

## 동해 #6,7호 K/N COOLER 개조결과

강현택,윤정식  
< 쌍용 양회 >

### 1. 서 론

쌍용양회 동해공장 #4~7호 K/N은 PLANETARY Satellite Cone이 부착된 Prepol-A.T Type Kiln으로 '78~'79년에 걸쳐 완공, 가동하여 왔으나, 10년이 경과한 '88년부터 COOLER의 고하중등 구조적인 문제로 인해 #3Tyre 및 하부 Shell Crack & Coor Bracket 및 하부 Shell등이 점차 증가하여 안정조업을 저해하고 유지관리 보수비용등이 점차 증가하여 K/N의 안정적 조업과 생산성향상, 제조원가 절감을위해 고효율의 A.Q.C Cooler & N-MFC로 개조, 시운전 및 공정개선 노력을 통해 안정조업을 하고 있는 #6,7호 K/N의 결과보고임

### 2. 개조 내역

#### 2.1 개조기간

- #6호 : 1997. 2.16 ~ 4. 17(60일간)
- #7호 : 1998. 7.01 ~ 9.28 (90일간)

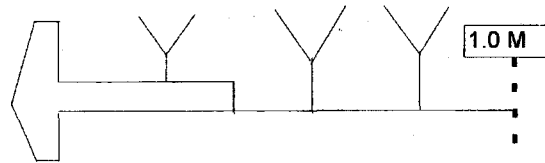
#### 2.2 개조내역 : "Schematic Drawings"참조

설비	내용	비고
KILN	●개조전:4,500 ●#2Tyre:680→1,050m/m ●Support數:4→3 ●Length:70→71M ●SHELL교체:28M	●개조후:5,00 ●NO2Type部 하중이전 ●K/N Dia' (5.2~5.6) Unchanged
	●K/N INLET部 축소 (4.6→4.2M)및 Slide Part경사 증대(30→45도)	●K/N INLET부 원료 Leak및 코팅 Trouble방지
	●K/N IDF교체	●BRG'→METAL
COOLER	●PLANETARY(2.6/26) →I.K.N Grate (5.84/27.4) :"1"Drive,Hydraulic 구동	●A.Q.C Type 변경 ●IKN G.P사전 조립
	●Cooler E.P 신설	●Drag Chain Conv':2기, Flow Conv':3기
예열실 (5단)	●Calciner:Prepol A.T→N-MFC	●조연율 K/N:Pre' (7:3)→(5:5)
CFW	●180T/hr × 2 → 250 T/hr × 2	●원료투입량증가 :300→340Ton/hr

### 3. 세부내용

#### 3.1 KILN

- MAIN BURNER교체:NFK → Rota Flam
- K/N OUTLET部 CAST'시공



#### ●K/N INLET部 개조

- INLET Dia4.6→4.2M 축소및 SLIDE PART  
경사 증대로 INLET部 원료 LEAK방지  
:고질적문제해소

- K/N 하중변화에 따라 #2 Pier 보강 및  
Tyre 단면적 확대

#### ●K/N IDF 교체

- 유량:792,000→800,000 m<sup>3</sup>/hr
- 압력:680→800 mmAq
- Brg'→Metal Type (Oil순환,수냉식)

#### 3-2 COOLER

- PLANETARY Cooler → Air Quenching  
Cooler(Fixed:7Rows, Moving:63Rows,  
총 7실구성)

#### ④I.K.N Cooler의 특성

- Coanda 효과 : NOZZLE에서 40m/s의 강하고  
찬 Jet Air를 Grate Plate 표면 가까이  
형성시켜 높은 운동 압력 유지 및 Coarse  
Clinker냉각

- I.K.N PENDULUM SUSPENSION:MOBILE FRAME의  
점진적 SINKING방지 개선책으로 긴 SPRING  
강철 STRIPE에 매달린 4개의 PENDULUM  
BEAM구성

- COOLER HOOD DESIGN:토끼 귀모양의 설계는  
K/N HOOD 상부의 TERTIARY AIR를 위해 사용  
및 TERTIARY AIR와 DUST LOAD를 낮게  
유지보장

- ④Cooler 설치방법(G.P 사전조립,이동설치)

-HEAT SHIELD설치:K/N HOOD 압력보장,AUTOMATIC

-HYDRAULIC DRIVE("1")& Oil Pump Room  
(최단위치)

