

화력발전소 미세먼지 저감기술 로드맵과 향후 연구방향

2018 년 11월 15일



(주) 지스코
Geesco Co.,Ltd.

홍성호

CP : +82-10-5252-0839

shhong@geesco.com

1. 국내 발전소 미세먼지 저감대책 및 기술개발 로드맵 개요

한국 발전소 환경설비 설계치 및 효율

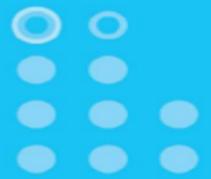


● 환경설비 설계치 및 효율

- 발전소 배출기준(황산화물 50-100ppm, 질소산화물 50-140ppm, 먼지 10-25mg/Sm³)을 만족시키기 위해 전기집진기는 99.9%, 탈황설비 90%, 탈질설비 70-75% 수준으로 설계됨
- 영흥화력의 경우 최고 수준의 기준치(황산화물 25ppm, 질소산화물 15ppm, 먼지 5mg/Sm³)를 만족시키기 위해서 전기집진기는 99.97%, 탈황 설비 95%, 탈질설비 90% 이상으로 설계됨

환경설비	발전소	설계기준 입구	설계기준 출구	설계기준 효율
탈질설비	영흥 3-4호기	150 ppm	15 ppm	90.0%
	삼천포 3-4호기	320 ppm	90 ppm	71.9%
전기집진기	영흥 3-4호기	17,200 mg/Sm ³	5 mg/Sm ³	99.97%
	삼천포 5-6호기	11,000 mg/Sm ³	40 mg/Sm ³	99.64%
탈황설비	영흥 3-4호기	430 ppm	25 ppm	94.2%
	삼천포 1-4호기	770 ppm	70 ppm	91.0%

한국 대기환경 배출기준 규제강화



- 한국은 미세먼지 관리 종합대책('17.9.26.)을 차질 없이 추진하고 미세먼지 환경기준(연평균)이 종전 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 강화('18.3.27.)됨을 고려하여 먼지·황산화물·질소산화물 등 대기오염물질 배출허용기준 모든 발전설비 및 제철소, 석유화학설비, 소각로등에 대하여 강화되어(2018년8월 공고), 2020년부터 시행 예정
- 발전설비에 대한 배출허용기준 규제는 다음과 같이 지역별로 차등하여 추가 강화됨.

-석탄화력발전소

현행	→	환경부 강화(안)	→	충남 조례	→	R&D 목표
SOx 80~100ppm NOx 70~140ppm PM 20~25mg/Sm ³	→	SOx 25~60ppm NOx 15~70ppm PM 5~12mg/Sm ³	→	SOx 15ppm NOx 10ppm PM 5mg/Sm ³	→	SOx 10ppm NOx 10ppm PM 1mg/Sm ³

-복합화력발전소

- .현재 배출농도 기준 : 50ppm 이하 (20~50ppm으로 배출)
- .NOx 배출농도 강화 : 10ppm 이하
- .2018년부터 순차적으로 탈질설비(SCR) 설치 진행중

국내 발전설비의 2차 미세먼지 발생량과 발생원인

- 현재 설치되어 운전하고 있는 환경설비(NOx, SOx, 분진)로부터 2차 미세먼지가 발생 추정됨

이용득 의원, 숨겨진 발전소 미세먼지 지적

직접배출보다 2차 생성서 10배 이상 추가

2017년 05월 31일 (수) 15:45:26

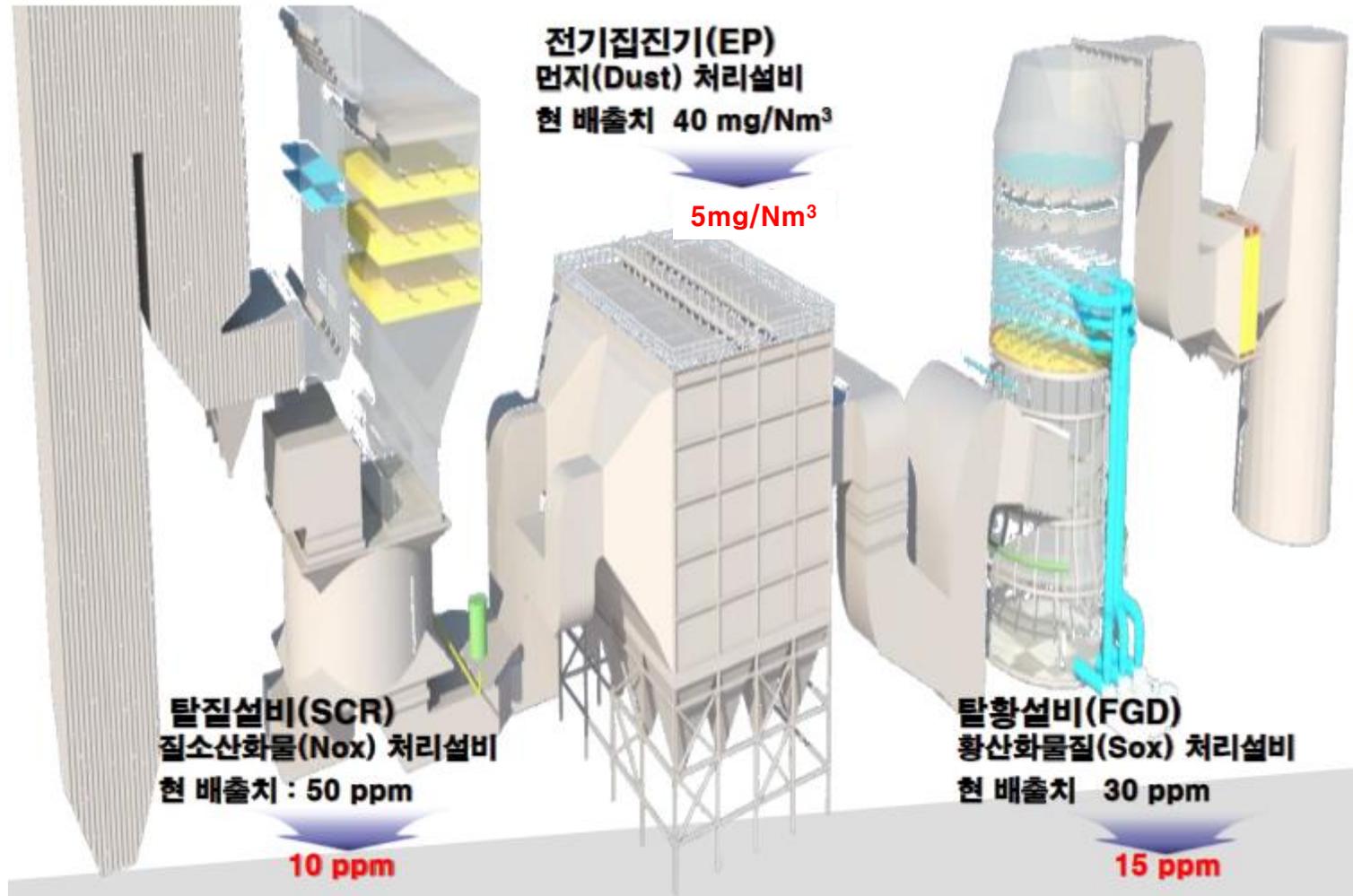
김나영 기자 nykim@tenews.kr

구분	직접 배출되는 PM _{2.5}	2차 생성되는 PM _{2.5}	PM _{2.5} 배출총량
발전소	3,573	36,266	39,839
제조업연소	41,606	35,899	77,505
생산공정	4,829	30,383	35,212
폐기물처리	202	2,261	2,463
비산업연소	1,226	13,813	15,039
기타면오염원	279	11	290
경유차	11,134	19,900	31,034
휘발유차등		3,579	3,579
비도로이동	13,953	33,122	47,075
비산먼지	17,127	0	17,127
생물성연소	12,681	672	13,353
합계	103,037	175,906	282,516

이용득 더불어민주당 의원이 환경부로부터 제출받은 '미세먼지 관리 특별대책 기여율 (2차 생성 포함)'에 따르면 발전소로부터 직접 배출되는 미세먼지는 3,573톤이지만 황산화물(SOx)와 질소산화물(NOx) 등이 화학반응을 일으켜 2차로 생성되는 미세먼지의 양은 3만 6,266톤인 것으로 드러났다. **무려 10배가 넘는 미세먼지가 2차 생성과정에서 발생**하는 것이다

