

■ Performance Analysis and Improvement

- 평택화력 #1~4의 한국전력공사 발전보일러 설비
- 부산염색공단 발전설비 외
- 한라시멘트 복수기 Tube ECT공사 및 Tube교체공사

■ Life assessment of boiler component

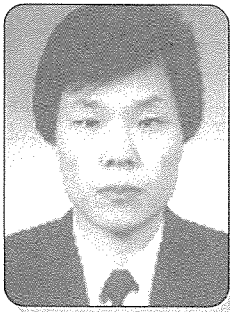
- 목동 열병합 발전설비 정밀진단
- 제일제당(주) 보일러 Tube분석
- 포항제철(주) 형산발전소 보일러 Tube정밀진단 및 수명평가
- 구미 열병합 보일러 진동분석 및 해소
- 한국지역난방공사(분당) 보일러 Tube 시편손상 평가

■ 배관 및 지지장치 주요수행실적

- 평택화력 2호기 지지장치 교체 및 정비

- 평택복합화력 1,2,3,4호기 배관지지장치 점검 및 정비 용역
- 서인천복합화력 2, 8호기 배관지지장치 정밀점검 공사
- 여수화력 1, 2호기 재열배관 및 지지장치 정밀 진단
- 평택화력 2호기 지지장치 교체 및 정비
- 목동열병합 발전설비 수명 평가용역
- 화력발전설비 수명관리대책 기본계획 연구용역
- 설비진단 및 평가해석 기술 개발
- 텔레메트리 시스템을 이용한 회전체의 동적상태 감시 연구
- 굽힘하중을 받는 표면피로 균열의 단험거동연구

청주 집단에너지시설 배연탈황설비 설치 및 운영사례



**한국지역난방공사 환경관리부
부장 국승표**
Tel : (031)780-4430

1. 한국지역난방공사 청주지사 현황

가. 개요

'94년 3월 10일 상공자원부 허가를 시작으로 청주시 분평, 하북대, 산남3지구, 개신 및 용암 2지구 등 5개 신규 택지개발지구에 집단에너지 공급체계인 지역난방방식을 도입하여 최대 약 7만여 세대에 열을 공급할 수 있게 됨으로써 국가적 에너지이용효율의 증

대 및 쾌적한 주거환경을 조성하기 위한 목적으로 건설된 지역난방 열공급시설임.

- 위치 : 청주시 흥덕구 죽림동 224번지 (83,600㎡, 약 25,000 평)
- 투자비 : 약 2,000억원
- 사업추진경위
 - '94. 3. 10 : 집단에너지 사업허가
 - '96. 4. 18 : 열배관공사 착공
 - '97. 5. 30 : 분평지구 최초열공급
 - '98. 3. 16 : 열공급시설 건설공사 착공
 - '99. 10. 31 : 열전용보일러 준공
 - '00. 10. 31 : 주기기 준공
 - '01. 5. 29 : 청주집단에너지시설 종합준공
- 계약자 현황

열전용보일러	주기기	배연탈황설비	열공급시설	열배관시설
삼광수기(주)	현대중공업(주)	삼환기업(주) 한국코트렐(주)	현대건설(주)	대아건설(주) 현대건설(주)

나. 시설현황

(2001. 6월 현재)

구 분	시 설 규 모	열공급용량
열병합보일러	○ 발전시설 : 61.4 MW ○ 주 보일러 : 260 ton/hr	105 Gcal/hr
열전용보일러	○ 현재 설치용량 : 150 ton/hr × 2기 ○ 향후 증설용량 : 150 ton/hr × 2기 (증설용량 제외)	152 Gcal/hr
축 열 조	○ 20,000m ³ (60G/h), ø 27×H35m	
열교환기	○ CHP : 68.6/32.1/100 G/h ○ HOB : 77 G/h × 2기	
연료탱크	○ 6,500m ³ × 2기, ø 23.1×H15.6m ○ 130m ³ × 1기, ø 4.8×H7.2m	
회수펌프	○ 4,000m ³ /h × 65 m × 2대, 920kw	
공급펌프	○ 4,000m ³ /h × 80 m × 3대, 1,140kw	
축열조펌프	○ 2,000m ³ /h × 65 m, × 1대, 480kw	
열 배 관	○ 75km × 2열	
계		257 Gcal/hr (사업허가기준)

