

大型 Cement Mill에서 Separator 分級狀況의 改善

金 泰 男(譯)

〈星信洋灰企劃部 次長〉

《譯者註》

일반적으로 Cement mill 은 品質 및 분쇄효율면에서 標準設計대로 만족한 능력을 발휘하지 못하고 있다. 本稿는 79년 11월 日本시멘트심포지움에서 발표된 자료로서 大型 Cement mill 의 Separator 를 一部改造하여 分級 효율을 향상시킨 내용이며 최근 우리나라 Cement mill 도 점차 大型化함에 있어 分級 효율 개선을 위해 노력하는 엔지니어의 approach 에 다소 도움이 될 것으로 기대한다.

1. 序 言

여기서 Separator 의 分級狀況을 개선한 분쇄 system 은 〈그림-1〉에서와 같은 운전 조건을 갖고 있는 flow sheet 이다.

이 設備는 3,300 kw의 大型 cement mill 에 2台的 separator (SV-18型 1軸 startevant 式)가 並列로 設置되어 있는데 이것의 分級 성능은 1970년 7월의 新設初期부터 아래의 개선 경위에서 설명하는 바와 같이 시멘트 品質面에서 粒度 구성이 좋지 않아 高 Blaine值(3,400~3,500 cm²/g)의 효율이 나쁜 운전을 해 왔다. 금번 分級狀況의 改善 후에는 粒度 구성이 좋아짐으로써 中 Blaine值(3,200~3,300 cm²/g)로도 品質 규격을 유지할 수 있게 되었고 따라서 운전면에서도 효율이 향상되었다.

註: 1) 시멘트 粒度 구성 그대로의 強度發顯으로 品質을 유지할 수 있는 Blaine值가 3,300~3,500cm²/g, 3,150~3,300 cm²/g, 3,000~3,150cm²/g의 범위에 있을 경우 이것을 高, 中, 低 Blaine值라고 부르기로 한다.

註: 2) 시멘트 粒度 구성이 품질에 미치는 영향은 물탈의 28日 압축 강도를 제외하고는 문제가 되지 않는다. 따라서 粒度 구성이 나쁘기 때문에 28日強度를 유지하기 위해 效率이 나쁜 高 Blaine值로 운전을 하지 않으면 안되었다.

여기서 高循環比運轉에서의 Separator 改善 결과로부터 두세가지의 새로운 사실을 얻었음을 보고한다.

2. 改善 경위

改造 後의 分級室 구조는 개략적으로 〈그림-2, 3〉과 같다.

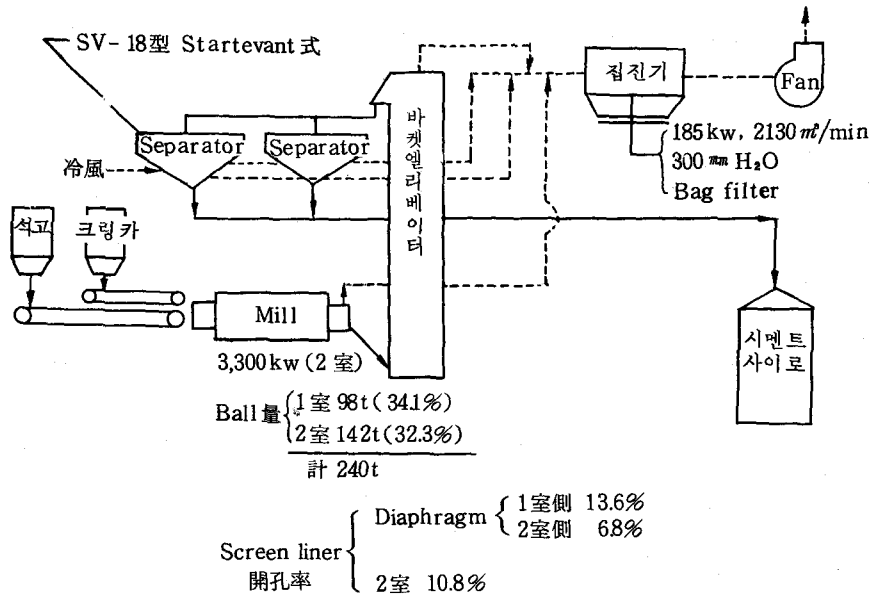
2-1 개조전 標準 구조에서의 分級 특성

표준 구조는 〈그림-2〉에서와 같이 分級室 ②의 위치에서의 通風 단면적은 8.5 m², Guide Vane (GV) ①의 通風 단면적은 3.3 m², GV 下部과 下部內筒과의 간격은 300mm 이고 中間分散盤이 있는 구조로 되어 있다. 특히 GV 下部의 간격과 中間分散盤이 分級の 구조와 원리에 어떤 관계를 갖고 있는지는 명확치 않다.

이러한 상황에서 分級 특성은 다음과 같은 현상을 나타냈다.

