

最近の電気集塵装置

The Latest Trend of Hitachi Electrostatic Precipitator

渡部克巳* Katsumi Watanabe

煤煙の排出基準の強化と公害に対する社会の関心の高まりに伴い、より高性能の集塵装置の開発が要求されている。日立プラント建設株式会社は、このような社会的ニーズにこたえるため電気集塵装置の電極構造の改善、荷電装置の高性能化、ガスフローの改善などにより集塵性能の向上を図るとともに装置の信頼性向上も図っている。本稿は、その具体的な内容について記述し、更に業種別にみた高性能電気集塵装置の新しい応用例として、ガラス溶解炉用集塵、コークス炉回り環境集塵及び煤塵の除去だけでなくガスの浄化も兼用した産業廃棄物処理用集塵の実際について記述した。

最後に今後の集塵装置の動向として、現在開発中の新形式の電気集塵装置について言及した。

1 緒言

近年の急激な工業の発展と集中化に伴い、工場から排出される煤塵の排出規制はますます厳しくなり、従来は問題にされなかった少量の排煙も新たに規制の対象となり、より高い集塵率をもつ集塵装置が要求されている。

電気集塵装置は、最も性能の高い集塵装置として一般に使用されているが、日立プラント建設株式会社としても時代の要求にこたえるべく、より高性能の装置を目指して、あらゆる点に改良を加えており、既に多大の成果を収めている。

ここでは、その代表的な二、三の実施例と最近の業種別にみた電気集塵装置の新しい応用例について記述する。

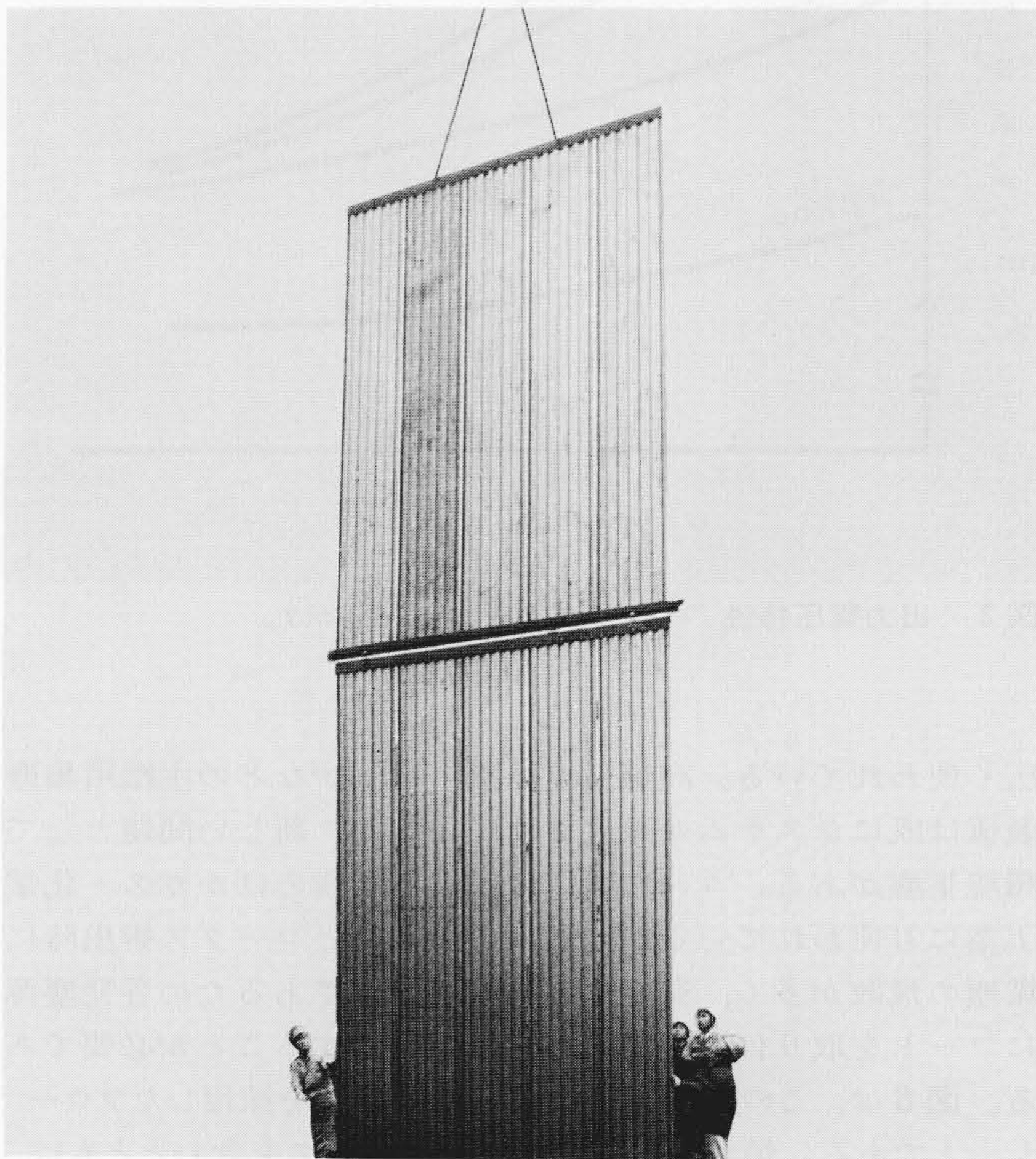


図1 新形集塵電極 組立後の集塵電極板を示す。

2 電気集塵装置の信頼性の向上

電気集塵装置の性能を有効に発揮させるには、その取り扱いガス及びダストの特性を十分に把握して設計することはもちろんであるが、装置の重要な構成要素である集塵電極、放電電極、高電圧発生装置などの特性が優れていることが究極的に装置の信頼性を高めるうえで重要なことである。

