تابع /الروابط المعدنية المائية / الاسمنت

2- الاسمنت /Ciment /

1-2 : تعريف الاسمنت : يعتبر الاسمنت من أهم الروابط المعدنية المائية، وهو المادة الأكثر أهمية بين مواد بناء المنشآت المدنية /الأبنية السكنية والمسبقة الصنع والطرق والمطارات ...ويعرف الاسمنت بأنه :

مادة رابطة معدنية يمكنه التصلب بالماء والهواء،يتم الحصول عليه من طحن الكلينكر الناتج عن شوي مزيج أو خليط من الأحجار الكلسية والغضار

يطلق اسم الاسمنت البورتلاندي على هذه المواد الرابطة المعدنية المائية للتشابه الكبير بين الاسمنت بعد تصلبه والأحجار الرمادية المنتشرة في جزيرة بورتلاند البريطانية،وهو الأكثر شيوعا واستخداما كونه الأفضل والأكثر اقتصادية مقارنة بأنواع الاسمنت الأخرى.

2-2 : التركيب الكيميائي للاسمنت:

يتم الحصول على الاسمنت بشكل رئيسي من طحن الكلينكر الناتج عن شوي مزيج يتألف من :

- الأحجار الكلسية بنسبة 75% (CaCo3)
- الغضار بنسبة 25% وهو يتألف من عدة أكاسيد معدنية،ويحتوي على ثلاثة أكاسيد رئيسية:

أوكسيد الحديد Fe_2O_3	**اوكسيد الألمنيوم Al_2O_3**	**أوكسيد السيليسيوم SiO_2**

نتيجة شوي المزيج في الفرن يتطاير ثاني أوكسيد الكربون وتتشكل أربعة منرالات رئيسية مكونة الكلينكر على شكل حصويات يصل قطرها الى 40 mm :

النسبة النظامية المجال النظامي	اسم المنرال	الاختصار	الصيغة الكيميائية للمنيرال
57 65-37	سليكات ثلاثية الكالسيوم(Alite)	C_3S	$3CaO.Sio_2$
16 37-10	سيليكات ثنائية الكالسيوم(Belite)	C_2S	$2CaO.Sio_2$
9 15-5	الومينات ثلاثية الكالسيوم (Alominate)	C_3A	$3CaO.\ Al_2O_3$
10 18-6	ألومينات الحديد رباعية الكالسيوم (Ferrite)	C_4AF	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

حيث تستخدم الاختصارات التالية:

(H_2O):H (CaO):C $(Fe_2\ O_3)$:F (SiO_2): S (Al_2O_3)A

يمكن أن يتواجد في الكلينكر أكاسيد حرة مثل **$Mg O, Ca O , K_2 O , Na_2 O$** ، وتعتبر هذه الاكاسيد من العناصر المخربة للأسمنت وتخفض من جودته،اذ يتميزأوكسيد الكالسيوم Ca O المشوي لدرجة حرارة 1500 درجة مئوية بالتميه البطيئ والانتفاخ(زيادة في الحجم) كما هو حال Mg O الأمر الذي يؤدي الى حدوث تشققات في البيتون .

3-2 :تصلب الأسمنت البورتلاندي وتشكل بنيته:

توجد عدة نظريات تشرح كيفية تصلب الأسمنت،منها نظرية بافكوف التي تقسم عملية تصلب الأسمنت الى ثلاث مراحل:

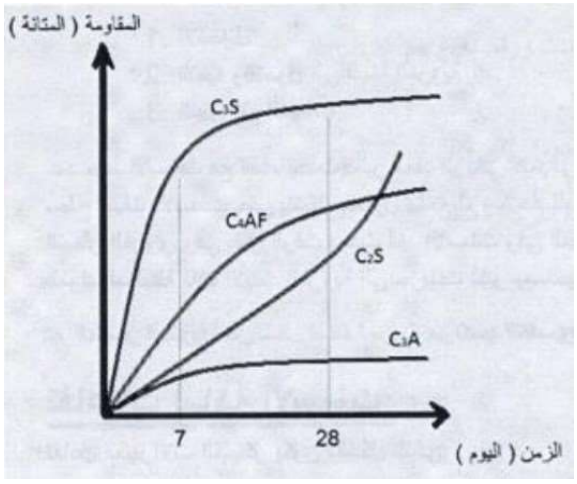
1- الانحلال :تنحل منرالات الكلينكر المطحون حتى يتشكل محلول مشبع.
2- التميه والتحول الى البنية الغروية :اتحاد المنرالات مع الماء ينتج عنه اتحادات مائية عالية التبعثر الغروي
3- التبلور ثم التصلب :إعادة تبلورالجزيئات الغروية الى جزيئات أكبر ويترافق ذلك مع تصلب العجينة الاسمنتية وزيادة متانتها

وتكون تفاعلات مينرالات الكلينكر مع الماء(التميه) على الشكل التالي:

$3CaO.Sio_2 + (n+1)H_2O = 2CaO. SiO_2. nH_2O + Ca(OH)_2$
$2CaO.Sio_2 +2H_2O = 2CaO.SiO_2. H_2O$
$3CaO. Al_2O_3 + 6H_2O =3CaO. Al_2O_3.6H_2O$
$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 +n\ H2O = 3CaO.Al_2O_3.6H_2O+CAO.Fe_2O_3.(n-6)H_2O$