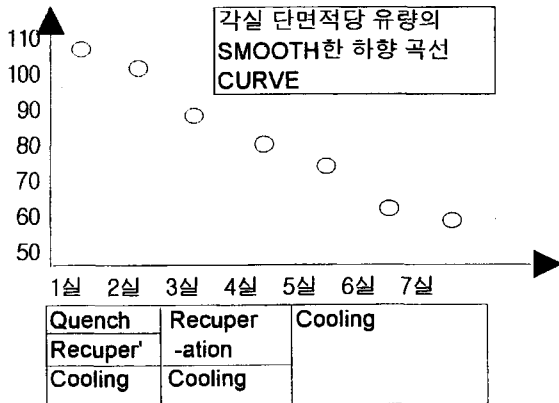
→Max' Grate Speed:20spm, 행정:100m/m

-AIR CANNON(8대):GROUP별 AUTOMATIC운전→  
Cooler Inlet부 코팅 형성방지

●Cooler E.P설치:3,607 m<sup>2</sup>/min

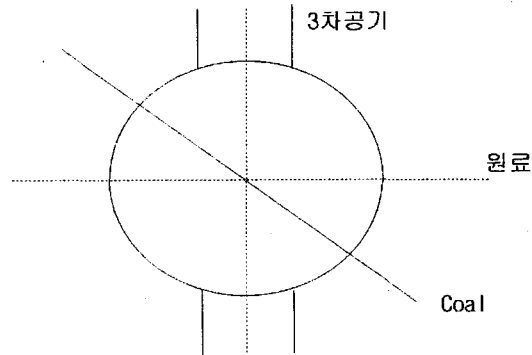
-E.P IDF:8,750 m<sup>2</sup>/min×120mmAQ×280℃×210KW

●각실 단면적당 유량 설계



3.3 PRE' & N-MFC

●PRE' INLET RISER DUCT & CALCINER 천정 철거 →  
N-MFC(New Mitsubishi Fluidized Calciner,  
5.6mφ×27.8mH)& RISER DUCT 신설(Arch형)



●조연비 변경(Main:Pre'):(7:3) → (5:5)

●MFC FAN

#6→280m<sup>2</sup>/min×1,800mmAQ×150KW

#7→280m<sup>2</sup>/min×950mmAQ×75KW×2기  
(병렬)

