

放射性煙霧質の処理装置の試作研究

Study of Removal and Collection of Radioactive Aerosols for Nuclear Energy Processes

諫 早 典 夫* 秋 元 耕 作*

Fumio Isahaya

Kosaku Akimoto

内 容 梗 概

放射性煙霧質を集塵率 99.9 % 以上で集塵除去しうると思われる電氣的集塵装置として湿式電気集塵装置を、また機械的集塵装置として湿式グラスウールマットフィルタ、逆噴バグフィルタおよびジェットスクラッパの4種類を試作し実際の放射性煙霧には、酸化トリウムダストおよびモナズ原鉱ダストを使用し、その適応性を比較検討した。この結果、集塵率および装置費、運転費を考慮すると湿式電気集塵装置が最も経済的で、次に湿式グラスウールマットフィルタ、逆噴バグフィルタ、ジェットスクラッパの順でその価格は高価になることを明らかにした。

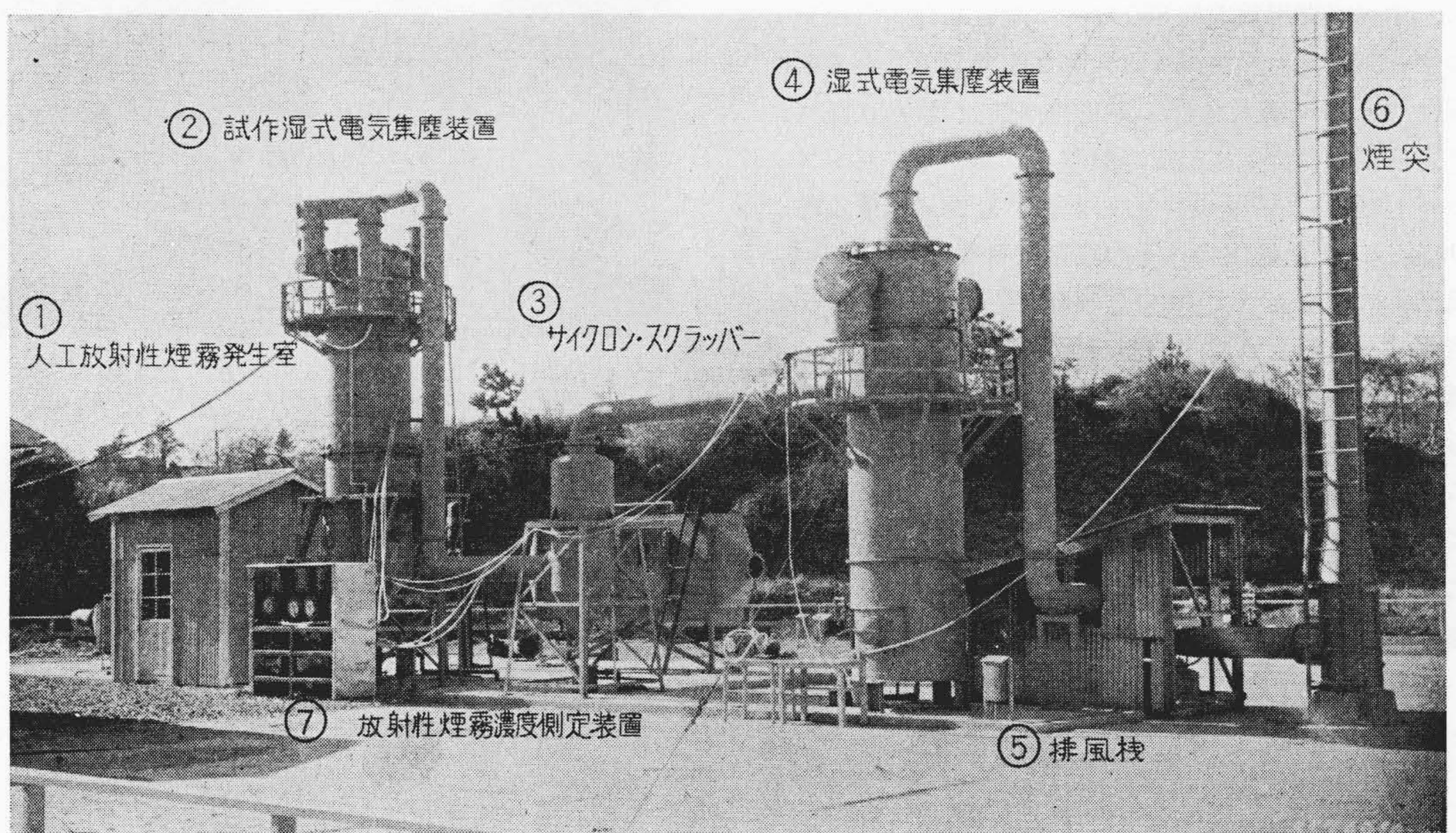
また、このような目的の最良の集塵方式として上述の機械的集塵器によつて粗集塵しガス調整（冷却、調湿）を行つてから湿式電気集塵装置で残存の微粒煙霧を完全に除去すれば、すべての放射性煙霧質に対して安定に集塵率 99.99% 以上を容易に得られることを結論した。

1. 緒 言

原子力平和利用産業の急速な発展に伴い、これらにおいて発生される放射性煙霧質（一般に原子灰とも称される）に基く人畜、植物などの放射線傷害および汚染から防護することの必要性は論ずるまでもない⁽¹⁸⁾。一般に煙霧処理はダストコントロール、コンタミネーションコントロールなどの問題と関連して集塵技術として発達を遂げ、各種の場合に効果をあげている^(3~8)。しかし放射性煙霧に対しては、特にその集塵率の高いことおよび微粒除去能力の確実さと安定性が要求される。この要求を満たすと思われる電氣的および機械的集塵装置を試作し、

実際の放射性煙霧につきその効果を検討し、各種の状況に最も適応した集塵処理方式を確立するというのが本研究の主目的である。また集塵装置の集塵率を測定し、あるいは表示するのに従来その入口および出口の煙霧濃度を単位ガス量あたりの粒子重量、個数あるいは表面積などをもつてしたが、放射性煙霧の場合には、その放射能強度で表示するのが最も実際的かつ合理的であり、これらの測定技術を確立することも本研究の目的の一つである。

わが国の原子力利用産業はやつと糸口についたばかりで、放射性煙霧の性質や発生などに関する知識経験に乏しいが、米国の具体例によれば次のような場合がある⁽¹⁾⁽²⁾。



第1図 放射性煙霧質処理実験設備

* 日立製作所日立研究所

放射能レベルの低い場合では

- (1) ウラニウムやトリウム鉱の採鉱、乾燥、粉碎、篩分、袋詰、輸送、貯蔵などの工程で発生するダスト
 - (2) UO_2 , UF_4 , ThO_2 を製造する工程で発生するミスト、フューム
 - (3) 精錬された金属ウランを原子炉燃料として加工成型する際に発生する UO_2 のダストおよびフューム
- 放射能レベルの高い場合では
- (4) 原子炉の冷却用空気
 - (5) 原子炉で生じたウラニウムの核分裂生成物を未使用のウラニウムとプルトニウムおよびほかの核分裂生成物とに分離する化学処理行程で発生するミスト、フューム
 - (6) 放射性廃棄物、副産物などの焼却炉の排ガス中のダスト
 - (7) ホットラボにおいて発生する放射性ダスト、ミスト、フューム

このような煙霧を集塵除去する集塵装置の型式としては、集塵された煙霧がふたたびガス流に乗つて再飛散したり、器外に排出されてから大気中に逸散するようでは意味がないし、また危険でもあるのですべて湿式を採用し、集塵された煙霧は水と懸濁液にして器外へ排出し、污水处理槽に貯水するようにした。

