

3호 키른 5단 cyclone 개조결과

大 大 洙
 <亞細亞시멘트(株) 堤川工場>

1. 서 론

당공장 K-3는 1976년 3,200 t/d 규모인 4단 cyclone 으로 설치되어 1979년 know-how를 함으로써 3,700 t/d 규모로 용량증대 되었었다. 그러나 동일 size(cyclone 및 gas duct)로 생산성만 증대함에 따른 cyclone 효율 저하 및 경석 사용 등으로 preheater 배기 gas 온도가 상승함에 따라 (400℃ 정도) 열소비증대 및 공정상에 문제점을 야기시켜 왔다. 당공장은 그동안 K-3의 열소비상승 및 공정상의 문제점을 해소하기 위한 대책으로 현 4단 cyclone 을 5단 cyclone 으로 개조하기 위한 방안을 집중 검토하여 1985년 2월 5단 cyclone 으로 개조를 완료, 현재 정상 가동 중에 있다. 본문에서는 5단 cyclone 개조에 대한 전반적인 공사개요 및 개조전후의 운전실적을 종합분석 소개함에 있다.

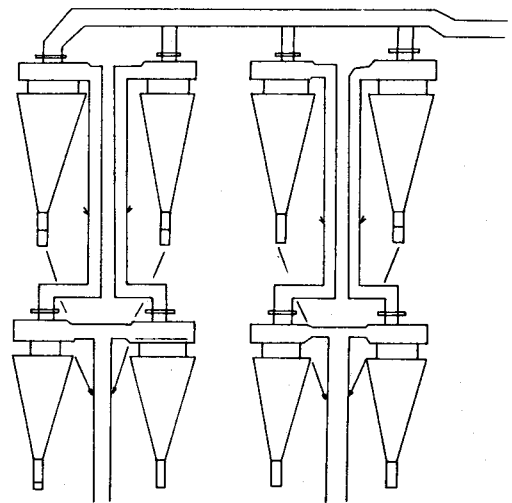
2. 개조공사를 위한 설계개요

1) 설계조건

항 목	단 위	개 조 전	개 조 후
생 산 성	t/d	3,700	3,700

배기	풍 량	N m ³ /h	231,200	231,200
		m ³ /h	597,400	570,100
gas	온 도	C	390	350
	압 력	mm Aq	620	770

2) 개조부문 Lay out



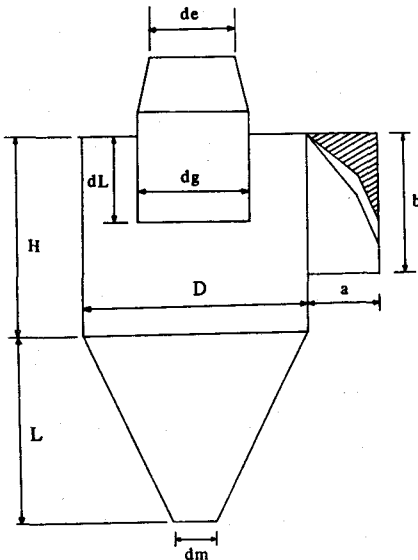
3) 개조방향

설 비 명	개 조 방 향
4 단 cyclone	1) 현 cyclone 4 개 개조 재사용 - 입구 duct 증대 (2.13 → 2.94 m) - 원통부 연장 (3.14 → 4.15 m) - 원추부 1 m 하향 조정 - 출구 duct 증대 (1.5 → 1.8 cm)
5 단 cyclone	1) cyclone 4 개 신설 2) 4 단과 5 단 cyclone 연결 gas duct 4 line 으로 설치 3) 연와 150% 두께로 축로
I. D. F.	1) fan 및 motor 교체
Roots blower	1) 현설비 사용(원료공급용)
분 산 판	1) one line 을 two line 으로 개조(동시작업)

4) 주요설비 dimensions

- cyclone (in mm effective)

stage	4	5
No	4	4
D	4,200	4,480
H	4,150	3,400
L	7,189	7,500
a	1,250	1,260
b	2,350	1,900
dg	2,100	2,220
dm	403	400
de	1,800	1,650
dL	2,100	1,900
brick	190	150



- Induced draft fan

항 목	단 위	spec	비 고
1) 풍량	m ³ /h	610,000	
2) 압력	mm Aq	850	800 mm Aq 로 선정하였으나 Polysius 권유로 50 mm Aq 상량
3) 온도	℃	370	
4) motor	Kw	1,900	