2.1 集塵電極板の改善

電極板は放電線と並ぶ電気集塵装置の重要な部品である。この電極板の性能の良否は、ひいては集塵性能に大きな影響を与えるため次のような機能が要求される。

- (1) つい打時のダストの再飛散が少ないこと。
- (2) 安定した高圧荷電が保持できること。
- (3) 熱によるひずみが少ないこと。
- (4) つい打力が均等に伝わりダストのはく離がよいこと。

電極板には当社では従来キーストンプレート形を使用していたが、新しく技術検討を加え、よりひずみの少ない、且つ荷電特性の優れた新形電極板を開発した。図1に新形電極板の構造を示す。新形電極板は短冊構成のため、従来形のものに比べて幅広電極構造が可能となり、装置全容積中の有効集塵容積を高め、且つ高電圧安定荷電が可能となり、集塵性能の向上が図れた。この結果、新形電極板の採用により、従来の大きさに比べ約10%小形のもので同じ性能を発揮することが可能となった。

2.2 高電圧発生装置

電気集塵装置に使用する高電圧発生装置の制御特性は、集塵装置の性能を大きく左右するが、この制御特性に要求される条件として次のものが挙げられる。

- (1) フラッシュオーバー及び局部異常放電時には敏速に出力電圧を絞り速やかに消弧し、その後自動的にコロナ放電電圧に復帰すること。
- (2) ガス状態により、直流出力電流の波形及び位相が変化するが、負荷の変動にも確実に出力電流値を検出し、定電流制御を行なうこと。
- (3) 定常のコロナ放電と火花放電とを確実に判別して、火花放電の頻度と大きさにより出力電圧を制御し、常に安定運転可能な最高電圧を保持できること。