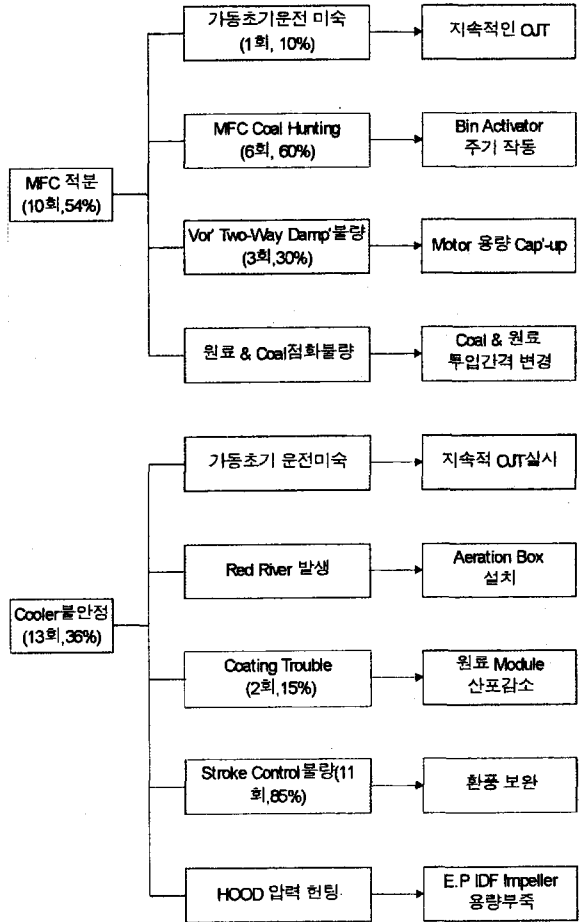
→#7호 정상운전시 저용량 FAN 1대 사용

:전력비절감:↓80KW

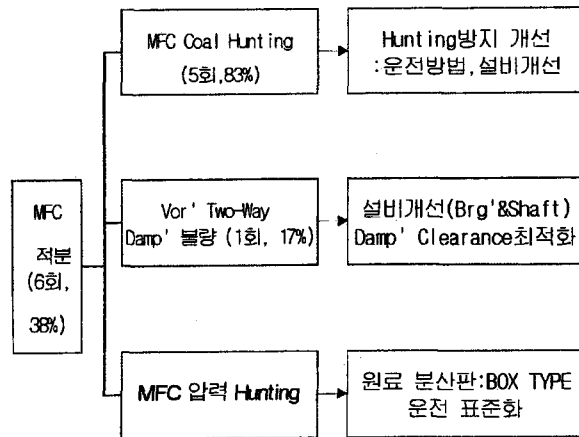
●MFC NOZZLE:8φ\*12ea/Hole\*161ea

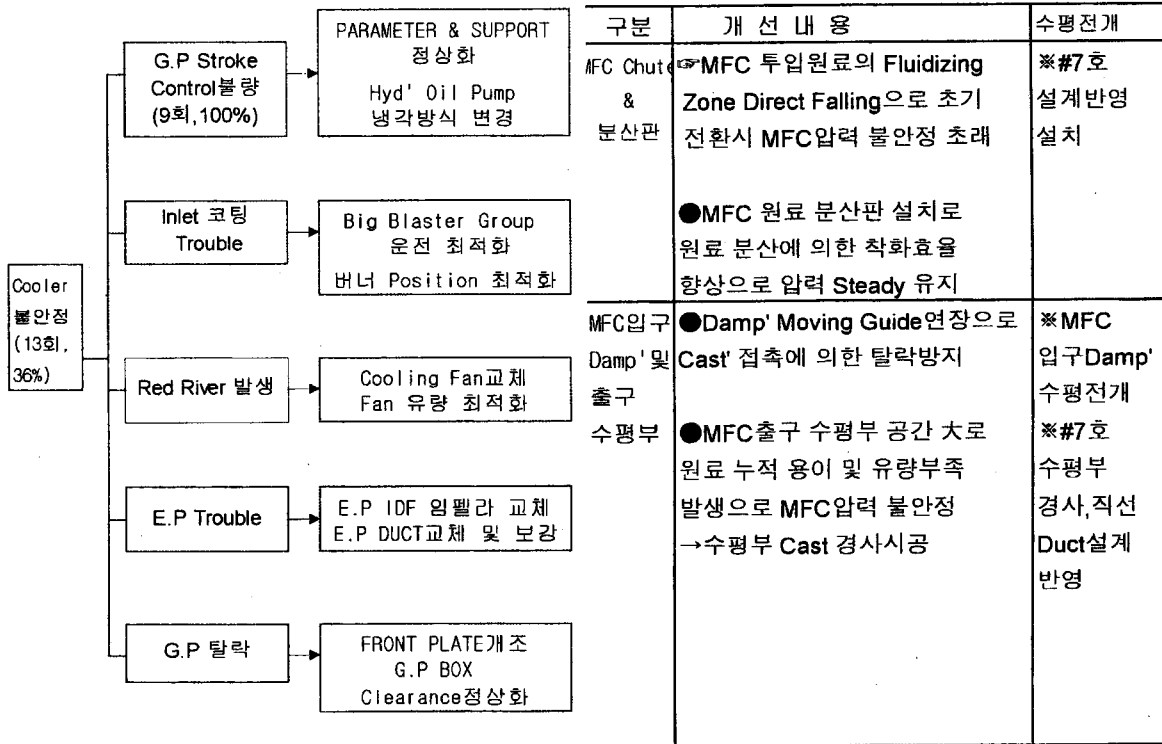
4. 공정개선현황

4.1 기간 I : '97.4/17 ~ 8/30(시운전)