I. D. F는 3,700 t/d base 로 선정

3. 개조공사 세부 내역

1) 공사 추진 현황

- '84. 9. 21: 개조 기본 계획안 상신
- '84. 9. 25: 공사 시행 품의 상신
- '84. 10. 12: 공사 시행 승인
- '84. 11. 7: 공사 시공식
- '85. 2. 16: K-3 시험 가동

2) 주요 공사 내역

구분	도급회사	주요공사
기계	중앙기계	1) 5단 cyclone 제작설치 2) 4단 cyclone 개조 3) 원료 수송 pipe 연장 4) 각단 gas duct 제작설치 5) 출구 gas duct 보온
토건	삼표제작소	1) 철골 제작 설치
생산	제철축로	1) cyclone 및 gas duct 연와 축로

3) 공사비 진행 현황

구분	도급	공사비 (천원)	
		예산	실적
기계	도급	128,700	128,700
	사급	277,901	204,393
	계	406,601	333,093
토건	도급	121,000	121,000
	사급		
	계	121,000	121,000
생산	도급	8,034	7,560
	사급	128,274	123,059
	계	136,308	130,619
계	도급	257,734	257,260
	사급	406,175	327,452
	계	663,909	584,712

4. 시운전 종합결과 분석

- 1) 시운전 기간: 1985. 2. 16 ~ 3. 30
- 2) 개조에 따른 효과분석
 - 산출기간 -

· 개조전 : '84. 11. 1 ~ 12. 31

· 개조후 : '85. 2. 23 ~ 3. 31

가) 배기 gas 상태변화(I.D.F 입구)

항 목	단 위	전	후	비 고
damper	%	100	90	
풍 량	Nm ³ /h	231,200	239,200	3.4 %
	m ³ /h	597,400	565,572	
온 도	°C	390	330	60 °C
압 력	mmAq	620	680	60mmAq

나) 생산성

(t/day)

개 조 전	개 조 후	증 감
3,615	3,653	48

(분석) 단기간 동안 비교하여 결론을 내리기에 는 문제가 있으나 생산성이 2 t/h 정도 향상된 것으로 나타난 것은 배기 fan 의 용량을 증대시킴으로써 공정을 안정화시 킨 것으로 보임.

다) 열소비

(Kcal/kg-cl)

개 조 전	개 조 후	증 감
835	810	25

라) 전력소비

항 목	전력소비 증 가	원단위 (kw/t)
1) K-02 부하 증가	59 kwh	0.395
2) R/Blower 부하 증가	53 kwh	0.355
3) raw mill I.D.F damper open 증가	94 kwh	0.400
계		1.15

3) 개조전후 공정 상태 비교

가) 운전 상태

항 목	단 위	개 조 전	개 조 후
측 정 일 시		'84. 11. 24	'85. 3. 26
운전	생 산 성 t/h	150.3	152.1
	열 소 비 kcal/kg	843	816
조전	kiln 회전수 rpm	3.0	3.0
	I.D.F damper %	100	90
사 용 량	kg/kg-cl	1.54	1.54

원료	L. S. F	%	94.53	96.17
	S · M	%	2.32	2.37
	I · M	%	1.58	1.63
	H · M	%	2.13	2.17
조정	88 μ 잔 사	%	15.6	15.2
	온 도	°C	70	70
coal shale	투 입 비	%	4	4
	발 열 량	kcal/kg	600	600
coal (미분 탄)	main	t/h	12.82	12.87
	prepol	t/h	6.88	6.25
	비 율	M : P	65.35	67.33
	발 열 량	kcal / kg	6,560	6,490
클 링	88 μ 잔 사	%	12.4	12.2
	수 분	%	1.1	1.3
	SiO ₂	%	21.54	21.36
커 용 온	Al ₂ O ₃	%	6.15	5.88
	Fe ₂ O ₃	%	3.55	3.54
	CaO	%	64.93	64.41
	MgO	%	1.99	2.52
	Free -CaO	%	0.80	0.70
가 소 율	용 중	g / l	1,308	1,310
	온 도	°C	170-180	170-180
Kiln 입구	kiln 입 구	%	85.58	85.23
	CO ₂	%	28.6	27.4
	O ₂	%	2.4	2.9
	CO	%	0.4	0.3
vor-tex	CO ₂	%	35.9	34.4
	O ₂	%	1.3	1.9
	CO	%	0.3	0.2
I.D.F 입구	CO ₂	%	31.8	27.9
	O ₂	%	3.0	3.3
	CO	%	0.2	0.1
압력 손실	1 단	mmAq	90	100
	2 단	mmAq	100	90
	3 단	mmAq	110	110
	4 단	mmAq	130	80
	5 단	mmAq	-	130
배기 gas (I.D.F)	gas 량	Nm ³ /kg-cl'	1,538	1,573
	온 도	°C	390	330
	압 력	mmAq	620	680
	함 진 농 도	g / Nm ³	70	42

