Concrete Technology I

تكنلوجيا الخرسانة 1

Lecture 8 : Pozzolana

Dr. Ahmed A. Ahmed

Al-Mustansiriyah University

College of Engineering - Civil Engineering Department

Learning Outcomes

في هذه المحاضرة سنتعرف على:

- ما هي المواد البوزولانية ولماذا تستخدم في الأسمنت؟
- فوائد البوزولانا
- انواع البوزولانا
- استخدامات البوزولانا

ما هي المواد البوزولانية ولماذا تستخدم في الأسمنت؟

- البوزولانا أو الرماد البوزولاني و هي عبارة عن مواد طبيعية أو صناعية حاوية على السيليكا و الالومينا و تضاف مع الاسمنت والماء والركام
- تكون المواد البوزولانية مطحونه بشكل ناعم وهي الحالة الوحيدة التي تكون فيها السيليكا قادرة على الاتحاد مع $Ca(OH)_2$ (المتحرر من اماهة السمنت البورتلاندي) بوجود الماء لتكوين سيليكات الكالسيوم المستقرة والتي بدورها تكون ذات خواص إسمنتية.
- هذا يعني أن البوزولانا يمكن أن تتفاعل مع عناصر معينة لتشكيل مادة صلبة متماسكة

فوائد البوزولانا

هنالك ثلاث فوائد لاستخدام البوزولانا في الأسمنت والخرسانة:

- **اولاً: خفض التكلفة المادية من خلال استبدال جزء كبير من الأسمنت البورتلاندي في الخلطة الكونكريتية بالمواد البوزولانية الارخص ثمناً.**
- **ثانياً: خفض التكلفة البيئية (الأسمنت المخلوط مع البوزولانا) عن طريق خفض الغازات المنبعثة أثناء إنتاج الأسمنت البورتلاندي.**
- **ثالثاً: زيادة متانة المنتج النهائي.**

انواع البوزولانا

يمكن تقسيم المواد البوزولانية إلى مجموعتين:

1

المواد البوزولانية الطبيعية

- قشور الرز
- الصخورالرسوبية العضوية دقيقة الحبيبات
- الرماد البركاني
- الطين والصخر الزيتي

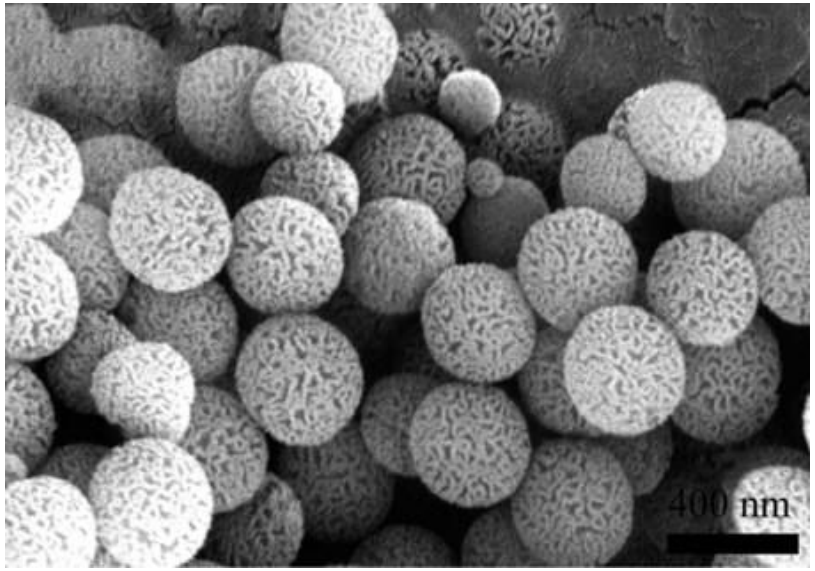
2

البوزولانا الصناعية

- غبار السيليكا
- الرماد المتطاير
- خبث أفران صهر الحديد
- ميتاكولين
- الكالسيوم المزجج ألومينو سيليكات

غبار السيليكا Silica fume

- غبار السيليكا هو احدث المواد البوزولانية في الوقت الحاضر وقد أدخلت حديثا لتحسين خواص الخرسانة لاحتوائها على السيليكا الفعالة بالإضافة إلى فوائد من ناحية أخرى ويسمى غبار السيليكا في بعض الأحيان بالمايكروسيليكا او غبار السيليكا المكثف لكن تسمية Silica fume (غبار السيليكا) أصبحت هي التسمية المقبولة. ويمكن الحصول على غبار السيليكا من مصانع السليكون او مصانع السبائك الحديدية السيليكونية .

