

Cement Mill (Polycom)의 공정개선으로 가동을 향상

김 병 원
 <성신양회 단양공장>

1. 서론

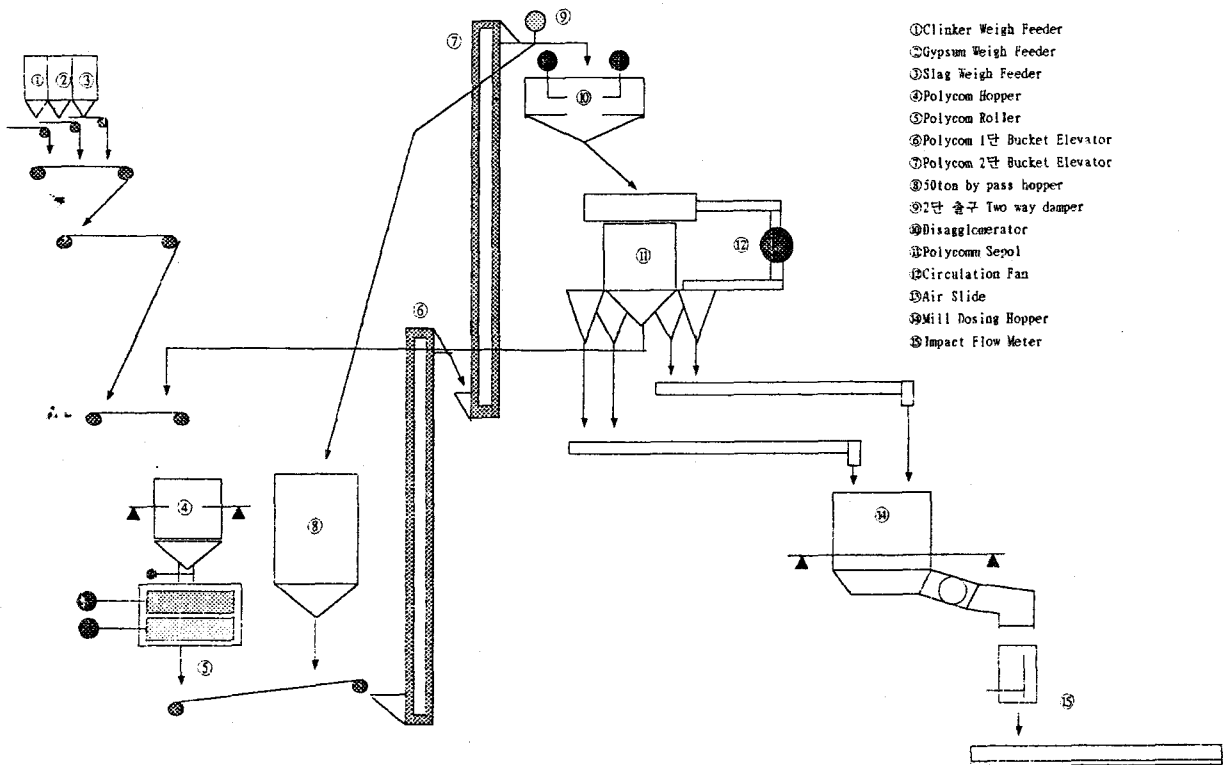
1990년대의 시멘트 업계에서는 설비의 대형화로 전력원단위 절감과 생산성 향상을 꾀하고 있다. 특히 Cement 분쇄부분에서는 예비 분쇄기를 설치하여 생산량을 증대시키고 있다.