2. 実験設備および実験方法

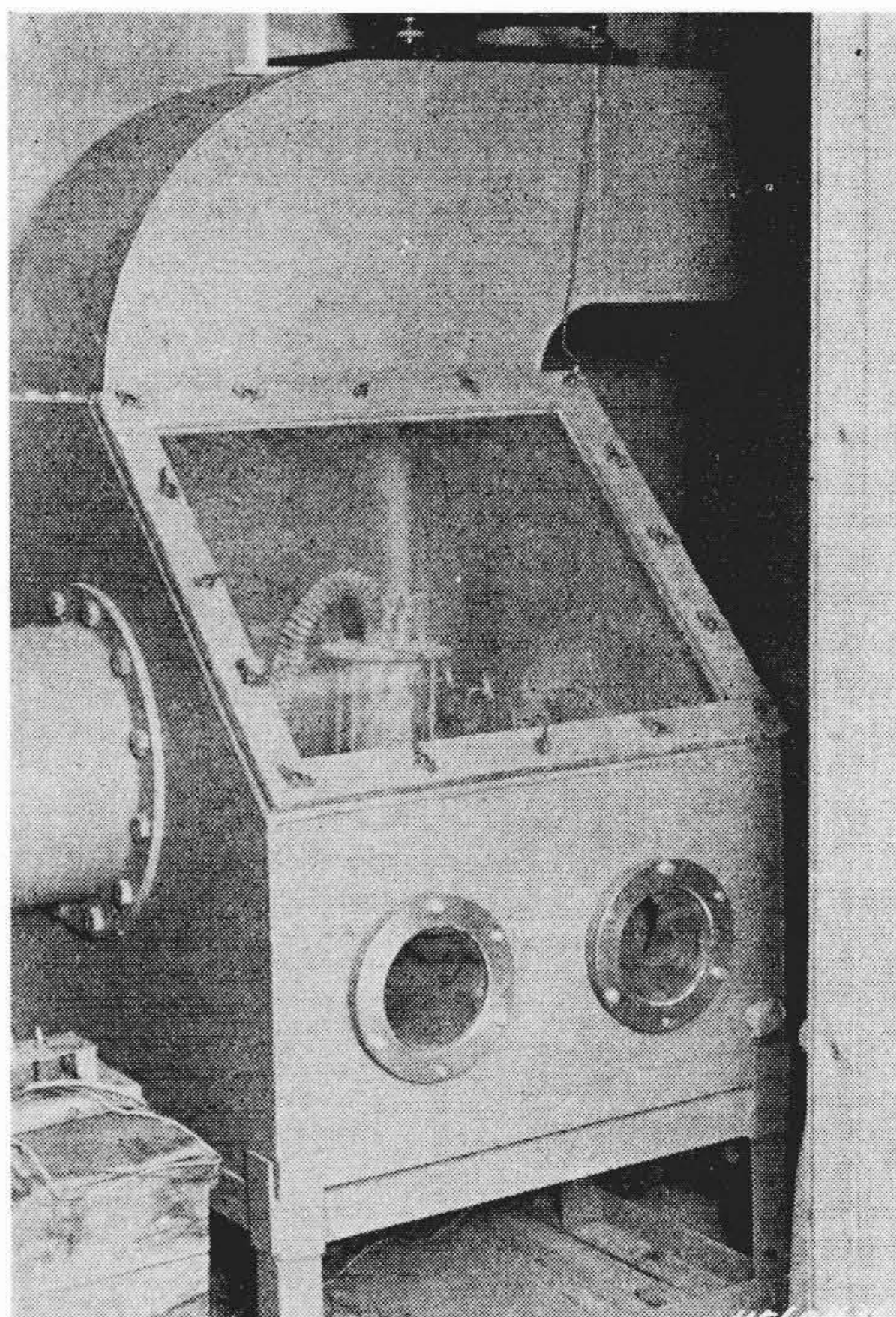
2.1 放射性煙霧質処理実験設備

本実験装置の概略を第1図について説明する。実験設備は、すべて専用敷地約350坪内に配置した。発塵室①内のフード付グローブボックス第2図で発生した放射性煙霧はフードに吸入され、試作集塵装置②へ送風される。さらにその排気は後段に設置されたサイクロンスクラッパ③および湿式電気集塵装置④を通過する際に99.99%以上の集塵率で、その残存放射性煙霧を除塵し、排風機⑤により高さ15mの煙突⑥から大気中へ放出拡散される。このように諸機器が配置されているので、排風機以前の装置内のガス静圧は、大気に対して常に負圧となり、なんらかの事故で漏洩箇所が生じても放射性煙霧により実験者などが放射線傷害を受けることのないようにした。

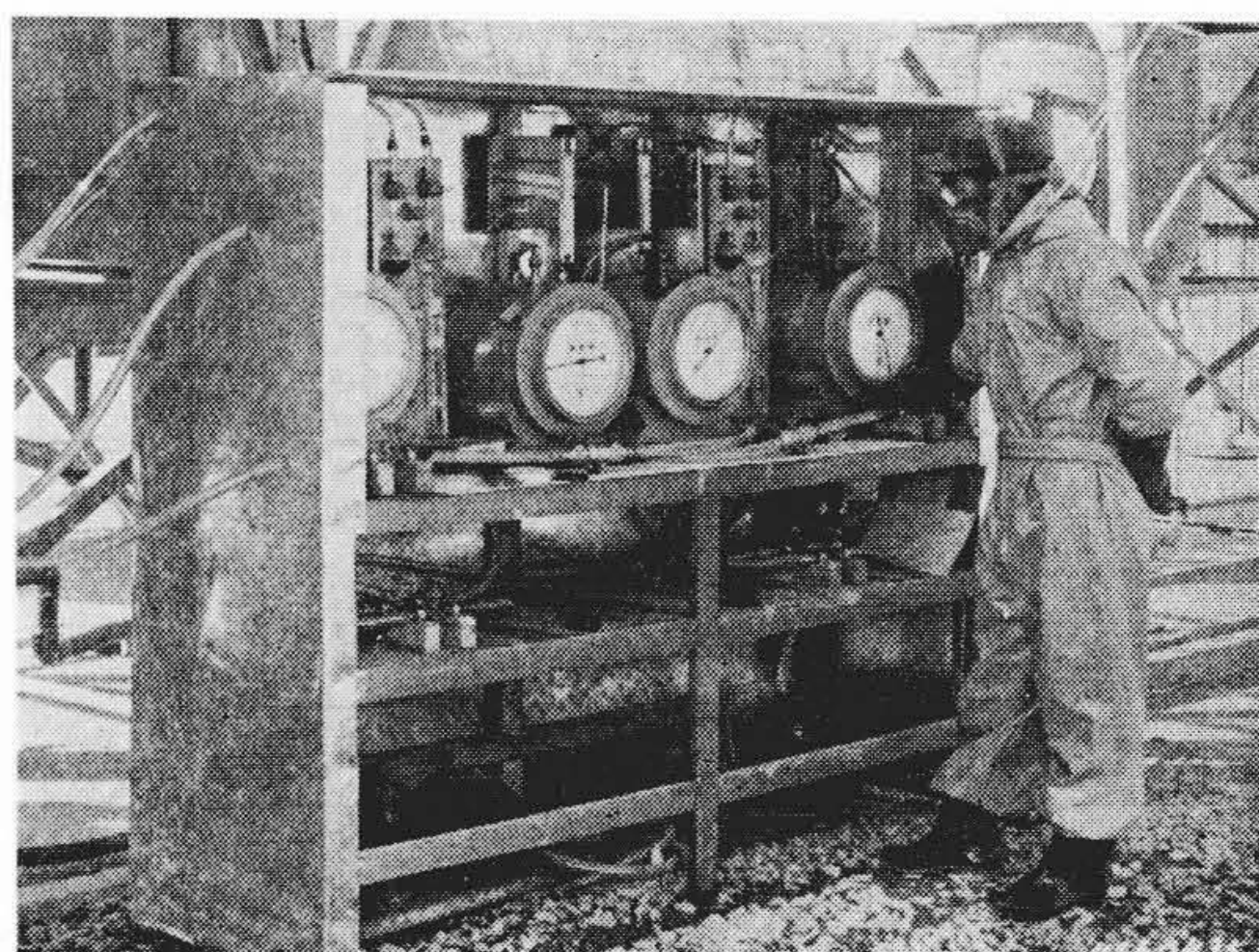
このような実験による放射線傷害は、装置などからの外部照射によるものより、経口あるいは、吸入摂取したり、身体衣服の汚染によるものの方が危険であるので、万一の場合を考慮して第3図のように実験者は防塵マスク、眼鏡、ゴム手袋、ゴム長靴、ビニール製作業衣を着装して実験終了ごとにシャワーで水洗することにした。