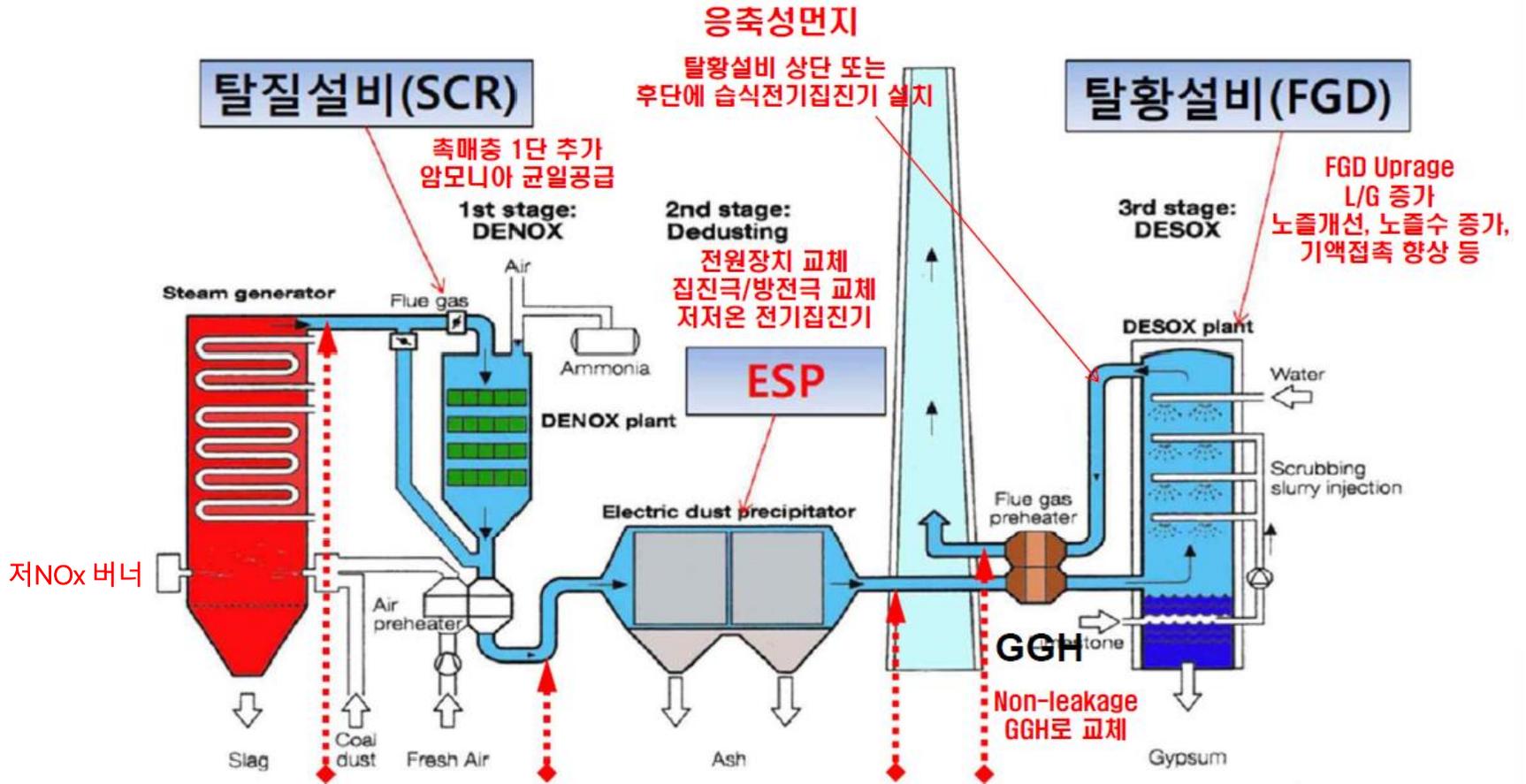
- 특히, NOx 보다 NH₃ 를 줄이는 것이 미세먼지 저감에 더 효율적일수 있다는 결과가 제시되는 등 NH3 관련 미세먼지 생성 규명 등이 중요한 상황, 수도권 NOx 배출만 저감할 경우, 오히려 미세먼지 증가가 예상되며 NH₃ 저감이 가장 효과적이라는 연구결과가 제시됨(출처: 미세먼지 기술개발로드맵, 2018.7, 정부관계부처 합동)

국내 발전소 대기환경 규제 강화 방향

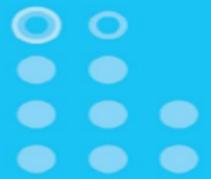


국내 발전소 대기환경 규제 강화에 따른 설비 보완 대책

- 아래와 같이 SCR, ESP 및 FGD의 성능을 대폭 개선 예정



석탄발전 환경설비 기술개발 로드맵



범례 정부주도 공기업주도 민간주도

TimeSpan	2018	2019	2020	2021	2022	~2026	~2030	목표	기대효과('30)
전략과제 ② 화력발전소 배기가스 미세먼지/ 질소산화물/ 황산화물 초정정 처리기술 개발	500 MW Test-bed 구축사업							20년 - 500 MW급 환경설비 개선 실증 완료(Dust 3 mg/Sm ³ , SOx 15 ppm, NOx 10 ppm) 30년 - Dust 1 mg/Sm ³ , SOx 5 ppm, NOx 5 ppm	- 화력발전소 미세먼지/ 황산화물/ 질소산화물 연배출량 8.7만톤 감축
		500 MW급 집진 성능개선 실증		사업화					
		500 MW급 Non-Leakage GGH 실증							
		500 MW급 습식 전기 집진기 실증							
			500 MW급 습식탈황 효율향상 실증		초정정 탈황 기술개발	초정정 탈황기술 500 MW 실증	사업화		
		화력발전소 미세먼지, SOx, NOx 동시 처리기술 개발			동시 처리기술 실증	동시 처리기술 고도화 개발			
		변동부하 대응 광범위 온도형 탈질 촉매 개발		Tail-end용 저저온 탈질 촉매 개발(수은동시)		저온탈질 연계 신공정 개발	탈질 신촉매 적용 공정기술 실증		
				미세먼지 및 수은 동시제거기술 개발		미세먼지 및 수은 동시제거 실증	사업화		
			SOx, NOx 자원화 기술개발		SOx, NOx 자원화 실증				

석탄발전 환경설비 기술개발 추진전략



비전

미세먼지 친환경 저감 기술 개발을 통한 미세먼지 저감목표 기여 및 국민 보건 증진

단계

미세먼지 저감을 위한 환경
설비 Retrofit 기술개발 및
실증

1단계 ['16~'19]

미세먼지 저감을 위한
친환경설비 혁신기술 개발

2단계 ['19~'23]

미세먼지 저감을 위한
혁신기술 적용 친환경설비
실증

3단계 ['23~'26]

목표

영흥화력 발전소 배출허용 수준의
환경설비 성능개선 및 실증

세계 최고 수준의 미세먼지 저감
친환경설비 기술개발

세계 최고 수준의 미세먼지 저감
친환경설비 실증

사업 내용

- 고효율 습식 탈황·집진 기술 개발
- 배출 산성가스 및 미세먼지 통합처리 시스템 개발
- 질소산화물 초저배출 연소기술 개발
- 탈질 효율 개선을 위한 촉매시스템 개발
- 석탄발전소 부산물 활용 기술 개발

- 저온 탈질 기술 연계 신공정 개발
- 습식 탈황장치(FGD) 연계 SOx/NOx 처리 구현
- 배가스 미세먼지 전구물질 회수 자원화
- 신규제 대응 수은 복합제어 기술개발

- 초청정 탈황기술 500MW 실증
- 미세먼지 전구물질 동시처리 기술 고도화 개발
- 저온탈질 신축매 적용 공정 기술 실증
- 미세먼지 및 수은 동시제거 실증
- 미세먼지 전구물질(SOx, NOx)자원화 기술 실증

2018년 청정화력핵심기술개발사업 신규지원 대상 과제

세부 사업명	분야	과제명	주관 기관	과제유형		18년도 지원 예산안	비 고
				나	다		
청정화력 핵심기술 개발	청정 화력 융합	500MW급 석탄화력발전소 고효율 습식 탈황 기술개발	제한 없음	지정	혁신	19억원 내외	실증형 과제 도전적 R&D
		석탄화력발전소 배출 산성가스 및 미세먼지 처리 핵심 기술 개발	비영리 기관	지정	원천		기술료 비징수 도전적 R&D
		미세먼지 배출저감을 위한 석탄화력 발전소 초 저 NOx 연소기술 개발	비영리 기관	품목	원천		기술료 비징수 도전적 R&D

