المحاضرة السادسة

انواع الاسمنت

انواع الاسمنت Types of Cement

هنالك أنواع عديدة للاسمنت ومنها :-

1. الاسمنت الطبيعي Natural Cement
2. الاسمنت البورتلاندي Portland Cement
3. الاسمنت التمددي Expanding Cement
4. الاسمنت الأ لوميني Aluminous Cement
5. الاسمنت الفائق المقاومة للكبريتات Super-sulfated Cement

ونتيجة للمقاومة السريعة والمميزات الاخرى التي يتميز بها الاسمنت البورتلاندي عن الانواع اعلاه فقد اصبح استخدامه واسع جدا وسيتم التركيز على انواعه.

انواع الاسمنت البورتلاندي Types of Portland Cement

1- الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي

: Type I (OPC) Ordinary Portland Cement

- يعتبر أكثر أنواع الاسمنت استعمالا في المنشئات الغير معرضة للكبريتات كالتربة والمياه الجوفية.
- يصنف الى ثلاث انواع: Grade 33, Grade 43 and Grade 53 اعتمادا على المقاومة المتحققة بعمر 28 يوم. وبشكل عام يستخدم الصنف الثالث عند الحاجة الى انتاج خرسانة ذات مقاومة عالية.
- حسب المواصفات البريطانية يوجد تحديد لمعامل الإشباع الجيري(L.S.F (lime saturation factor وذلك لان الجير الحر CaO يسبب عدم ثبات الاسمنت.
- الأقواس تمثل النسبة المئوية بالوزن للمركب المحدد الموجود في الاسمنت

$$L.S.F = \frac{(SO_3)\,0.7 \quad -(CaO)}{(Fe_2O_3)\,0.65 + (Al_2O_3)\,1.2 + (SiO_2)\,2.8}$$

L.S.F = (0.66 -1.02)

- نعومة هذا الاسمنت تتراوح بين 250-300 m2/kg

2- الاسمنت البورتلاندي سريع التصلب

Type III (RHPC) Rapid Hardening Portland Cement :

- يشبه النوع الأول إلا أن مقاومته تنمو وتتطور بسرعة بسبب المحتوى العالي لـ C3S والذي يشكل 70% من مجموع نسب المركبات. و بسبب النعومة العالية والتي تكون 350 m^2/kg كحد أدنى .
- يستخدم هذا النوع في الحالات التالية: عندما يتطلب الأمر مقاومة مبكرة كافية للمباشرة بالتشييد التالي بشكل سريع ، الخرسانة مسبقة الصب، تصليح الطرق ومدارج الطائرات، في الاجواء الباردة لضمان سرعة التصلب والتقليل من تاثير انجماد الماء داخل الخرسانة وخاصة في الاعمار المبكرة. اذ ان هذا يؤدي الى تشقق الخرسانة بسبب الزيادة الحجمية للماء داخل الفجوات.
- لا يفضل استخدامه في الكتل الكونكريتية الضخمة كالسدود بسبب الحرارة العالية للاماهة التي تسبب تلف الكونكريت وتشققه.
- من أنواعه الخاصة الاسمنت البورتلاندي السريع التصلب الخاص والذي يسمى الاسمنت ذو المقاومة المبكرة و الفوق اعتيادية . ان سبب المقاومة المبكرة العالية هو النعومة العالية جدا والتي تتراوح بين (700 – 400) m^2/kg ويستخدم هذا النوع الخاص في المنشئات الكونكريتية التي تطلب تصليحات مستعجلة.

3- الاسمنت البورتلاندي المنخفض الحرارة

Type IV (LHPC) Low Heat Portland Cement :

- يستخدم في الكتل الكونكريتية الضخمة كالسدود بسبب قلة نسب المركبين C3S,C3A لأنها أكثر مركبين يولدان الحرارة .
- المقاومة المبكرة تكون قليلة أما المقاومة النهائية فتكون اعتيادية.
- يفضل استخدامه في صب الخرسانة في الاجواء الحارة. وذلك للسيطرة على درجة حرارة الخليط الخرساني ومنع التبخر السريع للماء الذي يسبب تشققات الانكماش اللدن في الحالة الطرية للخرسانة.
- حرارة الاماهة لهذا النوع حسب المواصفة البريطانية 1974-1970 B.S 251 جول\غم بعمر 7 أيام و 293 جول\غم بعمر 28 يوم.

وحرارة الاماهة هي كمية الحرارة (المقاسة بـ الجول\غم من الاسمنت) المنبعثة من اماهة كاملة بدرجة حرارة معينة .ودرجة الحرارة التي تحصل عند الاماهة تؤثر بشدة على معدل سرعة النمو الحراري وبالتالي المقاومة .في الحالات الاعتيادية فان نصف الحرارة الكلية تتولد بين يوم إلى ثلاثة أيام وثلاثة أرباعها في سبعة أيام وتقريبا 90% منها خلال ستة اشهر .

4- الاسمنت المقاوم للكبريتات

: Type V (SRPC) Sulphate Resistance Portland Cement

- يمتاز هذا النوع بقلة المركب C3A لأنه أكثر المركبات تفاعلا مع الكبريتات التي تأتي من المحيط الخارجي (تربة أو مياه جوفية).
- حيث يكون ناتج التفاعل سلفوالومينات الكالسيوم والنتيجة زيادة في الحجم وبالتالي تلف وتشقق الخرسانة. من أهم الأملاح الفعالة كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$ وكبريتات الصوديوم Na_2SO_4 .
- لذلك يفضل استخامه في الاسس والركائز الخرسانية التي تكون بتماس مباشر مع الترب التي تحتوي على املاح الكبريتات.
- حسب المواصفة البريطانية B.S 4027:1966 تحدد نسبة C3A بـ 3.5% مع نعومة 250 m^2/kg وحسب المواصفة الامريكية تحدد نسبة C3A بـ 5% (ASTM C150-78a) .