2.2 放射性煙霧質と発生方法

2.2.1 放射性煙霧質

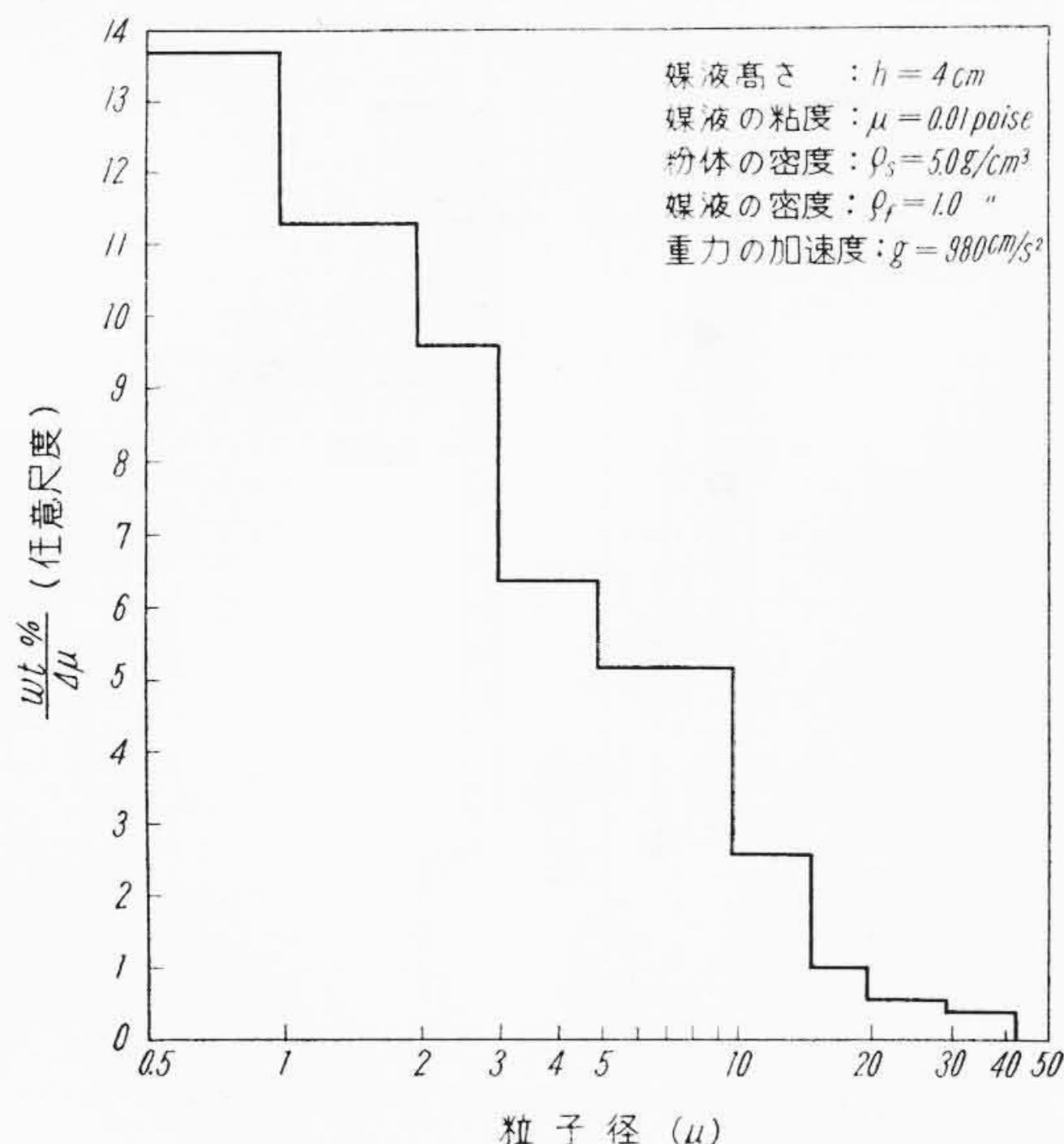


第2図 人工放射性煙霧発生用フード付グローブボックス

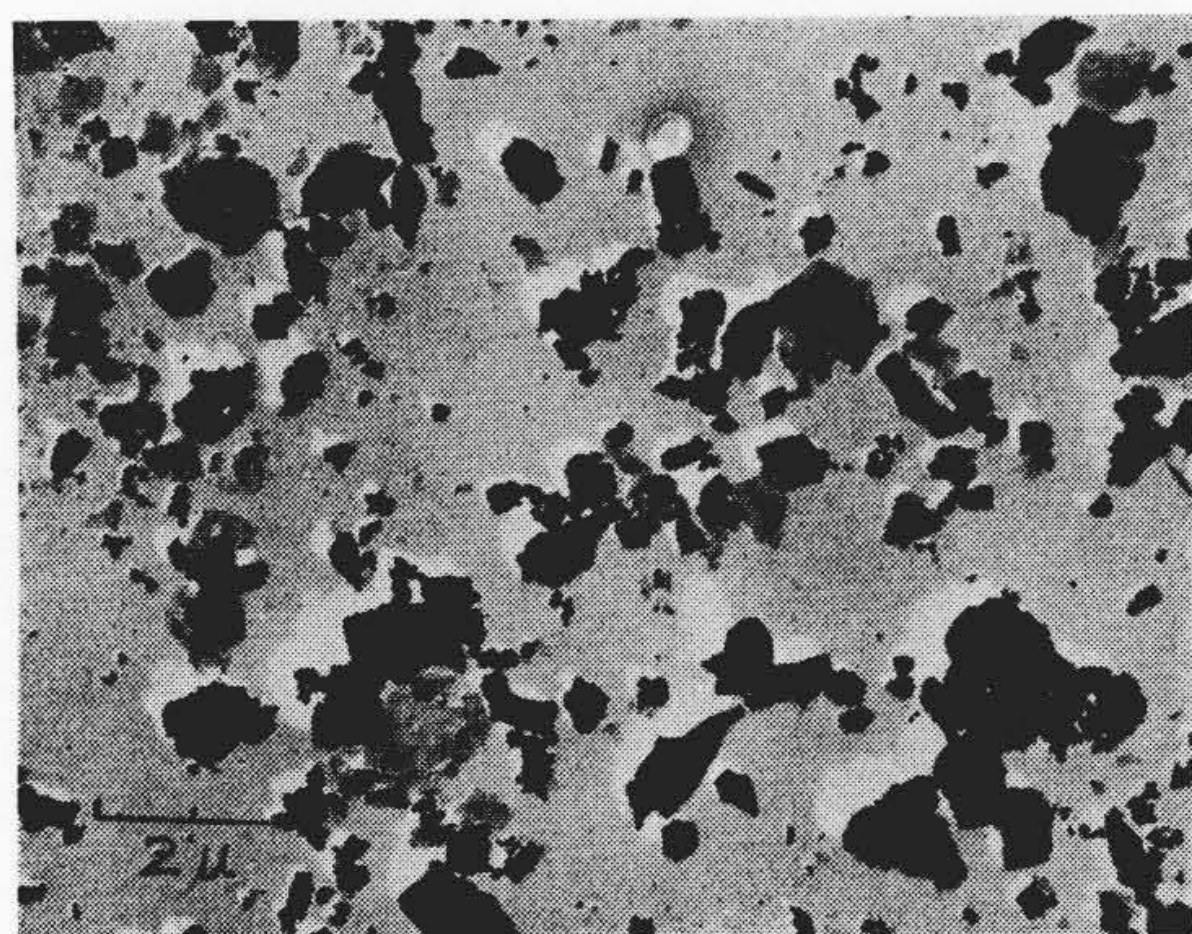


第3図 防塵具を着装し、ガス放射能汚染度を測定中

実験に使用する放射性煙霧は各種の原子力利用産業において発生されるものに相似させるべきであるが、核反応や核分裂生成物の化学分離行程で発生されるものを実験室で人工的に発生再現することは不可能に近いので、実験の第1段階としては、地球上に天然に存在する放射性物質を使用することにした。これらにはウラニウム、トリウムなどがあり、原鉱としてあるいは酸化物、塩化物の各種精製化合物として国内で比較的安価に、また任意量を容易に入手できるものとしては酸化トリウムあるいはモナズ原鉱（トリウム含有量



