

#7C/M 생산성 향상

진연우* · 전길성 · 원윤희 · 신동희

〈동양메이저 삼척공장〉

1. 개 요

#7C/M은 1998년 12월 미국 수출 시멘트(Type I/II) 시생산을 시작한 이래 500,000톤 이상 생산했음. Type I/II 시멘트는 Blaine 3,750 cm^3/g , 44 μmR 5%의 고품질 시멘트로 28일 압축강도 420 kgf/cm^2 의 제품임. #7C/M에서 Type I/II 시멘트를 생산하여 동해공장까지 이송을 위한 공사 및 작업은 1999년 1월 정기보수시 시행했으며, 공정상의 최적 시멘트 생산을 위한 Ball 배열 재조정, 1실 라이너 교체, 밀내부 Dead Zone 최소화 등의 노력을 통하여 수출 물량 확보에 만전을 기하고 있음. 그 결과 #7C/M에서 생산성면에서 기본 생산성 3,160톤/일 보다 최고 404톤/일 평균 280톤/일(7.6%) 초과 달성하였음.

2. TYPE I/II 시멘트 생산과정

① 시제품 생산

- #7C/M : 1998년 11월 13일 16:00시간 시험 생산. 생산성 132T/H로 30~35T/H 저하됨. 목표 품질은 생산 가능함.
- #5C/M : 1999년 1월 13일 20:00시간 시험 생산. 생산성은 #7C/M에 비해서 5~10T/H 저하됨. 목표 품질의 시멘트를 생산이 가능하나 Blaine값 편차가 심함. 크링커가 미분으로(5 mm Under Size) P/C Roller의 압착이 안됨. 1차 분쇄의 효율이 저하됨으로 인해서 생산성 저하. 크링커 수급의 문제(#2, 3, 4C/M과 동시에 공급)
- 이상의 2회의 시제품 생산 결과 #5C/M보다는 #7C/M에서 생산하는 것이 효과적이나 #7C/M

에서 B.C.T 전용 사이로인 #7호 사이로까지 투입하는 시설이 없으므로 추가 설치해야 함.

- ② #7C/M에서 #7호 사이로까지의 A/S 설치
 - 정기보수 실시 : 1999년 1월 28일~2월 8일
 - 1실 Ball 배열 변경 : 1실의 $\phi 90$, 80 mm 의 큰 Ball을 줄이고 $\phi 50$, 40 mm 의 작은 Ball을 투입함
 - #7C/M에서 #7호 사이로까지의 A/S 설치로 체선료 절감 및 조출 가능
- ③ 미국 수출 시멘트 분쇄 시작
 - 34일(832:00시간) 110,706톤 생산
 - 생산성 : 3,198톤/일(기본 생산성 3,120톤/일 대비 78톤/일 상승)
- ④ 1실 라이너 전량 교체
 - 정기보수 실시 : 1999년 6월 25일~6월 30일
 - 1실 라이너 국산화(대원제강) 후 교체
 - 라이너 국산화로 원가절감 : 163,500원
 - 1실 입구 Dead Zone 최소화 : 고리체인 설치
 - Ball 배열 변경 : 일본 및 민수 시멘트 생산비율을 고려해 $\phi 90$, 80 mm 의 큰 Ball을 2~5톤 늘이고 $\phi 50$, 40 mm 를 줄임
- ⑤ 라이너 교체후 미국 수출 시멘트 분쇄
 - 88일(2,114:00시간) 282,066톤
 - 생산성 : 3,202톤/일(기본 생산성 3,120톤/일 대비 82톤/일 상승)
 - 라이너 교체전 대비 4톤/일 상승
- ⑥ 밀내 리프트 설치 및 2실 Dead Zone 최소화
 - 정기보수 실시 : 2000년 4월 10일~4월 17일
 - 2실 망판을 목판 Type으로 변경후 교체 : Dead Zone 최소화
 - 중심 Diaphragms 리프트 설치 및 콘 교환 :