4.2 기간 II ('97.9/1 ~ 현재):정상화





5. 주요 개선내용

5.1 MFC 부문

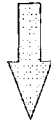
5.2 Cooler 부문

구분	개선 내용	수평전개	구분	개선 내용	수평전개
MFC Coal Hunting	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 조연을 변경에 따른 투입량 증대(7→13t/h)로 인출불량 및 Overflow Trip 악순환</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">                     초기 시운전 기간→                      1.Coal Bin하부 Flow 단면적 확대                      2.Bin Activator 주기 작동 : 계속 Hunting                 </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 정상화</li> <li>- .Coal 수송 압력 대로 인한 헌팅 ☞ Bin 상부 분산판 설치</li> <li>- .Coal Load Ratio에 따른 자동 Air-Purge Time Program ☞ Setting 값 저하시 20초 주기로 계속 Air Purge</li> <li>- .기존 EXP'部 Coal 누적 및 탈락으로 헌팅 발생 ☞ Bin Shape 개조 (70→71.8도경사)</li> <li>- .Bin cone部 Lining도포제 시공</li> <li>- .Air Purge Type변경 및 3단 Air Purge Ring설치</li> </ul>	※#7호 수평전개	G.P Stroke Control 불량	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Cooler 운전時 갑작스런 Stop 발생 및 지연시간 대</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">                     하절기 Hyd' Oil 온도 상승으로 G.P Stroke Control 불량상태                 </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">                     Hyd' Oil Pump냉각방식 변경 : 공랭식 → 공랭 + 강제 수냉식                 </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">                     Cooler G.P Gap불량으로 Scratch 및 Vibration 현상발생으로 구동에 필요한 차압상승과 Motor Amp' Hunting 현상대                 </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">                     G.P Bolt Type변경(노출→밀폐) 및 Gap재조정으로 안정화 실시                 </div>	※#7호 설계반영

구분	개 선 내 용	수평전개	구분	개 선 내 용	수평전개																																												
HOOD Control 불량	⚡HOOD압력 현팅에 의한 공정불안정 및 Kiln 코팅 탈락 ●E.P IDF IMPELLER교체 :7,000→8,750m <sup>3</sup> /min ●MFC Coal Hunting 방지 개선 ●E.P Duct Dia'확대 (2.7→3.3 )로 유속감소 및 마모방지 ⚡고온에서 長시간 고정 되기 때문에 벽체코팅 & Damper 변형발생으로 원활한 작동불가 (전환자연,MFC적분발생) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                         1. Coal Bin하부 Flow 단면적 확대                          2. Bin Activator 주기 작동 : 계속 Hunting                     </div> ● 정상화 □ .Damp' Lever지지점 2→3 Point:비틀림 MOMENT에 강한구조 □ .Damp' Side Gap재 조정: 10→25m/m □ .Damp' Seat Joint Bolt 강도 125% up:M16→M20 □ .SHAFT 재질변경 :SUS 309→SUS 310	※#7호 수평전개	Cooling 효율증대	●Cooling Fan부분 교체, Gap'-up(1.68→1.85N <sup>m</sup> /kg-cli)으로 C/K냉각효율증대 :총 9Set中 5Set 교체 ●Cooler각실 단면적當 유량 최적화:유량(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )하향 Smooth Curve→각실 잉여,부족 유량 현상방지 ●Cooler Inlet Fixed 부위 유량 최적화(실험결과)	※#7호 설계반영																																												
			INLET부 코팅 Trouble	⚡Cooler Inlet部 거대코팅 성장으로C/K역류 및 냉각 불량 ●Big Blaster Automatic운전 및 Group별 최적 Time설정 ●Cooler Camera감시 체제 ●코팅 형성 징후 발생시 C.O.P 수동 Blasting실시		※#7호 Big Blaster 전용Air Tank설치 (1 m <sup>3</sup> )																																											
Orifice Damp 최적화	⚡조연비 변경에 따른 최적 유량의 배분 불합리 ●Orifice단면적 축소 (2.6×2.6M)→(2.2×2.2M) :유속증대로 MFC 압력 안정화	※#7호 단면적 축소 설계반영	6. 공정 안정화 추이 6.1 운휴 추이																																														
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>운휴 항목</th> <th>호 기</th> <th>97.4/18 18~8/30</th> <th>97.9/1 ~12/31</th> <th>'98년 상반기</th> <th>'98년 하반기</th> <th>'99년 상반기</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">MFC 적분</td> <td>#6</td> <td>10</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>#7</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Cyc' 적분</td> <td>#6</td> <td>13</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>#7</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Cooler Trouble</td> <td>#6</td> <td>11</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>#7</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> 註)#7호, '98년 하반기:'98년 9/28 ~ 12/31	운휴 항목	호 기	97.4/18 18~8/30	97.9/1 ~12/31	'98년 상반기	'98년 하반기	'99년 상반기	MFC 적분	#6	10	3	1	1	1	#7	-	-	-	-	0	Cyc' 적분	#6	13	2	1	0	0	#7	-	-	-	1	0	Cooler Trouble	#6	11	3	3	2	1	#7	-	-	-	1	1
운휴 항목	호 기	97.4/18 18~8/30	97.9/1 ~12/31	'98년 상반기	'98년 하반기	'99년 상반기																																											
MFC 적분	#6	10	3	1	1	1																																											
	#7	-	-	-	-	0																																											
Cyc' 적분	#6	13	2	1	0	0																																											
	#7	-	-	-	1	0																																											
Cooler Trouble	#6	11	3	3	2	1																																											
	#7	-	-	-	1	1																																											