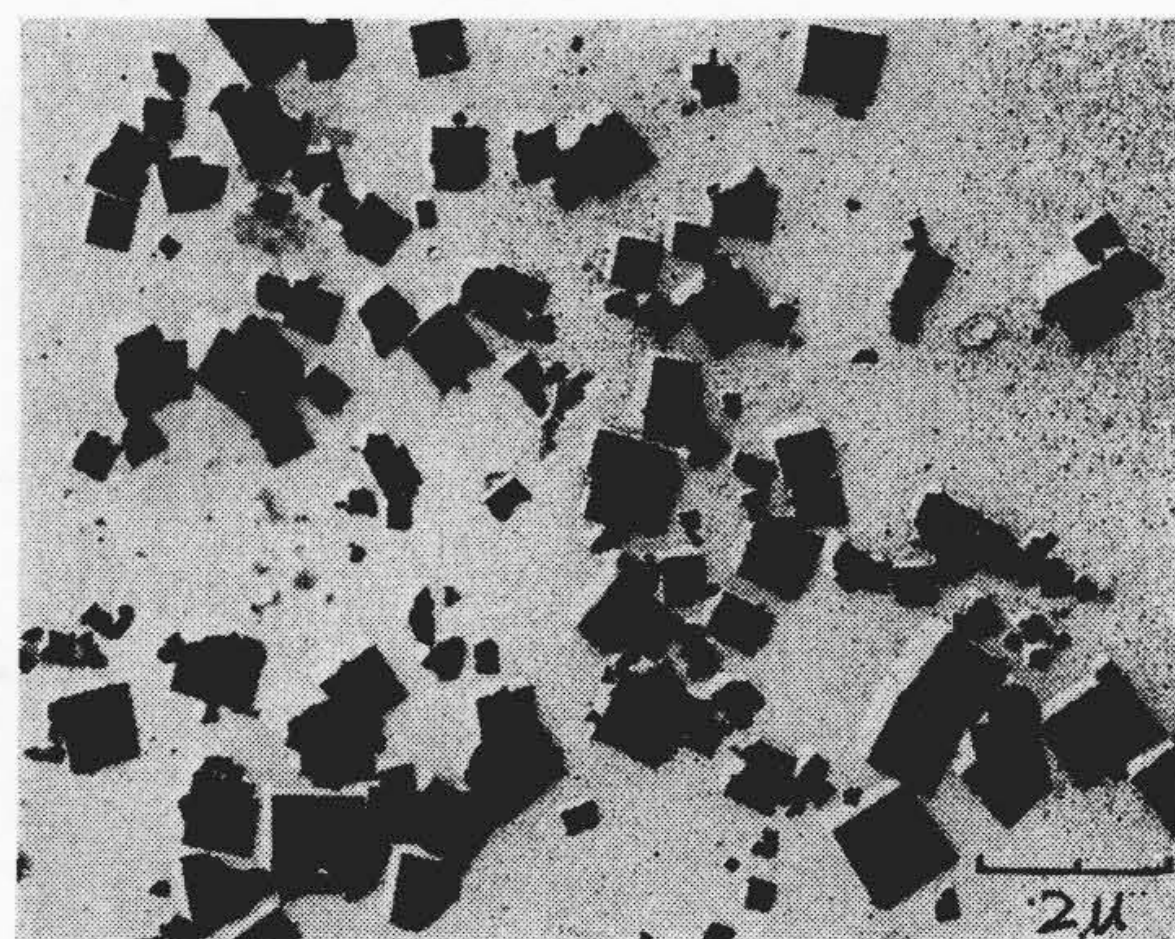
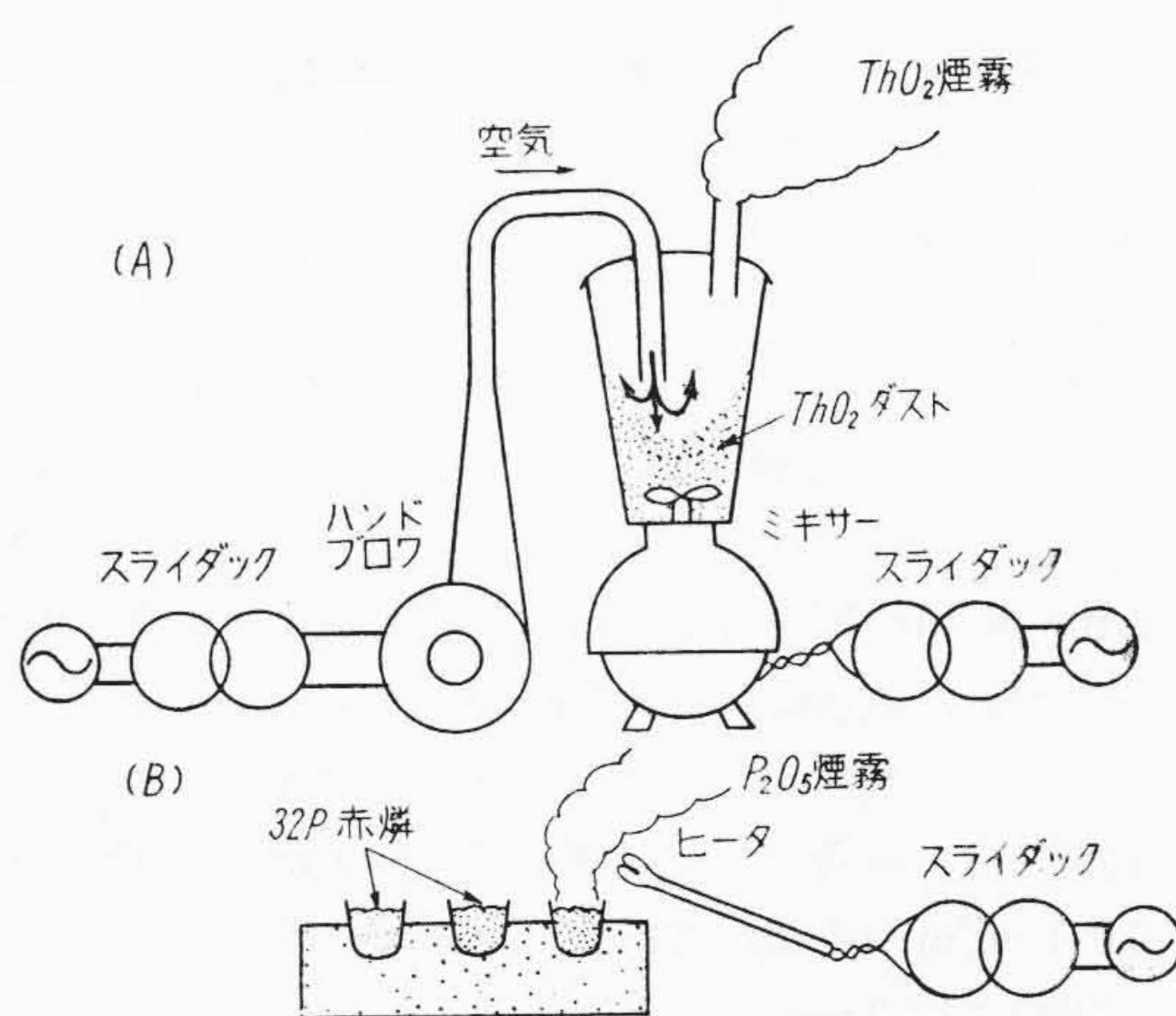
第4図 モナズ原鉱ダストの粒度分布

第5図 モナズ原鉱ダストの電子顕微鏡写真
(倍率 6,000)

約7%)がある。一方、ウランは現在のところ国内でkg量を手に入れるのは困難であり、また輸入には原子炉燃料との関係もあり、手続がはん雑かつ高価である。以上の事情で酸化トリウムおよびモナズ原鉱ダストを使用することにした。これとは別に人工放射性物質で放射能は強いが、その遮蔽と取り扱いの比較的容易なつまりβ崩壊する半減期の短い ^{32}P を選定し、これを赤燐の化学形態として購入し、気中燃焼すれば、五酸化燐($^{32}\text{P}_2\text{O}_5$)フェームを生成するので、これについても実験した。

(1) モナズ原鉱ダスト

稀土類元素を含有する鉱石は自然界に百数十種も存在するが、この中で、もっぱら工業用原料として使用されるものが、モナズ石である。これには約7%前後のトリウムを含有しており、このトリウムはウ

第6図 酸化トリウムダストの電子顕微鏡写真
(倍率: 6,000)

第7図 放射性煙霧の人工的発生法

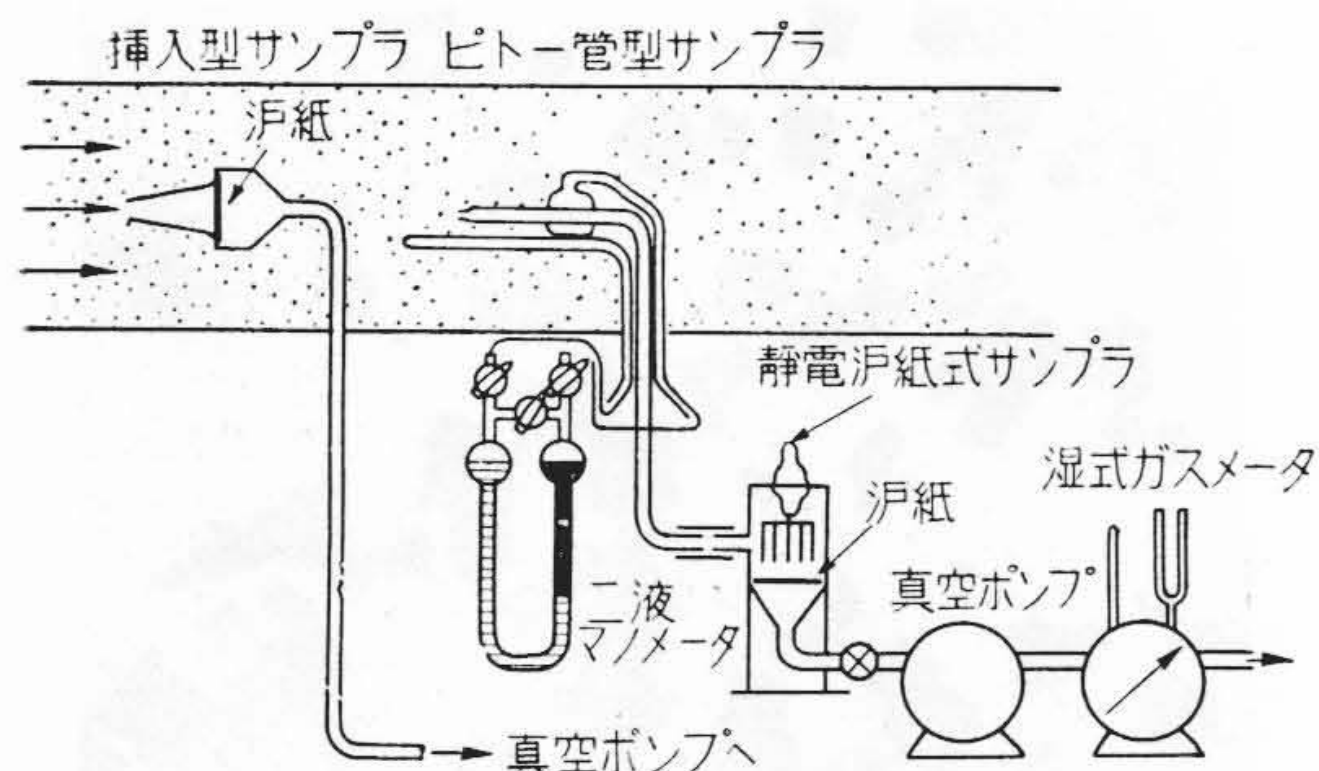
ラニウムなどと同様に天然に存在する放射性物質であり、 α 、 β 、 γ の各種放射線を放射して、いわゆるトリウム系壊変を行い、その半減期は 1.39×10^{10} 年の長期にわたる。このモナズ石を粉砕したものがモナズ原鉱ダストで白灰色を呈した微粉末である。その粒度分布は第4図のようであり、また第5図は電子顕微鏡写真である。このダストの密度は 5 g/cm^3 、嵩密度は約 1.0 g/cm^3 で新日本金属化学株式会社の製品である。