* 日立プラント建設株式会社

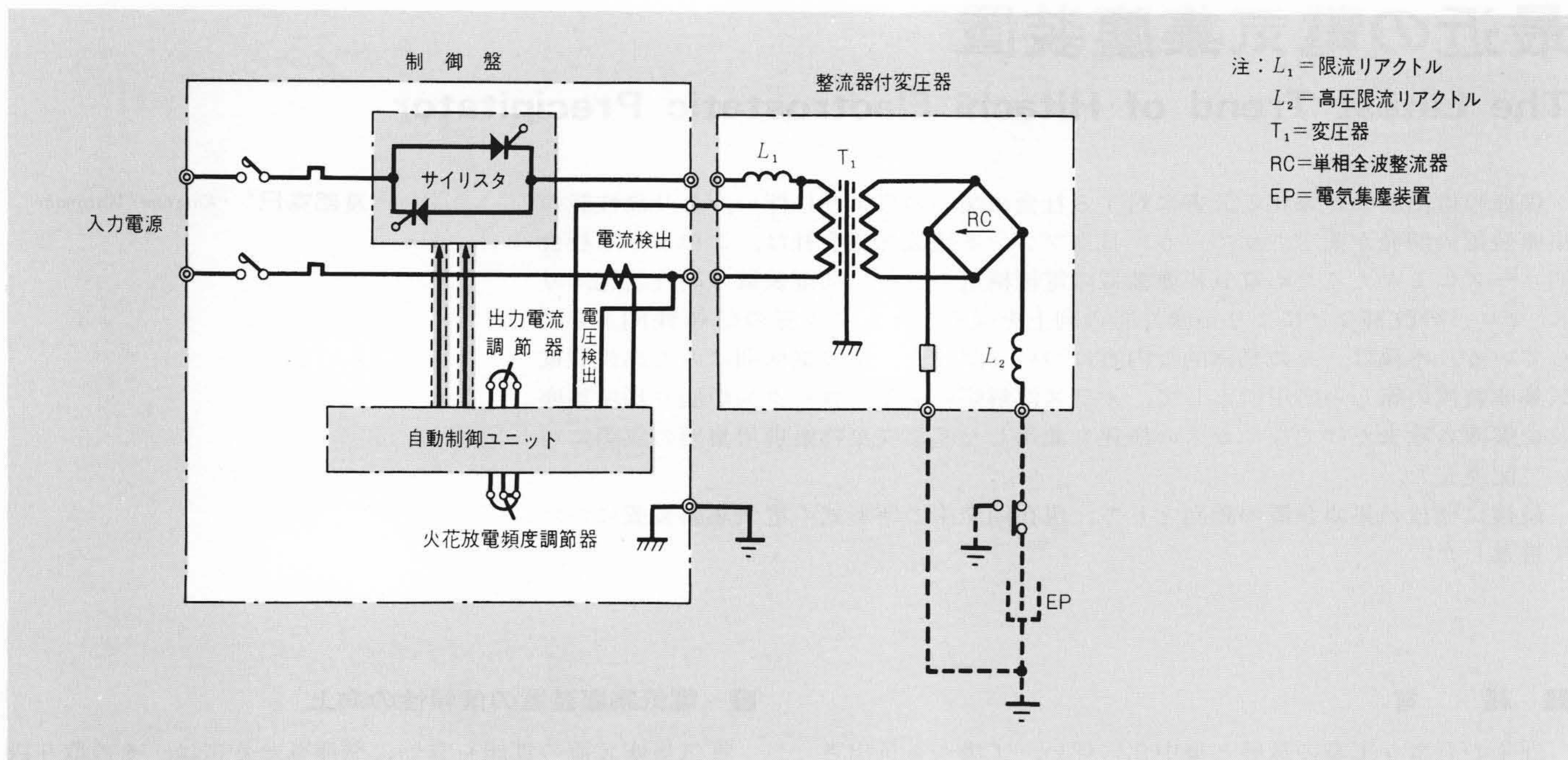


図2 電源装置回路図 高圧発生装置の制御装置ブロック図を示す。

日立プラント建設株式会社はこれらの条件に適した回路として、図2に示すものを電気集塵装置の高圧電源として採用している。

集塵性能指数 ω (煤塵移動速度) は理論式では、

$$\omega \propto E_0 \times e_0 \cdots \cdots (1)$$

ここに、 E_0 : 電界強度

e_0 : 煤塵荷電量

の関係があり、集塵性能は電圧及び電流の積に比例する。従って、電気集塵装置の性能を向上させるには、その実効電圧を高める必要がある。図3はその制御回路に設けてある限流リアクトルのリアクタンスを増加して、出力電圧の脈動率を小さくし、実効電圧を高くして、集塵性能の向上を図った一例である。

2.3 集塵装置内ガスフローの改善

電気集塵装置の集塵性能を最大限に発揮させるには、集塵室内のガス流速分布を均一にすることが重要な要素の一つである。例えば、均一なガスフローのもとで99%の集塵率をもつ集塵装置内に、速度偏差0.5の不均一な流れが生ずると、性能は95%に低下し、出口煤塵量は5倍になる。集塵装置の入口絞りダクト内には、分布板を設けてガスフローの均一化を図っているが、最近のように高性能が要求される場合には、分布板の取付位置及びその開口比をどのように計画するかが問題解決のうえで重要である。このため、実設備のモデル(1/10～1/30)を製作し、最適な分布板の位置及び開口比を実験により確認した。

