

CHƯƠNG 5

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH CHO XI MĂNG VÀ BÊ TÔNG

TỔNG QUAN PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH

1. Phụ gia khoáng hoạt tính:

Phụ gia khoáng là các vật liệu vô cơ có nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo có chứa SiO_2 hoặc Al_2O_3 ở dạng hoạt tính.

2. Phân loại

Nhóm X: phụ phẩm của công nghệ luyện gang xỉ lò cao, xỉ hạt nghiền mịn

Nhóm P: Phụ gia hoạt tính Pozzoland từ tro núi lửa

Nhóm T: Quá trình đốt than nghiền, than bột

Nhóm S: Phụ gia gốc microsilica, cỡ hạt siêu mịn

- ❖ Phụ gia meta caolan

- ❖ Phụ gia silicafum: chứa oxit silic vô định hình

- ❖ Phụ gia tro trấu: đốt trấu, nghiền mịn

TỔNG QUAN PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH

❖ Hoạt tính pozzolan

- Pozzolan là những vật liệu chứa SiO_2 vô định hình hoặc các aluminosilicat ở có kích thước hạt rất bé và khi có mặt ẩm thì xảy ra phản ứng hóa học với Ca(OH)_2 (sản phẩm của quá trình hydrate hóa xi măng) tạo thành những hợp chất có tính chất của xi măng
- ❖ Phụ gia khoáng hoạt tính khi sử dụng cho bê tông thông thường có hàm lượng không vượt quá 60%

TỔNG QUAN PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH

❖ Cơ chế làm tăng cường tính chất của PGKHT

- PGKHT có thành phần chủ yếu SiO_2 , Al_2O_3 hoạt tính hoặc $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ và CaO
- SiO_2 , Al_2O_3 hoạt tính, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CSH}$, CAH bền vững và làm tăng cường độ của đá xi măng.
- Lấp đầy các khoảng trống do các hạt cốt liệu, các lỗ trống do quá trình mất nước của gel để lại



Từ trái sang phải:

- Tro bay loại C
- Meta Kaolin
- Silicafum
- Tro bay loại F
- Xi
- Đá phiến nung

THÀNH PHẦN HÓA CỦA CÁC LOẠI PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH

	Tro bay loại F	Tro bay loại C	Xỉ lò cao	Silica fume	Đá phiến nung	Meta- kaolin
SiO₂, %	52	35	35	90	50	53
Al₂O₃, %	23	18	12	0.4	20	43
Fe₂O₃, %	11	6	1	0.4	8	0.5
CaO, %	5	21	40	1.6	8	0.1
SO₃, %	0.8	4.1	9	0.4	0.4	0.1
Na₂O, %	1.0	5.8	0.3	0.5	—	0.05
K₂O, %	2.0	0.7	0.4	2.2	—	0.4
Total Na eq. alk, %	2.2	6.3	0.6	1.9	—	0.3

MỘT SỐ CHỈ TIÊU CỦA PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH

	Class F fly ash	Class C fly ash	Xỉ	Silica fume	Đá phiến nung	Meta- kaolin
Loss on ignition, %	2.8	0.5	1.0	3.0	3.0	0.7
Blaine fineness, m ² /kg	420	420	400	20,000	730	19,000
Relative density	2.38	2.65	2.94	2.40	2.63	2.50

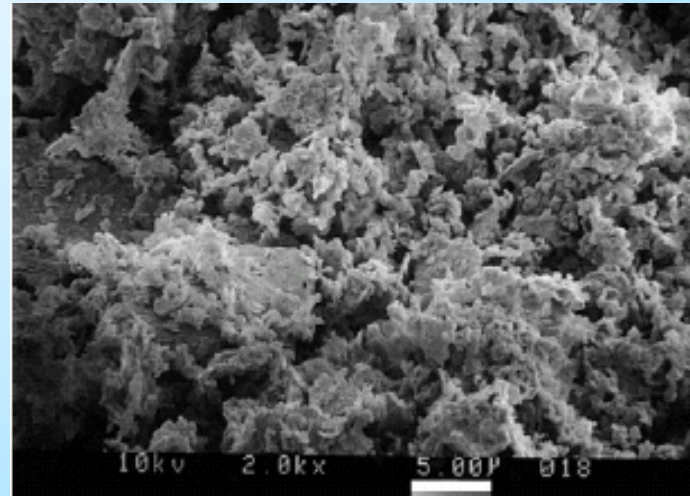
❖ Hàm lượng sử dụng của một số phụ gia khoáng hoạt tính