분쇄효율 향상

대비 240톤/일 상승)

- SEP' 분산관 전량 교체

- 적정 Ball 배열 및 Dead Zone 최소화 등의
노력으로 분쇄효율 상승

⑦ 미국 수출 시멘트 분쇄성 향상

- 35일 (385 : 00시간) 118,293톤

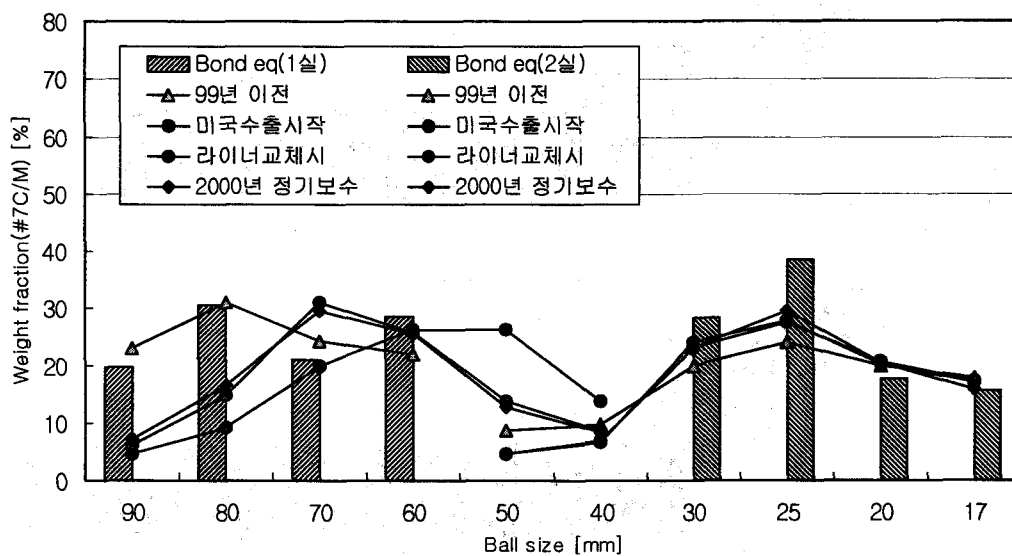
- 생산성 : 3,400톤/일 (기본 생산성 3,160톤/일)

3. Ball 배열 변경 현황

〈표 1〉 #7C/M Ball 배열 변화 추이

구 분	Ball	1997. 12. 20	1999. 1. 25	1999. 6. 29	1999. 9. 2	2000. 4. 15	2000. 7. 15
		미국수출이전	미국수출이후	1실 라이너 교체	추가 보충	정기 보수	추가 보충
1 실	φ 90	25.00	5.0	7.0	7.0	8.4	8.4
	φ 80	33.75	10.0	17.0	17.0	19.7	21.5
	φ 70	26.25	22.0	36.0	36.0	35.0	35.0
	φ 60	23.75	29.0	24.0	24.0	30.0	30.0
	φ 50		29.0	16.0	16.0	15.0	15.9
	φ 40		15.0	10.0	10.0	10.0	11.8
	계	108.75	110.0	110.0	110.0	118.1	122.6
2 실	φ 50	18.75	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	φ 40	21.25	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	φ 30	43.75	50.0	50.0	50.0	50.4	50.4
	φ 25	52.5	60.0	60.0	60.0	65.0	65.0
	φ 20	43.75	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
	φ 17	38.75	38.0	38.0	38.0	35.0	35.0
	계	218.75	218.0	218.0	218.0	220.4	220.4
총 계		327.5	328.0	328.0	328.0	338.5	343.0