2019년 청정화력 환경설비 기술개발 추진 계획

사업 목표

미세먼지 저감을 위한 PM 1 mg/m³, SOx 10 ppm 이하, NOx 10 ppm 이하 급의
친환경 환경설비 개발

추진 전략

추진전략1. 저온 탈질 기술 연계 신공정 개발

- 저온영역 적용 가능 SCR 촉매 조성 및 촉매제 제조기술 개발
- SOx 수분 등에 대한 내성이 우수한 촉매제 개발
- 저온 촉매 적용 신공정 최적화 개발
- 고온 배기열 활용 에너지 회수기술 개발

추진전략2. 습식 탈황장치(FGD) 연계 Sox/NOx 저감 구현 기술개발

- 비수용성 가스의 수용성화 변환기술 개발
- 운전 파라미터 최적화 기술 개발
- 저배압 기액접촉 습식세정 성능향상 기술 개발
- 가스상 전구물질의 흡수·환원 최적화 개발
- 환원액 회수 및 재순환 기술 개발
- 복합 가스 처리 환원제 혼합비, 액기비, 압력 손실 등 최적화 엔지니어링 기술 개발

추진전략3. 배가스 미세먼지 전구물질 회수 자원화 기술개발

- 황산화물, 질소산화물 동시 처리용 흡착제 개발
- 고농도 황산화물·질소산화물 회수 및 자원화 공정 개발
- 50 MW 급 Test 및 최적화 상용 공정 설계 기술 개발

추진전략4. 친환경 규제 대응 수은 복합 제어 기술개발

- 수은 산화기능이 우수한 SCR 촉매 개발
- 수은 저감을 위한 후처리 시스템 기술 개발
- 후처리 시스템 배출특성 평가 및 최적화 기술 개발

2019년 청정화력핵심기술개발사업 신규지원 대상 과제

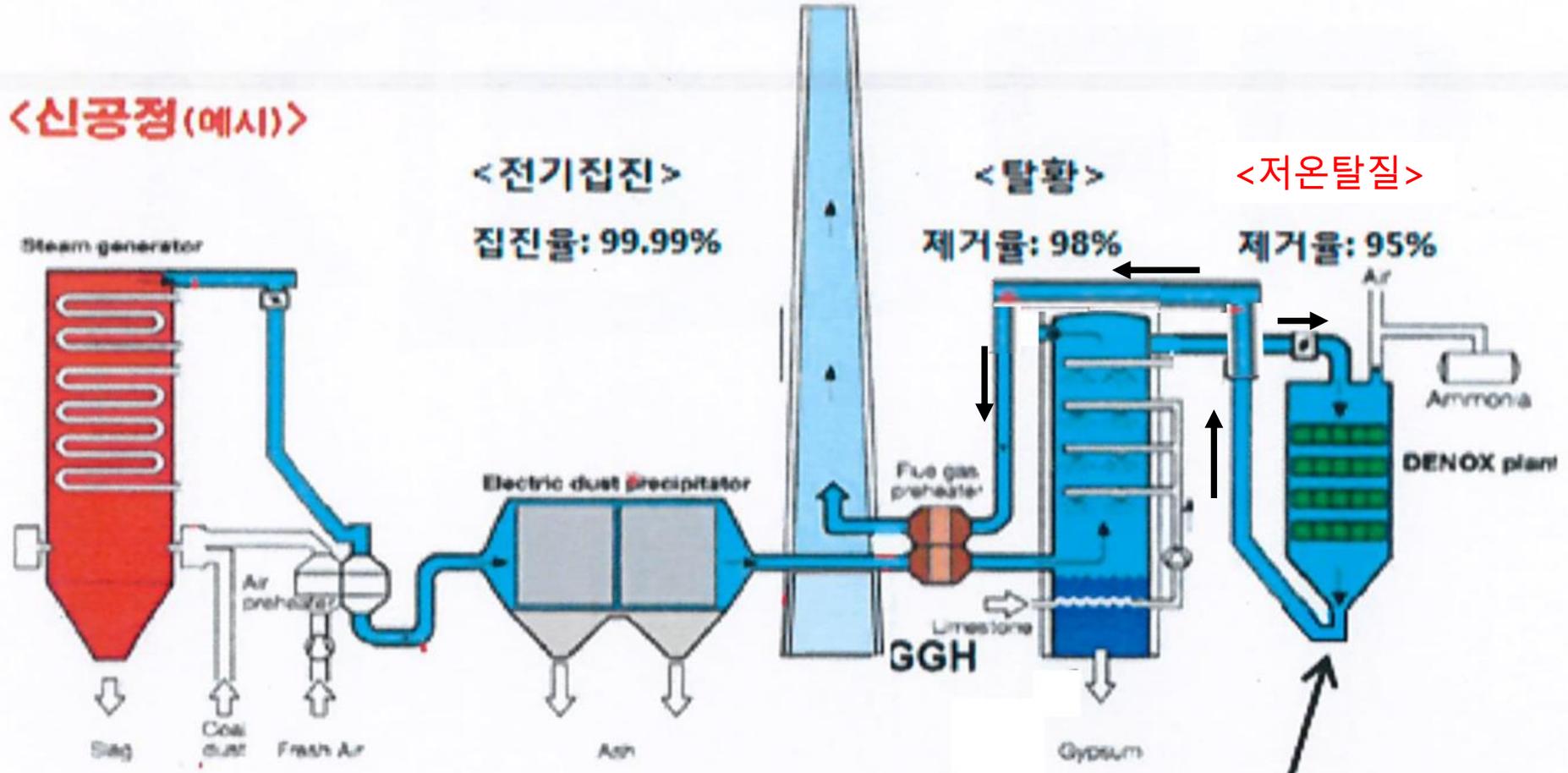
분야명	청정화력	신규예산	42억원
18년도 전략방향			
① 화력발전소 환경설비의 안정적 운영을 위한 신공정 개발 ② 미세먼지 전구물질의 효율적 저감을 위한 동시처리기술 및 고부가가치화 전환 기술 개발 ③ 발전소 배출가스 내 수은저감을 위한 기술 개발			
전략방향		기획대상주제 도출 결과	
① 화력발전소 환경설비의 안정적 운영을 위한 신공정 개발		. 저온 탈질 석탄연소 배기가스 처리 신공정 개발 (품목지정-혁신제품형)	
② 미세먼지 전구물질의 효율적 저감을 위한 동시처리 기술 및 고부가가치화 전환 기술 개발		. 습식 탈황장치(FGD) 연계형 황산화물-질소산화물 동시 저감기술 개발 (품목지정-혁신제품형) . 배가스 미세먼지 전구물질의 회수·자원화 개발 (품목지정-혁신제품형)	
③ 발전소 배출가스 내 수은저감을 위한 기술 개발		. 신규제 대응 수은 복합 제어 기술 개발 (품목지정-혁신제품형)	
*발전소 안전 향상 기술 개발 (공고예정)		. 옥내 저탄장 화재 예방, 감시 및 소화시스템 개발 및 실증 . 환경설비 화재감시 및 소화 설비 개발	

2019년 석탄발전 환경설비 기술개발 추진전략

	구 분	변경 일정
과제기획	지정공모 기획참여자 공모 및 구성	10.22(월)~11.16(금) (26일)
	신규지원대상 과제 기획	11.19(월)~12.25(화) (37일)
	인터넷 공시(과제) 및 공청회	12.27(목)~'19.1.7(월) (12일)
과제검증	기획과제 온라인 검증 및 보완	12.27(목)~1.11(금) (16일)
	공고대상 사전 검토·조정	1.14(월)~1.23(수) (10일)
	공고대상 우선순위 확정	1.29(화)
과제공고		1.31(목)
개념평가	개념계획서 접수	1.31(목)~3.13(수) (42일)
	개념평가	3.19(화)~3.22(금) (4일)
사업계획서 평가	사업계획서 접수	~4.23(화)
	신규평가	5.6(월)~5.15(수) (10일)
협약체결	평가결과 안내 및 조정회의	5.17(금)~5.27(월) (11일)
	신규과제 확정	5.31(금)
	협약체결	6월 초

