

- ◇…石炭燃燒火力發電플랜트의 環境對策은 石炭에 起因하는 몇가지 困難한 要…◇
- ◇…인 때문에 가스 또는 重油燃燒火力發電플랜트의 境遇와 比較해서 보다 高…◇
- ◇…도의 處理技術이 필요하다. ……………◇
- ◇……여기서는 日立그룹이 開發한 石炭燃燒火力用 環境設備 가운데 특히 보일…◇
- ◇…러 排煙處理에 關해서 最近의 技術 動向과 그 概況을 紹介하고자 한다. ……◇
- ◇……먼저 集塵, 脫硝, 脫黃의 綜合的인 排煙處理시스템의 檢討, 다음으로 環…◇
- ◇…境設備 가운데 個個의 設備로서 集塵은 高溫電氣集塵裝置, 脫黃은 乾式암…◇
- ◇…모니아 接觸還元分解法 脫硝裝置, 脫黃은 濕式石灰石 石膏法 脫黃裝置에…◇
- ◇…대해서 各各 記述하고자 한다. ……………◇

石炭燃燒 火力發電 플랜트用 環境設備

1. 緒 言

近年, 火力發電플랜트의 環境對策은 대단히 重要한 問題로 대부되고 있으나 日立 그룹에서는 일찍부터 그 重要性을 認識하고 그 對應技術의 開發에 總力을 기울여 現在는 다음과 같은 環境設備의 要素技術(이미 實用化되고 있거나, 實用化의 展望이 뚜렷한 것)을 保有하고 있다.

- (1) 大氣汚染防止技術……集塵裝置
 - 同 上 ……排煙脫硝裝置
 - 同 上 ……排煙脫黃裝置
- (2) 水質汚濁防止技術……排水處理裝置
- (3) 固體廢棄物處理技術…灰處理裝置
 - 同 上 ……廢棄物處理裝置

그리고 이 以外에도 騒音防止, 振動防止 등의 對策技術도 保有하고 있어 關聯機器에 適用하고 있다.

火力發電플랜트의 環境對策은 단지 個個의 要素技術을 集合시켜 놓는 것만으로는 不充分하므로 이것들을 有機的으로 組合한 綜合的인 토달시스템으로 對處할 필요가 있다. 日立 그룹에서는 火力發電플랜트 베이커의 特長을 十分 발휘하여 發生源 對策과 處理技術의 兩者를 統合한 토달엔지니어링에 依한 플랜트 全體로서의 調和를 이룬 最適시스템計劃이 可能하다.

여기서는 石炭火力發電플랜트를 對象으로 한 各種 環境設備 가운데 排煙處理系統의 集塵裝置, 排煙脫硝裝置, 排煙脫黃裝置 등의 要素技術의 一端과 環境設備시스템의 一例로서 排가스

處理시스템에 관해서 記述한다.

2. 排개스處理시스템

① 石炭燃燒보일러 排개스의 性狀

石炭燃燒보일러의 排개스性狀 및 煤煙의 性狀은 [表1.2]에 나타난바와 같이 重油보일러 排개스와 크게 相違하는 特質은 煤煙量이 100 倍 以上이나 많다는 것과 煤煙의 主成分이 시

[表 1] 石炭燃燒보일러 排개스의 性狀

(石炭 種類의 相違에 따라 보일러 排개스의 性狀도 變化하는 것을 表示한 것임)

石炭炭種	A	B	C	D	E	
石炭性狀	發熱量(kca/kg) (乾炭베이스)	6,000	5,900	6,150	6,600	7,100
	灰分(%)	20	26	26	17	11
	硫黃分(%)	0.5	1.3	3.0	0.7	0.8
	窒素分(%)	1.0	1.0	0.8	1.6	1.0
排개스性狀	보일러節炭器出口煤塵量 (g/m ³ N)	20	25	25	15	9
	空氣淨化器出口 SOx(ppm)	350	1,100	2,500	550	600
	보일러節炭器出口 NOx(ppm) 6%換算	170~200	170~200	170~200	200~250	200~250

註. 表中의 煤塵量 SOx, NOx는 모두 乾개스 베이스

[表 2] 보일러排개스中 煤塵의 性狀

(石炭 및 重原油 燃燒보일러 出口에서의 排개스中 煤塵性狀의 一般의인 代表例를 表示한 것임)

項 目	石炭연소	重原油연소
煤塵量(g/m ³ N)	15~25	0.05~0.2
平均粒徑(μ)	20~30	1~5
煤塵成分		
SiO ₂ (%)	50~55	15~20
Al ₂ O ₃ (%)	27~30	—
SO ₃ (%)	0.3~0.7	25~35
C(%)	0.3~1.0	50~60
固有電氣抵抗(Ω-cm)	1 × 10 ^{12~13}	1 × 10 ^{3~5}

리카, 鉍鉛이며, 그리고 排개스中 塩素分(HCl), 弗素分(HF) 등을 含有하고 있다는 것이다.

