

粘土質 原料의 開發

安 學 模

〈東洋세멘트 三陟工場〉

1. 序 論

粘土質의 性狀이 크링카의 燒成에 미치는 影響이 매우 크다는 것도 잘 알려진 事實이며, 反應性이나 粉碎性과의 關係에 對하여도 報告된 것이 있다.⁽¹⁻³⁾

東海岸 地方의 시멘트 工場에서는 原料中에 Al_2O_3 의 含量이 높고 SiO_2 가 낮은 地域的인 特性을 가지고 있다. 副原料에서 SiO_2 供給原으로 海砂를 使用함으로써 粉碎의 어려움과 調合原料中에 큰 Silica 粒子가 存在 함으로써 크링카 內의 free SiO_2 의⁽⁴⁾ 影響으로 시멘트 品質低下를 招來할 수 있다.

2次 油價波動 以後 B.C 油에서 有煙炭으로 燃料가 代替됨으로써 Ash 中の Al_2O_3 影響을 받아 크링카 中の C_3A 의 增加와 S.M의 低下가 不可避 하다. 이러한 狀態에 C_3A 의 減少와 難燒成 狀態를 만들지 않으면서 S.M을 上昇시키기 爲하여 副原料의 開發이 不可避하여 粘土質 原料로서 Al_2O_3 가 낮고, SiO_2 가 높은 副原料를 開發 使用함으로써 크링카 中에 free SiO_2 와 C_3A 의 減少, S.M의 上昇 등으로 시멘트의 品質向上과 Kiln의 安定 運轉으로 生産性의 增加를 이룰 수가 있었다.

2. 有煙炭中の Ash에 依한 크링카 成分의 變化

區 分 \ 成 分	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	HM	SM	IM	LSF
Raw mix	21.58	5.36	3.40	65.63	2.54	2.16	2.46	1.58	95.03
Ash	42.31	29.29	6.22	12.01	2.27				
Clinker	21.83	5.65	3.43	64.99	2.54	2.10	2.40	1.65	92.27

3. 現在使用中인 Shale과 開發 Shale 의 比較

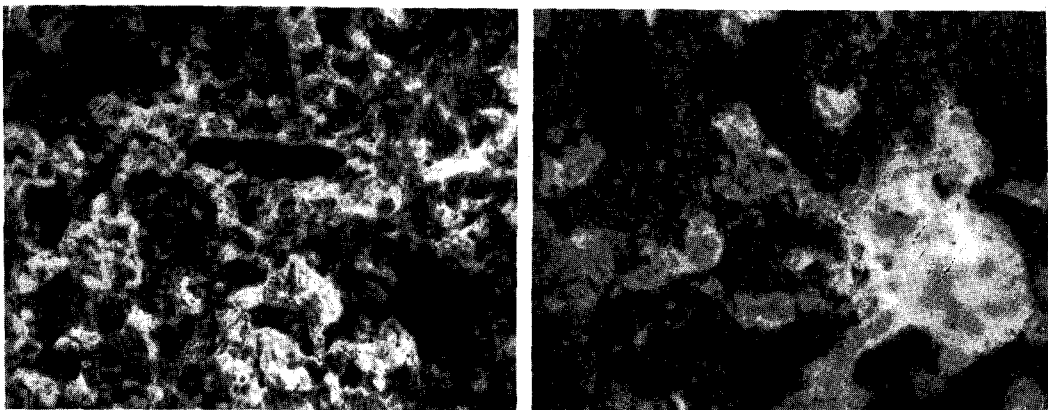
(1) 成分比較

Shale 成分	lg-loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	備考
A	3.92	62.12	17.22	8.33	1.84	2.41	3.73	0.25	
B	2.77	65.66	11.44	13.82	0.98	2.06	2.87	0.08	

註, A : 現在 使用中인 Shale
 B : 開發 Shale

(2) Shale 中の Silica 粒子

塊狀의 Shale 을 Cutter 로 切斷하여 Sand paper 에서 研磨한 후 Polishing cloth 에서 Alumina powder 를 散布한 다음 研磨하여 反射顯微鏡에서 200倍로 觀察한 結果가 <그림-1>에 있으며, SiO₂의 粒子 크기는 비슷하나 B-Shale 은 A-Shale 에 比하여 風化가 더 進行된 狀態이며 Silica 含量이 높으나 Silica 分布狀態가 더 良好하다.



(A - Shale)

<그림-1>

(B - Shale)

(3) 燒成度 試驗

各種原料를 170 mesh 로 全量通過시킨 後 配合하여 1000℃ 의 電氣爐에서 燒成하 F-CaO를 試驗하였다.