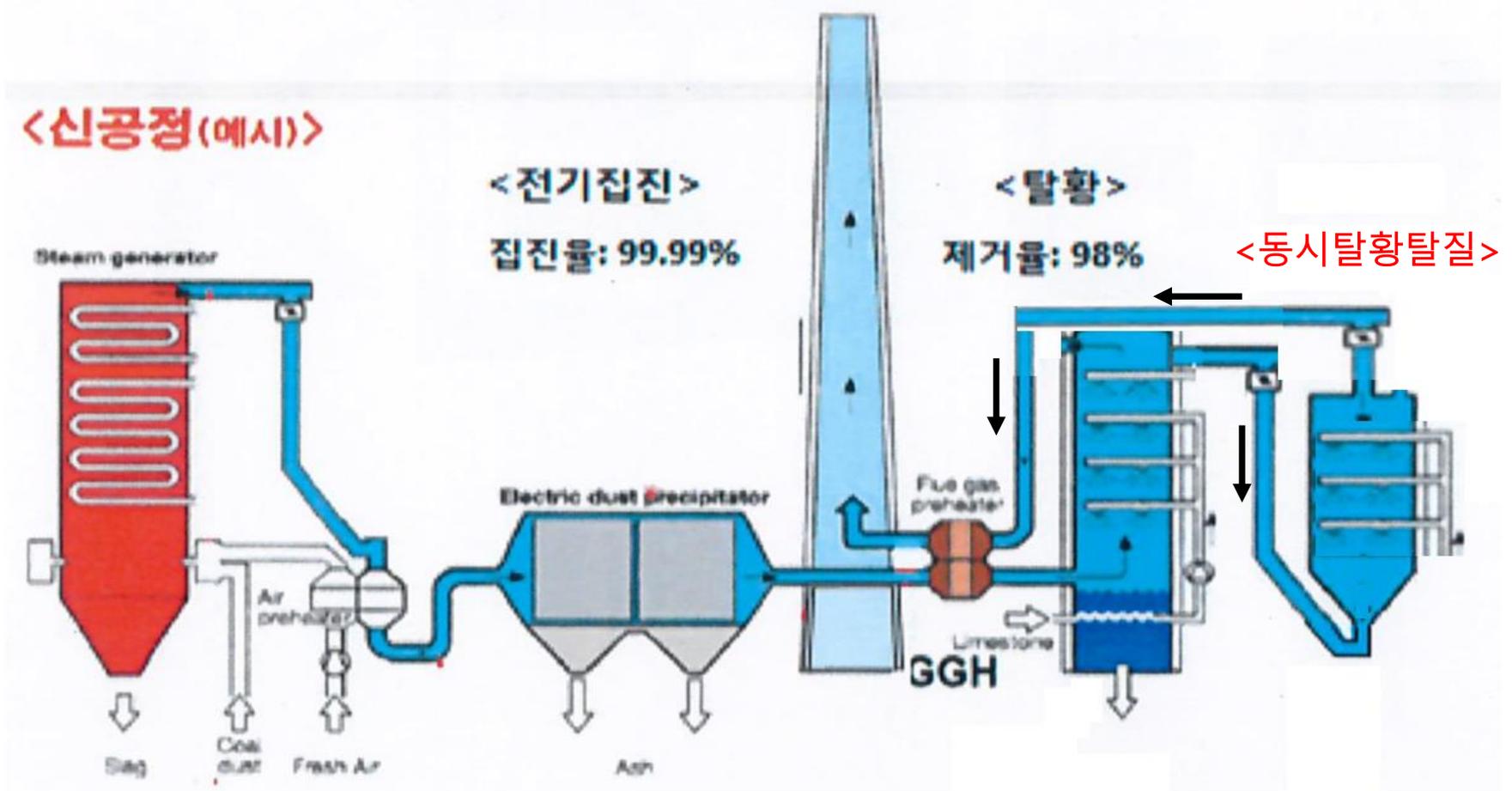
저온 탈질 석탄 연소 배기가스 처리 신공정 개발

<신공정(예시)>

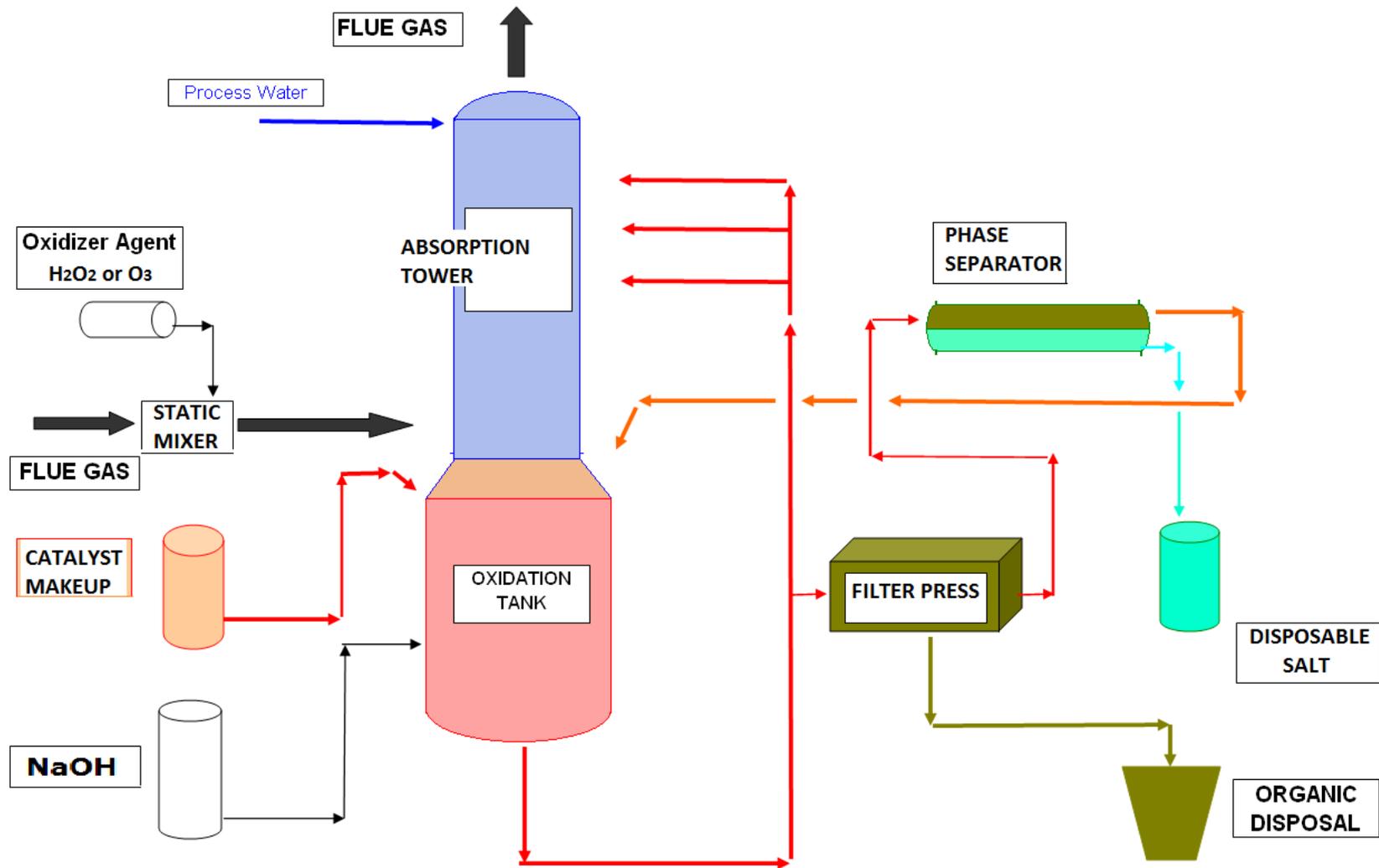


먼지·황 피독현상 방지로
촉매 효율 향상,
수은 산화기능 강화

습식탈황장치(FGD) 연계형 SOx/NOx 동시저감기술 개발(I)



습식탈황장치(FGD) 연계형 SOx/NOx 동시저감기술 개발(II)



- 단일시설 배기가스 동시 처리기술- SOx + NOx.
- 현재의 모든 배기가스 규제요건을 상회하여 만족
: SOx 99% 이상, NOx 90% 이상 제거.
- 연료의 SOx 함유량과 무관하게 SOx 제거효율 유지.
- 상대적으로 단순한 시설, 소규모의 설치 면적.
- 유지보수 기간 단축.
- 촉매와 사용 Chemical의 호환성(NaOH, NH₄OH, KOH, Mg(OH)₂).
- 부산물로 질산 암모늄, 황산 암모늄의 비료가 생산가능