따라서 石炭燃燒 보일러를 對象으로 한 環境 設備은 煤塵이 적은 重油燃燒보일러에 比해서 보다 高度의 處理技術이 필요하다.

② 排개스處理시스템

石炭燃燒보일러排개스의 處理시스템은 集塵, 脫硝, 脫黃의 各要素技術로 구성되는데 各設備에 있어서 煤塵對策의 分担比率를 어떻게 생각하느냐에 따라서 몇가지의 시스템이 構成되며 또 시스템의 出口煤塵量을 어느 정도 맞아들이느냐에 따라서 그 構成이 變化된다.

여기서는 煙突出口에서의 硫黃酸化物(SOx) 濃度, 窒素酸化物(NOx)濃度を 一定(各各50ppm 以下, 20ppm 以下)하게 하고 煤塵量을 10~30 mg/m³N로 맞았을 境遇의 시스템構成 比較를 [表 3]에 表示했다.

各시스템에는 一長一短이 있어 시스템의 選定에 있어서는 技術的 信賴性, 運轉保守性 및 經濟性 또 今後의 技術開發의 추진方法 그리고 將來에 있어서도 汚染物質의 排出規制值와의 關聯 같은 것도 考慮할 필요가 있다.

따라서 一定하게 시스템을 限定시킬 수는 없으나 現時點의 技術을 基礎로 하여 比較한다면 가장 信賴性이 높은 各裝置를 組合한 시스템의 케이스 5 또는 케이스 6이 가장 實用的이다.

또한 高煤塵에 있어서의 파라레 후로우 脫硝의 信賴性이 實証된 時點에서는 케이스 2가 最適 시스템이라고 생각된다.

그리고 시스템의 設計에 있어서는 石炭燃燒 보일러排개스 特有의 諸條件 即 重油燃燒보일러排개스에 比較해서 煤塵濃도가 대단히 크고 NOx 濃도가 比較的 크며 排개스中의 塩素(Cl) 弗素(F) 등의 陰이온 濃도가 크다고 하는데 대해서 十分 考慮해둘 필요가 있어 그 主要項目을 [表 4]에 表示했다.

[表 3] 石炭燃焼火力発電プラント用 排煙処理システムの比較

ケース	システム	特記事項
1	<p>目標煤塵排出濃度 25mg/m³以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> 無触媒脱硝の技術確立が 필요 炭種에 따라서는 L-EP用 煤塵調質이 필요 바리알 후ろ우에 의한 脱硝技術 評價要 (摩耗 対策) 脱硫出口로의 煙道 레미스타 設置로 煤塵量 抑制 L-EP捕集灰中の NH₃ 対策要
2	<p>10mg/m³以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> 炭種에 따라서는 EP用 煤塵調質이 필요 바리알 후ろ우에 의한 脱硝技術 評價要 (摩耗 対策) 脱硫出口의 煙道 레미스타 設置로 煤塵量 抑制 L-EP捕集灰中の NH₃ 対策要
3	<p>30mg/m³以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> 배필터의 石炭 연소로 인려 排िकास에서의 實証要 <ol style="list-style-type: none"> 炭種에 의한 性能變動이 高性能化 容易 ろ布 摩耗 있음 계 温度 條件에 制限 있음 (露点 温度以上) 백필터 捕集灰中の NH₃ 対策要
4	<p>30mg/m³以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> 바리알 후ろ우에 의한 脱硝技術 評價要 L-MC의 效率 80~90% 程度 G/G 히터의 리-그에 의한 煤塵 增大 煙道 레미스타-대 濕式 EP의 設置로 煤塵 対策要
5	<p>10mg/m³以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> 確立된 技術의 綜合으로 信頼性 大 GR 후-양 및 A/H의 摩耗 小 리-그 NH₃에 의한 A/H에의 酸性硫安 付着 大
6	<p>20mg/m³以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> 中程度の 煤塵에 対応될 수 있는 技術 評價要 리-그 NH₃에 의한 A/H에의 酸性硫安의 付着 少 H-EP의 腐蝕 トラ 可能
7	<p>30mg/m³以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> H-MC의 效率 80% 程度 H-MC의 實証要 G/G 히터 리-그에 의한 煤塵 增加 있음 濕式 EP 設置하여 煤塵 対策 要

註: 略語說明

BLR=보 일러

NH₃=암모니아가스

DeNOx=乾式脱硝裝置

A/H=空氣予熱器

L-EP=低溫EP

G/G HTR=계스-개스히터

DeSOx=濕式石灰石-石膏法排煙脫硫裝置

STACK=煙突

DeMIST=煙道設置 레미스타

Bag F=백필터

L-MC=低溫 열타 사이클론

W-EP=濕式EP

GR=계스再循環

H-EP=高溫EP

H-MC=高溫 열타 사이클론

(煙筒으로부터 排出되는 煤塵 濃度를 몇 개로 測定하는 나에 따라서 생각할 수 있는 處理 시스템中 7케이스에 關係서 比較 表示한 것임)

