

현대시멘트 단양공장 시멘트 밀 Cyclone separator 설치 결과

이봉한* · 엄영진 · 김현철 · 정공섭

〈쌍용양회(주)〉

〈현대시멘트(주)〉

1. 서론

최근 국내의 시멘트 각사에서는 시멘트 밀 분쇄공정에서 생산성 증대, 전력원단위 감소 및 제품 입도분포 개선을 통한 품질 향상을 위해 고효율형 separator 적용등 일련의 공정개선을 추진하고 있다.

현대시멘트, 쌍용양회 양사는 현대시멘트 단양공장 1, 4, 5호 시멘트 밀에 적용 가동중이던 분급성능이 불량한 기존 sturtevant type separator 를 철거하고 생산능력 증대, 품질고급화 및 전력원단위 절감을 꾀하고자, 쌍용양회에서 개발해 쌍용양회 자사에 설치(9기)하여 그 성능의 우수성이 입증된 고효율 cyclone separator를 설치적용하였으며 그 결과를 보고하고자 한다.

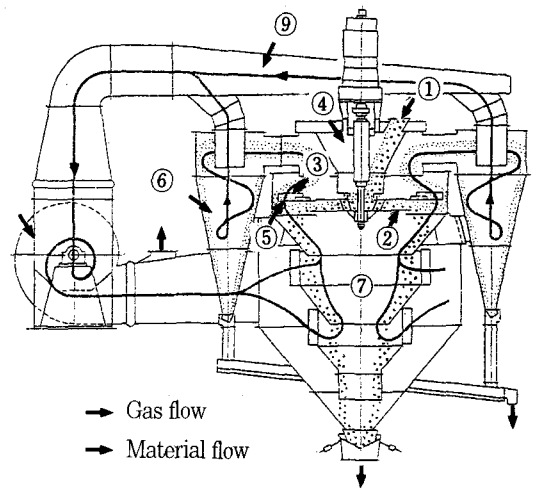


그림.1 Cyclone Separator의 구조

2. Cyclone separator의 구조와 기능

2.1 Cyclone separator의 구조

Cyclone separator는 상승기류를 분급기구로 하는 공기분급기로서 구조의 주요 부분은,

- 1) 분급원료가 공급되는 원료투입구①
- 2) 분산판②와 보조날개③을 고정하는 회전축부④
- 3) 분급이 이루어지는 분급실⑤
- 4) 정분 포집용 사이크론⑥
- 5) 본체 하부 조분 포집부⑦
- 6) 분급공기를 공급하는 외부 순환환(FCF)⑧ 및 순환도관⑨으로 구성되어 있다.

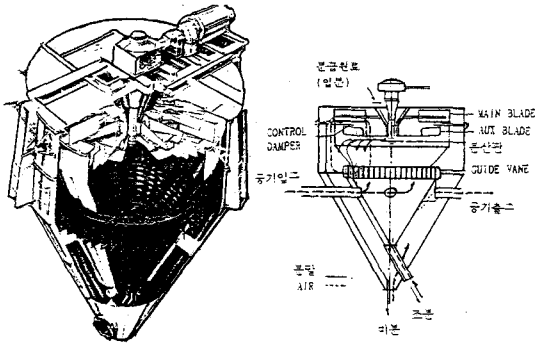
2.2 분급기능

분급기의 분급기구를 간단히 설명하면, 분급원료는 원료투입구①로 투입되어 분산판②에 낙하함과 동시에 원심력에 의해 분급실⑤내에 분산되며, 순환환⑧에 의해 공급된 분급공기는 분급실로 상승하면서 분산된 원료를 실어 회전하는 보조날개③에 충돌함으로써 비교적 큰 입자는 원심력을 받아 내벽을 따라 조분포집부⑦로 중력에 의해 낙하한다. 한편 미분은 기류에 실려 정분포집용 사이크론⑥에 포집되고 미분과 고기(固氣) 분리가 일어난 기류는 순환도관⑨을 통해 순환환⑧에 의해 재차 공급되는 형식의 분급기능을 갖는다.