Hàm lượng sử dụng của một số phụ gia khoáng, % xi măng					
Fly ash loại F	Fly ash loại C	Xỉ	Silica fume	Đá phiến nung	Meta-kaolin
15 - 20	15 - 40	30 - 45	5 - 10	15 - 35	7 - 10

NHÓM PUZZOLAN TỰ NHIÊN



Metacaolanh



SEM của metacalcium hydroxide

- Phân loại theo dạng tồn tại
 - Có dạng tự nhiên là puzzolan,
 - Thông qua xử lý nhiệt: đất sét nung, đá phiến nung, metacaolanh
- Không mang tính kết dính thủy lực

NHÓM PUZZOLAN TỰ NHIÊN

❖Thành phần của một số phụ gia puzzolan tự nhiên

Oxyt, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MKN
Meta caolan	53	43	0,5	0,1	0,1	0,05	0,4	0,7
Đất sét nung	58	29	4	1	0,5	0,2	2	1,5
Đá phiến nung	50	20	8	8	4	-	-	3

❖Một số chỉ tiêu phụ gia của puzzolan tự nhiên

Chỉ tiêu	Đất sét nung	Đá phiến nung	Meta-kaolin
Hàm lượng sử dụng, %	15 – 35	5-10	≤10
Diện tích bề mặt, m ² /kg	650-1350	730	19000 - 20000
Khối lượng riêng	2,40 -2,61	2.63	2.50

TÍNH CHẤT CỦA BÊTÔNG CÓ PHỤ GIA

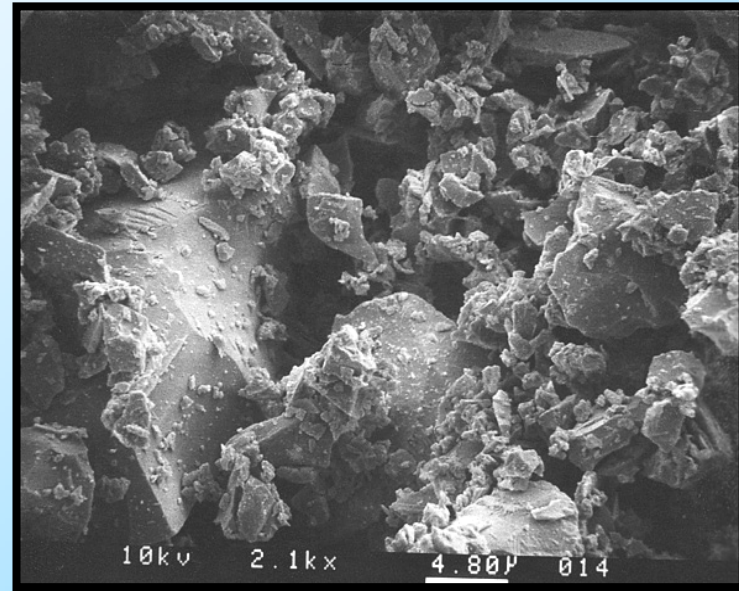
- **Độ sụt:** Thêm 5-15% lượng nước trộn
- **Cường độ:** Tăng chậm trong kỳ đầu.
- **Co ngót :** Độ co ngót thấp hơn bê tông thường
- **Tuổi thọ:** Độ đặc chắc cao, bền trong môi trường xâm thực
- **Độ chống thấm:** Tăng độ chống thấm
- **Nhiệt tỏa ra trong quá trìnhhydrat hóa**
- **Phản ứng với cốt liệu kiềm**
- **Độ bền chống ăn mòn sunphat của bê tông**
- **Các ảnh hưởng khác**

Tăng tính dễ thi công

Giảm nguy cơ bị hòa tan, phân tầng bê tông

Giảm giá thành.