(2) 酸化トリウムダスト

前記のモナズ石から各種の物理化学的処理を経て精製されるもので、品位98%以上の白色微粉末でその粒度は第6図の電子顕微鏡写真から明らかなように約 1.5μ 以下の直六面結晶体である。これも新日本金属化学株式会社の製品である。

2.2.2 発生方法

人工的に煙霧を発生させるには分散法、燃焼法、電気火花法、噴霧法、凝縮法、化学反応法などあるが、



第8図 ガス放射能汚染度の測定法

ダストを気中に均等に分散させるには分散法がよい。この一方法としてモナズ原鉱ダストあるいは酸化トリウムダストの一定量を第7図のように高速粉砕機（日立スーパーミキサー）に投入し、ミキサーのカップ内で高速撹拌しながら、これに接続した小型ブロワにより空气中に拡散させた。

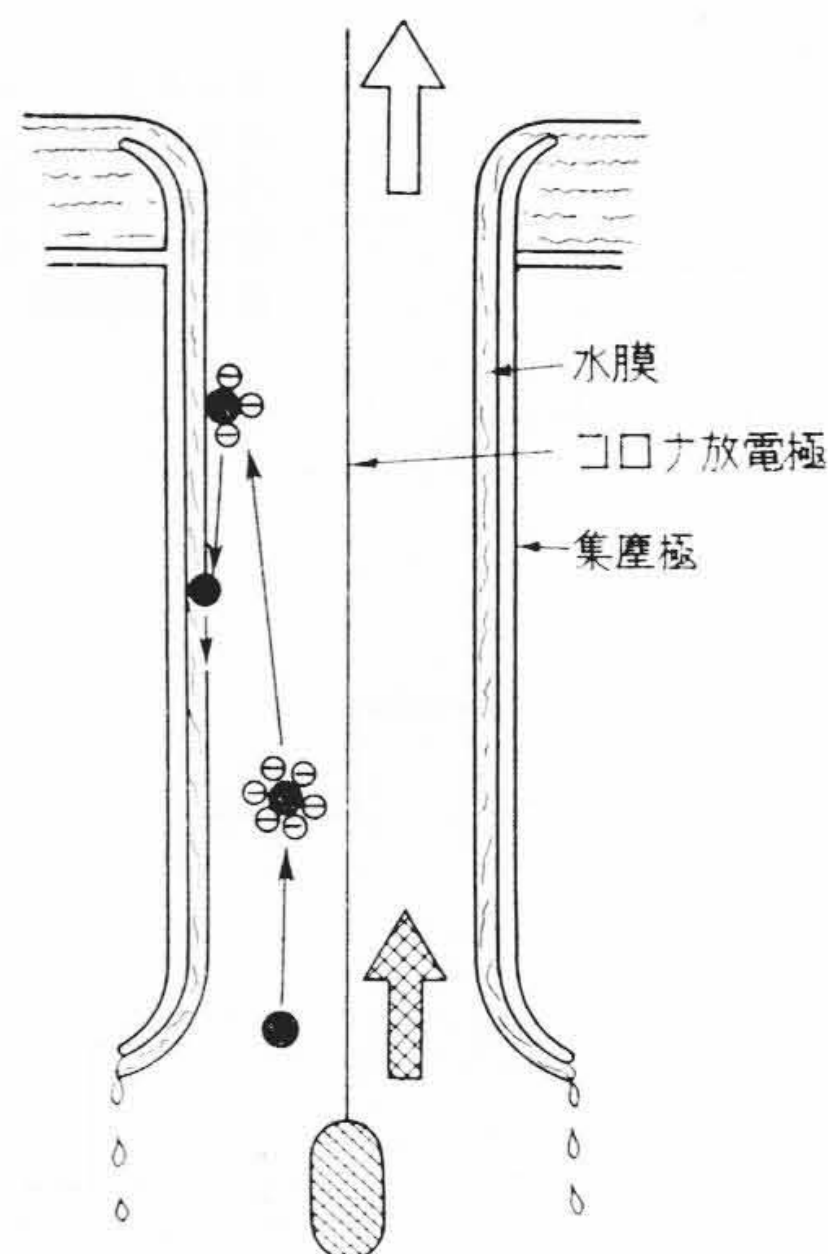
煙霧濃度はミキサーの粉砕翼の回転数と小型ブロワの送風量（最大 $90 \text{ m}^3/\text{h}$ ）をスライダックにより調節して任意に加減できるが、この場合の最適値は数 g/m^3 of air 以下であり、実験では酸化トリウムダストの場合、重量にして約 $350 \text{ mg}/\text{m}^3$ of air、マイクロキューリー数にして約 $0.036 \mu\text{c}/\text{m}^3$ of air、モナズ原鉱ダストの場合、同じく約 $1,500 \text{ mg}/\text{m}^3$ of air、約 $0.011 \mu\text{c}/\text{m}^3$ of air で行つた。赤燐 ^{32}P の場合には、一実験に約 3 mc をるつぽで気中燃焼し、その汚染度は約 $3 \times 10^{-3} \text{ mc}/\text{m}^3$ of air で実験した。

2.2.3 ガス放射能汚染度および集塵率の測定法

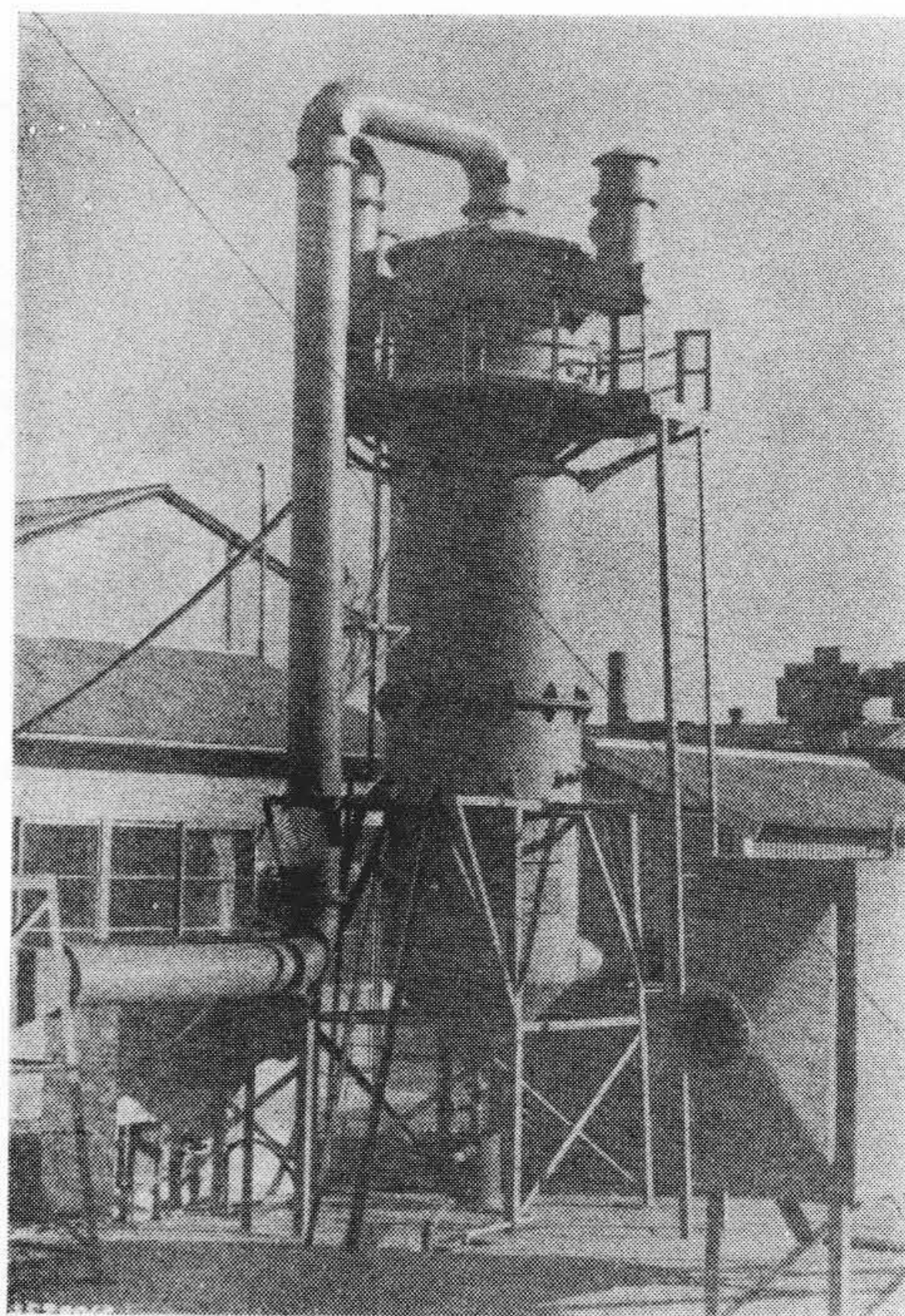
第8図のように試作集塵装置の入口および出口煙道の直管部を選び、できうるかぎりガス流の均等な点から真空ポンプで汚染ガスを等速抽気し、後述の濾紙サンプラにより放射性煙霧を捕集する。そのときのガス抽気量は湿式ガスメータにより測定し、濾紙の放射能汚染度は NaI シンチレーション計数器および G. M. 計数管により測定した。これより試作集塵装置の入口および出口ガスの放射能汚染度 ($\text{Count}/\text{min}/\text{m}^3$ of gas) を求め集塵率を算定した。濾紙サンプラは静電的集塵作用と機械的繊維濾過集塵作用とを併用した静電濾紙式採取装置を使用し、濾紙には直径 $30\text{mm}\phi$ の Whatman No. 41 を使用した。