(1) Separator 의 冷風量과 精粉의 분말도와의 관계

특히 冷風을 多量 吹入하는 동시에 Separator 에서 bag filter로 가는 流量을 증가시킬 경우 50~60 μm 이상의 成分이 급격히 많아지고 精粉의 분말도는 粗大化하여 품질상으로 좋지 않은



〈그림-1〉 粉碎 System의 flow sheet

粒度 구성을 나타낸다(예를 들면 Blaine 値 3,300 cm²/g에서 88 μ m 殘分(P₈₈)은 3~7%).

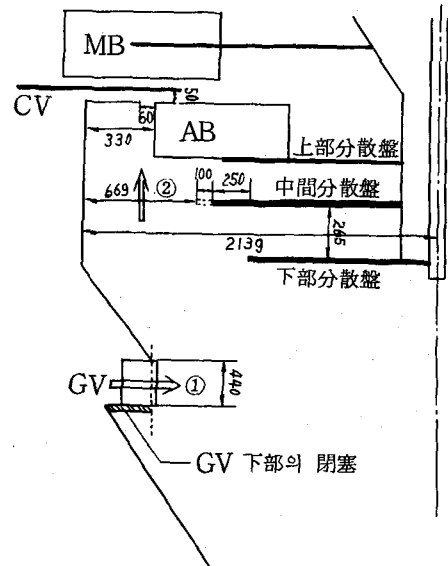
(2) Control Valve (CV)와 精粉의 분말도와의 관계

CV의 특성은 CV를 닫으면 Blaine 値가 높아지고 따라서 30 μ m 이상의 殘分이 적어지는 正常的인 關係를 나타낸다. 그러나 50~60 μ m 이상의 殘分은 CV의 어느 범위에서는 적어지지 않는 關係를 나타내기도 하는데 이 경우에서도 그 減少 경향은 적은 편이며 CV를 어느 범위를 초과해서 닫으면 반대로 殘分이 많아지는 異常 현상을 보게 된다(〈그림-4, 5〉).

(3) 이러한 상황에서의 運轉 방법

Separator의 縱軸驅動回轉數는 180 rpm으로 一定하며 前記(1), (2)의 異常 현상을 해결하기 위해서 補助 blade (AB)의 數量增加, AB 및 main blade (MB)의 半徑方向 길이의 변경, GV 角度的 변경, 低循環比運轉에 의한 Separator 入粉量과 분말도의 변경, 冷風量의 증감 등 여러가지로 組合을 하여 실험을 행하였다.

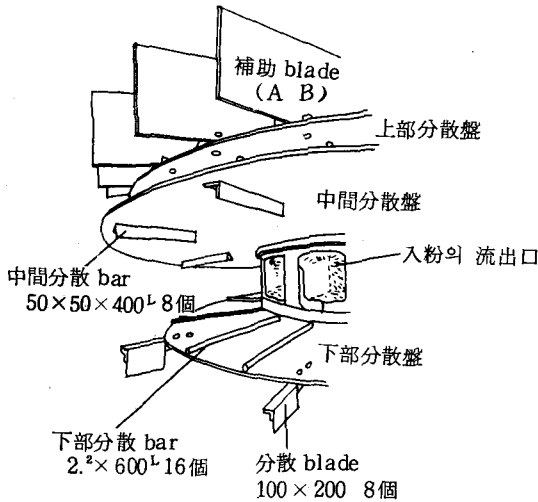
그 結果 冷風量을 감소함으로써 精粉의 粒度 구성은 30 μ m 殘分이 17~20%가 유지됨으로써 알맞은 상태가 되었고 50~60 μ m 이상의 殘分도 감소되었다. 또 低循環比로 하여 入粉量



通風斷面積

- ① 3.3 m²
- ② 8.5 m² (中間分散盤 설계치)
- 7.6 m² (中間分散盤 설계치보다 100mm 연장)
- 10.4 m² (中間分散盤 설계치보다 250mm 크게 절단)

〈그림-2〉 Separator 分級室의 構造側面圖



〈그림-3〉 Separator 分級室의 構造立體圖

을 적게 하는 동시에 분말도도 미세하게 하는 방법은 $50\sim 60\mu\text{m}$ 이상의 殘分은 감소되지만 $30\mu\text{m}$ 殘分은 반대로 증가됨을 알 수 있었다. 그러나 이러한 운전 방법으로도 小型의 C-16型 1軸 Startevant 式, 大型 Cyclone 式 분쇄 System 과 同一 Blaine 値에서 비교해 볼 때 $50\sim 60\mu\text{m}$ 이상의 殘分이 많아 좋지 않은 粒度 구성을 나타내므로 제품의 품질 규격을 맞추기 위해서는 부득이 高 Blaine 値($3,400\sim 3,500\text{cm}^2/\text{g}$)로 운전하지 않으면 안되었다. 이와 같은 冷風量의 감소, 低循環比 運轉 방법은 mill 出口 시멘트 온도가 상승되며 생산 효율이 불량한 결과를 초래하게 된다.