Polysuis에서 공급한 당공장의 9, 10호 Cement Mill(150T/H)의 Polycom Mill(예비분쇄 System)은 1994년 5월 시운전 이후 설계용량에 미달되는 120~130T/H으로 운전되었다. Polycom 부분의 빈번한 운휴는 Polycom 입구 Belt상에서 Fresh Clinker와 Polycom Sepol 조분과의 입도분리 현

상으로 Polycom Skewing Over High로 인한 운휴, 이에 Polycom Trip시 원료 순환 문제로 안정적인 연속운전이 불가 하였다. Polycom 부분의 초기 설정 유압과 Polycom Separator Speed와 Polycom Main Motor의 적정 Power등 운전특성을 파악하고 설비개조를 통하여 생산량 정상화 방안을 모색하고 안정된 품질확보(Blaine 3250 cm³/g, Seive 44 μ m 잔사 8% 이하)와 전력원단위 절감을 위해 본 논문을 기술케 되었습.

2. Polycom Mill 공정도

2.1 공정도



2.2 주요 설비 사양

- 1) Grinding Material : Clinker, 석고, 수재 Slag
- 2) Feeding Temperature : Max. 130℃
- 3) Polycom Roller Dimension :
Dia' 2,000mm × Length 1,000mm
- 4) Polycom Roller Rotation : 17.6 r.p.m
- 5) Polycom Main Motor :
1100kw × 2 × 1423r.p.m
- 6) Despol Diameter : 1800mm
Motor : 132kw×2
- 7) Polycom Sepol :
Rotor Diameter : 2900mm
Cyclone Diameter : 2720mm × 4
Motor : 230kw

3. Polycom의 운전개요 및 시운전 결과

3.1 운전개요

Clinker Silo에 투입된 Clinker와 석고, Slag는 Weigh Feeder에서 평량되어 Polycom Hopper에 투입된다. 투입된 원료는 서로 반대로 회전하는 두개의 Grinding Roll에 압착통과되어 Cake상의 분쇄물이 형성된다. Disagglomerator (Despol)에 의해 Cake상의 분쇄물을 풀어주고 Sepol에서 분

급되어 중간정분은 Mill Dosing Hopper에 저장, Mill에 투입되고 조분은 Polycom Hopper에 재투입되어 분쇄된다.

3.2 시운전 결과

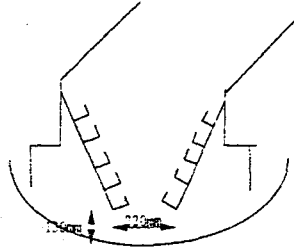
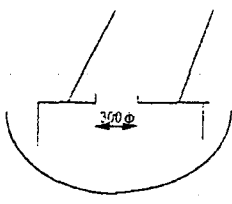
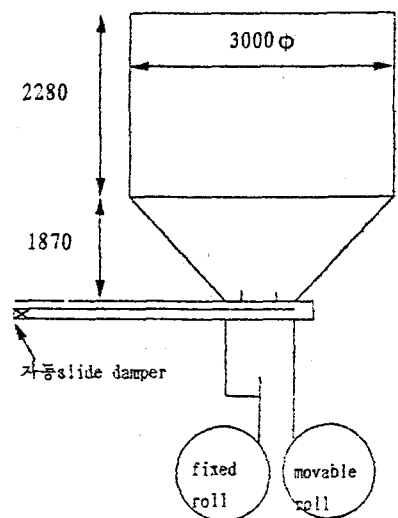
Polycom Weigh Feeder에서 원료의 공급량을 130t/h이상 증대시키면 Polycom Roll의 초기 설정유압이 서서히 저하되어 분쇄성이 떨어지고 Polycom Sepol에서 분급된 조분량이 급격히 증가되어 Polycom Hopper의 일정 Level 유지가 어렵다.

Polycom입구 Belt에서 Fresh Clinker와 Polycom Sepol에서 분급된 조분의 입도분리현상으로 잦은 Polycom Roll Skewing Over High의 Trouble이 발생되었다. Polycom Trip시 Polycom 2단 Bucket Elevator의 Two Way Damper가 자동적으로 Open되어 Polycom을 통과한 미세한 원료가 기존 Clinker Hopper에 투입되어 Weigh Feeder의 원료가 Over되는 사례가 빈발했고 또한 Polycom Part의 각 Chute 부위의 심각한 마모, Polycom Sepol Blade 마모 등이 극심했다.

