

# Clinker 부원료로서 Fly ash 이용에 관한 고찰

## 과 부 환

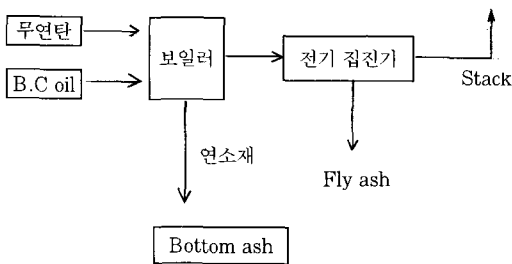
〈 성신양회(주) 단양공장 〉

### 1. 서론

Clinker 조제시 부원료인 점토질 원료는 석회석품 위에 따라서 사용비율이 상이하며, 화학성분과 광물학적 특성에 따라 키른 조성안정상태, 생산량 및 품질 특성에 영향을 미치고 있으며, 시멘트 생산량증대로 인하여 점토질 원료의 물량 공급에 따른 문제로 인해,

- 양질의 점토공급시 원거리 수송으로 인한 원가상승.
- 산림훼손으로 인한 점토자원 채취허가의 어려움.
- 생산량 증대에 따른 천정 crane의 업무량 증가.
- 수분다량으로 인한 동절기와 우수기에 투입 불균일로 자동원료조정의 정확성 저하 및 편차상승으로 인한 문제점 해결을 위하여 영월화력에서 산출되는 Fly ash (Fly ash + Bottom ash)의 이용가능성에 대하여 현장시험을 실시하였다.

### 2. Fly ash의 생산 및 성분



〈그림 1〉 공정도

#### 사용 연료

〈표 1〉

	발열량(kcal/kg)	회분(%)	사용비율(%)
무연탄	4,500	44	80
B.C oil	10,000	0.05	20

#### 생산량 및 열량

〈표 2〉

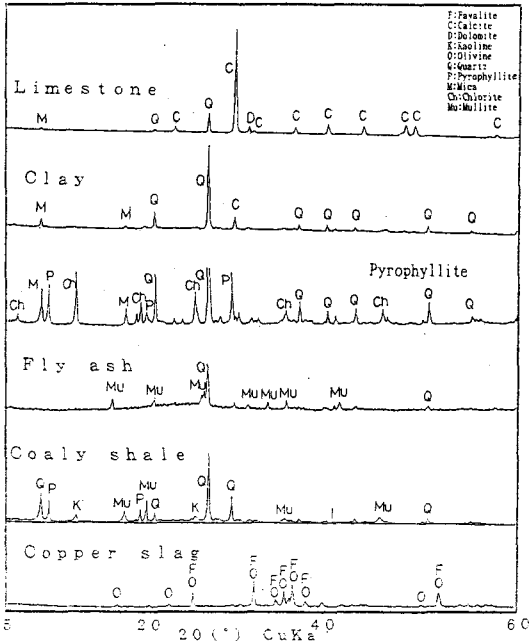
	산출량(Ton/월)	발열량(kcal/kg)
Fly ash	16,000	1,000
Bottom ash	4,000	100
계	22,000	800

#### 주부원료의 화학성분

〈표 3〉

(%)

시 료 명	Ig . loss	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SM	Quartz	Kcal/kg
석 회 석	38.9	9.8	1.4	0.6	46.9	1.9	0.1	0.5	4.9	6.8	
점 토	7.7	61.1	17.2	6.9	1.8	1.6	0.2	3.2	2.5	32.7	
납 석	5.0	59.2	21.7	7.6	0.6	1.5	0.2	2.7	2.0	30.2	
Fly ash	10.5	51.0	26.6	5.9	1.0	0.8	0.3	3.1	1.6	8.2	800 cal/g
경 석	18.7	49.5	23.0	3.8	0.8	0.9	0.2	3.0	1.8	21.7	1200cal/g
용 재	-5.7	27.8	7.3	63.2	1.3	1.2	0.6	1.3	0.4	0.5	

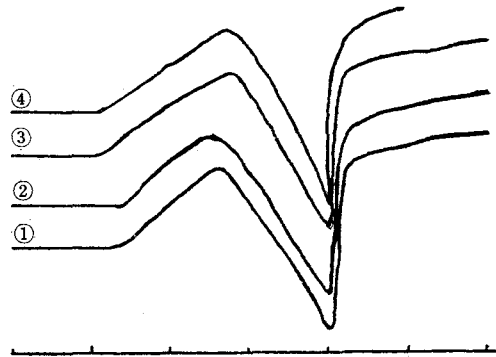


〈그림 2〉 주부원료의 광물조성(XRD)

Raw mix DTA curve

〈표 5〉

점	발 열 (°C)	흡 열 (°C)			
		시작	peak	완료	
토	①	525	664	800	823
	②	538	655	802	827
F/A	③	518	670	803	828
	④	515	670	800	826



원료 배합비

〈표 4〉

원료 계수			배합비(Dry Base. %)							화학적 성분 (%)				Quartz
LSF	SM	IM	석회석	점토	납석	용재	F.A	경석	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO		
93±1	2.45~2.55	1.4~1.7	88.8	3.5	-	2.2	-	5.5	14.1	3.3	2.4	41.8	8.9	
95±1	2.35~2.45	1.4~1.7	89.3	-	1.5	2.2	1.5	5.5	13.8	3.4	2.3	41.9	8.2	

