

# 보일러 성능개선 사례 (Ⅱ-1)



한전기공(주) 기술연구원  
책임전문원 보일러팀  
팀장/책임전문원 오 병 진  
Tel : (031) 710-4458

본 사례는 ○○화력 발전소 2호기 보일러 본체의 고질적인 문제점을 해결한 사례로 진단→재설계→자재제작→시공감리→평가 등 토털 엔지니어링 서비스를 실시 적용한 것으로 고객이 요구하는 작은 부분까지 경쟁력 있게 대응할 수 있는 기반을 마련한 것으로 “보일러 성능개선공사 최종 보고서”를 편집 정리한 것이다.

## 1. 공 사 명

한국○○발전(주) ○○화력 발전처 2호기 보일러 본체 성능 개선공사

## 2. 공사기간

공사기간 : 2003. 9. 19~2003. 12. 23 (97일간)

## 3. 공사목적

○ 건설시( '77년) 기저 부하용으로 설계된 설비로서 국내외 환경변화로 일일 및 주말 기동정지(DSS & WSS)용 발전소로 운용됨에 따라 빈번한 기동정지와 장기간 사용으로 인해 주요 설비인 Header와 튜브, 호퍼 Casing등 열변형과 응력 집중부의 증가로 노후 손상 부위가 광범위하게 분포되어 있어 취약개소 성능개선이 불가피한 바,

○ '03년도 수명연장공사에 따른 장기 정지시 전 반적인 보일러 본체 성능을 개선 하여 근무환경 개선 및 설비 유지관리 운용에 만전을 기하고자 함.

## 4. 설비 사양

### 가. 출 력

300MW(330MW)

### 나. 보일러 형식

자연순환, 단동재열, 옥외형, 중유전소, 강압통풍식

### 다. 증발량

953ton/h (MCR)

### 라. 설계/운전압력

드럼 193,3/180,0kg/cm<sup>2</sup>, 과열기 193,3/170,4kg/cm<sup>2</sup>,  
재열기 43/32,4kg/cm<sup>2</sup>

### 마. 최종Steam Temp.

541°C

### 바. 제작사

B&W

## 5. 공사개요

### 가. 보일러 본체 성능개선

#### 1) 보일러 호퍼 개선·교체

- HDR Seal Ring 설치 및 용접부 열처리
- Casing 진량교체

#### 2) 보일러 2nd Pass 개선·교체

- Back Pass Side측 (EL24,079~41,020)
- Back Pass Rear측 (EL24,079~41,020)
- Back Pass Front측 (EL24,079~35,102)

- 3) BNR Wind Box부 Casing 개선 · 교체
  - BNR Wind Box Side (EL14,105~28,050)
- 4) Penthouse Casing 개선 · 교체
  - Penthouse Side측 (EL40,040~46,790)
- 5) 본체 개구부 개선 · 정비
  - 비계 반입구(1개)/본체 Manhole(10개)/점검창 (19개)
- 6) 튜브 Membrane Bar 용접
  - W/W 상부 Nose Slope Tube
  - Enclosure Front/Rear Tube
- 7) 각종 Expansion Joint & Breather 교체 · 개선 · 신설
- 8) 용접부 비파괴검사(PT,MT,RT) 및 열처리

## 나. 내화물 교체

- 1) 보일러 호퍼
  - 호퍼부 : 147.47㎡ x 0.2m (두께)
  - W/W HDR 사이 : 11.79㎡ x 0.3m (두께)
- 2) 보일러 본체
  - Back Pass Side측 (EL30,302~41,020)
  - Back Pass Rear측 (EL30,302~41,020)
  - Back Pass Front측 (EL30,302~35,102)
  - 333.63㎡ x 0.05m (두께)
- 3) 본체 개구부
  - 비계반입구(1개)/본체 Manhole(10개)/점검창 (19개)
- 4) 기타작업
  - 제작도면 및 시공도면 작성
  - 개조 공사후 방산열 측정 비교 분석
  - 원치 설치 및 철거 : 3대
  - Chain Block 설치 및 철거 : 84개
  - Scaffolding 설치 및 철거

