

VZ-MC-EP 形フライアッシュ回収用集じん装置

Type VZ-MC-EP Electrostatic Precipitator for Fly Ash Collection

橋 本 清 隆* 大 野 長 太 郎**
Kiyotaka Hashimoto Chōtarō Ōno

内 容 梗 概

微粉炭燃焼ボイラ排煙ダストの成分、粒度、灼熱減量および含じん量などは、使用炭の品質、ミルの摩耗、燃焼状態によって著しく相異なるため、従来使用されている SC-EP 形、あるいは MC-EP 形フライアッシュ回収装置では、計画時の予想ダストの性状と実際との相異から、所定のフライアッシュを回収することがきわめて困難である。

本稿に紹介する VZ-MC-EP 形フライアッシュ回収装置は、分級特性の異なる VZ ならびに MC 集じん器を EP に並列に前置せるもので、使用炭、ミル摩耗、燃焼状態、および負荷変動の場合、VZ および MC の通過ガス量を簡単なダンパ操作によって適当に調整し、常に任意品位のフライアッシュを合理的にしかも多量に回収することができる特性をもっている。

1. 緒 言

微粉炭ボイラの煙じんの粒度は、使用炭の品質、成分、ミルの構造、微粉度および燃焼条件などによって非常な差異があるが、おおむね 43μ 篩上は 30% 乃至 40% 程度になっている。われわれがわが国内で調査した範囲では、これら 43μ 粗粒子を 25% 以下におさえてやれば、成分、灼熱減量、および比表面積などフライアッシュの物理化学的性質は、第 1 表に掲げたようなわが国の規格を満足しているようである。

したがって、フライアッシュ回収装置では 43μ 篩下微粒子をなるべく捕集しないで、フライアッシュ回収の集じん器入口の煙じん粒度で 43μ が 25% 以下になるような荒取集じん器を前置することが必要である。この荒取用には一般に大口径切線流入式サイクロン (SC)、または特殊設計による大口径導翼旋回式マルチサイクロン (MC) を採用している。一方フライアッシュ回収用には、微粒子捕集に適した電気集じん器 (EP) を採用している。

これら SC-EP 形、および MC-EP 形の荒取集じん率の調整は大体 10% 程度であるから、負荷変動、使用炭の品質、成分、ミルの性能、および燃焼条件などの変化によって煙じん粒度が大幅に変った場合には、計画どおりのフライアッシュ回収ができないことになる。

本稿に述べる VZ-MC-EP 形は、特殊設計の大口径分級器 (VZ) と煙害防止用に採用している高集じん率マルチサイクロン (MC) とを荒取用として並列にして電気集じん器 (EP) に前置し、VZ および MC の通過ガス量比を簡単なダンパ操作によって変化して、EP 前の荒取集じん率を 35% から 85% まで広範囲に調整可能ならしめたものである。

この荒取調整によって、EP で回収するフライアッシュの品位 (43μ) は 0 から 25%、また回収量は約 10% から 60% まで自由に調節ができる特長をもっている。

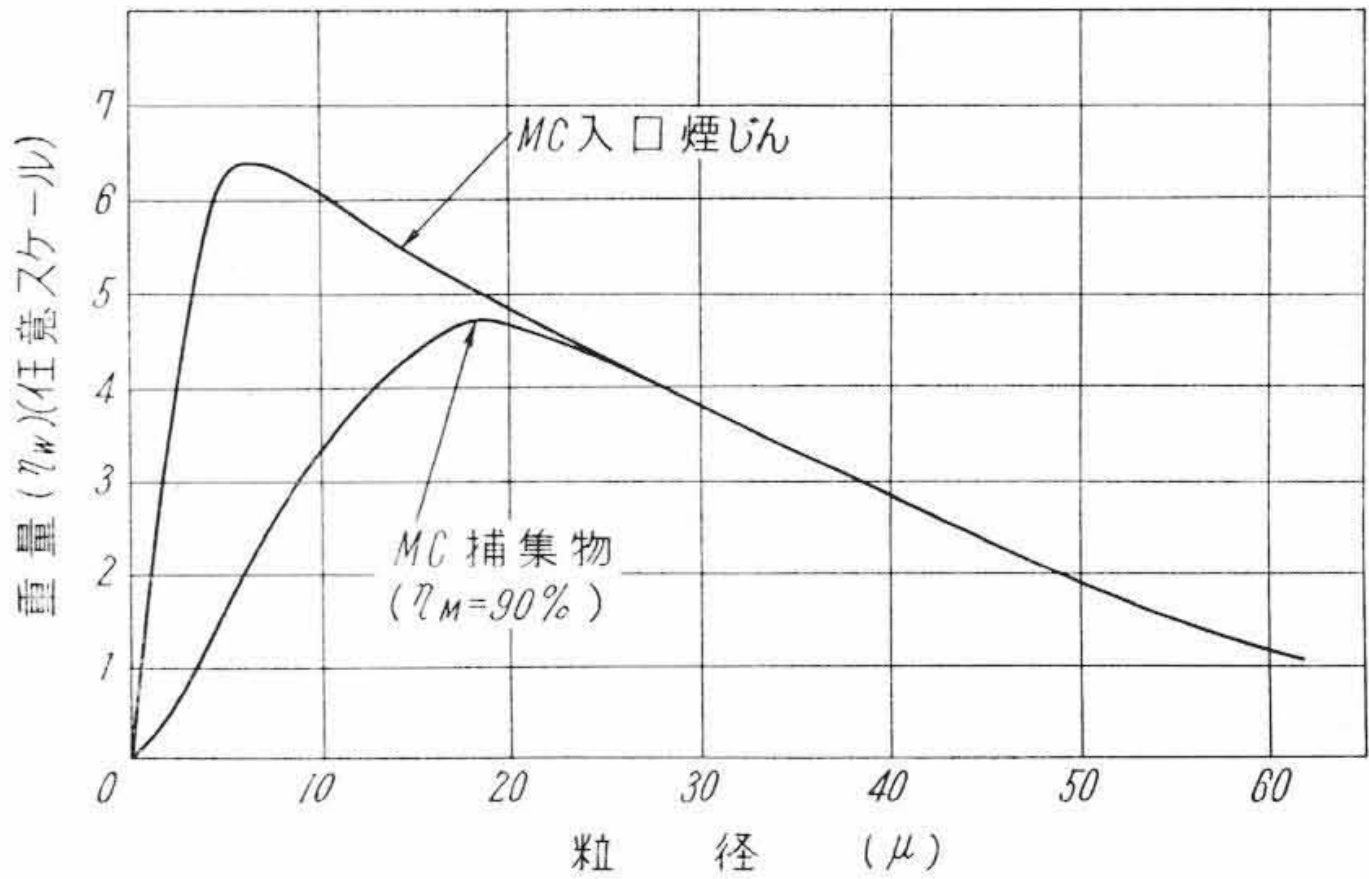
2. 従来の火力用集じん装置

2.1 煙 害 防 止 用

微粉炭ボイラの煙じんが無価値なものとされていた当時は、煙害に対する一般の認識も低調であり、また発電所としても捕集ダストの廃棄処理にばく大な費用を要するので、集じん率としては大体 70% 乃至 90% 程度のマルチサイクロン (MC)、または電気集じん器 (EP) の単独形を主として採用していた。

第 1 表 アメリカおよびわが国におけるフライアッシュ規格

規格名 実施期 化学成分	U. S. Government	Baltimores Liberty Dam	Palsades Dam	Hungry Dam	JIS (案)
		1953年	1952年	1946年	1959年
SiO ₂	40 以上	40 以上	40 以上	40 以上	45% 以上
Al ₂ O ₃	15 以上	15 以上	15 以上	15 以上	
MgO	3 以下		3 以下	3 以下	
SO ₃	3.5 以下		3.5 以下	3 以下	
Na ₂ O	1.5 以下		1.5 以下		
湿 分	3 以下	3 以下	3 以下		1% 以下
I. L.	5 以下	10 以下	5 以下	10 以下	5% 以下
Blaine	3,000 以上				2,700 以上
> 325 Mesh	12 以下				25% 以下
fc (28)	85 以上				63 以上
fc (90)	fc (28) 以上				80 以上



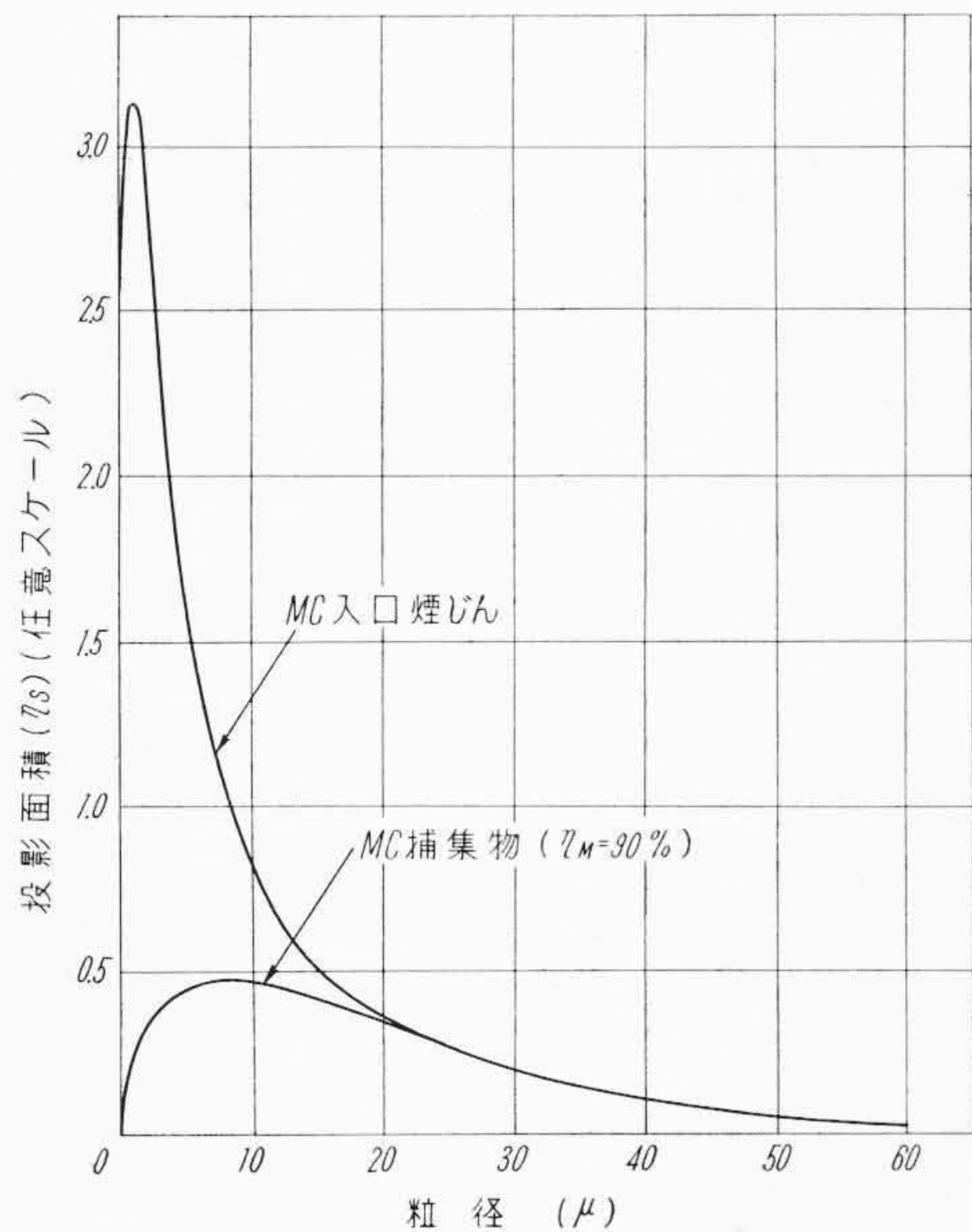
第 1 図 ボイラ排煙を MC で 90% 集塵した場合の
粒径別重量分布 η_w

通常このような目的の集じん器の集じん率は重量法で表される。第 1 図は微粉炭ボイラの排煙を MC で 90% 集じんした場合の粒径別重量分布 η_w の例で、第 2 図はこの煙じんを粒径別表面積分布 η_s 、換言すると排煙の外観の変化で表したものである。