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH XỈ

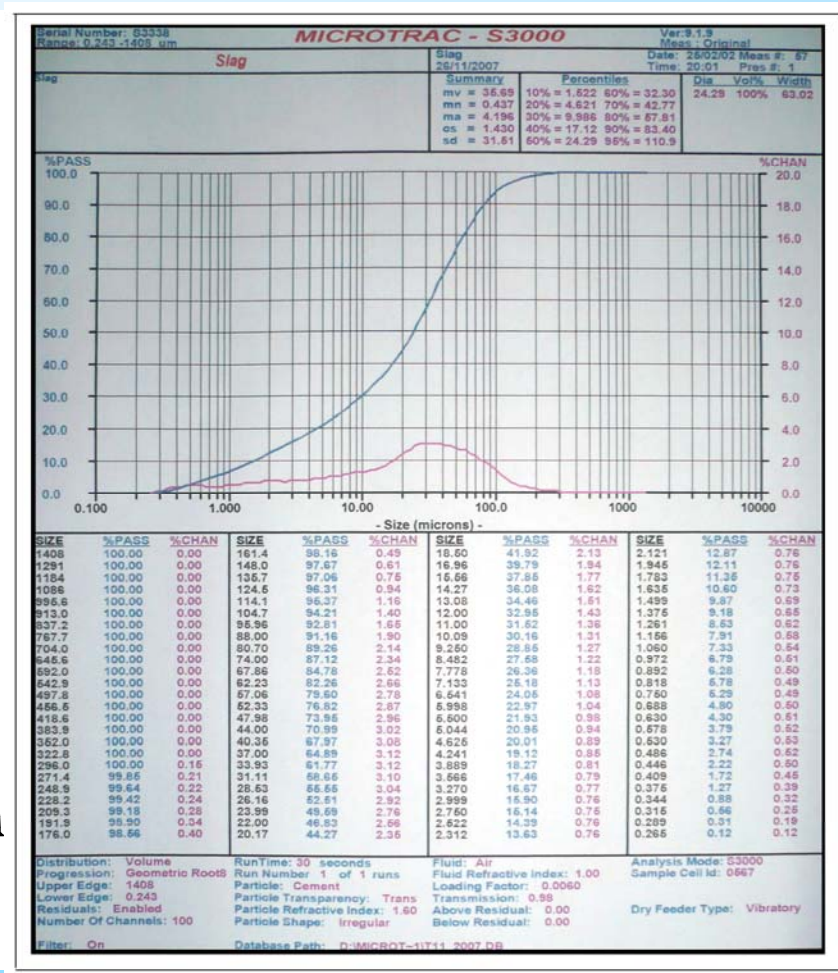
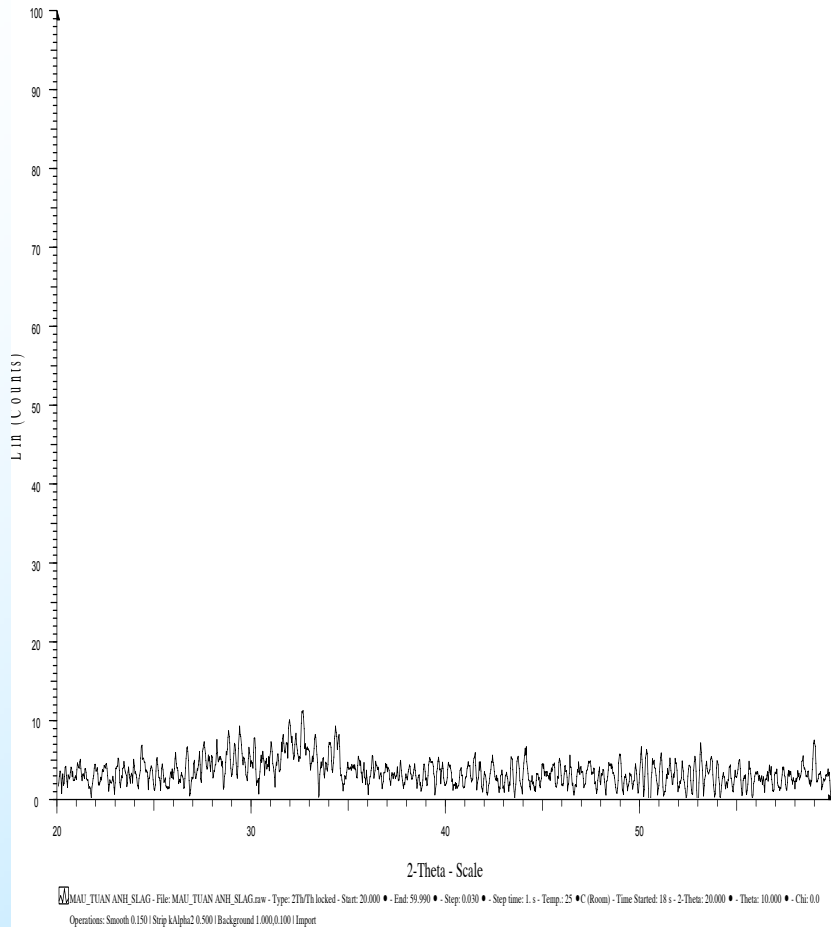


SEM của slag

❖ Tổng quan về xỉ:

- Xỉ là sản phẩm tạo thành của ngành công nghiệp luyện kim
- Thành phần chủ yếu là SiO_2 vô định hình và các aluminosilicat của CaO
- Kích thước hạt của xỉ thường $< 45\mu\text{m}$
- Xỉ có thể là chất kết dính độc lập

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH: XI



Oxit	SiO ₂ , %	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
%KL	34 -37	10 -13	~ 1.0	38 -44	8 - 11	0.3 -0.5	0.3- 0.5

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH: XỈ

❖ **Phân loại xỉ:** Phân loại theo ASTM C989

- Xỉ cấp 80: xỉ có hoạt tính thấp.
- Xỉ cấp 100: xỉ có hoạt tính trung bình
- Xỉ cấp 120: xỉ có hoạt tính cao.