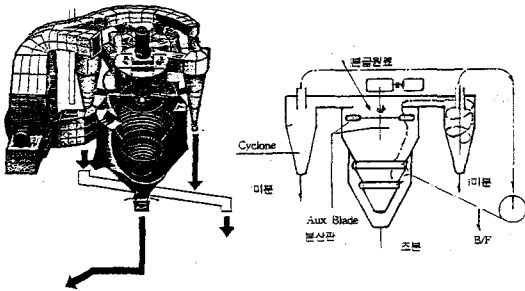
3. 교체 전 · 후 separator 비교

3.2 교체 전 · 후 flow sheet 비교

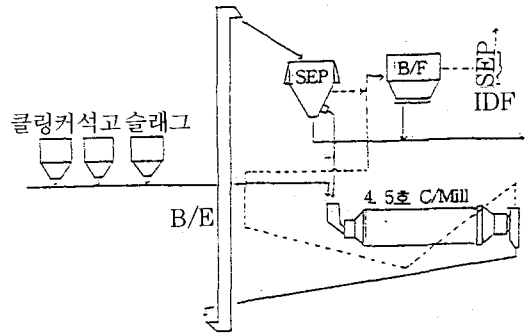
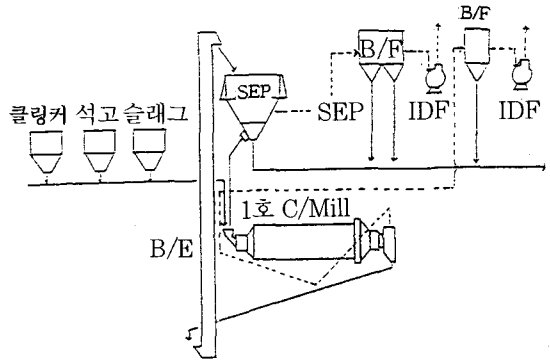
3.1 Separator 비교



<교체전 : Sturtevant separator>

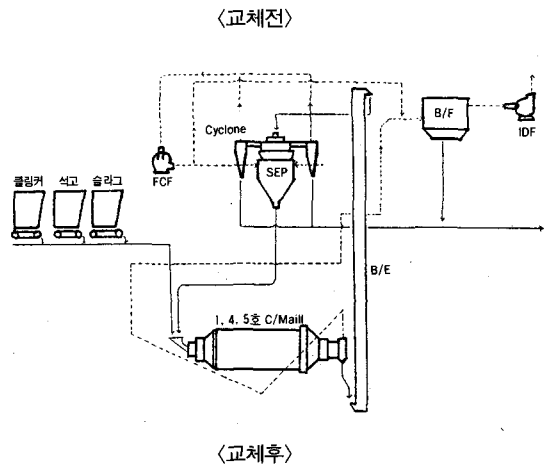


<교체후 : Cyclone separator>



4. Cyclone separator 교체전 운전실적

항 목	1호C/M	2호C/M	3호C/M
원료조건			
클링커 (%)	90.5	90.5	90.5
석고 (%)	5.0	5.0	5.0
슬래그 (%)	4.5	4.5	4.5
운전실적			
단위생산 (T/H)	79.2	32.4	32.4
제품분말도 (cm ² /g)	3402	3235	3284
44μ 잔사 (%)	23.3	21.6	18.2
전력원단위 (Kwh/T)	41.8	42.7	42.7
분급기 (Sturtevant)			
순환율 (입분/정분) (%)	5.92	1.51	1.83
조립분할율 (%)	51	7	19



5. 교체전 · 후 설비 개요

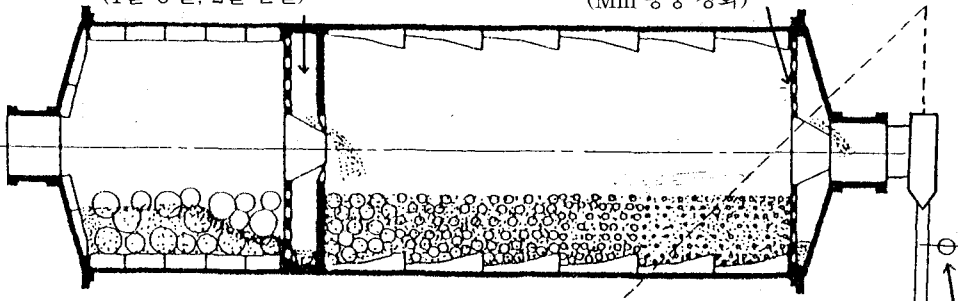
설비	교체전		교체후	
	1호	4,5호	1호	4,5호
· Separator				
- 형식	Sturt	Sturt	SSC-42	SSC-28
- Diameter(m)	6.096	5.486	4.2	2.8
- Cyclone(m)	-	-	1.52×8	1.17×6
- power(Kw)	300	185	140	65
· 순환 Fan				
- 형식	-	-	Turbo	Turbo
- 유량(m³/min)	-	-	2500	1100
- 압력(mmAq)	-	-	300	300
· B/F 및 Fan			기존 Sep'배기 처리용 B/F활용 (Sep'배기 및 mill 통풍 동시 처리 토록 line 변경)	
- 형식	pulse	pulse		
- B/F 여과면적 (Sep' 배기 + Mill통풍)	895+ 375m²	1302m²		
- Fan 용량 (m³/min × mmAq)	2296× 280	1550× 330		

6. 시운전 기간중 문제점 및 개선 내용

문제점	개선내용			
Mill통풍량 부족	- 분쇄계 Damper 개도 적정화(%)			
		1호	2호	3호
	F.C. Fan	100	100	100
	B/F Fan	100	100	100
	Sep. 배기	30	45	35
	- Mill 출구 flap damper 설치 : A/S 유입공기 억제로 통풍강화			
	- B/E Dedusting line 변경(1호) : B/E-B/F간 pipe를 B/E-여타B/F로			
	- Discharge liner center 부 개조 : Blind type → Screen type			
1실분쇄능력부족 (출구조립자존재)	- 1실 강구배열 변경 : 입구측 대형 Ball(φ 90)량 증대			
2실 미립자부족 (출구 Grit발생)	- 2실 강구배열 변경 : 입구측 강구 대형화(φ 60) 및 출구측 소형 Ball(φ 17) 비율 증대			
1,2실 원료 불균형	- flow control diaphragm scoop 조정 : 1실 공실, 2실 만실 해소			
B/F포집분 잔사증가	- Mill 출구 duct 개조 : Duct 곡관부 단면적 증대			

