

マルチサイクロン收塵器

河原 誠二* 小玉 美芳**

Multicyclone Dust Collector

By Seiji Kawahara and Miyoshi Kodama

Hitachi Research Laboratory and Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The need of providing a dust collecting equipment for the flue of boiler is increasingly greater in line with the centralization of thermal power plants to dense populated city area. And several types of electric and mechanic devices have been contrived and used for the purpose of dust collection with different merits of each type.

But when simplicity of operation and small size of the equipment are the first requirements of the plant, not at the sacrifice of efficiency, the new multicyclone type dust collectors developed by Hitachi, Ltd. have been proved to give the most satisfactory results.

The advantages of the multicyclone dust collector may be summarized as follows; (1) With the cylinder of small diameter, high dust collecting efficiency is attained, (2) Pressure loss is kept low owing to its fitted shape of gas inlet, (3) Small size and weight and compact structure of the equipment facilitate its installing and arrangement in limited space of the plant, (4) In defiance of the gas volume to be handled, unit cyclone can be of the same cylinder size for any applications. What is necessary is only to increase or decrease the number of unit cyclones according to the gas volume, and (5) Characteristics verified on the test of an unit cyclone can be expected alike for a composed multicyclone.

Furthermore, by the experiments it was ascertained that the dust collecting efficiency of the type is maintained at no less than 90 percent. This figure, along with several other characteristics, has made this type quite suitable not only for the flue of boiler but for the dust collecting service in various industries.

[I] 緒 言

ボイラの煤あるいは灰が煙突から吐出され附近に落下するといういわゆる降灰問題は火力発電所が比較的都市に多いために最近とくにやかましくなっている。また化学工場に於てはこれが製品にも影響し無視できない問題である。このためにとくに微粉炭焚のボイラに対しては

適当な収塵装置を設備することが必要欠くべからざるものとなつている。もちろん従来もたとえばコットレルとかシングルサイクロンなどが各所で使用されているが何れも満足すべき状況ではなかつた。コットレル収塵器は電氣的なものでダストの捕集性能からみればほぼ完全であるが取扱い及び保守の点に於て機械的な収塵装置の方が簡単であるということは否定できない。またシングルサイクロンは機械的なもので構造、取扱いが簡単であるが捕集性能の点で最近のようなきびしい要求に対しては

* 日立製作所日立研究所

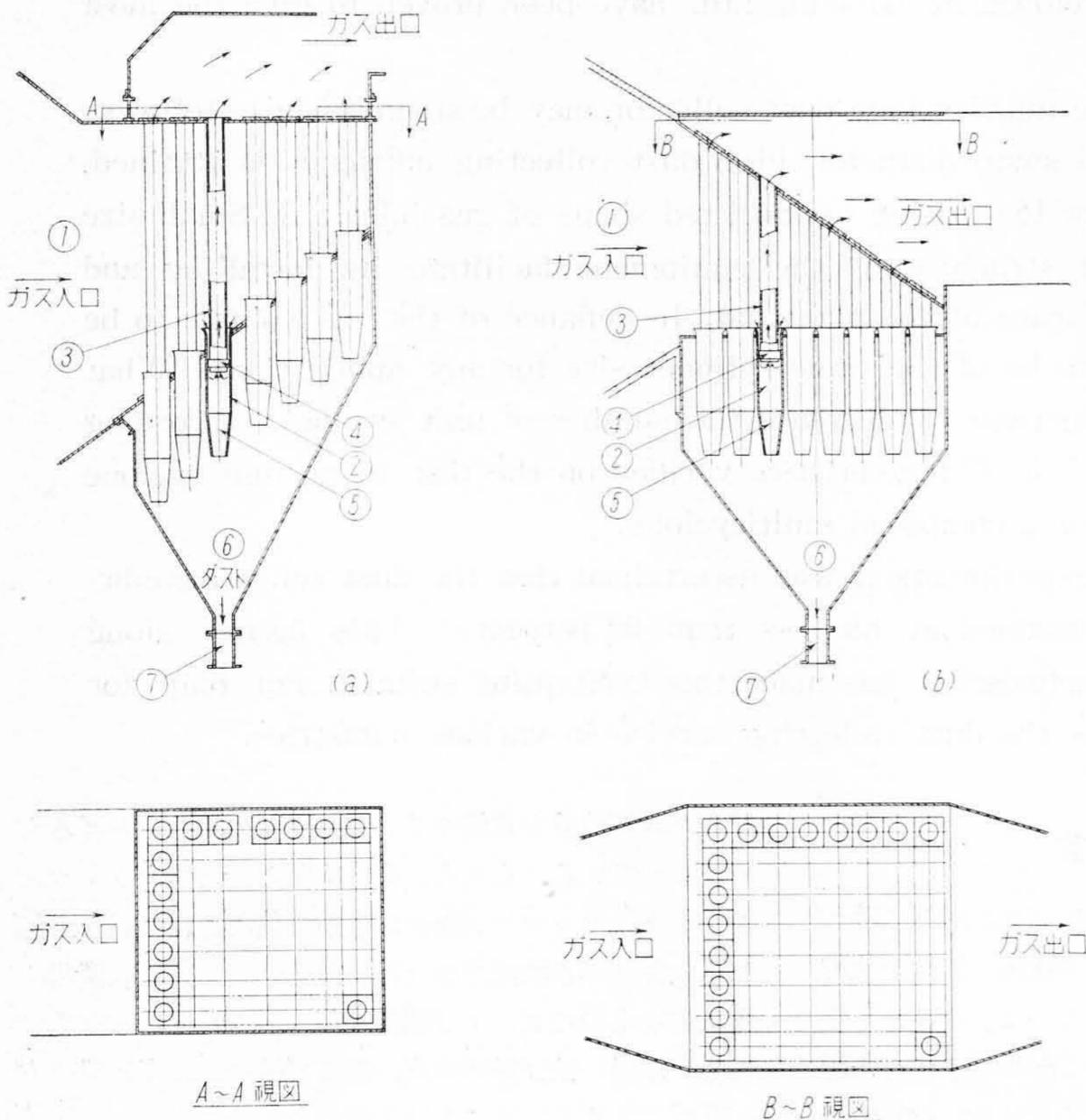
** 日立製作所日立工場

十分でない。これを改良したダブルサイクロンもかなり使用されているがやはり満足すべき状況にあるとはいえないようである。日立製作所に於てはボイラの煙道ガスの収塵用としてマルチサイクロンを採用し、好成績を納めている。捕集性能はもとよりとくにボイラに於てはその配置上からくる利点のために他の型式のサイクロンに遙かに優れていると考えられるものである。ここにマルチサイクロンの構造とその単位サイクロンの実験によつて求めた特性ならびに現地に於て実際製品について行つた試験結果の一部を述べ種々の特長について紹介した。

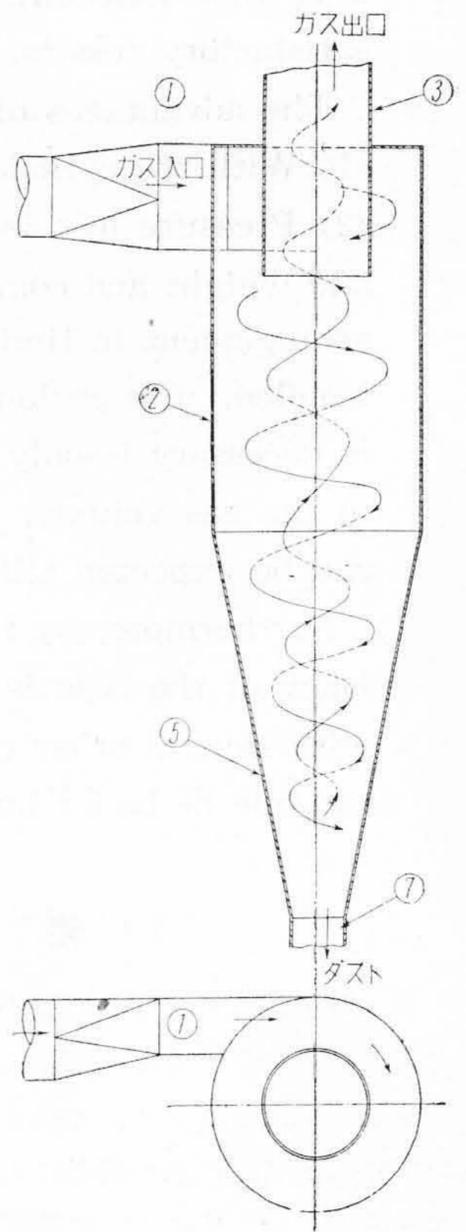
【II】 マルチサイクロンの構造及び特長

マルチサイクロンをシングルサイクロンと比較するとわかり易いので両者を対照しながら説明しよう。第 1 図 (a) 及び (b) にマルチサイクロンを、第 2 図に普通のシングルサイクロンの構造を示した。符号を両図共通につけてあるが、大きさもほぼ同じガス量进行处理するものとして同一縮尺で示してあるからそのまま比較することができる。ダストを含んだガスは①から入る。②は外筒