2-2 改造 후의 分級 特性

표준 설계의 分級 구조로는 알맞은 粒度 구성의 精粉(製品)을 얻을 수 없다고 판단하여 分級室 내부를 상세히 조사하였다. 그 결과 GV 下部의 간격과 中間 및 下部分散盤에서의 粒子 분산 상태, 附着 상태가 고르지 못한 사실, 동시에 〈그림-3〉에서와 같이 入粉의 流出口가 粉體分散의 관점에서 적당치 않은 구조로 되어 있음을 알았으며 分級室의 구조가 精粉의 입도 구성에 어떤 관계가 있는가를 확인하기 위해 〈表-1〉에서와 같이 分級室 구조에 대한 단계별 실험을 실시하게 되었다.

〈表-1〉 分級室 改造案과 그 方法

改造案	改造 方法
1.	〈그림-2〉와 같이 GV 下部의 간격을 막는다.
2.	〈그림-2〉의 中間分散盤을 표준보다 250mm 크게 切斷하여 分級室을 확대한다. 通風斷面積은 8.5 내지 10.4m^2 로 한다.
3.	〈그림-2〉의 中間分散盤을 표준보다 100mm 크게 하여 分散室을 축소한다. 通風斷面積은 8.5 내지 7.6m^2 로 한다.
4.	改造案 3대로 粉級室을 적게 하며 〈그림-3〉에서와 같이 粉體의 分散性을 향상시킨다. 이를 위해서 中間分散 bar, 下部分散 bar, 分散 blade를 적절히 組合한다.
5.	改造案 2대로 分散室을 크게 하고 여기에 改造案 4를 시행한다.

改造 후 실험 결과는 다음과 같다.

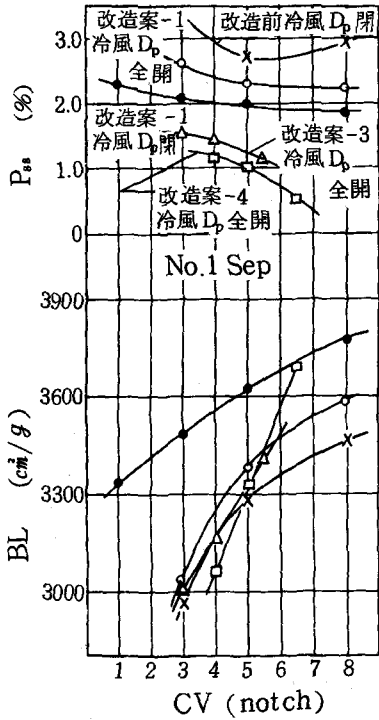
(1) 改造案 1

CV 下部의 간격 閉塞 효과는 冷風을 다량 吹入하더라도 精粉에서의 $30\mu\text{m}$ 殘分이 18~19%로 유지되고 $50\sim 60\mu\text{m}$ 이상의 殘分도 감소되었다. 그러나 아직 만족할 만한 粒度 구성은 얻지 못했다(〈그림-6, 8〉).

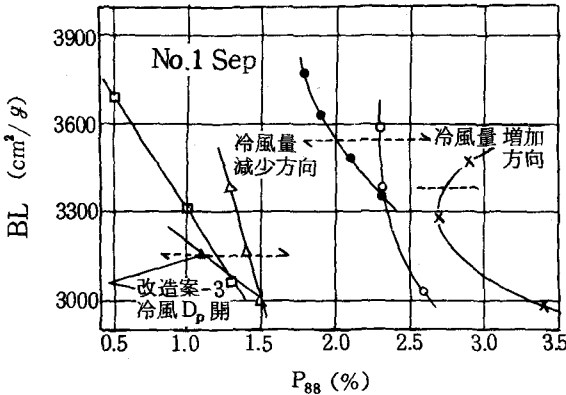
또 CV의 특성은 CV를 어느 범위 이상 단으면 $50\sim 60\mu\text{m}$ 이상의 殘分이 변화되는 것을 알 수 있었다(정상적인 경우에는 감소한다). 표준 설계 때와 같은 異常 현상은 나타나지 않았지만 이 정도의 효과로는 충분히 만족할 수 없었다(〈그림-4, 5〉)

(2) 改造案 2

中間分散盤을 표준 설계보다 200mm 크게 절단하여 分級室을 크게 한 경우는 同一 Blaine 値($3,300\text{cm}^2/\text{g}$)에서 비교할 때 분쇄량이 증가되어 粉碎 효율(cm^2/kwh)은 상당히 향상되었지만 $50\sim 60\mu\text{m}$ 이상의 殘分이 크게 증가되어 만족한 결과를 얻을 수 없었다. 그러나 Blaine 値 관점에서 볼 때 이러한 분쇄 효율의 현저한 향상은 어떤 방법으로든지 粒度 구성 문제만 해결된다면 기본적으로 分級室을 크게하는 것이 좋다는 것을 가르키고 있다. 여기서 CV의 특성은 표준 설계 때와 마찬가지로 異常 현상을 나타내며 그 경향이 매우 심하다.