[表 4] 石炭燃焼보일러用 排煙處理시스템 計劃上的 主要한 考慮事項

(시스템을 構成하는 各設備를 計劃할 경우에 考慮해야 할 事項의 主要項目을 表示했다)

裝 置	計劃上的 考慮 事項		對 策	實 績	今後의 問題點
	現 象	問 題 點			
電 氣 集 塵 裝 置	高濃度 煤塵의 流入	高効率 集塵	高溫 EP 의 採用	高溫 EP 의 実績, 一般産業에 多數 있음. 石炭用으로서는 北海道 電力株式會社 江別發電所에서 実証테스트 完了 (2,000m³N/h) 美國 벨크사와 技術提携	石炭燃焼보일러에 의한 國內 實用機器 実証 要
	高電氣 抵抗 煤塵	不安定 集塵			
	가스후로우의 均一化		가스流速分布의 數 値管理	実機로서 実績 多數 있음	特別히 없음
	安 定 運 轉		歪無電極板의 採用 最適 荷電制御方式	実機의 実績 多數 있음	
排 煙 脫 硝 裝 置	高濃度 煤塵의 流入	閉塞트러블	高溫 EP 에 의한 除塵觸媒移動形 反應器 採用	高溫 EP 와의 組立 파이롯트로 実証 테스트 完了 (2,000m³N/h)	石炭 보일러에 의한 國內 實用機器 実証 要
			바라켄 후로우의 採用	研究所, 工場 및 電力會社 테스트 中	觸媒 壽命의 確認
	NH ₃ 의 流出	二次 汚染	高性能 觸媒의 採用 으로 NH ₃ /NOx 濃 比低減	실績 있음	流出量 제로
	酸性 硫安의 生成	A/H의 閉塞	流出 NH ₃ 의 低減	重山專燒 보일러로 実績 있음 石炭 燃焼보일러에서는 파이롯트 테스트 中	長期 確認 테스트 要
排 煙 脫 硫 裝 置	高濃度 煤塵의 流入	石符 純度低下	다스트分離方式의 採用	一般産業에서 実績 있음 石炭燃焼보일러用으로서 電源開發株式會社 竹原發電所에서 파이롯트 実証 테스트 完了	特別히 없음
	CIF 등의 陰이온 物質 流入	性能 低下	다스트分離에 의해 서 吸收系로에 流入 防止	電源開發株式會社 竹原發電所에서 実証 테스트 完了	同 上
		腐蝕 發生	耐蝕, 耐磨耗材의 採用	電源開發株式會社 竹原發電所에서 実績 있음	同 上
		石符 純度低下	工水에 의한 洗淨工 程 追設	同 上	同 上
	스케이링	閉塞트러블	PH 콘트롤 石符濃도콘트롤	同 上	同 上
	가스 再加熱 熱源低減		G/G 히타의 採用	電力會社 / 히타메이커에서 共同 研究中	因斯機器의 信頼性 確認 要
	시스템 로스의 低減		改良多孔板吸收塔의 採用 스크레퍼 吸收塔의 採用	電源開發株式會社 竹原發電所 2,500m³N/h 파이롯트로 実証 테스트 完了	大型 實用機器 実証 要

3. 高温電氣集塵裝置

石炭燃焼보일러用 集塵裝置는 排가스中的 煤塵量이 대단히 많은데다가 煤塵 規制가 一層

嚴하게 될것으로 展望되기 때문에 高效率의 것이 要望되고 있다. 이 條件에 適合한 集塵裝置는 電氣集塵裝置 (EP) 또는 백필터 (BF) 이지 만 現在로서는 実績面에서 EP 의 採用이 妥當하다.

石炭燃焼보일러用 EP의 計劃에서 가장 性能에 影響을 줄수 있는 因子는 煤塵의 外觀固有電氣抵抗值(P)이다. 보통EP(電氣集塵裝置)가 安定된 性能을 발휘할 수 있는 外觀固有電氣抵抗值(P)는 $10^4 \sim 10^{11} \Omega - \text{cm}$ 의 範圍이며 이것을 逸脫한 煤塵은 EP로 捕集하기가 困難하다.

① 煤塵의 外觀固有 電氣抵抗值

石炭燃焼보일러 排개스中の 煤塵의 P는 一般的으로 石炭의 性狀과 排개스 溫度에 따라 크게 影響을 받는다.

(1) 石炭性狀의 影響

煤塵의 P는 그中の 高抵抗物質(시리카: SiO₂ 또는 알미나: Al₂O₃, 등)이 많을수록 그리고 煤塵에 附着한 無水硫酸(SO₃)을 中和하는 알카리金屬 成分(酸化칼슘: CaO, 酸化마그네슘: MgO, 酸化카리움: K₂O 등)이 많을수록 높아진다.