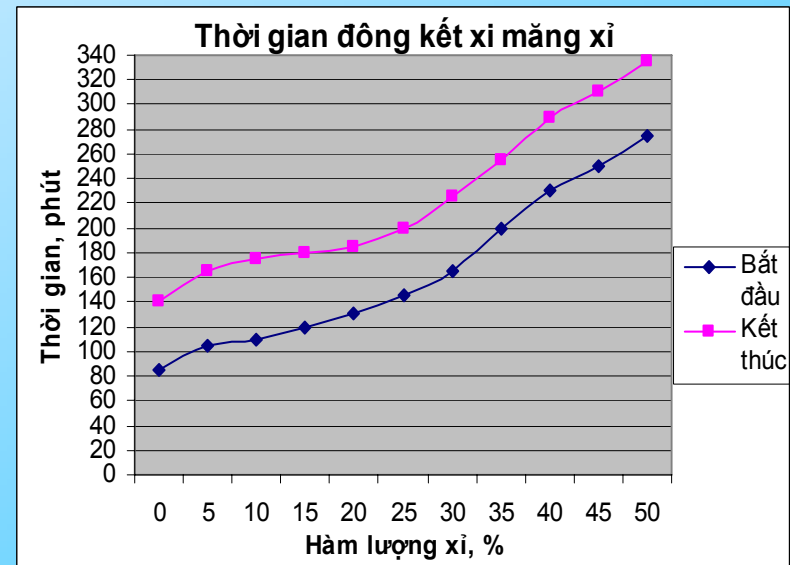
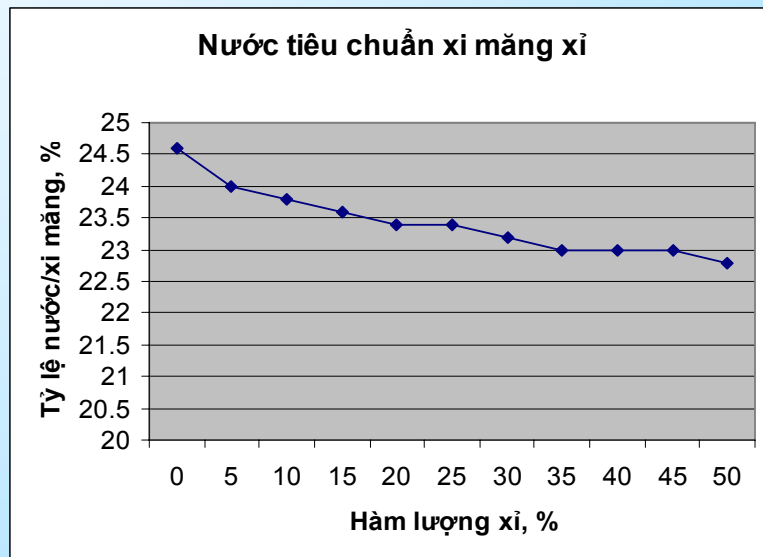
❖ **Một số chỉ tiêu của xỉ**

MKN, %	Diện tích bề mặt riêng, kg / m ²	Khối lượng riêng, g/ cm ³	Hàm lượng sử dụng
<1.5	400-600	2,85-2,95	30 - 45%

