد تصل إلى 35% عند استخدام الملدنات المتفوقة .
- إن النقصان الحقيقي في ماء الخلط يعتمد على محتوى الاسمنت ، نوع الركام ،توفر المواد البوزولانية وعوامل الهواء المقصود لذلك يجب إجراء خلطات تجريبية لتحقيق النسب المثلى لهذه الخلطات.
- تضاف هي والملدنات المتفوقة كنسبة مئوية من الاسمنت وقد وجد ات نسبة 1-3 % هي الافضل ولكن مع ذلك يفضل اجراء الخلطات التجريبية لتحديد النسبة المثلى.

الملدنات المتفوقة (مقللات الماء بصورة متفوقة) Superplasticizers (High-range water reducing)

- هذا النوع أكثر حداثة وفعالية من النوع أعلاه حيث يكون التقليل في المحتوى المائي أكثر بكثير وقد يصل إلى 35% ويعرف هذا النوع حسب المواصفات الأمريكية ASTM C494 بالنوع F.
- تستخدم للأغراض التالية:- إنتاج خرسانة عالية الانسيابية. إنتاج خرسانة ذات مقاومة عالية جدا. باستعمال قابلية تشغيل طبيعية ولكن بنسب ماء إلى اسمنت w/c قليلة جدا تصل إلى 0.25.
- من الملدنات المستعملة Melment L10 Salphonated Melamine Formaldehyde Condensate الا ان الملدنات من اصل Hydroxycarboxylic هي الاكثر حداثة وفعالية.
- لقابلية تشغيل معينة ولنسب ماء إلى اسمنت محدودة يمكن زيادة الهطول من 75 إلى 200 mm.
- عندما يكون الهدف الحصول على مقاومة عالية يجب تخفيض المحتوى المائي بمقدار (25-35)% باستخدام الملدنات المتفوقة .
- باستخدام w/c واطئة وباستخدام هذه الملدنات أمكن الحصول على مقاومة عالية جدا بلغت 100 MPa .

- إن قابلية التشغيل المحسنة بواسطة هذه الملدنات هي ذات أمد قصير ولذلك فان هناك فقدانا في الهطول بمعدل عالي وبعد فترة .Min (20-30) تعود قابلية التشغيل بعدها إلى حالتها الطبيعية أو اقل لذلك يجب:

1- إما إضافة الملدن قبل الصب مباشرة (أو يضاف جزء عند الخلط والجزء الآخر قبل الصب مباشرة)

2- إضافة مبطئ مع هذا النوع من الملدنات.

السلبية الأخرى في هذه الملدنات كلفتها العالية نسبيا إضافة إلى التأثير الجانبي لها كمعجلات .

الممزوجات والمواد المضافة الأخرى Others

1- المواد المضافة المعدنية Mineral Admixtures وتضاف هذه المواد كاستبدال جزئي من الاسمنت مثل الرماد المتطاير Fly ash ورماد قشور الرز RHA وابخرة السليكا Silica fume تعمل هذه المواد على تحسين كثافة الاسمنت كمواد مالئة بالاضافة الى تاثيرها كمادة بوزلانية تتفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم بوجود الماء مكونة نواتج اماهة جديدة. من المضافات المعدنية الاخرى مسحوق الألمنيوم أو الخارصين حيث ان اضافته تحرر غاز H_2 بوجود القلويات أو $Ca(OH)_2$ وهذا مفيد في صناعة الخرسانة الغازية Gas Concrete أو المهواة والتي تستخدم في العزل الحراري.

2- الممزوجات الرابطة Bonding Additives مثل مستحلبات البوليمر (Polymer –Emulsion Latex) التي تحسن تلاصق الكونكريت الجديد بالقديم وهناك مضافات رابطة مثل المضافات البوليميرية (SBR) والتي تعمل أيضا كمقلل للماء في بعض الاحيان .

3- مضافات تلوين الخرسانة وهي مضافات خاملة كيميائيا الهدف منها هو الحصول على لون معين للخرسانة مثل اوكسيد الكروم للون الاخضر واوكسيد الحديد الاحمر للون الاحمر ولا تزيد نسبة الاضافة لهذه الانواع عن 10 % من وزن الخرسانة.

4- اضافات الهواء المقصود air entraining admixtures (agents) والغرض منها ادخال الهواء عن قصد الى الخرسانة لزيادة مقاومة الخرسانة للانجماد والذوبان بصورة رئيسية وتحسن هذه المضافات من الخواص الطرية للخرسانة ايضا كزيادة قابلية التشغيل وتقليل النضح والانعزال. يجب التمييز هنا بين الهواء المحصور اصلا في الخرسانة entrapped air عن الهواء المدخل عن قصد entrained air.

- حاول التمييز بين الانواع المختلفة من المضافات وبشكل تفصلي من ناحية الاستخدام ، الانواع ، ميكانيكية العمل .... الخ
- هل بالامكان تطوير نوعية الخرسانة وزيادة عمرها الخدمي بدون مضافات ؟ ماهي مقترحاتك بهذا الخصوص؟