

石炭焚き火力発電プラント用環境設備

Environmental Pollution Control Equipment for Coal
Fired Thermal Power Plant

我が国ではオイルショック以来、エネルギー資源の有効活用の面から石炭の使用が見直され、最近では石炭焚き火力発電プラントの計画が多くなってきている。一方、石炭焚き火力発電プラントの環境対策は、石炭に起因する幾つかの困難な要因のため、ガスあるいは重油焚き火力発電プラントの場合に比較して、より高度な処理技術が必要である。

そこで、石炭焚き火力用の環境設備のうち、特にボイラ排煙処理に関して最近の技術動向を取り上げ、その概況について紹介する。まず、集塵・脱硝・脱硫の組合せによる排煙処理システムの検討、次に環境設備のうち個々の設備として、集塵は高温電気集塵装置、脱硝は乾式アンモニア接触還元分解法脱硝装置、脱硫は湿式石灰石石膏法脱硫装置についてそれぞれ述べる。

大森昌雄*
久村輝雄**
西村 士**
浅野 弘***

Oomori Masao
Kumura Teruo
Nishimura Tsukasa
Asano Hiroshi

1 緒 言

近年、火力発電プラントでの環境対策は、非常に重要な問題となってきたが、日立グループでは早くからその重要性を認識し、その対応技術の開発に総力を挙げて取り組んでおり、現在では次のような環境設備の要素技術（これらは既に実用化済み、あるいは実用化の見通しを得ている）を保有している。

- (1) 大気汚染防止技術……集塵装置
同 上……排煙脱硝装置
同 上……排煙脱硫装置
- (2) 水質汚濁防止技術……排水処理装置
- (3) 固体廃棄物処理技術…灰処理装置
同 上……廃棄物処理装置

また、これら以外にも、騒音防止、振動防止などの対策技術も保有しており、関連機器に適用している。

火力発電プラントの環境対策は単に個々の要素技術を集合させるだけでは不十分であり、特にこれらを有機的に組み合わせた総合的なトータル・システムとしての対処が必要である。日立グループでは、火力発電プラントメーカーの特長を十分に発揮し、発生源対策と処理技術の両者を統合したトータルエンジニアリングによるプラント全体として調和のとれた最適システムの計画が可能である。

ここでは、石炭火力発電プラントを対象とした各種の環境設備のうち、排煙処理系統の集塵装置、排煙脱硝装置、排煙脱硫装置などの要素技術の一端と、環境設備システムの一例として排ガス処理システムについて述べる。

2 排ガス処理システム

2.1 石炭焚きボイラ排ガスの性状

石炭焚きボイラの排ガス性状及び煤塵の性状は、表1、2に示すとおりで、重油焚きボイラ排ガスと大幅に相違する特質は、煤塵量が100倍以上も多いことと煤塵の主成分がシリカ、アルミナであること及び排ガス中に塩素分(HCl)、フッ素分(HF)などを含んでいることである。したがって、石炭焚き

表1 石炭焚きボイラ排ガスの性状 燃料とする石炭の種類の相違により、ボイラ排ガスの性状が変化することを示す。

石 炭 炭 種		A	B	C	D	E
石 炭 性 状	発熱量(kcal/kg) (乾炭ベース)	6,000	5,900	6,150	6,600	7,100
	灰分 (%)	20	26	26	17	11
	硫黄分(%)	0.5	1.3	3.0	0.7	0.8
	窒素分(%)	1.0	1.0	0.8	1.6	1.0
排 ガ ス 性 状	ボイラ節炭器出 口煤塵量 (g/m ³ N)	20	25	25	15	9
	空気予熱器出口 SOx (ppm)	350	1,100	2,500	550	600
	ボイラ節炭器出 口 NOx (ppm)	170~200	170~200	170~200	200~250	200~250
	6%換算					

注：表中の煤塵量、SOx、NOxはすべて乾ガスペース

表2 ボイラ排ガス中の煤塵の性状 石炭及び重原油焚きボイラ出口での排ガス中の煤塵性状の一般的な代表例を示す。

項 目	石 炭 焚 き	重原油焚き
煤 塵 量 (g/m ³ N)	15~25	0.05~0.2
平 均 粒 径 (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
見掛け固有電気抵抗 (Ω-cm)	1×10 ^{12~13}	1×10 ^{3~5}

* 日立製作所電力事業本部火力技術本部 ** バブコック日立株式会社呉工場 *** 日立プラント建設株式会社

ボイラを対象とした環境設備は、煤塵の少ない重油焚きボイラのそれに比較して、より高度な処理技術が必要である。

2.2 排ガス処理システム

石炭焚きボイラ排ガスの処理システムは、集塵、脱硝、脱硫の各要素技術により構成されるが、各設備での煤塵対策の分担比率をどのように考えるかによって幾つかのシステムが構成されるし、またシステムの出口煤塵量をどこまで抑え込むかによってもその構成が変化してくる。

ここでは、煙突出口での硫黄酸化物(SOx)濃度、窒素酸化物(NOx)濃度を一定(それぞれ50ppm以下、20ppm以下)とし、煤塵量を10~30mg/m³Nに抑えた場合のシステム構成比較を表3に示す。各システムには一長一短があり、システムの選定に当たっては、技術的信頼性、運転保守性及び経済性、更には今後の技術開発の進み方、また将来をも含めた汚染物質の排出規制値との関連なども考慮する必要がある。

したがって、一概にシステムを限定することはできないが、現時点の技術をベースとして比較するならば、最も信頼性の高い各装置を組み合わせたシステムのケース5又はケース6

が最も実用的である。また高煤塵でのパレレルフロー脱硝の信頼性が実証された時点ではケース2が最適システムと考えられる。

また、システムの設計に当たっては、石炭焚きボイラ排ガス特有の諸条件、すなわち、重油焚きボイラ排ガスに比較して煤塵濃度が非常に大きい、NOx濃度が比較的大、排ガス中の塩素(Cl)、フッ素(F)などの陰イオン濃度が大ということなどに対し十分考慮を払う必要があり、その主な項目を表4に示す。

3 高温電気集塵装置

石炭焚きボイラ用集塵装置は排ガス中の煤塵量が非常に多い上に、煤塵排出規制がいつそう厳しくなることが考えられるため高効率のものが要望されている。この条件に適した集塵装置は電気集塵装置(EP)又はバグフィルタ(BF)であるが、現状では実績の面からEPの採用が妥当である。

石炭焚きボイラ用EPの計画で最も性能に影響を与える因子は、煤塵の見掛け固有電気抵抗値(ρ)である。通常、EP

表3 石炭焚き火力発電プラント用排煙処理システムの比較 煙突からの排出煤塵濃度を幾らに選定するかによって考えられる処理システムのうち、7ケースについての比較を示す。