〈그림-4〉 Separator 精粉의 Blaine (BL)과 control valve (CV)



〈그림-5〉 Separator 精粉의 Blaine (BL)과 88 μm 殘分 (P₈₈)

(3) 改造案 3

中間分散盤을 표준 설계보다 100 mm 크게 하여 分級室을 작게 한 경우는 同一 Blaine 值

(3,300 cm²/g)에서 비교할 때 精粉의 粒度 구성에 있어서 30 μm 殘分이 18~19%의 적당한 수준을 유지하고 50~60 μm 이상의 殘分도 크게 감소하는 좋은 결과를 얻었다. 그러나 分級室이 작기 때문에 分級室循環風量이 감소하여 (Separator 電流도 감소함) 粉碎量이 감소되고 Blaine 值에서 본 分쇄 효율(cm²/kwh)은 다소 저하되지만 精粉의 部分 회수율이 크게 향상되었다.

또 CV의 특성은 正常이며 異常 현상은 이 改造案 3으로 해결되었다(〈表-2〉, 〈그림-4〉).

(4) 改造案 4

分級室을 작게 하며 또 分쇄의 分산성을 향상시키기 위해 分散 bar, 分산 blade를 개조한 결과 分쇄량이 증가되었고 Blaine 值面에서 본 分쇄 효율도 크게 향상되었으며 精粉의 입도 구성은 前記(3)에서와 같은 구성의 좋은 결과를 얻었다. 이 현상으로부터 分산성 향상이 효과가 있다고 판단 되었다(〈表-2〉, 〈그림-8〉).

(5) 改造案 5

分級室을 크게 하고 前記(2)에서 설명한 사항을 근거로 하여 分쇄의 分산성을 향상시키는 수단 및 50~60 μm 이상의 殘分 감소 대책을 강구하면 좋은 결과가 얻어질 것으로 생각되지만 이 실험은 발표 단계가 아니므로 생략한다.

이상의 실험 결과에서 分級 효율의 개선 후 精粉의 입도 구성이 양호해졌으므로 高 Blaine 值에서 中 Blaine 值로 낮추어 운전하면서도 규격에 맞는 시멘트 품질을 유지하게 되었으며 전 력 원단위(kwh/t, cement)로 감소되었다.

3. 실험 장치 및 실험 방법

실험 장치는 〈그림-1〉과 같은 설비로서 2基의 separator를 병렬로 연결한 폐회로 分쇄 system이며 mill 出口 bucket elevator의 電流로서 PI control 하는 System으로 되어 있다.

改造前의 표준상태, 改造案 1, 3, 4의 실험 방법은 전부 다음과 같이 control valve(CV)와 冷風 damper (D_p)를 일정하게 조작하여 Blaine 을 control 하였다. ball量, ball 배열,

各水準의 平均 data 종합 일람표

<表-2>

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
改 造 案	그림 중의 마크	Separator		粉 碎 量 P [t/h]	所 要 動 力				
		No	Control Valve		mill 本 體	BE	Separator	BF Amp	合 計
			CV		E_M	E_{BE}	E_S	E_{BF}	E_T
			[notch]		[kw]	[kw]	[kw]	[kw]	[kw]
1	○	1	5	88	3200	62	203	129	3797
		2	3				203		
	○	1	3	91	3200	61	206	129	3822
		2	1				206		
3	△	1	4	89	3200	61	198	129	3786
		2	3				198		
	△	1	3	93	3250	61	203	129	3846
		2	2				203		
4	□	1	5	93	3210	61	190	129	3785
		2	2.5				195		
	□	1	5	87	3220	61	185	129	3780
		2	4				185		

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
比 所 要 動 力			mill 出 □ draft	mill 出粉溫度	集 合 精 粉 Blaine	集 合 精 粉 88 μ m 殘 分	集 合 精 粉 30.6 μ m 殘 分	效 率 值		
mill 本 體	Sepa- rator	合 計	D_M	T_M	Bl	P_{88}	$P_{30.6}$	總 括	mill 本 體	Sepa- rator
[kwh/t]	[kwh/t]	[kwh/t]	[mmHzO]	[°C]	[cm ² /g]	[%]	[%]	$\times 10^6$	$\times 10^6$	$\times 10^6$
36.4	4.6	43.1	31	131	3480	2.2	18.7	80.7	95.6	756
								79.2	94.1	740
35.2	4.5	42.0	30	127	3260	2.3		77.6	92.6	724
36.0	4.4	42.5	26	123	3290	1.3	19.3	77.4	91.4	748
								77.0	91.1	734
34.9	4.4	41.4	26	117	3170	1.5		76.6	90.8	720
34.5	4.1	40.7	28	128	3300	1.2		81.1	95.7	805
								81.2	95.6	813
37.0	4.3	43.4	30	130	3530	0.9	17.0	81.3	95.4	821

diaphragm, screen liner 등 mill 內的 조건은 <그림-1>과 같다. Separator의 main blade (MB) 12枚, 補助 blade (AB)는 1號 Separator 42枚, 2號 Separator 36枚, Separator