## 다. 보일러 성능개선공사 시행절차

- 1) 사전 진단 (방산열 측정 등) 및 보고서 제출
- 2) 성능개선 공사 범위확정 및 개선 도면 작성

- 3) 보일러 Area 비계설치 및 보온해체
- 4) 세부 진단, 비파괴 시험
- 5) 성능개선 도면 수정 및 자재 제작
- 6) 장비 및 Winch 설치
- 7) 용접기 설치 및 용접사 기량 Test
- 8) Buck Stay Temporary Support 설치
- 9) 내화물 및 Casing 철거
- 10) 개조 및 개선 공사, 비파괴 시험 & Repair
- 11) Air Leak Test & Repair
- 12) 내화물 시공 및 건조, 비계철거
- 13) Temporary Support & Winch 철거, 정리
- 14) 운전중 방산열 측정 및 비교분석
- 15) 보고서 작성
- 16) 공사 종료

## 6. 성능개선 공사 사전 진단

성능개선공사 시행전 보일러 운전중에 열화상 카메라를 이용하여 Gas Leak 처 및 방산열 상태를 측정하고기 제출한 보고서를 요약하여 기술한 것이며 취약개소의 방산열량은 350kcal/m<sup>2</sup>h에서 1,200kcal/m<sup>2</sup>h까지(P/H 좌우측의 경우) 측정되었음. 방산열기준 및 계산식은 아래와 같음.

○ 방산열 기준 : 발전소 보일러 180 kcal/m<sup>2</sup>h, 그 외 산업용은 200 kcal/m<sup>2</sup>h

○  $Q = 2.2(t_o - t_a)^{1.25} + 4.88 \times \epsilon [ \{ (273 + t_o) / 100 \}^4 - \{ (273 + t_a) / 100 \}^4 ]$  (kcal/m<sup>2</sup>h)

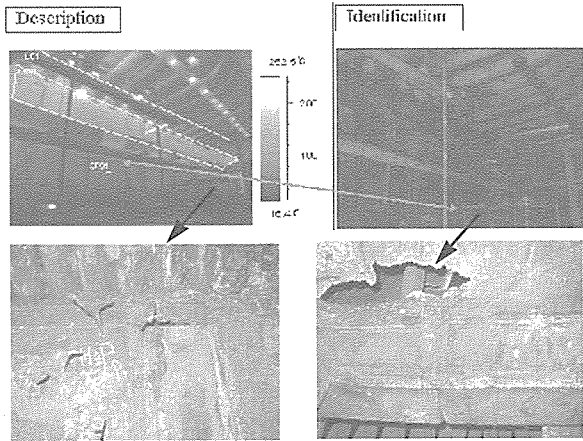
여기서

Q : 단위 시간, 면적당 방산열량(kcal/m<sup>2</sup>h)

t<sub>o</sub> : 표면온도(°C), t<sub>a</sub> : 대기온도(°C), ε : 방사율

## 가. Furnace 호퍼

Header 주변과 Tube와 Casing 연결 Joint 부분이 취약함

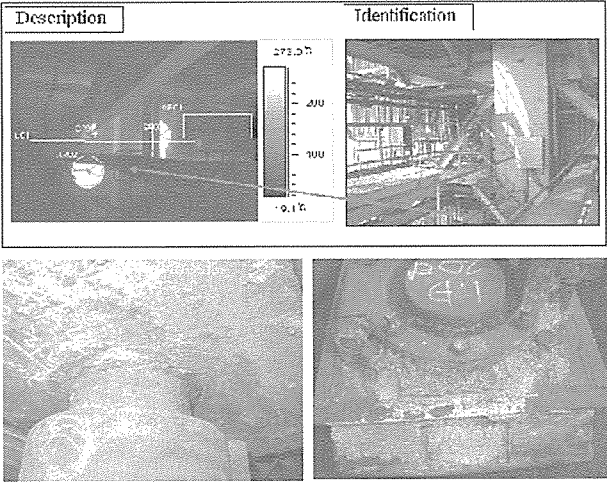


[그림 1] Expansion Joint Crack      [그림 2] HDR Casing Crack

**나. 보일러 본체**

**1) Opening 부 (AD, SB, ID)**

Manhole, Inspection Door, Soot Blower 등 Opening 부 및 그 주변이 대단히 취약함.