即ちサイクロン胴、③が内筒でマルチサイクロンではこれが組合わされてシングルサイクロン一個に対応する一つのサイクロンとなるわけである。これを以下単位サイクロンと称する。単位サイクロンが多数並列になつた全体がマルチサイクロンである。ダストはホッパー⑥又は⑦に集められ⑦から取出されることになる。ガスは①から入るがシングルサイクロンでは外筒の一部に設けられた口から切線上に入りその速度で胴内に旋回流を作るのに対し単位サイクロンでは軸方向に外筒と内筒の間の環状の面積全体から入りその後ここに設けられた案内羽根④により強制的に旋回流となる。気流の旋回によりこれに含まれたダストもともに旋回しそのため遠心力の作用をうけるからダスト粒子は抵抗に打克つて気流を横切り半径方向に外側に移動して胴内壁に集り壁に沿つてホッパー内に落下して分離される。ダストをかくして分離した排気は内筒③の中を上昇し出口ダクトに排出される。シングルサイクロンとマルチサイクロンの構造上の著しい違いは前者は大きな直径の単一の胴からなり後者は直径の小さい単位サイクロンの集合により作られていることである。



第 1 図 マルチサイクロンの構造
Fig. 1. Construction of Multicyclone



第 2 図 シングルサイクロン
Fig. 2. Single Cyclone

シングルサイクロンの分離機構については既に多くの研究*が行われている。マルチサイクロンとしてはまだみるべきものは発表されていないが、前者の理論を適用しても大差はないと考えられる。この詳細はここでは省略するが簡単に定性的に考えても上記の如く旋回流による遠心力を利用するのであるから、旋回速度を大にすること及び旋回半径を小さくすることがダスト捕集性能の向上に有効であることは明らかである。しかし旋回速度を高めるとその2乗に比例して圧力損失も増すから、ある程度に制限されるので旋回半径を小さく即ちサイクロン胴の直径を小さくすることが性能向上の手段となるのである。単位サイクロンの直径がシングルサイクロンの胴径に比し著しく小さいことは明らかに捕集性能の優れていることを表すものである。

ガス入口は単位サイクロンに於ては外筒、内筒間の環状面積全体となる。これはシングルサイクロンの外筒上の切線状の入口よりも割合として大きく、したがって圧力損失も少くなる。換言すれば一個当りの処理ガス量が割合として大きいのである(4)。この結果全体の大きさも同じ処理ガス量に対してマルチサイクロンの方が小さくなる。とくにサイクロンの高さは胴径の何倍かの高さを必要とする**のでシングルサイクロンに於いては胴径が大きいただけに全体の高さが著しく高くなり、所要空間が大きくなる。同一縮尺で描いた第1図、第2図の比較でわかるがこのことは配置上の問題と関連して無視できない特長であろう。ダブルサイクロンはシングルサイクロンに似た主、副の二つの大きな胴をもつものであるからそれとほぼ似たものとなるのは明らかである。なお具体的な比較を第1表***に示した。

シングルサイクロンに於いては円周上にある高さをもつた入口から入るのでその旋回気流が胴内を一回転しもの入口部の下方に戻つて来たときに気流が衝突し干渉

* 内外に各種の文献があるが機械学会化学機械部門委員会の主催で開かれたサイクロン懇談会に於いて数回に互に検討されたものが最も信頼できるものと思われる。結論としてまとめられたものが機械学会誌、第8号(昭和27年)に発表されるはずである。

** 前記のサイクロン懇談会でまとめられた資料にも示されているが、サイクロンの標準寸法としてホッパーの円錐部を含めて全体の高さは外筒直径の6~8倍が採用されしかかもなるべく高い方がいいということになつている。

*** 各種の収塵装置に対し処理ガス量がほぼ同じものについて比較した。マルチサイクロンの場合を100%として割合で比較してある。但し捕集性能については考えていない。捕集性能はコットレルが当然もつとも優れているがマルチサイクロンはこれに次ぐものとなる。

第1表 各種収塵器の比較

Table 1. Comparison of Dust Collector

種類	製品重量	見積価格	所要容積
コットレル収塵器	565	284*	172
ダブルサイクロン	143	108	237
シングルサイクロン	191	138	275
マルチサイクロン	100	100	100

* 電気機械を含まない。

を起し易い。これは捕集性能の上に悪い影響を与える。マルチサイクロンでは上記の如く環状の面積全体から一様にガスが流入するから干渉のおそれは少い。また案内羽根により常に一定方向の旋回を起すことになるので負荷即ちガス量が少くなつた場合にも捕集性能の変化が少い。このことは後章の単位サイクロンについての実験結果からも明らかに認められる。

さてサイクロンの設計に際してまず与えられるのはガス量である。シングル又はダブルのサイクロンでは与えられたガス量に応じてそのつどサイクロン胴の大きさを決定しなければならない。分離理論からいえばこのことはそのつどサイクロンの特性が変化するということである。これに反してマルチサイクロンではいつも一定寸法の単位サイクロンを使用し、その本数だけを全体のガス量に応じて増減すればよいのでガス量に無関係に常に単位サイクロンの特性に合ったものを作ることができる。マルチサイクロン全体の特性を考えるとときに問題となるのはガス量の各単位サイクロンへの分布の均一性とダスト濃度の均一性とであろう。負荷の変動が単位サイクロンの特性にほとんど影響しないことは、後章の実験結果に示される通りであるからガス量の分布の不均一には全体として影響されない。ダストの濃度は捕集性能に影響するが一つのマルチサイクロンの各単位サイクロン相互の間に起ると予想される濃度の変化程度ではほとんど影響がない。これらのことからマルチサイクロンの特性は単位サイクロンによつて支配されその数には影響されないといつていいのである。これはマルチサイクロンの著しい特長といえるであろう。

かくしてマルチサイクロンは単に多数のシングルサイクロンを並列に置いたというような形ではあるが、単に胴径が小さいということから導かれる捕集効率の向上の他に種々の特長をもつことになるのである。なおこれをプラントとして配置する場合に示される特長について次章に於いて実例によつて述べよう。

【Ⅲ】 配置上の特長について

既に第1図、第2図の比較でもわかるようにマルチ

サイクロンは全体が一つの箱形となりこれに対し入口及び出口のダクトは自由に配置できるのである。シングルサイクロンに於ては入口及び出口ダクトの方向が限定されるのでこれを任意の方向に向けるのにかなりの空間を必要とする。一つのプラント内に配置するときマルチサイクロンが如何に有利であるかを以下実例によつて示そう。第3図は大型微粒炭焚ボイラーにマルチサイクロンを使用した例である。節炭器と空気予熱器との間に置いてある。この種の大型ボイラーで節炭器及び空気予熱器の煙道が折り返しになる場合にはシングル又はダブルサイクロンを使用するときには空気予熱器の後、即ち非常に高い位置か又は更に煙道を上から折り返してその下方に置かざるを得なかつた。何れにしても特別にそのための配管を必要としたのである。しかるにマルチサイク

ロンでは第3図の如く何ら特別な配管を必要としないでボイラー煙道の折り返しを利用して設備することができる。しかもこれがちょうどガスの流れに対して整流効果を与えることになり背後の空気予熱器に対して非常に有効となつてくる。即ち折り返しの煙道では程度の差はあつてもガスの流れの片よりは避けられずこのため空気予熱器あるいは節炭器の有効伝熱面積を狭めていたのであるが、このことがなくなるわけである。ここでダストを分離捕集するために空気予熱器の汚れ、磨耗が避けられる利点を生むこともいうまでもない。また高所に置いたサイクロンではシリンダ排出用に長い配管を必要とするのに対してこれは床下近く特別な配管を要しないのである。

第4図及び第5図はセメント廃熱ボイラに設備した例である。これはボイラの出口に置いてあるが、入口及び出口のダクトを自由に配置できることを示したものである。セメント廃熱ボイラは比較的高さが低いのでもしこれにシングルサイクロンの如く背の高いものを使用するときはおそらくその煙道の配置に困難を来すであろう。