* 충진을 1실 30%, 2실 30%

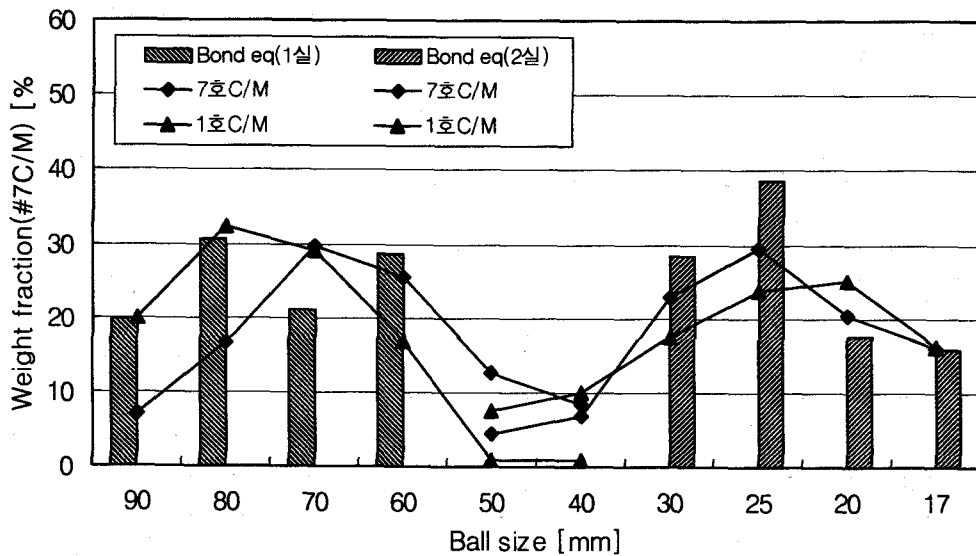


〈그림 1〉 #7C/M Ball 충진 추이

- ① 1실에 작은 Ball $\phi 50, 40\text{mm}$ 를 보충하여 충전함
 ② 1실 Ball 배열은 미국 수출 시멘트 및 일본 수출, 민수를 고려해서 큰 Ball 사이즈를 투