ケース	シ ス テ ム	目標煤塵排出濃度	特 記 事 項
1		25mg/m ³ N以下	(1) 無触媒脱硝の技術確立が必要 (2) 炭種によってはL-EP用煤塵調質が必要 (3) パレレルフローによる脱硝技術評価要(摩耗対策) (4) 脱硫出口へのデミスタ設置により煤塵量を更に低減可 (5) L-EP捕集灰中のNH3対策要
2		20mg/m ³ N以下	(1) 炭種によってはEP用煤塵調質が必要 (2) パレレルフローによる脱硝技術評価要(摩耗対策) (3) 脱硫出口の煙道デミスタ設置で煤塵量抑制 (4) L-EP捕集灰中のNH3対策要
3		10mg/m ³ N以下	(1) バグフィルタの石炭焚きボイラ排ガスでの実証要 (a) 炭種による性能変動なし、高性能化容易 (b) 汚布摩耗あり (c) ガス温度条件に制限あり(露点温度以上) (2) BagF捕集灰中のNH3対策要
4		30mg/m ³ N以下	(1) パレレルフローによる脱硝技術評価要 (2) L-MCの効率80~90%程度 (3) G/Gヒータのリークによる煤塵増加大 (4) 煙道デミスタに代わり湿式EPを設置して煤塵対策要
5		10mg/m ³ N以下	(1) 確立した技術の組合せで信頼性大 (2) GRファン及びA/Hの摩耗小 (3) リークNH3によるA/Hへの酸性硫酸の付着大
6		20mg/m ³ N以下	(1) 中程度の煤塵に対応できるパレレルフローの技術評価要 (2) リークNH3によるA/Hへの酸性硫酸の付着少 (3) H-EPのコンパクト化が可能
7		30mg/m ³ N以下	(1) H-MCの効率80%程度 (2) H-MCの実証要 (3) G/Gヒータリークによる煤塵増加あり (4) 湿式EP設置して煤塵対策要

注：略語説明
BLR=ボイラ A/H=空気予熱器 DeSOx=湿式石灰石-石膏法排煙脱硫装置 Bag F=バグフィルタ GR=ガス再循環
NH₃=アンモニアガス L-EP=低温EP STACK=煙突 L-MC=低温マルチサイクロン H-EP=高温EP
DeNOx=乾式脱硝装置 G/G HTR=ガス-ガスヒータ DeMIST=煙道設置デミスタ W-EP=湿式EP H-MC=高温マルチサイクロン

表 4 石炭焚きボイラ用排煙処理システム計画上の主な考慮事項 システムを構成する各設備を計画する場合に考慮すべき事項の主な項目を表示した。

装置	計画上の考慮事項		対 策	実 績	今 後 の 問 題 点
	現 象	問 題 点			
電気集塵装置	高濃度煤塵の流入	高 効 率 集 塵	高温EPの採用	高温EPの実績一般産業に多数あり。石炭用としては北海道電力株式会社江別発電所で実証テスト済み(2,000m³N/h) 米国ベルコ社と技術提携	石炭焚きボイラによる国内実用機での実証要
	高電気抵抗煤塵	不 安 定 集 塵			
	ガスフローの均一化		ガス流速分布の数値管理	実機での実績多数あり。	特になし
	安 定 運 転		ひずみ無電極板の採用 最適荷電制御方式	実機での実績多数あり。	
排煙脱硝装置	高濃度煤塵の流入	閉塞トラブル	高温EPによる除塵 触媒移動形反応器採用	高温EPとの組合せパイロットで実証テスト済み (2,000m³N/h)	石炭焚きボイラによる国内実用機での実証要
			パラレルフローの採用	研究所、工場及び電力会社でテスト中	触媒寿命の確認
	NH ₃ の 流 出	二 次 汚 染	高性能触媒の採用により NH ₃ /NO _x モル比低減	実績あり	流出量ゼロ
	酸性硫酸の生成	A/H の 閉 塞	流出NH ₃ の低減	重油専焼ボイラで実績あり 石炭焚きボイラではパイロットテスト中	長期確認テスト要
排煙脱硫装置	高濃度煤塵の流入	石膏純度低下	ダスト分離方式の採用	一般産業で実績あり 石炭焚きボイラ用として電源開発株式会社竹原発電所でパイロット実証テスト済み	特になし
	Cl ⁻ ,F ⁻ などの陰イオン物質流入	性 能 低 下	ダスト分離により吸収系への流入防止	電源開発株式会社竹原発電所で実証テスト済み	同 上
		腐 食 発 生	耐食、耐摩耗材の採用	電源開発株式会社竹原発電所で実績あり	同 上
		石膏純度低下	工水による洗浄工程追設	同 上	同 上
	スケーリング	閉塞トラブル	pHコントロール 石膏濃度コントロール	同 上	同 上
	ガス再加熱熱源低減		G/Gヒータの採用	電力会社／ヒーターメーカーで共同研究中	関連機器の信頼性確認要
	システムロスの低減		改良多孔板吸収塔の採用 スプレー形吸収塔の採用	電源開発株式会社竹原発電所2,500m³N/h パイロットで実証テスト済み	大形実用機での実証要

が安定した性能を発揮できる ρ は $10^4 \sim 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲であり、これを逸脱した煤塵をEPで捕集することは困難である。

3.1 煤塵の見掛け固有電気抵抗値

石炭焚きボイラ排ガス中の煤塵の ρ は、一般に石炭の性状と排ガス温度に大きく影響を受ける。

(1) 石炭性状の影響

煤塵の ρ は、その中に高抵抗物質（シリカ：SiO₂やアルミナ：Al₂O₃など）が多いほど、また煤塵に付着した無水硫酸（SO₃）を中和するアルカリ金属成分（酸化カルシウム：CaO、酸化マグネシウム：MgO、酸化カリウム：K₂Oなど）の多いほど高くなる。

一方、煤塵の体積電気伝導度を高める作用のある酸化ナトリウム（Na₂O）が多いほど、また、表面電気伝導度を高めるSO₃と関係する石炭中の硫黄（S）分が多いほど ρ は低くなる。

(2) 温度との関係

石炭中のS分の量と煤塵 ρ と温度との関係を図1に示すが、150℃程度の低温領域（ボイラ空気予熱器出口のガス温度）では、煤塵 ρ は表面電気伝導が支配的であり、そのためガス中の水分やSO₃（石炭中のS分）に大きく影響を受ける。