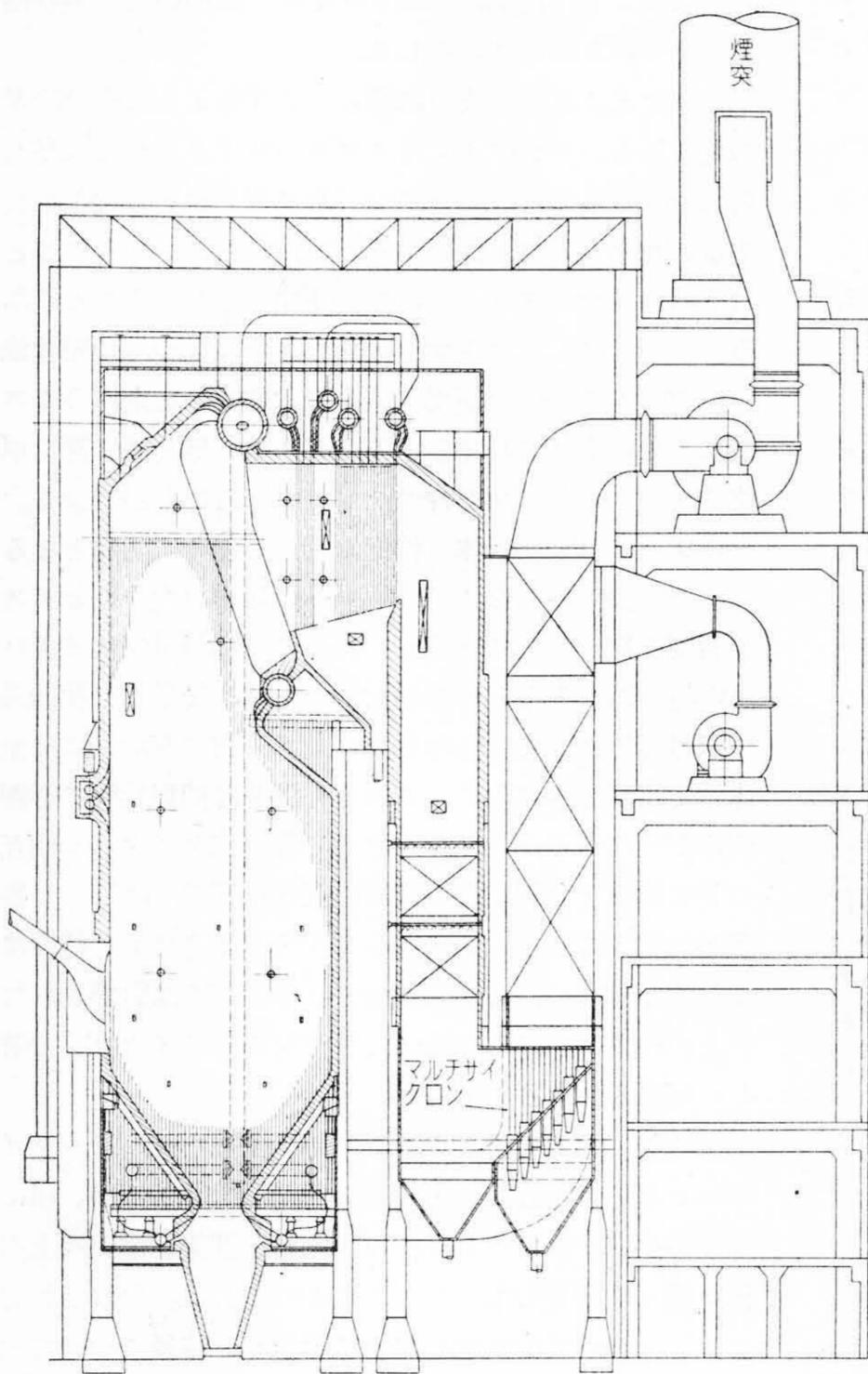
第6図は既設のボイラにサイクロンのみを附設した例である。図はマルチサイクロンのみを取り出して示したので全貌をうかがえないが、既設のボイラ室建屋、配管などから受ける大きな制限に対しマルチサイクロンの配置の自由であるという特長が大いに発揮される。図はストーカ焚ボイラの空気予熱器後に配置した例である。

〔IV〕 単位サイクロンの特性

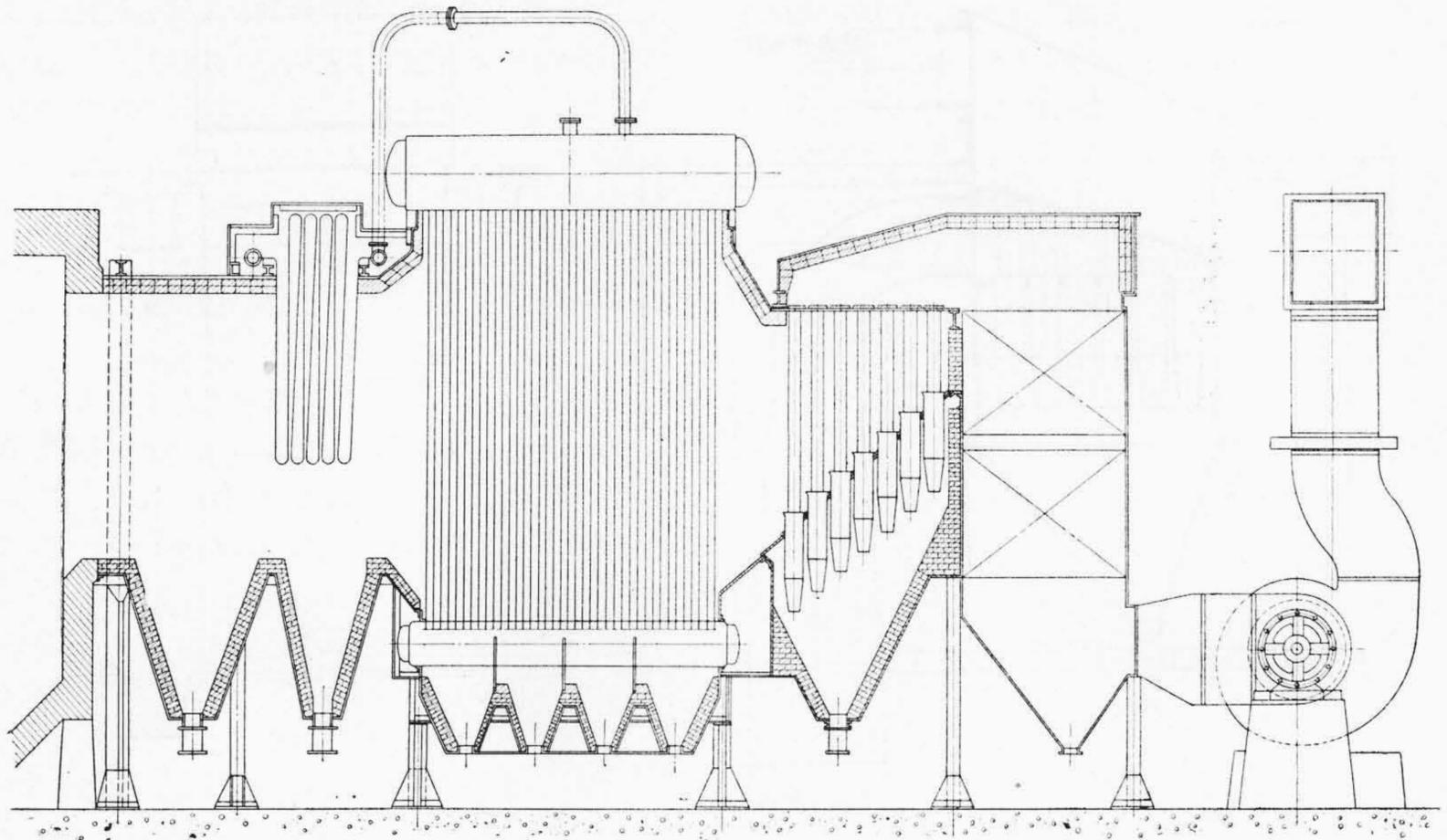
マルチサイクロンの特性は単位サイクロンによつて支配されることを前に述べた。次に単位サイクロンについての実験結果を述べよう。

(1) 実験装置

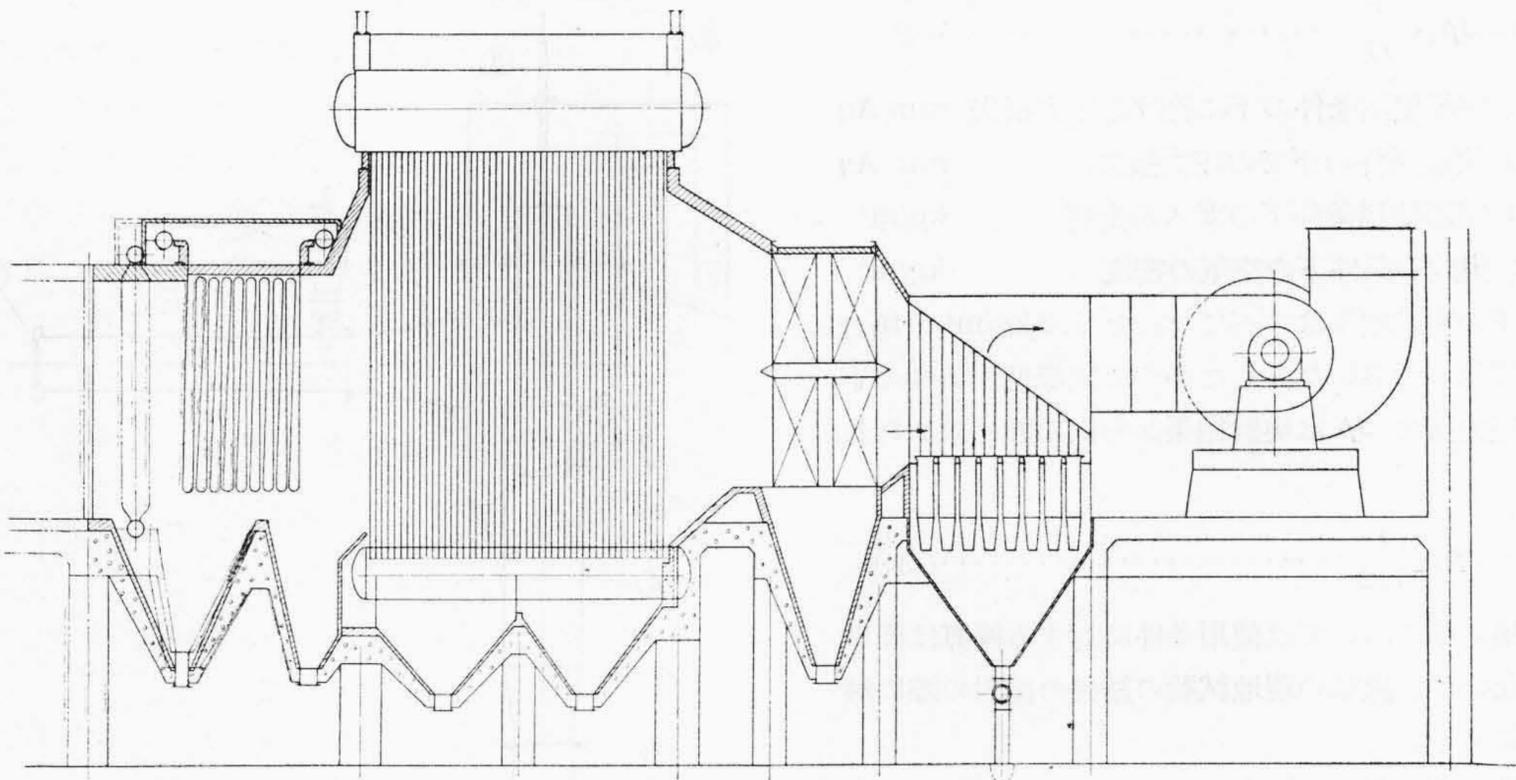
実験装置を第7図に示した。実際の製品から1本の単位サイクロンを取り出して使用した。図に於いて④が外筒、⑤が内筒、⑥が案内羽根である。入口管②の端に管端オリフィス①を設け空気量を測定する。ダストはフィーダ③から一定速度で空気中に供給される。サイクロンの排気は出口ダクト⑨から誘導通風機につなぐれ、全体としていわゆる吸込側でサイクロンを作動させた。案内羽根⑥は内筒外面につけ内筒⑤は吊りボルト⑧で上下することができ外筒入口面に対しその位置を適当に変化することができる。外筒入口面から