3. 試作集塵装置とその集塵原理

すべて湿式集塵方式を採用し、湿式電気集塵装置、湿式グラスウールマットフィルタ、逆噴バグフィルタ、およびジェットスクラップの4種類を試作し、その定格処理風量は $1,000 \text{ m}^3/\text{h}$ として設計した。



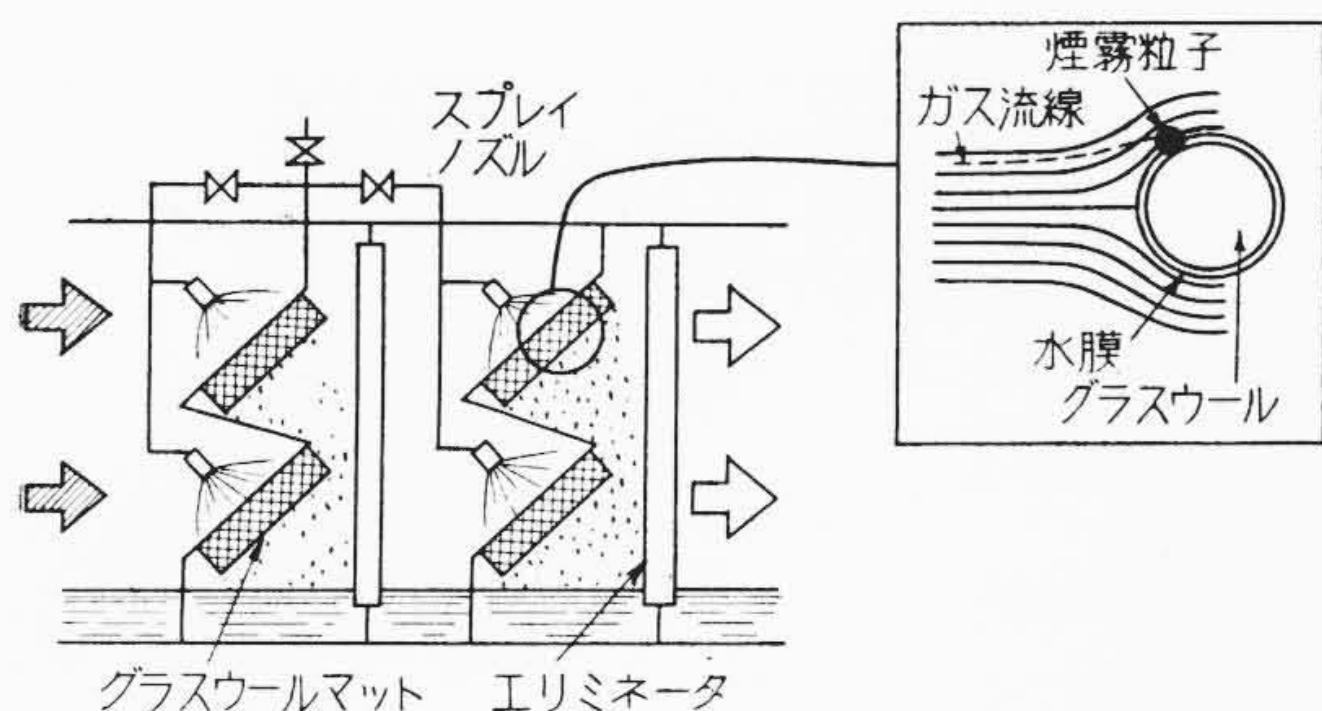
第9図 湿式電気集塵装置の集塵原理



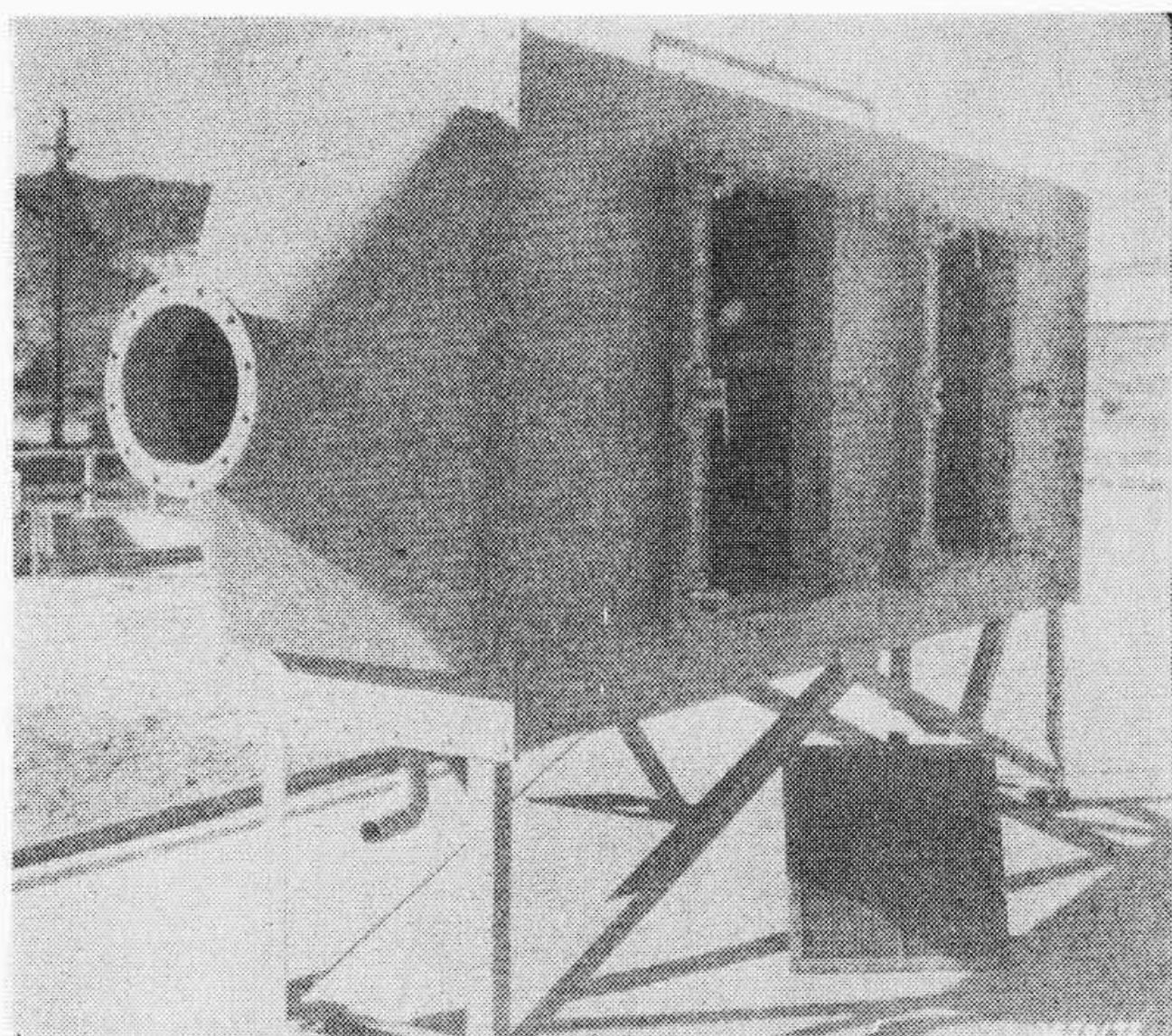
第10図 試作湿式電気集塵装置

3.1 湿式電気集塵装置 (W. E. P.)