입함

- ③ 2실 투입은 Bond 계산식에 $\phi 50, 40\text{mm}$ 를 보충하여 투입함



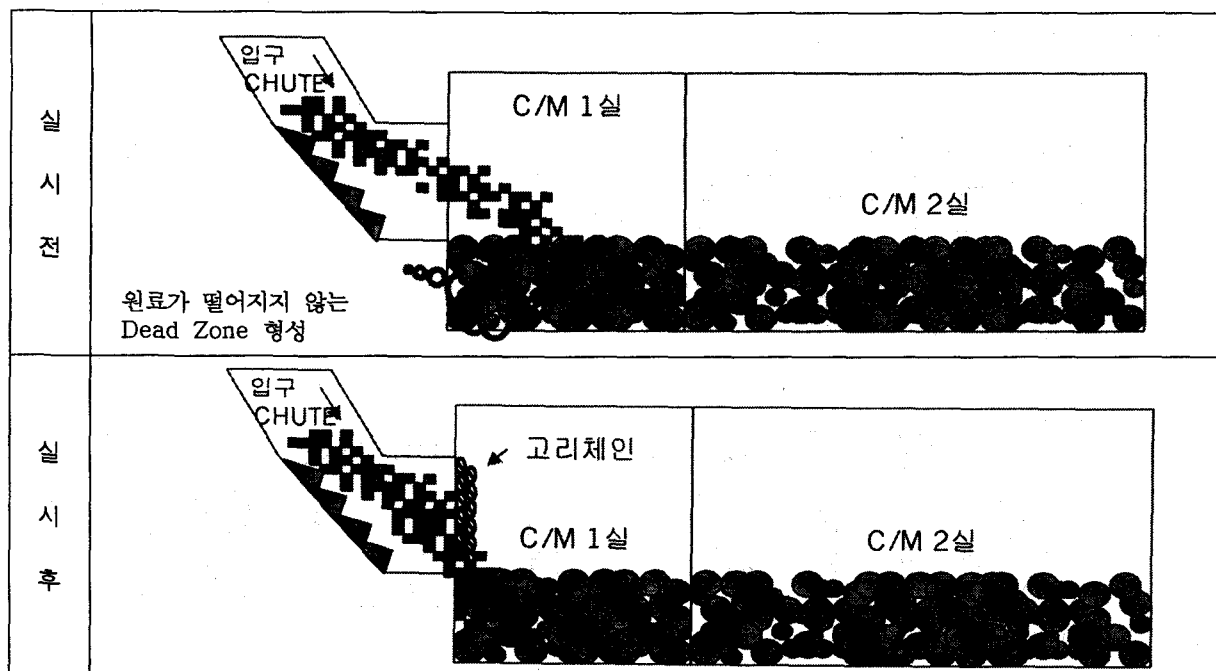
〈그림 2〉 #1, 7C/M BALL 배열 차이

- ① #1C/M보다 작은 Ball 사이즈가 많이 분포됨
 ⇨ #1C/M도 2000년 정기보수시 작은 Ball

을 보충하여 투입함

- ② 2실의 분포는 유사한 커브를 그림

4. 1실 Dead Zone 최소화



〈그림 3〉 1실 입구 Dead Zone 최소화를 위한 고리체인 설치

- ① 1실 입구 원료 Chute의 경사에 의해 원료는 입구경판 주위로는 떨어지지 않음
- ② 입구 주위에는 원료는 없고 Ball만 회전하는 Dead Zone이 발생됨
- ③ 고리체인을 입구 Chute에 설치하여 원료가 입구측부터 분쇄되도록 함
- ④ 1실의 분쇄효율을 극대화 하고, 2실의 Load를 분산시키는 효과

5. 2실 Dead Zone 최소화

① 밀내 유속분포

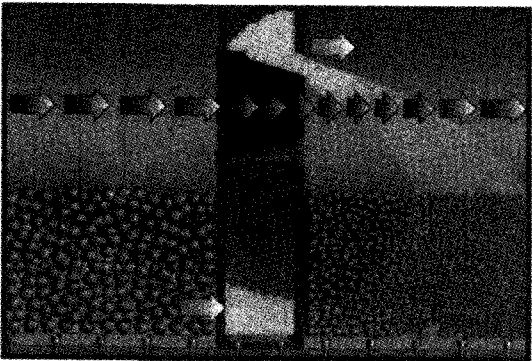
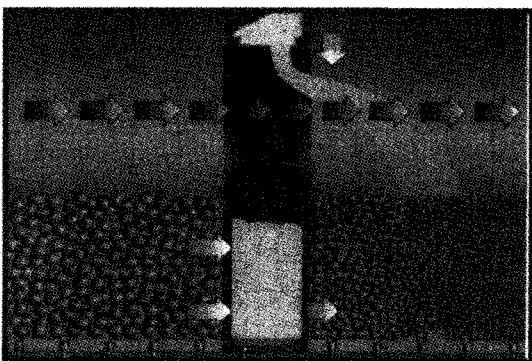
- <그림 5>에서 보는 바와 같이 1, 2실 Ball 충전부위에서는 1.0~1.5m/s, 중심콘 부위에서