第3図 150 t/hr 微粉炭焚ボイラにつけたマルチサイクロン
Fig. 3. Multicyclone Constructed in the Gas Duct of 150 t/hr Pulverised-Coal Firing Boiler



第4図 セメント廃熱ボイラにつけたマルチサイクロン
 Fig. 4. Multicyclone Installed in the Gas Duct Cement-Waste Boiler



第5図 セメント廃熱ボイラにつけたマルチサイクロン
 Fig. 5. Multicyclone Installed in the Gas Duct of Cement-Waste Boiler

案内羽根下端面までの距離を図の如くHで表わした。

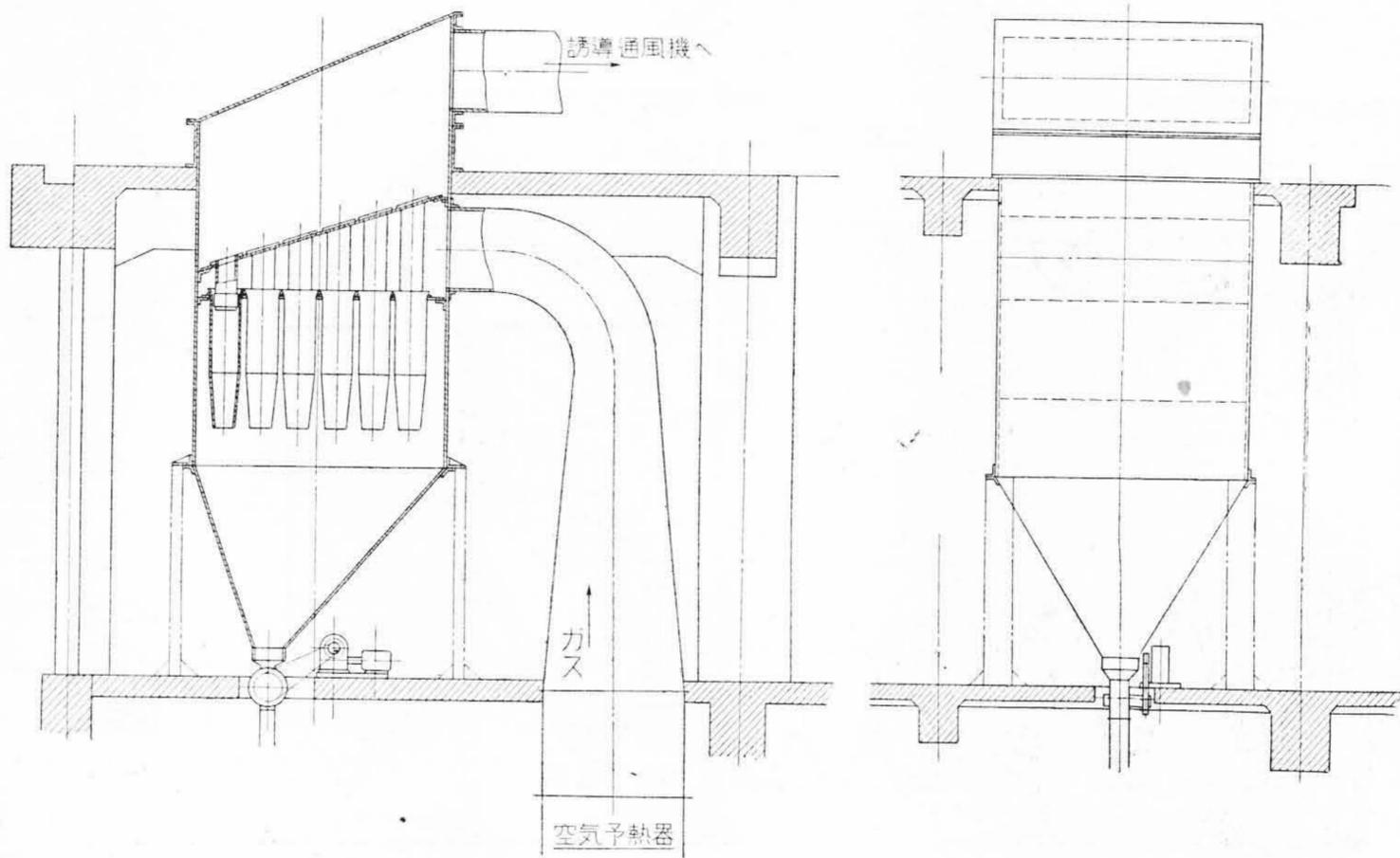
(2) 捕集効率及び圧力損失

サイクロンの捕集効率 η はフィーダ③から供給されたダストの重量 W と、捕集箱⑦に集められた重量 w とから次の如く求められる。

$$\eta = \frac{w}{W} \times 100 \quad \% \dots \dots \dots (1)$$

サイクロンの圧力損失は入口ダクト p_1 と出口ダクト

p_2 とでそれぞれ静圧を測定しその差 $4p$ を以つて定義した。実験は全部常温の大気を用いて行つた。したがつて以下述べる結果はそのまますぐ実際のボイラなどの高温ガスの場合にあてはまるものではない。しかし圧力損失 $4p$ については空気あるいはガスの密度 r を考えて概略次の如く換算できる。



第 6 図 ボイラの空気予熱器後につけたマルチサイクロン (旭化成延岡工場)

Fig. 6. Multicyclone Installed in the Gas Duct of Boiler Air Preheater Outlet

$$\Delta p = \Delta p_0 \cdot \frac{r}{r_0} \dots\dots\dots (2)$$

Δp : 実際使用条件の下に於ける圧力損失 mm Aq

Δp_0 : 実験条件の下での圧力損失 mm Aq

r : 実際使用条件下のガスの密度 kg/m³

r_0 : 実験の条件下の空気の密度 kg/m³

但し以下の実験結果はすべて r_0 を 1.2 kg/m³ の場合に換算して示しておいた。したがって実際使用条件の下に於ける圧力損失 Δp は実験結果から次の如く求められる。

$$\Delta p = \Delta p_0 \cdot \frac{r}{1.2} \dots\dots\dots (3)$$

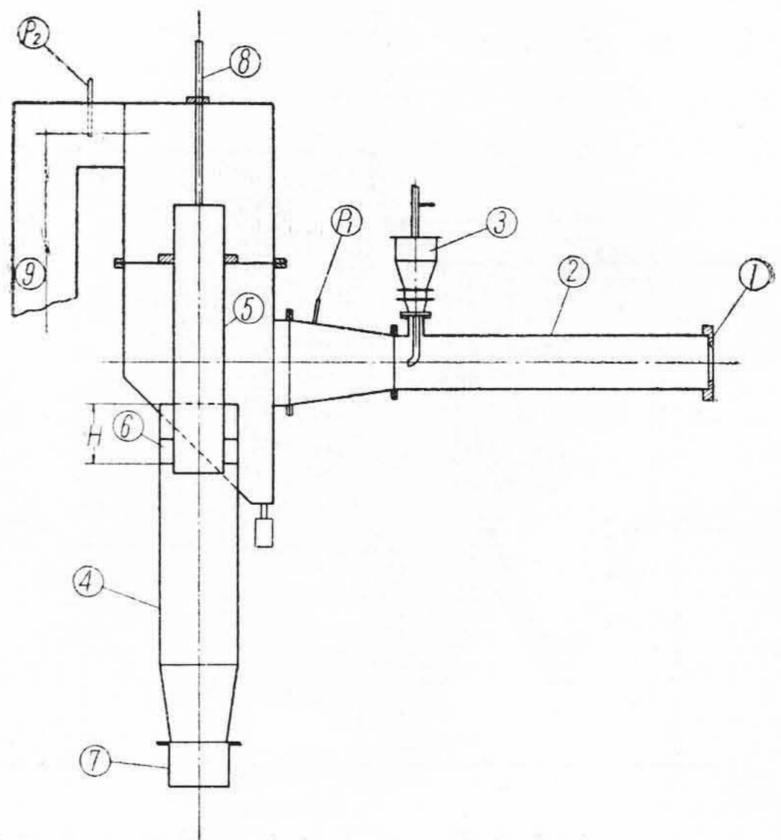
なお捕集効率については使用条件に対する換算は簡単にはできないが、次章の現地試験の結果の検討の際に触れることにする。