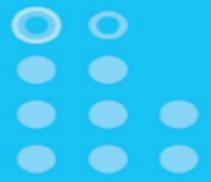
배기가스 미세먼지 전구물질 회수·자원화 개발 (I)

- 배기가스에 함유된 NO_x와 SO_x가 대기 중으로 배출될 경우 질산 미스트와 황산 미스트(이들은 미세먼지에 해당)로 변질되기 때문에 NO_x와 SO_x는 미세먼지를 생성하는 전구물질로 인식되고 있음.
- 지금까지 석탄화력발전소와 같은 대규모 고정원으로부터 배출되는 NO_x는 고온용 탈질촉매설비에서 제거한 후 SO_x는 후처리공정 최후단에서 강제산화식 석회석 슬러리법(습식탈황법)을 적용하여 석고보도의 원료로 회수·자원화하는 기술을 이용하여 왔음(기존에 이미 SO_x를 회수·자원화하는 기술 적용).
- 그러나 본 개발기술에서는 NO_x와 SO_x를 동시에 NH₄NO₃와 (NH₄)₂SO₄로 전환하여 시비원료(비료)로 회수·자원화하고자 함.
- 선진국에서의 유사 연구사례와 연구논문은 수많이 존재하고, 독일의 Linde사에서 개발한 LICONOX 공정이 대표적이며 2010년 Schwarze Pumpe에서 실증플랜트를 성공적으로 운전한 바 있음.
- 국내에서는 중소기업이 이스라엘기술을 개량하여 선박용 SO_x/NO_x 동시처리기술을 개발하여 실용화하고 있음

암모니아로서 반응식

- 탈 황
 - $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
 - $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Catalyst} \rightarrow \text{Catalyst} \cdot \text{H}_2\text{SO}_3$
 - $\text{Catalyst} \cdot \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Catalyst} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$
 - $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Catalyst} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4 \cdot \text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 탈 질소화합물
 - Traditional Tech: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
 - JW Process:
 - a. $\text{NO} + \text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$ (reversible)
 - b. $2\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ (reversible)
 - c. $x\text{N}_2\text{O}_3 + y\text{NO}_2 + z\text{N}_2\text{O}_4 + \text{Catalyst} + (x+y/2+z) \text{H}_2\text{O} + (x+y/4+z/2)\text{O}_2 \rightarrow (2x+y+2z) \text{HNO}_3 + \text{Catalyst}$
 - d. $\text{HNO}_3 + \text{NH}_4 \cdot \text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

신규제 대응 수은 복합 제어 기술 (I)



- '대기환경보전법'에 수은규제가 있음. 이들 규제에 대한 시행규칙 개정안이 2018년 8월3일부터 입법예고되어 2020년부터 강화된 배출기준이 적용됨. 발전시설의 경우 현재보다 배출기준 50% 이상 강화됨.
- 대기환경보전법 시행령 규칙 [별표 8]에 따르면, 단일한 특정대기유해물질을 연간 10톤 이상 배출하는 사업장 일 경우, 보다 강화된 수은 배출허용기준을 적용받고 있음.

대기오염물질의 배출허용기준(제15조 관련)

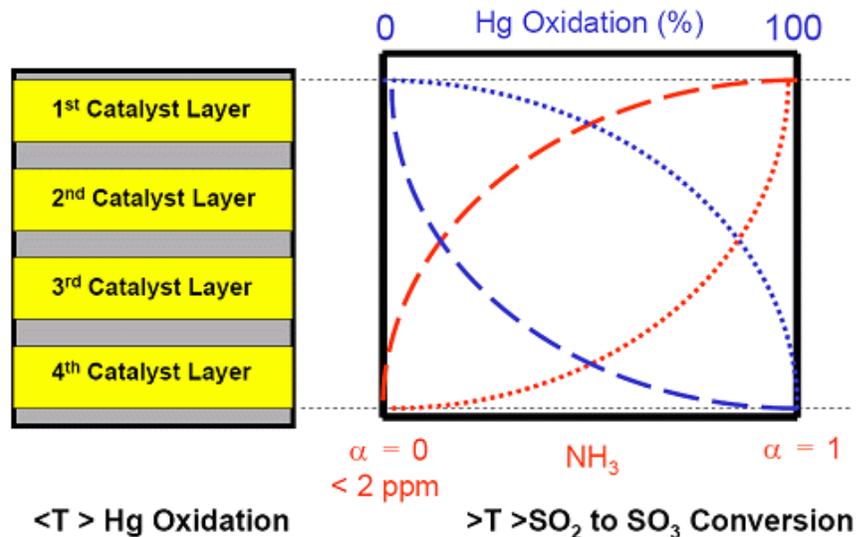
대기오염물질	배출시설	배출허용기준
수은화합물 (Hg로서) (mg/Sm ³)	1) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설(소각보일러를 포함한다) 및 고형연료제품 사용시설	0.08(12) 이하
	2) 발전시설(고체연료 사용시설)	0.05(6) 이하
	3) 1차금속 제조시설 중 소결로	0.05(15) 이하
	4) 시멘트·석회·플라스터 및 그 제품 제조시설 중 시멘트 소성시설	0.08(13) 이하
	5) 그 밖의 배출시설	2 이하
단일한 특정대기유해물질을 연간 10톤 이상 배출하는 사업장		
대기오염물질	배출시설	배출허용기준
수은화합물 (Hg로서) (mg/Sm ³)	1) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설(소각보일러를 포함한다) 및 고형연료제품 사용시설	0.03(12) 이하
	2) 발전시설(고체연료 사용시설)	0.03(6) 이하
	3) 1차금속 제조시설 중 소결로	0.03(15) 이하
	4) 시멘트·석회·플라스터 및 그 제품 제조시설 중 시멘트 소성시설	0.05(13) 이하
	5) 그 밖의 배출시설	1 이하

신규제 대응 수은 복합 제어 기술 (II)



- 「수은에 관한 미나마타 협약(Minamata Convention on Mercury)」이 2017년 8월 16일에 정식 발효(2017년 5월 18일 50개국의 비준 후 협약 규정에 따라 90일 경과)됨으로써
-우리나라도 이 협약의 이행의무국이 되었기 때문에 수은을 배출 관리/규제해야 함.
- 석탄화력 발전소에서 탈질 촉매를 이용한 수은 제거 기술이 북미의 DOE 등을 중심으로 연구개발이 상당히 이루어져 있음.

MERCURY OXIDATION



2. 화력발전소 미세먼지 저감대책에 예상되는 문제점

탈질촉매 교체 및 재생주기 단축 필요



● 탈질설비(SCR)에는 촉매가 장착되어 있는데, 운전시간이 경과하면 촉매가 오염물질에 피독되어 촉매성능이 저하되는 경향이 있음

- 현재 발전소에서는 촉매 성능이 저하하면 환원제로 사용하는 암모니아(NH₃) 사용량을 증가시키고 있어 SCR 후단으로 미반응 NH₃ 배출량이 증가하여 2차 미세먼지 발생 원인을 제공
- 또한 후단으로 배출되는 미반응 NH₃ 는 배기가스중의 SO₃ 와 반응하여 황산암모늄염을 발생시켜 공기에열기 열소자 막힘 현상을 유발함.
- 공기에열기 열소자가 막히면 보일러의 압력손실이 증가하여, 보일러 효율을 저하하여 석탄 사용량을 증가시키고
- 또한 공기에열기 열소자의 불균일한 막힘은 탈질설비 반응기에서의 배기가스 유동장을 불균일하게 만들어 탈질 설비 효율 저하를 유발하여, NH₃ 사용량을 증가시켜 상기 사례를 악화시켜 2차 미세먼지 발생 증가.
- 바이오매스연료를 사용하는 경우, 촉매 수명이 1년 이하 : 영동 1호기, 남제주기력1,2호기

● 촉매의 성능을 최적으로 유지하기 위하여 매년 촉매 재생 시행 필요

탈질설비의 암모니아 사용량 증가로 GAH 막힘 증가 (I)

