

IKN 콜라 적용실적 보고

배 재 순

< 쌍용양회(주) 영월공장 >

1. 개요

영월 공장 #3,5 kiln 대보수시 cooler의 고 효율화 도모 및 생산 cost의 down, cooler maintenance의 효율적인 시행을 기하고자 독일 IKN 사의 고효율 Jet plate를 cooler 1실에 설치하였음.

본 보고서는 설치 이후 현재까지의 작업실적을 중심으로 kiln 운영중 나타난 제반 공정현황 및 문제점, 개선 실시내역 등을 서술한 내용임.

설비현황

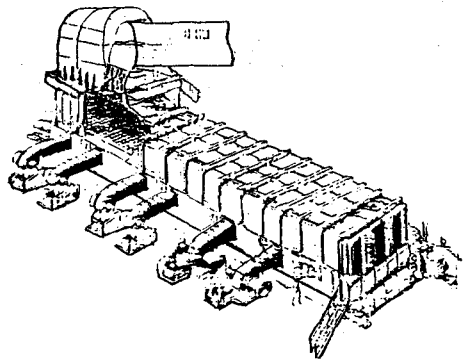
<표 1>

구분/호기	# 3	# 5	설계
제조양식	NSP		일본
용량(t/d-cl)	2,700	4,200	
Preheater	형식	N-MFC	
	Cyclone	K-Line : 5단 9개 C-Line : 5단 10개	
Kiln size	4.0mD×61.8	4.4mD×70	
Cooler	2단 7실	3단 10실	독일 C.P.A.G
NSP 개조년도	1988	1990	
Cooler 개조일시 (키른 대보수시병행)	94. 7. 8~20 (13일간)	94. 6. 27~7. 10 (14일간)	
주요개조내역	<ul style="list-style-type: none"> • Kiln cooler 1단 8열까지를 고정, Jet grate plate system으로 개조 • 1, 2실 Cooling fan 상호 교체 (1실 유량 및 압력증대) • Shook blower 설치 #3:3 Sets, #5:4 Sets 		

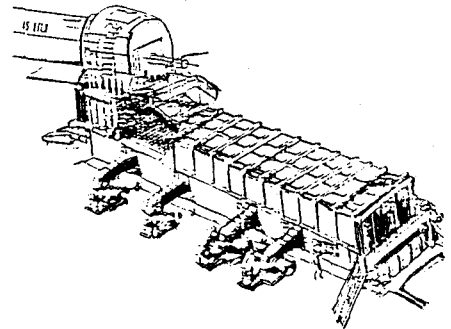
2. 설비 내역

2-1. 설비현황 <표 1>

2-2. IKN Cooler 개조 개략도 <그림 1>



#3 Kiln (Back flow type)



#5 Kiln

<그림 1> IKN Cooler 개략도

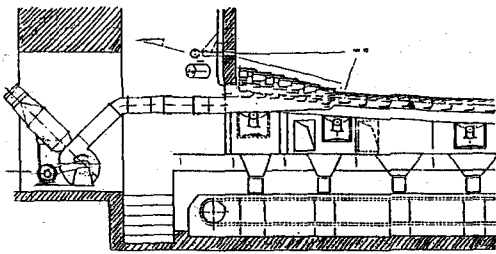
IKN Cooler 개조내역

<표 2>

Compartment			Slope (deg.)	Plate	Raw	Capacity of cooling fan		
						Volume(m ³ /min)	Pressure(mm Ag)	IKN Recommend
# 3 Kiln	전	1실	5	flat	6	542	700	<ul style="list-style-type: none"> • Volume : 456 m³/min • Pressure : 800 mm Ag
		2실			6	880	750	
	후	1실	17	jet	8 (Blind 2)	880	750	
		2실	5	flat	2	542	700	
# 5 Kiln	전	1실	5	flat	6	392	816	<ul style="list-style-type: none"> • Volume : 720 m³/min • Pressure : 800 mm Ag
		2실			6	933	765	
	후	1실	17	jet	8	933	765	
		2실	5	flat	4	392	816	

* # 3 kiln은 clinker 낙출지점이 # 5 kiln과 달라 Jet plate 전단 2열을 blind화 시킴.