تختلف سرعة تفاعل مينرالات الكلينكر مع الماء ، أسرعها هو C_3A ثم C_4AF ثم C_3S وأخيرا C_2S,

حيث يكون C_3A في الدقائق الأولى كتلة صلبة(الألمنيوم هو العنصر الأكثر نشاطا) لذا تتم زيادة نسبته في الأسمنت اذا ما أردنا الحصول على اسمنت سريع الأخذ ،أما في حال طلب اسمنت بطيئ الأخذ تتم زيادة نسبة C_2S



نلاحظ من الشكل جانبه

C3S مقاومة عالية مبكرة لذلك يتم اللجوء الى زيادة نسبته للحصول على اسمنت سريع التصلب

- المواد الفعالة المائية: تحتوي هذه المواد على أكسيد السيليسيوم SiO_2 في الحالة غير المتبلورة، حيث يتفاعل مع ماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$ الناتجة من تميه C_3S وتتشكل سيليكات الكالسيوم المائية C-S-H التي لا تنحل بالماء ،وبالتالي تعمل على زيادة مقاومة الاسمنت ضد الماء
-

$Ca(OH)_2 + SiO_2 + (n-1)H_2O$ ——— $Ca.SiO_2.nH_2O$

CH + S + H —— C-S-H

4-2: تصنيف الاسمنت /ماركة الاسمنت:

تعرف ماركة الاسمنت على أنها حد المتانة على الضغط بعمر 28 يوم لعينات مكعبية من المونة الاسمنتية النظامية بواحدة MPa والتي تتكون وفق المواصفة الأوربية (EN 196-1) من:

1 اسمنت 3 رمل كوارتز قاسي 0.5 ماء

وبناء عليها تم تصنيف الأسمنت الى 3 ماركات وهي 52.5 ، 42.5 ، 32.5 كما هو مبين بالجدول 2-1:

الجدول(2-1)،ماركات الاسمنت

Strength class صنف المقاومة (رتبة الاسمنت)	Compressive strength MPa			
	Early strength المقاومة المبكرة		Standard strength المقاومة القياسية	
	2 days يومان	7 days سبعة ايام	28 days ثمان و عشرون يوماً	
32.5L	-	≥12.0	≥32.5	≤52.5
32.5N	-	≥16.0		
32.5R	10.0≥	-		
42.5L	-	≥16.0	≥42.5	< 52.5
42.5N	10.0≥	-		
42.5R	≥20.0	-		
52.5L	≥10.0	-	≥52.5	-
52.5N	≥20.0	-		
52.5R	≥30.0	-		

L : اسمنت ذو مقاومة ابتدائية منخفضة، N: مقاومة ابتدائية عادية، R: اسمنت ذو مقاومة ابتدائية عالية

- **العوامل المؤثرة على مقاومة الاسمنت على الضغط:**

1- تركيب الاسمنت:زيادة C3S تزيد المقاومة المبكرة، وزيادة C2S تنخفض المقاومة المبكرة.
2- نعومة الاسمنت: تزداد المقاومة بزيادة نعومة الاسمنت.
3- درجات الحرارة : تنخفض المقاومة بارتفاع درجة الحرارة.
4- الرطوبة :تزداد المقاومة مع زيادة الرطوبة،
5- نسبة الماء الى الاسمنت:لا بد من وجود الحد الأدنى اللازم لاتمام عمليات الاماهة ،وزيادتها عن ذلك الحد تخفض المقاومة.
6- نسبة الرمل: زيادة نسبة الرمل تخفض المقاومة.

أنواع الاسمنت البورتلاندي:

1- حسب التركيب المنرالي:

1- اسمنت عالي الآليت، يحتوي على (C_3S) أكثر من 60%.

2- اسمنت آليتي، يحتوي على (C_3S) بين 50% و 60% .

3- اسمنت بيليتي يحتوي على (C_2S)أكثر من 35% .

4- اسمنت ألومياناتي، يحتوي على (C_2A) أكثر من 12% .

5- اسمنت سيلتي ، يحتوي على (C_3A) أقل من 2% و C_4AF أكثر من 18%.

2- حسب الموصفة الأمريكية (ASTM C109):

يتم تصنيف الاسمنت البورتلاندي حصب هذه المواصفة الى 5 أصناف مختلفة،الجدول(2-2):

Compressive Strength (MPa) مقاومة الضغط:				Cement type نوع الاسمنت
28days	7days	3days	1day	
28	19	12	-	I
22	16	10	-	IA
28	17	10	-	II
22	14	8	-	IIA
-	-	24	12	III
-	-	19	10	IIIA
17	7	-	-	IV
21	21	8	-	V

حيث:

I: عادي، IA: عادي مع مولدات فقاعات، II: مقاومته للكبريتات متوسطة، IIA: مقاومته للكبريتات متوسطة مع مولدات فقاعات، III: مقاومة مبكرة عالية، IIIA: مقاومة مبكرة عالية مع مولدات فقاعات، IV: منخفض حرارة التميه، V: مقاومته للكبريتات عالية.