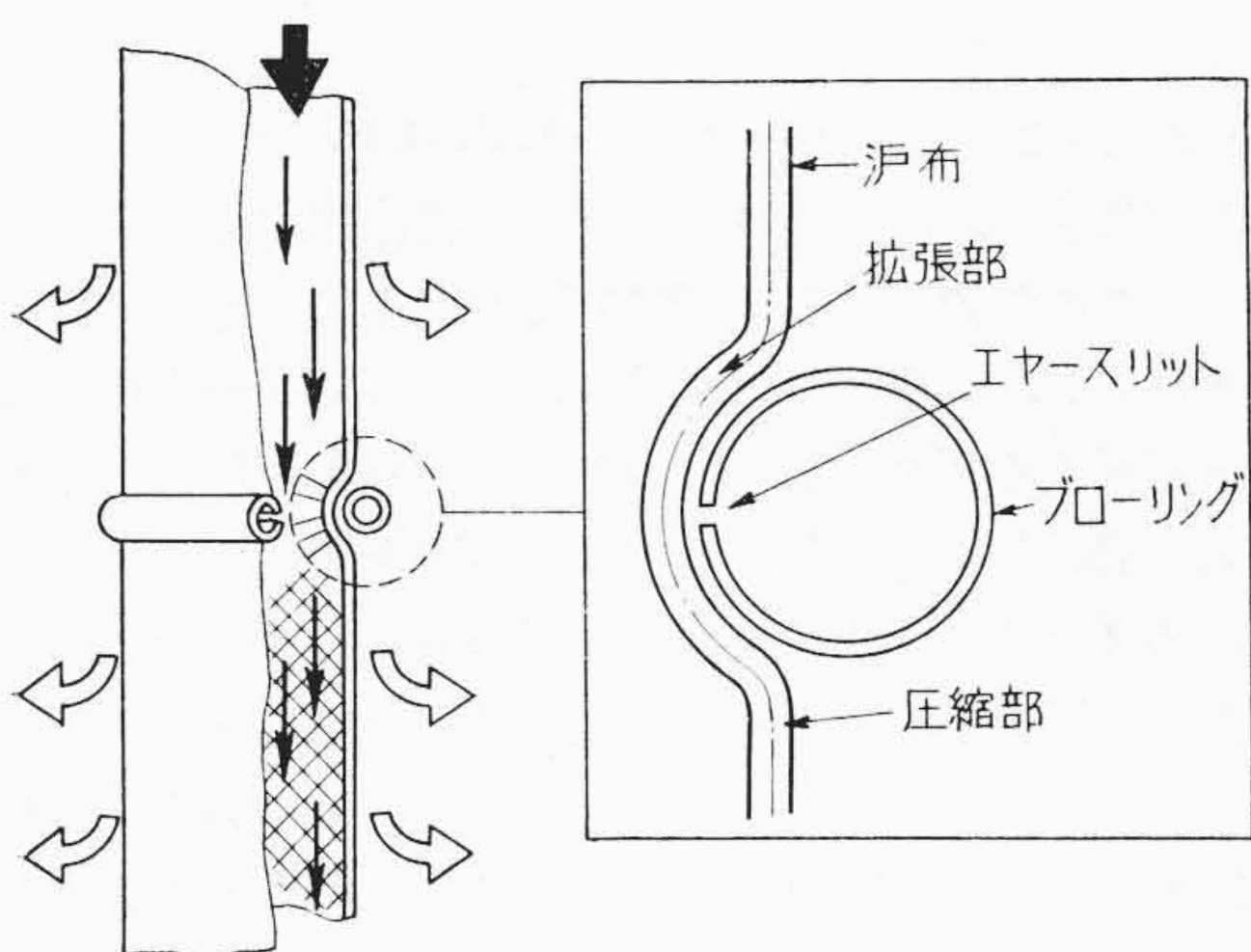
電気集塵器はコロナ放電極と集塵極とで構成され、この電界内に煙霧を導入すれば煙霧粒子はガスイオンあるいは電子の衝撃およびイオン拡散運動によつて帯電され、クーロン力で電界に沿つて集塵極の方へ偏向駆動され、集塵されるものであるが、湿式では第9図のように集塵極表面に均一な水膜を常時作成し、その上に集塵されるので、再飛散や空間電荷効果、逆電離などをひきお



第11図 湿式グラスウールマットフィルタの集塵原理

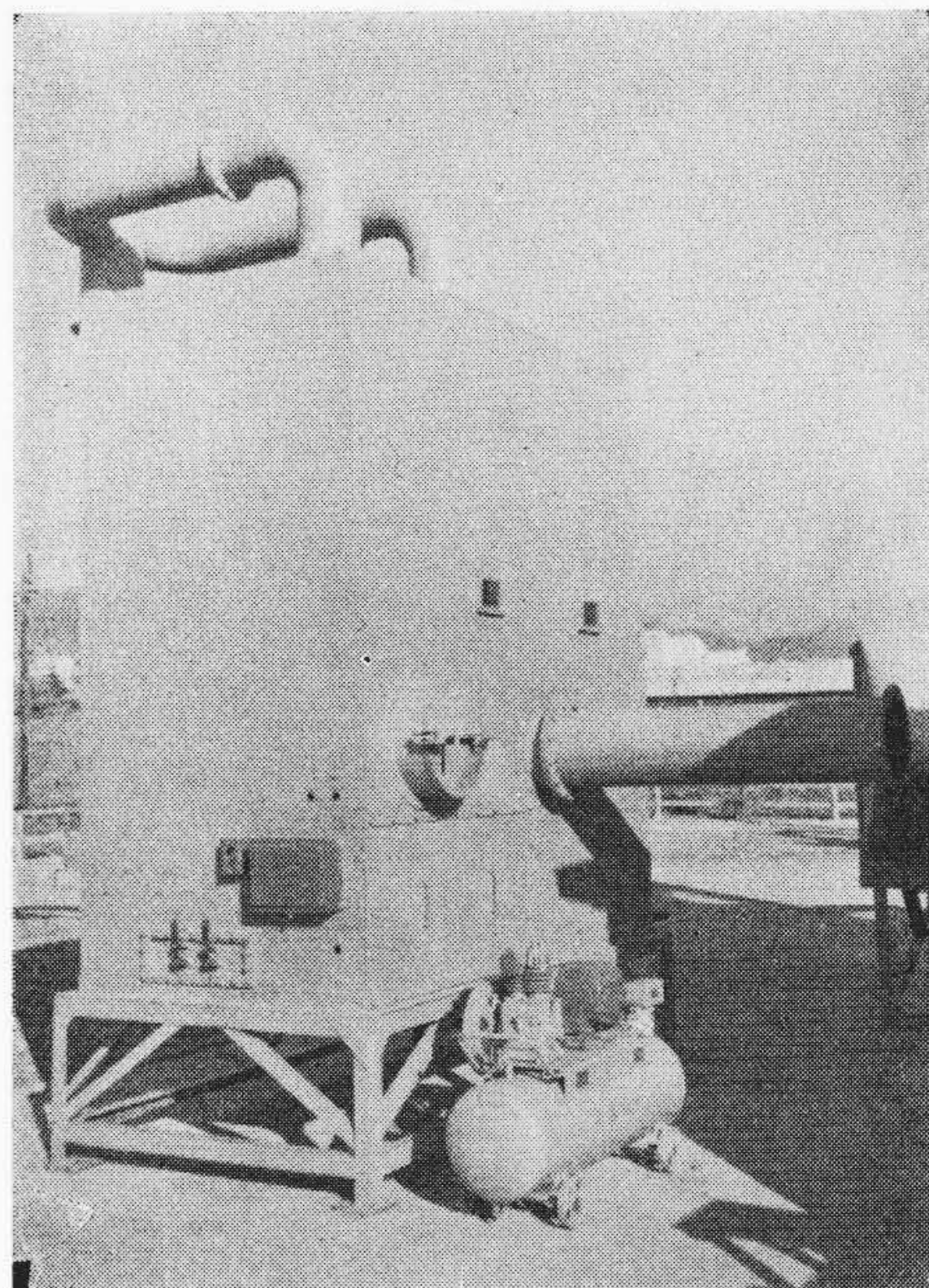


第12図 試作湿式グラスウールマットフィルタ

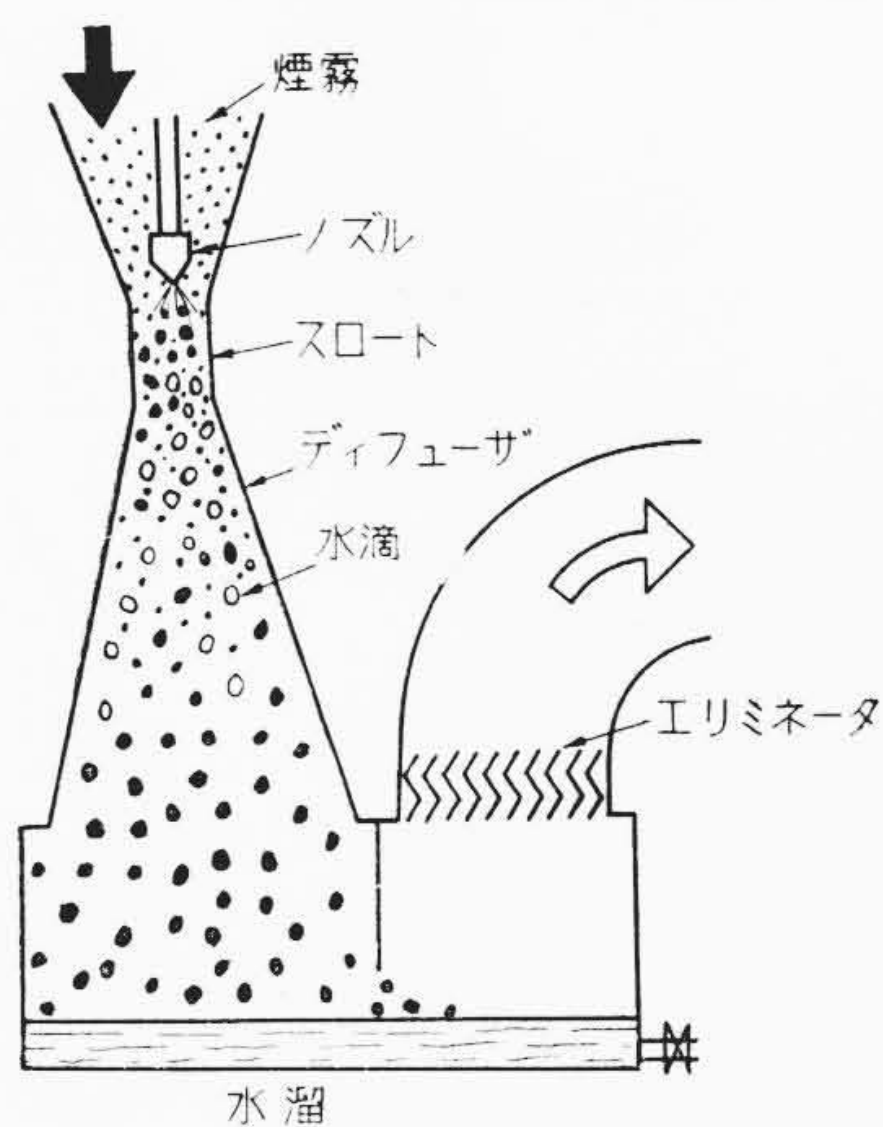


第13図 逆噴バグフィルタの除塵原理

こすことなく 99.9% 以上の高集塵率を得るのはすこぶる容易である。また、集塵極面が常に清浄に保持され、集塵煙霧は連続、自動的に懸濁液として器外に排出されるので後処理を安全かつ容易に行える。第10図はこの試作湿式電気集塵装置を示したものである。