図4は、分布板の開口比と集塵室内のガスフロー分布の均一化の程度を示す一例である。

3 業種別にみた電気集塵装置の新しい用途

煤塵の発生源は多種多様であるため、それらに適用される集塵装置もまた多様である。ここでは、これらのうち新しい電気集塵装置の適用例について述べる。

3.1 製鉄工業用

製鉄工業での集塵装置の適用は、図5に示すようにかなり

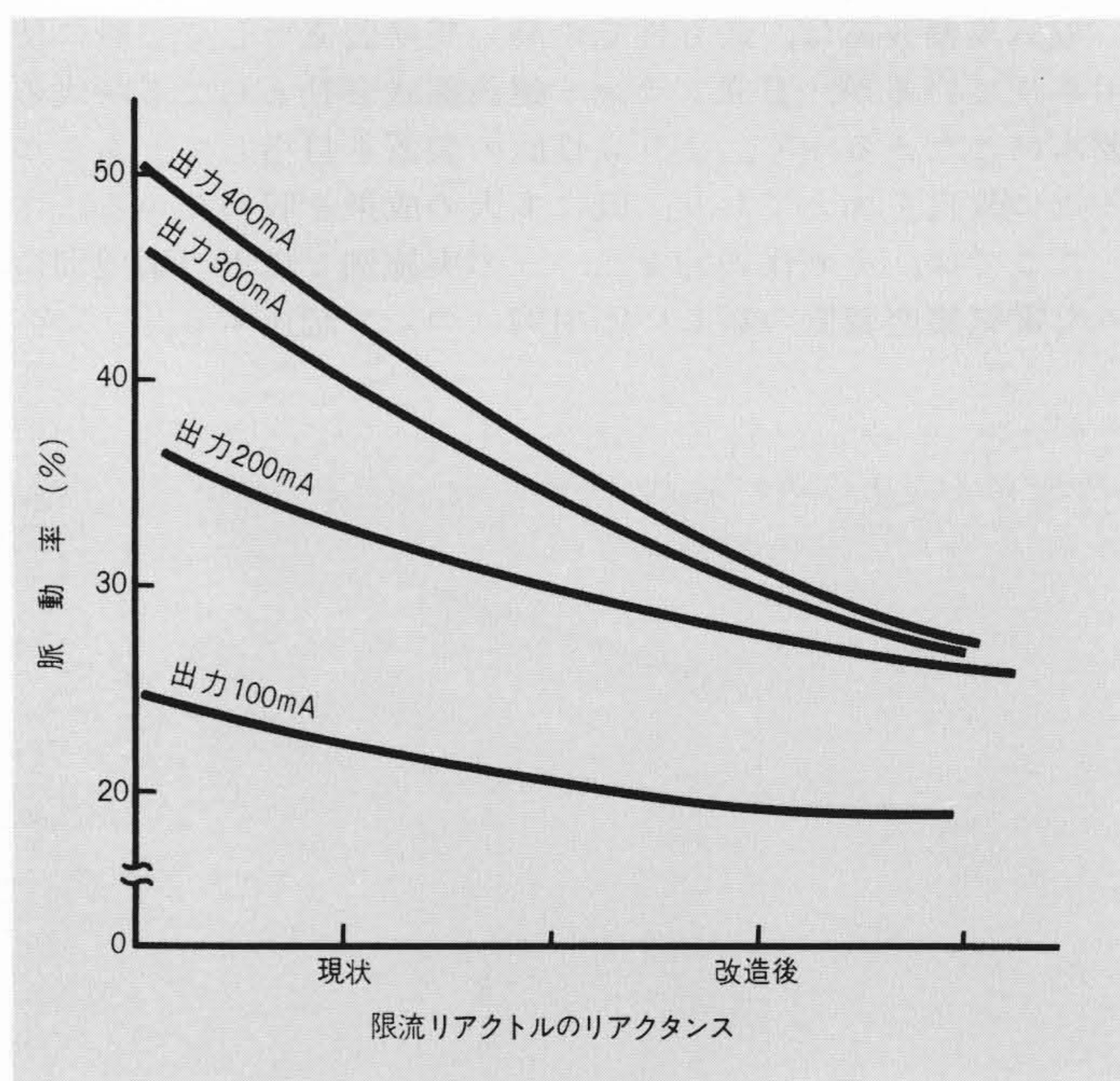


図3 出力電圧特性 出力電圧の脈動率特性を示す。

広く使われている。高炉、焼結機、電気炉などの主機用集塵装置は既にシステムが確立されているが、新しい問題として環境集塵がある。コークス炉は、製鉄工業のほかガス・化学工業にも使われているが、石炭の装入時とコークス排出時に煤塵の飛散が多く、発生する場所も多様であるため各発塵源にフードを取り付けて集塵し、集中処理することが必要である。図6は、この環境集塵に電気集塵装置を採用したフローシートである。炉からの排ガスは可燃性ガスを含むとともに、粘着性の高いタールやコークス、微粉炭などの煤塵を含んでいる。可燃性ガスとしては水素、メタンなどが含まれているため、二次燃焼装置による燃焼、空気による希釈などにより、爆発限界以下に抑えるなど対策が施されている。また、装置