의 縱軸驅動 회전수는 180rpm, Separator의 排氣 damper 全開, mill 出粉 bucket elevator 電流 90 Amp, 분쇄 조제의 첨가량 12 ℓ /h, 크링카는 SP Kiln의 크링카 단일품, 석고는

部分回收率曲線 산출의 기초 data

〈表-3〉

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
改 造 案	그림 중의 마크	Separator		比取面積 (Blaine)		습식 88 μ m 殘分					
		Control Valve	CV	No	[notch]	Separator	集塵粉	Separator		集塵粉	
						Bl _s	Bl _D	入粉	粗粉		精粉
						[cm ² /g]	[cm ² /g]	F ₈₈	R ₈₈		P ₈₈
[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]				
1-1	○	1	5	3380	3780	27.8	32.0	2.3	1.9		
2	3	3500	33.2	2.1							
3-1	△	1	4	3160	3810	27.9	33.1	1.4	1.4		
		2	3	3300			35.3	1.1			
4-2	□	1	5	3330	3860	24.5	31.1	1.0	1.5		
		2	4	3720			29.2	0.7			

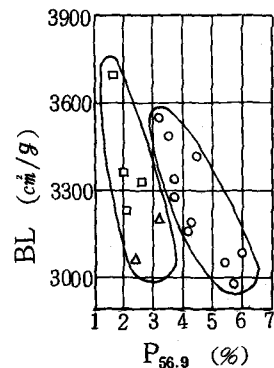
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
AJS (Air Jet sieve) 殘分																循 環 比	
Separator												集塵粉					
入粉				粗粉				精粉									
13.1 μ	30.6 μ	55.9 μ	100 μ	13.1 μ	30.6 μ	55.9 μ	100 μ	13.1 μ	30.6 μ	55.9 μ	100 μ	13.1 μ	30.6 μ	55.9 μ	100 μ		
[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	P _{30.6}	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	CL
87.6	68.4	38.7	25.2	91.8	74.4	44.8	29.3	56.8	21.2	4.2	1.4	55.5	10.3	3.2	1.2	6.6	
				93.8	77.8	45.2	28.7	53.8	18.2	3.7	1.0						5.8
88.4	69.3	37.7	22.0	92.5	78.8	46.8	28.6	57.6	20.1	2.4	0.4	49.0	14.9	1.0	0.1	5.5	
				93.8	79.0	46.9	30.9	56.1	19.6	3.2	0.2						5.0
87.0	66.8	37.8	23.5	92.2	77.9	45.1	28.8	57.2	18.7	2.6	0.4	52.4	18.7	3.4	0.6	5.0	
				93.4	75.5	44.7	27.4	49.0	14.7	1.6	0.1						5.7

3.1%첨가, water spray 는 mill 出粉 온도가 135°C를 넘지 않는 조건(본 실험에서는 800~1,200 ℓ /h), water spray와 분쇄 조제의 첨가 방법은 mill 1室 입구측에서 혼합액을 spray하는 방법, bag filter fan과 mill 出口의 각

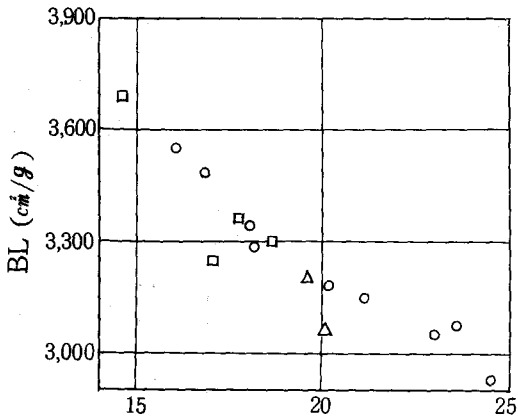
damper 開度は mill 出口 draft가 25~30 mmH₂O로 유지되도록 하여 fan 電流가 25 Amp가 되는 조건에서 실시하였다.