● SCR에서 발생한 황산암모늄염(NH_4HSO_4)으로 인한 열소자 막힘 현상

- 저유황유를 연소할 경우 SO_3 농도는 약 10 ppm, NH_3 Slip 이 1 ppm 이면 황산암모늄염의 형성 온도는 210°C 로 예상

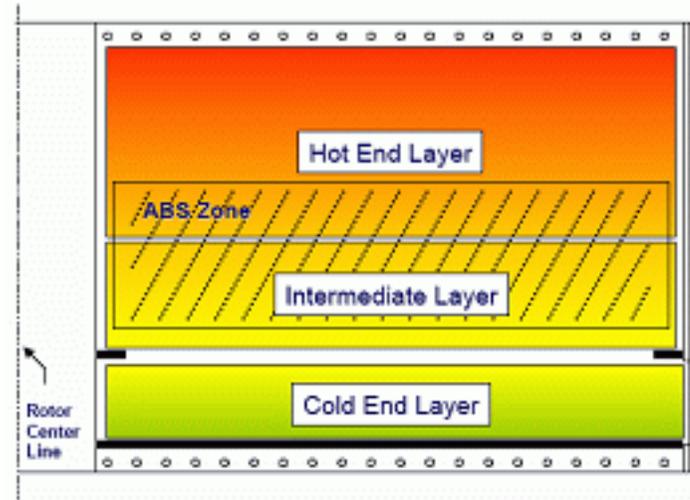
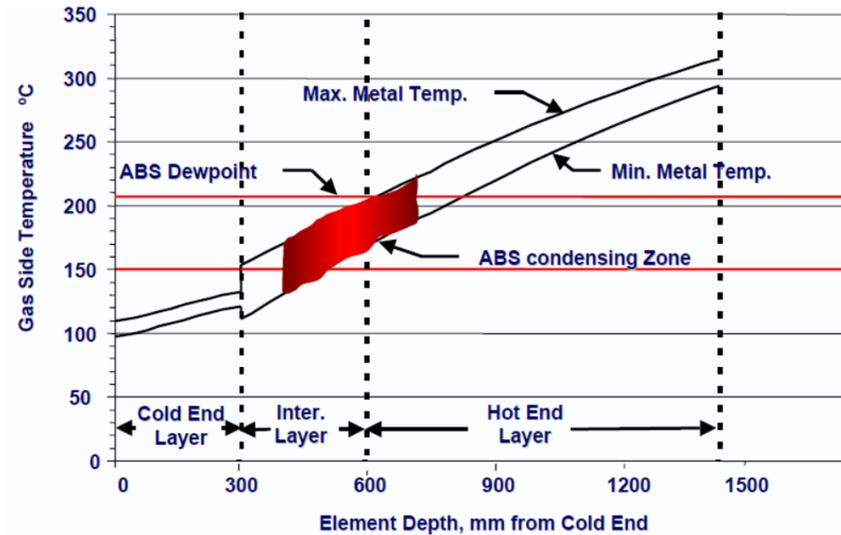


그림. 3단으로 구성된 APH에서 황산암모늄염의 발생지역

탈질설비의 암모니아 사용량 증가로 GAH 막힘 증가 (II)

● 운전중인 GAH 세정설비 : 알스툼의 고압수 분사

- 황산암모늄염 실시간 제거 water washing 시스템을 설치
- 그림과 같이 실시간 고압수 세척시스템 설치하여 운전중에 주기적으로 황산암모늄염을 제거
- 실시간 고압수 분사시스템은 150~200kg/cm².G 의 압력이 필요

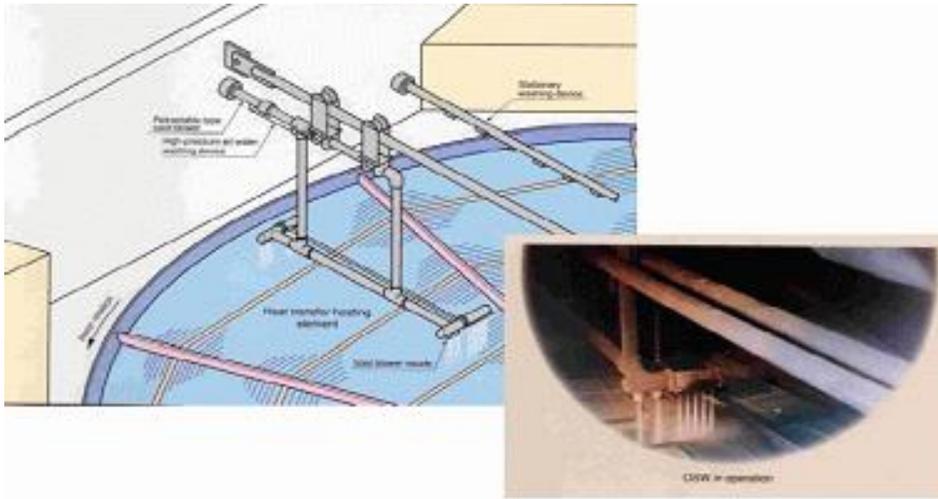


그림. Soot Blower 와 Water washing 시스템을 이용한 황산암모늄염 제거 시스템

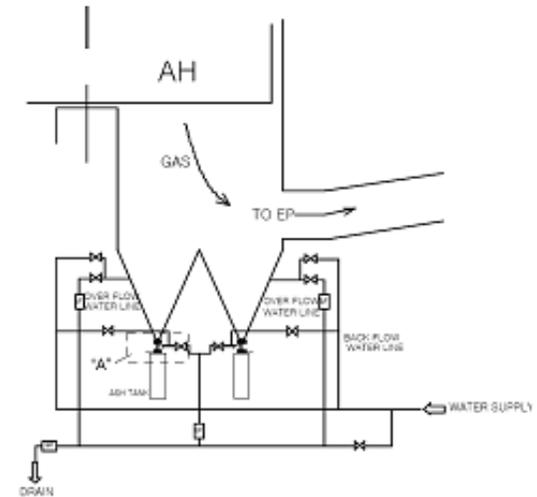


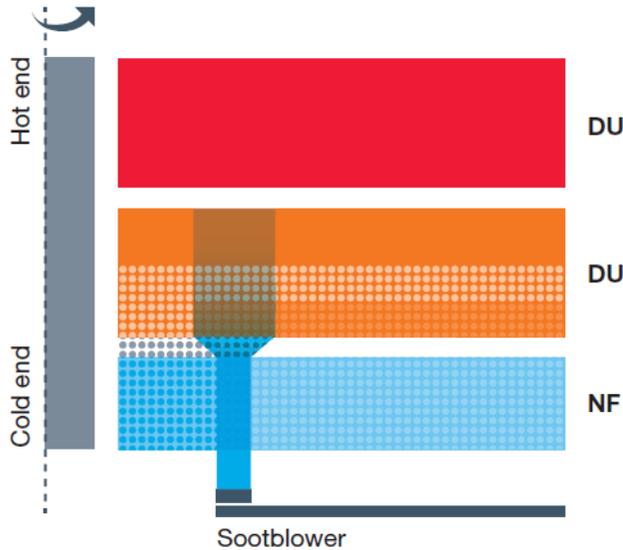
그림. Water washing 시스템을 위한 배수설비(수직형 APH 의 경우)

탈질설비의 암모니아 사용량 증가로 GAH 막힘 증가 (III)

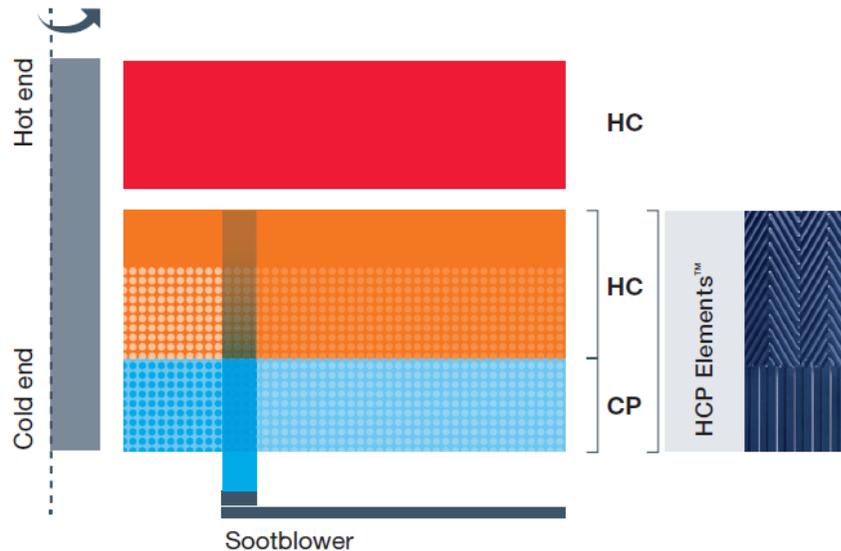
● 해외 발전설비의 GAH 차압 개선 방법 : GAH의 열소자 구조 변경 (영국 Howden)