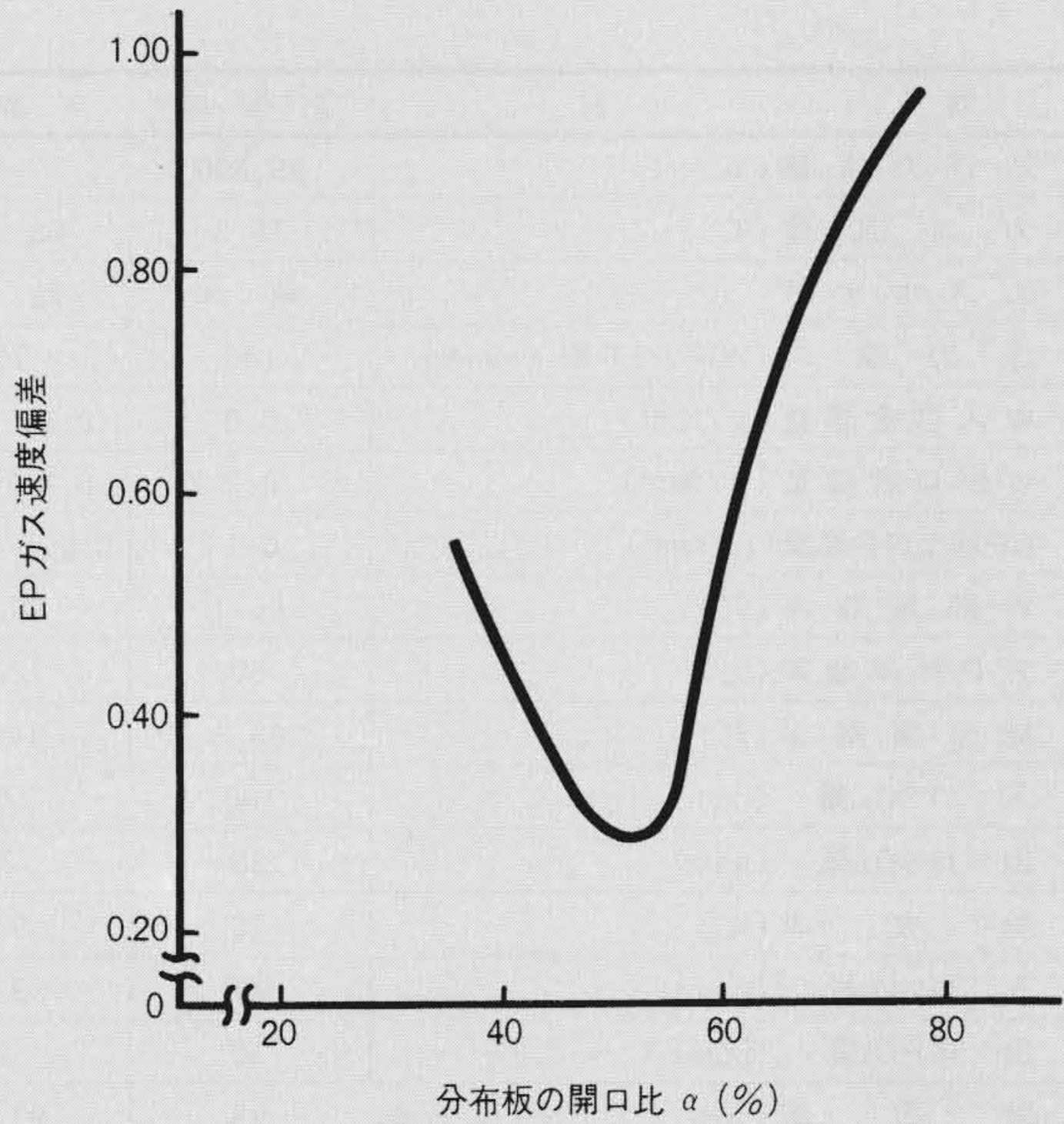


図4 分布板の開孔比とEP内部速度偏差 ある開孔比のところで、内部流速の均一化が図れる。

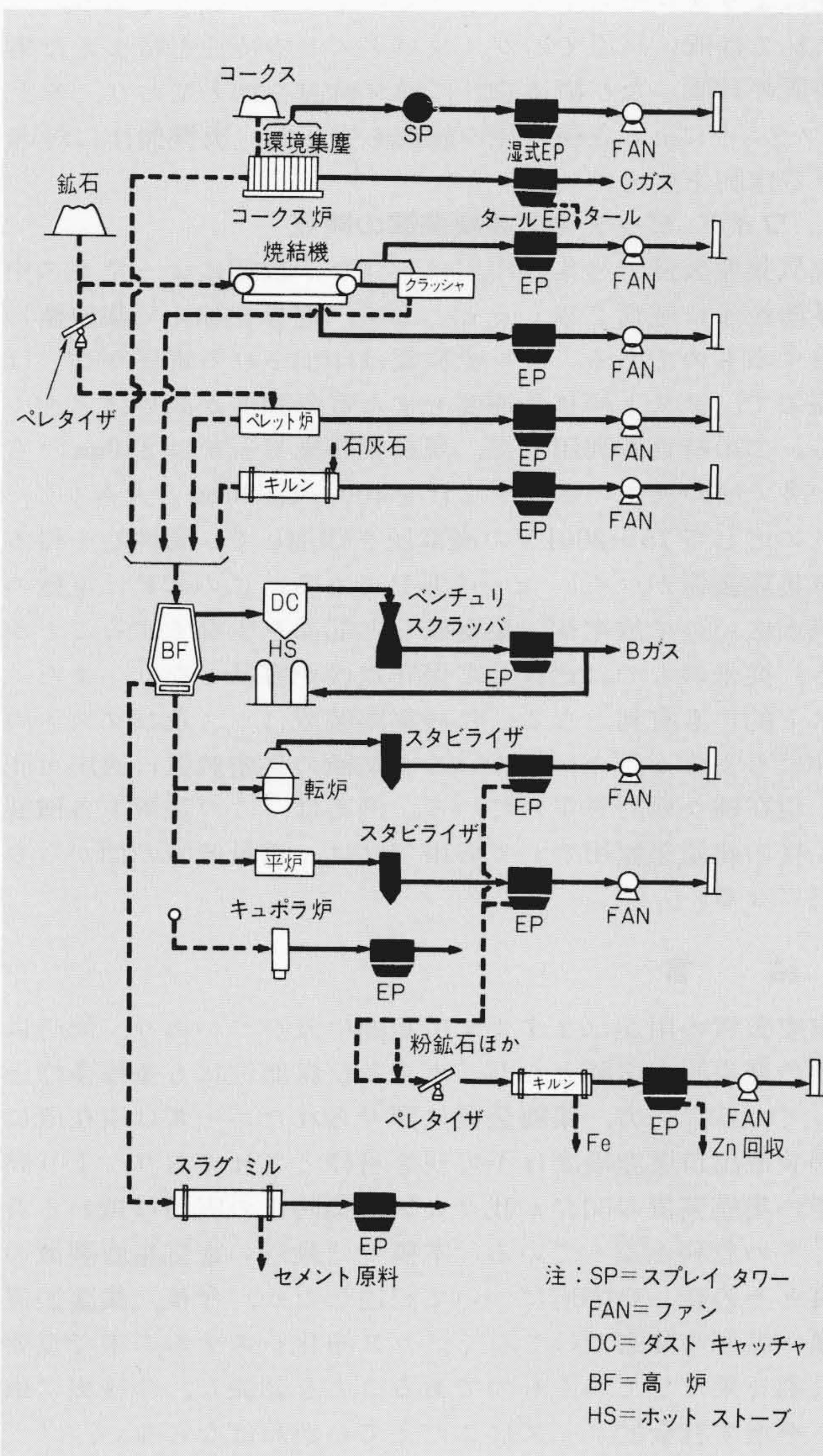


図5 鉄鋼製造工程と集塵装置 製造工程には、ほとんど集塵装置が使用されている。

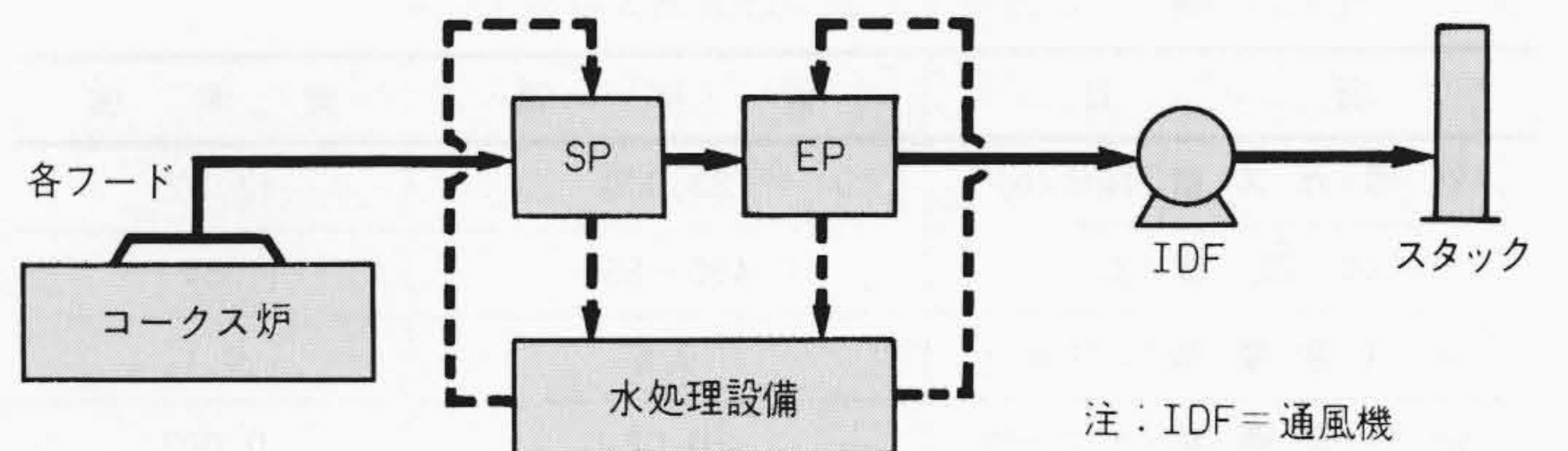


図6 コークス炉回り環境集塵フローシート スプレイ タワーを前置して、タール分の付着防止と煤塵の荒取りを図っている。

各部には安全弁、爆発口などの保安装置が併せて考慮してある。電気集塵装置は、タール分の付着とダスト燃焼防止のため湿式(小容量は円筒、大容量には平板形集塵極を使用)を採用し、煤塵の荒取りとタール分の付着防止のため、スプレイ タワーを前置する方式とした。

3.2 ガラス工業用

ガラス溶解炉からの排ガスは温度が高く(450～550℃)、融点の低い(約170℃)NaHSO₄が泥状、又はヒューム状で含まれているため、このままでは電気集塵装置の適用が困難であった。当社では、スタビライザを前置して水を噴霧し温度を下げるとともに、カ性ソーダ溶液を噴霧してNaHSO₄+NaOH→Na₂SO₄+H₂Oと反応させ、融点の高いサラサラしたNa₂SO₄(融点880℃)にダストを改質して電気集塵を可能とした。スプレイ装置はスタビライザ出入口の温度検知により噴霧量を調整する自動運転方式である。集塵極のつい打は、捕集ダストの粒径が1μと微細であるため、小分割つい打方式を採用して再飛散を少なくしている。図7に装置のフロー シートを示す。表1は運転実績の一例であるが良好な成績を収め順調に稼動している。