4. 설비 개조 및 운전방법 개선 사항

4.1 설비 개선 사항

항 목	개 조 목 적	결 과
1. Polycom 에 By Pass Hopper설치	<ul style="list-style-type: none"> * Polycom Trip시 원료는 자동적으로 by pass되어 1~4호 Clinker Hopper로 리턴되어 원료인출시 Clinker Weigh Feeder에서 Over Flow 발생 * 2단 Bucket Elevator 출구 Chute와 치장행 bELT간 낙차가 커 bELT Conveyor에서 원료가 Over되어 잦은 Belt Conveyor Trip. 	<p>* 50ton by pass hopper를 설치하여 Trip시 전량 투입하여 정상운전시 적정량 인출토록 개조 하였으나 Polycom 재가동시 일정한 양의 원료 투입이 곤란함.</p>

항 목	개 조 목 적	결 과
<p>2. Polycom입구 Belt상의 편석 현상 방지</p>	<p>* Polycom 입구 Belt에서 Fresh Clinker와 Polycom Sepol조분과의 편석현상 발생되어 Roll Skewing의 원인이 됨. - B/C 낙구 Chute부위에 Guide Plate설치</p>  <p>* Polycom Sepol 조분 Chute개조</p> 	<p>* Polycom 입구 Belt 중앙에 원료가 떨어도록 설치하였으나 Polycom Sepol의 조분의 쓸림으로 인한 Skewing Over는 감소시키지 못함</p> <p>* 조분 Chute 하부에 300의 원형 Chute를 설치하여 조분의 쓸림현상을 감소시킴으로 Skewing Over를 현저히 줄임</p>
<p>3. Polycom Hopper용량 증대 및 자동 Slide Damper 설치</p>	<p>* 운전중 Polycom Trip시 공정중에 있는 원료의 양은 약 15ton으로 Polycom Hopper 용량(10ton)을 초과하고 있고 50ton By Pass Hopper로 투입 Polycom Mill의 재기동시 일정한 양의 원료투입이 안됨</p> 	<p>* 사각 Type의 Hopper를 원형으로 개조하여 용량을 증대(20Ton)하고 자동 Slide Damper를 설치함에 따라</p> <p>- Polycom Line Trip시 자동 Damper가 Close됨에 따라 공정중에 있는 원료는 Hopper로 전량 투입 되고 재가동시 Damper를 Open시킴으로써 Roller에서 일정량의 원료가 Feeding될 수 있도록함.</p> <p>- 가동중에 Polycom Roller Hydraulic Pressure의 하락시 자동 Slide Damper를 Close시키고 설정 압력을 재 Setting시켜 분쇄성을 높임.</p>
<p>4. Polycom부분 각 Chute Fine Ceramic Lining</p>	<p>* 각 Chute (Despol입구, Sepol입구, Polycom 1단 출구 Chute등) 마모가 극심하여 잦은 보수</p>	<p>* 각 Chute 부위에 Fine Ceramic을 Lining하여 설치함.</p>
<p>5. Despol Part</p>	<p>* 원통 Chute부위의 마모로 인하여 Difference Current 및 하부 Brg's 온도상승을 초래 * Chushing Chamber와 Tailing Cone의 극심한 마모</p>	<p>* 원통 Chute를 Ceramic처리하고 Air를 Blowing 시킴으로 하부 Brg's 온도 하락시킴 * Chushing Chamber와 Tailing Cone부위를 Self Lining Type으로 개조</p>

4.2 운전방법 개선 사항

4.2.1 Polycom Program 변경

Polycom Mill에서 Skewing Over High 및 Control Panel A.V Alarm등으로 Stop되는 사례가 반복되어 Polycom의 연속가동을 위해 Polycom Control Panel의 Program을 변경함.