한편 煤塵의 體積電氣傳導度를 높이는 作用이 있는 酸化나트륨(Na₂O)이 많을수록 또 表面電氣傳導度를 높이는 SO₃와 關係하는 石炭中の 硫黃(S)分이 많을수록 P는 低下된다.

(2) 溫度와의 關係

石炭中の S 分의 量과 煤塵 P와 溫度와의 關係를 [圖 1]에 表示했는데 150°C 程度의 低溫領域(보일러空氣予熱器 出口의 개스 溫度)에서는 煤塵 P는 表面電氣傳導가 支配的이며 그 때문에 개스中の 水分이나 SO₃(石炭中の S 分)에 크게 影響을 받는다.

한편 350°C 程度의 高溫 領域(보일러 節炭器 出口의 개스 溫度)에서는 煤塵 P는 體積電氣傳導가 支配的이어서 煤塵中の Na₂O 에도 影響을 미쳐 다시 SiO₂ 나 Al₂O₃ 의 P의 溫度特性이 負가 되므로 그 影響을 받아 煤塵 P는 低下된다.

以上과 같이 石炭炭種이 一定하지 않고 여러 種이므로 變動할 경우 EP는 高性能 保持라고

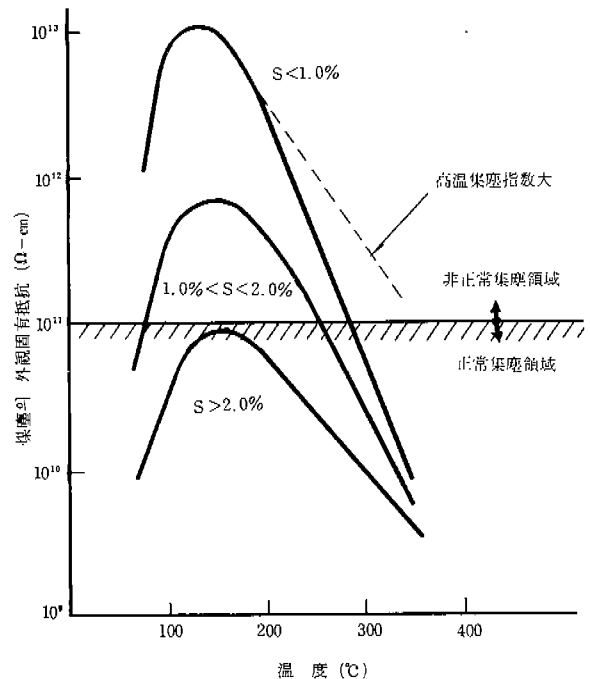
하는 信賴性的의 面에서 高溫 EP의 採用이 바람직 하다.

그러나 石炭中에는 高溫域에서도 煤塵의 P의 低下가 작은 것이 있어 이같은 것을 計劃條件에 適合한 EP를 計劃하지 않으면 運轉에 들어가서 性能 不足을 초래하여 問題가 된다.

따라서 이의 事前 把握은 重要한 포인트가 되는데 이 煤塵QP의 高溫域에서의 低下의 어느 程度值를 우리는 高溫集塵指數라고 부르며 石炭分析值로부터 推測하는 技法을 採用하고 있다.

② 高溫集塵指數

石炭의 種類와 高溫時의 煤塵 P와의 關係를 여러가지 調査한 結果 煤塵中の 알카리 金屬成分의 比率 P와는 어느 程度의 相關性이 있다는 것을 찾아냈기 때문에 石炭分析值中の 灰分組成分析值로부터 그 比率(高溫集塵指數)을 求하여 EP 計劃에 適用시키고 있다.



注: S=燃料中の 硫黃分

[圖 1] 煤塵의 外觀固有電氣抵抗과 溫度의 關係 (石炭燃焼보일러 排개스中の 煤塵의 外觀固有電氣抵抗值의 溫度에 따라 變化하는 狀態를 表示한 것)

$$\text{高温集塵指數} = \frac{\text{鐵 및 알칼리金屬의 酸化物 (Wt\%)}}{\text{酸化나트륨 (Wt\%)}} \\ = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}}$$

高温集塵指數와 集塵率의 實測例을 [表 5]에 表示했다. 이것은 高温 EP 파이롯트 테스트의 結果이지만 指數가 커지면 高温에서의 P의 低下度가 작아져서 集塵 性能이 低下된다.

따라서 이같은 경우의 EP의 計劃 베이스는 煤塵이 높은 P라는 것을 考慮할 需要가 있다.

③ 石炭燃焼보일러用 高温 EP의 特長

石炭燃焼보일러用으로서의 高温 EP는 소프 트웨이 및 하드웨이面에서 여러가지 研究, 改善을 行하고 있으며 그 特長은 다음에 記述하는 바와 같다.