2-3. 고효율 Jet grate plate 운전원리



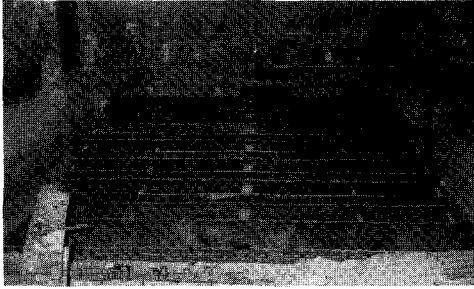
<그림 2> Cooler의 냉각 특성

<p>Jet plate</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Air hole 축소 및 고압으로 Jet air 발생 (40-45m/sec) • 부압 형성 및 미세입자 분산 • 미세 입자 부유 및 Clinker bed 상부로 상향
	<ul style="list-style-type: none"> • 적은 Air량으로 최대 냉각 효과 • Grate 연결부위 및 Side wall liner와의 clearance 최소화 • Air turbulence로 sand blasted 발생을 방지함으로써 G.P 마모현상 방지

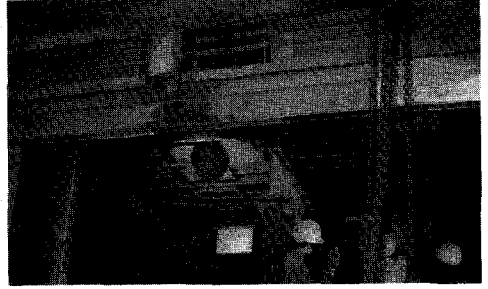
IKN Cooler 개조 작업 추진 일정

<표 3>

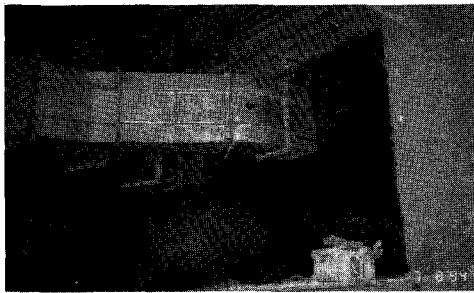
추진내역		D	D+1	D+2	D+3	D+4	D+5	D+6	D+7	D+8	D+9	D+10	D+11
1. Kiln cooling 및 연와제거		●	●										
2. Cooler 연와제거		●	●										
3. Cooler inlet wall 연와축로									●				
4. 기존 구조물 철거	• Grate plate 및 frame			●	●								
	• 하부 chamber 및 damper			●	●								
	• 고정 및 유동 frame				●								
	• 1, 2 Cooling fan 및 duct	●	●										
5. IKN Erection	• Air beam install					●	●	●					
	• Support & Frame, Air nozzle						●	●	●				
	• Air comp. & Shock blower					●	●	●	●	●			
	• Duct install & erection								●	●	●		
6. Fan foundation & erection						●	●	●	●	●			
7. 시운전												●	●