① Polycom Roll Skewing Over High(10mm) Error(N740-AL3) Delay Time을 4초에서 20초로 조정

② Polycom Main Motor Power Difference 조정 : Fixed Roll 과 Movable Roll Motor Power의 Difference Error Value를 250kw에서 500kw로 조정

③ Despol Difference Current Ampere조정 : 30A에서 50A로 조정

4.2.2 Polycom Hydraulic Pressure와 Roll Mean Space 변동고찰

Fig.1에서와 같이 Polycom Hydraulic Pressure와 Roll Mean Space범위는 초기 설정유압에 관계없이 비례관계를 유지하며, 단지 초기 설정압력을 낮추면 Roll Mean Space가 큰 상태에서 운전되어 기동 초기에는 원료의 Feeding량을 높일수 있으나 Sepol 조분량의 증대로 Feeding량은 급격히 감소하고 최적의 Hydraulic Pressure는 초기 설정유압 85bar 내외이고 운전중의 Pressure는 95bar이며 Roll Mean Space는 31mm 정도이다.

4.2.3 Polycom Sepol Speed와 Polycom Mill Power 변동고찰

Sepol Speed와 Polycom Mill Power는 일정한 비례관계를 유지하며 Polycom Sepol R.P.M 78~83일때의 Polycom Power 증가폭이 작아진다. 또한 초기 설정유압은 낮게 운전할수록 Polycom Power는 작아지나 원료의 Feeding량이 줄어든다. 최적의 Sepol rpm은 80~84정도이며 이때의 Polycom Power는 700~750Kw이다. Polycom에서 조쇄된 중간입자로 인해 Sepol Blade의 마모가 심하며 마모도에 따라 Sepol Speed는 변동시켜야 되고 원료의 Feeding량도 영향을 받는다