다. 열공급현황

1) 열공급대상지역

구 분	개발면적 (천평)	세대수 (호)	개발주체	공급열부하 (Gcal/h)	최 초 입주시기	비 고
사업 허 가 지 구	분 평	258	10,735	주택공사	54	열공급중
	하복대	283	5,435	토지공사	30	열공급중
	산남 3	370	10,101	토지공사	42	'02. 하반기
	용암 2	478	10,063	토지공사	58	'01. 하반기
	개 신	136	5,830	주택공사	24	'00. 하반기
소 계	1,525	42,164		208		
지 정 지 구	가경 4	171	5,209	주택공사	23	'02. 하반기
	강 서	181	2,276	청 주 시	14	'01. 하반기
	소 계	352	7,485		37	
기 존 지 구		21,117		76		
합 계	1,877	70,766		343		

2) 열공급현황 (2001. 6월 현재)

현재 열공급 초기 단계로 열공급세대 및 열공급량은 허가기준 대비 낮은 수준을 나타내고 있으나, 다음의 표 및 그림에서 알 수 있듯이 점차적으로 급속하게 열공급량이 증가하고 있음을 알 수 있음. 또한, 지역난방의 열수요 특성상 겨울철과 여름철의 열공급량의 차이가 심한 전형적인 경향을 나타냄을 알 수 있음.

- 공급 세대 및 건물 : 17,892세대 및 22개 건물

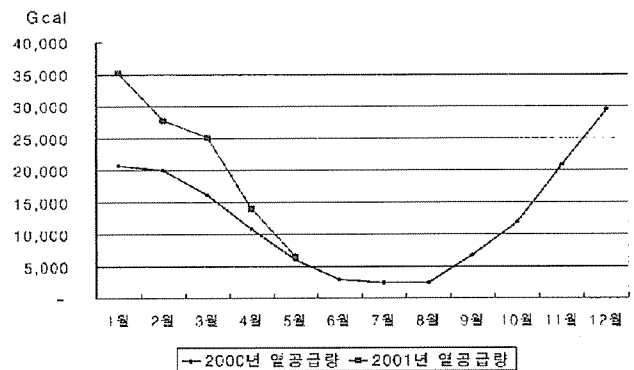
□ 연도별 월별 열공급량

(단위:Gcal)

구 분	열공급량		증 가 량
	2000년	2001년	
1월	20,657	35,200	14,543(70%)
2월	19,992	27,826	7,834(39%)
3월	16,163	25,124	8,961(55%)
4월	10,826	14,075	3,249(30%)
5월	6,087	6,567	408(8%)
6월	2,920	-	
7월	2,464	-	
8월	2,412	-	
9월	6,795	-	
10월	11,964	-	
11월	20,800	-	
12월	29,479	-	
계	150,559		

□ 연도별 월별 열공급량 경향

연도별 월별 열공급 경향



라. 환경오염방지설비 현황

1) 대기오염방지설비

- 저NOx 버너 : 질소산화물 생성을 원천적으로 저감하기 위한 저NOx 버너 설치, 운영
 - 용량 : 발전용보일러 2,766kg/h×6기, 열전용보일러 2,375kg/h×4기
 - 형식 : 증기분무식
 - 저감효과 : 40% 이상
- 전기집진기 : 대기오염물질중 입자상물질인 먼지 배출을 최소화하기 위하여 고효율의 전기집

진기를 설치, 가동

- 용량 : 발전용보일러 267,840 Nm³/h, 열전용보일러 127,600 Nm³/h
- 형식 : 코로나방전을 이용한 습식
- 집진효율 : 90% 이상 (30 mg/Nm³ 이하)

○ 배연탈황설비 : 연료 연소시 발생하는 황산화물의 배출을 최소화하기 위하여 고효율의 배연탈황설비 설치, 가동

- 설치기수 : 발전용보일러 1기, 열전용보일러 2기
- 방식 : 습식 석회석-석고법
- 탈황효율 : 90% 이상 (45 ppm 이하)

○ 고연돌 : 배기가스를 대기중으로 고공 확산시켜 인근 주변환경에 미치는 영향을 최소화하기 위해 높은 굴뚝을 설치함.

- 높이 : 100m
- 내경 : 상부 약 3m, 하부 약 5m

○ 굴뚝배출가스 자동측정기 : 환경부고시에 의하면 1중사업장의 경우 2002년부터 굴뚝배출가스 자동측정기를 설치하여 자자체에 전송하게 되어 있으나, 청주시사의 경우 청주지역의 대기질을 고려하여 고시 이전인 보일러가동일 현재 청주시에 굴뚝배출가스에 대한 자료가 24시간 전송될 수 있도록 설치하여 철저히 관리하고 있음.

2) 수질오염방지설비

○ 폐수처리설비 : 발전시설 및 열공급시설 내에서 발생하는 폐수를 성상별로 모아 물리화학적 처리 후 방류수 수질기준 이내로 방류함.