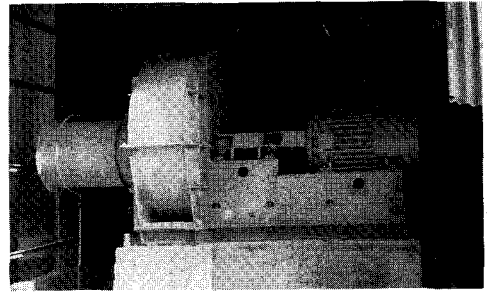
IKN Grate plate용 Air beam설치



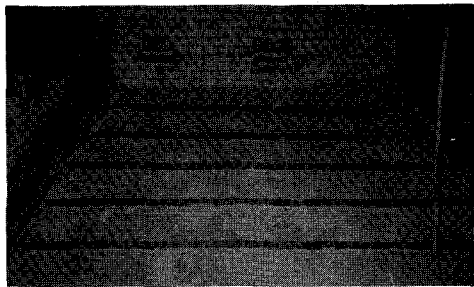
Air beam 하부



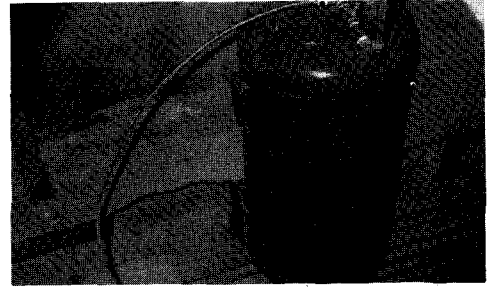
1실 Cooling fan duct설치 (Duct 중간의 damper로 최우측 풍량 control)



Cooling fan (1실) 하부 타설 및 fan 설치 (기존 2실분)



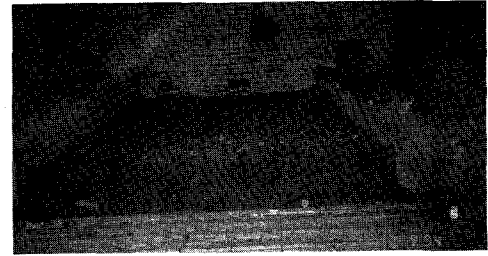
Jet grate plate 및 shock blower nozzle 설치



shock blower 설치



shock blower nozzle 설치 모습 (주변에 석면 및 Castable 처리)

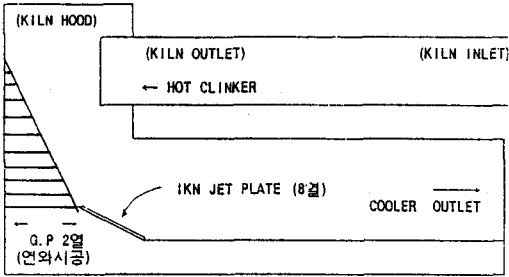


시운전 전 Plate 상부로 heating up 시 보호를 위한 clinker의 도포 (300~400mm 두께)

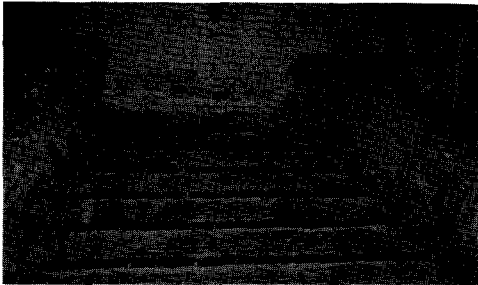
〈사진 1〉 작업장 모습

2-4. #3 kiln cooler 개조 모습

Cooler 형태가 kiln 방향과 반대인 관계로 clinker 낙출 center가 3열 grate 부위로 2열은 blind화 하기 위해 내화연화를 벽체로 부터 시공하였음.



<그림 3> 개조 개략도

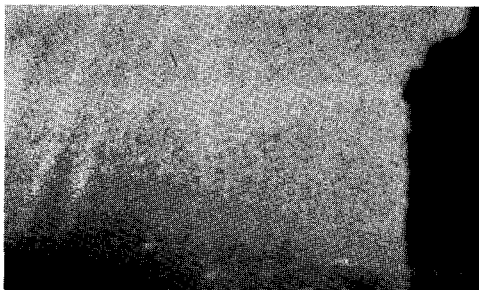


<사진 2> #3 kiln cooler 1실 개조모습

3. 조업현황

3-1 Clinker 분산의 개선

1) 현황



<사진 3> Jet air로 입자의 분산

2) 내역

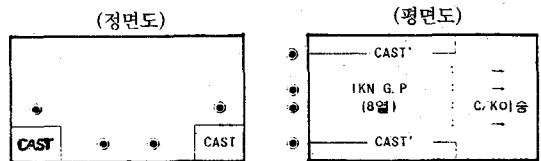
① Jet grate plate로 인한 고압의 유속형성 및 Clinker bed 층에 의한 영향으로 1실 압력 상승

압력 상승

<표 4>

		전	후	대비
Cooler 1실	#3	420~520	680~750	↑230~260
	#5	550~630	680~750	↑120~130
Clinker bed (mm)		300~400	500~600	↑200