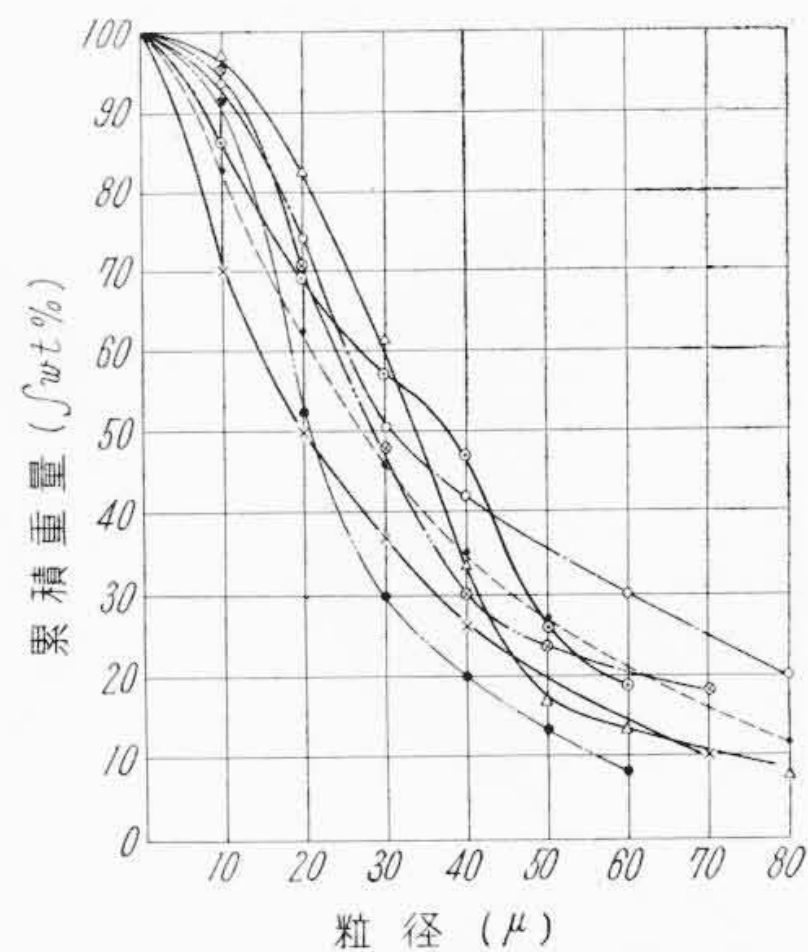
第 1, 2 図から明らかなように MC では大体 10μ 以上の比較的あらいを捕集し、表面積の大きな 10μ 以下の微粒子はほとんど逸出するため、重量で 90% 捕集したとしても表面積、すなわち煙の外観では 50% 捕集程度⁽¹⁾ にすぎない。したがって煙色はあまり良くならないことになる。

最近の一般社会の要望する煙色からすると、最悪の場合でも 1.2 g/Nm^3 の排煙濃度以下にすることが望ましい。使用炭の品位が 5,500 乃至 6,000 kcal/kg 程度の場合、集じん器入口の煙じん濃度は 20 g/Nm^3 前後になるから、都市近郊では集じん率は 96% 乃至 98%、

* 日立製作所日立研究所
** 日立製作所日立工場



第2図 ボイラ排煙をMCで90%集じんした場合の粒径別表面積分布 η_s



第4図 微粉炭ボイラ煙じんの粒径分布例

て強い遠心分離作用を及ぼす場合には、排煙濃度はかなり淡く、一般に数 g/Nm^3 以下になるがなお煙害許容値にはほど遠い。しかしこの場合の残存煙じん粒子は、極く微細であるからサイクロン形集じん器の適用はほとんど意味を成さず、もっぱら EP 形集じん器が採用される。

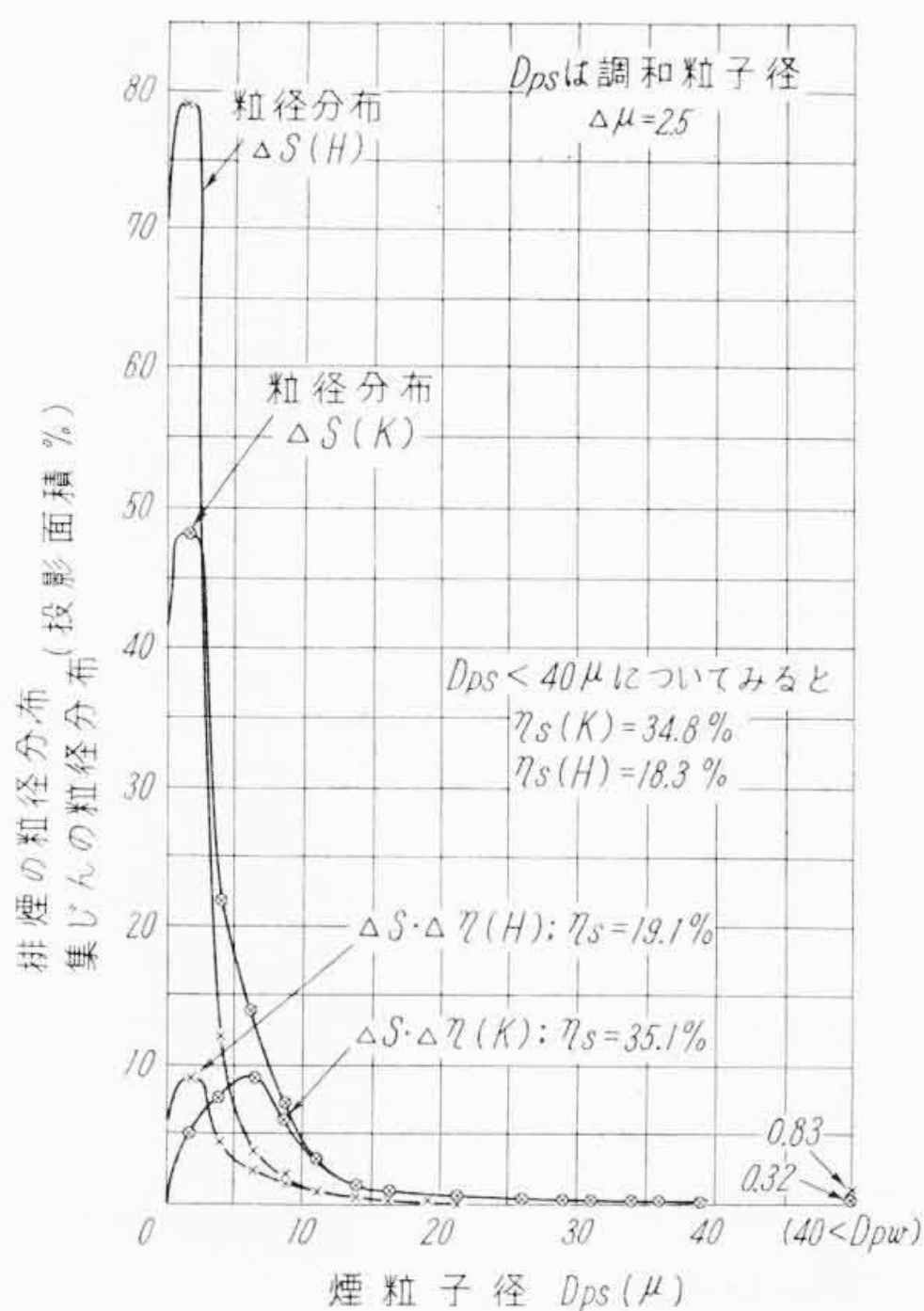
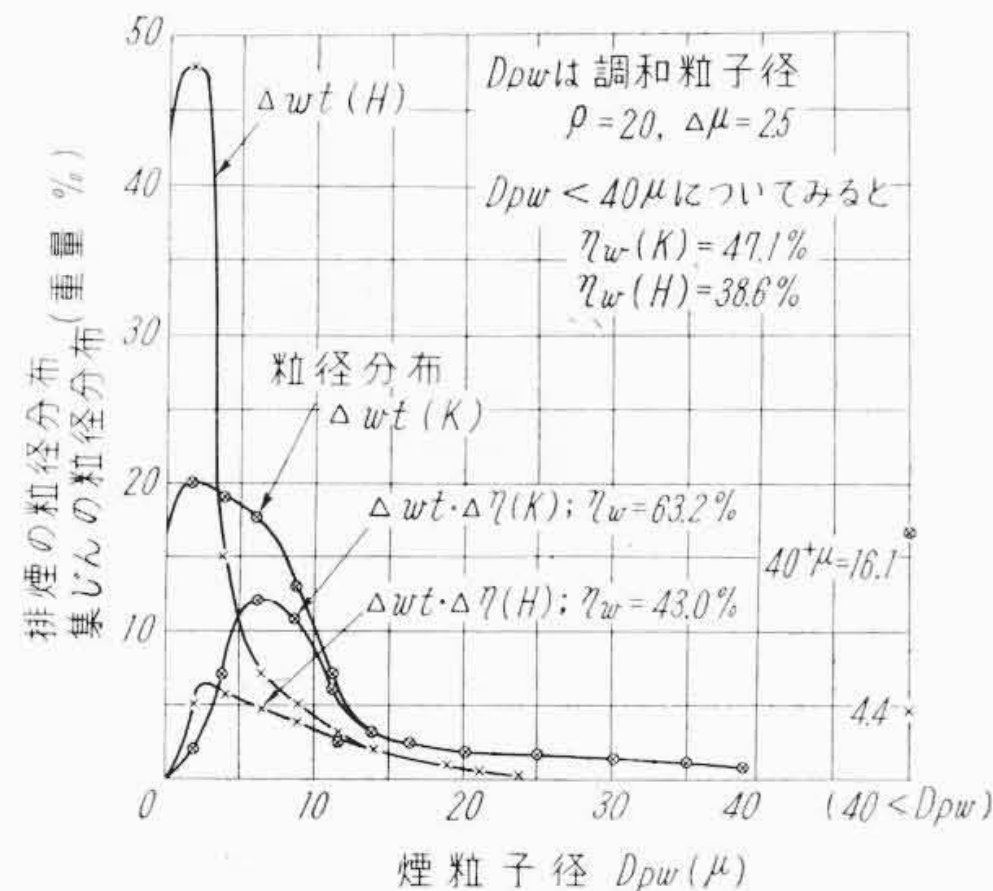
第3図は、二例についてこの間の事情を説明している。

2.2 フライアッシュ回収用

微粉炭ボイラ煙じんの粒度は、使用炭の品質、成分、ミルの構造および摩耗程度と炭の微粉度、ならびに炉内の燃焼状況によって、第4図に示すように非常に差がある。

これら煙じんの粒形は第5図の電子顕微鏡写真からわかるように、 $43^+\mu$ 粗粒子は炭質粗悪、あるいは不完全燃焼によって生じたシンダーが主で、粒形はほとんどが不規則で、セメントに混用したときその流動性、およびコンクリート強度を低下させるので、セメント混和材としては好ましくない。したがってフライアッシュ規格では第1表のようにこの $43^+\mu$ 粗粒子の量を一定値以下におさえている。

一方 $43^-\mu$ の微粒子は炉内において完全燃焼し、いったん熔融してできたもので、表面張力によって完全な球形をなしている。この $43^-\mu$ がフライアッシュ、すなわちセメント混和材としてセメントの節約、コンクリートの品質改善に役立つもので、微粉炭ボイラ排煙中の煙じんには、これが60%



第3図 サイクロンファーンネスの排煙集じんにおける R 式マルチサイクロンの η_w と η_s の関係

そのほかの地域でも 94% 乃至 95% に採ることが望ましい。

サイクロン、マルチサイクロン、あるいはローテミューレなどの遠心力利用の機械的集じん器は比較的設備費が低れのであるが、分離速度が捕集ダストの粒径の2乗に比例するため、最少粒子径よりも粒径が小さくなると急激に集じん率が低下する。一方火力用マルチサイクロン、およびローテミューレなどの口径は、煙じんの詰り事故という面からあまり小さくすることができない。したがって最小粒子径は通常 10μ 程度になり、火力用 MC の最高集じん率は 90% 前後になる。

したがって、これ以上の集じん率を必要とする場合には、粒径の影響の比較的少ない電気集じん器 (EP) の併用が好ましく、最近建設される煙害防止用には、高集じん率 MC を前置してできるだけ多くの煙塵を除去し、さらに不十分なところを EP で捕集する経済形のいわゆる、MC-EP 形を採用している。

特にサイクロンファーンネスのように燃焼器自体が発生煙灰に対し

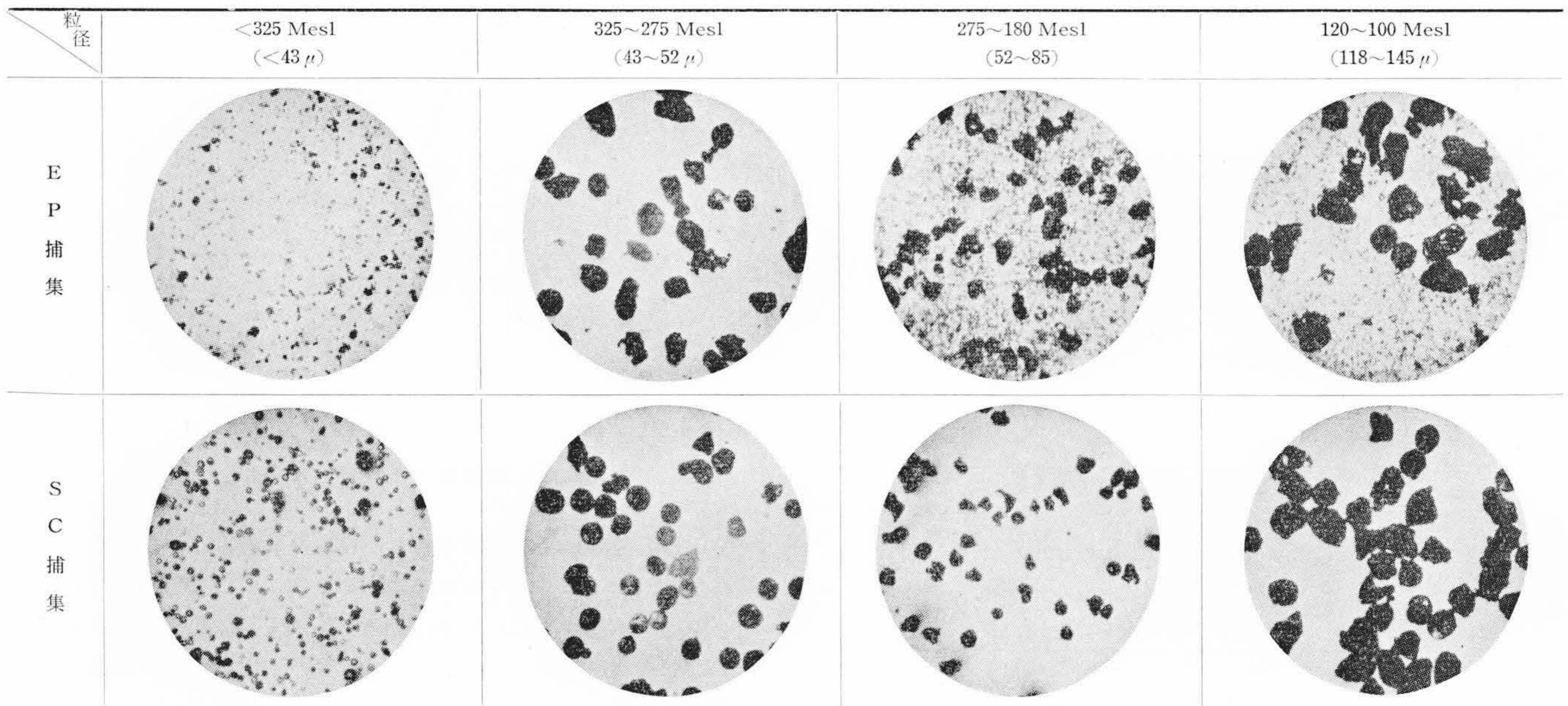
乃至 70% 含まれている。

通常、使用炭の灰分は上級炭で 20% 前後、低品位炭で 40% 程度であって、この灰分のうち 20% 乃至 25% は炉床、節炭器、および空気予熱器などのホッパーに分離落下するから、使用炭の 10% 乃至 20% 程度がフライアッシュとして利用できる。