一方、350℃程度の高温領域（ボイラ節炭器出口のガス温度）では、煤塵 ρ は体積電気伝導が支配的となり、煤塵中のNa₂Oにも影響され、更にSiO₂やAl₂O₃の ρ の温度特性が負でありその影響を受けて煤塵 ρ は低下する。

以上のことから、石炭炭種が一定でなく種々変動する場合には、EPは高性能の保持という信頼性の面から、高温EP

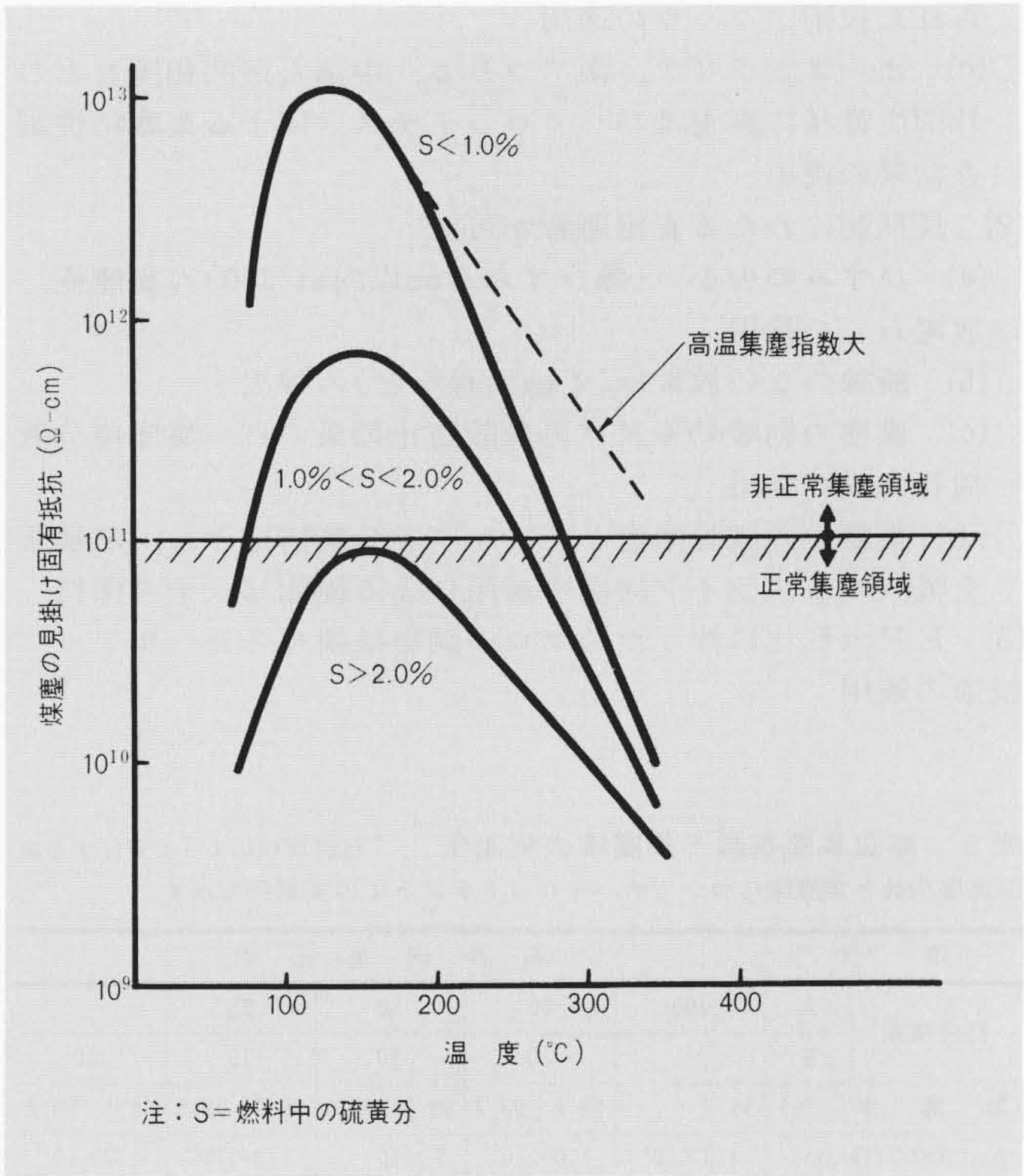


図 1 煤塵の見掛け固有電気抵抗と温度の関係 石炭焚きボイラ排ガス中の煤塵の見掛け固有電気抵抗値の温度により変化する状態を示す。

の採用が望ましい。

しかし、ごくまれではあるが、石炭の中には高温域でも煤塵の ρ の低下が少ないものがあり、このことを計画条件に折り込んだEPを計画しないと運転に入ってから性能不足を招くことになり問題となる。したがって、この事前把握は重要なポイントとなるが、この煤塵 ρ の高温域での低下度合を我々では高温集塵指数と呼び、石炭分析値から推測する技法を採用している。

3.2 高温集塵指数

石炭の種類と高温時の煤塵 ρ との関係を種々調査した結果煤塵中のアルカリ金属成分の比率と ρ とは、ある程度の相関性のあることを見いだしたため、石炭分析値中の灰分組成分析値からその比率(高温集塵指数)を求め、EP計画に適用している。

高温集塵指数=

$$\frac{\text{鉄及びアルカリ金属の酸化物 (wt\%)}}{\text{酸化ナトリウム (wt\%)}}$$
$$=\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}}$$

高温集塵指数と集塵率の実測例を、表5に示す。これは高温EPパイロットテストの結果であるが、指数が大きくなると高温での ρ の低下度が少なくなり、集塵性能が低下している。したがって、このような場合のEPの計画ベースは、煤塵が高 ρ であることを考慮する必要がある。