② Clinker 분산의 개선 및 일정 bed 유지를 위해 Shock blower 설치



※ #5:4 Sets, #3:3Sets 설치

<그림 4> Shock blower 설치도

3) 조업 효과

① 1실 낙구부의 Clinker 분산이 개선됨으로써 2차 및 3차(tertiary air duct) 공기온도 상승에 의한 cooler 효율 증대

온도상승에 의한 효율증대

<표 5>

		전	후	대비
2차 공기온도(℃)	#3	970	1,050	↑80
	#5	980	1,060	↑80
Tertiary air 온도(℃)	#3	805	855	↑50
	#5	850	920	↑70
Cooler 효율(%)	#3	63.6	65.4	
	#5	62.5	63.1	

② Cooler E.P 입구온도 및 유량감소로 후단 E.P 공정안정 및 집진 Plate 휨방지 등 E.P 효율 및 maintenance 측면의 안정화를 기함.

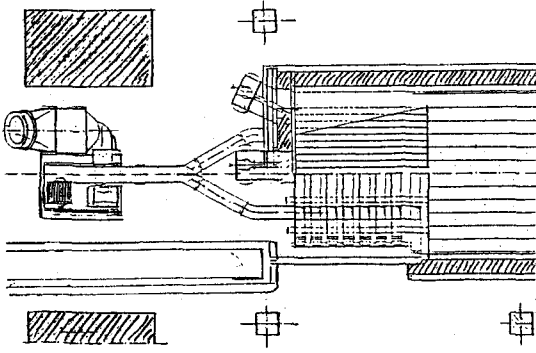
E.P 입구 온도 및 유량 감소

<표 6>

		전	후	대비
Cooler E.P 입구온도(℃)	#3	270	255	△ 15
	#5	250	234	△ 16
Cooler air 유량 (Nm ³ /kg-cl.)	#3	2.43	2.30	△ 0.13
	#5	2.28	2.20	△ 0.8

3-2. 1실 Fan에 의한 풍량제어 개선

1) 현황



<그림 5> 풍량제어 개선 평면도

2) 내역

- ① 강압 fan 설치로 중압을 나누어 air beam에서 좌우풍량으로 조절이 가능.
- ② 출구의 Guide damper와 제1, 2열, 제8열의 damper 배치로 개별풍량 조절.

3) 조업현황

- ① Clinker bed의 형성상태관측을 위하여 관측용 맨홀 설치. (Cooler 1실 서쪽편 1개소 측면관찰, 3차 duct 출구부위 1개소 상부관찰)
- ② Clinker bed의 안정화 및 Red river 발생방지를 위한 조정작업시행 (#5)

개도율 조정

<표 7>

(%)		Guide Damper	1열	2열	3열	8열
#5	동	60	50	100	-	50
	서	40	-	50	-	-
#3	동	80	25	50	100	50
	서	20	-	25	50	-

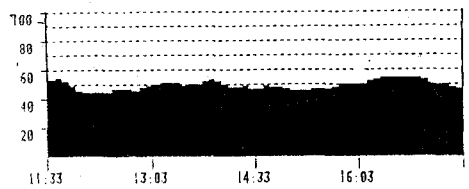
※ 당초 IKN사 Supervisor recommend로 시운전시 조정했으나 Clinker 냉각상태 및 Coating 부착상태에 따라 적절히 damper 조정시행(현재 안정된 상태유지)

클링커 Bed및 Red river 형성 추이	내역				
	94.7 IKN과 협의조정				
	G/D	1열	2열	8열	
	50	50	100	100	
	94.8 Cl' bed 500→600				
	G/D	1열	2열	8열	
	70	50	100	100	
	94.8 서쪽 풍량조정				
	G/D	1열	2열	8열	
	70	50	100	100	
	95.3 Red river 현상없음.				
	G/D	1열	2열	8열	
	60	50	100	50	
	95.3 Red river 현상없음.				
	G/D	1열	2열	8열	
		40	0	50	0