〈表-4〉 改造案의 평균적 실적 data

0	1	2	3	4	5	6	7
改 造 案	集合精粉				電力 效率值	電 力 原 單 位	效 率 值
	Blaine	88 μ m 殘分	30.6 μ m 殘分	몰탈 28 日 壓 縮 強 度			
	(cm ² /g)	(%)	(%)	(kg/cm ²)			
				(t/h)			
1-1	3300	2.3	19.0	400	91.0	42.2	78.2
1-2	3450	2.0	17.0	410	88.0	43.2	79.9
3	3300	1.3	19.0	410	88.5	42.8	77.1
4	3300	1.2	18.5	410	93.0	40.7	81.1



〈그림-6〉 Separator 精粉의 Blaine (Bl)과 ATS 55.9 μ m 殘分 (P_{55.9})



〈그림-7〉 Separator 精粉의 Blaine (Bl)과
ATS 30.6 μm 殘分 ($P_{30.6}$)

4. 실험 결과

개략적인 결과는 前記 「2. 개선의 경위」에서 설명했지만 정리하면 다음과 같다.

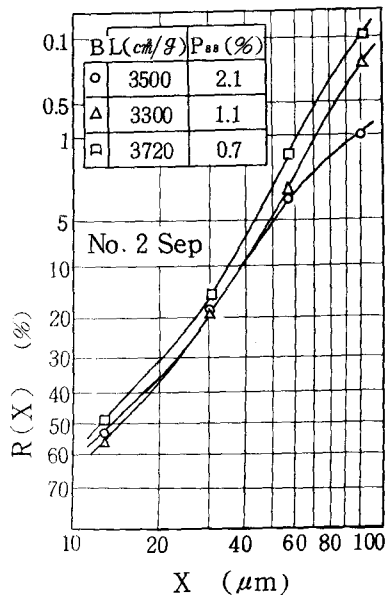
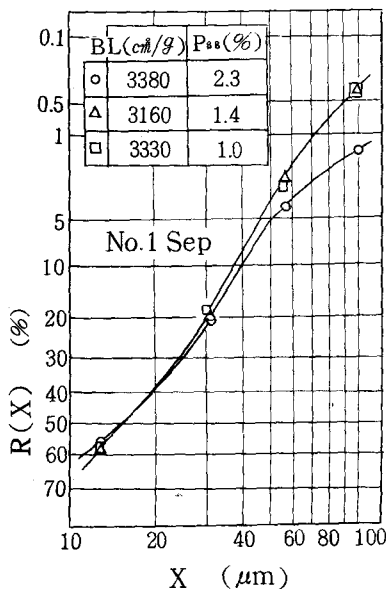
4-1 Control Valve (CV) 및 冷風量과 精粉 분말도의 관계(〈그림-4, 5, 6, 7〉)

(1) 精粉의 입도 구성은 일정한 Blaine值에서 비교하면 30 μm 殘分은 개조 전후 변화가 없다. 그러나 56 μm , 88 μm , 100 μm 의 각 殘分値는 改造案 3, 4에서와 같이 中間分散盤을 크게 하고 分級室을 작게 하는 방법에서 감소되어 좋은 결과를 얻었다.

(2) CV의 특성은 改造案 3, 4에서 정상으로 작동하며 CV에 대한 異常 현상(2)도 해결됨과 동시에 분말도도 큰 폭으로 Control 할 수 있게 되었다.

(3) 冷風量의 영향은 冷風을 多量 吹入함에 따라 50~60 μm 이상의 殘分이 많아지는 경향을 나타내는데 이것은 개조 전후 같은 현상이지만 개조 후는 그 영향이 적어졌다.

(4) 기타 운전 조작 조건의 변경에서는 만족한 결과를 얻지 못했다.



〈그림-8〉 Separator 精粉의 粒度分布 ATS 殘分 ($P(X)$)과 粒徑(X)

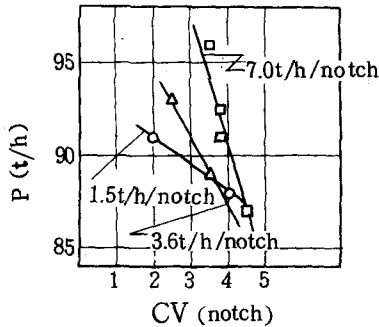
4-2 분쇄, 분쇄 효율과 시멘트 품질의

관계 (<그림-9, 10, 11>, <表-2, 4>)

(1) 분쇄량에 대한 CV와 精粉 Blaine 値에 유리한 방법은 改造案 1, 3, 4의 순서로 좋게 나타나고 있지만 88 μm 殘分에 대해서는 거의 같은 결과를 나타내고 있다.

(2) 精粉의 입도 구성을 고려하지 않고 순수히 Blaine 値에서 볼 때의 효율은 分散室을 크게 하는 쪽이 좋으며 분산성이 향상되었다.