3.3 石炭焚きボイラ用高温EPの特長

石炭焚きボイラ用としての高温EPは、ソフトウェア及びハードウェア面で種々研究・改善を行っており、その特長は次に述べるとおりである。

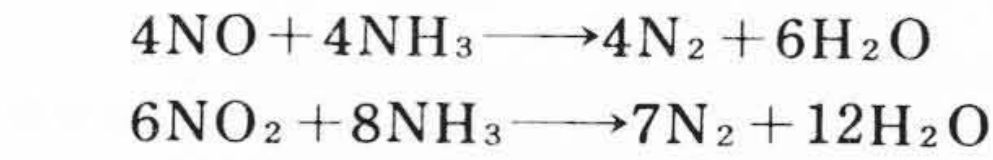
- (1) 性能保証に対し十分な信頼性をもった合理的な計画
- (a) 米国ベルコ社との技術提携により、そのノウハウによる設計計画の実施
- (b) 北海道電力株式会社江別発電所でのパイロット高温EPによる長期間テスト(約7,000時間)や多数の調査試験で得られた技術ノウハウの適用
- (c) オーストラリア、南アフリカ、中華人民共和国などの外国炭性状の調査及びパイロットテストによる集塵特性調査結果の適用
- (2) 長期間にわたる安定運転が可能
- (a) ひずみの少ない(熱ひずみ5mm以内at 350℃)集塵極、放電わくの採用
- (b) 断線のない放電極(4mm角線など)の採用
- (c) 煤塵の剥離効果及び再飛散防止効果の良い集塵極分散槌打方式の採用
- (d) 集塵室の鉄骨架台とチャンバを分離構造とし、熱膨張を吸収するスライド機構の採用による極間ピッチの保持
- (3) EP大形化に伴うガスフロー調整技術やスケールアップ技術の適用

表5 高温集塵指数と集塵率の実測例 石炭炭種によって変化する高温集塵指数と集塵率についてのパイロットテストでの実測例を示す。

項 目		石 炭 混 焼 比 率				
石炭種別	A	100	80	50	25	—
	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	
ρ at 350℃ (Ω-cm)	3.0×10^9	1.0×10^{10}	9×10^9	1.3×10^{10}	1.0×10^{11}	
ρ at 150℃ (Ω-cm)	1.5×10^{12}	1.3×10^{12}	8.0×10^{11}	2.5×10^{12}	8.0×10^{11}	
高 温 集 塵 指 数	8.7	10.0	12.2	16.4	22.3	

4 排煙脱硝装置

既に実用機として開発済みの脱硝プロセスは、反応温度が350℃前後でアンモニア(NH₃)を還元剤として使用し、触媒により排ガス中の窒素酸化物(NO_x)を無害な窒素(N₂)と水蒸気(H₂O)とに分解する乾式接触還元分解法であり、反応式は次のとおりである。



装置の優劣は、触媒の良否に直接左右されるため、高活性、長寿命の触媒の開発が脱硝装置開発の最大の焦点となる。

4.1 脱硝触媒

- (1) 触媒の開発
- ボイラ用排煙脱硝装置の触媒の開発は、昭和38年から着手し、以来粒状触媒についての性能、形状、製造法などの研究、開発を進め、昭和48年にその基本開発を完了し、昭和49年以降は、各種燃料のボイラ実ガスによる実証テストを、引き続いて実機製作を行ない、予想性能を十分に満足することが確認されている。
- 一方、板状触媒についても粒状触媒をベースとした高活性触媒を昭和51年に開発し、ダーティガスへの適用を進めている。現在では、重油焚きボイラ排ガス用実機が運転に入っており、また石炭焚きボイラ排ガス用としての実証テストも実施中であり、いずれも好成績を得ている。
- (2) 触媒の選定と特性
- ボイラ排ガスの性状により、最も適した触媒形状とそれにマッチした反応器形式を選定する必要があるが、その組合せ方は大略表6に示すようになる。
- 石炭焚きボイラ排ガス用脱硝装置は、排ガス中の煤塵濃度が高いため、板状触媒固定床式反応器(パラレルフロー式)を採用することになるが、その板状触媒の特性を図2、3に、また実ガステストの結果を図4に示す。

4.2 石炭焚きボイラ用排煙脱硝装置の考慮点

この装置として特に考慮しなければならない点は、排ガス中の煤塵濃度が高いことと、SO₃により生成する酸性硫酸と、この二つの対策をいかにして解決するかということである。

- (1) 高濃度煤塵による触媒閉塞対策
- 排ガス中の煤塵濃度が重原油焚きボイラ排ガスに比べ桁違いに大きく、触媒に付着しやすい性質をもっていることから、対策としては前置集塵装置の有無によって方式が別かれる。その概要を表7に示す。現時点では、高煤塵に起因する触媒の摩耗、煤塵の堆積などを軽減させるケースAのほう信頼性が高いといえる。
- パラレルフロー式反応器は、板状触媒をガス流に平行に、十分な間隙を保って規則的に配置しているので、煤塵による触媒の目詰まりは基本的には生じない。しかし、煤塵の万一の堆積に備えて、反応器内のガス流れ方向の選定や、スート

表6 排ガス性状による触媒形状と反応器形式 排ガス中の煤塵濃度により、適用する触媒形状と反応器形式の組合せを示す。

ボイラ燃料	排ガス性状	触媒形状	反応器形式
LNG, LPG	クリーン	小粒状(円柱状)	固 定 床
灯 油 L S 重原油 H S 重原油 石 炭	ダーティ	板 状	固 定 床