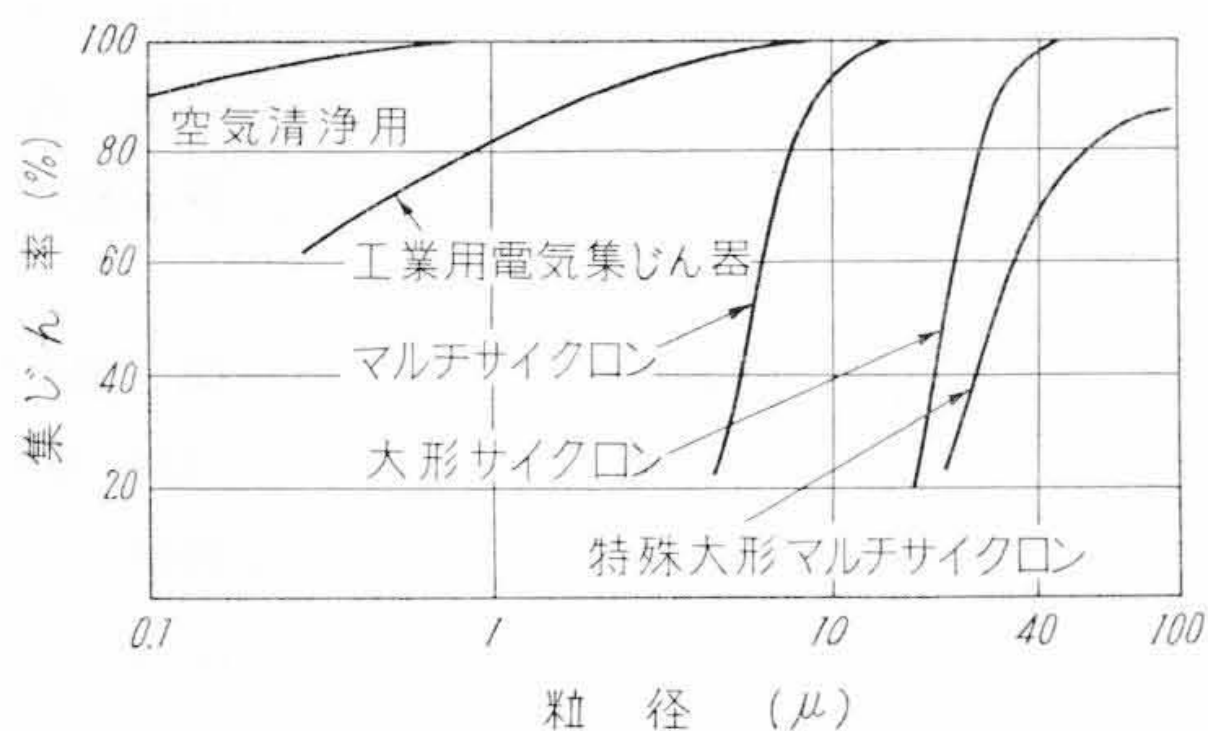
第1表はアメリカおよびわが国におけるフライアッシュ規格⁽²⁾を示したものであるが、われわれが本邦内の煙じんを各方面で実測した結果によれば、 $43^+\mu$ だけおさえてやればほかの物理化学的性質はほとんど規格を満足しているようである。

したがって、フライアッシュ回収装置では、回収したフライアッシュの中に $43^+\mu$ が規定量以下になるように、 $43^+\mu$ を前置集じん器で除去すればよいわけである。

従来、適用されたアメリカ規格では、粒度 $3,000\text{ cm}^2/\text{g}$ (ブレーン) 以上、 $43^+\mu < 12\%$ 、また最近、わが国で決定された規格⁽³⁾では、比表面積 $2,700$ ブレーン、 $43^+\mu < 25\%$ となっているが、実際にはブレ



第5図 SC-EP形で集じんした煙じんの粒径別電子顕微鏡写真



第6図 機械的および電気集じん器の粒径別集じん率特性

ーン値があまり高いものはフライアッシュとして取扱いにくいので、一般には 2,700 乃至 3,500 ブレーン程度が好ましいといわれている。

すなわち、今日フライアッシュ回収用集じん装置に要求されている特性は、単に煙じん中の微細分を捕集するというだけではなく、炭質あるいはミルおよび負荷の状況いかにかわらず、所定の粒度幅のものを捕集しうるように、集じん特性に適当な調整幅を具備したものでなくてはならない理である。

フライアッシュ回収装置における荒取集じん器としては、 43μ 粗粒子を高集じん率で捕集し、 43μ 微粒子はなるべく捕集しないのが望ましい。第6図は機械的集じん器および電気集じん器の粒径別集じん率特性を示したものである。

すなわち、遠心力を利用するサイクロン(SC)、およびマルチサイクロン(MC)においては、分離速度 V_d が粒径 D_p の2乗に比例するため、完全分離最小粒子径より粒径が小さいものについては急激に集じん率は低下する。

$$V_d = K_1(\rho_d - \rho_o) V_g^2 D_p^2 K_m / R \mu$$

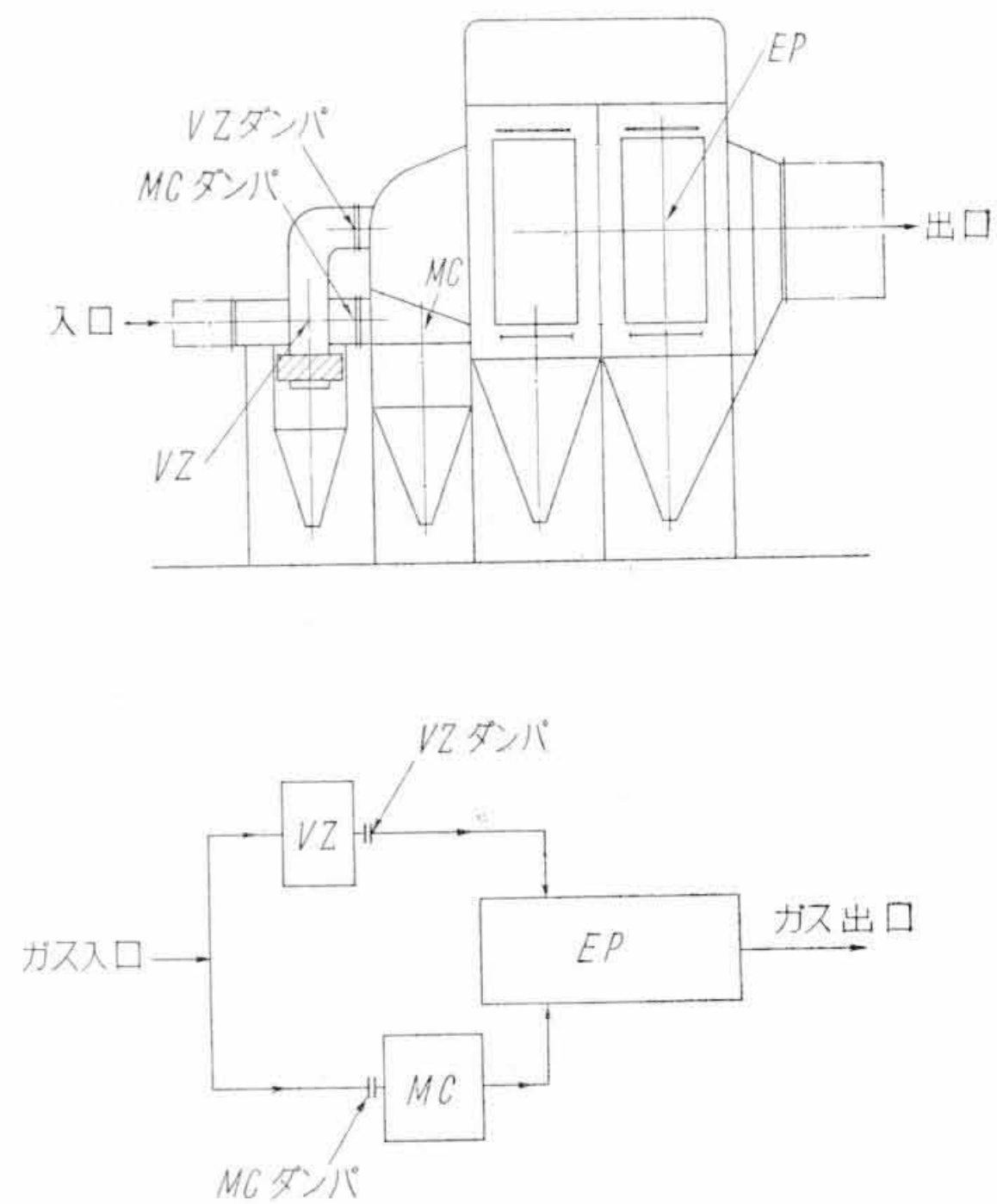
ここに、 ρ_d および ρ_o は煙じんダスト、排ガスの密度、 R は曲率半径、 μ はガスの粘性係数、 K_1 および K_m は係数。

一方電気集じん器(EP)では、電界の強さを E 、 K_2 を係数とすれば分離速度は次のようになる。

$$V_d = K_2 E^2 D_p K_m / \mu$$

すなわち粒径の影響が比較的少ないため、粒径が小さくともあまり集じん率が低下しない特性を持っている。したがって、フライアッシュ回収装置の荒取集じん器としては、遠心力利用のサイクロン(SC)、マルチサイクロン(MC)、またフライアッシュ捕集用としては、電気集じん器(EP)が望ましく⁽⁴⁾、SCおよびMCを併用したEPをそれぞれ、SC-EP形、MC-EP形集じん装置と呼んでいる。