(1) 性能 保證에 對해서 充分한 信賴性을 가진 合理的인 計劃

(a) 美國 벨코社와의 技術提携에 따라 그 「노우하우」에 의한 設計 計劃을 實施

(b) 北海道 電力株式會社 江別發電所에서의 파이롯트高温 EP에 의한 長期間 테스트(約 7,000時間)나 數次의 調査試驗에서 얻어진 技術「노우하우」의 適用

(c) 오스트랄리아, 남아프리카, 中共 등의 外國炭 性狀의 조사 및 파이롯트 테스트에 의한 集塵特性 調査 結果의 適用

[表 5] 高温集塵指數와 集塵率의 實測例

石炭 炭種에 따라서 變化하는 高温集塵指數와 集塵率에 관한 파이롯트 테스트의 實測例을 表示한 것.

項 目	石 炭 混 雜 比 率					
	A	100	80	50	25	-
石炭種別	B	-	20	50	75	100
集塵率 (%)	99.7	99.2~99.7	99.3~99.6	99.2~99.5	98.1~98.2	
pat 350°C (Ω-cm)	3.0×10 ⁴	1.0×10 ⁴	9×10 ³	1.3×10 ³	1.0×10 ³	
pat 150°C (Ω-cm)	1.5×10 ⁴	1.3×10 ³	8.0×10 ³	2.5×10 ³	8.0×10 ³	
高温集塵指數	8.7	10.0	12.2	16.4	22.3	

(2) 長期間에 걸친 安定 運轉이 可能

(a) 變化가 작은(熱變化 5mm 以內, 350°C에서) 集塵極, 放電網의 採用

(b) 斷線없는 放電極(4mm角線等)의 採用

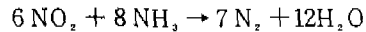
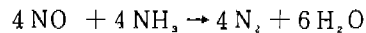
(c) 煤塵의 剝離效果 및 再飛散防止 效果가 좋은 集塵極分散 植打方式의 採用

(d) 集塵室의 鉄骨架台와 잔바를 分離構造로 하여 熱膨脹을 吸收하는 슬라이드構造의 採用에 의한 極間 갯치의 保持

(3) EP 大型化에 隨伴한 개스후로우 調整技術이나 스케일링技術의 適用

4. 排煙脫硝裝置

이미 實用機로서 開發한바 있는 脫硝프로세스는 反應溫度가 350°C 前後에서 암모니아(NH₃)를 還元劑로서 使用하고 觸媒에 의한 排개스中の 窒素酸化物(NO_x)을 無害한 窒素(N₂)와 水蒸氣(H₂O)로 分解하는 乾式接觸 還元分解法인데 反應式은 다음과 같다.



裝置의 優劣은 觸媒의 良否로 直接 左右되기에 때문에 高活性, 長壽命의 觸媒 開發이 脫硝裝置 開發의 最大 焦點이 되고 있다.

① 脫硝觸媒

(1) 觸媒의 開發

보일러用 排煙脫硝 裝置의 觸媒 開發은 1963년부터 着手한 以來 粒狀 觸媒에 관한 性狀, 形狀, 製造法 등의 研究, 開發을 推進, 1973년에 그 基本 開發을 完了하고 74년부터는 各種 燃料보일러 實개스에 의한 實証테스트를 계속하면서 實機 製作을 함으로써 予想 性能을 充分히 滿足시키고 있음이 確認되고 있다.

한편 板狀 觸媒에 대해서도 粒狀 觸媒를 基礎로 한 高活性 觸媒를 76년에 開發하여 다이메이 개스에의 適用을 進行시키고 있다. 現在

에는 重油燃焼보일러 排개스用 実機가 運轉에 들어가 있고 또 石炭燃焼보일러 排개스用으로서의 実証테스트도 実施中에 있어 모두 좋은 成績을 나타내고 있다.

(2) 觸媒의 選定과 特性

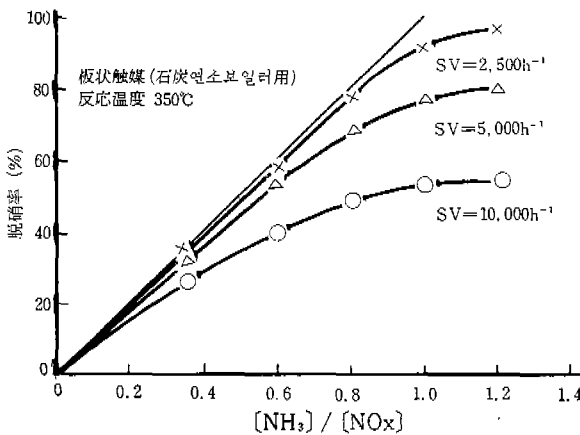
보일러排개스의 性狀에 따라 가장 適合한 觸媒 形狀과 그에 알맞는 反應器 形式을 選定할 必要가 있는데 그 組合 方法은 大略 [表 6]에 表示한 바와 같다.