注：LNG＝液化天然ガス，LPG＝液化石油ガス

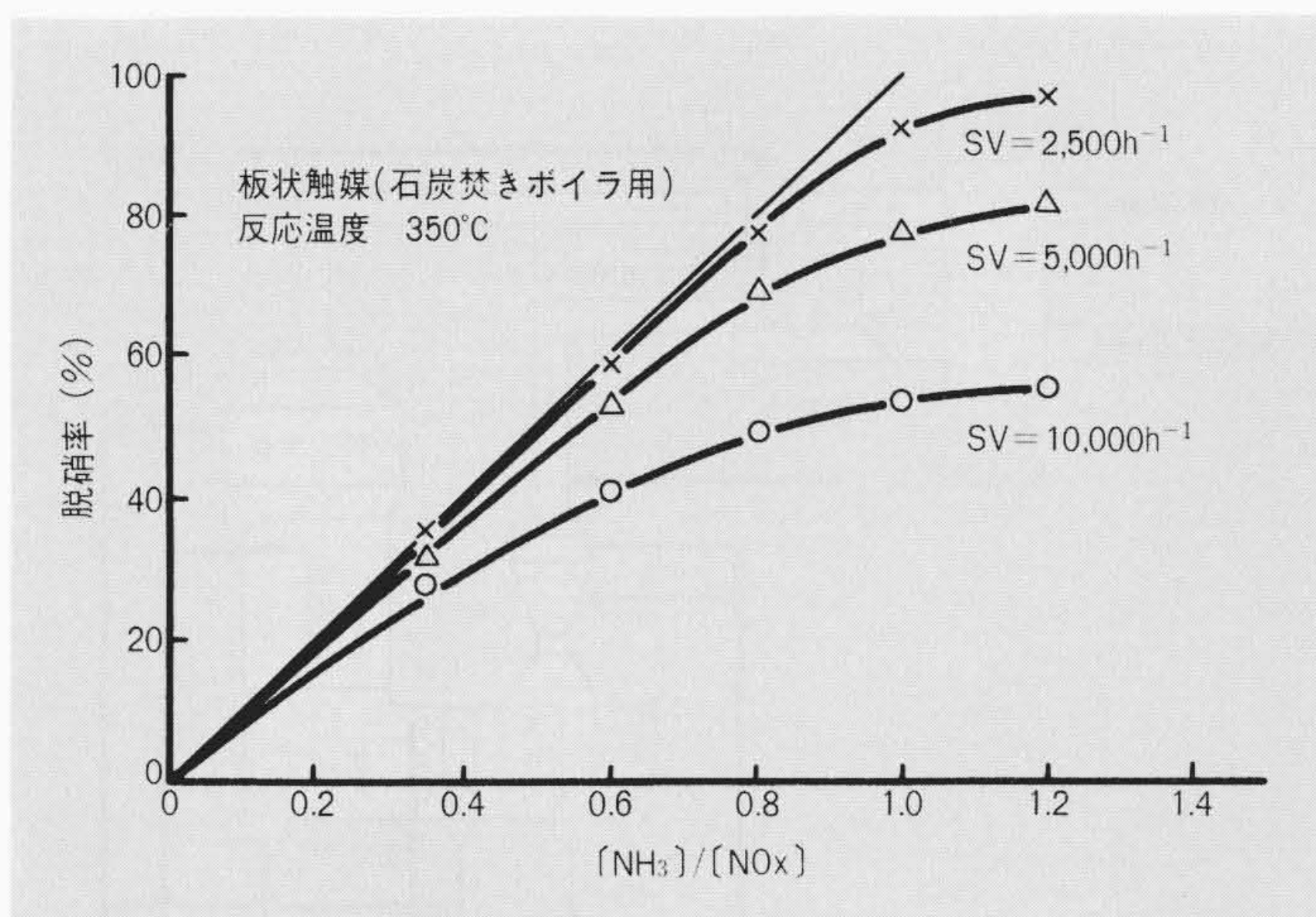


図2 $[\text{NH}_3]/[\text{NO}_x]$ と脱硝率の関係 排ガス中の NO_x 濃度と、注入する還元剤である NH_3 の濃度のモル比に対する脱硝率の変化について、SV(空間速度)をパラメータとして示す。

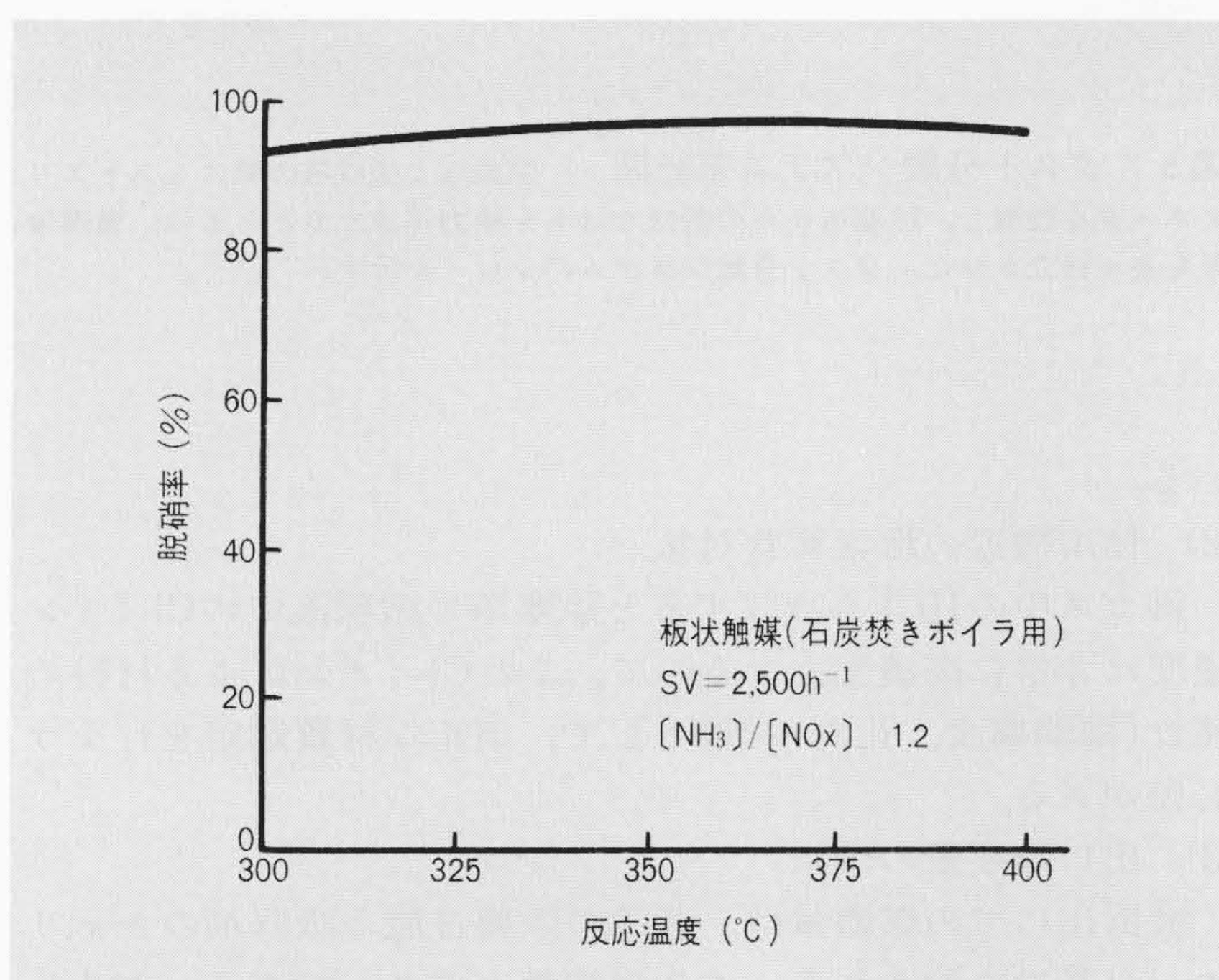


図3 反応温度と脱硝率の関係 脱硝反応温度(排ガス温度)の変化に対する脱硝率の関係を示す。

ブロワの設置などを考慮する必要がある場合もある。

(2) 酸性硫酸塩対策

還元剤として注入した、 NH_3 の一部は排ガス中に含まれる SO_3 と反応して酸性硫酸塩(酸性硫酸)となる。これが触媒に付着すると脱硝性能が低下するので、脱硝装置の運転温度を、酸性硫酸の生成温度以上で運転することを原則とし、低負荷時にはボイラ節炭器入口から排ガスを一部バイパスして、ボイラ出口排ガス温度を高くして、運用範囲を広くするなどの対策を行なっている。

