



# 울산화력 탈황설비 성능증대 개선사례

이 재 현

(주)대우건설 플랜트사업본부(brookings@mail.dwconst.co.kr)

## 사업개요

- 사업명 : 울산화력 4~6호기 탈황설비
- 위치 : 울산광역시 남구 남화동 1번지
- 시설용량 : 400 MW × 3
- 공사개요 : 설계, 기자재 제작 설치 및 시운전을 포함하는 EPC turn-key 공사
  - 흡수탑 및 배기계통
  - 석회석 공급 및 슬러리 제조계통
  - 석고탈수 및 이송저장 계통
  - 용수공급 계통
  - 폐수저장 및 이송계통
- 탈황방식 : 습식 석회석 석고법 (JBR : jet bubbling reactor)
- 공사수행
  - (주)대우건설 일괄도급 수행
  - 기술협력사 : 일본 Chiyoda Corporation (기본설계 및 흡수탑 상세설계)

• 열교환기 분진 세척수 재순환 (강산성)

- 흡수탑내 슬러리 침적
  - 슬러리계통 설비운전난이
  - 석고순도 저하
  - 발전소 예방정비시 불편가중
- 흡수탑내 온도상승으로 인한 JBR 내부 스케일 생성
  - sparger 막힘현상으로 인한 차압증가 (운전난이)

## 성능증대방안

- 반응탑내 산화공기관 깊이증가 및 노즐배치 최적화
- 흡수탑 교반기 (agitator) 형식 교체
- 가스냉각펌프 용량증대 및 노즐 분사개선을 통한 유입가스 온도 강하 (가스포화온도)

## 성능증대 개선과정

### 흡수탑 산화공기관 깊이증가 및 최적배치화

- 산화공기 흡수탑 슬러리내 체류시간 증대
- 흡수탑 교반기 cavitation 최소화
- 공기 bubble 크기/속도조절 (산화반응 및 교반성능 관련)

## 현황/문제점 및 성능증대방안

### 현황/문제점

- 연소가스량 및 분진농도 증가로 인한 반응탑내 탈황효율 저하

**흡수탑 교반기 형식교체**

흡수탑내 슬러리 교반속도 및 power input (kW/m<sup>3</sup>) 측정, model test를 통한 최적교반기 형식선정. (기존 교반기 shaft 길이 및 rpm증대 운전결과 효과미흡)  
 -슬러리 교반속도 증가 (slurry velocity profile)  
 -석고슬러리 부유를 위한 power input 증가로 석고 슬러리 상승력 제고

**<표 1> 흡수탑 산화공기관 깊이증가 및 최적배치화**

	최초(설계조건)	최종(개선결과)
산화공기관 깊이 (흡수탑 바닥기준)	EL 2,500 mm	EL 1,800 mm
산화공기관 수량 및 배치	80개	72개 (중앙부제외)
산화공기관 노즐직경	50 mm x 1	20 mm x 2 30 mm x 2

**<표 2> 흡수탑 교반기 형식교체**

	최초(설계조건)	최종(개선결과)
MOTOR POWER	75 kW	110 kW
슬러리 교반속도	- 수직방향 @ 흡수탑 벽면 : 약 2배증가 - 수평방향 @ 슬러리표면 : 급증	
BLADE 사양	- TWO STAGE - BLADE 폭 : 100 %	- SINGLE STAGE - BLADE 폭 : 150 %

**성능증대 개선작업 결과**

- 산화공기관 깊이증가 및 배치최적화
  - 초과가스량 처리가능
  - 탈황효율 증대
  - 흡수탑내 슬러리 침적 최소화
- 흡수탑 교반기 형식교체
  - 탈황효율 증대
  - 흡수탑내 슬러리 침적 최소화
- 유입가스 온도강하를 통한 흡수탑내 스케일 생성 방지
  - 탈황설비 BUF 운전용이
  - 탈황효율 증대

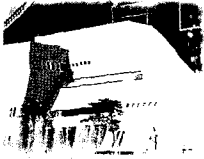
**흡수탑 교반기 성능확인시험**

**흡수탑내 슬러리 속도분포도 실측**

- 측정조건
  - 연소가스 및 산화공기 미공급조건
  - 흡수탑내 슬러리농도 및 흡수탑 수위 설계조건 준수
  - 3차원 속도측정기 적용 (3-D flow meter)
- 분석항목
  - 흡수탑내 슬러리유속
  - 교반기 전류치 및 회전수 측정
  - 슬러리 농도 분포도
  - 슬러리 침적높이 및 분포도
- 측정결과
  - 교반기내 air-damping 현상으로 인한 교반기 전류치 및 속도감소 측정

**Bench Scaling Testing 결과**

- 시험목적
  - 흡수탑내 산화반응 향상 및 슬러리 침적 최소화를 위한
    - 최적 산화공급관 위치선정
    - 상이한 교반기와의 성능비교를 통한 최적 교반기 채택
- 실험방법
  - 산화공기 공급량 조절 및 공급관 위치변경
  - power input증가 (impeller 길이 또는pitch 증가, 광폭impeller, 중심부 공기공급관 깊이조정)를 통한 슬러리 속도 분포도 변화측정
- 분석항목
  - 슬러리 유속 및 혼합시간
  - 기액 물질이동 (gas-liquid mass transfer) 상태
  - 슬러리 침적상태
- 실험결과
  - 공기공급으로 인한 슬러리 속도 감소 (약 2/3정도)



**집중기획 환경친화적 플랜트**

**<표 3> 유입가스 온도강하를 통한 흡수탑내 스케일 생성방지**

	최초(설계조건)	최종(개선결과)
$\ell/g$ ( $\ell/m^3$ )	- 1.2 @ 가스냉각 zone - 0.4 @ 흡수탑하부 deck	- 1.5 @ 가스냉각 zone - 0.5 @ 흡수탑하부 deck
가스냉각 zone 노즐수량	12개	36개(24개 추가설치)

- 공기량 및 공급위치에 따라 슬러리 속도 변화 (중심부분 공기공급량 감소시 속도증가)
- 중심부분 공기공급관 깊이 감소시 속도증가 효과
- 동일한 power input 조건하에서 광폭 blade 속

도 증가효과 최고

- 결론
- 산화공기 공급관 및 공급량을 최적배치
- 교반기를 광폭 blade형식 impeller로 교체

**유입가스 온도강하를 통한 흡수탑내 스케일 생성 방지**

- 가스냉각 펌프 용량증대 및 슬러리 분사노즐 추가
- 가스냉각 zone 및 흡수탑 하부deck (liquid/flue gas :  $\ell/m^3$ ) 비율증대 