〈Flow control diaphragm scoop(조정)〉
- Mill 1,2실 material unbalance 해소
(1실 공실, 2실 만실)

〈Discharge liner center부 개조〉
- Blind → type Screen type
(Mill 통풍 강화)

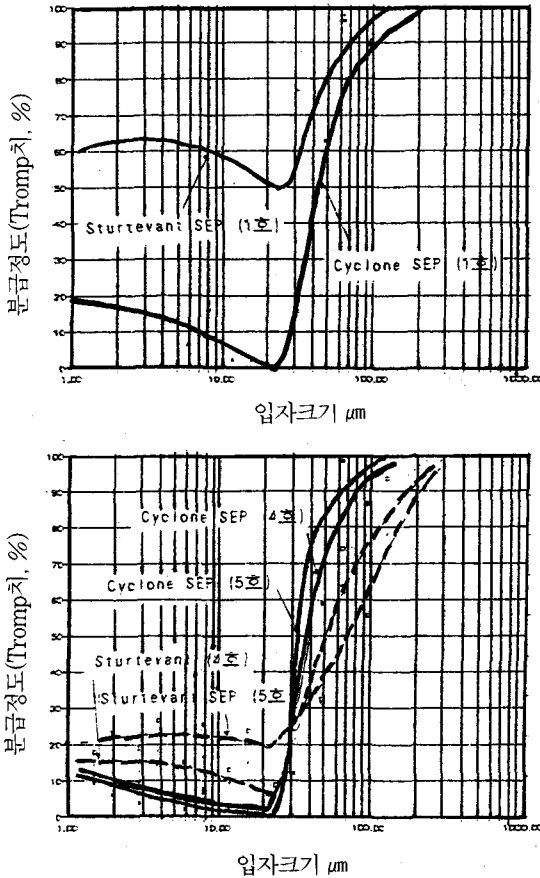


〈1실 강구 배열 변경〉
- Crushing 능력 증대

〈2실 강구 배열 변경〉
- Fine grinding 능력 증대

〈Flap damper 설치〉
- A/S로 부터 유입되는 Air
억제에 의한 Mill 통풍강화

7. Cyclone Separator 설치 결과 및 효과



7.1 개조 전 · 후 Separator 분급성능 비교

구 분	1호		4호		5호	
	전	후	전	후	전	후
Circulating load	5.92	2.71	1.51	1.93	1.83	2.19
조립 분할율(%)	51	1.0	7	1.0	19	1.0

8. 결론

Cyclone separator 의 설치결과, 시멘트 밀 분쇄효율 향상과 생산공정의 안정으로 다음과 같은 효과를 얻을 수 있었다.

- ① 분급효율 향상에 따른 입도분포 개선으로 28일 압축강도가 개조전 대비 21~28kgf/cm² 증가하는 효과를 가져왔으며,
 - ② 시멘트 밀 분쇄효율 향상으로 단위생산량이 11.1~12.7% 증가하였고,
 - ③ 전력원단위는 평균 6.9% 감소하는 효과를 얻을 수 있었으며,
 - ④ 결과적으로 해외 경쟁사의 성능보증 제시치 보다 우수한 결과를 가져왔다.
- 이번 고효율 Separator 교체 경험으로 볼때 이제 국내 개발기술을 업체간 공유할 수 있는 체제 구성이 필요하며, 더 나아가서는 각사의 해외 엔지니어링 사업시 국내기술을 적극 활용할 수 있도록 업체간 정보교환 및 기술교류 계기가 되었으면 한다.

7.2 설치효과 :

밀 생산능력 및 제품 입도, 전력원단위

		개조전	계약base	보증운전결과	효과(개조전대비)
1호 C/Mill	생산량(T/H)	79.2	87.9	88.8	▲9.6(12.1%)
	Blaine(cm ² /g)	3,400	3,300±100	3,370	▽13.7
	44μ 잔사(%)	23.3	9±1	9.6	
4호 C/Mill	생산량(T/H)	32.4	35.6	36.0	▲3.6(11.1%)
	Blaine(cm ² /g)	3,240	3,300±100	3,380	▽12.2
	44μ 잔사(%)	21.6	9±1	9.4	
5호 C/Mill	생산량(T/H)	32.4	35.6	36.5	▲4.1(12.7%)
	Blaine(cm ² /g)	3,280	3,300±100	3,440	▽9.3
	44μ 잔사(%)	18.2	9±1	8.9	
전력원단위 (평균)		42.2	-	39.9	▽2.3(6.9%)

주) DEG 사용량 : 0.02%