는 8~14m/s의 속도로 중심부위로 집중되는 현상을 보임

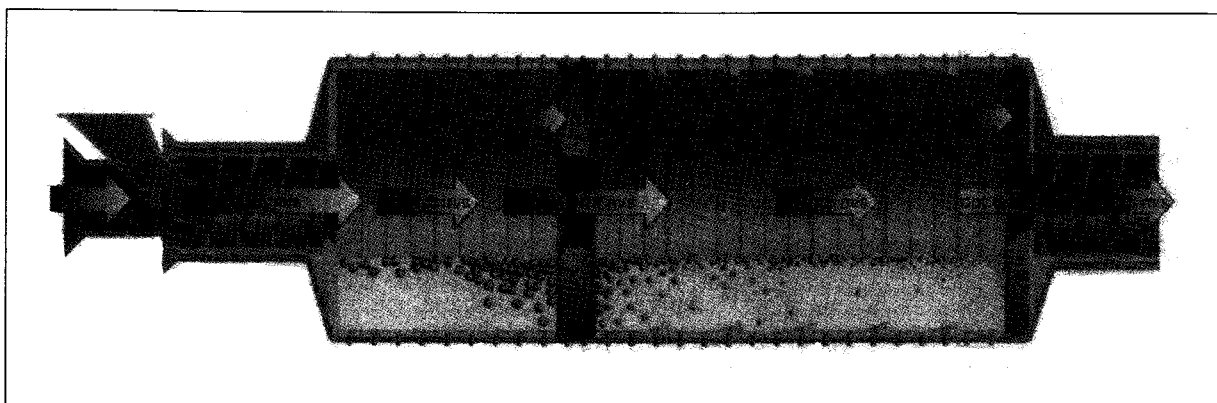
- #7C/M 밀내 유속 : 0.88~1.14m/s
- 전체적인 유속의 변화는 없음
- 밀 중심 Air 흐름이 중심에서 3번 목판으로 통하여 흐름 <그림 4> 참조

② 밀내부 구조

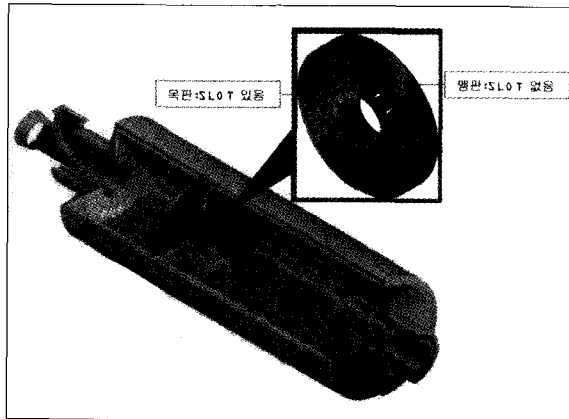
- 1실 출구는 Slot이 있는 목판 3단으로 구성됨
- 2실은 Slot이 없는 맹판으로 3단 구성
 - ⇒ 3번째 36매를 목판으로 변경하여 설치
 - ⇒ 개공율이 8.25%에서 8.69% 증가
- 개조 전에는 밀 중심으로 100% Air 흐름에서 중심 95%는 중심으로 5%는 3번 목판으로 흐름

