السمنت Cement

هي مادة ذات خواص تماسكية تلاصقية بفعل التفاعلات الكيميائية بوجود الماء .

انواع السمنت :

- السمنت البورتلندي بانواعه
- السمنت غير البورتلندي بانواعه

السمنت البورتلندي :سمي بهذا الاسم لانه يشبه عند تصلبه احجار البورتلند الموجودة في انكلترا .يصنع من خلط احجار كلسية مثل الحجر الجيري + مواد طينية مثل الحجر الطيني بمختلف مكوناته .

طريقة صناعة السمنت :

تمزج المواد الاولية مع الماء ثم بعد ذلك تحرق بافران دوارة وبدرجة حرارة (1300 – 1500) ®م فيتكون الكلنكر والذي يكون بشكل كرات او اشباه كرات داكنة اللون براقة بقطر (2- 25) ملم. بعد ذلك يطحن الكلنكر واثناء الطحن يتم اضافة مواد جبسية بنسبة (3-4) % من وزنه حيث تعمل على تعديل وزيادة زمن التماسك (تمنع التجمد الفجائي للسمنت) . تكون عملية الطحن بنعومة مختلفة بين (0.5 – 80) مايكرو للسمنت الناتج . بعد ذلك يعبأ السمنت الناتج باكياس بوزن (50) كغم وتباع في الاسواق .

هناك طريقتان متبعة في صناعة السمنت وهي الطريقة الجافة والطريقة الرطبة .في الطريقة الاولى.تستعمل المواد الاولية وهي جافة وفي الثانية تستخدمها كمزيج معلق وفي الثانية يكون اقل تعرض المواد للاختلاط بالغبار .

التركيب الكيميائي للسمنت البورتلندي :

1- Lime CaO (C) 60-67%
2- Silica SiO_2 (S) 17-25%
3- Aluminia Al_2O_3 (A) 3-8%
4- Ironoxide Fe_2O_3 (F) 0.5-6%
5- Magnsia MgO (M) 0.1-5.5%
6- Alkalis K_2O (K) - Na_2O N 0.1-1.3%
7- Titania TiO_2 0.1-0.4%
8- Phospharous P_2O_5 (P) 0.1-0.2%
9- Sulpher SO_3 (SO_3) 1-3%

المركبات الأساسية للسمنت :

1- السيليكا ثنائية الكلس ($2CaO.SiO_2$) (C_2S)

سرعة تفاعله بطيئة والحرارة الناتجة من التفاعل قليلة تحمله للانضغاط في البداية قليل وتحمله النهائي جيد .

2- السيليكا ثلاثية الكلس ($3CaO.SiO_2$) (C_3S)

سرعة تفاعله معتدلة ويحرر كمية لابأس منها من الحرارة اثناء التفاعل ويكون تحمله البدائي والنهائي جيد .يكون (C_2S) و (C_3S) حوالي (70-80) % من السمنت البورتلندي .

3- **الالومينا ثلاثية الكلس ($3CaO.Al_2O_3$) (C_3A)**

سرعة التفاعل و الحرارة المتولدة اثناء التفاعل كبيرة . التحمل البدائي جيد غير ان تحمله النهائي ضعيف . يؤدي الى اضعاف السمنت بسبب تفاعله مع الاملاح الكبريتية .

4- الومينات الحديد الرباعية ($4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$) (C4AF)

سرعة تفاعله اقل من (C_3A) . الحرارة الناتجة اثناء التفاعل اعلى من (C_2S) واقل من بقية المركبات .

تغيير نسب المواد الاولية يؤدي الى تغير نسب المركبات الرئيسية للسمنت :

1- زيادة CaO يزيد من (C_3S)
2- زيادة SiO_2. يزيد من (C_2S)
3- زيادة Al_2O_3.يزيد من (C_3A)
4- زيادة Fe_2O_3. يزيد من (C4AF)

أماهة السمنت :Hydration of Cement

هو التفاعل الكيميائي الذي يحدث بين السمنت والماء والذي ينتج عنه حرارة تسمى بحرارة الاماهة (Heat of Hydration) والتي تختلف كميتها حسب نوعية السمنت المستخدم . الحرارة المتولدة من اماهة اغم من السمنت البورتلندي هي (85 – 100) سعرة حرارية فلذلك يجب اخذ الاحتياطات اللازمة في حالة الصبات الخرسانية مثل السدود .

علاقة التركيب الكيميائي للسمنت بخواصه :

ان المركبين (C_2S) و (C_3S) اكثر مركبات السمنت ثباتا وهي التي تحدد القوة النهائية للسمنت وكذلك مقاومة السمنت للاملاح والحوامض والقلويات .

ان مركب (C_3S) يساهم في حدوث التصلب الاولي اكثر من (C_2S) لان عملية الاماهة اسرع . (C_2S) يبدأ بالتصلب بعد 7 ايام من اضافة الماء ويستمر لمدة تقارب السنة وان الحرارة المتولدة في بداية التصلب ناتجة عن اماهة (C_3S) اما (C_3A) فان اماهته سريعة وتصلبه سريع ويولد حرارة بكمية كبيرة ولكن مساهمته في القوة النهائية ضعيفة لانه غير مستقر اما (C4AF) فهو نسبيا خامل ويساهم مساهمة قليلة في القوة وحرارة الاماهة ولكنه اعلى استقرارا من (C_3A) واقل من (C_2S) و (C_3S).