[表 6] 排개스性狀에 依한 觸媒形狀과 反應器 形式

(排개스中の 煤塵 濃度에 따라 適用하는 觸媒形狀과 反應器 形式의 組合을 表示한 것)

보일러 燃料	排개스性狀	觸媒 形狀	反應器形式
LNG, LPG	그 린	小粒狀(円柱狀)	固 定 床
灯 油	나아베이	板 狀	固 定 床
LS 重原油			
HS 重原油			
石 炭			

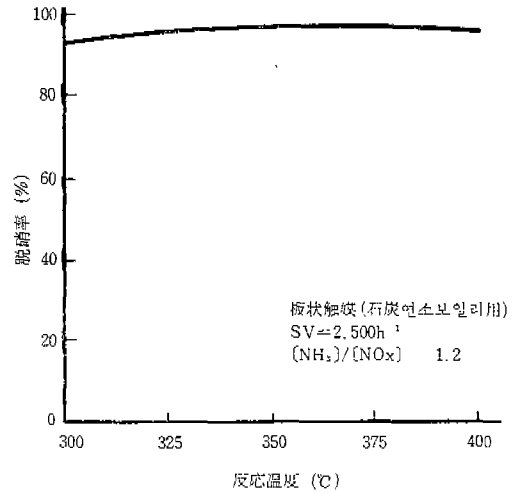
註: LNG=液化天然가스, LPG=液化石油가스



[圖 2] $[NH_3] / [NO_x]$ 와 脱硝率의 關係

(排개스中の NO_x 濃度와 注入하는 還元劑인 NH_3 의 濃度の 모루비에 對한 脱硝率의 變化에 대해서 SV(空間 速度)를 바로메타로 表示했다)

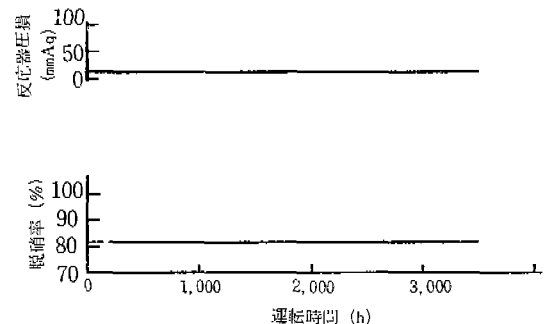
石炭燃焼보일러 排개스用 脱硝裝置는 排개스 中の 煤塵 濃度가 높기 때문에 板狀觸媒 固定 床式 反應器(바라렐 후로우式)를 採用하게 되는데 그 板狀觸媒의 特性을 [圖 2.3]에 그리고 脫개스테스트의 結果를 [圖 4]에 表示했다.



[圖 3] 反應温度와 脱硝率의 關係

(脱硝 反應 温度(排개스温度)의 變化에 對한 脱硝率의 關係를 表示한다)

개스속(m³/h)	300
反應温度(°C)	350
$[NH_3] / [NO_x]$	0.83



[圖 4] 石炭燃焼보일러 排개스用 바라렐 후로 우式 脱硝 파이롯트 플랜트 運轉 經過

(石炭燃焼보일러 排개스 實개스에 依한 테스트 結果를 表示한 것으로 排개스中の 煤塵 濃度變化가 있어 도 反應器 压損이나 脱硝率이 一定하다는 것을 表示한 것임)

② 石炭燃焼보일러用 排煙脫硝 裝置의

考慮點

이 裝置에서 특히 考慮하지 않으면 안될 點은, 排개스中の 煤塵 濃度가 높다는 것과, SO₂에 의해 生成되는 酸性硫酸의 두가지 對策을 如何히 解決할 것인가 하는 點이다.

(1) 高濃度煤塵에 의한 觸媒 閉塞 對策

排개스中の 煤塵 濃度가 重原油 燃焼보일러 排개스에 비해 대단히 크고 觸媒에 附着하기 쉬운 性質을 가지고 있으므로 對策으로서는 前置集塵裝置의 有無에 따라서 方式을 달리한다. 그 概要를 [表7]에 表示한다. 現時點에서는 高煤塵에 起因하는 觸媒의 磨耗, 煤塵의 堆積을 輕減시키는 케이스A의 것이 信賴性이 높다고 한다.

바라셀 후로우式 反應器는 板狀觸媒를 개스 흐름과 平行하게 充分한 間隙을 가지고 規則的으로 配置하고 있으므로 煤塵에 의한 觸媒의 막힘은 基本的으로 생기지 않는다.

A 케이스		B 케이스	
시스템의 概要			
前置集塵設備에 의해 許容煤塵濃度까지 入口煤塵을 除去하는 方式		前置集塵設備를 設置하지 않고 들어온 煤塵은 그대로 觸媒層을 通過시키는 方式	
시스템후로우			
觸媒層閉塞防止對策	前置集塵	있음	없음
	反應器 入口煤塵量	0.05~0.2g/m ³ N 程度	約30g/m ³ N 程度
	反應器形式	바라셀후로우形固定床式	바라셀후로우形固定床式
	觸媒形狀	板狀觸媒	板狀觸媒

[表7] 觸媒層 閉塞 防止對策에 대해서 基本的인 思考法

(排개스中の 煤塵에 의한 觸媒의 閉塞防止에 관한 基本的인 思考法, 2가지 케이스를 對比하여 表示한 것임)

그러나 煤塵의 萬一의 堆積에 對備해서 反應器內의 개스 흐름은 方向 選定이나 스트후로워의 設置 등을 考慮할 필요가 있는 境遇도 있다.