개 선 전	개 선 후
	
2실 측면에 Dead Zone	목판을 통과한 분쇄물이 직접 측면을 통해 2실로 통과

<그림 4> 2실 입구 Dead Zone 최소화를 위한 개조

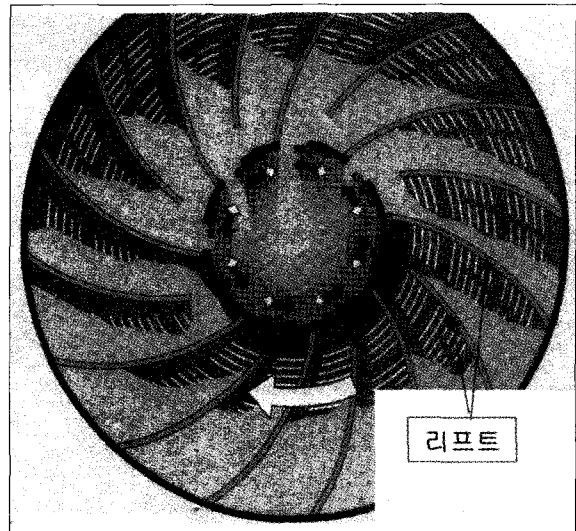


<그림 5> 밀 내 유 속 분 포



〈그림 6〉 밀 내 구조

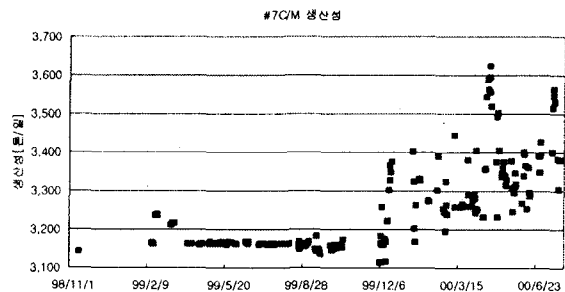
— 밀내 유속의 분산을 통한 효율 향상



〈그림 7〉 중심 리프트 설치로 원료 흐름의 변경

6. 밀 중심 리프트 설치

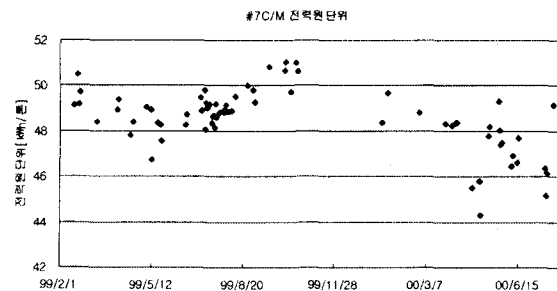
- ① 중심의 리프트 설치로 원료의 2실 투입이 효과적임
- ② 리프트 없을시에는 원료가 회전하는 밀의 상부까지 올라가지 못한 상태에 2실로 투입
- ③ 1실의 과분쇄를 방지
- ④ 분쇄 효율이 향상됨



〈그림 8〉 #7C/M 생산성 증가 추이

7. #7C/M 미국 수출 시멘트 생산

- ① 생산성은 99년 정기보수 후 상승함 : 240T/D 상승
- ② 전력원단위는 24시간 단위로 계산되므로 미국, 일본, 민수를 동시에 분쇄한 날은 정확한 산출이 안됨
- ③ 24시간 운전한 Data를 기준으로 원단위 현황을 보면



〈그림 9〉 #7C/M 전력원단위 감소 추이

〈표 2〉 #7C/M 생산 및 원단위 실적

구 분	운전시간	생 산 량	계획생산성	생 산 성		전력원단위	Blaine	44 μ mR
	(일)	(톤)	(톤/일)	(톤/hr)	(톤/일)	(kwh/톤)	(cm/g)	(%)
시 운 전	0.42	1,310		131	3,144		3,751	5.1
미국수출시작	34.67	110,706	3,120	133	3,193	48.7	3,657	5.9
라이너 교체 후	88.10	282,066	3,120	133	3,202	49.2	3,723	5.7
정기보수 후	34.79	118,293	3,160	142	3,400	47.0	3,654	5.8

⇒ 1999년 정기 보수 후 그리고 2000년 2실
Dead Zone을 제거한 후 생산성 증가로
인한 원단위 감소가 뚜렷함

- ④ 품질은 분말도의 Blaine은 줄었으나 잔사는
상승함

8. 유형 효과 : 113,081천원/년

- ① 생산성 증가에 의한 절감 : 240톤/일 증가

$$\left(\frac{240}{1,160} T/D\right) \times 354,000 T/Yr \times 2,127 \text{원/톤}$$

$$(\text{시멘트 생산원가}) = 57,186,683 \text{원/년}$$

- ② 전력비 절감 효과

$$\left(-\frac{240}{1,160} T/D\right) \times 354,000 T/Yr \times 1,893 \text{원/톤}$$

$$(\text{톤당 평균 전력비}) = 50,895,341 \text{원/년}$$

- ③ 수선비 절감 효과

$$\left(-\frac{240}{1,160} T/D\right) \times 65,831,200 \text{원/년}$$

$$= 4,999,837 \text{원/년}$$