	C_3S	C_2S	C_3A	C4AF
Hydration Intensity	med	low	high	Med
Heat of Hydration	med	low	high	Low
Initial Strength	high	low	high	Low
Final Strength	high	high	low	Low

خواص السمنت الفيزيائية (البورتلندي) :

1- النعومة : fineness
تزداد سرعة التفاعل كلما زادت نعومة السمنت والذي يؤدي الى زيادة سرعة تصلبه وخاصة في الايام الاولى .

2- الثبات : Soundness
وهي القابلية على الحفاظ على حجم ثابت بعد التماسك وذلك بسبب النورة الطليقة وكميات عالية من المغنسيا .

3- وقت التماسك : Setting Time
وهو الوقت اللازم لبقاء عجينة السمنت مرنة اثناء صب الخرسانة ويعتمد على درجة حرارة ورطوبة الجو وعلى كمية الماء المستعملة في عجينة الخرسانة والتركيب الكيميائي للسمنت .

4- الوزن النوعي : Specific gravity
هو 3.15 وهو ليس مؤشر لنوعية السمنت لكن يستخدم في الخلطات الخرسانية .

5- قوة التحمل الانضغاطية Compressive Strength
وتحدد باستخدام مكعب او الاسطوانة حسب المواصفة المتبعة

6- قوة الشد Tensile Strength
غير مهمة وذلك لعدم وجود قوة شد معينة للخرسانة

انواع السمنت البورتلندي الرئيسية :

1- السمنت البورتلندي الاعتيادي Ordinary P.C
2- السمنت البورتلندي المعدل Modified P.C
3- السمنت البورتلندي سريع التصلب High Early Strength P.C
4- السمنت البورتلندي واطيء الحرارة Low Heat P.C
5- السمنت البورتلندي المقاوم للاملاح الكبريتية Sulphate Resisting P.C
6- السمنت الابيض

1- السمنت البورتلندي الاعتيادي Ordinary P.C

يستخدم في مختلف انواع الانشاءات الخرسانية عدا الاماكن التي تتعرض الى الاملاح الكبريتية كما في الاسس لهذا السبب لا يستخدم في الاساس .

تحمله خلال 7 ايام = 50% من تحمله النهائي وتحمله خلال 28 يوم = 80% من تحمله النهائي ويكون التحمل النهائي بعمر خمس سنوات .

2- السمنت البورتلندي المعدل :Modified P.C

يكون 60 % منه سمنت منخفض الحرارة و 40% سمنت اعتيادي معدل سرعة والحرارة اعلى بقليل من منخفض الحرارة معدل اكتسابه القوة مماثل للسمنت الاعتيادي ولكنه مقاوم اعلى لتاثير الاملاح .

3- السمنت البورتلندي سريع التصلب High Early Strength P.C

نسبة C_3S و C3A اعلى من العادي ونعومته اعلى من العادي ومساحته السطحية صغيرة .تحمله خلال 3 ايام يساوي 50 % يستخدم في الاعمال التي تتطلب انجاز سريع ورفع القوالب بسرعة .لايستخدم في السدود لانه سريع التصلب ويعطي حرارة ولكنه يستخدم في المناطق الباردة .

4- السمنت البورتلندي المنخفض الحرارة Low Heat P.C

يستخدم في المنشات الخرسانية الضخمة مثل السدود لتجنب تشقق الخرسانة بعد التصلب يتم الحصول عليه بتقليل نسبة C_3S و C3A وزيادة C2S .وهذا يؤدي الى تاخير انبعاث حرارة الاماهة ونقصان المقاومة في الاوقات المبكرة .

المقاومة بعمر 7 ايام = نصف مقاومة الاعتيادي

المقاومة بعمر 28 يوم = ثلثي مقاومة الاعتيادي

المقاومة بعمر 90 يوم = مقاومة الاعتيادي

5- السمنت المقاوم للكبريتات Sulphate Resisting P.C

يشبه السمنت الاعتيادي الا ان نسبة C_3A اقل لانه اكثر المركبات تاثرا بالكبريتات

- نزيد من C4AF على حساب C_3A وذلك لكونه يكون طبقة واقية من الومينات الكالسيوم الحرة ولكن بما انه ليس من السهل تقليل محتوى Al_2O_3 في المواد الاولية الداخلة في صناعة السمنت فمن الممكن اضافة اكاسيد الحديد Fe_2O_3.
- المقاومة المبكرة تكون واطئة والنهائية عالية بسبب زيادة السليكات C2S عند تقليل C_3A

6- السمنت الابيض White P.C

يستخدم في النثر الخارجي وفي الكاشي يكون الطين المستخدم ابيض اللون وحجر الكلس خالي من الشوائب وهي اوكسيد الحديد واوكسيد المنغنيز نسبة C4AF قليلة حوالي 1%