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH : XỈ

❖ Ảnh hưởng của xỉ đến tính chất của vữa xi măng, bê tông

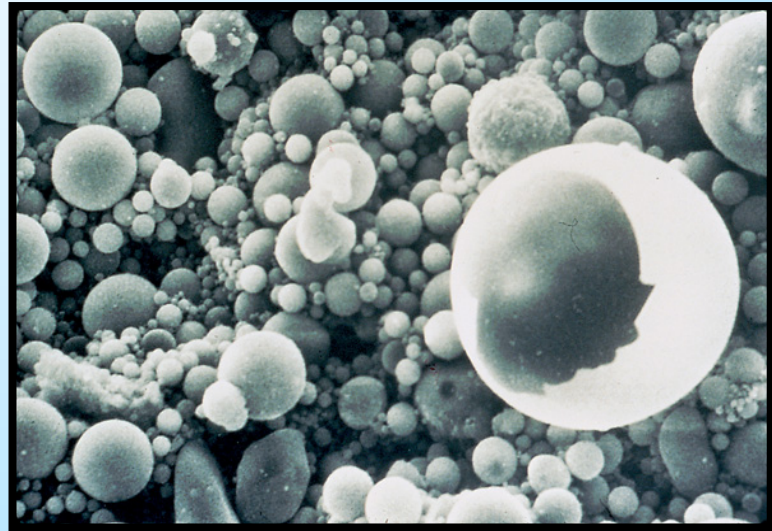
- Giảm lượng nước sử dụng
- Tăng thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết
- Giảm lượng nhiệt của quá trình hydrat hóa
- Giảm phản ứng akali – cốt liệu, tăng khả năng chống phản ứng hóa học



PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH :TRO BAY



Fly Ash



SEM của fly ash

❖ Tổng quan

- Là sản phẩm của quá trình cháy của nhiên liệu (than và các thành phần khác) trong các nhà máy nhiệt điện
- Thành phần chủ yếu là các SiO_2 , Al_2O_3 pha thủy tinh và các oxyt Fe_2O_3 , CaO . Trong tro bay hàm lượng pha tinh thể rất ít.
- Fly ash có cỡ hạt từ $1\text{-}100\mu\text{m}$, cỡ hạt trung bình khoảng $20\mu\text{m}$ có dạng hình cầu hoặc hình cầu rỗng
- Có thể có tính thủy lực

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH :TRO BAY

❖ Phân loại

Theo ASTM C618, tro bay được phân loại theo hàm lượng CaO và C dư

- Loại F: hàm lượng $\text{CaO} \leq 10\%$ và C dư $\leq 5\%$
- Loại C: hàm lượng CaO có thể đến 30% và C dư $\leq 2\%$

❖ Thành phần hóa của tro bay

Oxit		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	SO_3	Na_2O	K_2O
%KL	Loại C	30 - 38	15 - 20	5 - 8	20 - 28	3 - 5	4 - 7	< 1.3
	Loại F	48 - 55	20 - 26	8 - 15	< 8	< 1.5	1 - 2	1 - 4

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH :TRO BAY

❖ Một số chỉ tiêu của tro bay

Tính chất	MKN, %	Diện tích bề mặt riêng, m ² /kg	Khối lượng riêng, g/ cm ³	Hàm lượng sử dụng
Loại C	< 0.7	>400	2.68	15 – 40%
Loại F	<3.5	>400	~ 2.38	15 - 20%

❖ Ảnh hưởng của tro bay đến tính chất của bê tông

- Làm giảm lượng nước sử dụng, tăng tình công tác

Loại tro bay	Lượng tro bay, %lượng xi măng sử dụng	Lượng nước sử dụng thay đổi, %
C	25	-5
F	25	-7
C	50	-10
F	50	-15

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH: TRO BAY

❖ Ảnh hưởng của tro bay đến tính chất của hỗn hợp BT

- Giảm khả năng tách nước phân tầng của hỗn hợp bê tông

Loại tro bay	% độ giảm tách nước	
	%	ml/cm ²
Loại C	0.34	0.011
Loại F	1.31	0.044
Không sử dụng tro bay	1.75	0.059

- Tăng thời gian đông rắn của hỗn hợp BT

Loại Fly ash	Thời gian đông kết, hr:min		Chênh lệch thời gian, hr:min	
	Bắt đầu	Kết thúc	Bắt đầu	Kết thúc
Class C	4:40	6:15	0:25	0:45
Class F	4:50	6:45	0:35	1:15
không phụ gia	4:15	5:30	—	—

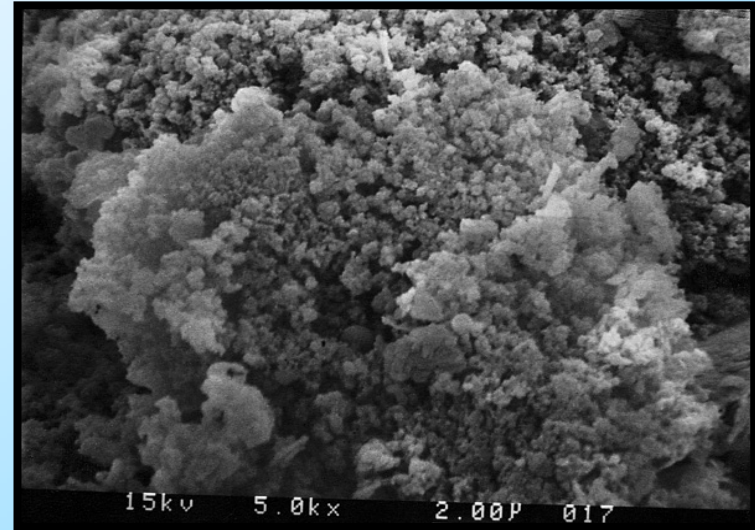
PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH: TRO BAY