第7図 VZ-MC-EP形フライアッシュ回収装置の構造



第7図 VZ-MC-EP形フライアッシュ回収装置の構造

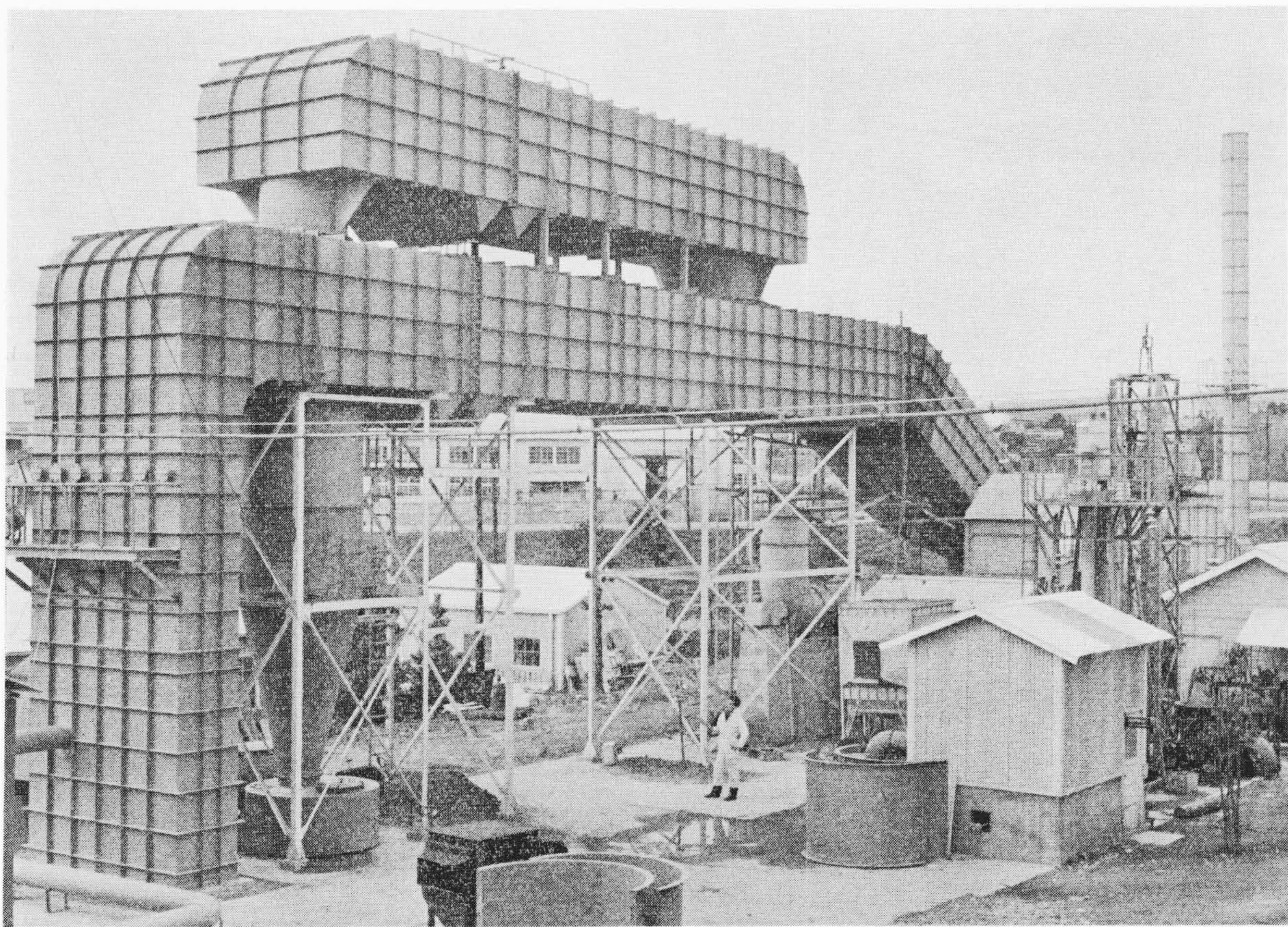
ン(SC)、マルチサイクロン(MC)、またフライアッシュ捕集用としては、電気集じん器(EP)が望ましく⁽⁴⁾、SCおよびMCを併用したEPをそれぞれ、SC-EP形、MC-EP形集じん装置と呼んでいる。

(イ) SC-EP形⁽⁵⁾

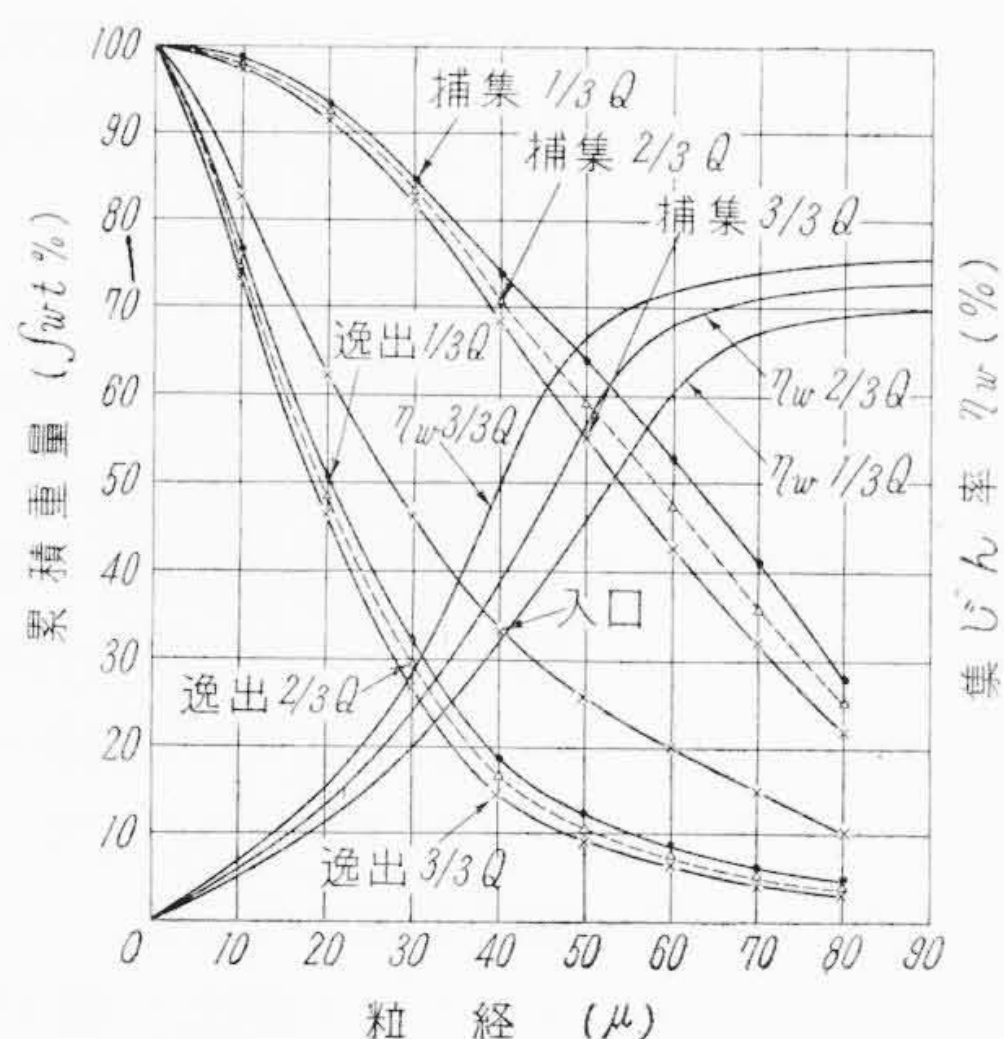
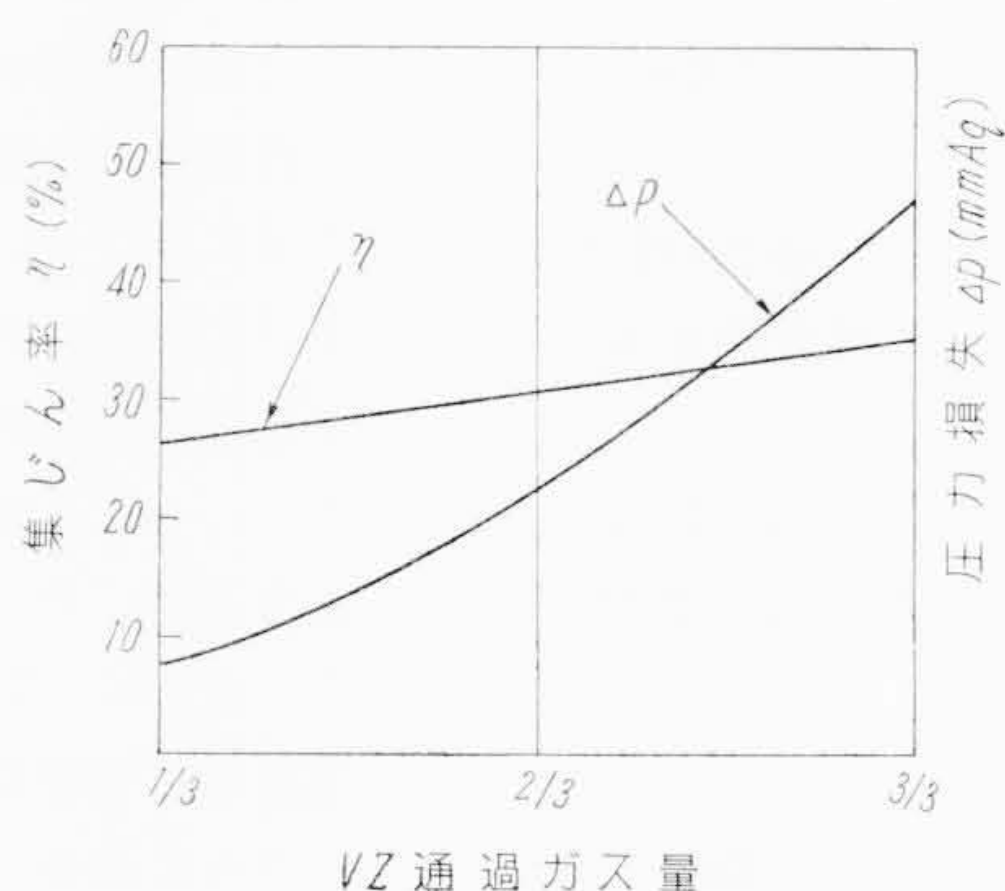
SC-EP形は荒取集じん器として大口径の切線流入式SCを採用したもので、集じん率は大体30%乃至40%程度で、SC入口には偏向板⁽⁶⁾を設け約10%前後の集じん率調整ができるようになっている。この型式の特長は荒取分級性能がきわめて高い点で、フライアッシュの損失(荒取集じんされる 43μ の量)は6%乃至7%である⁽⁷⁾。

(ロ) MC-EP形

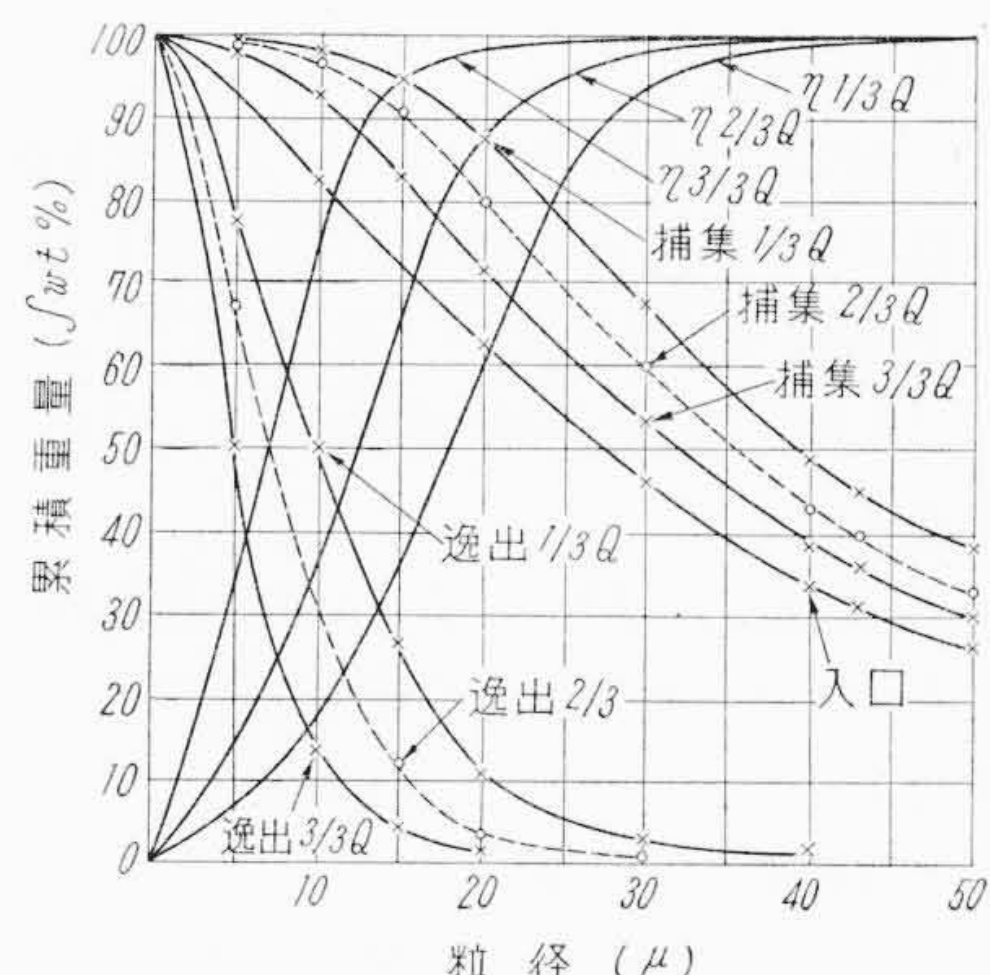
MC-EP形は荒取集じん器として、特殊設計された大口径の導翼旋回式MCを採用したもので、集じん率は大体43%乃至50%で、MCの内筒、および外筒に設けた盲蓋ダンパの開閉によって、ガス量が減少した場合に約10%集じん率を高めることができる⁽⁸⁾。この形式ではSCに比較すると荒取分級性能はやや低く、フライアッシュ損失は15%程度になるが、大ガス量の処理に適している。同一サイズのSCとMCでは、圧力損失をほぼ同じにした場合、前



第8図 VZ 分級器の導翼寸法および形状を決めるための実験設備

第9図 VZ に全ガス量の $\frac{3}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{3}$ を通した場合の粒径別集じん率 η_w と、捕集ダスト、逸出ダストの粒径分布

第10図 VZ の通過ガス量と集じん率および圧力損失

第11図 MC に全ガス量の $\frac{3}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{3}$ を通した場合の粒径別集じん率と捕集ダストおよび逸出ダストの粒径分布

者に比して後者は約3倍の処理能力がある。すなわち、SC に比し MC は単位サイクロンが小形で、大ガス量処理用として合理的配列が容易であるため、設置面積が小さく、経済的にまとめうる利点がある。したがって、最近設備される火力プラントのようにますます大容量になってくると、主機との設備的均衡上回収装置は MC-EP 形が多く採用される傾向になっている。

