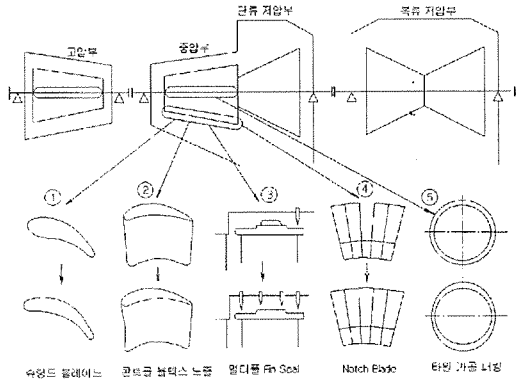
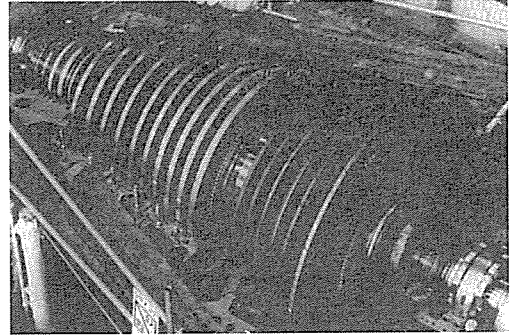


한다는 것도, 엄격한 에너지 정세로 보아 유익하지 않다. [그림-55]는 175MW 터빈의 에너지 절약대책을 실시한 예로 그림 중 ~ 부분의 개조에 의해 Plant 효율은 상대치 216%, Plant 효율 절대치는 0.84% 개선할 수 있었다. 지금까지의 예방보전 차원에서 적극적인 개선으로 인한 에너지 절약에 의해, 개조비용은 3~5년에 회수할 수 있기 때문에 금후의 예방보전차원에서 고려할 가치가 있다.

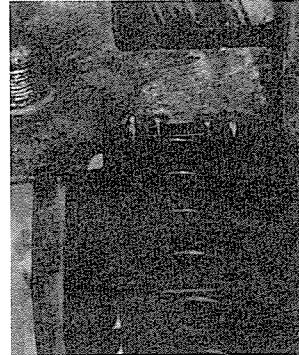


[그림-55]

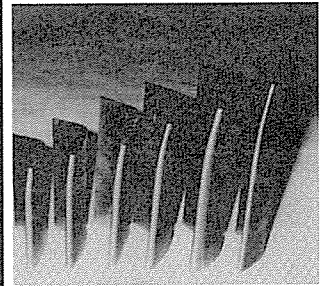
175 MW 에너지 절약 및 수명회복 대책의 예



[사진-48] 중압부분의 Steam Pass의 개선

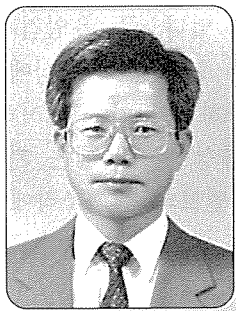


[사진-49]  
멀티핀 씰



[사진-50]  
콘트롤 블럭스 블레이드

## 강서 · 노원 열병합발전소 탈질설비 추진현황



서울에너지(주)  
기술기획부장/기술사  
도유봉  
Tel: (02)2647-3201

- 종업원수 : 233명(임원 3, 직원 225명, 임시직 5명)

### 나. 연혁

- 83. 5. 3 목동지구 신시가지 개발계획 확정(지역난방방식 채택)
- 83. 12. 2 집단에너지 공급사업의 시행 및 업무위탁 등에 관한 조례설치(수탁자 : 에너지관리공단)
- 85. 1. 5 목동 열병합발전소 착공 (준공 : 87. 12. 31)
- 93. 12. 21 노원 열병합발전소 착공 (준공 : 96. 12. 31)
- 98. 11. 25 서울시 집단에너지공급사업 수탁사업자로 선정(서울에너지)

### 1. 회사 소개

#### 가. 일반현황

- 회사명 : 서울에너지주식회사(설립일 : '98.12.7)
- 주소 : 서울 양천구 목동 900번지

- 98. 12. 31 에너지관리공단 수탁 종료  
(수탁기간 : 15년)
- 99. 1. 1 서울에너지(주) 서울시 집단에너지공급  
사업 수탁업무 개시