(3) 供 試 ダ ス ト

本実験に使用したダストの性質を第 2 表に示した。セメントダストはセメントロータリーキルン後の排ガス中から採取したもの、微粉炭灰は微粉炭焚ボイラの煙道中から採取したものである。何れも 300 メッシュ通過量が 50~65% 位のものである。300 メッシュ以下の極微粉についてはさらに風篩器によつて粒度分布を測定した。実験の際のダストの濃度は 5~30 g/m³ である。この範囲では濃度による影響はほとんど認められなかつた。

(4) 案 内 羽 根

サイクロンの特性は外筒ならびに内筒の大きさに影響



第 7 図 単位サイクロンによる実験装置

Fig. 7. Experimental Apparatus for Unit-Cyclone

されることはもちろんである。しかし単位サイクロンとして 200~500 mm 位のものではこの範囲の大きさの影響は割に小さくなり案内羽根の影響の方が支配的となる。単位サイクロンの大きさはむしろ工作上などの問題から決定される。本実験に於いても種々の点を考慮して定めた一定寸法の外筒及び内筒に対し案内羽根のみを変

第2表 実験に使用したダストの性質

Table 2. Properties of Dust Used for the Experiment

ダスト種類	比重	粒度分布 (%)								
		200 μ ツシュ 残	250 μ ツシュ 残	280 μ ツシュ 残	300 μ ツシュ 残	300 μ ツシュ 通過				
						総量	<10 μ	10~15 μ	15~20 μ	20~25 μ
セメントダスト (1)	2.65	5.27	10.01	2.24	27.76	54.72	1.52	8.10	9.93	9.11
セメントダスト (2)	2.63	7.00	6.58	1.86	18.94	65.62	—	—	—	—
微粉炭灰	2.23	5.70	9.50	1.50	20.56	62.74	—	—	—	—

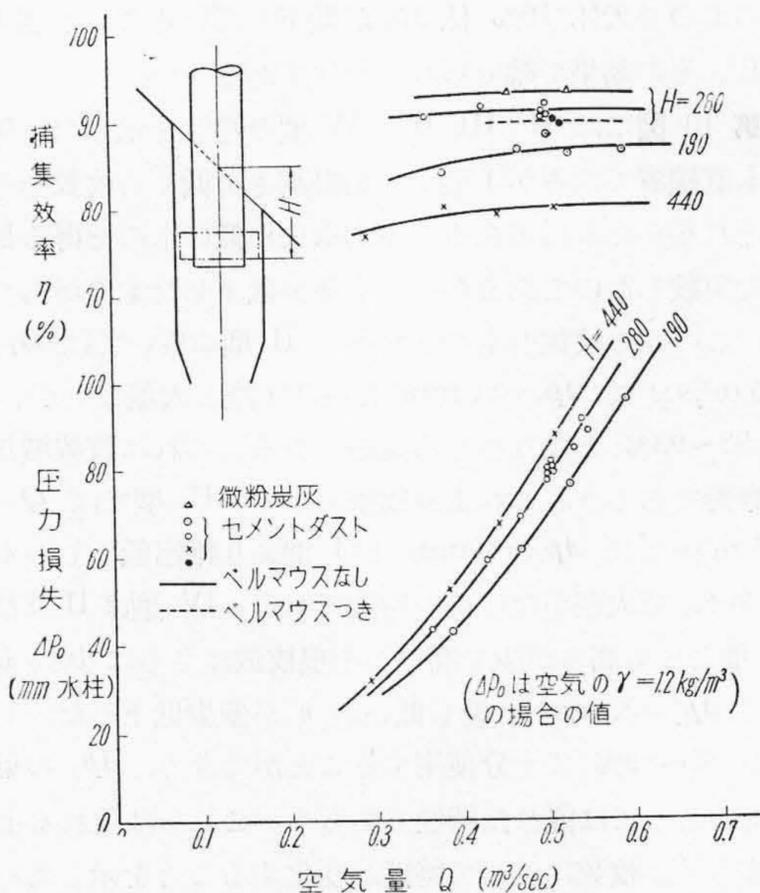
えて実験し単位サイクロンの特性を求めた。案内羽根に於いて問題となるのは。

- (A) 羽根を直線翼とするか、曲線翼とするか。
- (B) 羽根の傾斜角度、曲率
- (C) 羽根の枚数
- (D) 羽根の高さ

等である。これらの要素を組合せて 12 種類の案内羽根を製作し実験した。なお圧力損失を低下させるために外筒入口にベルマウス状の口金をつけることも考案し実験した。前記の第 3~6 図にはこれがついたものが示されている。以上の実験結果の一部を以下に述べる。

(5) 実験結果

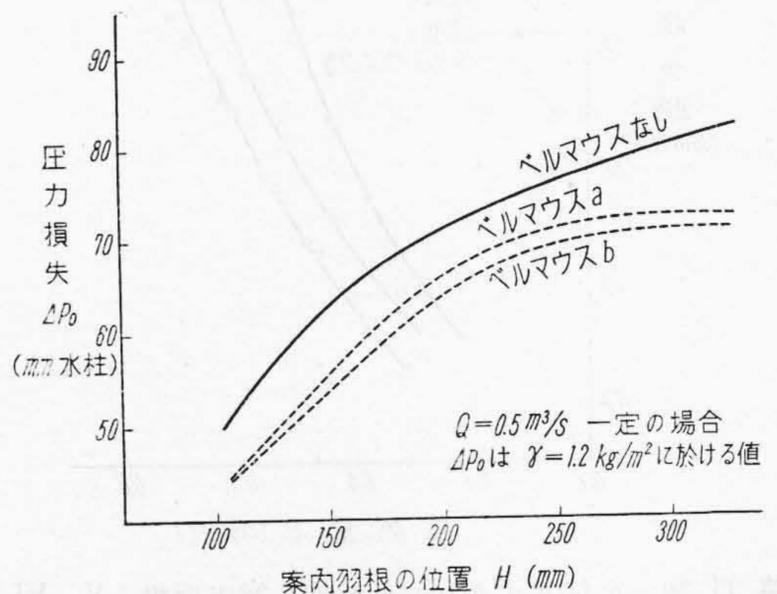
第 8 図は案内羽根 I 型 (直線翼) の結果である。第 1 図 a あるいは第 4 図の如く単位サイクロンを斜めに配置したのに対応するが外筒入口を第 8 図中に示したようにこの傾斜に合わせてあるところが異なっている。入口



第 8 図 単位サイクロンの特性 (案内羽根 I 型)
Fig. 8. Characteristic Curves of Unit Cyclone (I-Type Guide-Vane)

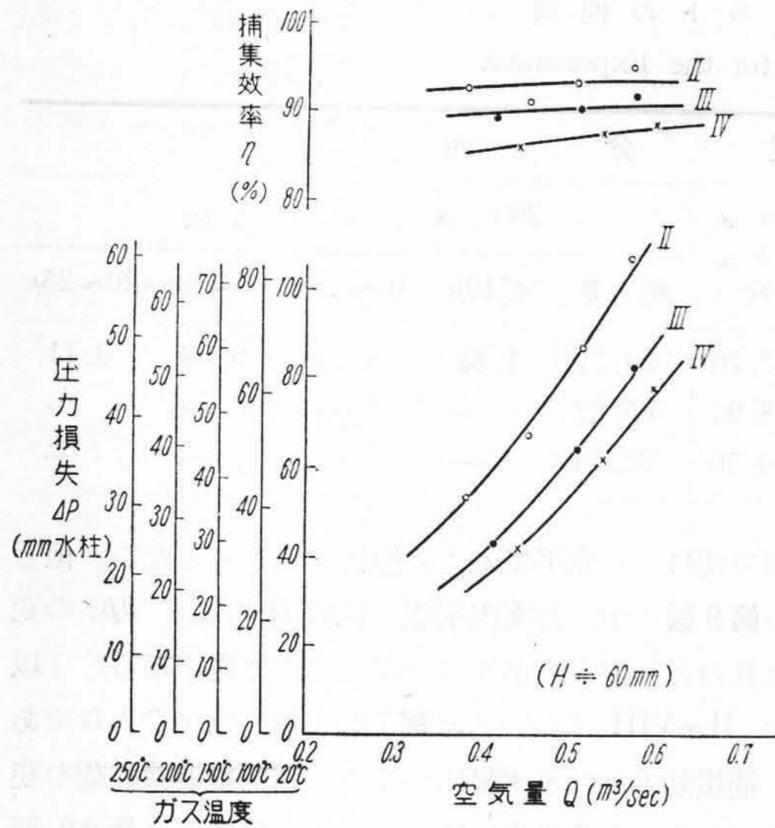
が斜の切口でも水平でもこの影響はほとんどない。但し次の第 9 図に示した案内羽根の位置 H による Δp_0 の変化は H のとり方もちがうので異なつた傾向になる。(以下の II~VIII については第 7 図の通り水平の入口である)。捕集効率 η でまず眼につくのは空気量即ち負荷の変動に対しその変化の少いことである。定格ガス量は $0.55 \sim 0.65 \text{ m}^3/\text{scc}$ に採られるのであるが $1/2$ 負荷位でもほとんど η の変化がない。前に述べたように案内羽根によるものと思われる。 η の値は案内羽根の位置 H を変えると変化する。あまり深くてもまた浅くても悪くなつてい。これでは 260mm 前後ということになる。この場合 η は 91% 位である。微粉炭の灰では 93% となつてい。圧力損失 Δp_0 は空気量の $1.7 \sim 2.1$ 乗に比例してい。これはシングルサイクロンの場合と同様で簡単に 2 乗に比例すると考えてよいであろう。