- 용량 : 20 m³/h
- 방식 : 물리화학적 처리

2. 배연탈황설비 설치현황

가. 추진경위

- 1999. 10. 20 : 기본설계용역 착수
- 2000. 2. 1 : 입찰 공고
- 2000. 2. 28 : 입찰
- 2000. 4. 3 : 계약 체결
- 2000. 4. 6 : 현장 착수회의 실시

- 2000. 6. 15 : 현장 착공
- 2000. 6. 21 : 건축변경허가(배연탈황시설 추가)
- 2000. 7. 1 : 기초PILE 항타 착수
- 2000. 7. 18 : 터파기공사 착수
- 2000. 8. 7 : 기초 콘크리트 포설
- 2000. 11. 1 : 기계설치공사 착수
- 2001. 2. 6 : 수전
- 2001. 2. 15 : 시운전착수
- 2001. 4. 10 : 성능시험(2일간)
- 2001. 4. 13 : 준공

나. 설비개요

1) 개요

- 형식 : 습식 석회석-석고법 (백연방지시설 채택)
- 수량 : 3기
 - 발전용보일러(260 ton/h)용 배연탈황설비 1기
 - 열전용보일러(150 ton/h)용 배연탈황설비 2기
- 사용연료 : 황함유율 1.0%이하의 액체연료
- 건축물 양식 : 옥내형 (소음차단 및 동결방지)
- 부지 면적 : 약 560평(열전용보일러 인근에 설치)

2) 계약자 : 한국코트렐(주), 삼환기업(주) 공동 계약

3) 투자비 : 12,781 백만원(부가세 포함)

(단위 : 백만원)

구분	기본설계	기술지원	건축감리	제조구매	합계
금액	198	513	54	12,016	12,781

4) 성능보증

- SO_x 제거율 : 90% 이상
- 황산화물 배출농도 : 계약 성능보증치 45ppm 이하
- 분진량 : 30 mg/sm³ (as O₂4%)
- 연돌입구 가스온도 : CHP(110°C), HOB(90°C)
- 재가열기 누출율 : 2% 이하
- 석고 순도 : 95% 이상(CaSO₄ 2H₂O)
- 석고 수분함량 : 10wt% 이하

5) 주요설비 구성

- 흡수탑과 부속설비 계통
 - 흡수탑 내·외부 장치 및 교반기

- 흡수탑 재순환설비
- MIST ELIMINATOR
- 흡수탑 SLURRY BLEED PUMP
- OXIDATION AIR BLOWER
- EMERGENCY QUENCHING HEAD TANK
- EMERGENCY STORAGE TANK 및 펌프

- 배기가스 계통

- GAS GAS HEATER
- BOOSTER FAN
- DAMPER

- 석회석 취급계통

- LIMESTONE SILO
- SCREEN FEEDER
- 석회석 용해탱크 및 이송펌프
- BIN VIBRATOR
- DUST COLLECTOR

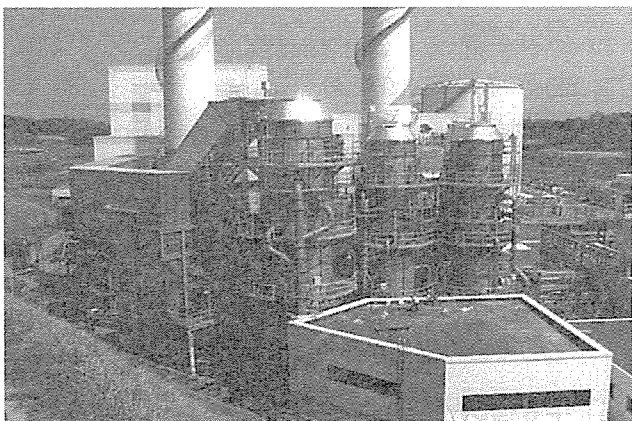
- 석고 탈수계통

- 원심분리기
- 석고탈수 공급탱크
- 여과탱크 및 회수펌프
- 원심탈수기 공급펌프

- 보조계통

- 제어설비 및 전기설비, SUMP PIT & PUMP, 용수공급설비, 냉각수설비, 보조증기설비, 서비스 및 계장용 공기설비, 소화설비 등

6) 설치 완료된 배연탈황설비 전경



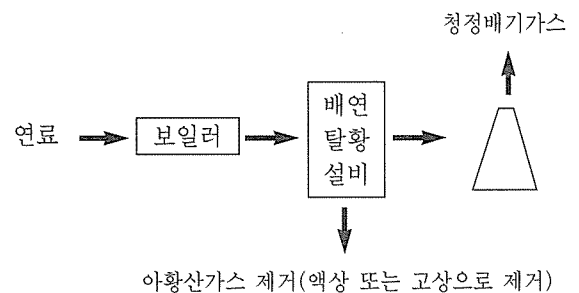
3. 배연탈황설비 소개

가. 배연탈황설비

(FGD; Flue Gas Desulfurization)란 ?