- 3단 열소자를 그림과 같이 2단으로 제작하여 210°C 이하에서 불연속부위를 없애 황산암모늄등의 국부적인 농축을 방지

DU profile and NF element profile

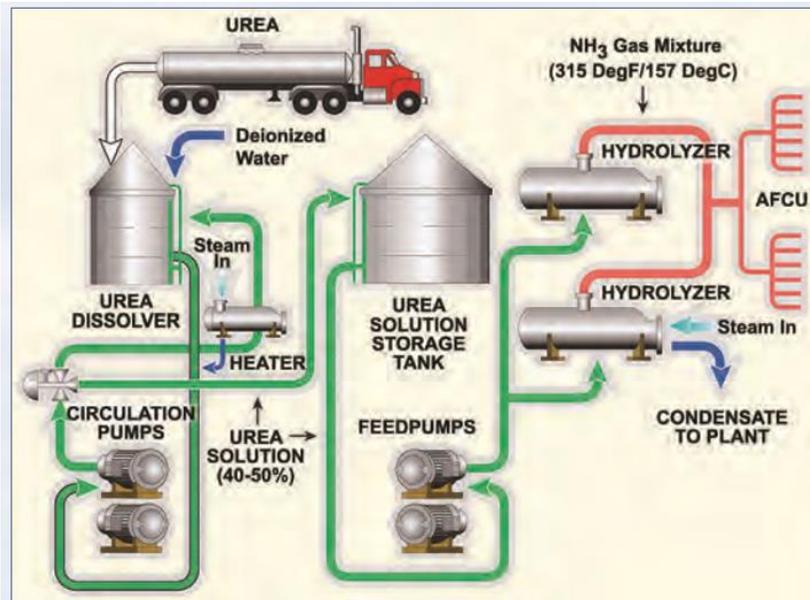


HCP Element™



환원제를 NH₃에서 Urea로 교체에 따른 2차 미세먼지 증가

- 탈질설비에서 환원제로 사용하는 암모니아 가스의 공급 중단등으로 우레아 기화기 사용 증가
 - 기존에 공급된 국내 우레아 기화기 대부분이 성능미달로 SCR 후단 설비에 막힘과 손상을 유발하였음.
또한 완전히 Urea 가 NH₃ 로 기화되지 않아 미분해된 Urea 가 2차 미세먼지 증가 초래
 - 작년엔 수입 가동되는 미국 우레아 기화기로 고가이고 납기지연과 성능미흡로 운전상 어려움 발생
 - 이에 국내 발전설비 운전현황에 맞는 Urea 기화기 개발 필요



Typical Large U2A[®] Process



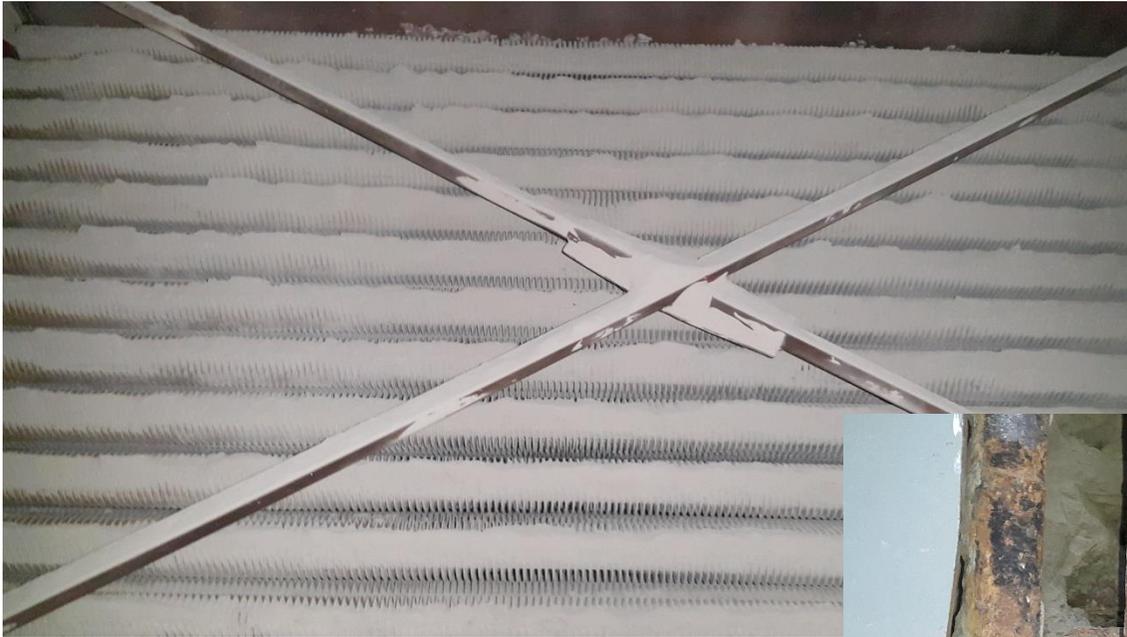
회전형 GGH를 Non-leakage Type으로 변경시 보수율 증가 (I)

● 탈황설비(FGD) 전후단에는 가스재열기(GGH)가 설치되어 있는데 자주 막히고 있음

- 탈황설비(FGD) 전후단에 가스재열기(GGH)가 설치되어 배기가스 온도를 조절하여 탈황설비 반응기에서의 탈황효율을 최적화시키고 있는데 GGH 가 자주 막혀 , 온도 조절이 어려워지고 SOx 배출농도가 증가되고, 배기가스가 반응기내에서 편류되어 유속이 국부적으로 증가되어 석고가 수분제거기를 통과하여 대기중에 비산되어 2차 미세먼지를 발생시킴.
- 배출농도중 SOx 를 15ppm 까지 낮추기 위해서는 FGD 에 설치되어 있는 GGH 의 누설율을 1% 이하로 유지해야 하나, 현재 사용중인 회전형 GGH로는 1% 누설율을 달성하기가 불가능하여, 튜브형 GGH 로 교체 예정.
- 그러나 튜브형 GGH는 열성능이 회전형 GGH 보다 좋지않아. 열교환기 부피가 크게 증가하여 기존 회전형 GGH 공간에 설치가 불가능하여, 대규모 공사로 비용이 막대히 소요.
- 또한 현재 기존 화력발전소에 설치되어 있는 튜브형 GGH 에서 심각한 부식손상 등이 발생하여 발전설비 운영에 어려움이 있어 기술을 대폭 보완 필요

