

Open circuit type mill의 粉碎率 向上을 위한 考察

具 容 會

<大韓洋灰 聞慶工場>

Studies on improvment of grinding efficiency about open circuit type mill

Yong Hoe, Gu (Korea Cement Manufacturing Co.)

ABSTRACT

Improvement of grinding efficiency about open circuit grinding mill in cement production was investigated and the results were as follows;

1. Controlled the steel ball by charging ratio.
2. Raised the slot ratio from 3% to 4.5%.
3. Decreased the resistance of filtration from 120mmAq. to 60-80mmAq. about dust filter.
4. Increased the surface area using the dispersion agent (Deligal).

According to the above action, finess was improved, and also, production was increased about 10%.

1. 概 要

聞慶工場에 있는 시멘트 밀은 他社 밀과 다른 開回路 粉碎 밀로서 粉碎効率が 낮고 粉末度 조장이 効率的으로 되지 않고 있어 운전상 많은 문제점을 가지고 있으므로 이 문제점을 해결하여 粉碎能率을 향상시키고자 함이 그 목적이다.

2. 밀 運轉 資料調査의 검토

聞慶工場에 있는 시멘트 밀 3臺와 日本에 있는 開回路 粉碎 밀로서 日本内外 consultant 회사에서 資料調査한 밀 2臺와 비교 검토하였다.

2-1 밀의 諸元

〈表-1〉 Mill 諸元

區分 mill 別	製作會社名	生産量 (톤/시)	動力 (HP)	實負荷 (kw)	直徑 × 長 (m)	L/D	R.P.M.	回轉比率 (CS%)
문경 1, 2호	F. L. Smidth	14.5	900	550	2.4×11.5	4.79	18.5	67.8
문경 3호	"	27.0	1400	1010	2.9×11.0	3.79	18.5	74.5
일본 I	"	18.5	1200	700	2.6×12.0	4.62	18.7	69.7
일본 II	"	13.5	900	500	2.4×11.0	4.58	18.6	68.1

〈表-2〉 粉碎煤體

區分 mill 別	煤體當 動力 (kwh/ \$-B)	粉碎煤體量(톤)					煤體充填率(%)			
		1室	2室	3室	4室	合計	1室	2室	3室	4室
문경 1, 2호	10.0	16	8	31	—	55	26.5	28.0	26.1	—
문경 3호	12.2	23	13	47	—	83	29.4	35.5	26.9	—
일본 I	10.7	17	11.9	36.5	—	65.4	26.8	26.4	28.8	—
일본 II	9.0	16	8.2	19.8	11.3	55.3	28.9	18.8	31.2	25.3

〈表-3〉 各室의 크기

區分 mill 別	各室의 크기(內徑×長)(m)				各室의 容積(m³)				
	1	2	3	4	1	2	3	4	合計
문경 1, 2호	2.31×3.2	2.31×1.5	2.34×6.0	—	13.4	6.3	25.8	—	45.5
문경 3호	2.81×2.8	2.81×1.3	2.84×6.0	—	17.4	8.1	38.0	—	63.5
일본 I	2.48×3.0	2.48×2.16	2.53×6.27	—	14.5	10.4	31.5	—	56.4
일본 II	2.29×3.2	2.29×2.4	2.344×3.2	2.344×2.2	13.2	9.9	13.8	9.5	46.4

〈表-4〉 Mill 運轉 狀態

區分 mill 別	生産量 (톤/Hr)	톤當電力 (kw/톤)	溫度(°C)		排氣 gas	
			클린 커	시멘트	溫度(°C)	量(m³/mm)
문경 1, 2호	14.5	37.9	70~100	116	65	80
문경 3호	27.0	37.4	70~100	120	90	110
일본 I	18.5	37.5	90~120	110	110	65~75
일본 II	13.5	37.0	105	133	64	50

〈表-1〉과 〈表-2〉에서 粉碎煤體 톤當 生産량을 보면 문경 1, 2호 밀이 264kg/톤-분쇄매체, 3호 밀이 325kg/톤-분쇄매체로 비교적 낮은 값을 나타내고 있어 閉回路 粉碎 밀이 450~550kg/톤에 비하여 粉碎煤體量에 대한 생산량이 낮다는 것을 알 수 있고 開回路 밀에서도 500kg/톤-분쇄매체가 정상적이므로 보다 粉碎效率를 높여야 함을 알 수 있다.