5- الاسمنت المعدل

: Type II Modified Cement

- يستخدم في المنشئات التي يفضل أن تكون الحرارة المنبعثة منها قليلة أو عندما يكون هجوم أملاح الكبريتات معتدل .
- يتكون هذا الاسمنت من 60% اسمنت بورتلاندي منخفض الحرارة مع 40% اسمنت بورتلاندي اعتيادي.
- يكون معدل سرعة اكتساب المقاومة مماثل للاسمنت البورتلاندي الاعتيادي ويستخدم هذا النوع بكثرة في الولايات المتحدة الأمريكية.

6- الاسمنت البورتلاندي – خبث الأفران العالية

: Type IS Blast Furnce Slag Portland Cement

- يصنع هذا الاسمنت من الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي مع حبيبات خبث الأفران بعد طحنه الى نعومة مقاربة لنعومة الاسمنت .
- خبث الافران هو عبارة عن فضلات ناتجة من صناعة الحديد.
- محتوى الخبث يكون بين (70-25) حسب المواصفة الأمريكية واقل من 65% حسب المواصفة البريطانية.
- يستخدم في الكتل الكونكريتية الضخمة بسبب توليده حرارة منخفضة كما ويستخدم في المنشئات البحرية لأنه مقاوم للكبريتات.

- من أنواعه الخاصة اسمنت الخبث ذو المقاومة العالية للكبريتات ومكوناته (85-80)% حبيبات الخبث ،(15-10)% كبريتات الخبث و 5% كلنكر . النعومة 400-500 m^2/kg .
- من فوائده المقاومة العالية لماء البحر وهجوم الكبريتات وكذلك للزيت والحوامض والنفاذية القليلة كما أن حرارة الاماهة تكون واطئة.

7- الاسمنت البورتلاندي البوزولاني

: Type IP Pozolana Portland Cement (PPC)

- يصنع هذا النوع بطحن أو مزج البوزولانه مع الاسمنت البورتلاندي .
- البوزلانه مادة سليكية أو سليكية الومينية ليس لها خواص إسمنتية ولكن بوجود الرطوبة تتفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ وناتج التفاعل هو C-S-H وهذا الناتج شبيه بصورة كبيرة للمركب الأصلي المسؤول عن مقاومة عجينة الاسمنت.
- من أنواع البوزولانة رماد مسحوق الفحم PFA ، خبث الأفران SL، رماد قشور الرز RHA و أبخرة السيليكا SF.
- Calcium hydroxide + Pozzolana + water → C – S – H (cement gel)

8- الاسمنت البورتلاندي (الأبيض – الملون) :

White Portland cement

- يستخدم هذا النوع للأعمال المعمارية وأعمال الإنهاء .
- غالي الثمن وتبلغ كلفته الصناعية ضعف كلفة الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي وذلك لان طحن الكلنكر يحتاج إلى إجراءات خاصة بسبب غياب اوكسيد الحديد الذي يسلك كعامل مساعد للصهر.
- المواد الداخلة في تركيبه الطين الأبيض ، الحجر الجيري الطباشيري والحجر الجيري والتي تخلو من المواد غير النقية التي تسبب التبقع .
- وزنه النوعي اقل بقليل من الوزن النوعي للاسمنت البورتلاندي الاعتيادي ويتراوح بين (3.15-3.05) .يمكن الحصول على الاسمنت الملون بإضافة الأصباغ حسب الرغبة.

- **الانواع الخاصة من الاسمنت البورتلاندي:**

- الاسمنت البورتلاندي المقاوم للبكتيريا Anti-bacterial Portland cement يصنع من طحن الاسمنت البورتلاندي مع عامل مقاوم للبكتيريا ومانع لتخمر الاحياء المجهرية. ويفضل استخدام هذا النوع في احواض السباحة وارضيات وجدران مصانع الاغذية.
- الاسمنت البورتلاندي الغير مألوف للماء Hydrophobic Portland cement يصنع من خلال اضافة مواد رافضة للماء مثل حامض الاستاريك او الاوليك مع الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي اثناء صناعته فتشكل طبقة صادة للماء حول حبيبات الاسمنت. والاسمنت الناتج يمكن خزنه لفترة طويلة بدون تلف الا انه يمتاز بمقاومة مبكرة منخفضة بسبب تاخير عملية الاماهة من قبل الاغشية الصادة للماء.
- الاسمنت البورتلاندي المانع لنفاذ الماء Water-proofing Portland cement يصنع من اضافة مواد مانعة لنفوذ الماء ومنها استرات الكالسيوم او الالمنيوم او زيوت معينة غير قابلة للصوبنة ويمتاز هذا الاسمنت بعدم نفوذ السوائل اليه كما ويقلل مقاومة خرسانته.
- اسمنت البناء Masonry Portland cement يستعمل في انتاج مونة البناء للطابوق او البلوك الخرساني لان لدونته تفوق لدونة الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي. وتحدد المواصفات الامريكية ASTM C91-78 نوعين من اسمنت البناء: Type I لاغراض الجدران الغير حاملة للاثقال و Type II للبناء الذي يتطلب مقاومة عالية.

- حاول التمييز بين الانواع المختلفة للاسمنت البورتلاندي .
- هل تكونت لديك افكار لتطوير نوع جديد من الاسمنت؟ ، حاول ان تدون هذه الافكار وتناقشها مع زملائك او مع المحاضر