❖ Ảnh hưởng đến tính chất của BT đóng rắn

- Làm giảm nhiệt thủy hóa của BT
- Làm giảm khả năng phản ứng ASR
- Tăng khả năng chống phản ứng hóa học của BT

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH: SILICAFUME

❖ Tổng quan về silicafume



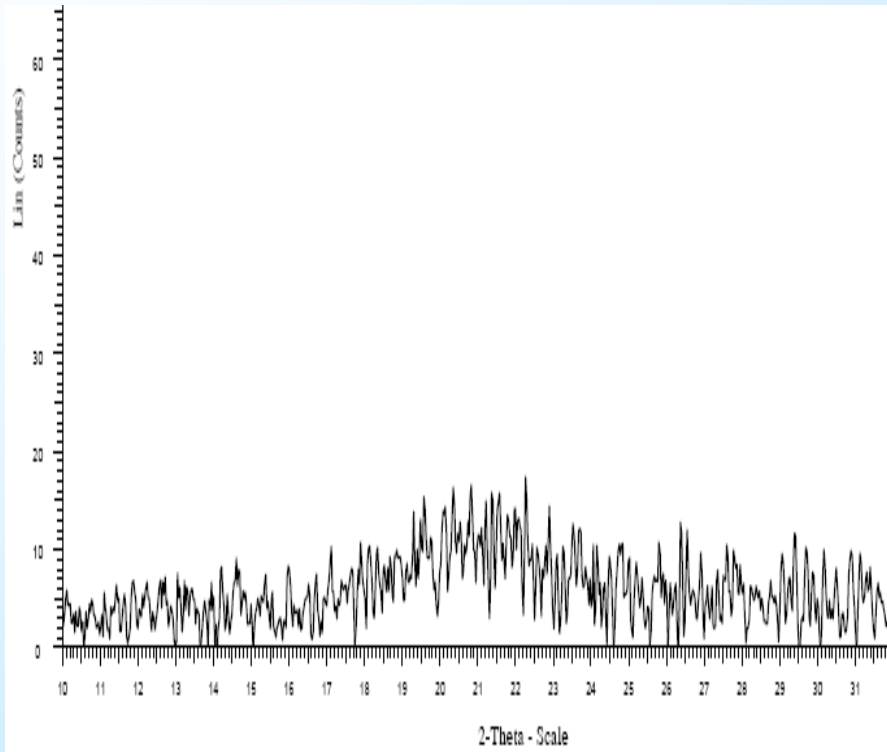
SEM của Silicafume

❖ Thành phần hoá của Silicafume

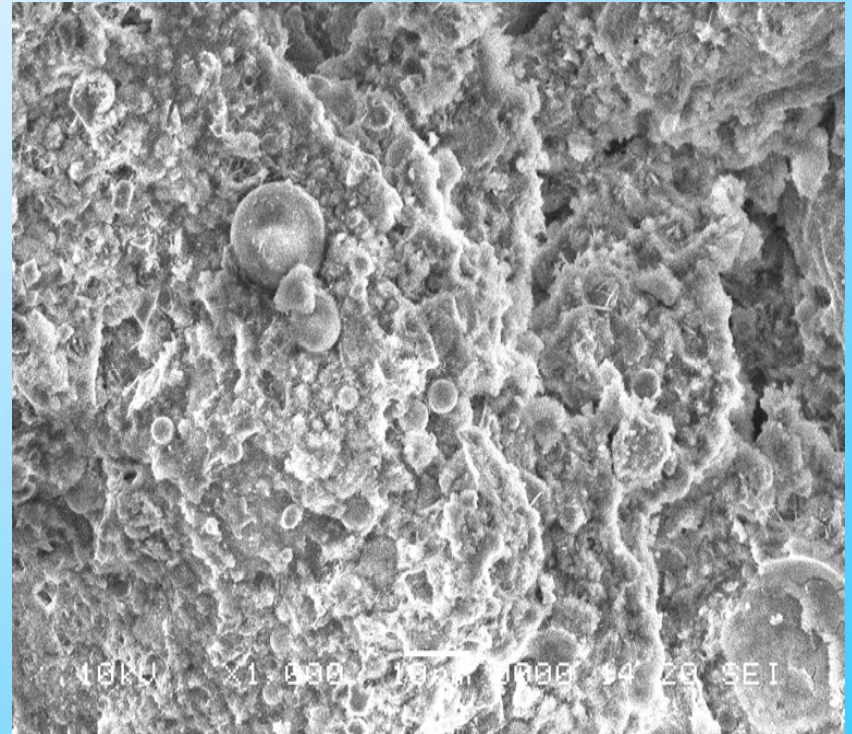
Oxit	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	SO_3	Na_2O	K_2O
%KL	> 85	< 1.5	< 1.0	1.5 – 2.5	< 1.5	< 1.0	< 4