(3) 시멘트 품질은 separator를 개조하기 전인 표준 상태에서도 몰탈의 28日 압축 강도를 제외하고는 별로 문제가 되지 않았는데 28日 강도를 향상시키는 관점에서는 입도 구성이 주

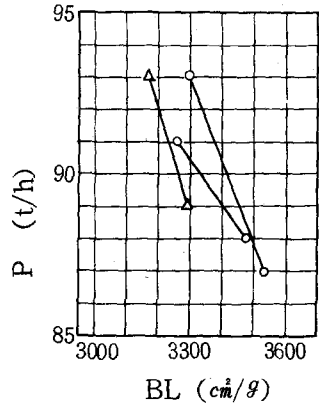


<그림-9> 분쇄량 (P)과 Separator 2基의 평균 control valve (CV)

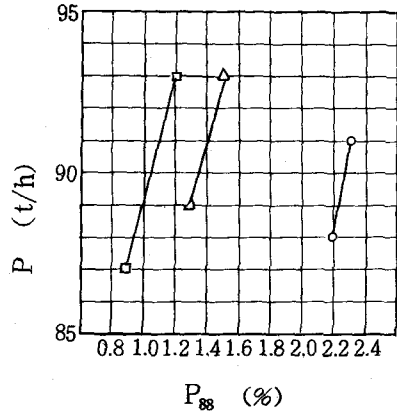
원인으로 되어 있다. 개조 전 표준 상태에서는 입도 구성이 나쁘기 때문에 28日 강도를 410 kg/cm² 수준을 유지하기 위해 高 Blaine 値 3,400~3,500 cm²/g으로 운전해야만 했다. 그러나 改造案 3, 4에서 입도 구성이 양호해졌으므로 中 Blaine 値 3,200~3,300 cm²/g에서 410 kg/cm²의 압축 강도를 유지하게 되었으며 동시에 분쇄 효율의 향상과 전력 원단위도 2.5kwh/t·cement 정도 절감할 수 있게 되었다.

4-3 Separator의 分級 효율 (<그림-12>)

입도 구성을 고려하지 않고 순전히 Blaine 値 면에서의 효율치 (cm²/kwh)는 分級室을 크게 하는 쪽이 좋으며 따라서 분산성도 향상됨은 이미 앞에서 설명했지만 입도 구성면에서의 분급 효율이 향상되지 않으면 아무런 의미가 없다.



<그림-10> 분쇄량 (P)과 集合精粉 Blaine (B1)



<그림-11> 분쇄량 (P)과 集合精粉의 88 μm 殘分 (P₈₈)

본실험 결과에서는 <그림-12>와 같이 部分 回收曲線에서 이해할 수 있듯이, 中間分散盤을 크게 하고 分級室을 작게 함으로써 분산성을 향상시킨 改造案 3, 4의 방법이 微粒部分의 回收率이 크며 粗粒部分의 回收率이 적다. 또 <그림-12>의 分級性能比較值 및 精粉의 粒度 구성을 살펴보면 本改造의 개선 효과를 알 수 있다.

5. 考察

이상의 결과로부터 다음과 같은 사항을 고찰할 수 있다.

(1) 50~60 μm 이상의 粗粒殘分이 많은 원인은 main blade (MB)와 보조 blade (AB)의 半徑方向 取付길이 및 guide vane (GV)의 取付角度, 冷風量 등이 적당치 못하고 低循環比

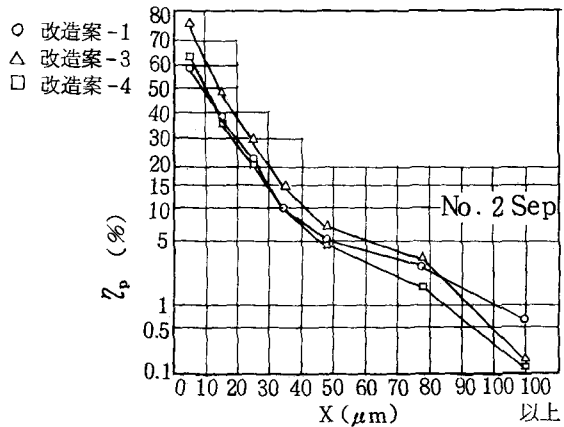
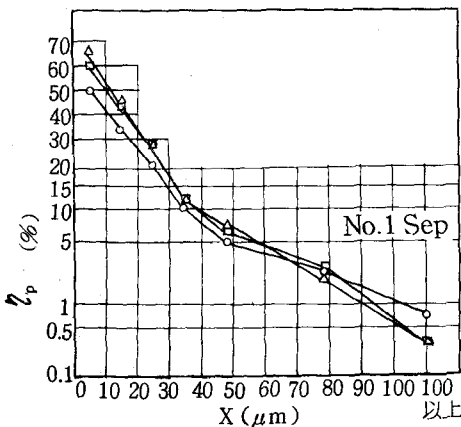
로 인해 入粉量이 적고 분말도가 미세하기 때문이다. 또 下記(2)에서 설명하는 바와 같이 GV 下部로부터 粗粒子가 새는 것으로 생각된다. 기타 이와 같은 1軸 Separator에서 分級室의 上昇 풍속이 적절한 범위에 놓여 있는가는 검토를 하지 못했지만 分級氣流의 상태에 대해서도 고려할 필요가 있다.