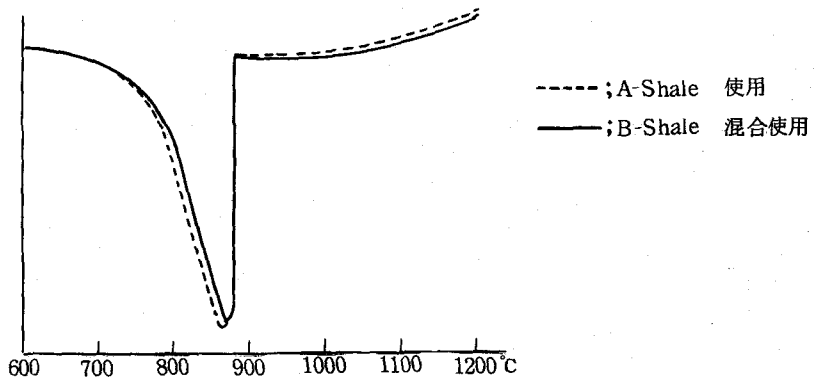
a) 化學成分

區分 \ 成分	Ig-loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	備 考
A- Shale 使 用	35.13	14.11	3.75	2.13	41.96	2.02	
B- Shale 混 合 使 用	35.09	14.15	3.80	2.14	41.99	1.97	

b) F-CaO

區 分 \ 燒成時間	20 分	30 分	備 考
A- Shale 使 用	4.70	2.65	
B- Shale 混 合 使 用	4.66	2.57	

(4) TG-DTA 試驗



4. B-Shale 使用效果

(1) B-Shale 의 使用期間 및 使用比率

4 시멘트 심포지움

區分	日字	'83	7/23	7/25	7/27	8/3	8/4	8/9	8/12	8/23	8/26	9/3	9/7	9/11	9/13
	使用比(%)	A	100	70	50	60	50	40	30	40	30	40	50	40	30
	B	0	30	50	40	50	60	70	60	70	60	50	60	70	15

註, 現在도 使用中에 있음

(2) Clinker 係數值比較

項目	區分	A-Shale 使用	B-Shale 混合使用	差異	備考
	調査期間		'83. 3~6	'83. 8~11	4個月
Clinker 係數	HM	2.10	2.10		
	SM	2.30	2.40	△ 0.10	
	IM	1.68	1.63	△ 0.05	
F - CaO		1.33	1.04	△ 0.29	

(3) 工程分析

項目	區分	A-Shale 使用	B-Shale 混合使用	差異	備考
	生産性 (t/d)		8,182	8,251	△ 69
稼働率 (%)		93.4	94.6	△ 1.2	
熱量原單位 (kcal/kg-clinker)		87.5	87.4	△ 1	

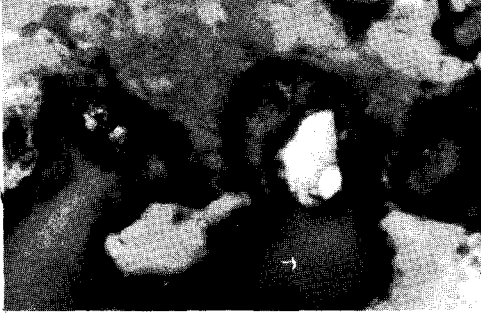
- a) B-Shale 의 水分含量 過多로 原料 投入에 約簡의 어려움이 나타나고 있으며,
 b) Kiln 의 Coating 脫附着 狀態는 約簡 良好하게 됨으로써 稼働率 向上으로 困하여 生産性의 安定으로 Clinker 燒成狀態가 良好하다.

(4) 品質比較

項目	區分	A-Shale 使用	B-Shale 混合使用	差異	備考
	Clinker mill 粉碎性 (t/h)		91.25	90.02	△ 1.23
시멘트 強度 (kg/cm ²)	3日	169	183	△ 14	
	7日	249	265	△ 16	
	28日	318	332	△ 14	

(5) Clinker 의 燒結狀態

a) free SiO₂



(A - shale)

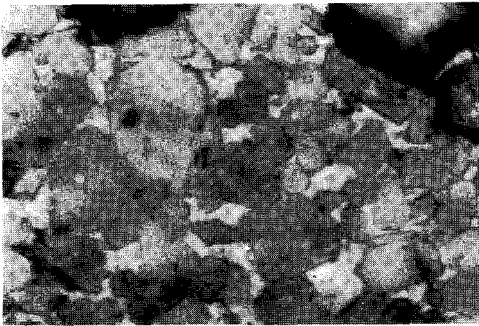
粒子가 크며 多量



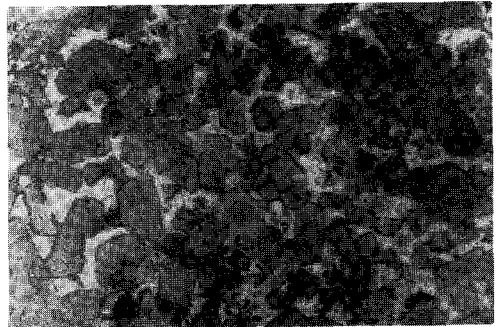
(B - shale 사용후)