6.2 기술검토

MFC부문		COOLER부문	
<ul style="list-style-type: none"> <li>●MFC FAN</li> <li>●MFC원료 분산판</li> <li>●MFC 원료 &amp; Coal 투입간격</li> <li>●Vortex 2-Way Damp'</li> <li>●MFC Coal Hunting</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●E.P IDF IMPELLER요량</li> <li>●G.P Control정상화</li> <li>●Hydraulic Pump냉각방식</li> <li>●Cooler Cooling효율증대</li> </ul>	
#6호 기술 경형바탕으로 #7호설계반영	개별 개선 MP제안	<ul style="list-style-type: none"> <li>●MFC Coal 투입개선외 35</li> <li>●Pre'Orifice최적화외23</li> </ul>	



#7호 K/N조기 안정화 실현(가동후 12일후 정상화)

7.3 기간별 개조내역 및 관리항목 추이

기간	'97.4-8	'97.9-12	'98 상반기	'98 하반기	'99 상반기
개조 내역	MFC Coal Ejector & Nozzle Size 교체	MFC Coal Ejector & Nozzle Size 교체	Cooler E.P IDF Impeller 교체	VORTEX Two-Way Damp' 개선	Cooler E.P Duct교체
	MFC Coal & 원료간격 개선	MFC 수평부 및 Segment Cooling Fan Duct 개조	MFC Coal Bin개조 →현탕해소	MFC Coal Ejector & Nozzle Size 교체	G.P Gap정상화 및 Front Plate개조, 곡선
	Cooler S-Pyrometer 및 Aeration Box설치				
단위 생산	4729	5003	5025	#6 : 5,040 #7 : 5,010	#6 : 5,050 #7 : 5,050
THC	781	774	765	#6 : 720 #7 : 725	#6 : 668 #7 : 668
TPC	36.3	35.4	33.8	#6 : 32.4 #7 : 29.1	#6 : 31.1 #7 : 28.1

7. 개조결과

7.1원단위 & 생산성 부문

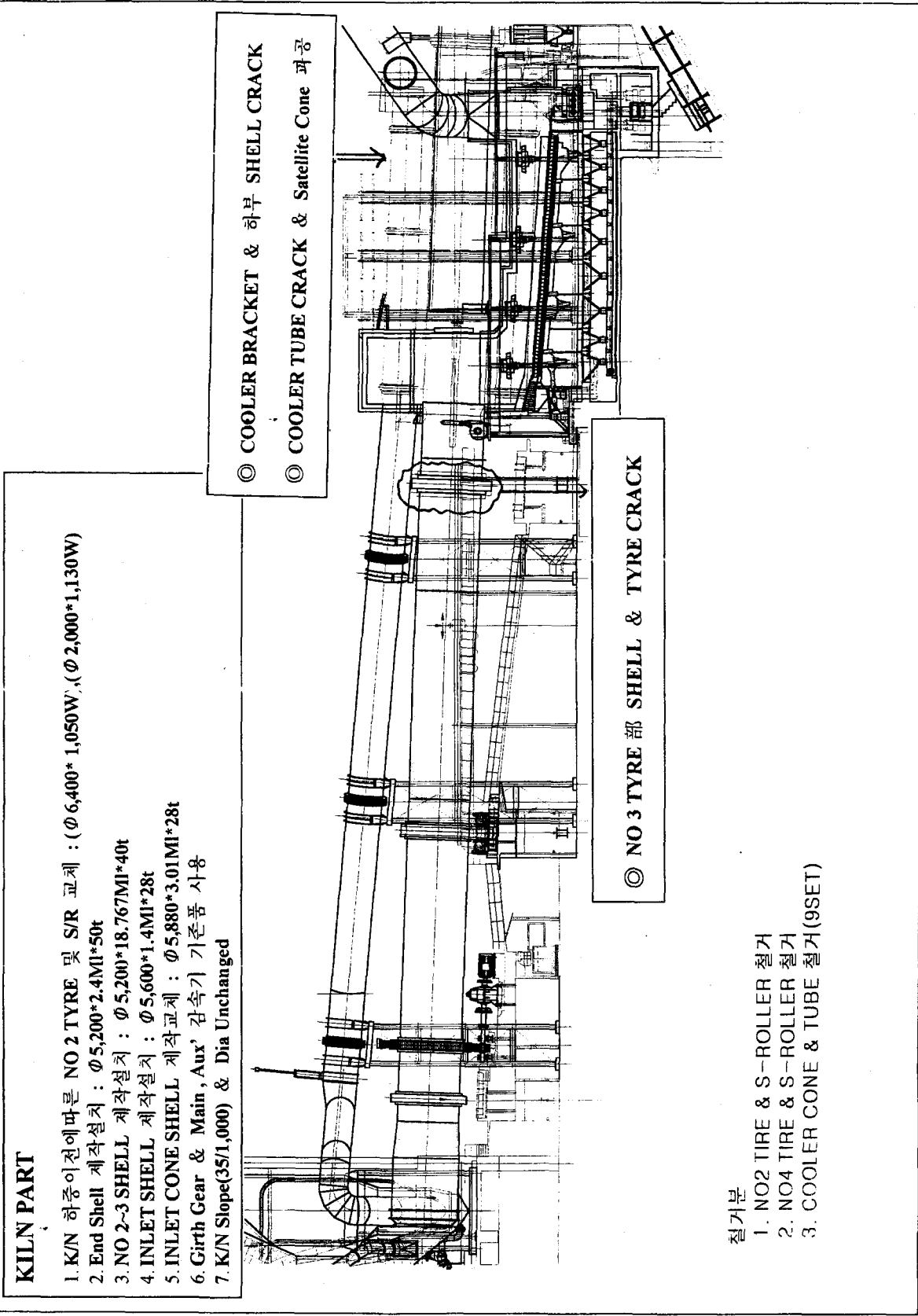
구분	개조전	개조후	차이	비고
단위생산 (T/D)	4,520	5,050	↑ 530	개조전:'96.1~12
THC(㎩/kg)	786	668	↓ 118	개조후:99현재
TPC(Kwh/Ton)	29.6	#6:31.1 #7:28.1	↑ 1.5 ↓ 2.3	*#6호:#6,7호 Cooler L.T포함