원료배합조정 비교(기간 : 30일)

〈표 6〉

구분	R/M	LSF	SM	IM	Quartz (%)	생산량 (t/h)
점토 사용	1	93.5	2.47	1.54	8.7	130
	2	93.6	2.48	1.52	9.0	137
	4	92.7	2.46	1.57	8.9	284
	AV.	93.3	2.47	1.54	8.9	
F/A 사용	1	95.0	2.45	1.60	8.1	134
	2	95.1	2.45	1.59	8.3	135
	4	94.2	2.41	1.70	8.3	290
	AV.	94.8	2.47	1.54	8.2	

- 원료조정면에서 Fly ash가 수분이 적고 대석이 없으므로 LSF의 일간 조정편차가 0.4의 큰 폭으로 감소되어 양호한 원료조정을 할 수 있었다.
- 분쇄성에 있어서도 Quartz 및 수분량 감소로 인하여 Raw mix 생산량이 다소 증가된 추세로 나타났다.
- 점토 사용시 수분다량 함유로 塊와 대석으로 인한 투입 불균일 현상으로 9명의 Hopper공이 있었으나, Fly ash 사용후 인원을 모두 줄이고 천정 crane공의 과대한 업무를 줄일수 있었다.

Clinker 화학 성분

<표 7>

		Igloss	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	F/L	LSF	SM	IM	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
점토 사용	1호	0.14	22.06	5.74	3.26	63.96	2.79	0.09	0.92	0.90	90.5	2.45	1.76	49	26	10	10
	2호	0.15	22.12	5.69	3.42	63.81	2.78	0.10	0.95	1.03	90.1	2.43	1.66	48	27	9	10
F/A 사용	1호	0.14	21.62	5.86	3.16	64.02	2.88	0.10	0.96	0.90	92.1	2.40	1.85	52	52	10	10
	2호	0.13	21.68	5.80	3.20	64.34	2.79	0.09	0.90	0.93	92.4	2.41	1.81	54	54	10	10

#### 4. 소성

Clinker 생산량이 20~30ton/일 증가되었으며 소성상태를 F.L 시험결과로 비교할때 Fly ash 사용이 양호하였다.

이는 점토에 비해 Fly ash가 공급분의 화학성분 편차가 적고, Quartz 함량이 현저하게 낮고, 원료조 정편차 감소로 균일한 원료공급에 기인한다고 본다. 품질면에서도 3일 강도에서는 하락되었으나, 28일 강도에서 2~3 % 상승되는 것으로 나타났다.

Clinker를 Raw crusher 및 Grind mill을 통과시켜 5mm정도로 조쇄한 시료에 석고를 일정량 첨가시켜 시험mill에서 분쇄, 압축강도 시험용 시료로 하였다.

#### 5. 결론

① 원료조정면에서 점토사용시보다 투입이 균일하여 원료조정편차를 줄일 수 있었고 화학성분의 편차가 적어지고 Quartz량이 현저하게 낮아 분쇄성도 양

호하였다.

② 동일 석회석을 사용시 LSF를 2% 상승시킬수 있는 잇점이 있다.

③ 소성상태는 균일한 조합원료의 공급으로 대체로 양호하여 F.L이 감소되고 불량율이 줄었으며 생산량도 증가추세를 나타내었다.

④ 품질면에서는 28일 압축강도에서 2~3%의 상승 효과가 있었다.

⑤ 원가절감면에서 점토와의 단가면에서 상당한 절감효과가 있었으며 인건비에서도 Hopper공 9명을 줄일수가 있었고 생산 증가량 계산할시 더 큰 효과가 있으리라 생각된다.

⑥ 원료 Hopper의 작업조건을 볼때 안전사고 예방효과를 가져왔으며 천정 crane 운전공의 업무량을 줄일수 있었다고 본다.

⑦ 당공장에 Clinker부원료로 활용함으로써 무연탄 사용량을 증가시킬 수 있고 영월화력의 환경 개선에 큰 역할을 할것으로 생각한다.

키른 공정상태 및 생산량

<표 8>

구분	키른	생산량 (Ton/일)	F.L(%)			단위용적 (g/l)
			평균	불량율	6	
점토사용	1호	3980	1.09	9.0	0.68	1439
	2호	4018	1.03	5.7	0.57	1466
F/A 사용	1호	4005	0.97	2.8	0.36	1436
	2호	4050	0.90	3.3	0.38	1471

\*불량율 : 2시간 간격으로 시험시 1.7이상 차지한 비율  
\*공정상태 : H/C coating 1회(1호)

시험결과

<표 9>

구분	키른	Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	44μm 잔사%	압축강도(kgf/cm <sup>2</sup> )		
				3일	7일	28일
점토사용	1호	3183	19.4	214	293	376
	2호	3233	18.9	215	296	380
F/A 사용	1호	3082	22.3	192	291	382
	2호	3100	20.6	209	310	393

\*각 10회 평균치임.