3.3 廃棄物処理用

工業生産の発展に伴い、その廃棄物の処理も重要な問題となっているが、単に煤塵の除去だけでなく有害ガスの処理もまた考えなければならない事項の一つである。

そこで当社は、ガス吸収と除塵とを同一装置で行なう洗浄装置付電気集塵装置(W-EP)を製鉄化学株式会社と共同で開

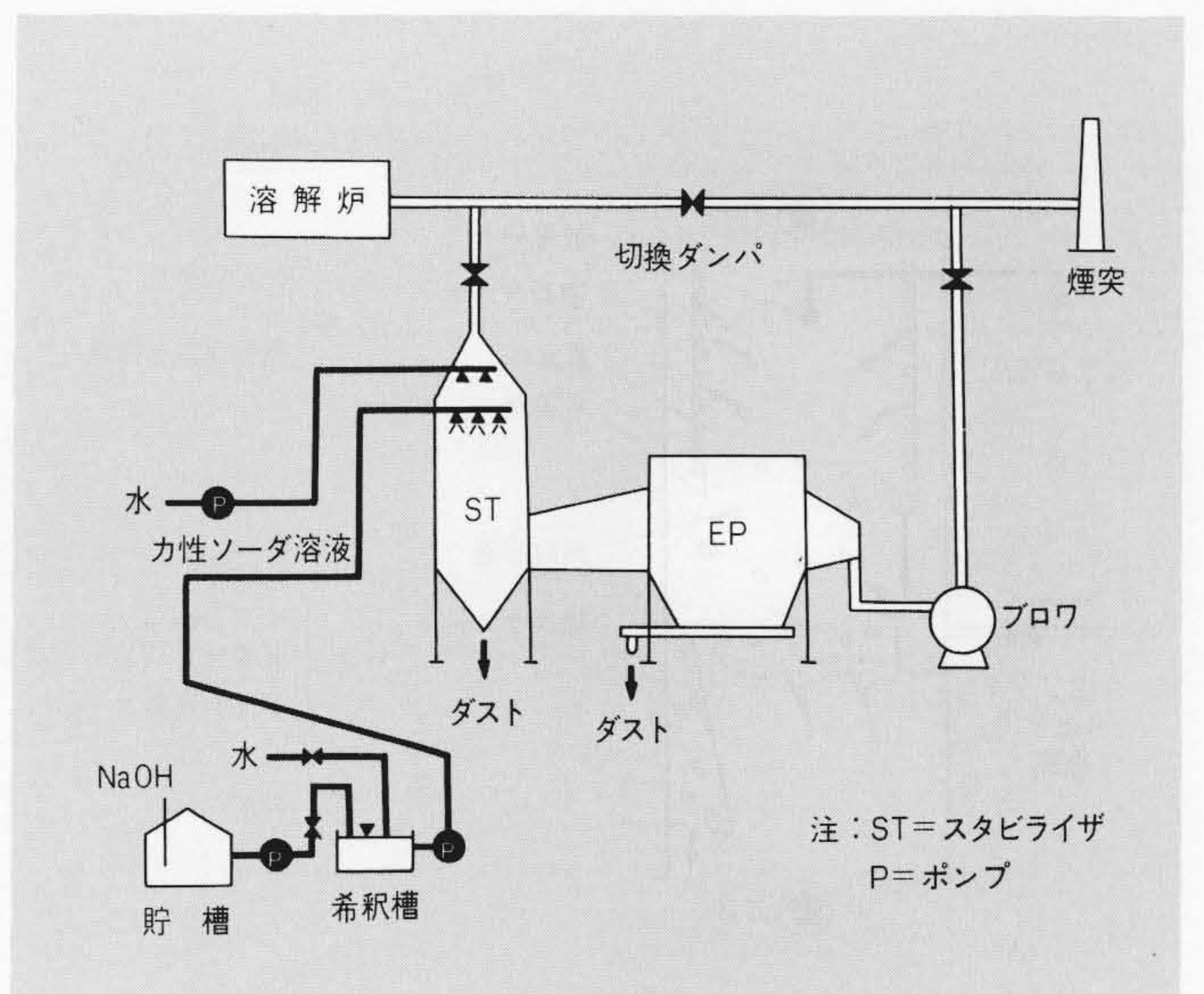


図7 ガラス溶解炉用集塵装置フローシート スタビライザを前置してカ性ソーダ溶液を噴霧してダストの改質を図っている。

表 1 運転実績 計画値を上回る好成績を収めている。

項 目	計 画 値	実 測 値
処 理 ガ ス 量 (Nm ³ /h)	23,000	13,200
ガ ス 温 度 (°C)	450~550	385
入 口 含 塵 量 (g/Nm ³)	0.5	0.1
出 口 含 塵 量 (g/Nm ³)	0.02	0.003
集 塵 率 (%)	96.0	97.0

発し、都市塵芥焼却炉排ガス清浄用として納入し、順調に運転を継続している。図 8 は、前記 W-EP のダストの除去とガス吸収の原理を示したものである。ガス吸収部では、pH 8~10 のカ性ソーダ溶液とガスの気液接触が行なわれて粗いダストが除去され、HCl、SO₂ などの有害ガスも中和吸収される。ここで除去されなかった微細なダストやミストは、後段の電気集塵装置 (EP) で捕集される。EP の内部は水洗装置により間欠自動水洗され、常に良好な集塵作用が継続するよう考慮されている。表 2 に運転実績を示す。

4 電気集塵装置の今後の動向

電気集塵装置は他の集塵装置に比べ優れた性能をもち、特に微細な粒子についての捕集効率は顕著であり、ますますその用途は拡大されるものと考えられる。有害物質の発生源には、ボイラ、焼却炉、キルンなど各種があり、そこから排出される煤煙の種類も多く経済的な電気集塵装置の開発が要望されている。この要望にこたえるため、装置及びプロセスの全般にわたって種々検討を加えているが、そのうち現在開発中の二例について以下に紹介する。

4.1 ガス吸収装置に併設する電気集塵装置の開発

近年、煤塵規制とともに、SO_x、NO_x などの有害ガスの除去も大きな社会問題となっている。SO_x については低硫黄重油の使用や脱硫装置により対処しており、これに併設する集塵装置は従来技術で解決されるが、NO_x については今後ますます厳しくなる規制に対処するため、脱硝装置が必要となってくる。含塵ガス中の NO_x を処理する脱硝装置として触媒層を用いる場合、触媒の特性から集塵装置は 350~400°C の高温域に設置する必要がある。