これにベルマウスをつけると圧力損失が低下するが η も少し下る。図の点線の如く η は 2% 以内の低下である。 Δp_0 の方は相当低くなる。これを明らかに示したものが第 9 図で、空気量 $Q=0.5 \text{ m}^3/\text{scc}$ 一定の場合案内羽根の位置を変えて圧力損失 Δp_0 を求めたときの結



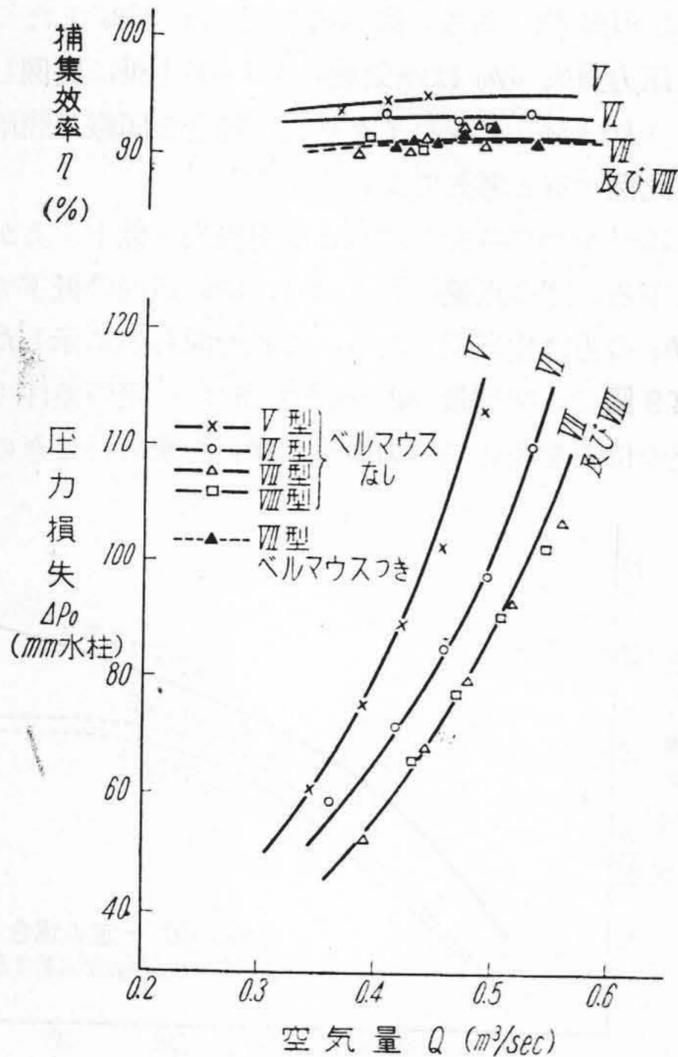
第 9 図 案内羽根の位置及びベルマウスによる圧力損失の変化

Fig. 9. Effect of Bellmouth and the Position of Guide-Vane on Cyclone Pressure Loss



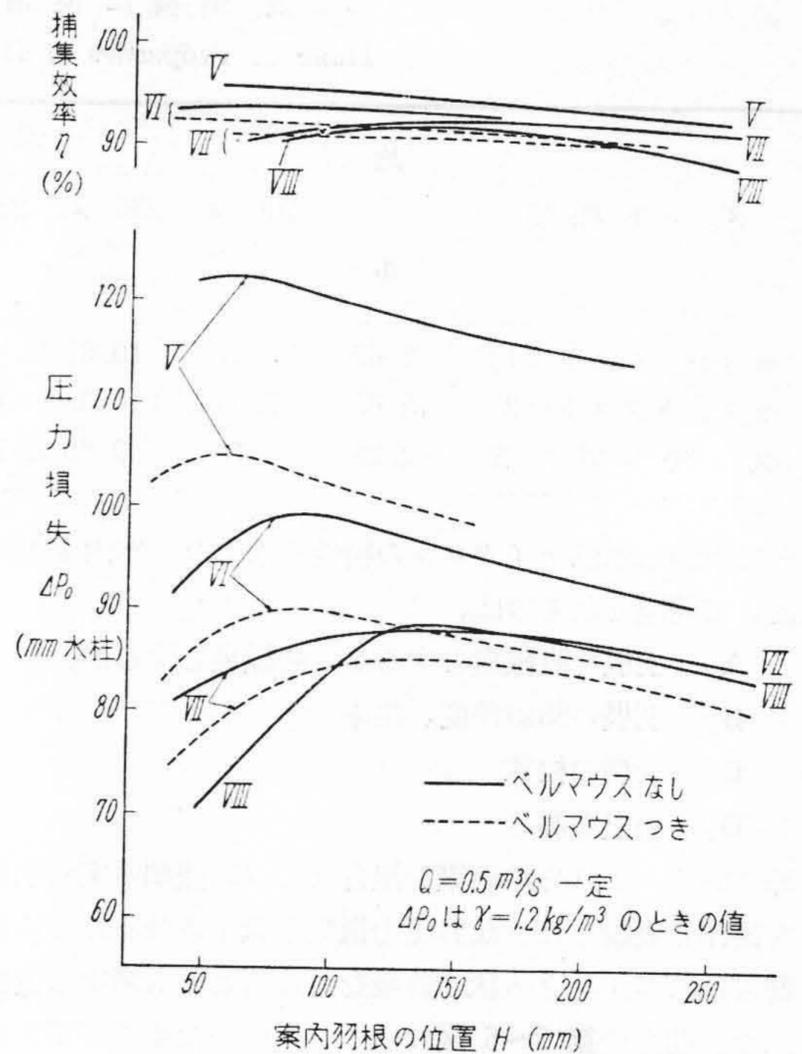
第 10 図 単位サイクロンの性能 (案内羽根 II, III 及び IV 型)

Fig. 10. Characteristics Curves of Unit Cyclone (II-, III and IV-Type Guide-Vane)



第 11 図 単位サイクロンの性能 (案内羽根、V, VI, VII 及び VIII 型)

Fig. 11. Characteristics Curves of Unit Cyclone (V-, VI-, VII and VIII-Type Guide-Vane)



第 12 図 案内羽根の位置による捕集効率 η 及び圧力損失 Δp_0 の変化

Fig. 12. Effects of the Position of Guide-Vane and Bellmouth on η and Δp_0

果である。実線はベルマウスなし、点線はベルマウスつきのもので大体 10% 位 Δp_0 が低下していることが認められ、その効果が確められたわけである。

第 10 図には II, III 及び IV 型の特性を示した。何れも直線翼であるが I 型より羽根高さを低くし枚数をそれぞれ変えたものである。圧力損失の低いものを得る目的で実験したのであるが η も多少低下したものがあつた。このうち枚数のもつとも多い II 型に於いては $Q = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ で $\Delta p_0 = 81 \text{ mm}$ となり I 型と大差ないが、 η は 92~93% となりむしろ良好である。これは枚数増加の影響であろう。これより枚数の少い III 型では $Q = 0.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ で $\Delta p_0 = 60 \text{ mm}$ と I 型より相当低くしかも $\eta = 90\%$ で大差がない良い特性である。IV 型は II 及び III 型よりも高さが少し高いが羽根枚数はさらに少いもので $\Delta p_0 = 53 \text{ mm}$ と最も低い η が多少低下した。しかし 85~89% で十分使用することができる。 Δp_0 の低いものとしては優れた特性であろう。これらは何れも羽根高さ及び枚数によつて特性が変化することを示している。なおこれらの型がもつとも一般向と思われるので圧力損失をガス温度が異なつた場合についてもわかりやすいように座標軸を変えて第 10 図に記入しておいた。

第 11 図に示したのは V, VI 及び VII 型案内羽根 (何れも曲線翼) と VIII 型 (直線翼) の結果である。高さは I 型と同じであるが枚数は多い。また曲線翼に於いて V 型がもつとも曲げの程度が大きく、VII 型がもつとも小さい。これは $4p_0$ は比較的高くても η の高いものを得る目的で行ったものである。VII 及び VIII 型では $\eta=91\%$ にとどまつたが、VI 型で 93%, V 型では 95%となつた。しかし $4p_0$ も高くなり $Q=0.5\text{m}^3/\text{s}$ で V 型では 120mm にもなつているので、特殊な $4p$ の高くてもよい場合に使用さるべきであろう。これにベルマウスをつけると前と同様に η はあまり下がらず $4p_0$ を低下することができる。第 11 図の上方に点線で VII 型にベルマウスをつけた一例を示したが η にはほとんど差がないことがわかる。 $4p_0$ の低下の状態を示したのが第 12 図である。第 9 図と同様に空気量 $Q=0.5\text{m}^3/\text{sec}$ 一定で案内羽根の位置を変えた場合の変化である。ベルマウスをつけたもの (点線) がつけないもの (実線) に対して 10% 前後減少してしかも η の低下は僅かであることが示されている。また曲線翼と直線翼とでは案内羽根取付の位置を異にしなければならないこともこの図からわかつた。

各型についての特性について述べると以上の如くなる。これらの結果から単位サイクロン特性に対する案内羽根の形状、寸法及び枚数などの影響が求められるのでこれを適当に組合せれば上記以外にも所要の特性のものを単位サイクロンをかえることなしに案内羽根のみによつて作ることができる。

[V] マルチサイクロンの現地試験

前章には単位サイクロンに対する常温の大気による実験結果を述べた。高温ガスの下で作動させた場合の特性は確めることができなかつた。また単位サイクロンを集めた実物マルチサイクロンの特性が単位サイクロンの特性と異なることは前に述べたがこれも一応確める必要がある。最近旭化成工業延岡工場第 1 火力発電所第 3