[그림 3] S/B Sleeve Crack      [그림 4] ID Frame Cover

**2) Back Pass Front**

Cage Casing 상부 Front & Rear 주변이 취약하고 Gas Leak 량이 많음.

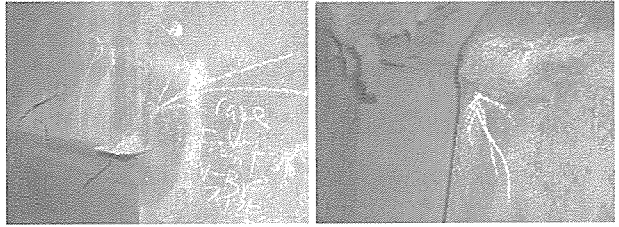
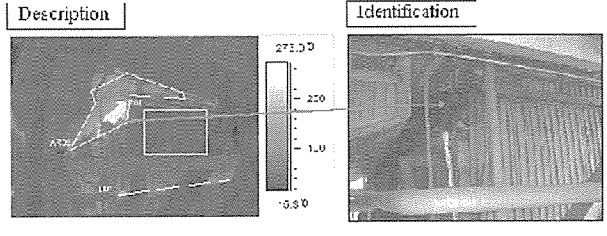
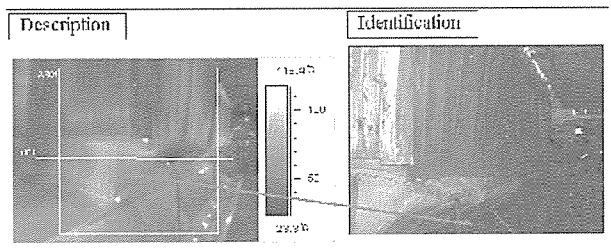


그림 5 Breather End 용접부 균열      그림 6 V-Breather W/Joint 균열

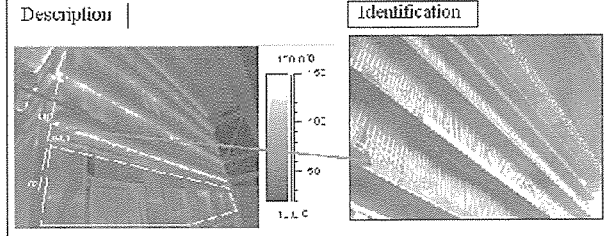
3) Back Pass Side

Enclosure Side 좌우측, 주로 Corner와 B/S 주변이 방산열이 많음.



4) Back Pass Rear

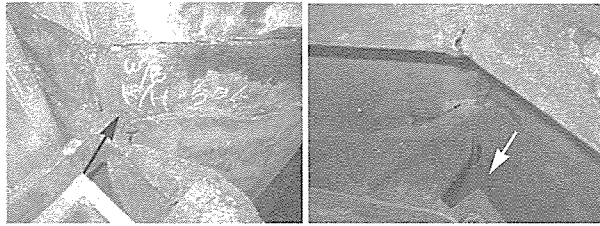
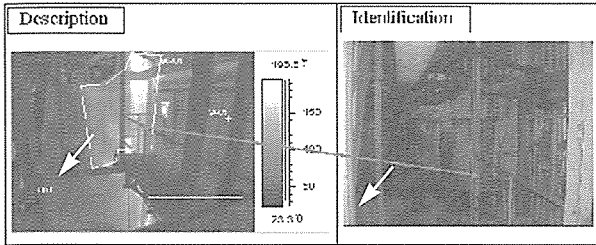
- Buck stay Channel 주변 및 Corner Casing이 대단히 취약함.