また、酸性硫酸が、ボイラ空気予熱器のエレメント(約230℃以下となる中低温部)に付着堆積すると、空気予熱器の閉塞及び腐食を起こす懸念があるが、この対策としては次の組合せで対処が可能である。

- (a) 脱硝装置からの流出 NH_3 を極力低減する。
- (b) 空気予熱器のストブロワ及び水洗を強化する。
- (c) 空気予熱器エレメントのタイプを変更する。

(3) 板状触媒の特長

- (a) 永年の実ガステストにより実証された高活性、長寿命

ガス量($\text{m}^3\text{N/h}$)	300
反応温度($^{\circ}\text{C}$)	350
$[\text{NH}_3]/[\text{NO}_x]$	0.83

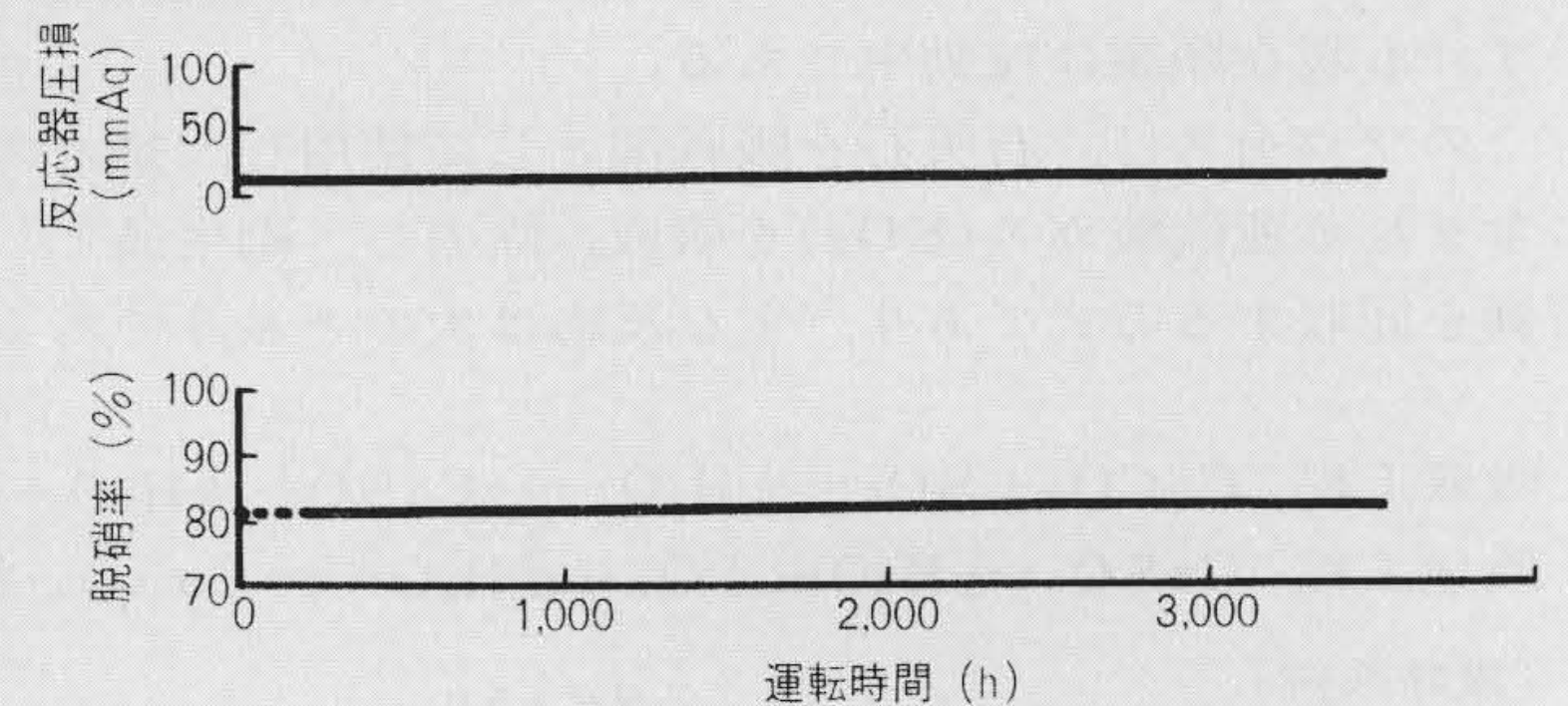


図4 石炭焼きボイラ排ガス用平行フロー式脱硝パイロットプラント運転経過 石炭焼きボイラ排ガス実ガスによるテスト結果を示すもので、排ガス中の煤塵濃度変化があっても反応器圧損や脱硝率が一定であることを示す。

表7 触媒層閉塞防止対策についての基本的な考え方 排ガス中の煤塵による触媒の閉塞防止に関する基本的な考え方の2ケースを対比し表示した。

項 目		ケース A	ケース B
システムの概要		前置集塵設備により許容煤塵濃度まで入口煤塵を除去する方式	前置集塵設備を設置せずに入ってきた煤塵は、そのまま触媒層を通過させる方式
システムフロー		ボイラ → 高温 E P → NH ₃ → 反応器 → A/H → 煙突	ボイラ → NH ₃ → 反応器 → A/H → EP → 煙突
触媒層閉塞防止対策	前置集塵	あり	なし
	反応器入口煤塵量	0.05~0.2g/ m^3N 程度	約30g/ m^3N 程度
	反応器形式	平行フロー形固定床式	平行フロー形固定床式
	触媒形状	板状触媒	板状触媒

の粒状触媒をベースに開発された触媒である。

- (b) 触媒エレメントの厚みは、約1mmと薄く、スペースファクタが良く、コンパクトで低圧損である。
- (c) 触媒エレメントを、ガス流に平行に配列した単純構造であり、煤塵による閉塞が少ない。
- (d) 触媒の剥離防止のため、自社独自で開発した特殊加工を金属基板に施している。
- (e) 触媒はブロック化され、構造的にも強度をもっており取扱いが容易である。
- (f) 原料調整から触媒製造まで、自社一貫体制で行なえる。