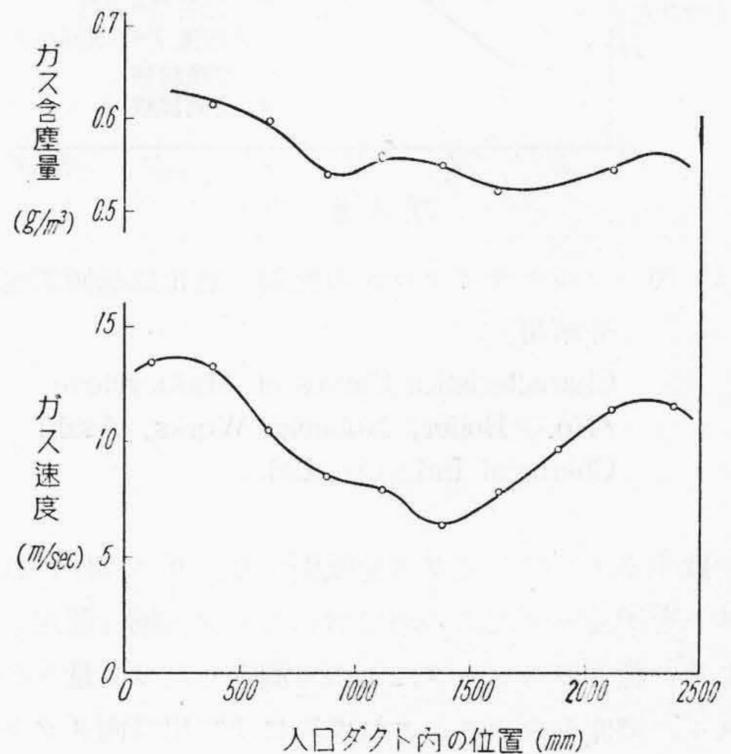
第 3 表 旭化成延岡工場納マルチサイクロン仕様
Table 3. Specification of Multicyclone for Nobzoka Works Asahi-Kasji-Kogyo K. K.

ガス量	150,000 m ³ /hr
ガス温度	180 °C
保証補集効率	85%
保証圧力損失	40 mm 水柱以下
単位サイクロン数	36 本 2 基

旭化成工業、延岡工場、第 1 火力発電所第 3 号汽罐
蒸発量 40 t/hr
タクマ式ストーカー燃焼

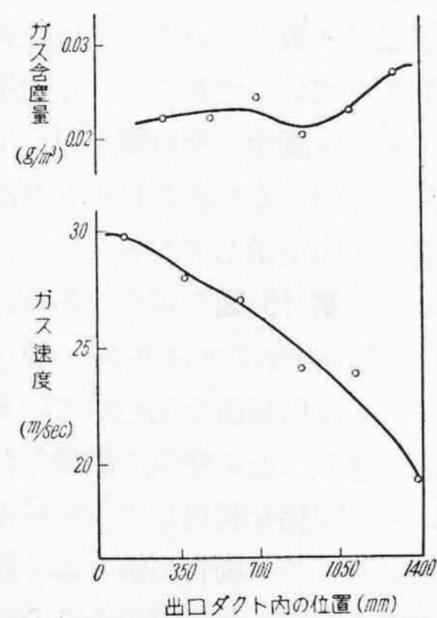
号汽罐に附設したマルチサイクロンの現地試験を行う機会を得たので、その結果を述べ以上の事項につき検討する資料としよう。このマルチサイクロンは前掲第 6 図のもので要目を第 3 表に示した。

ボイラを一定の状態に運転し試験を行つたが、ガス量はマルチサイクロンの入口及び出口ダクト内をピトー管を移動し速度分布を求めこれから算出した。ダストの濃度分布は同様にダストチューブを移動させて測定した。ダストチューブはガラス管製でこれを真空ポンプに連結し、チューブ入口のガスの吸入速度がその点のガス速度



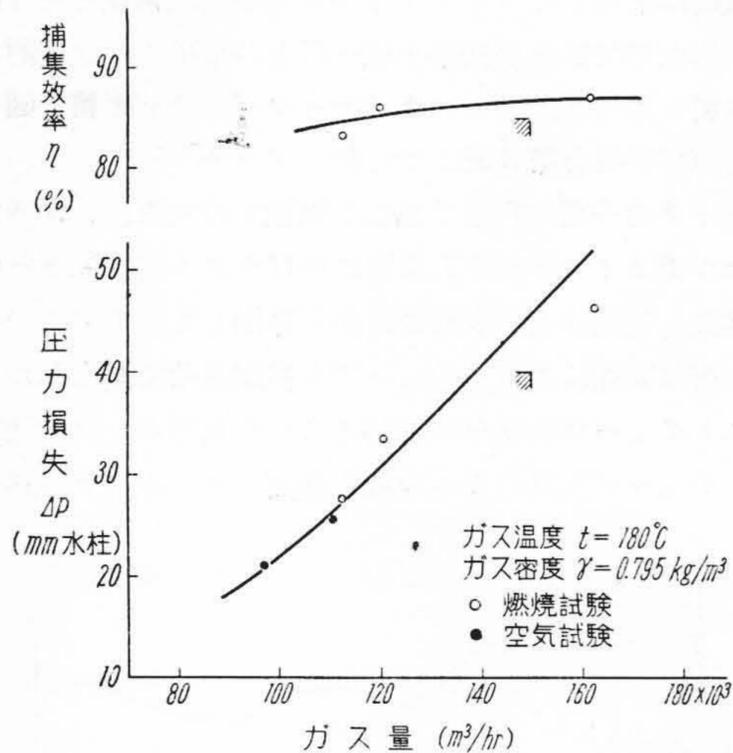
第 13 図 入口ダクト内のガス速度及びダスト濃度の分布

Fig. 13. Distribution Curves of Gas Velocity and Dust Concentration in the Inlet Gas Duct



第 14 図 出口ダクト内のガス速度及びダスト濃度の分布

Fig. 14. Distribution Curves of Gas Velocity and Dust Concentration in the Outlet Gas Duct



第 15 図 マルチサイクロンの性能 (旭化成延岡工場 3 号罐用)

Fig. 15. Characteristics Curves of Multicyclone (No. 3 Boiler, Nobeoka Works, Asahi Chemical Ind. Co. Ltd.)

に一致するようにしてガスを吸引する。ガスに伴われたダストをチューブ内につめておいたガラス綿で濾過、捕集しその量とガスメータによつて測定したガス量とからダストの濃度を求める、これを入口及び出口両ダクトについて行いその濃度分布曲線と先に求めたガス速度分布曲線とから入口及び出口ダクト内のダストの総重量を算出しサイクロンの捕集効率を求めることができる。速度分布及び濃度分布の一例を第 13 図及び第 14 図に示した。ダクトの配置の関係でかなり変な速度分布になっているがこれから求めたガス量は入口及び出口に於ける値が 2% 以内の偏差で一致しているので現地試験の精度としてはまず十分とみていいであろう。圧力損失は入口及び出口ダクトで静圧を測定しその差を以つて表わした。但し一定の条件で比較するためこれをガス温度 180°C の場合の値に換算して以下示してある。

この特性を示すと第 15 図の如くである。定格 150,000 m^3/hr のガス量の場合には η は 87%, Δp は 45 mm で Δp は若干高いが η は保証値を上廻っている。図に●印で空気試験、即ち常温に近い空気で行った場合の圧力損失の値を (2) 式の関係を利用して 180°C の値に換算して示してあるが高温ガスの場合の値とよく傾向が一致しほぼガス量の 2 乗に比例した曲線の上のついている。このことは (2) 式あるいは (3) 式の関係が満足されることを示し、温度、圧力等の条件の異つた場合にも空気試験の場合の Δp_0 から換算して実際の Δp を求め得ることゝ認められたわけである。なお本マルチサイクロンの案

内羽根は VIII 型を Δp がさらに小さくなるように改良したものにベルマウスをつけその位置を調整したものである。この型の単位サイクロンに於ける特性は紙面の都合上割愛したが、実験の結果とはほぼ一致していることが認められた。次に捕集効率 η は 87% でダストの粒度が単位サイクロンの実験の際のダストよりも粗いことを考えると多少予想よりは低かつた。しかしこれは本サイクロンが η よりも Δp を小さくすることに主眼を置いたことと、作動ガスの温度の影響によるものである。ガスの温度の影響は簡単には求められないものである* が、たとえば文献⁽²⁾によると 180°C での効率 η_{180} は 20°C の下に於ける η_{20} の約 90% に下るということもみえておりある程度低下することは避けられないのである。これを考えると 87% の効率は常温に於けるより高い効率を暗示するものであり保証値 85% に対しても十分満足すべきものであつた。

本マルチサイクロンは既設のボイラに交換してつけたもので、もとのシングルサイクロンは圧力損失が高くそのため誘導通風機の出力が制限されひいてはボイラの蒸発量を抑えているという結果を改善する目的をもつたものであつた。マルチサイクロンを新しくつけたことによりこれらの欠点が一挙に解決され、ボイラ出力の増大、燃焼効率の改善等が得られた。その値はそれぞれ 37% 及び 11% の上昇となり稼働汽罐数の減少など著しい成果を上げたのであるが、これについては他の機会に報告されるものと思う。

[VI] 結 言

機械的収塵装置としてマルチサイクロンは最も優れているものである。これについて実例によつて紹介した。

(1) 配置が自由である。とくにボイラ収塵用としてボイラ煙道を利用できるので非常に簡単である。

(2) したがつて占有空間が少く小型軽量である。

(3) サイクロン胴径が小さいから捕集効率が高くまた負荷の変動による効率の変化は少い。

(4) 単位サイクロンの特性によつていつも一定の特性をもつたものが全体の大きさに無関係に作り得る。

(5) 案内羽根を適当に選ぶことによつて所要の特性のものを作ることができる。このことはとくに設備後使用条件がちがつて来た場合に案内羽根のみを交換することによつて直ちに最良の性能を発揮するようにできる強味を有している。