(2) GV 下部의 閉塞後, 冷風量을 다량 取入 하고 CV를 달아도 異常 현상이 나타나는 사실로 판단할 때 간격으로부터 비정상적인 누출이 있다고 생각된다.

(3) Blaine 値에서 본 效率值(cm^2/kwh) 는 中間分散盤을 크게 하고 分級室을 작게 한 改造案 3, 4와 分級室을 크게 한 改造案 1, 2를 비교할 때 후자가 더 좋은 경향을 나타내고 있다.

(4) 中間分散盤은 분급실에서의 분산 상태의 良否, 精粉(製品)의 目標 분말도 및 分級氣流의 상태에 따라 分散盤의 크기를 결정해야 하는데 분산성과 분급 기류의 상태가 양호하고 보조 blade에서 충분히 Control 할 수 있는 分級機構가 달성된다면 中間分散盤은 필요없다고 생각된다(현재 C-16型 1軸 sturtevant 式,

Sep No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	마크	CV	BL	P_{88}	P	F	CL	Z_5	$Z_{10}-Z_{30}$	$Z_{40}-Z_{78}$	Z_{100} 以上	(注3) f_5	(注3) f_{100} 以上	精粉의 粒度구성	分級효율 ($\times 10^6 \text{cm}^2/\text{kwh}$)	分級성능 判定合計 점 수	
1	○	5	3420	2.3	41.6	316	6.6	49.4 (1)	26.5 (3)	5.2 (1)	0.73 (1)	0.45 (1)	3.16 (1)	惡 (1)	700.8 (2)	(11) ×	
	△	4	3220	1.4	42.2	253	5.0	65.5 (3)	36.5 (1)	7.7 (3)	0.30 (3)	0.33 (3)	4.55 (3)	良 (3)	686.3 (1)	(20) ○	
	□	5	3380	1.0	47.0	273	4.8	60.1 (3)	33.5 (1)	6.9 (3)	0.29 (3)	0.34 (3)	3.96 (3)	良 (3)	858.7 (3)	(22) ◎	
2	○	3	3530	2.1	46.4	316	5.8	59.2 (1)	34.0 (3)	4.8 (1)	0.58 (1)	0.34 (1)	3.31 (1)	惡 (1)	806.9 (2)	(11) ×	
	△	3	3350	1.1	46.8	253	4.4	76.5 (3)	41.5 (1)	7.3 (3)	0.17 (3)	0.21 (3)	4.99 (3)	良 (3)	791.8 (1)	(20) ○	
	□	4	3740	0.8	40.0	272	5.8	63.3 (3)	35.5 (1)	6.0 (3)	0.13 (3)	0.31 (3)	4.50 (3)	良 (3)	808.6 (3)	(22) ◎	



<그림-12> 部分回收率曲線 (精粉側의 配分率 (Z_p)과 粒徑 (X)) 및 分級성능 일람표

Cyclone 式의 一部에서는 中間分散盤이 없어도 精粉의 입도 구성이 양호하고 효율도 좋은 data 를 얻고 있다.)

(5) 이와 같은 Separator 에서 高循環比의 효율이 높은 운전을 하기 위해서는 1 차로 分級室 로의 入粉의 流出機構 2 차로 流出 후의 分散機構, 3 차로 分級氣流의 상태를 검토할 필요가 있다.

(6) 分級性能을 평가할 때 Blaine 值, 제품의 입도 구성, separator 의 소요 동력을 加味한 표시 방법 <그림-12> 中에서 表의 16 란에 표시된 종합 판정 방법)을 제안했지만 이러한 비교 결과에서도 개조 후가 分級性能이 개선되었음을 알 수 있다.

6. 結 論

(1) 시멘트 제품에 있어서 50~60 μ m 이상의 粗粒殘分이 많게 되는 원인을 명확히 파악하였다.

(2) 분급실은 문제가 되지 않은 범위에서 될 수 있으면 크게 하는 것이 效率面으로 좋다고 지적했지만 粒度 구성을 고려한다면 分級室의 分散 및 分級氣流의 機構가 중요한 역할을 하고 있음을 알게 되었다.

(3) 改造 후에는 생산 및 품질면에서 크게 향상되었다.

(4) 分級性能의 평가 방법으로 제품의 Blaine 值, 粒度 구성, separator 의 소요 동력을 加味한 綜合判定方法을 제안한다. 이 방법은 여러 가지로 검토를 필요로 하지만 실제적인 평가를 내릴 수 있는 방법이라 하겠다.

우리 모두 國家속에 내가 있고, 나와 함께 國家가 있다는 것을 명심하여, 祖國과 民族을 위해 무엇을 할 것인가를 겸허한 마음으로 생각하면서 우리 국민 모두가 다 함께 손을 마주잡고 새로운 光明의 時代를 향하여 힘찬 前進을 계속합시다.

1980年 9月 1日

全斗煥 大統領 就任辭에서