〈表-4〉에서 톤當 電力이 37kw/톤 以上으로 閉回路 밀 30kw/톤에 비하여 높음을 알 수 있다.

2-2 Feeding clinker 의 粒度와 生産量 및 粉末度 관계

동일한 조건하에서 feeding size 를 변화시켜 본 결과 粒度가 클수록 生産量은 저하되고 fineness 는 높아지며 반대로 粒度가 작을수록 生産量은 증가되고 fineness 는 낮아지는 경향을 나타내고 있다.

〈表-5〉 Feeding clinker 의 粒度

크기 mm 粗粒率	Feeding clinker 의 粒度										生産량 \$/Hr	+88 μ (%)	Blaine
	80	40	20	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15			
2.1	0	0	0	1.1	4.9	12.5	26.5	44.0	56.3	69.3	15.3	5.0	2982
2.7	0	0	0	0	7.0	28.8	43.9	56.2	65.2	73.0	15.0	4.8	3080
3.5	0	0	0.8	7.3	24.2	41.7	53.9	67.8	75.4	81.6	14.7	4.2	3254
4.0	0	0	0	0	15.8	50.7	72.7	81.7	86.5	89.4	14.8	3.8	3370
4.7	0	0	1.4	14.4	41.7	60.8	75.5	84.8	91.7	100	14.5	3.2	3320
5.5	0	0	2.7	22.5	60.1	82.9	91.9	94.6	95.7	96.8	14.2	3.5	3394
6.0	0	0	10.2	43.6	70.4	88.3	96.0	98.0	98.3	98.6	13.9	2.5	3522
6.4	0	0	3.4	58.9	85.7	94.5	98.4	99.4	99.4	99.5	13.8	2.4	3670

2-3 鋼球 充填率과 fineness 관계

Mill 内部狀態를 알기 위하여 운전중인 상태와 같은 조건으로 mill을 정지시켜 각 지점의 fineness 分布를 알아 보았다.

〈表-6〉 Mill 内部 각 지점의 fineness 分布

區分 室別	sampling 지점	生産량 14.8톤/Hr			生産량 14.5톤/Hr			生産량 13.9톤/Hr		
		충진율	+88 μ (%)	Blaine	충진율	+88 μ (%)	Blaine	충진율	+88 μ (%)	Blaine
1	head에서 50cm	26.5	68.5	832	26.0	66.2	752	25.7	64.8	819
	head에서 160cm		38.2	1190		36.5	1410		49.1	1107
	1室 diaphragm에서 50cm		28.6	1680		26.3	1980		43.7	1200
2	1室 diaphragm에서 50cm	28.0	25.1	1990	26.8	23.1	2198	25.4	41.0	1414
	2室 " 에서 50cm		22.3	2098		20.5	2351		37.1	1914
3	2室 diaphragm에서 50cm	25.1	16.1	2760	24.9	17.9	2695	24.5	22.4	2147
	2室 " 에서 200cm		13.4	2980		14.1	2910		17.2	2667
	2室 " 에서 360cm		8.6	3170		8.9	3290		9.5	3057
	outlet에서 150cm		5.5	3310		6.1	3350		5.6	3101
	outlet에서 50cm		4.0	3420		4.2	3490		4.6	3204
	control sieve 통과		3.2	3480		3.6	3512		4.2	3215

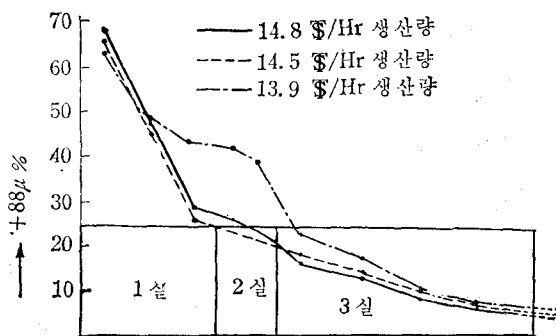
Mill 內 fineness 分布度로 보아 粉末度(+88 μ)가 1室 diaphragm 통과 지점에서 24~28%, 2室 diaphragm 통과 지점에서 18~20%, outlet 통과 지점에서 3~5%를 유지하면서 완만한 曲線

을 그리면 mill 內 粉碎媒體管理가 잘 되 어지고 있다는 것을 나타내고 있다.