원료 수송 공기	공기 압력	량 력	m^3/h kg/cm^2	13,200 0.43	13,200 0.48
----------------	----------	--------	----------------------	----------------	----------------

[공정분석]

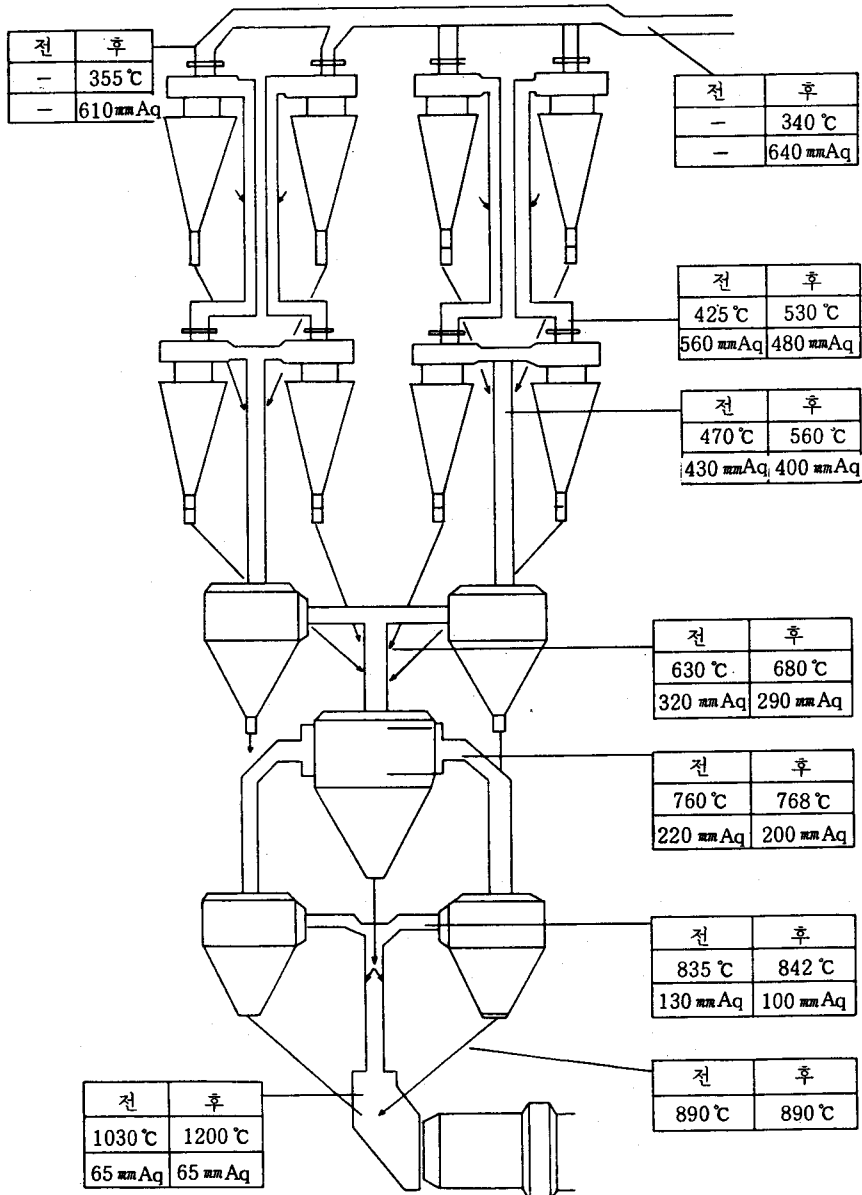
5 단 cyclone 개조(K-02용량 증대 및 분산판 개조 동시 작업) 후 상기 운전 및 공정상태를 분석하여 보면