## 2. 공급현황

### 가. 집단에너지 공급구역

구분	강서	노원	합계
공급구역	3개구 (강서, 양천, 구로)	3개구 (노원, 도봉, 중랑)	6개구
	7개동 (목동, 신정동, 고척동, 가양동, 방화동, 염창동, 등촌동)	8개동 (상·중·하·월계동, 창동, 도봉동, 신내동, 공릉동)	15개동
사용가 현황			
-주택용(세대)	87,862	98,631	186,493
-업무용(개소)	105	5	110
-공공용(개소)	115	42	157

### 나. 생산용량 및 열공급시설

구분	단위	강서	노원	합계
발전소 위치	-	서울 양천구 목동 900번지	서울 노원구 상계동 772번지	-
생산용량	Gcal/h	427	392	819
열원설비	톤/h	900 (11기)	750 (5기)	1,650 (16기)
열병합보일러		100×1	150×1	250 (2기)
열전용보일러	기	140×2 110×3 80×3 10×3	150×4	1,400 (14기)
터빈발전기	kW	20,000	37,000	57,000
열수송관	km	120	131	251
열공급 개시일	-	85.11.20	94.12.8	-

## 3. 탈질설비 추진 현황

### 가. 추진배경

- 1) 서울지역의 질소산화물 저감대책의 일환으로 추진
  - 대기환경보전법 및 서울특별시 질소산화물 배출허용기준조례에 의하여 질소산화물 배출허용치가 현재 150ppm에서 2004년부터는 80ppm으

로 강화

- 목동·노원 열병합발전소의 질소산화물 배출농도가 120~130ppm으로 규제치를 초과하여 질소산화물 저감대책이 요구됨

### 2) 2002년 월드컵을 대비 대기환경 개선대책으로 추진

- 질소산화물 배출시설인 열병합발전소에 탈질설비를 2001년까지 설치하여 2002년 월드컵 개최시 대기질 개선에 기여

구분	환경부 기준	서울특별시 기준		서울에너지(주) 관리목표
	'99. 01.01일 이후	'00.01.01~'03.12.31	'04.01.01일 이후	'02.04.30 이전
기체연료 사용시설 (발전시설)	400ppm	150ppm	80ppm	현재 130ppm 개선 30ppm
비고	대기환경보전법 시행규칙('96. 09)	서울특별시 조례 제3581호 ('99. 03.20)		2002년 월드컵 대회이전 준공

### 나. 사업개요

#### 1) 설치대상

- 목동열병합발전소의 열병합보일러 104톤 1기
- 노원열병합발전소의 열병합보일러 150톤 1기

#### 2) 사업기간

- '99. 12월 사업계획 수립, 2001. 11월 완료계획
- 사업비 - 3,568백만원
  - 집단에너지공급사업특별회계예산
  - 2000년 : 118백만원, 2001년 : 3,450백만원

### 다. 추진경과

#### 1) 열병합발전소 탈질설비 설치계획 수립 ('99. 12 1)

- 전문기관의 기술검토용역 실시
- 사례가 없는 신규사업으로 국내·외 현장방문 자료수집
- 2001년까지 설치완료하여 가동

#### 2) 국내·외 현장방문 조사

○ 국 외

- 기 간 : 2000.2.27 ~ 3.11
- 방문지 : 덴마크, 독일, 오스트리아, 일본 등 4 개국
- 방문자 : 서울시 산업정책과 에너지사업팀장, 서울에너지 기술환경실장
- 방문결과  
덴마크의 아베도어발전소 등 5개사는 암모니아 SCR방식의 탈질설비를 운영, 환원제의 안전관리를 위하여 경보시설 및 자동제독설비 등의 방제 설비 설치운영

○ 국 내

- 기 간 : 2000.2.16 ~ 2.18
- 방문지 : 호남화력발전소, 남제주화력발전소, 롯데월드 등 3개업체
- 방문자 : 서울에너지 환경안전부장 및 담당직원
- 방문결과  
호남화력이 요소환원제인 SNCR방식, 남제주화력이 요소환원제 SCR방식을 운영하고 있고, 롯데월드가 에탄올 환원제 SCR방식을 채택운영

3) 기본계획 용역실시 - 2000.2.24 ~ 5.8

탈질방식 및 경제성 검토, 사업목표 및 기본방향 설정 등을 위하여 신규 사업 추진 시 통상적으로 시행하는 기본계획용역 실시

- 용역기관 : 한국전력기술(주)
- 용역내용(하단 표 참조)
- 용역결과 : 탈질효율과 기술의 신뢰성에서 우수한『암모니아 SCR방식』 제시

4) 탈질방식 기술관련 회의 - 2000. 5. 17

- 제너럴시스템사의 탈질사업 참여요청으로 에탄올 SCR 탈질방식 기술관련 회의 개최
- 장 소 : 서울시 산업정책과
- 참석자 : 산업정책과, 서울에너지, 한서대학교 박해경 교수, 한국전력기술(주) 환경과장, 제너럴시스템 이재석 상무, 양격석 고문, 조철균 환경실장 등 8명