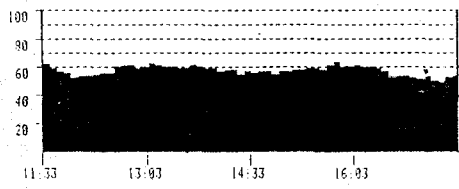
<그림 6> #5 개도율 조정과정

4) 조업 효과

- ① Cooler 각 실 출구압력 및 cooler E.P 온도 안정



Cooler 3실압력 (mm Aq : 6시간)



Cooler E.P 온도 (°C : 6시간)

<그림 7> 압력 및 온도변화추이

- ② Cooler 출구 clinker 온도하락으로 cooler 1~3실 G.P (Grate plate)탈락방지효과 및 maintenance 측면의 안정화를 기함.

Clinker 온도하락 효과

<표 8>

		전	후	대비
Cooler 출구	#3	131	127	△ 4
Clinker 온도(℃)	#5	133	126	△ 7
Cooler 1실 G.P		3.5	0	
탈락회수 (회/년)		'90~'93	'94. 7~ '95.2	

* 개조후 2, 3실 G.P 탈락현상도 '95. 2월 현재 없음.

3-3. Cooler 1단 속도 제어

1) 현황

개조전	개조후
2실 압력 ⇔ G.P. Speed	3실압력 ⇔ G.P. Speed

2) 내역

① 최초 C.P.AG사의 Cooler 압력에 따른 제어방식은 2실압력에 따라 1단 G.P의 속도가 제어되었으나 Jet grate plate의 설치로 인한 1실 확대로서 3실 압력에 의한 1단 G.P speed 조정 및 연계적으로 2, 3단 G.P의 속도조정이 가능하도록 개조 시행.

② 1실 Slope 조정 : 15 → 17 Deg.

3) 효과

① Cooler 1실 bed의 두께를 약 600mm 수준으로 유지시킬 경우 약 700mm Aq의 압력이 나타났으며 이 수준에서 안정.

Cooler grate speed

<표 9>

(Stroke/min)		전	후	대비
1단	#3	15.5	14.5	△1.0
	#5	12.5	11.5	△1.0
2단	#3	16.5	15.5	△1.0
	#5	13.0	12.0	△1.0
3단	#3	-	-	-
	#5	15.0	14.0	△1.0

* 1단 G.P. Speed 전후 대비 약 1stroke/min의 속도하향이 나타났으며 2, 3단의 경우 큰 변동 없음.

② 1실 Slope 조정 : IKN사 recommend 15 Deg → 17 Deg. 변경, 최초 설비공급사인 IKN사의 1실 slope recommend는 15deg 였으나 사전 검토시 Clinker의 air slide 미진으로 인한 coating 발생현상을 우려, 1실 slope를 2deg 상향 시킨 17deg로 변경 시공 실시

4. 조업중 문제점 및 대책

4-1 Cooler 대형 coating 성장 발생

1) 현황

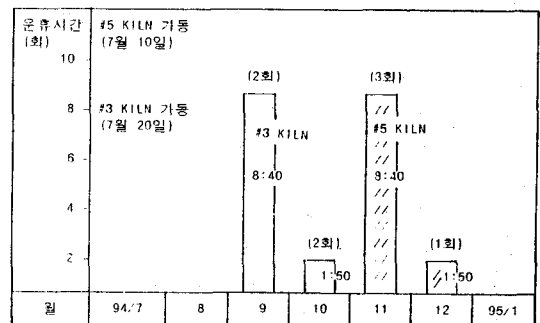


<사진 4> 대형 coating

2) 내역

- ① Cooler 벽체의 shock blower 미설치 부위 coating 형성
- ② IKN G.P가 고정형이어서 coating 제거시 장시간 소요되는 문제점 발생
- ③ coating 제거를 위한 작업표준 미비

3) 효과



<그림 8> #3, 5 kiln 운휴 실적

4-2 개선시행 내역

1) Blower 작동시간 및 damper 개도를 조정(94. 7~11)