2-4 Slot의 開孔比率 管理

開回路 粉碎 mill에서 粉碎能率을 향상 시키기 위하여 鋼球管理만큼 중요한 것이 diaphragm의 slot 開孔比率 관리이다. 材 質關係로 운전중 slot가 폐쇄되는 경우도 있고 마모로 인하여 넓어지는 경우도 있 다. 그러므로 slot의 開閉狀態를 항상 파악하여 조치하여 주어야 한다. 다음 表는 開慶工場 mill의 slot 狀態와 日本 內外 consultant 會社에서 23個 open circuit mill에 대하여 slot의 型 態를 비교한 것이다.

Slot의 開孔比率과 mill 臺數와의 關係를 보면 1室의 開孔 比率이 4~7%가 가장 많고 2室이 4%, 3室이 5% 정도가 가장 많은 비율을 차지하고 있는 것을 알 수 있다. 開孔比率은 mill의 粉 碎狀態에 따라 변경하여 주어야 한다. 즉 1室 slot 통과 지점에서 +88 μ 가 24~28%, 2室 slot






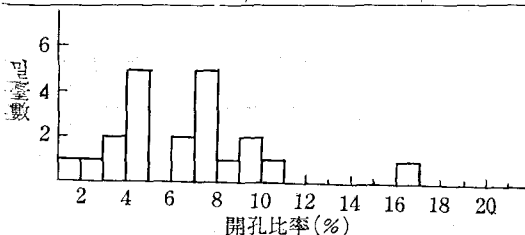
〈圖-1〉 생산량별 mill 각 지점의 fineness 分布度

〈表-7〉 문경 밀의 slot 狀態

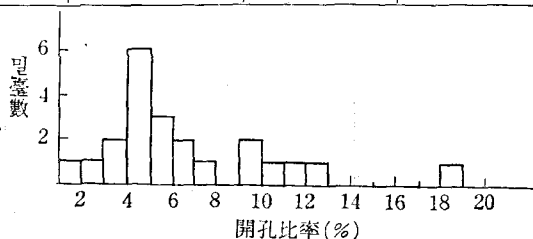
mill 別	室 別		1		2		3			
	區 分		slot 폭 4mm	slot 폭 5mm	型 式	slot 폭 4mm	slot 폭 5mm	型 式	slot 폭 4mm	slot 폭 5mm
	문 경 1, 2호	橫 型	2.8%	3.5%	縱 型	2.9%	3.6%	縱 型	3.7%	4.6%
문 경 3호	"	4.1	5.0	"	3.5	4.3	"	3.0	3.7	

〈表-8〉 slot 型 比較

型 式	室 別			合 計	比 率 %
	1	2	3		
橫 型 	16	15	9	40	67.8
縱 型 	4	5	8	17	28.8
縱 橫 型 	1	1	—	2	3.4
合 計	21	21	17	59	100



〈圖-2〉 1室 開孔比率(%)과 mill 臺數

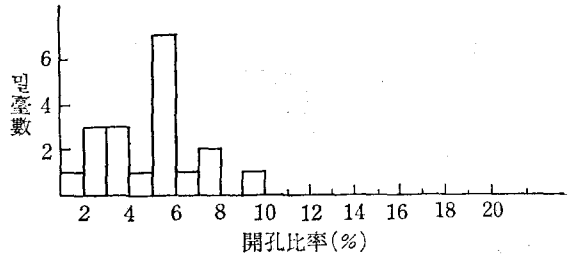


〈圖-3〉 2室 開孔比率(%)과 mill 臺數

에서 18~20%, outlet 통과 지점에서 3~5% 정도 되도록 한다.