7.2 운전 및 Maintenance 부문

구분	개조전	개조후	차이	비고
년가동율, %	85	>90	↑ 5	
연료비절감	-	16억/년	↓ 16억원	*AQC개조효과
보수금액	-	6억/년	↓ 6억원	
Cl-(ppm)	> 10,000	5,00~10,000	↓ 5,000	*현저한 감소
1단Cyc'온도	880℃	860℃	↓ 20℃	
2,3차공기 온도	880℃	>1,000	>↓ ≒ 350	
C/K온도	160℃	120℃	↓ 40℃	
Cooler 단면 적당C/K생사량	-	50T/D	-	
수송효율	-	90%	-	
Cooler 효율	-	85%	-	
E.P입구 온도	-	300~350	-	다소 High

7.4 결론 및 향후 추진방향

- .AQC개조후 Planetary Cooler의 고질적 문제점이 해소됨으로서 KILN의 안정 운전과 운휴 감소에 의한 가동을 극대화가 가능케 하였고
- .KILN Maintenance Cost의 현저한 감소와 Recycling자원 활용 극대화가 가능하여 THC 측면 118 ㎩/kg-cll 감소(B.C Oil+Coal) 하여 제조원가 절감에 크게 기여
- .향후 #4,5호 KILN 개조, 확대실시 예정



**KILN PART**

- 1. K/N 하중이전에따른 NO 2 TYRE 및 S/R 교체 : (Φ 6,400\* 1,050W), (Φ 2,000\*1,130W)
- 2. End Shell 제작설치 : Φ 5,200\*2.4MI\*50t
- 3. NO 2-3 SHELL 제작설치 : Φ 5,200\*18.767MI\*40t
- 4. INLET SHELL 제작설치 : Φ 5,600\*1.4MI\*28t
- 5. INLET CONE SHELL 제작교체 : Φ 5,880\*3.01MI\*28t
- 6. Girth Gear & Main, Aux' 감속기 기존품 사용
- 7. K/N Slope(35/1,000) & Dia Unchanged