* たとえば第 35 頁の註に述べた文献中に最大分離不可能粒径の式が与えられているが、式中のガスの粘度 μ の値は温度により大きくなり捕集性能の低下を意味する。しかし同時に式中の n の値もおそらく温度により変化するであろう。

(6) 捕集効率は 90% 以上を得ることは楽でありその場合圧力損失も低くすることができる。

(7) 本報告に於てはボイラの煙道ガス収塵用を対象として述べたが化学工業方面に於ても粉末捕集装置として応用の途の広いことはいうまでもない。とくにコットレル収塵器と併用することによりその高価な設備を軽減*ししかもその能力をより以上に発揮することができるので著しい効果を収められる。この分野での活用を期待するものである。

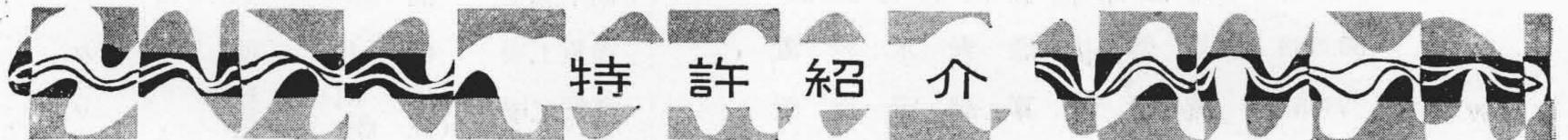
本マルチサイクロンに対しては納入先各位の御協力をいただいているが、とくに旭化成延岡工場、手島順主任

* 概略計算した一つの例によるとコットレル単独のものに対しマルチサイクロンを併用するとその価格は約 80% 以下にすることができる。

村上栄係長その他の方々からは絶大なる御援助をいただいた。現地試験の記録の発表を許可されたことに併せて衷心より御礼申上げる。また日立研究所兼先所長山崎主任研究員、日立工場ボイラ設計三代課長から終始かわらぬ御指導御鞭撻を賜わつた。現地試験は機械検査課和地潔氏の労になるものであり実験を担当された研究室の山本富雄、沼田享及び小松崎愛子の諸氏、さらに種々御援助をいただいたボイラ設計、馬淵輝男、柴沼昇の諸氏等に対し厚く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) 池森亀鶴：機械学会第 531 回講演会前刷（昭 26. 12 月）
- (2) Feifell, E., : Forschung Ing-Wes 9, 2, 68 (1938).

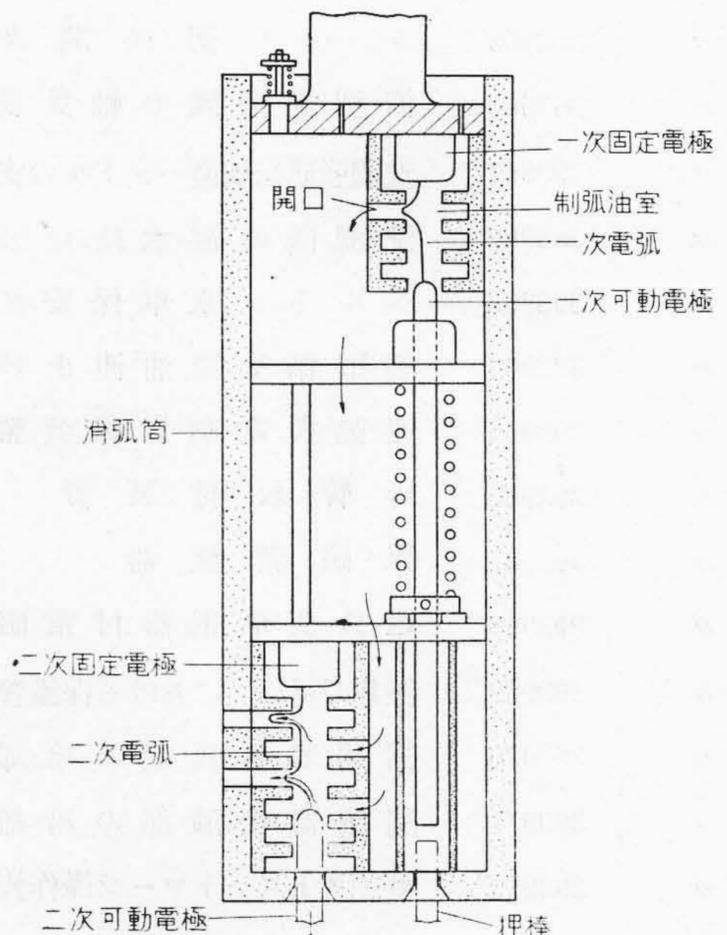


特許第 194121 号

桑山正俊

電力遮断器消弧装置

消弧筒内に直列に一次及び二次電弧を引成し、一次電弧による発生ガスにより消弧筒内の油圧を高め、主遮断点に引成する二次電弧に対し油流を吹付けて消弧を促進するようにした消弧装置に於ては、一次電弧を引成する補助遮断点は一般に消弧筒内に開放設置されるため、一次電弧は消弧筒内の油中に自由に引成され、一次電弧核を包圍する油は生成ガスにより排除され、持続的に十分な電弧ガスを発生することができない。従つて大電流遮断の場合は極く短時間に十分な電弧ガスを発生して強力な消弧油流を二次電弧に吹付けることができるが、小電流遮断の場合は電弧ガスの発生が不充分であり、二次電弧に対する消弧油流の吹付けが弱力となる。本発明はこの点に鑑み図面に示すように、補助遮断点を包圍して制弧油室を設け、一次電弧の周りの油の自由な逸散を防止すると共に、油室内の抑留油を一次電弧核より適当な距離に保氣して、一次電弧ガスの発生率を大きくしたものである。なお一次電弧の引成により制弧油室内に発生したガスは電弧に沿うて逆流し、開口に向つて電弧を吹動伸張することにより、一次電弧に対し若干の消弧作用を行うと同時に電弧ガスの発生を促し、主遮断点に対する消弧筒内の矢印方向油流を増強し、二次電弧に対する油流吹付けによる消弧作用を強化する。従つて本発明によれば



小電流遮断、或は高速度再投入遮断の場合と雖も、強大な消弧作用を発現し得るものである。(滑川)

特許月報

最近登録された日立製作所の特許及び実用新案 (その2)

区 分	登録番号	名 称	工場名	発 明 考 案 者	登録年月日
実用新案	393946	巻上機の制御装置	亀有工場	渋谷英実	26.6.20
〃	393947	屋外用誘導電圧調整器	日立工場	{中村熊次郎 永山祥一	〃
〃	393948	誘導電圧調整器自動給油装置	日立工場	中村熊次郎	〃
〃	393949	計器の計量表示装置	多賀工場	{宗像晋介 米岡正四郎	〃
〃	393950	車輛用速度計装置	多賀工場	滝貞夫	〃
〃	393951	汽罐に於ける汽水分離装置	日立工場	内藤正二	〃
〃	393952	冷蔵庫化粧板取付装置	栃木工場	楠本陽一郎	〃
〃	393953	異常状態表示装置	多賀工場	森井進	〃
〃	393954	流量積算測定装置	多賀工場	{島田稔男 佐藤芳	〃
〃	393955	旋廻起重機における旋廻装置	亀有工場	村田孫義	〃
〃	393956	冷蔵庫の蒸発器用扉	栃木工場	楠本陽一郎	〃
〃	393957	遠心分離機	多賀工場	川崎光彦	〃
〃	393958	変圧器タップ切換装置	日立工場	{滑川寅清 沢川寅	〃
〃	393959	タップ切換開閉器	日立工場	{滑川寅清 沢川寅	〃
〃	393960	横型洗濯機の軸受潤滑装置	亀戸工場	{滑川寅清 沢川寅	〃
〃	393961	洗濯機運転切換ハンドルの安全装置	亀戸工場	{滑川寅清 沢川寅	〃
〃	393962	洗濯機の溢水防止装置	亀戸工場	和田正脩	〃
〃	393963	ペルトン水車保安装置	日立工場	伊佐清治	〃
〃	393964	堅型軸受用油洩止装置	亀有工場	丸山澄雄	〃
〃	393965	連動式電動界磁調整器	日立工場	豊田隆太郎	〃
〃	393966	碍管取付装置	亀戸工場	大西真史	〃
〃	393967	界磁調整器	日立工場	{豊田隆太郎 高根元丸	〃
〃	393968	過負荷継電器付電磁開閉器	亀戸工場	{大和利錦 千原錦吾	〃
〃	393969	深井戸ポンプにおける保護管支持装置	亀有工舎	木暮健三郎	〃
〃	393970	開閉器消弧室の冷却装置	亀戸工場	千原錦吾	〃
〃	393971	開閉器接触部の冷却装置	亀戸工場	{大和利錦 千原錦吾	〃
〃	393972	ホイストコントローラ操作装置	多賀工場	{横内直幸 宮本直中	〃
〃	393973	コントローラ復位装置	多賀工場	横内直中	〃
〃	393974	カーボンパイル抵抗装置	多賀工場	杉浦慎三	〃
実用新案	393975	カーボンパイル抵抗器	多賀工場	杉浦慎三	27.6.20