3. VZ-MC-EP 形の構造と各集じん器の特性⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

VZ-MC-EP 形は第7図に示すように、EP に高集じん率 MC と低集じん率 VZ 分級器を並列に前置して、MC および VZ ダンパーの操作によって、任意のガス量を MC あるいは VZ に配分できる。

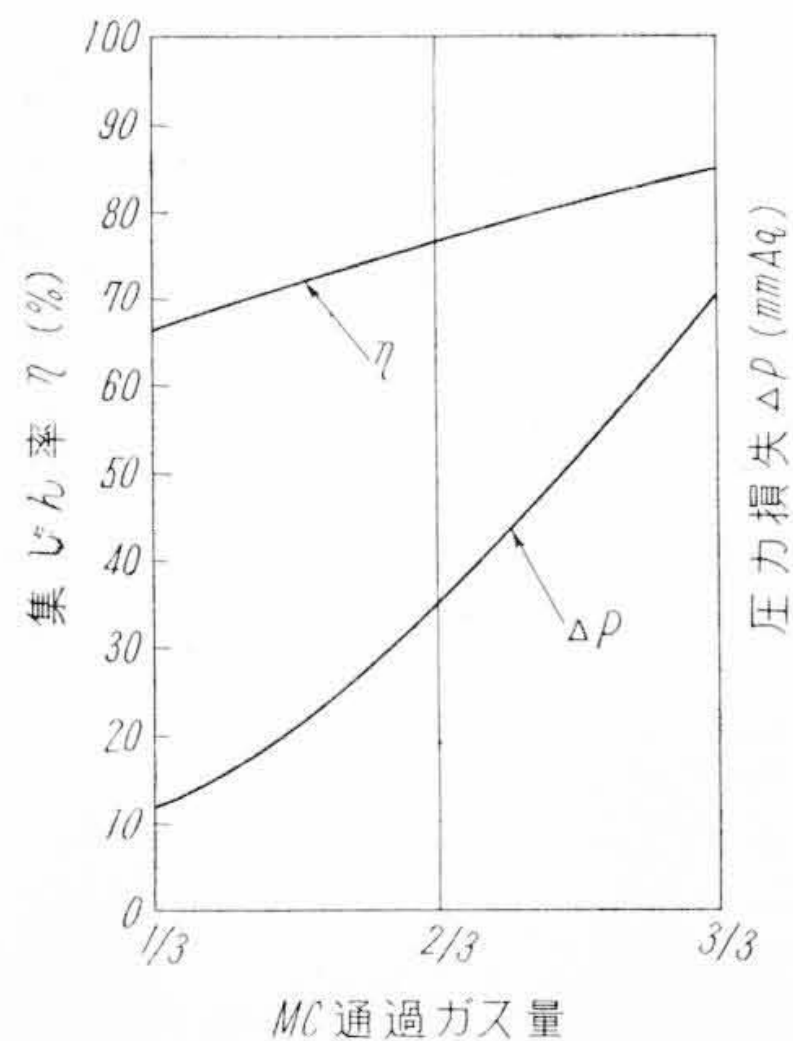
3.1 VZ 分級器

VZ 分級器は導翼旋回式サイクロンと同様、遠心力を利用し主と

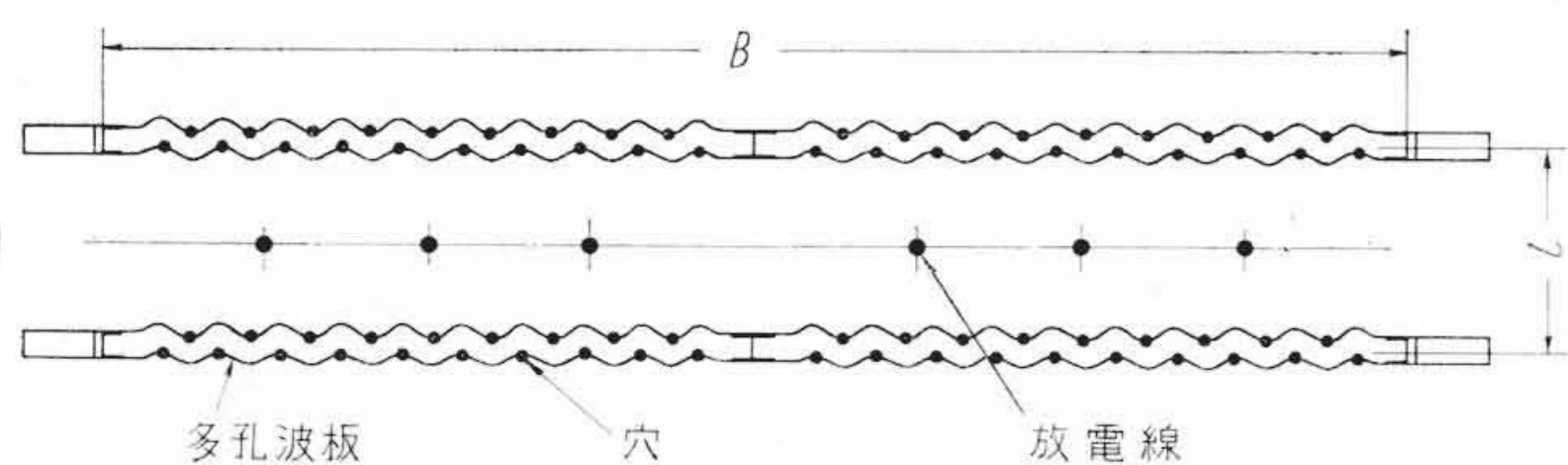
して $43^+\mu$ 以上の粗粒ダストを捕集させるもので、特に集じん率を低くしてフライアッシュの捕集量を多くするため、SC-EP 形に採用している SC とほぼ同口径のものにしてある。集じん率は大体 35% 前後で、この VZ に全ガス量を通した場合、逸出ダスト中の $43^+\mu$ は 25% 以下になるように計画されている。

第8図は VZ 分級器に使用する導翼の寸法、および形状を決定するために作られた実物大の実験装置で、この実験に使用したダストは、新東京 PS No. 1 号 SC-EP 形フライアッシュ回収装置の SC、および EP 捕集ダストを約 2:3 の割合に配合し、 $43^+\mu$ が 30% 前後の粒度になったものを使用した。

この VZ に全ガス量の $\frac{3}{3}$, $\frac{2}{3}$, および $\frac{1}{3}$ を通した場合、粒径別集じん率ならびに捕集ダストおよび逸出ダストの粒径分布特性は、第9図に示すようになり、VZ の集じん率と圧力損失との関係は第10図の



第12図 MCの通過ガス量と集じん率と圧力損失



第13図 多孔波板ポケット形集じん極

ようになる。すなわちガス量が $1/3$ くらいに減少しても集じん率の低下は比較的少ない。

3.2 MC集じん器

MCは導翼旋回式を採用した高集じん率のもので、煙害防止用MC-EP形に使用しているものと同じである。このMCは最少粒子径が 10μ 前後になり、普通の微粉炭ボイラ排煙の場合、集じん率は85%程度になる。

このMCに全ガス量の $3/3$, $2/3$, および $1/3$ を通した場合には 43μ 以上の粗粒子はMCからはほとんど逸出しない。

第11図はこのMCにガス量 $3/3$, $2/3$, および $1/3$ を流した場合の粒径別集じん率ならびにMC捕集ダスト、逸出ダストの粒径分布を示したものである。

第12図は、このMCの集じん率と圧力損失との関係を示したもので、大体ガス量が $1/3$ 程度に減少した場合でも集じん率の低下は20%程度である。

3.3 EP集じん器

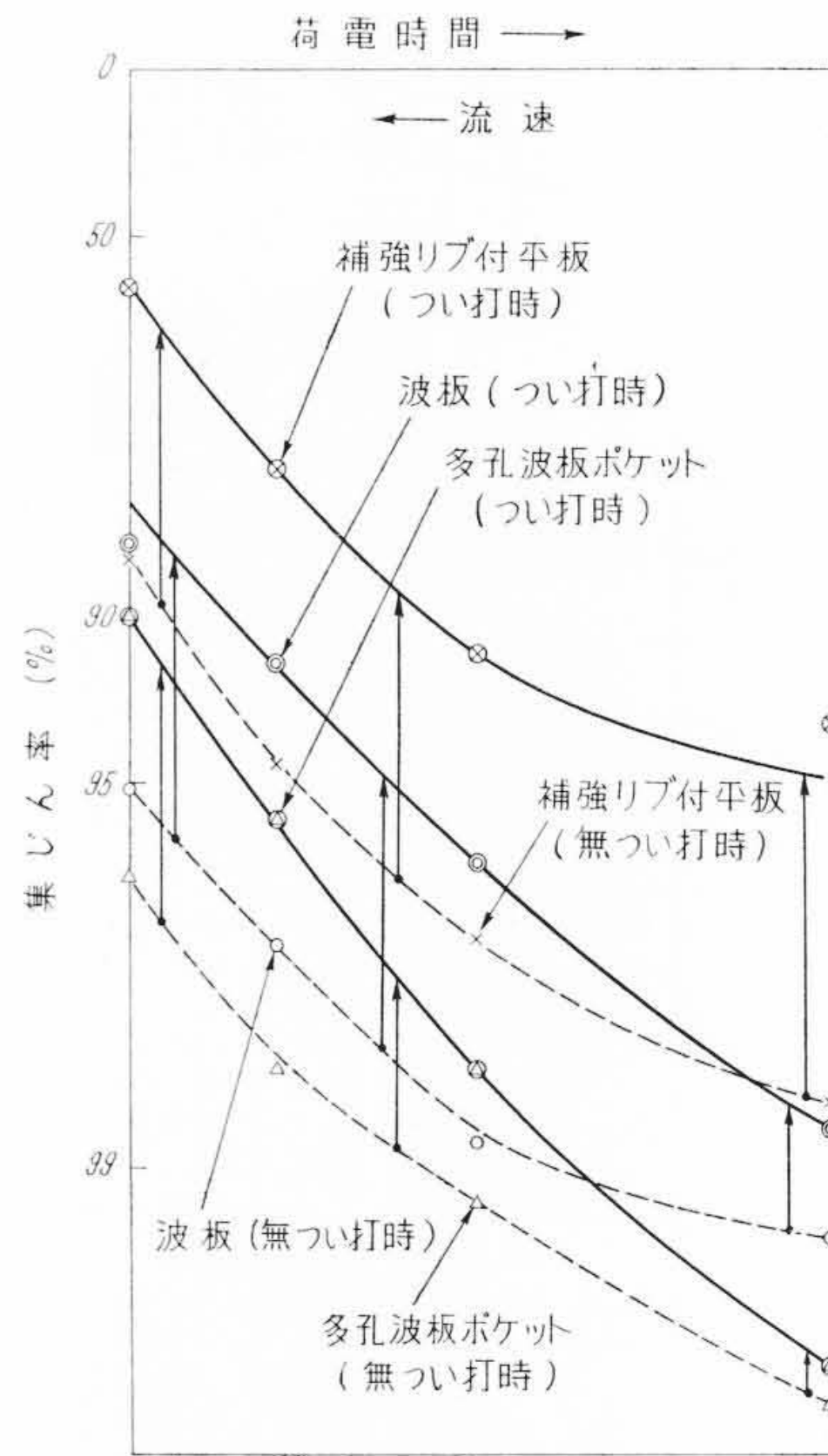
前述のようにSCまたはMCでは、ダストの分離速度が粒径の2乗に比例するが、EPでは粒径に比例する程度で、粒径による影響が比較的少ない。したがって、フライアッシュ回収装置における荒取り後の微粒ダストを捕集するには、EPが最も好ましい集じん特性を有している。

VZ-MC-EP形に採用するEPは、合理的に縮小されるとともに、最近の燃焼効率の向上した微粉炭ボイラガスおよびダストに対しても高電圧安定運転が容易で、しかも電極脱塵槌打時にも煙色をおとさずに、煙害防止の効果をあげる構造をとっている。これらの特長をあげてみると次のようである。

3.3.1 多孔波板ポケット形集じん極⁽¹¹⁾

EPの集じん率は集じん極と放電極の極間隔が一定で、集じん電圧、放電電流などの荷電条件が同一であれば、集じん極構造の良否に大きく左右される。

従来、火力用EPにはモルタル形、金網形、および平板形などが採用されていたが、モルタル形では高温で使用するともろくなる、そして電気抵抗が高くなって集じんダストの帯電荷の中和が悪くなる。あるいはまたつい打機構の採用が不可のため、ダスト



第14図 補強リブ付平板形および波形電極と多孔波板ポケット形電極の集じん特性の比較

の異状堆積を起すなどの欠点がある。

また金網形は高温ガス中でもひずみによる事故が起らない特長をもつが、ガス偏流を起しやすく、集じん面積が少ないので平板形よりも放電抵抗が高くやや集じんは悪くなる。

平板形は補強リブを施しても 100°C 以上になると、Backlingを起し荷電が不安定になる傾向があるので、最近では熱ひずみ吸収に合理的な形状をもつ波形電極が採用されている。

波形集じん極の特長は、波板のリブ効果で電極そのものがじょうぶになっているから補強リブを必要としない。したがって補強リブによるガス流の絞りがなく、有効断面を大きくとることができる。また波形では波の凹部に沿って捕集ダストを落下させるので、いったん捕集されたダストがガス流によって逸出するのを防止するが、その効果は波形の形状について最もすぐれた条件がある。さらに(集じん電極面積/含じん量)比が大であるだけに、逆電離など安定集じんに不都合な現象の防止効果も大きい。