○ 주요 의견

- 에탄올 방식에 대한 객관적인 시험성적, 기술자료 등 자료제시가 부족, 공장방문 결과 기술에 대한 신뢰성을 얻지 못함
- 설계회사는 현재까지 확립된 기술을 최적화하는 것이며, 가상적인 결과를 기술에 적용하는 것은 위험
- 국내 적용실적이 없는 상태에서 국산화가 어려우므로 공공부문에서 먼저 적용 필요
- 제너럴시스템사에서는 에탄올 SCR 탈질방식에 대한 제반 자료를 한국 전력기술(주)에 제공하여 검토할 수 있도록 함

5) 기본계획 용역결과 보고회 - 2000. 6. 8

구 분	선택적촉매환원법 (SNCR)	암모니아 SCR방식	에탄올 SCR방식
처리공정	암모니아 또는 요소등의 환원제를 연소기관에 직접분사	환원제인 암모니아를 촉매 반응조 전단에 분사시켜 배기가스와 혼합시켜 반응	환원 및 산화공정 등 2단계 공정을 사용하여 NOx를 저감
탈질효율	40% 수준	90%이상	65% (롯데 시운전 기준)
촉매교체	설계시공 및 운전복잡	공급사 성능보증은 3~4년이나 별도 조치없이 약 10년 사용	실증된 바 없음
설비신뢰도	설치실적 및 운전경험으로 신뢰도 확보	다수의 설치실적 및 운전경험 보유로 높음	확인 불가
기 타		선진외국에서 개발되고 상용화된 기술	국내에서 최근 개발

- 용역사의 용역결과에 대하여 학계 및 연구계 등 관계 전문가의 의견 수렴을 위한 기본계획 용역 결과 보고회를 개최
  - 장 소 : 시장 접견실
  - 참석자 : 서울시, 서울에너지, 한국전력기술(주) 환경과장, 한서대학교 박해경 교수, KIST 박태진 박사, 환경부 대기정책과 최홍진 서기관 등 13명
- 주요 의견
  - 에탄올 SCR방식과 암모니아 SCR방식 중 암모니아 SCR방식이 전세계적으로 검증되어 기술의 신뢰성 및 탈질효율면에서 우수
- 사업 추진
  - 용역결과 보고회에서 특별한 문제제기와 다른 대안제시가 없었으므로 용역결과대로 사업 추진

6) 서울시 지방재정 투·융자심사 - 2000. 9. 19

- 심사 결과
  - 오존발생의 원인이 되는 질소산화물을 대폭 절감시켜 발전소 주변 대기 환경 개선에 기여 등 사업타당성 인정

7) 서울시 건설기술심의위원회 기술심의 (2000. 11. 7)

- 안 건
  - 실시설계 기술용역 발주전 심의
- 심의 내용
  - 용역발주의 타당성, 과업의 범위, 내용의 적정성
- 심의 결과
  - 입찰참가자격을 탈질설비 또는 보일러나 발전설비 설계경험이 있는 업체로 명확히 하고, 용역기간을 1개월 추가요(4개월→5개월)

8) 탈질설비 실시 설계 계획 및 시행

- 탈질설비 기본계획에 의거하여 적법절차에 따라 투자심사 및 기술심사를 완료하고 설치공사를 위한 실시설계 용역계획 수립
- 탈질설비 설치공사 실시설계용역 계약

(2000. 12.1)

- 계약자 : (주)대우엔지니어링
- 계약기간 : 2000. 12.1~2001.4.30
- 계약금액 : 97,932,000원

- 현재 실시설계 용역 공정 62% 진척(2001.2.15일 기준)

#### 4. 향후 추진 계획

- 2001. 4.30 탈질설비 설치공사 실시설계용역 완료
- 2001. 5.15 탈질설비 설치공사 공사발주 및 계약
- 2001. 6. 1 탈질설비 설치공사 공사착공
- 2001. 12.15 탈질설비 설치공사 공사준공 및 시운전