粒子가 작으며 少量

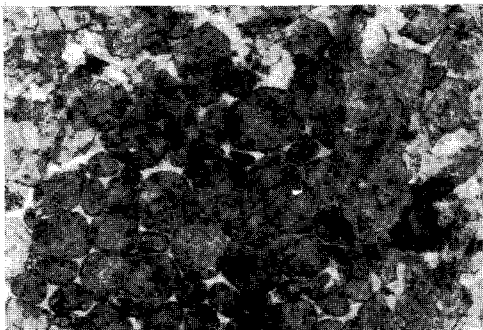
b) C₃S 및 C₂S



(A - shale)

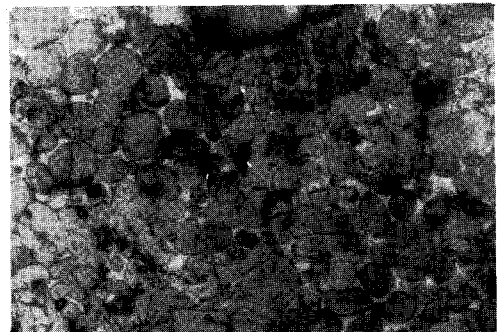


(B - shale 사용후)



(A - shale)

C₃S : 粒子가 크며 大部分을 點有
C₂S : 部分的으로 集團을 形成



(B - shale 사용후)

C₃S : A- Shale 의 1/2 程度의 크기
C₂S : 分散되어 있다.

c) Clinker 狀態

區 分	A- Shale 使 用	B - Shale 混 合 使 用	備 考
Clinker 狀 態	· 氣孔이 작으며 Clinker 의 組織이 緻密하고 破碎 잘 되지 않는다.	· 氣孔이 全體的으로 分散 되어 있으며, 破碎가 잘 되고 Clinker 의 色相 도 良好하다.	

(6) 經濟性 比較 (原料費만 考慮함)

單位 : 원/T - Cli .

原料名 \ 區 分	A - Shale 使 用	B - Shale 混 合 使 用	差 異	備 考
石 灰 石	1,418 ²⁷	1,438 ²⁸		
Shale	A	126 ²⁹		
	B			
海 砂	32 ³³			
鐵 鑛 石	195 ³¹			
計	1,755 ⁴¹	1,564 ⁵⁶	△ 190 ³²	

* 年間 原料費 節減額

$$190^{32} \text{ 원/t -cli.} \times 2,800,000 \text{ t -cli./年} \\ = 53,430 \text{ 萬 원/年}$$

5. B- Shale 使用 效果 分析

- (1) SM을 2.30 에서 2.40 으로 上昇
- (2) 生産性은 約 70 t/d 增加된다.
- (3) SM 의 上昇으로 熱消費量이 增加할 것으로 豫想되었으나, B - Shale 은 A - Shale 에 比하여 風土가 더 進行되어 있으며 또한 海砂의 使用中止로 Silica 粒子 등이 작아져서 熱消費量은 비슷한 것으로 나타났다.
- (4) 시멘트의 3日, 7日, 28日 強度는 約 15 kg/cm² 上昇되었는 바, 이는 SM의 上昇과 Clinker 中の F-CaO 의 減少에 依한 것으로 判斷된다.
- (5) F-CaO 는 約 0.3% 低下되는 것으로 나타나 燒成面에서도 有利한 것으로 判斷된다.

(6) 原料費도 크게 節減할 수 있다.

6. 結 論

새로운 原料開發에는 많은 어려움이 있으나 새로운 原料를 開發 使用함으로써 工程의 安定으로 生産性 및 品質向上 등의 效果를 얻을 수 있었으며, 또한 原料費를 節減할 수 있어 새로운 原料 開發에 投資할 수 있는 與件을 마련하고 原料의 不足에 依한 開發뿐만 아니라 代替原料의 開發도 大端히 重要하다.

또한 原料開發은 長期的인 觀點에서 推進할 것이며 易燒成 原料를 開發함으로써 燃料消費量도 節減할 수 있다.

參 考 文 獻

1. ZEMENT KALK GIPS No. 2 1976
Cement 原料粉體의 Clinker ability
2. PIT & QUARRY 72 (3) p. 103 - 111
(5) p. 73 - 75, p. 79 - 81
(1979)
Cement 原料의 物質化學的 特性和 原料混合物의 反應性
3. CEMENT ASSO. JAPAN REV. 25 GEN
MEETING (1971) p. 47 - 51
Siliceous 原料物質의 反應性 決定에 關한 Expedient method
4. HOLDER BANK MANAGEMENT AND CONSULTING LTD. 1975
microstructure of portland cement clinker