(2) 酸性硫酸鹽 對策

還元劑로 注入한 NH₃의 一部는 排개스중에 포함된 SO₂와 反應하여 酸性硫酸鹽(酸性硫酸)이 된다. 이것이 觸媒에 附着하면 脫硝 性能이 低下되며 脫硝裝置의 運轉溫度를 酸性硫酸의 生成溫度 以上에서 運轉하는 것을 原則으로 하여 低負荷時에도 보일러節炭器 入口로부터 排개스溫度를 높여서 運用範圍를 넓게 하는 등의 對策을 行하고 있다.

그리고 酸性硫酸이 보일러 空氣予熱器의 эле멘트(約 230℃ 以下가 되는 中低溫部)에 附着 堆積하게 되면 空氣予熱器의 閉塞 및 腐蝕을 일으킬 염려가 있으나 그 對策으로서는 다음과 같은 組立으로서 對處가 可能하다.

(a) 脫硝裝置에서 流出되는 NH₃를 極力 低減한다.

(b) 空氣予熱의 스우트부로우 및 水洗를 強化한다.

(c) 空氣予熱器 эле멘트의 타일을 變更한다.

(3) 板狀觸媒의 特長

(a) 長期間 突개스태스트에 의해 實證된 高活性, 長壽命의 粒狀觸媒를 기초로 開發된 觸媒이다.

(b) 觸媒 эле멘트의 두께는 約 1mm로 얇게 하고 스페이스 후막타가 良好하며 플렉트로서 抵抗損이다.

(c) 觸媒эле멘트를 개스 흐름는 것과 平行으로 配列한 單純構造로서 煤塵에 의해 閉塞되는 일이 적다.

(d) 觸媒의 剝離防止를 위해 日立獨自로 開發한 特殊加工을 金屬 基板에 했다.

(e) 觸媒는 부르크화되어 構造的으로도 強

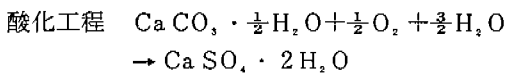
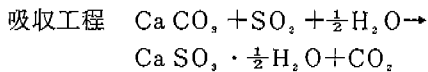
도를 가지고 있어 取扱이 容易하다.

(f) 原料調整으로부터 觸媒製造까지 日立一貫體制로 되어 있다.

5. 排煙脫硫裝置

火力發電用 보일러의 排가스處理로서 現在日本에 設置되어 있는 排煙脫硫裝置는 濕式法이 主流이며 日立그룹의 排煙脫硫裝置도 濕式的 石灰石-石膏法이다.

이 方法은 특히 石炭燃焼보일러用 으로서 美國 바브코크 앤드 윌코크社에서 開發된 것인데 美國에서는 世界 最大級의 850MW 石炭燃焼보일러用 全量處理 排煙脫硫裝置가 이미 稼動되고 있다. 한편 日本에서 日立그룹이 納品한 것으로는 中國電力株式會社 玉島發電所 3号機用 500MW 全量排煙脫硫裝置가 重油燃焼보일러로서는 世界 最大이며 또 石炭 燃焼보일러用 으로서는 電源開發株式會社 竹原發電所 1号機用 250MW 全量排煙脫硫裝置가 있는데 둘다 順調롭게 稼動中에 있다.



① 開發狀況

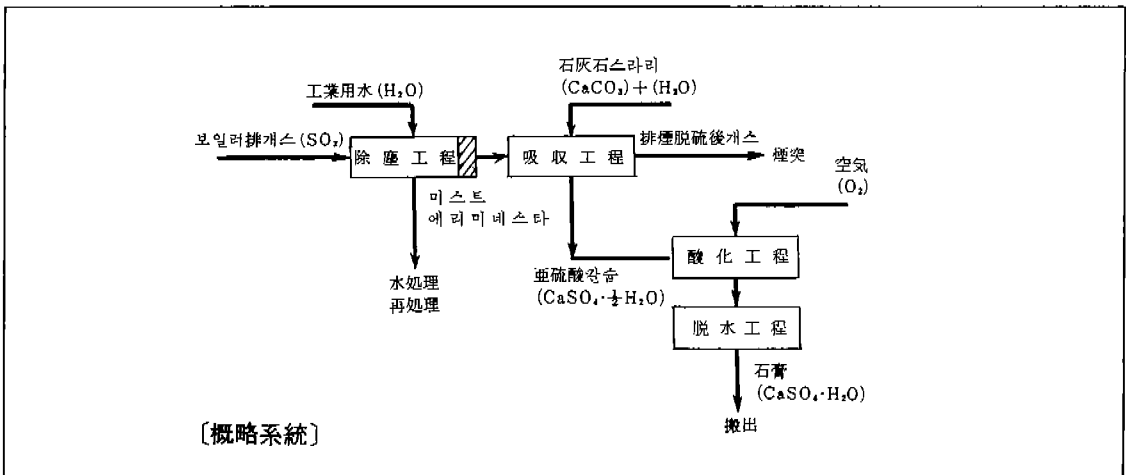
濕式石灰石-石膏法 排煙脫硫裝置는 SO_2 吸收系統을 美國 바브코크 앤드 윌코크社의 基礎研究와 實機의 実績技術을 導入하여 이것에 日立의 酸化 및 石膏回收系統의 研究開發의 成果를 베이스로 $3,000\text{m}^3\text{N/h}$ 의 甕개스 파이롯트 플랜트를 建設하고 시스템의인 兩系統의 試驗研究를 1년간에 걸쳐서 實施함으로써 技術의 確立을 圖謀했다.