[그림 7] B/Stay 주변 Casing 균열      [그림 8] Corner 부 균열

**다. BNR Wind Box Casing**

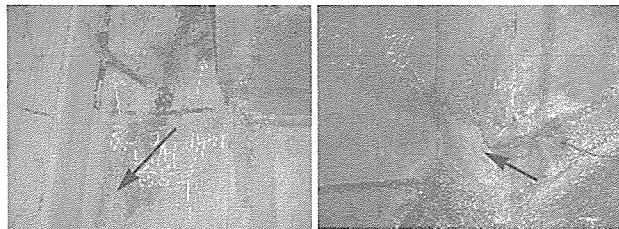
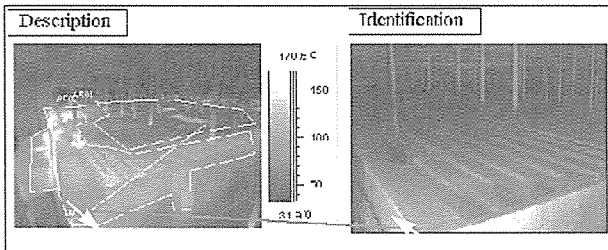
W/B 좌우측 Casing이 대단히 취약하며 Gas Leak 량이 많음.



[그림 9] W/B Tie Bar Casing 균열      [그림 10] W/B V-Breather 균열

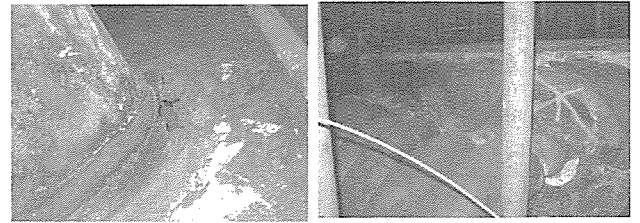
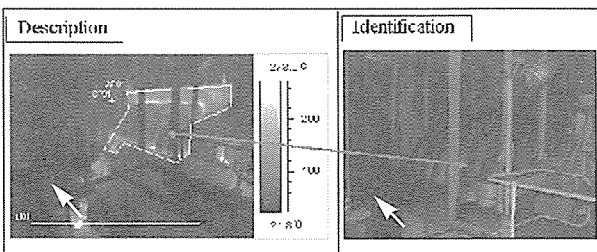
## 라. Penthouse Casing

### 1) Penthouse 상부 Side



[그림 11] Casing Corner Crack      [그림 12] Casing Corner Crack

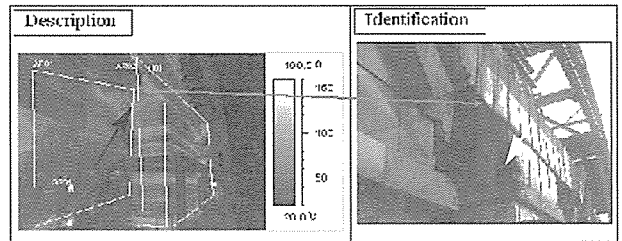
### 2) Penthouse Side (MS, HRH, CRH Line) : 898 kcal/m<sup>2</sup>h



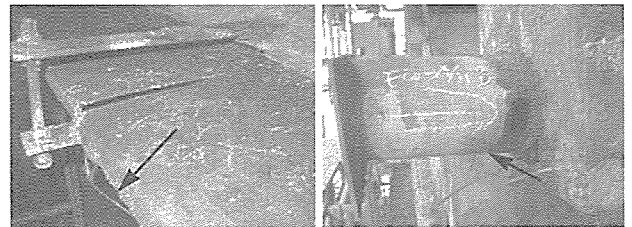
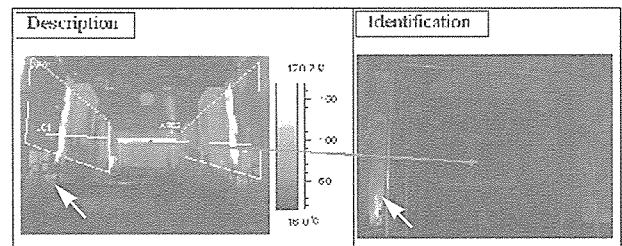
[그림 13] RH 배관 Exp. Crack      [그림 14] MS Manifold Exp. 균열