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH: SILICAFUME

2. Phụ gia hoạt tính nhóm S

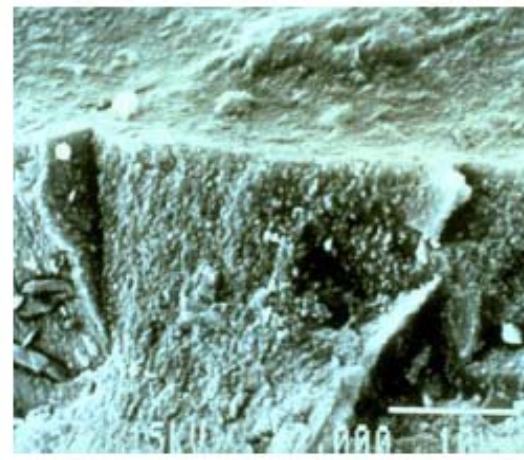
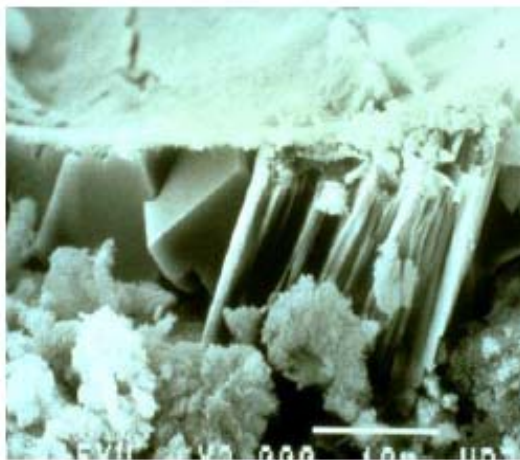
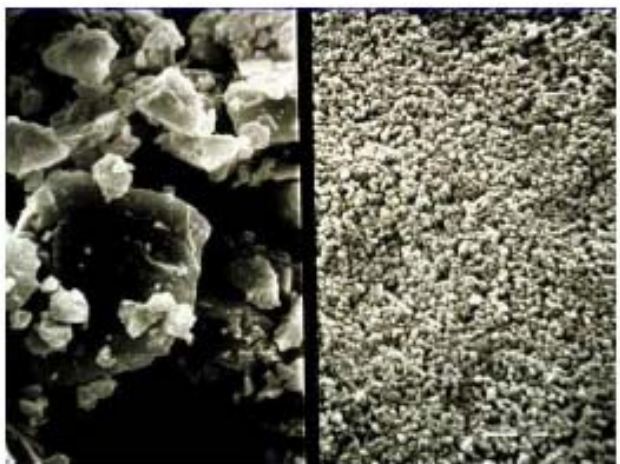


X ray của Silicafume



Các hạt Silicafume chưa phản ứng

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH: SILICAFUME



- Là sản phẩm của quá trình sản xuất silicon hoặc hợp kim ferro silicon
- Chủ yếu chứa các SiO_2 hoạt tính ở pha thủy tinh và có cỡ hạt rất mịn dạng hình cầu
- Không mang tính thủy lực