1) kiln I.D.F 용량을 증대시킨 결과 speci-

pic gas volume 이 1,573 Nm/kg-cl 3,700 t / d base 로 증대됨에 따라 현공정에 안정화를 기할 뿐 아니라 3,700 t/d 까지 생산증대 가능함

2) 5 단 cyclone 개조 후 preheater 전체압력 손실 상승이 설계 예상치 150 mmAq 보다 훨씬 적은 60 mmAq 정도로 나타남은 현 4단 cyclone 개조(입구 duct 및 원통부 증대) 및 calcinator 의 분산판 개조로 인해 4 단 cyclone 및 calcin-

K-3 5 단 Cyclone Preheater



ator 부위에서 압력손실이 크게 하락됨에 기인함.

3) Top cyclone에서의 배기 gas는 60℃ 정도 하락되었으나 3, 4단 cyclone에서는 50~90℃ 정도 상승한 반면 1, 2단 cyclone에서의 온도 변화는 큰 차이 없음.

4) Calcinator 분산판을 two way로 개조 후 calcinator 내에서의 국부 가열에 따른 coating trouble이 감소되었으나 이 상태는 계속 check하여야 할 것으로 사료됨.

5) 개조 후 preheater 각 단 cyclone의 공정상태(온도 및 압력)는 크게 변하였으나 실제 kiln inlet 부위에서의 공정상태(가소율 포함)는 큰 변화가 없으며 clinker 품위에도 큰 변화 없음.

나) 개조 후 raw mill에 미친 영향

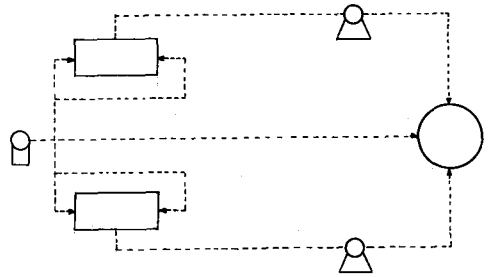
5단 cyclone 개조 후 배기 gas의 온도 하락(330~340℃)으로 인한 raw mill 생산성을 고려 그동안 raw mill 운전조건을 변경(I. D. F damper open) 운영하여 온 결과를 분석하여 보면,

— 개조전후 운전상태 비교

항 목	단 위	개조전	개조후	비 고	
I. D. F damper	%	70-75	80-85	13%↑	
I. D. F 전 류	amp.	45	50	11%↑	
gas 온도	K-02	℃	390	330	
	1 실입구	"	380	320	
	2 실입구	"	370	280	
	mill 출구	"	90	90	
생산성	1 호	t/h	198.4	198.6	
	2 호	"	201.7	201.3	
원료 88μ 잔사	%	15.2	15.8		
원료 수분	"	0.4	0.4		

[분석] 상기 data를 종합 분석하여 I. D. F damper를 13% 정도 증가시킴으로써 전류가 11% 정도 상승하나 원료의 잔사와 수분이 동일 조건시 생산성에는 영향이 없음.

— 개조전후 Air balance



번호	위 치	풍량(Nm ³ /h)		비 고
		개조전	개조후	
1	K-02 후 방	231,200	239,200	
2	R-1 1 실입구	41,250	47,500	
3	R-1 2 실입구	12,060	13,792	
4	R-2 1 실입구	41,430	47,700	
5	R-2 2 실입구	18,000	20,727	
6	R-1 I. D. F	157,700	165,920	
7	R-2 "	134,250	143,320	
8	K-02- S/Tower	114,560	105,281	

5. 경제성 검토

1) 투자비 : 584,712 천원

2) 절감 내역

구분	단 위	개조 전	개조 후	절감량	연간절감액(천원)	비 고
열소비	kcal/kg-cl	835	810	25↓	205,000	
전 력	kw/ℓ-cl			1.15↑	-57,000	
계					148,000	

3) 투자 회수 기간

$$\frac{584,712}{148,000} \times 12 = 47.4 \text{ 개월}$$

$$\approx 4 \text{ 년}$$

6. 결 론

K-3 5단 cyclone 개조 후 시운전 결과를 종합하여 볼 때 열소비는 25kcal/kg-cl 정도 절감된 반면 전력소비는 1.15kw/t-cl 정도 상승되었으나 앞서 논술한 바와 같이 경제성이 있으며 또한 공정의 안정을 기하여 생산성 향상에 기여하고 있다고 사료됨.