## 마. 각종 Expansion Joint

### 1) GRF Outlet Duct Expansion Joint

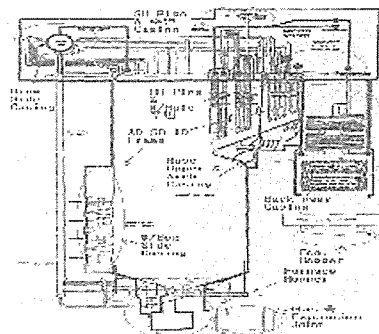


### 2) GRF & A/H Inlet Duct Expansion Joint



[그림 15] Exp. Joint 부 Crack      [그림 16] Hopper Drain Line 균열

## 7. 취약개소별 개선 위치



## 8. 개선내용 및 효과

문 제 점	개 선 내 용	개 선 효 과
<b>1. Furnace Hopper</b>		
-빈번한 기동정지 (WSS,DSS) -Header간 열팽창 차가 상이 -Flexibility가 작은 구조 -Casing이 90° Notch 구조	-W/W Lower HDR Seal Ring 설치 -U-Breather 추가설치 -Casing Notch Angle 증대(90°⇒135°) -DRN Line Bellows 신설	-열응력 경감 -신뢰성 향상 -내력 증가 -누설 차단
<b>2. Penthouse Casing</b>		
-빈번한 기동정지 (WSS,DSS) -Flexibility 작은 구조 및 노치	-U/Breather 추가설치 -CRH, HRH, MS Line Bellows 신설	-신뢰성 향상 -응력 경감 -Flexibility 증가
<b>3. Wind Box Casing</b>		
-잡은 기동정지 (WSS,DSS) -열팽창 흡수 작은 구조	-V⇒U/Breather 변경, 추가설치 -Casing 2단 절곡	-신뢰성 향상 -응력 경감 -누설차단 -Flexibility 증가
<b>4. Back Pass Casing</b>		
-잡은 기동정지 (WSS,DSS) -Flexibility 작은 구조 및 노치	-Casing 교체 -U&Y Breather 추가설치	-신뢰성 향상 -Flexibility 증가
<b>5. Furnace Proper</b>		
-잡은 기동정지 (WSS,DSS) -기저부하설계 및 노후화 -Notch 구조	-Access Door & Frame 교체 -Soot Blower Frame 교체 -Inspection Door Frame 교체 -Membrane Bar Fin Welding -AD Opening Tube 교체 (2개소)	-열응력 경감 -신뢰성 향상 -강도향상 -누설차단
<b>6. Arch Casing</b>		
-잡은 기동정지 (WSS,DSS) -Notch 구조	-V⇒U/Breather 변경교체	-신뢰성 향상 -Flexibility 증가
<b>7. 내화물 부분 교체</b>		
-잡은 기동정지 (WSS,DSS) -노후화 및 균열 탈락	-내화 및 단열 시공 -두께 증가	-신뢰성 향상
<b>8. Expansion Joint</b>		
-잡은 기동정지 (WSS,DSS) -노후화 및 부식 균열	-교체(Gas Side)	-신뢰성 향상 -누설차단
<b>9. 보온부분교체</b>		
-노후화 및 성능저하 -탈락 및 방산열 증가	-두께증가 및 밀도향상	-신뢰성 및 효율향상
<b>10. 기타</b>		
-잡은 기동정지 (WSS,DSS) -부식, 균열, 탈락	-Gas Leak 처 보강	-신뢰성 향상