◎ COOLER BRACKET & 하부 SHELL CRACK

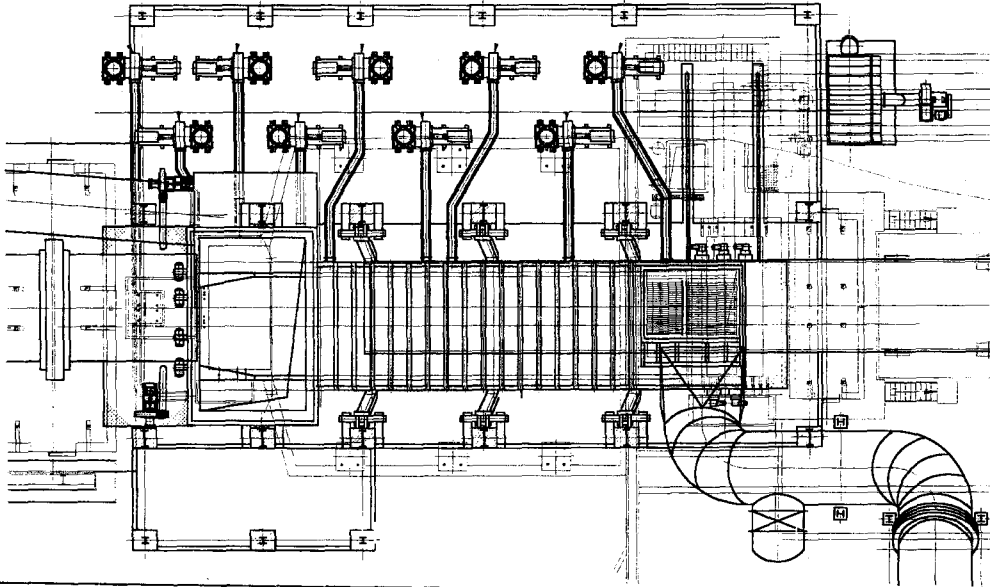
◎ COOLER TUBE CRACK & Satellite Cone 파공

◎ NO 3 TYRE 部 SHELL & TYRE CRACK

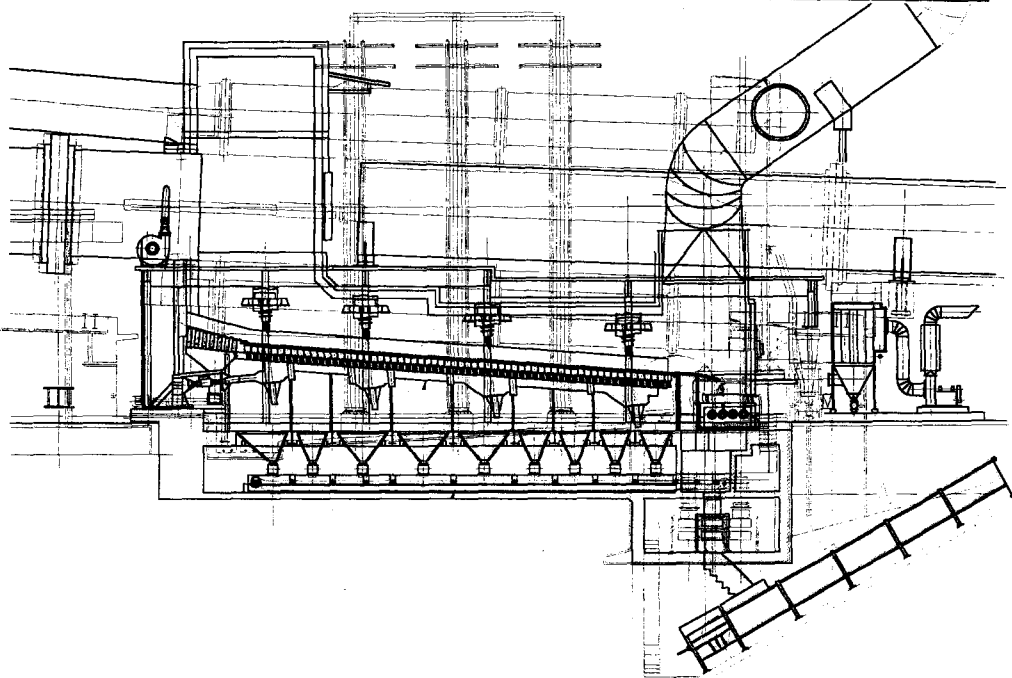
철거분

- 1. NO2 TYRE & S-ROLLER 철거
- 2. NO4 TYRE & S-ROLLER 철거
- 3. COOLER CONE & TUBE 철거(9SET)