さらに進歩した集じん電極の多孔波板ポケット形は、第13図に示すように、2枚の波板に適当なダスト逃入孔を設け、ポケット形に組立てたもので、次のような特長をもっている。

(a) 帯電ダスト、および再飛散ダストは静電気力によって逃入孔からポケット内に入って集じんされる。

(b) 捕集ダストはガス流のないポケット内を落下して、ホッパーに收容されるからガス流によって逸出することが全然ない。したがって流速がさらに高く採れる。

(c) 集じん極無つい打時の集じん率はもとよりであるが、つい打時の集じん率が他形式のものに比しきわめて高い。

(d) 再飛散がきわめて少なく、処理ガス速度を上げうるのでEPを縮小できる。

第14図は、最近まで採用されてきた補強リブ付平板形、および波形電極と、この最新多孔波板ポケット形電極との集じん特性を $50,000\text{ m}^3/\text{h}$ 容量の実用形EPで、微粉炭ボイラ煙じんを使って比較実験した結果を示している。第14図から明らかなように多孔波板ポケット形は、無つい打時、つい打時ともにほかの形式のものに比してはるかにすぐれた集じん特性を示している。

しかし集じん電極の進歩によるダストの低再飛散性の実現によって、集じん器内のガス流速を高め得たが、これによって集じん器を縮小し、かつ高集じん率を保持するには、なお次に述べるように放電極および荷電装置の改善進歩による高電圧安定荷電によって高ガス流速に応じた集じん速度の向上が成されねばならない。

3.3.2 ツウイスト放電極⁽¹²⁾

最近建設される新鋭火力では燃焼効率が上がったため、煙じんダストの電気抵抗がきわめて高く、従来 $10^{10}\Omega\text{-cm}$ 程度であったものが最近のものでは 10^{12} 乃至 $10^{13}\Omega\text{-cm}$ で SiO_2 の非常に多い低品位炭ボイラの場合と大差なくなっている。このため集じん板に収着された捕集ダストの保有電荷の集じん極への中和が不十分で、コロナ放電の減衰乃至は逆電離現象を起し、スパークの大きさ、ひん度が激しく従来の丸線形放電極では、振幅が拡大して十分な荷電ができなくなる場合が多くなった。

とりわけフライアッシュ回収量の多い集じん装置では、EP 入口側セクションにおけるダスト濃度が高いため、一層空間電荷効果の影響を受けて、放電電流が減少し、異常に高電圧がかかる結果となってスパークが激しく、アーキング状態に移行しやすく、不安定な運転状態になりがちである。

ツウイスト放電極は、このような場合に振幅の拡大を防ぐため放電線自体を角ねじりとして剛性を増し、また放電極のダスト付着を防止するためにこれを上部グリットに適当な機構で固定してつい打効果を高めている。

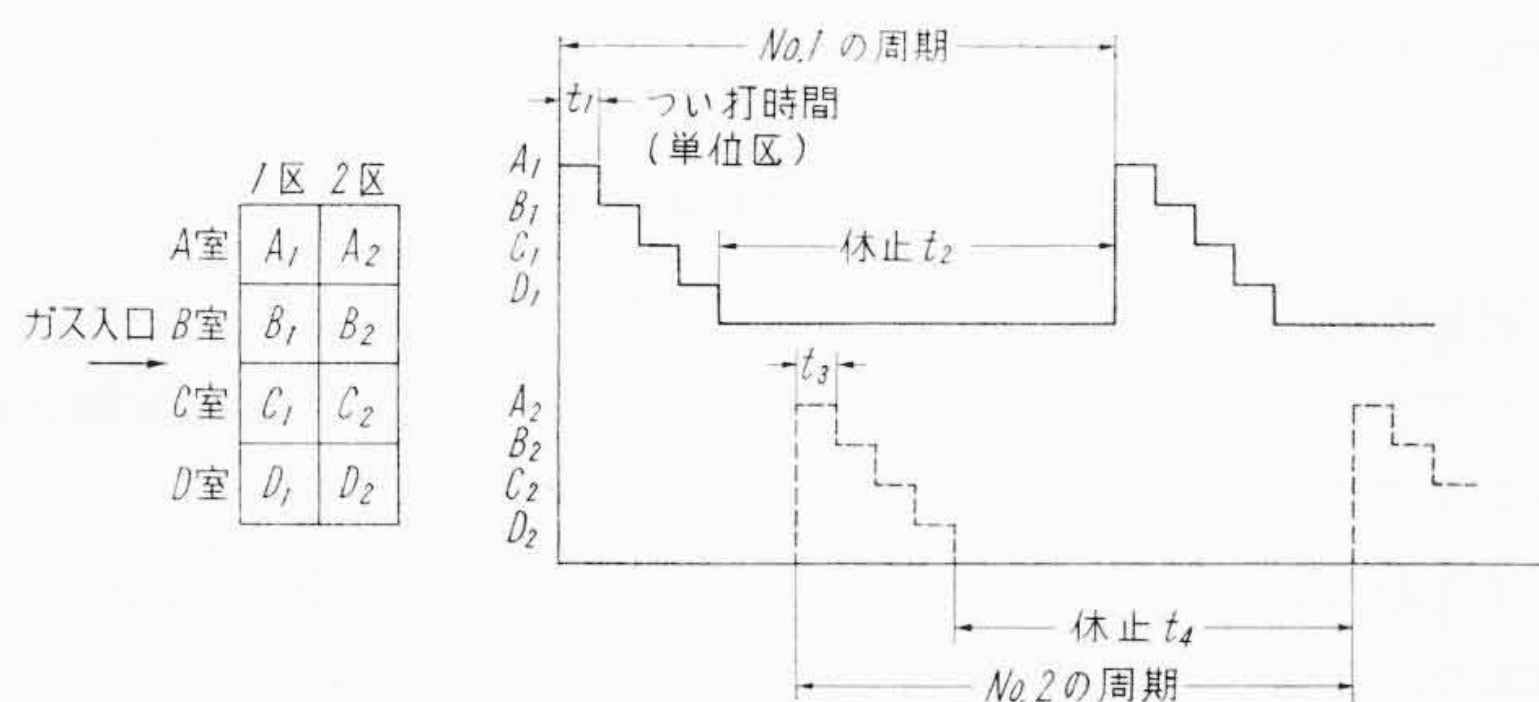
3.3.3 集じん極の順序つい打⁽¹³⁾

EP の放電極はダスト付着によって肥大し、コロナ始発電位傾度を高める結果、放電電流を減少するので着じん防止の意味で連続つい打する。

一方集じん極は多量のダストを捕集するので、これによる空間電荷現象を回避するため、(電極面積/含じん量)比を小にするとともに適時これを衝撃脱じんする必要がある。電極つい打時には多少とも捕集ダストが離脱再飛散して、ガス流に乗せられ逸出することはまぬがれない。これを最小限にするため通常ガス、およびダストの性状、あるいはダストの付着状態をみて、適当な周期で短時間ずつ随時つい打する。従来の火力用 EP では 1 時間乃至時間周期でつい打するのが普通であったが、最近のものでは前述のようにダストの電気抵抗 (ρ) が高いので、逆電離および空間電荷効果などの現象からまぬがれ、高電圧安定運転を保持するためつい打をひん繁かつ十分に行って、電極上の堆積ダスト層の厚さ (a) を薄く、 $\rho \cdot a$ をある限界値内に保持することが必要になってきた。

このため、つい打時の煙色が目立ち、最近のように環境上特に高集じん率が要求される場合には、一層つい打時の煙色が問題にされるようになった。

第 15 図は 4 室 2 区電極構成の EP の順序つい打方式を示したものである。



第 15 図 4 室 2 区 EP の集じん極順序つい打方式

各室の第 1 区、 A_1, B_1, C_1, D_1 の 4 区を No. 1 系統、第 2 区 A_2, B_2, C_2, D_2 を No. 2 系統とし、各系統ともつい打周期、つい打時間はタイムスイッチで適当な時間に調整できるようにしてあり、第 15 図に示すように、4 区を $t_1 = (1 \sim 2)$ 分ずつ順次につい打して一定時間 t_2 だけ休止するような方式をとっている。

このつい打方式を採用した場合のつい打時の煙色は、従来の全区同時つい打の場合に比し、約 8 分の 1 以下になるため、無つい打時の集じん率が非常に高い場合でも、また短周期のつい打の場合でも、煙色はきわめて良好である。

第 1 区に比し第 2 区を通過するガスの含じん量は、はるかに少ないので、 $t_3 < t_1, t_4 < t_2$ とするのが普通である。また No. 1 系と No. 2 系とが重複作動することのないよう、優先つい打式回路が用いられる。

3.3.4 定電流自動制御方式⁽¹⁴⁾

EP の荷電特性は処理ガスの性状 (ガス量、成分、圧力、温度、湿度) およびダストの性状 (ダスト量、成分、電気抵抗、粒度)、あるいは電極付着ダストの状態による影響が大である。

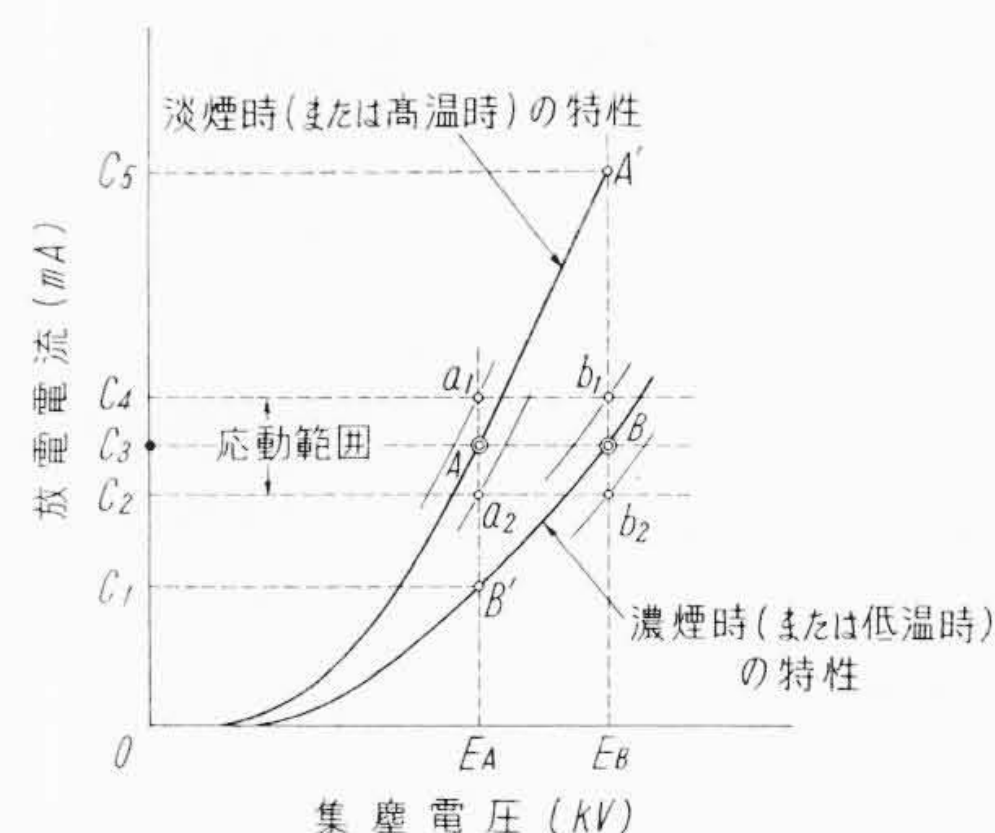
すなわち、ダストの電気抵抗 ρ が適度に低く、濃度が稀薄なときにはコロナの発生は盛んで放電電流は良く流れるが、ダストの電気抵抗が非常に高いか、あるいは濃度が著しく高い場合には放電電流は著しく減少する。この変化幅は 2 けた以上にも及び、変化時期とその状況の予想は実際には困難である。

EP の荷電電圧を徐々に高めてゆくと、放電電流は次第に増してゆき、スパーク、およびアーキングに近づくと急激に電流は増加する。EP を最も能率よく運転するには、このスパーク寸前または多少のスパークを伴う程度の高電圧で運転するのが望ましく、定電流自動制御方式では、この放電電流を検出して、ガスおよびダスト状態の変化に追従して、常にスパーク寸前の最高電圧時の放電電流に保持するように自動制御する方式である。