그리고 實機 規模의 것으로는 中國電力株式會社와 協同으로 $310,000\text{m}^3\text{N/h}$ 의 플랜트를 同社 水島發電所에 設置하여 1973년 11월 부터

[表 8] 脫硫裝置의 經濟性 向上의 改良策

(濕式脫硫裝置의 經濟性 向上을 期하기 위하여 具體的으로 實施한 유틸리티低減策의 內容)

目的	內容	對策
電力費의 低減 (후앙電力)	脫硫塔의 圧損低減	1. 低圧損 多孔板의 採用 2. 低圧損 除塵塔의 採用
原材料費의 低減 (石灰石, 硫酸)	石灰石 過剩率의 低減	1. 循環탱크의 最適容量의 選定 2. 循環탱크의 構造 最適化



約6개월에 걸쳐 各種試驗을 實施, 技術의 完成을 본 것이다. 現在에는 經濟性 向上을 위해 電力費 및 原材料費의 低減을 [表8]에 나타난 바와 같이 行하고 있다.

② 石炭燃燒보일러 排煙

石炭燃燒보일러 排煙脫硫裝置는 重油燃燒보일러 排煙脫硫裝置에 比較하면 排氣中의 組成, 煤塵量 등이 相違하고 있으며 그 어느것이 라도 性能을 低下시키는 傾向을 가지고 있기 때문에 이에 充分히 對處될수 있는 計劃을 行할 需要가 있다.

(1) 다스트分離시스템을 採用

石炭燃燒보일러 排氣中의 HCl, HF 는 脫硫 性能을 低下시켜 후라이 애쉬(飛灰)는 石膏의 品質을 低下시키므로 이것이 吸收系에 混入되지 않도록 除塵系統을 獨立시켜서 充分한 洗淨과 除塵을 行한다. 그리고 除塵塔出口에 設置한 산프미스트 에리미네타로 飛散分을 捕集 除去하는 方式, 即 다스트分離시스템([圖5]參照)를 採用하여 性能의 向上을 도모하고 있다.

(2) 使用機器의 塩素 腐蝕 對策

排氣中의 HCl을 吸收하면 除塵塔의 循環液中의 Cl 이온 濃度는 대단히 高濃度가 되기 때문에 이 Cl 이온에 의한 材料의 腐蝕(隙間腐蝕, 孔蝕) 對策으로서 適正한 材質選定을 할 需要가 있다.

(3) 出口煤塵量의 低減

裝置出口에서의 煤塵量은 裝置의 除塵 性能과 吸收劑의 캐리오버량으로 支配된다.

가스再加熱方式으로서 가스-가스히터의 採用과도 關聯되는데, 가스-가스히터로서는 極力 煤塵量이 적을 것이 바람직하며 다스트分離方式을 採用하여 吸收塔出口에 미스트를 強化하고 다시 가스-가스히터 入口에 미스트에리미네타를 設置해서 吸收劑의 캐리오버의 低減을 期하고 있다. 또 가스-가스히터의 리그에 의한 裝置出口煤塵의 增加가 있으나 構造的인 考慮로 低減시키고 있다.

6. 結 言

以上, 石炭燃燒火力發電 플랜트用 環境設備 가운데 排氣 處理에 대한 個個의 處理裝置와 그 組合시스템의 技術 動向의 一端에 대해서 記述했다.

今後 一層 強化될 것으로 展望되는 環境規制發電플랜트의 大容量化, 燃料用 外國炭의 多樣化 등에의 對應 技術, 그리고 經濟性을 追求한 코스트미니멈 시스템에의 對應技術등의 確立에 는 다시 研究, 開發이 需要하다.

(圖5) 다스트分離시스템系統圖

(除塵塔과 吸收塔間에 미스트에리미네타를 設置하여 除塵塔으로부터 飛散미스트를 極力捕集하는 同時에 循環液系를 各各 獨立시킨 다스트分離시스템의 후모우를 表示한 것임)