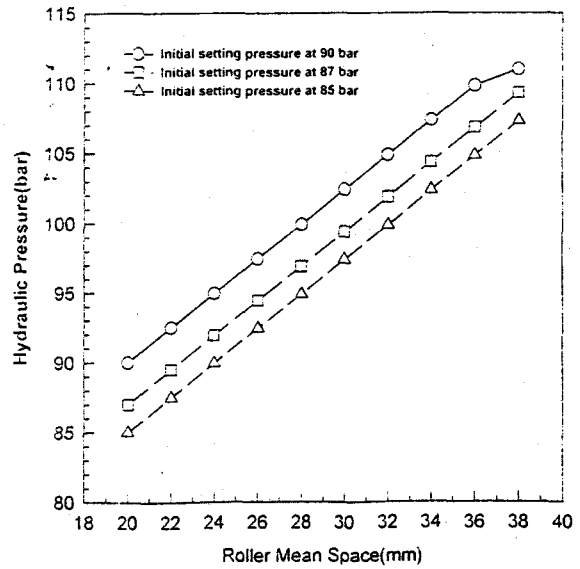


Fig. 1 Hydraulic pressure와 Roll mean space

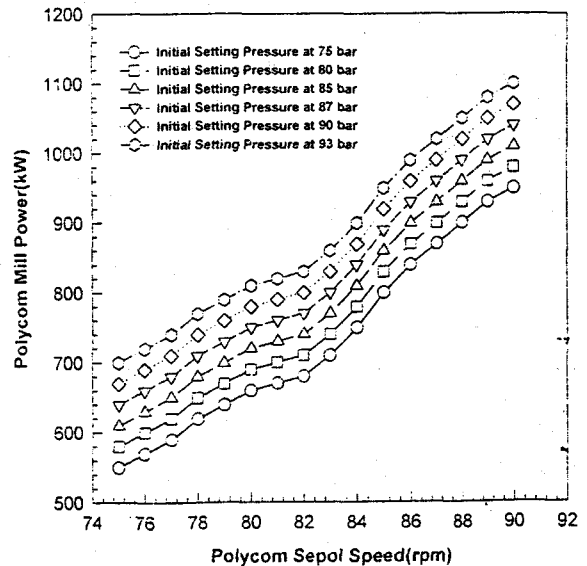


Fig. 2 Polycom power와 Sepol speed

4.2.4 Polycom Sepol과 중간정분의 분말도 고찰

그림(Fig.3)과 같이 Sepol Speed의 변화에 따라 Blaine과 44 μ m 잔사 Sieve는 일정하게 변화된다. Sepol RPM을 낮추면 원료의 Feeding량을 증대시킬 수 있으나 중간정분의 Sieve가 높아져 Tube Mill의 순환율이 증대되어 Bucket Elevator Power 상승 문제를 유발한다. Sepol 정분의 최적 상태는 Blaine 2400, Sieve 38%선이다.

• Polycom(에비분석기) 입, 출구 Sieve Test 결과

Polycom 입구							Polycom 출구						
mm	1차		2차		Ave.	누계	mm	1차		2차		Ave.	누계
	g	%	g	%				g	%				
30 ↑	764	4.0	835	3.9	4.0	6.7							
25	377	2.0	725	3.4	2.7	15.8							
20	1627	8.4	2090	9.7	9.1	21.0	10 ↑	707	5.2	924	5.5	5.4	
15	877	4.5	1257	5.8	5.2	32.3	5	1773	13.1	1635	9.7	11.4	16.8.
0	2245	11.6	2350	10.9	11.3	44.7	4	2506	18.5	1384	14.2	16.3	33.1
5	2642	13.6	2430	11.3	12.4	73.1	2	1766	13.0	1972	11.7	12.4	45.5
2	5438	28.1	6174	28.7	28.4	82.1	1	1348	9.9	1539	9.2	9.5	55.0
0.5	1787	9.2	1875	8.7	9.0	90.7	0.5	1225	9.0	1537	9.1	9.0	64.0
0.25	1771	9.2	1754	8.1	8.6		0.25	1236	9.1	1944	11.6	10.4	74.4
0.25 ↓	1800	9.3	2034	9.4	9.4		0.25 ↓	3001	22.1	4868	29.0	25.6	
계	19328	100	21324	100	100	100		13562	100	16803	100	100	100

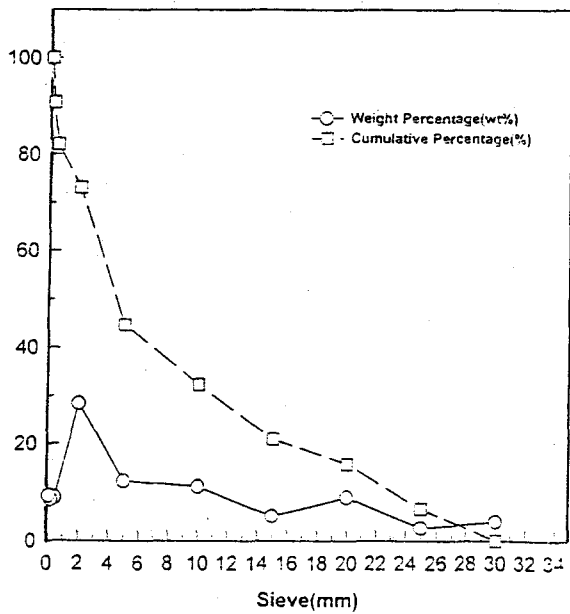


Fig. 4 Polycom 입분의 잔사 (%)