2-5 Dust filter 管理

Mill 內 통풍이 粉碎能率을 좌우하고 filter bag의 濾過狀態가 mill 내 통풍을 좌우하고 있으므로 dust filter 관리가 mill



〈圖-4〉 3室 開孔比率(%)과 mill 臺數

管理의 한 要因이 되고 있다. 문경 1호 밀을 검토하여 보면 排氣 fan 容量 110m³/min 이고 排氣 gas 量 80m³/min 이면 bag의 濾過速度는 80m³/min ÷ bag의 有效面積이다. 즉 V=80/40.96=1.95m/min, filter bag에 의한 濾過抵抗은 60~100mmAq가 되고 mill 內 風量은 60~70m³/min 이 되어야 적당하다. Bag의 濾過速度가 높을수록 濾過抵抗은 높아진다. 그러므로 風量에 변화를 주지 않고 濾過速度를 줄이려면 bag의 有效面積을 크게 하여 주어야 한다. 濾過速度는 0.8~1.5m/min이 되고 濾過抵抗은 60~100mmAq가 되어 mill 內 風量이 60~70m³/min 되도록 運轉함이 가장 이상적이라 하겠다.

〈表-9〉 mill 內 通風狀態

區 分 mill 別	mill 內部		fan 容量 m ³ /min	排氣量 m ³ /min	dust filter					
	風 量 m ³ /min	風 速 m/min			前氣壓 mmH ₂ O	後氣壓 mmH ₂ O	bag 總용 적 m ²	bag 有效 용적 m ²	여과속도 m/min	여과저항 mmAq
문 경 1, 2호	60	15	110	60~80	80~90	140~150	61.46	40.96	1~1.5	60~100
문 경 3호	90	15	140	80~100	90~100	150~160	102.43	81.93	0.8~1.5	60~100

2-6 分散劑에 의한 生産量 및 fineness 變化

分散劑 (deligal)는 比重이 1, 135(15° Be)로서 炭素數가 10以上の 可溶性 極性有機物質인 흑갈 색 溶液이다. 分散劑가 被粉碎 物質의 粒子에 吸着되어 (-)帶電相이 形成되므로 粒子 상호간에 反撥作用이 생겨 粒子들이 分散되며 被粉碎物質의 表面積이 증대되어 粉碎效率이 향상된다.

〈表-10〉은 分散劑에 의한 fineness 변화와 粉碎能率 향상비를 나타낸 것이다.

分散劑 첨가량이 증가할수록 fineness 와 粉碎能率向上比도 증가됨을 알 수 있다.

〈表-10〉 分散劑에 의한 fineness 變化

分散劑첨가량	Blaine	+44μ%	+88μ%	+150μ%	분쇄 능률 향상비
deligal 0%	3559	24.8	5.6	0.6	100%
" 0.1%	3596	20.2	2.1	0.3	108
" 0.2%	3475	20.0	4.0	0.4	110
" 0.3%	3520	21.0	3.8	0.4	111

3. 結 論

이상과 같이 각 부분을 검토한 후 措處한 결과 生産量에서 약 10% 향상을, fineness에서도 좋은 成果를 가져 왔다.

다음 表는 聞慶工場에 있는 밀 3臺의 措處前後 粉碎能率을 비교한 것이다.

〈表-11〉 문경 1호 밀 粉碎能率向上 比較

區 分	운전시간	생산량(톤)	\$/Hr	분쇄능률향상비	+88 μ %	Blaine
措 處 前	4923 : 13	66746	13.6	100%	3.2	3360
措 處 後	453 : 11	6661	14.7	108	2.3	3591

〈表-12〉 문경 2호 밀 粉碎能率向上 比較

區 分	운전시간	생산량(톤)	\$/Hr	분쇄능률향상비	+88 μ %	Blaine
措 處 前	6132 : 47	85352	13.9	100%	3.5	3510
措 處 後	2900 : 40	42930	14.8	106	2.8	3596

〈表-13〉 문경 3호 밀 粉碎能率向上 比較

區 分	운전시간	생산량(톤)	\$/Hr	분쇄능률향상비	+88%	Blaine
措 處 前	5891 : 15	151689	25.7	100%	7.7	3187
措 處 後	2207 : 05	62682	28.4	111	5.5	3250