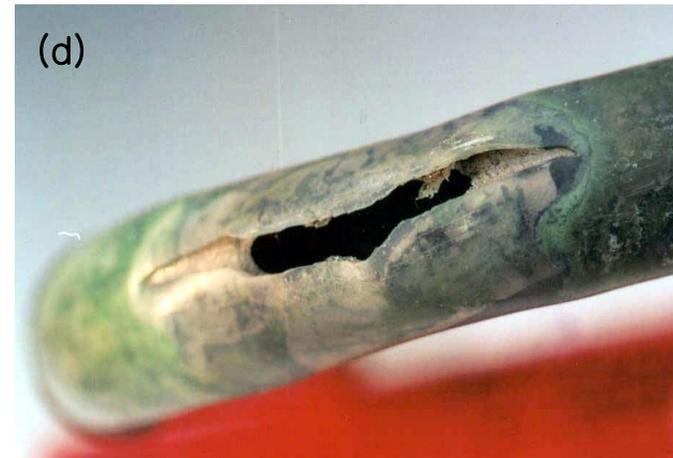
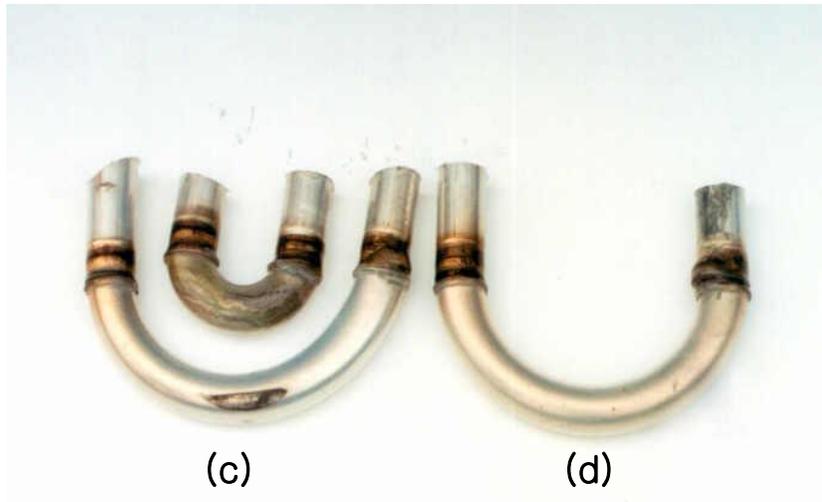
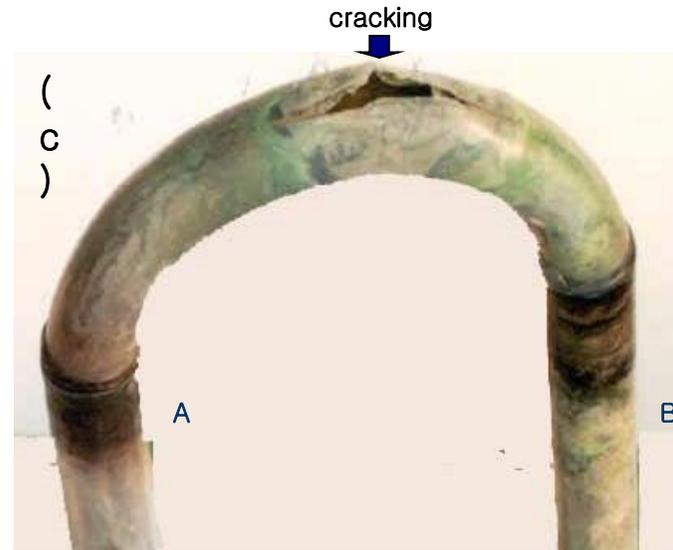
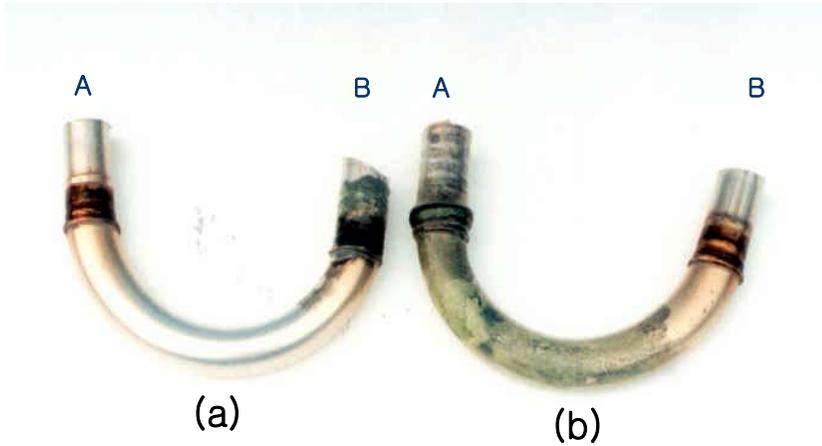
회전형 GGH를 Non-leakage Type으로 변경시 보수율 증가 (II)

● 석탄화력에 설치된 Tube 형 GGH 막힘 및 부식 손상 현황

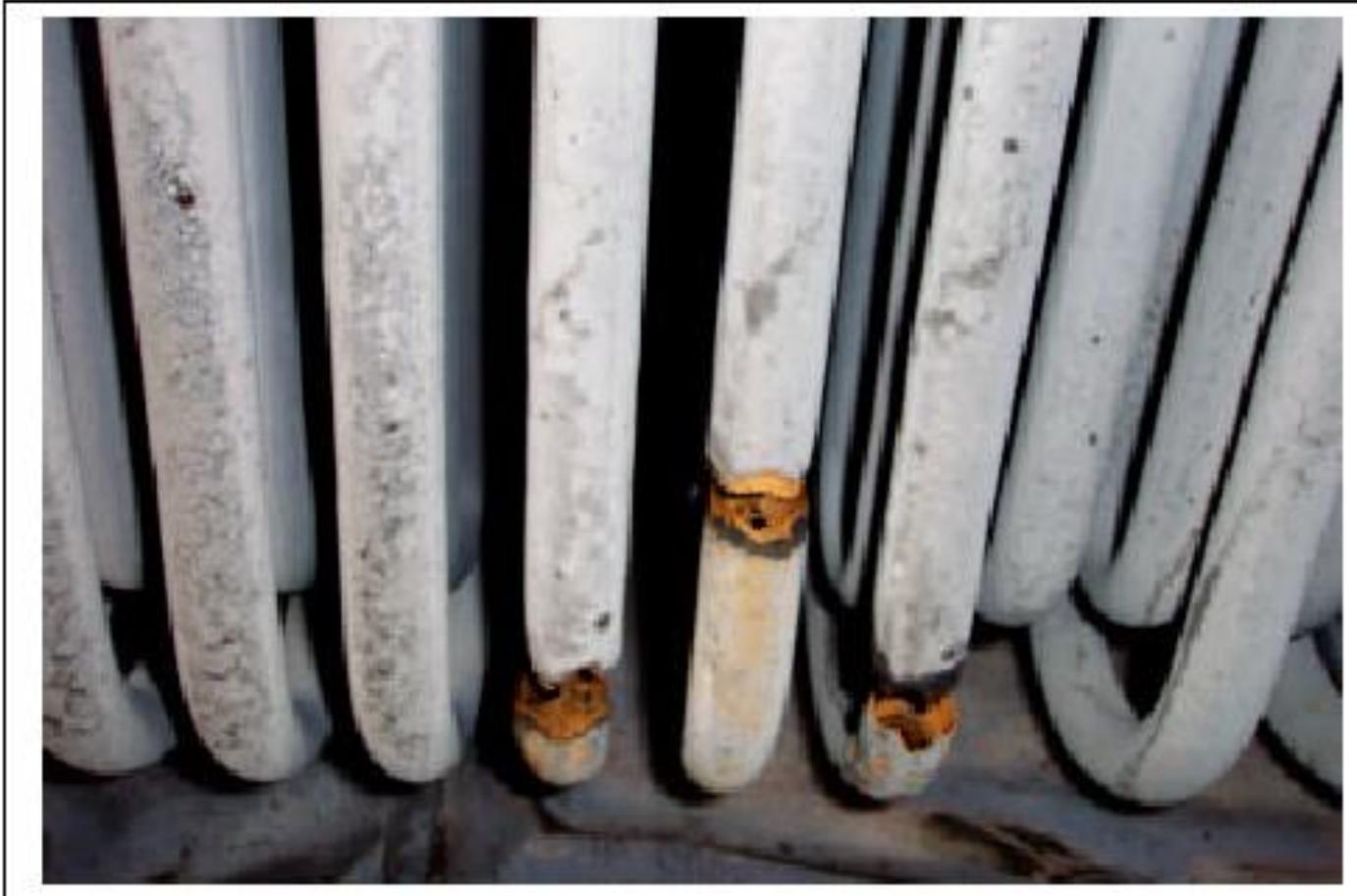


회전형 GGH를 Non-leakage Type으로 변경시 보수율 증가 (III)

● 중유화력에 설치된 Tube 형 GGH 막힘 및 부식 손상 현황



- 중유화력에 설치된 Tube 형 GGH 튜브 부식 손상 현황



신형 NOx 버너 사용으로 인한 복합화력 초기기동시 환경오염물질 증가

- 도심권에 설치되어 있는 복합화력발전소는 청정연료 LNG를 사용하나 대량의 질소산화물(NOx,NO2), CO, UHC(미연소탄소)가 배출되고 있어 미세먼지 발생에 주요 원인으로 작용
 - 현재 수도권에 위한 구형 복합화력에는 탈질설비가 설치되어 있지 않고, 최근 건설한 신형복합화력은 탈질설비가 설치되어 있으나 가스터빈 기동시에 구형 가스터빈보다 환경오염물질 배출 농도가 높음

환경오염 배출물질	기존 복합화력 (기존 버너)	신규 복합화력 (Low NOx 버너)	미국 SCR 설계기준
NOx (ppm)	높음 (150 이하)	낮음 (20~80 이하)	2.0ppm (15%O2) (3 hour average)
NO ₂ (ppm)	낮음 (12 이하)	높음 (10~60)	
CO (ppm)	낮음 (150 이하)	높음 (150~2,000)	2.0ppm (15%O2) (3 hour average)
UHC (%) (미연소탄소)	낮음(-)	높음 (0.2~0.7%) (2,000~7,000ppm)	PM/PM2.5/PM10 13.9 lb/hr (3 hour average)
VOC (ppm)			1.0ppm (3 hour average)

감사합니다



(주) 지스코

Geesco Co.,Ltd.