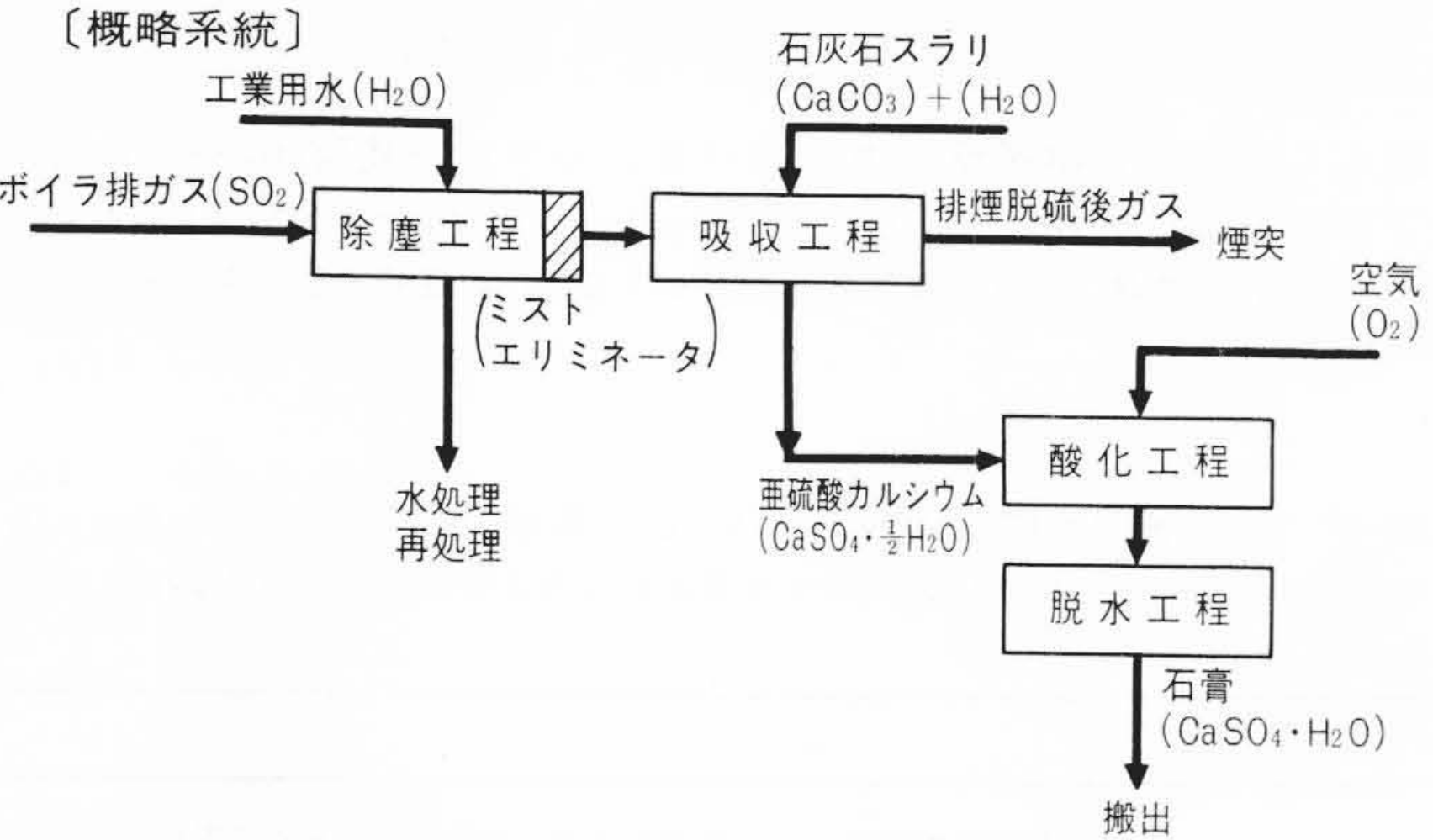
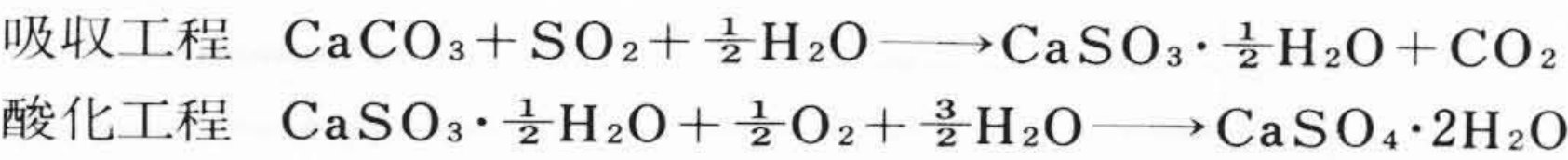
5 排煙脱硫装置

火力発電用ボイラの排ガス処理として、現在、国内に設置されている排煙脱硫装置は、湿式法が主流であり、日立グループの排煙脱硫装置も、湿式の石灰石-石膏法である。

この方法は、特に石炭焼きボイラ用として、米国バブコックアンドウイルコック社で開発されたもので、同社の手により米国では世界最大級の850MW石炭焼きボイラ用全量処理排煙脱硫装置が既に稼動している。一方、国内で日立グル

ープが納入したものでは、中国電力株式会社玉島発電所3号機用500MW全量排煙脱硫装置が重油焚きボイラ用としては世界最大であり、また石炭焚きボイラ用としては電源開発株式会社竹原発電所1号機用250MW全量排煙脱硫装置があり、いずれも現在順調に稼動中である。

このプロセスは、石灰石を吸収剤として使用し、排ガス中に含まれる亜硫酸ガス(SO₂)を吸収、除去し、副産品として石膏を回収する方式であり、主な反応は次のとおりである。



5.1 開発状況

湿式石灰石-石膏法排煙脱硫装置は、SO₂吸収系統を、米国バブコック アンド ウイルコック社の基礎研究と実機の実績技術を導入し、これに自社での酸化及び石膏回収系統の研究開発の成果をベースに3,000m³N/hの実ガスパイロットプラントを建設し、システムの両系統の試験研究を、1年間にわたって実施して技術の確立を図り、更に実機規模のものとして、中国電力株式会社と協同して310,000m³N/hのプラントを同社水島発電所に設置して、昭和48年11月から約6箇月にわたり各種試験を実施し、技術の完成を見たものである。現在では、更に経済性の向上のために電力費及び原材料費の低減を表8に示すとおり行なっている。

5.2 石炭焚きボイラ排煙脱硫装置の考慮点

石炭焚きボイラ排煙脱硫装置は重油焚きボイラ排煙脱硫装置に比較すると排ガス中の組成、煤塵量などが相違しており、そのいずれもが性能を低下させる傾向をもっているため、それらに十分対処できる計画を行なう必要がある。