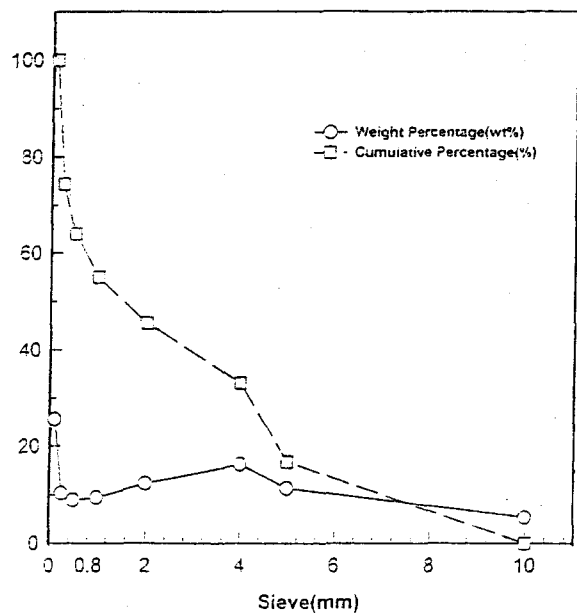


Fig. 5 Polycom 출구분의 잔사 (%)

Polycom Sepol Sieve Test결과

시 료	잔 사 (%)						비 고
	0.25mm ↓	0.25mm	0.5mm	1mm	2mm	5mm	
Sepol 입분	100	78.31	69.61	60.93	48.54	31.59	Blaine : 2306 Sieve : 38.1
Sepol 조분	99.5	76.0	60.0	46.4	31.5	17.7	
Sepol 정분	99.6	47.2	13.2	0.45			

초기설정압 : 87bar, sep' speed : 79rpm

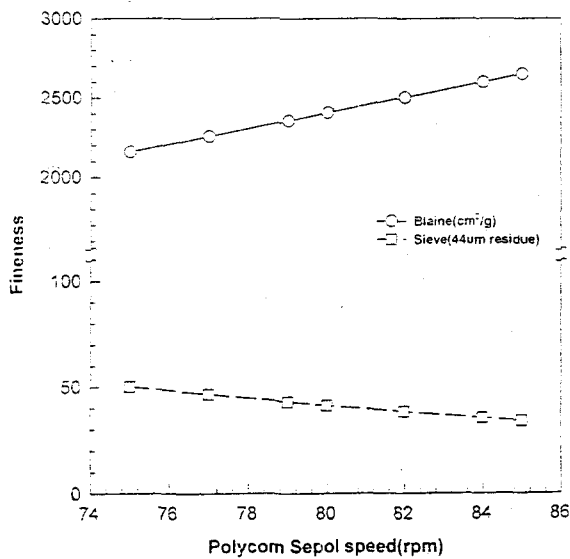


Fig. 3 Polycom 정분과 Sepol speed

5. 결론

1994년 5월 시운전 이후 Polycom의 보수경험 및 운전자료가 부족하여 문제점 해결을 위해 수많은 시행오차를 가져왔으나 공정개선과 최적의 운전조건을 도출하여 현재는 안정된 운전이 가능하게 되었다.

주요 개선 사항으로는,

5.1 주요 설비 개선사항

1) Polycom Roll Skewing를 방지하기 위해 Polycom 입구 Belt의 Guide Plate 설치와 Sepol 조분 Chute를 개조하여 원료의 편석현상을 방지하였고,

2) Polycom 안정운전을 위해 Polycom Hopper 용량을 증대시키고 하부에 자동 Slide Damper를 설치하여 운전중 유압하락시 자동 Slide Damper를 Close시키고 유압을 Up시킨 후 재 기동시킴.

3) 각 Chute의 극심한 마모부위를 Fine Ceramic으로 Lining하여 마모를 방지함.

5.2 최적의 운전조건 도출

1) 최적의 초기 설정유압은 85bar 내외이고 운전중의 Press는 95bar, Roll Mean Space는 31 mm 정도이며,

2) Sepol rpm은 80~84 수준이며 이때의 Polycom Mill Power는 700~750Kw이며, Sepol Blade는 6개월 운전후 전량교환하는 것이 바람직하다.

3) Sepol 정분은 Blaine 2300~2400, Sieve 38 ~ 40% 일때 최대 생산량을 이룰 수 있다.