보일러에 사용되는 연료중에 함유된 황(S)성분이 연소될 때 생성되는 아황산가스(SOx)를 화공약품(흡수제)과 반응시켜 대기로 배출되는 아황산가스를 90% 이상 제거하는 대기오염방지설비로서, 국내외에서 범용적으로 설치 운영되고 있으며, 흡수제로는 석회석(CaCO₃), 수산화마그네슘(Mg(OH)₂), 가성소다(NaOH) 등이 사용됨.

우리공사에서는 청주지역 특성, 환경성 및 경제성을 고려하여 석회석 석고법을 채택하여 운영중임.

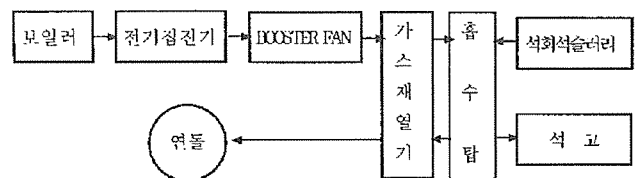


나. 주요 공정 및 반응식

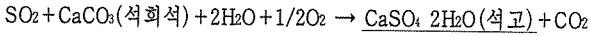
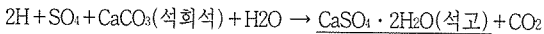
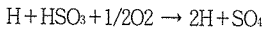
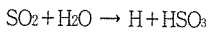
1) 주요 공정

보일러에서 연소된 배기가스는 1차로 전기집진기에서 분진이 제거되고 2차로 황산화물 제거를 위해 배기가스를 흡수탑(absorber)으로 흡인시킨 후 흡수탑에서 석회석용액(limestone: CaCO₃)과 배기가스를 기액반응시켜 황산화물을 제거함. 이 때 부산물로 석고(gypsum: CaSO₄ 2H₂O)가 생성됨.

흡수탑을 통과한 황산화물이 제거된 배기가스는 수분이 많이 함유되어 있어 민원의 원인이 되는 백연현상을 유발하므로 이의 방지를 위해 GAS GAS HEATER를 거쳐 연돌로 배출하여 백연현상을 방지하고 있음.



2) 주요 반응식



※ 황산화물 제거효율 및 부산물인 석고의 질을 좋게 하기 위한 조건

pH : 5.6±0.2 유지

밀도 : 1.10 ~ 1.12 유지

- 특성

- 다른 흡수제에 비해 반응성이 느림
- 운전 후 정지시에는 석회석 슬러리가 응결 고착되는 현상이 있으므로 관련 계통의 Flushing이 요구됨.
- 설비투자비가 크나 흡수제 가격이 저렴하므로 가동률이 높은 대용량 보일러에서 일반적으로 사용됨.
- 부산물인 석고의 외부 판매가 가능함.

4. 배연탈황설비 설치 효과

가. 황산화물 배출실적

배연탈황설비가 준공된 2001년 4월 13일 이후 2개월 정도밖에 지나지 않았고 계절에 따른 열공급량 감소로 보일러 가동률이 높지 않아 분석자료가 충분하지는 않으나 현재까지의 운전실적치를 분석한 결과 성능보증치인 45ppm 이하 보다 훨씬 낮게 배출되는 것을 확인할 수 있었음. 또한, 향후 보일러 가동을 및 부하가 증가되어도 현 수준의 배출농도를 유지하는데는 무리가 없을 것으로 보임.

- 청주시사 황산화물 법규제치 및 배출농도 현황

(단위 : ppm)

구 분	배출허용기준	배출농도	비 고
발전보일러 (260ton/h×1기)	50(4) 이하	10.4 ~ 10.9	배출농도는 표준 산소농도 4%에서의 TMS 측정치임.
일반보일러 (150ton/h×2기)	50(4) 이하	5.4 ~ 37.3	

나. 설치효과 종합

배연탈황설비를 설치 운영함으로써 나타나는 효과로는

- 우선 황산화물 배출을 현저하게 감소시켜 청주지역의 대기환경개선에 기여할 수 있게 되었고
- 기본부과금 면제 및 부산물인 석고 판매에 따른 경제적 효과가 있으며,
- 집단에너지시설 가동이 청주지역 대기질에 미치는 영향이 크지 않음을 지역주민에게 인식시킬 수 있어 유대강화를 통한 안정적인 열공급에 기여할 수 있게 되었다는 점을 들 수 있음.

※ 정확한 효과분석은 일정기간 경과 후 운전실적을 종합하여 추후 재검토 필요

배연탈황설비 계통도