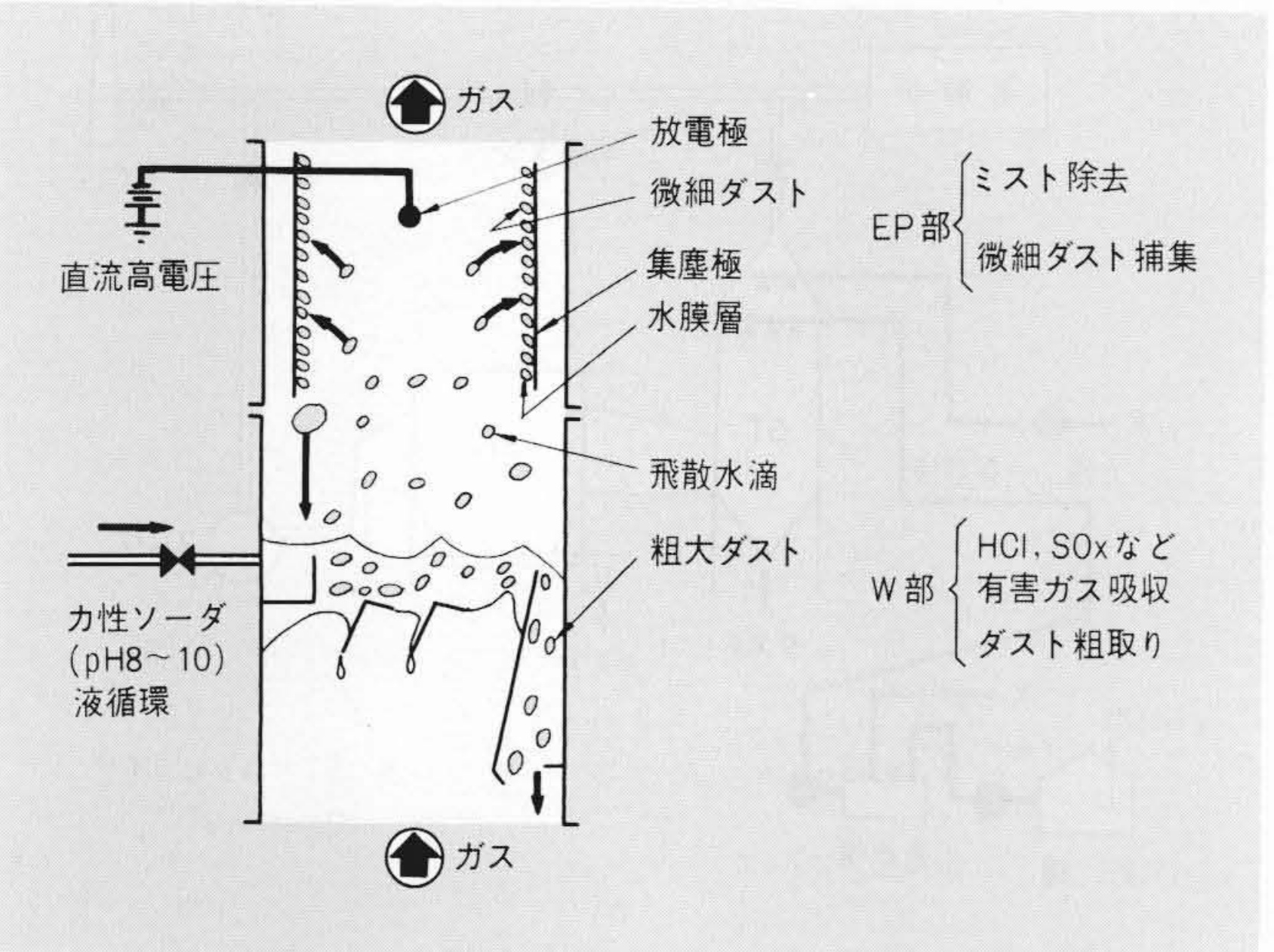


図 8 W-EP (洗浄装置付電気集塵装置) の作動原理 (W部) と集塵部 (EP部) の構成で働きを示す。

表 2 運転実績 集塵性能及び有害ガス除去率が優れていることが分かる。

項 目	計 画 値	実 測 値
ガス条件	処 理 ガ ス 量 (m ³ /h)	39,800
	ガ ス 温 度 (°C)	76.3
	ガ ス 中 水 分	飽 和
	圧 力 損 失 (W部+EP部) (mmAq)	100
集塵性能	W 入 口 含 塵 量 (g/Nm ³)	0.6
	W 出 口 含 塵 量 (g/Nm ³)	0.2
	EP部出口含塵量 (g/Nm ³)	0.1
	W 部 集 塵 率 (%)	66.7
	E P 部 集 塵 率 (%)	50
	総 合 集 塵 率 (%)	83.3
有害ガス除去	入 口 SO _x 量 (ppm)	100
	出 口 SO _x 量 (ppm)	25
	除 去 率 (%)	75
	入 口 HCl 量 (ppm)	600
	出 口 HCl 量 (ppm)	30
	除 去 率 (%)	95

注：W = ガス吸収部

有害ガスの除去装置と集塵装置の組合せについては、その特性によりプロセス全体で考えていくことが必要である。当社では既に高温でのガス及びダストの特性を踏まえた集塵装置の計画、及び構造設計に種々検討を加えており、モデルプラントによる各種特性の確認も完了し、実機製作に対応できる体制を整えている。

4.2 ワイド ピッチ電気集塵装置の開発

電気集塵装置での集塵作用は、コロナ放電によってガス中の煤塵粒子に電荷を与えると同時に、電界を加えて集塵極に捕集するものである。コロナ放電は印加される電圧が高いほど盛んで、ダストの移動速度もまた電界強度が高いほど速くなる。この特性を利用して、現在集塵極ピッチは 250mm のものが多く使われているが、これを 400~1,000mm と大きくし、これに応じて 75~200kV の高電圧を印加して、高性能を得る電気集塵装置がワイド ピッチ EP である。この EP は電極の間隔が広いので放電線、集塵板など部品を少なくすることができ、従来のものに比較して保守点検が容易となり、また、コスト的にも有利となる。この集塵装置はガス及びダストの条件にもよるが、今後いろいろな業種の集塵装置に適用可能で、現在種々検討を重ねている。例えば、この装置を各種製鋼工場の建屋集塵用として応用すれば、重量低減の面からも有利になる。

5 結 言

集塵装置の用途はますます広範囲に及びつつあり、同時に煤塵の発生源も広範となり、ガス及び煤塵性状も多種多様となっている。一方、集塵装置に課せられたニーズは現在既に集塵装置出口煤塵濃度は不可視を目標とされており、より高性能の集塵装置の開発が我々大気汚染防止の実務に携わる者としての急務となっている。本稿では最近の電気集塵装置の改良とその新しい応用について記述したが、今後、集塵装置は単に煤塵の除去だけでなく、ガス浄化システムの中で重要な役割を果たしていくものであることを認識し、今後更に厳しさを増す社会的ニーズにこたえていかねばならない。

終わりに、常々御指導、御協力をいただいている関係官庁、並びに顧客各位に対し深く謝意を表わす次第である。