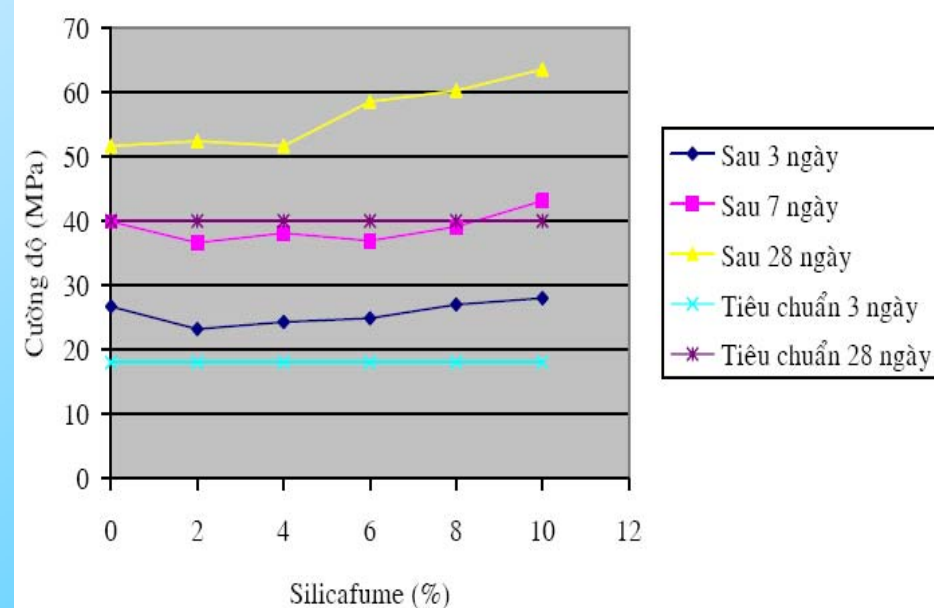
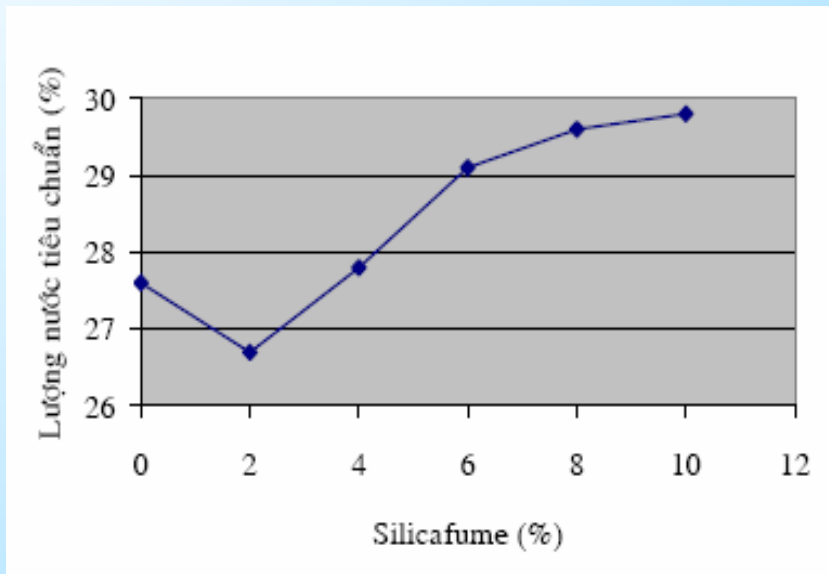
❖ Một số chỉ tiêu của tro bay

MKN, %	Diện tích bề mặt riêng, m^2/kg	Khối lượng riêng, g/cm^3	Hàm lượng sử dụng
< 5	~20,000	~ 2.4	5- 10%

PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH: SILICAFUME

❖ Ảnh hưởng của silicafume

- Tăng lượng nước nhào trộn
- Giảm khả năng tách nước, phân tầng của hỗn hợp vữa và bê tông
- Tăng cường độ của vữa hoặc bê tông
- Giảm ASR và tăng khả năng chống phản ứng hoá học



ẢNH HƯỞNG CỦA PGHT ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG

Tính chất	Fly ash	Slag	Silica fume	Nat. Pozzolans
Lượng nước nhào trộn	Giảm	Giảm	Tăng	Không xác định
Tính công tác	Tăng	Tăng	Giảm	Tăng
Khả năng tách nước, phân tầng	Giảm	Không xác định	Giảm	Không xác định
Lượng khí chứa	Giảm	Không xác định	Giảm	Không xác định
Nhiệt tỏa của Hydration	Giảm	Giảm	Không xác định	Giảm
Thời gian đông kết	Tăng	Tăng	Không xác định	Không xác định
Khả năng bơm	Tăng	Tăng	Tăng	Tăng

ẢNH HƯỞNG CỦA PGHT ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA ĐÁ BÊ TÔNG

Tính chất	Fly ash	Slag	Silica fume	Nat. Pozzolans
Cường độ	Không xác định	Không xác định	Tăng	Không xác định
Chống mài mòn	Không xác định	Không xác định	Không xác định	Không xác định
Co khô	Không xác định	Không xác định	Không xác định	Không xác định
ASR	Giảm	Giảm	Giảm	Giảm
Chống phản ứng hoá học	Tăng	Tăng	Tăng	Tăng
Cacbonat hoá	Không xác định	Không xác định	Không xác định	Không xác định