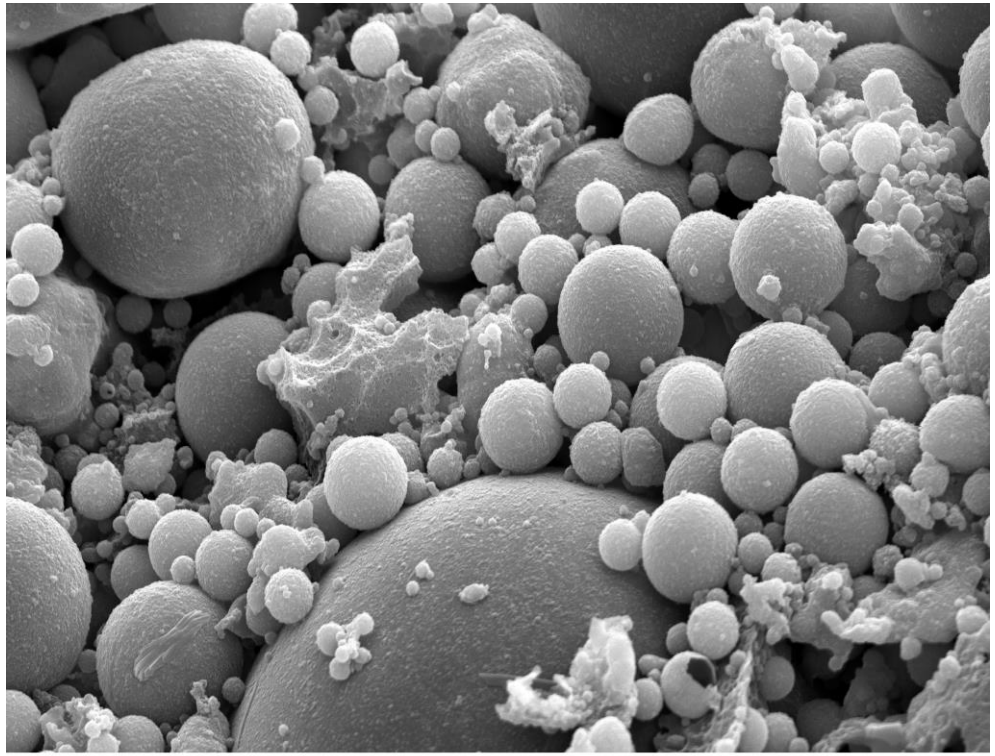


الرماد المتطاير Fly Ash

- يعرف الرماد المتطاير برماد الوقود المسحوق أيضا" ومن المحتمل إن يكون هذا الرماد أكثر أنواع المواد البوزولانية الصناعية شيوعا". إما شكل حبيبات الرماد المتطاير فهو عبارة عن كريات (وهو أمر مفيد بقدر تعلق الأمر بمتطلبات الماء) كما ويكون الرماد ذا نعومة مساوية تقريبا لنعومة السمنت حيث إن الغالبية العظمى من الحبيبات يتراوح قطرها ما بين 1- 100 مايكرون والمساحة السطحية تتراوح بين 250-600 م^2/كغم وذلك مايجعل السيليكا جاهزة للتفاعل وبسهولة.

- صنفت المواصفة الأمريكية الرماد المتطاير إلى أنواع بموجب المواصفة المرقمة 618-08 بالاعتماد على نوعية الوقود المتخلف عنها وأشهر أنوع الرماد المتطاير هو من مخلفات وقود البتومين ويعرف برماد المتطاير صنف Class F يؤثر الرماد المتطاير على لون الخرسانة بسبب وجود نسبة عالية من الكاربون الأسود مما يضفي عليها (الخرسانة) اللون الداكن .