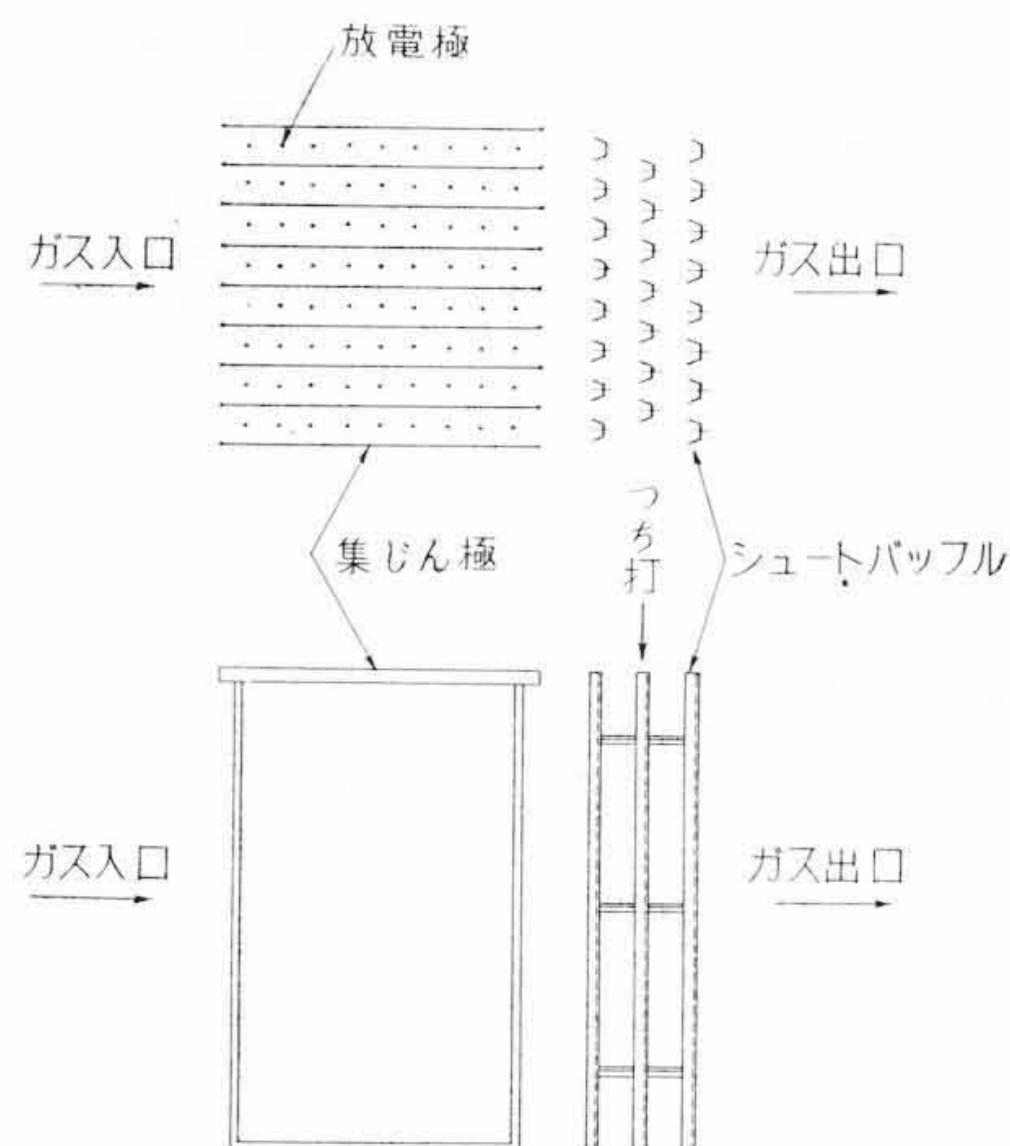
火力発電においては通常、石炭と重油とを広範囲な比率で混焼するため、煙の濃度も大幅に変化する。第 16 図において A は淡煙時、B は濃煙時の放電特性である。いま淡煙時 A 点で運転していた場合、煙が濃煙に変化すると、放電特性は OB' のようになる。したがって電流は C_3 から C_1 に減少するから制流電流値を $C_2 \sim C_4$ にしておけば、集じん電圧は E_A から E_B まで自動的に上げられることになる。この定電流方式では、この集じん電圧の上げ、下げを自動的に行うことができるから、ガスおよびダストの性状に合致して、常時最高電圧で EP を運転できることになる。

3.3.5 逸出ダスト捕集装置⁽¹⁵⁾

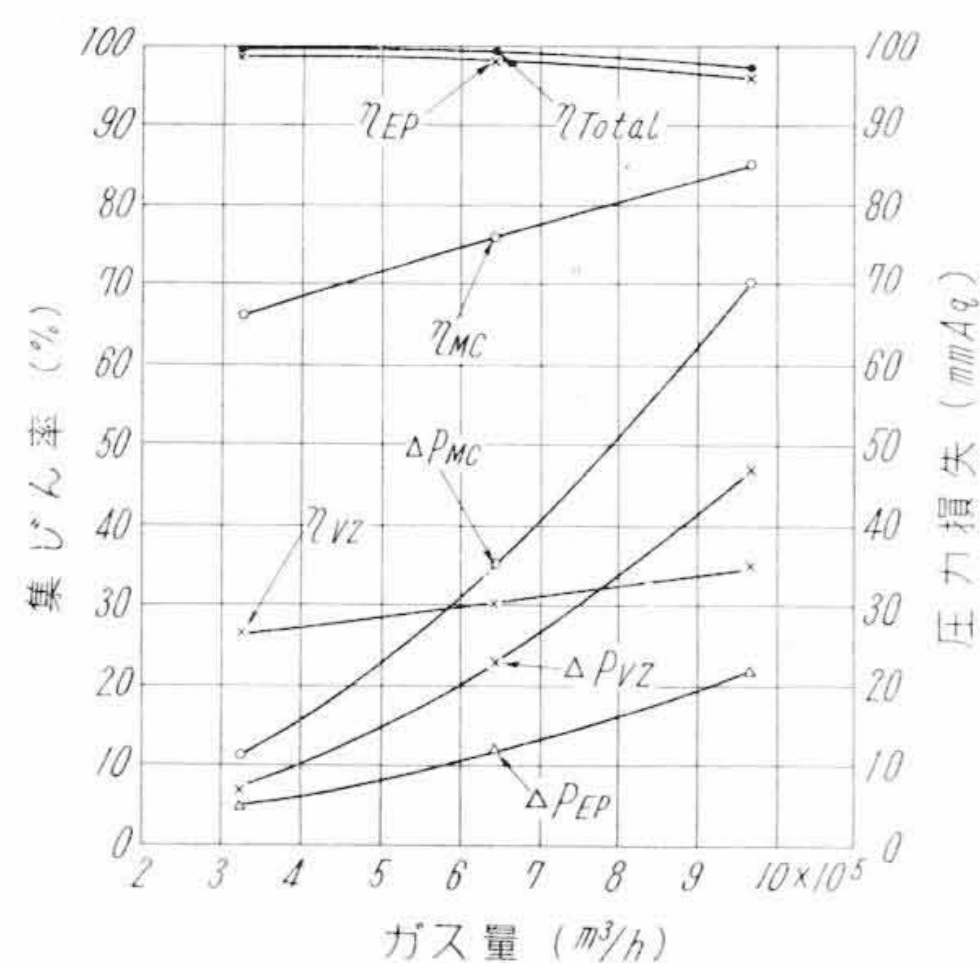
EP 集じん極の未集じん帯電ダストおよび再飛散逸出ダストは、(一)電荷を十分に持っているので、適当なパッフルをアース側 (+) に設備することによって、ある程度の逸出ダストを捕集することが可能である。



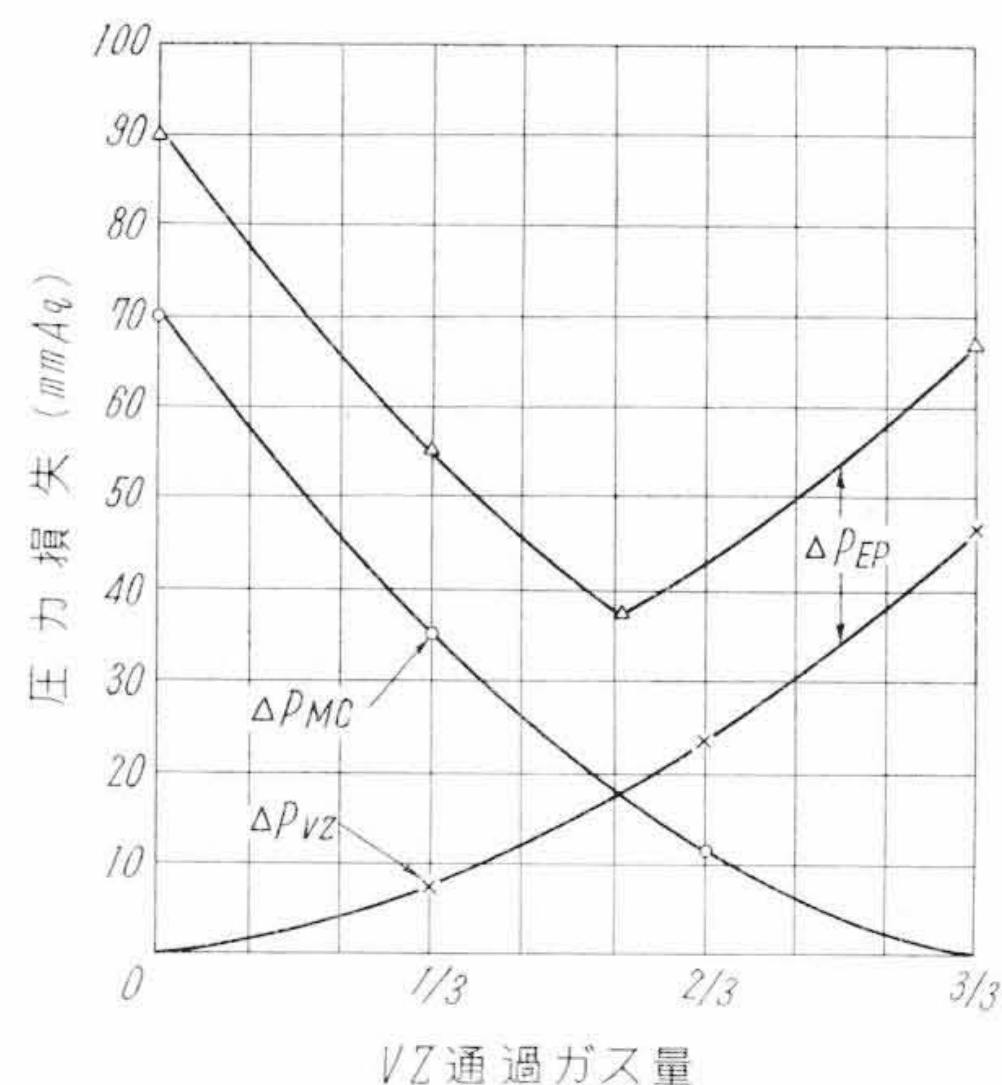
第 16 図 EP 内における煙の濃度または温度あるいは圧力変化による放電特性の変化と高能率自動運転



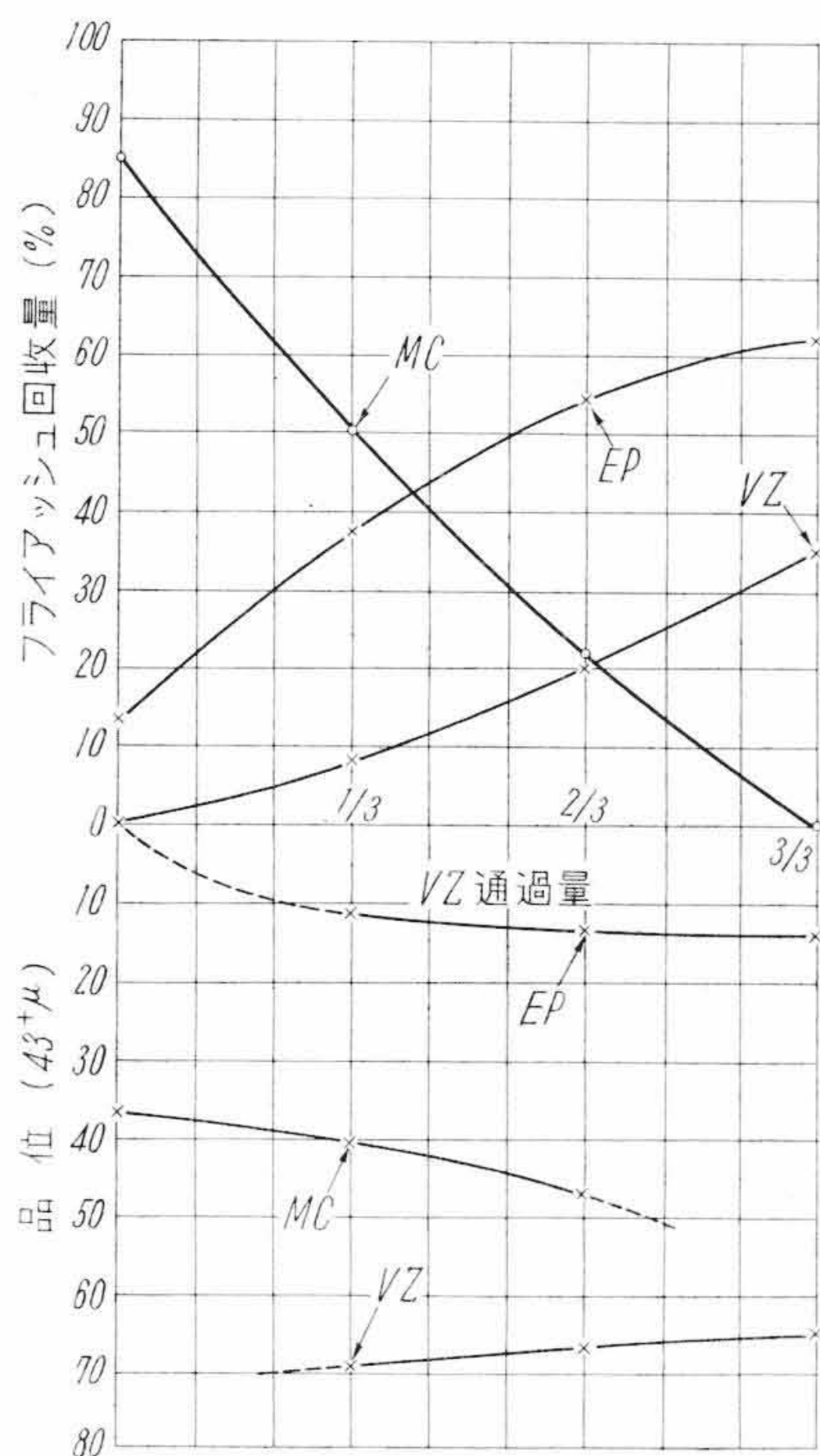
第17図 EP 逸出ダスト捕集装置説明図



第18図 VZ-MC-EP 形の各集じん器単独の集じん率と圧力損失



第19図 VZ-MC-EP 形の圧力損失とバランス



第20図 VZ-MC-EP 形におけるフライアッシュの回収量と品位

本装置は第17図に示すように EP 出口側にシュートバップルを3段に設けたもので、電気抵抗の高いダスト層ができるとダスト捕集能力が下るため、EP 出口集じん極と同様、適当な周期でこれをつち打脱じんするようになっている。