Bin blower 작동 interval조정

<표 10>

당초	최종 조정후	비고
1시간/회	30분/회	Clinker bed 상부 2기

- ① Castable bed 상부설치분인 2기는 coating 형성 시에만 수시 blasting 시행
- ② #3,5 Cooler guide damper 및 1, 2, 3, 8열의 damper를 clinker 이송상태, bed 형성 추이에 따라 개도를 변경작업 시행

안정화 이후 최종 Damper 개도율

<표 11>

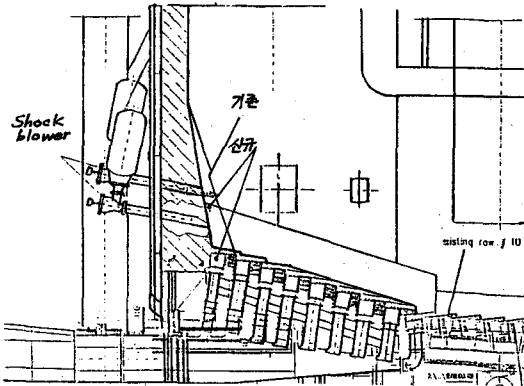
(%)		Guide Damper	1열	2열	3열	8열
#5	동	80	25	50	100	50
	서	20	-	25	50	-
#3	동	60	50	100	-	50
	서	40	-	50	-	-

2) Coating 제거 표준화작업 시행 (94. 9월)

- Cooler 벽체 coating 부착분 제거방법표준
- Coating 탈락후 처리방법표준

3) Shock blower 추가설치 (95. 3월)

- 최초 #3 cooler 벽체에 3기만 설치
- 미설치부위 및 벽체 부위 Emergency line에 2기 설치



<그림 9> 개조보완 개략도

조업결과 종합

<표 12>

		전	후	대비
Kiln 가동율 (%)	#3	97.4	98.9	↑1.5
	#5	94.3	96.0	↑1.7
Kiln 단위생산 (t/h.cl.)	#3	119	119	-
	#5	169	170	↑1
Cooler 효율 (%)		62.6-63.5	63.1-65.4	↑0.5-1.9
기간	#3 (5개월)	93.8-12	94.7-11	대보수 93.8.5-18 94.7.8-20
	#5 (5개월)	93.8-12	94.8-12	대보수 93.6.9-20 94.6.26-7.9

5. 결론

- 1) IKN Cooler 개조후 약 5-6개월의 가동실적을 고려할 경우 개조전대비 안정적 조업을 유지하였음.
- 2) Kiln 가동율에 있어서 #3,5 kiln 공히 전,후 대비 향상된 것으로 나타남.
- 3) IKN Cooler 시운전시 cooling air damper 조정이 cooler 안정화에 매우 중요했음.
- 4) Cooler G.P trouble 사항은 1실에 있어 기대한 효과대로 탈락현상이 없었으며 2, 3실의 경우도 현재까지 탈락현상이 발생치 않음.
- 5) Kiln 단위생산의 경우 #3 Kiln은 전후대비 큰변동은 보이지 않으며, #5 Kiln의 경우 약 1ton/hr 수준의 clinker 생산성 향상실적을 보임.
- 6) 주요 공정변동 사항으로, cooler 출구의 clinker 온도는 약 5℃의 하락, 3차공기 온도는 약 60℃ 상승되었으며 cooler E.P 입구온도의 하향으로 전반적인 E.P효율은 상승하였음. 또한 cooler 효율에 있어서 약 2% 수준의 향상을 보였음.
- 7) 당초 shock blower를 #3 kiln 측에 3기를 설치및 운영하였으나 미설치된 부위에 coating 부착 및 연와손상이 발생함에 따라 이 부위에 shock blower의 추가설치 및 연와시공방법을 개선하였음. IKN사 측에서 제시한 #3 kiln cooler 1실부위 coating 발생 방지책인 현 Blind G.P 1열 부위 추가설치 등은 추후 cooler 공정상태를 보아 시행할 계획임.
- 8) 본 공사 시행후 효과 및 결과를 토대로 #4 kiln 에도 확대적용할 예정임.