Fly Ash الرماد المتطاير



Excell F Ash 2000X ⊢ 10 µm ⊣

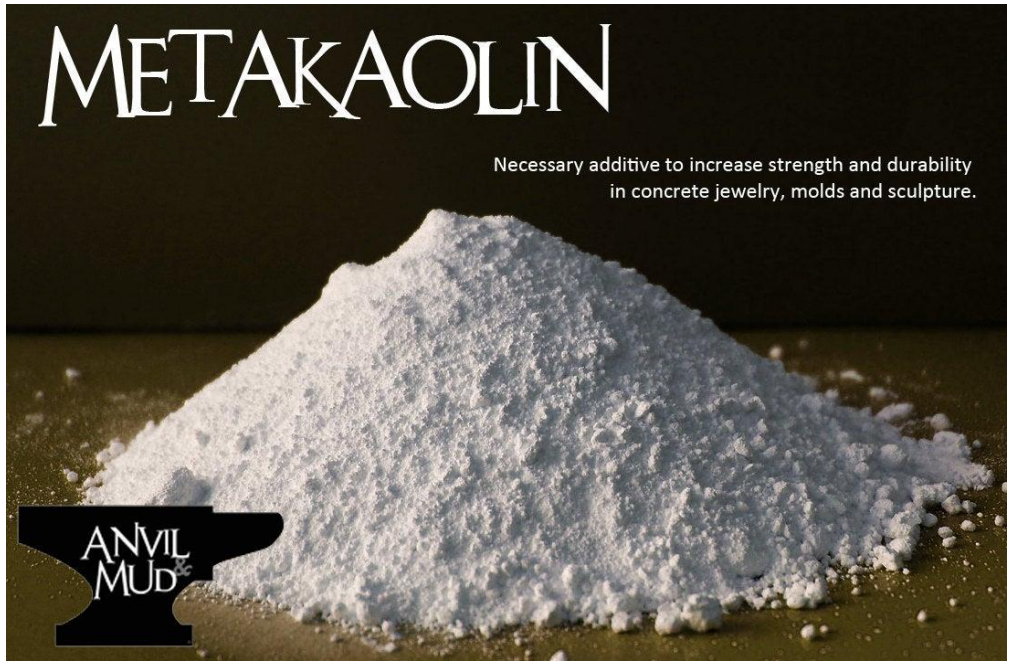
قشور الرز Rice Husk

- قشور الرز هي من المخلفات الطبيعية حاوية على نسبة كبيرة من السيليكا وممكن استخدامها كمواد بوزولانية بعد حرقها ببطء بدرجة حرارة تتراوح ما بين 500 إلى 700 درجة مئوية . المساحة النوعية السطحية (تقاس بطريقة امتزاز الهيدروجين) قد تصل إلى اكبر من 50000 $م^2$ / كغم على الرغم من إن مقاس الحبيبات يتراوح مابين 10-75 مايكرون.
- قشور الرز لها أشكال معقدة تعكس طبيعة الحقل ويكون ذا متطلب مائي عالي مالم يطحن مع الكلنكر.
- تساهم قشور الرز في اكتساب المقاومة خلال الأعمار من 1- 3 يوم
- لأجل الوصول الى القابلية التشغيلية الجيدة وكذلك المقاومة العالية لابد من استخدام ملدن فائق اللدونة plasticizer.

Rice Husk قشور الرز

Metakaolin ميتاكولين

- الميتاكولين هو مادة بوزولانية عالية الجودة وواحدة من أكثر المضافات المعدنية الحاوية على السيليكا استخدامًا هذه الأيام. يساعد الخرسانة في الحصول على أداء أعلى بتكلفة أقل. يتشكل عند تسخين طين الكاولين المعدني إلى درجة حرارة بين 650 و 850 درجة مئوية ومن ثم طحنه بنعومة تصل إلى 700-900 م^2/كغم .



Uses of Pozzolana استخدامات البوزولانا

- السمنت البوزولاني هوسمنت بورتلاندي اعتيادي مخلوط معه احد المواد البوزولانية عن طريق طحنهم معاأو خلطهم وفي بعض الأحيان يمكن خلطهم مع خليط الخرسانة. غالبا ماتكون المواد البوزولانية ارخص من السمنت البورتلاندي الذي تحل محله تلك المواد ويكن برغم ذلك فان فائدتها تكمن في الاماهة البطيئة وبالتالي إلى معدل منخفض لنمو الحرارة وذلك أمر على جانب كبير من الأهمية في المنشات الكتلية والتي غالبا مايستعمل فيها وبكثرة السمنت البوزولاني أو يصار إلى إحلال جزئي للمواد البوزولانية محل السمنت البورتلاندي فيها .هذا وتبدي أنواع السمنت البورتلاندي البوزولاني أيضا مقاومة جيدة لمهاجمة الكبريتات وبعض العوامل التدميرية الأخرى.

المواد المالئة Filler

المواد المالئة مواد ناعمة جدا تقريبا بنفس نعومة السمنت خاملة ليس لها قابلية على التفاعل الكيماوي تمتلك خواص فيزياوية لها ثاثير مفيد على بعض خواص الخرسانة مثل القابلية التشغيلية والكثافة والنفاذية والنضح وقابلية التشقق . لكن إذا امتلك بعض الخواص الهيدروليكية ممكن يتفاعل بصورة ليس شديدة مع الهيدرات وتعتبر كاربونات الكالسيوم (حجر الجير Limestone) من أشهر هذه المواد المالئة التي لها القابلية على التفاعل مع C_3A and C_4AF.

اسمنت البناء Masonry cement

- يستعمل هذا الأسمنت في مونة البناء بالطابوق كبديل عن الأسمنت البورتلاندي الهايدروليكي. إنه مزيج من الكلنكر الأسمنتي البورتلاندي و الجير الهيدروليكي والعديد من المضافات (مضافات حبس الهواء air entrainers). يتم تصنيع هذا المزيج تحت ظروف خاضعة للرقابة في مصانع الأسمنت.
- أسمنت البناء يجعل الملاط (سمنت + رمل + ماء) لين (بلاستيكي) أكثر من الأسمنت البورتلاندي العادي ؛ ولديه أيضا خاصية أكبر للاحتفاظ بالرطوبة ويؤدي إلى انكماش أقل.
- قوة أسمنت البناء أقل من الأسمنت البورتلاندي العادي ، خاصة بسبب إدخال محتوى عالي من الهواء ، لكن هذه القوة المنخفضة هي بشكل عام ميزة في البناء بالطابوق.
- يجب عدم استخدام أسمنت البناء في الخرسانة الإنشائية.
- المواصفات الخاصة بأسمنت البناء هي .ASTM C 91-05

ANY
QUESTIONS?

شكرا لجميع
على الحضور