4. VZ-MC-EP 形の運転

微粉炭ボイラの煙じんは前述のように、使用炭の品質、成分、ミルの構造、摩耗程度、微粉度および燃焼状態によって大きく左右されるから、所定のフライアッシュを多量に回収しようとする場合には、これらの状態に合致した荒取集じん器の特性を必要とする。

従来の SC-EP 形、MC-EP 形においては荒取集じん率はおおむね 10% 程度であるから、負荷、炭質、微粉炭の粒度および燃焼条件などによって大幅に煙じんの性状が変わった場合には、SC あるいは MC をその状態に合致するよう改造することが必要になる。

この VZ-MC-EP 形では、集じん率 35% 前後の $43^+\mu$ 粗粒子捕集用 VZ 分級器と、 10μ 乃至 15μ 程度まで捕集する高集じん率 MC

第2表 火力用集じん器の集じん特性・フライアッシュ品位と回収量・ならびに設備費の比較

	形 式	荒取集じん率	荒取集じん率調整	総合集じん率 (%)	フライアッシュ品位 調整	フライアッシュ回収量 (%)	設備費低れんの順序
煙害防止用	MC	80~90		80~90			1
	EP	90~98		90~98			6
	MC-EP	80~90	+10	94~98		5~18	2
フライアッシュ回収用	SC-EP	30~40	10	94~98	範囲がせまい	54~68	5
	MC-EP	40~50	+10	94~98	範囲がせまい	44~55	3
	VZ-MC-EP	35~85	50	94~98	範囲が広い	9~63	4

を荒取用として EP に並列に前置してある。したがって VZ ダンパを全閉にして全ガス量を MC に流せば、EP 捕集量は 10% 程度で少なくなるが高品位 (ほとんど $43^+\mu=0$) のフライアッシュが捕集される。

また、MC ダンパを全閉にして全ガス量を VZ に流せば、EP で捕集するフライアッシュの品位 ($43^+\mu$) は 20% 乃至 25% になり回収量は 60% 程度に増える。

すなわち、この VZ-MC-EP 形では VZ、あるいは MC ダンパの適当な調整によって、EP 捕集フライアッシュの品位と回収量を自由に選ぶことが可能である。

第18図は VZ、MC および EP の単独の集じん率と圧力損失、全ガス量を MC に流し煙害防止用 MC-EP 形として使用した場合の総合集じん率、および圧力損失の一例を示したものである。

第19図は VZ、MC の通過ガス量を変化した場合の VZ および MC の圧力損失バランスを示したもので、大体通過ガス量 $2/3$ を VZ に通した運転の場合最も圧力損失が少なくなる。

第20図にこの VZ-MC-EP 形における VZ 通過ガス量と各集じん器捕集のフライアッシュ品位 ($43^+\mu$) と回収量との関係を示したもので、VZ の集じん率は 0 から 35% 前後、MC は 0 から 85% 前後まで調整される。したがって EP 前における荒取集じん率は 35% から 85% まで調整され、EP 捕集のフライアッシュ回収量は大体 10% から 60% まで、また品位も大幅に変化することが可能である。

5. VZ-MC-EP 形の特長

従来の火力用集じん装置とこの VZ-MC-EP 形の集じん特性、フライアッシュの品位と回収量、設備費などを比較してみると第2表のようである。

すなわち、この VZ-MC-EP 形の特長をあげてみると、次のようである。

(1) 荒取集じん率を 35% から 85% と大幅に調整できるから必

要に応じて、煙害防止用、フライアッシュ回収用のいずれにも使用できる。

(2) 荒取集じん率の大幅な調整によって、フライアッシュの品質と回収量を自由に加減できるから、負荷あるいは煙じんの性状が変化しても最も合理的にフライアッシュの回収ができる。

(3) SC-EP 形、MC-EP 形と同様、荒取集じん率を最低の VZ 集じん率にした場合と、最高の MC 集じん率にした場合との総合集じん率の差異はきわめて少なく、2%乃至3%程度である。

(4) 煙害防止用 MC-EP 形を使用して、MC で 85% 前後荒取し、この煙じんを独立分級器でフライアッシュ製品と廃棄粗粒分とに分級するフライアッシュ回収装置と比較すると、VZ-MC-EP 形のほうが設備費において約 30% 安く、運転動力費において約 50% 近く節減できる。

(5) EP は多孔波板ポケット集じん極、ツイスト放電極、集じん極の順序つい打、定電流自動制御による高電圧運転、逸出ダスト捕集装置などの採用によって、著しく小形化され設備費が低れんになっている。

(6) SC-EP 形あるいは MC-EP 形で荒取集じん率を大幅に変えたい場合には、SC または MC を改造しなければならないが、VZ-MC-EP 形では、連動式ダンパーの簡単な操作でその目的を達することができる。

6. 結 言

火力発電所のボイラの排ガスに含まれる煙じんの性状は使用炭、微粉度および燃焼条件により大幅に変る。このためにフライアッシュ回収計画がその品質あるいは回収においてくいちがいをきたす。

他面フライアッシュの規格も用途の発展によって異なっている。すなわち、一応規格としてはフライアッシュの比表面積は 2,700 ブレーン以上となっているが、実際にはこれが 4,000 ブレーン以上になるときわめて扱いにくいといわれる。したがって煙じんの粒度分

布のいかにかわらず回収フライアッシュの粒度を、2,700 乃至 3,500 ブレーンの間に収めるということになる、どうしても荒取集じん器の特性を大幅に変えようようにしておくことが必要になる。

SC-EP 形は分級特性が良く、また MC-EP 形は負荷変動に応じうる幅が比較的大きいが、調整幅は 10% 前後である。さらに大幅に変えたい場合には装置自体に改造を加えねばならない。

VZ-MC-EP 形では、集じん率および集じん特性の異なった VZ および MC の動作特性をガス分配ダンパーの操作で容易、かつ任意に組合わせて使用し、荒取集じん特性を大幅に変えうるから任意の品質のフライアッシュを合理的に回収できる。

最近の EP は集じん極、放電極、および荷電設備の総合的改善進歩によって著しく Compact かつ経済的になったが、火力発電用集じん装置は、排煙の性質の予想、設備費と維持費、施設目的、地域的環境と燃料事情などを広く勘案してその形式と規模を選ばねばならない。

参 考 文 献

- (1) 橋本、大野：電気公論 11 月 (1959)
- (2) アメリカ：Bureau of Reclamation：Palisades Dam, フライアッシュ規格
- (3) JIS：フライアッシュ規格案：A 6201 (1957)
- (4) 辻本、大野：OHM, 最近の火力発電所号, 8 月 (1955)
- (5) 大野：新案 442242,
- (6) 橋本、大野、小川：特願 33-5704
- (7) 鶴田、橋本、大野：日立評論, 40, 3 号
- (8) 田中：新案 427432
- (9) 橋本、大野：化学装置, 8 月, (1959)
- (10) 橋本、大野：特願 33-18599
- (11) 諫早、越前谷：日立研報, 第 2863 号, 特許 34-155
- (12) 橋本、大野：特許出願中
- (13) 橋本、山田：特許出願中
- (14) 橋本、山田、森井：特願 33-34959
- (15) 大野：実願 33-53690



特 許 第 233849 号

特 許 の 紹 介

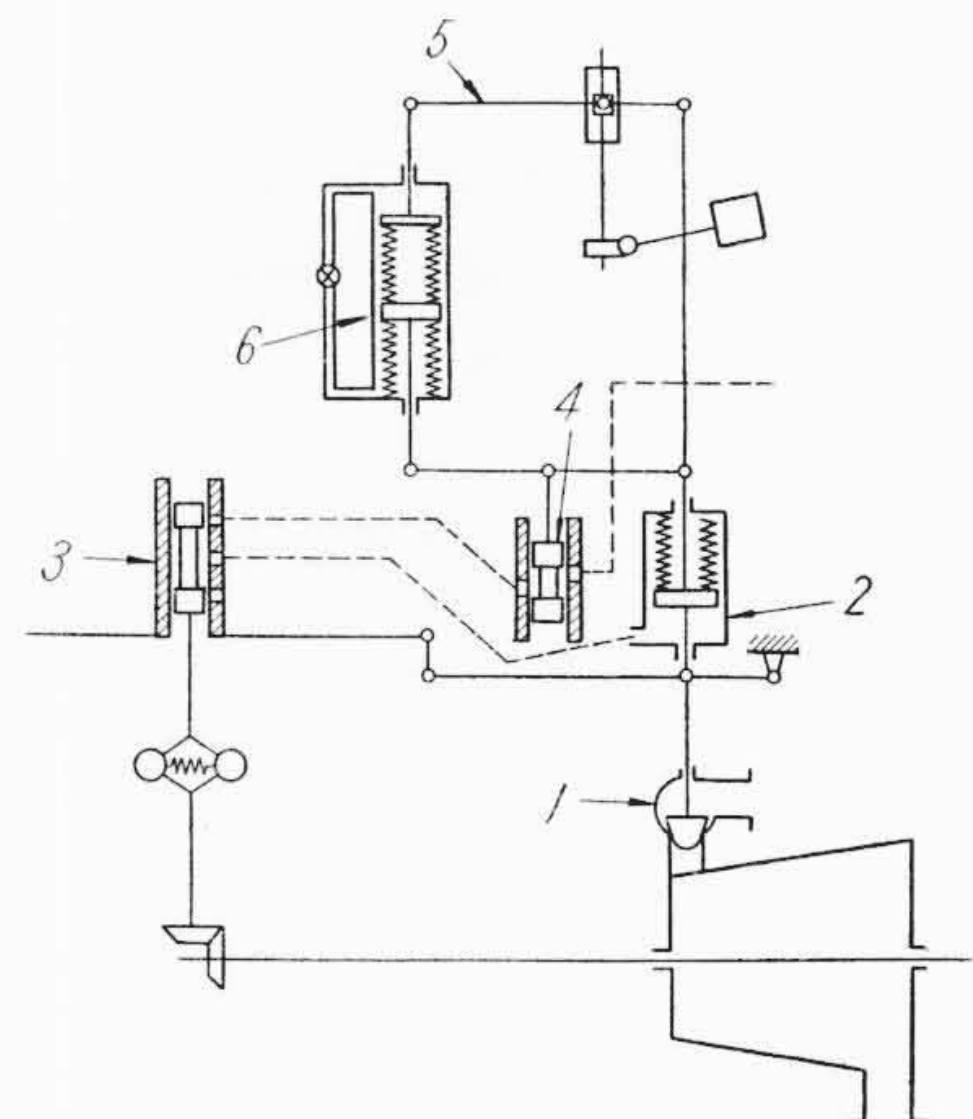


桑 野 幸 三

タ ー ビ ン 自 動 負 荷 制 限 装 置

本発明は蒸気タービンの負荷がひん繁かつ大幅に変化する場合の保安装置に関するものである。負荷が短い時間の間に大きく変ったときタービンの調整加減弁を無制限に開閉してその変化に追従させることはボイラの蒸気発生に即応度に制限されてできない。したがってタービンには負荷の変化に対して加減弁の開度の調整がある範囲に制限されるような制限装置を設けている。従来この装置はその時の負荷状態に応じて人為的に設定されるものであったがそれではひん繁な負荷変化を行うものには不適當である。本発明は負荷の変化に応ずる加減弁の開閉を制限する設定行為を自動的に行う装置を提供することにより従来の欠点を改善したものである。

本発明は加減弁を操作する圧油装置の給油系統の給油路を加減弁の動きによって一時遮断しうる弁装置を設けしかもこの弁装置はある時間経過後ふたたび自動的に開かれて油路の遮断を解放しうるようにしたものである。図はそのための実施例であって 1 は蒸気加減弁、2 はサーボモータ、3 は負荷の変化を検出してサーボモータ 2 の操作圧油の給排を行う配圧弁、4 はサーボモータ 2 の動きに連動し油路を遮断する遮断弁、5 は遮断弁 4 をふたたび開放するための復元機構である。この復元機構には実際の復元をある時間経過後に達成させるための遅延機構 6 が介在せしめられている。これらにより負荷変化の際、加減弁の動きがある量に達すると遮断弁はいったん閉塞し、加減弁をその位置に停止する。ある時間経過すると遅延機構が働いて遮断弁をふたたび開放し蒸気加減弁の動作を可能にする。



本発明は上述のように大幅な負荷に際しても必要な制限を自動的に遵守しながら安全に求められる負荷に応ずることができる。

(高橋)