## COOLER PART

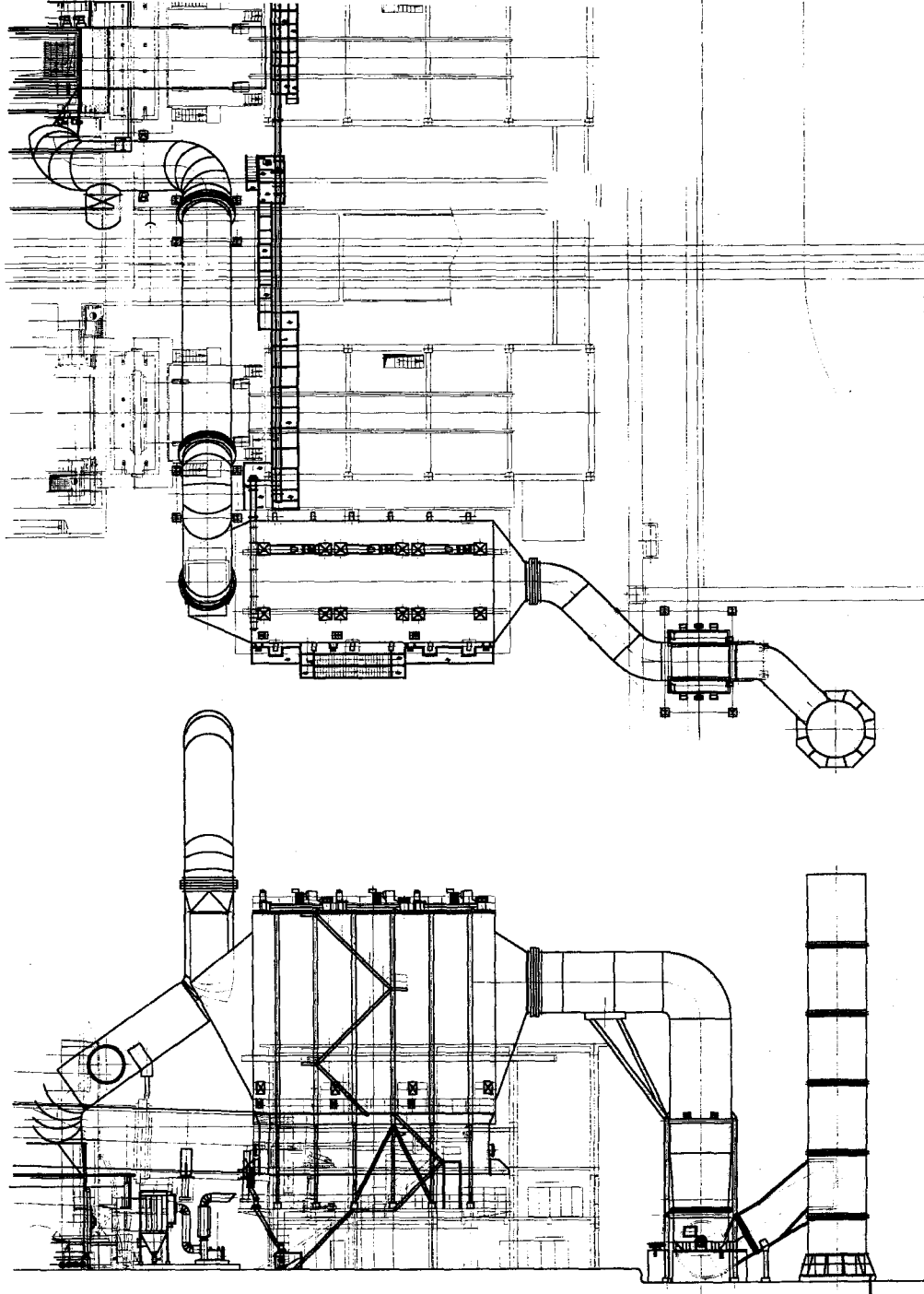


1. IKN COOLER : 5,000T/D , 5.84mW\*27.4mL , WITH Roller Crushe & heat Shield
2. "1"단 Drive , Hydraulic 구동 System
3. COOLING FAN 9 SET
4. PAN CONVEYOR 2 기 설치



## COOLER E.P PART

1. E.P 설치 3,607N<sup>m</sup>/min
2. E/P I.D.F 설치 8,750m<sup>3</sup>/min \* 120mmAq\*280℃\*210Kw
3. DRAG CHAIN CON'V 2기 설치
4. FLOW CON'V 3기 설치





예열실

1. CALCINER 개조 : Prepol A.T → NEW MFC (  $\Phi 5.6\text{mW} \times 27.8\text{mH}$  )