(1) ダスト分離システムを採用

石炭焚きボイラ排ガス中のHCl、HFは脱硫性能を低下させ、フライアッシュは石膏の品質を低下させるので、これらが吸収系に混入しないよう、除塵系統を独立させて十分に洗浄と除塵を行ない、更に、除塵塔出口に設置した、サンプミストエリミネータで飛散分を捕集除去する方式、すなわちダスト分離システム(図5参照)を採用し、性能の向上を図って

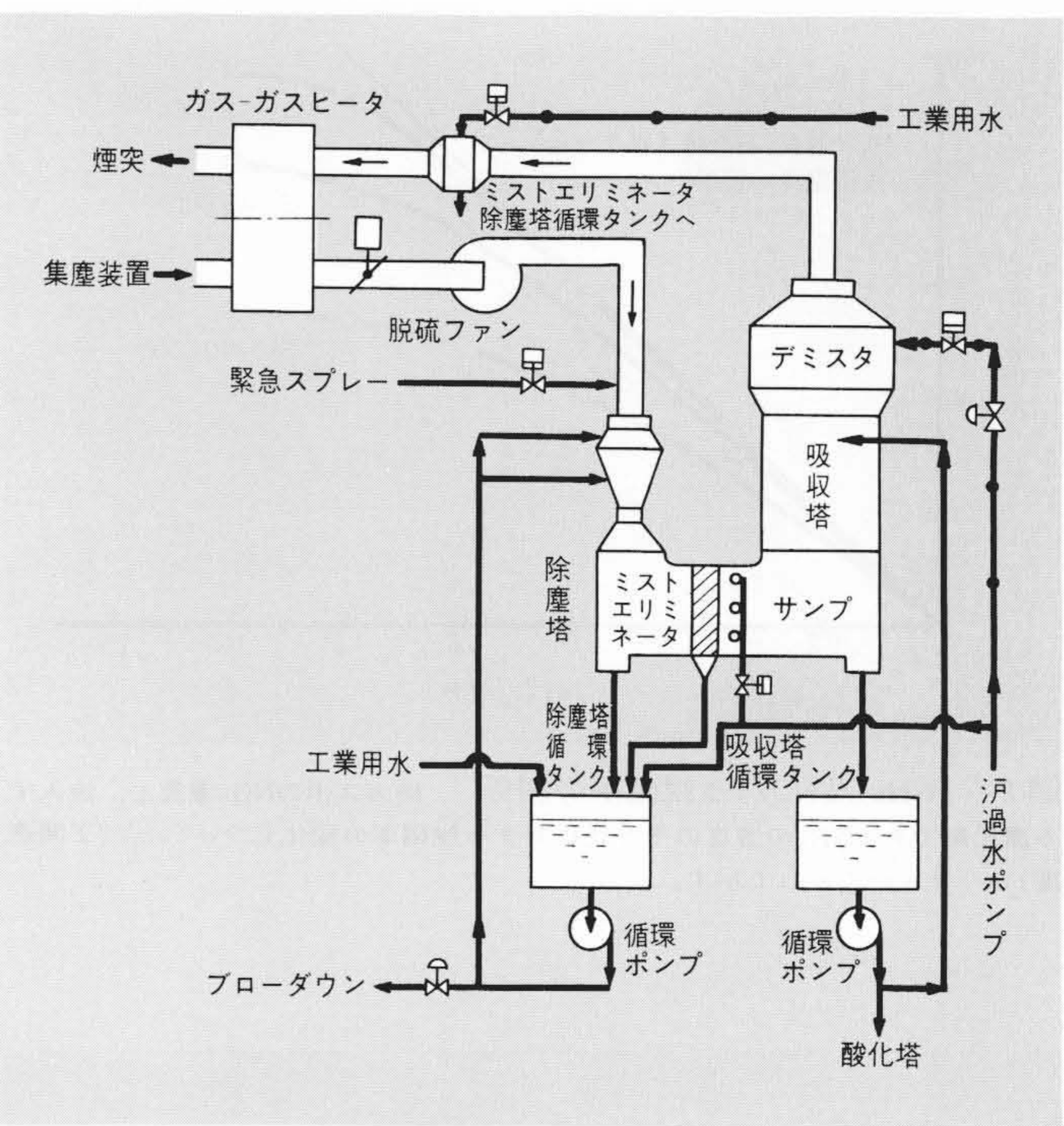


図5 ダスト分離システム系統図 除塵塔と吸収塔の間にミストエリミネータを設置し、除塵塔からの飛散ミストを極力捕集するとともに、循環液系を各々独立させた、ダスト分離システムのフローを示す。

いる。

(2) 使用機器の塩素腐食対策

排ガス中のHClを吸収すると除塵塔の循環液中のClイオン濃度は非常に高濃度となるので、このClイオンによる材料の腐食(隙間腐食、孔食)対策として、適正な材質選定を行なう必要がある。

(3) 出口煤塵量の低減

装置出口での煤塵量は、装置の除塵性能と吸収剤のキャリーオーバー量で支配される。ガス再加熱方式としてガス-ガスヒータの採用とも関連するが、ガス-ガスヒータとしては、極力煤塵量が少ないことが望ましく、ダスト分離方式を採用し、吸収塔出口デミスタを強化して、更にガス-ガスヒータ入口にミストエリミネータを設置して、吸収剤のキャリーオーバーの低減を図っている。また、ガス-ガスヒータのリークによる装置出口煤塵の増加があるが、構造的な考慮を払って低減している。

6 結 言

以上、石炭焚き火力発電プラント用環境設備のうち、排ガス処理に絞って個々の処理装置とその組合せシステムでの技術動向の一端について述べた。

今後いっそう強化されるであろう環境規制、発電プラントの大容量化、燃料用外国炭銘柄の多様化などへの対応技術、一方、より経済性を追求したコストミニマムシステムへの対応技術などの確立には更に研究、開発が必要であり、日立グループはこれらのニーズに対応できるよう、今後ともいっそうの努力を傾注する考えである。

終わりに、現在までの各種環境設備の開発で、ボイラ実ガスでのパイロットテストや実機製作などに際し、種々の御指導、御協力をいただいたそれぞれの電力会社の関係各位に対し、深く感謝する次第である。

表8 脱硫装置の経済性向上の改良策 湿式脱硫装置の経済性向上を図るために、具体的に実施したユーティリティ低減策の内容を示す。

目 的	内 容	対 策
電力費の低減 (ファン電力)	脱硫塔の圧損低減	1. 低圧損多孔板の採用 2. 低圧損除塵塔の採用
原材料費の低減 (石灰石、硫酸)	石灰石過剰率の低減	1. 循環タンクの最適容量の選定 2. 循環タンクの構造最適化