#### 5. 기본계획 용역 개요

##### 가. 설비현황

##### 1) 발전설비 현황

발전소명	사용연료	발전용량 (MW)	배기가스량 (Sm <sup>3</sup> /hr)
강서열병합	LNG	20	89,980
노원열병합	LNG	37	133,855

##### 2) 질소산화물배출 및 저감목표

구 분	배출 농도	규제강화 내역		저감 목표	비 고
		현행	2004년		
강서열병합	120ppm	150ppm	80ppm	30ppm	●일본 및 서울화력 ●환경규제치 강화
노원열병합	130ppm				

##### 나. 주요평가내용

- 요구탈질을 달성여부
- 설비 신뢰도
- 설치실적
- 발전설비 영향
- 환원제(약품) 수급 및 취급 편의성
- 2차 오염물질 발생여부
- 운전 및 유지관리의 편의성
- 초기투자비 및 운전유지비

다. 질소산화물 생성원리

- 질소산화물(NOx) : 질소와 산소가 결합된 형태
  - 일산화질소(NO)
  - 이산화질소(NO2)
- NOx 생성
  - Fuel NOx : 연료중의 질소와 연소공기 중의 산소가 반응생성
  - Thermal NOx : 연소공기 중의 질소와 산소의 반응생성
- 반응식
 
$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$$

라. 질소산화물 저감원리

- 질소산화물을 화학약품을 사용하여 제거
- 사용되는 화학약품
  - 암모니아 (무수, 함수)
  - 요소
  - 에탄올 등
- 저감원리
  - $4NO + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 4N_2 + H_2O$
  - $2NO + (NH_2)_2CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 2N_2 + H_2O$
  - $2NO + C_2H_5OH + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + N_2 + 3H_2O$

마. 탈질 방식

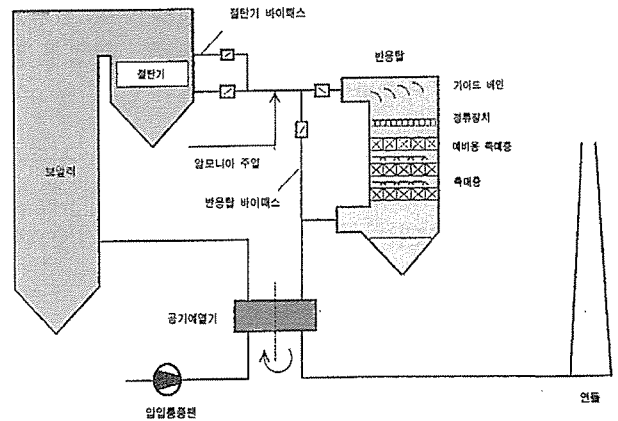
- 선택적 촉매 환원법 (SCR : Selective Catalytic Reduction)
  - 암모니아, 요소 및 에탄올 사용 방식
- 선택적 비촉매 환원법 (SNCR : Selective Non-Catalytic Reduction)
  - (SNCR : Selective Non-Catalytic Reduction)
- Hybrid 방식
  - SCR + SNCR 혼합 방식

1) 선택적 촉매 환원법(암모니아)

- 사용 화학약품 및 촉매

화학 약품	촉매 재질
암모니아	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , TiO <sub>2</sub> , WO <sub>3</sub> 등

- 질소산화물 제거 효율 : 약 90%
- 설치실적 : 세계적으로 대부분 발전소에 설치되어 신뢰도 높음
- 선택적 촉매환원법(SCR) 개략공정도

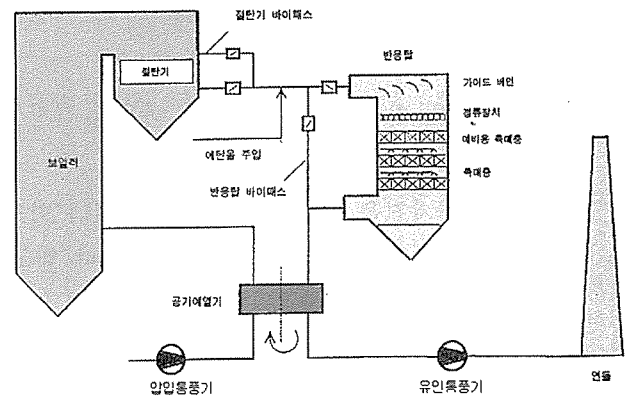


2) 선택적 촉매 환원법(에탄올)

- 사용 화학약품 및 촉매

화학 약품	촉매 재질
에탄올	Ag / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 등

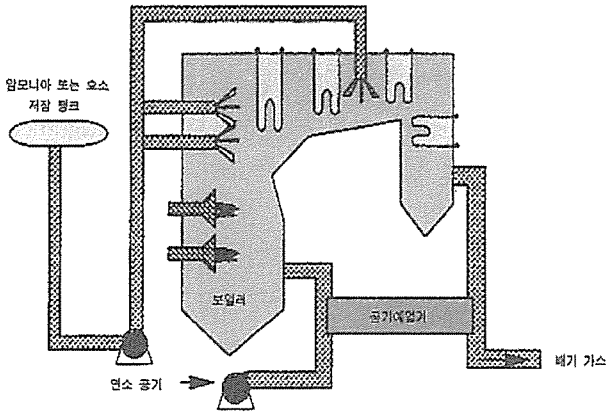
- 질소산화물 제거 효율 : 약 65%(롯데월드 시운전 기준)
- 설치실적 : 롯데월드에 설치 시운전중임
- 선택적 촉매환원법(HC-SCR) 개략공정도



3) 선택적 비촉매 환원법

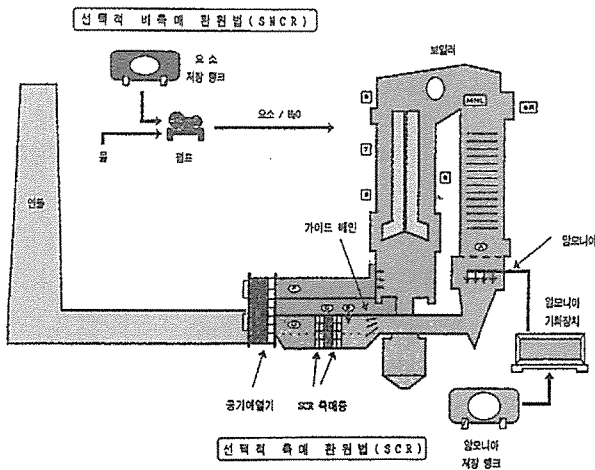
- 촉매를 사용하지 않고 보일러 내로 요소 또는 암모니아를 주입하여 질소산화물 제거

- 제거효율이 40% 내외로 강서/노원 발전소에 적용불가
- 선택적 비촉매 환원법(SNCR) 개략공정도



#### 4) 하이브리드(Hybrid) 방법

- SCR과 SNCR의 혼합형태
- 기존 발전소와 같이 탈질설비 설치부지가 부족한 발전소에 적용
- 계통구성 및 운영이 복잡하여 강서/노원 열병합 발전소 실정에 부적합
- Hybrid 방식 개략공정도



#### 사. 검토 의견

- 탈질설비 촉매의 국산화에는 고무적이거나 기술 개발 초기 단계의 특성을 나타냄
  - 시스템의 불안전
  - 미검증 등
- 발전소 특성상 인근지역의 안정적인 에너지 공급 및 환경 친화적인 발전소 운영을 위해서는 현재 기술적으로 신뢰성이 있는 암모니아 기준 SCR 탈질방식 추천

탈질방식 평가항목	SCR 방식 (25%암모니아수)	HC-SCR 방식 (100% 에탄올)	
탈질효율(%)	90% 이상 (실증설비 기준)	65% (롯데월드 시운전 기준)	
환원제 사용	정량	과량 소모	
촉매교체	공급사 성능보증은 3~4 년이나 별도 조치없이 약 10년 사용	실증된바 없음	
설비 신뢰도	높음 (다수의 설치실적 및 운전경험 보유)	확인 불가 (롯데월드 1개 지역에 설치시 운전 중)	
환원제 취급 및 수급	수급 및 취급 용이 누설시 악취발생	수급 및 취급 용이 화재위험 내포	
2차 오염 발생 여부	미반응 암모니아 5ppm 이내로 운전가능	CO 및 암모니아 등이 발생되므로 추가 조치필요	
경쟁성	공급사 다수로 초기 투자비 감소 예상	1개업체로 독점공급	
경제성	초기투자비	33.5억원	26.7억원
	운전비	2.54억원/년	3.69억원/년
	년간 비용	6.57억원/년	6.91억원/년
기타	선진외국에서 개발되고 상용화된 기술 강서, 노원 소각로에 적용	국내에서 최근 개발 인천화력 Pilot Test 결과 저부하시 효율저하	

#### 바. 선택적 촉매방법 상세비교

(우측 표참조)