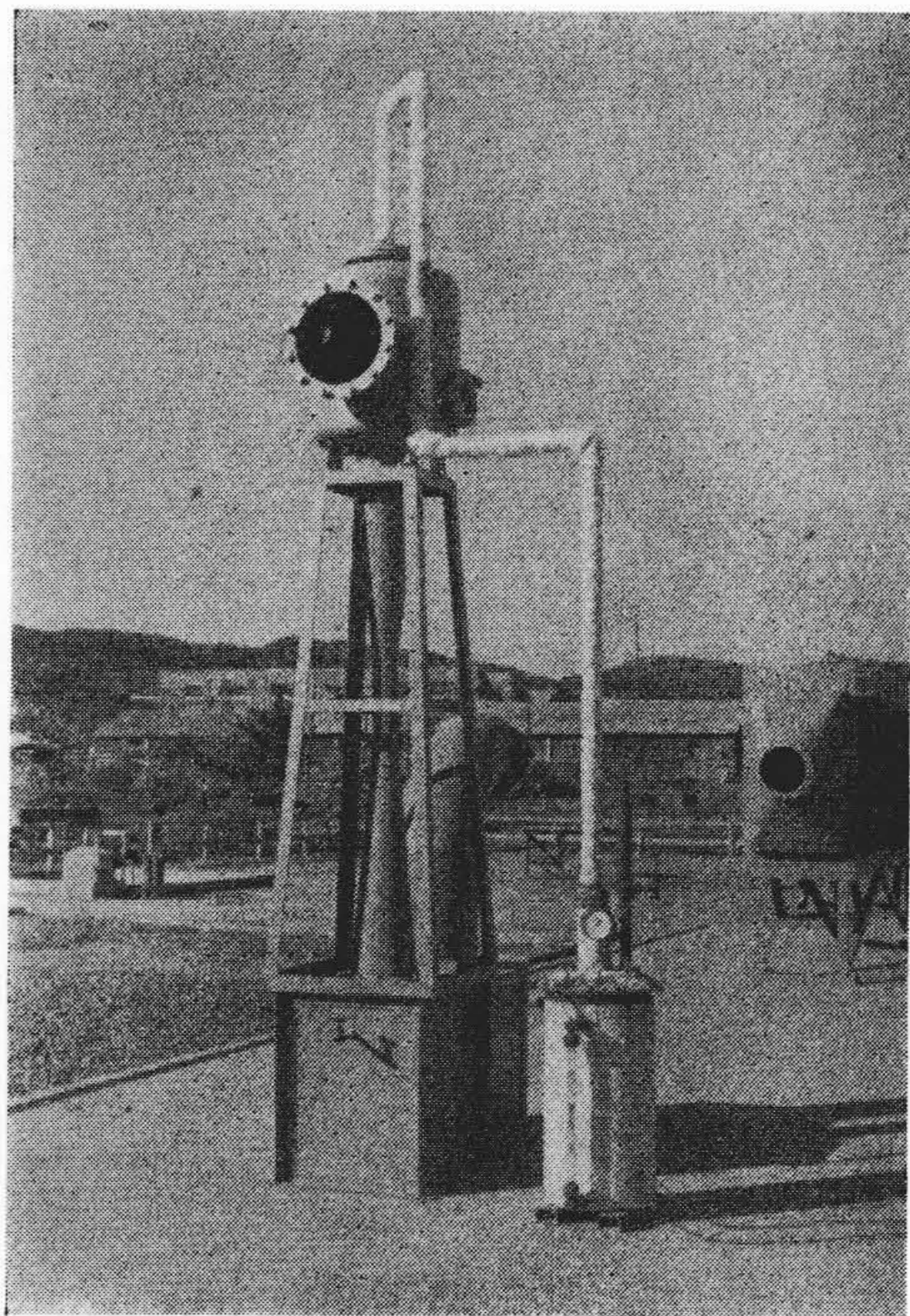
第14図 試作逆噴バグフィルタ



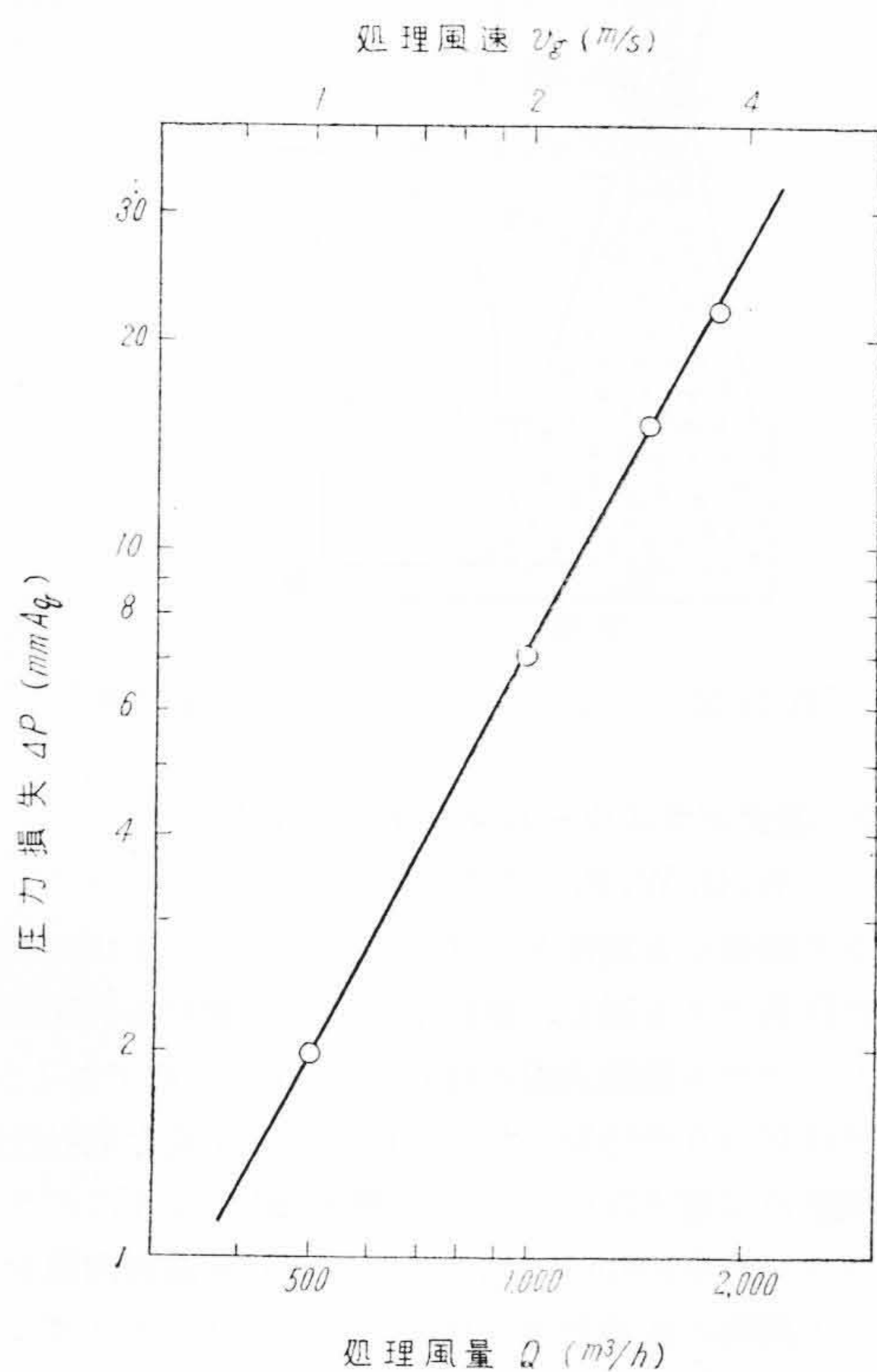
第15図 ジェットスクラッパの集塵原理

3.2 湿式グラスウールマットフィルタ (W.G.W.F.) (9)(10)(13)(14)(15)(17)

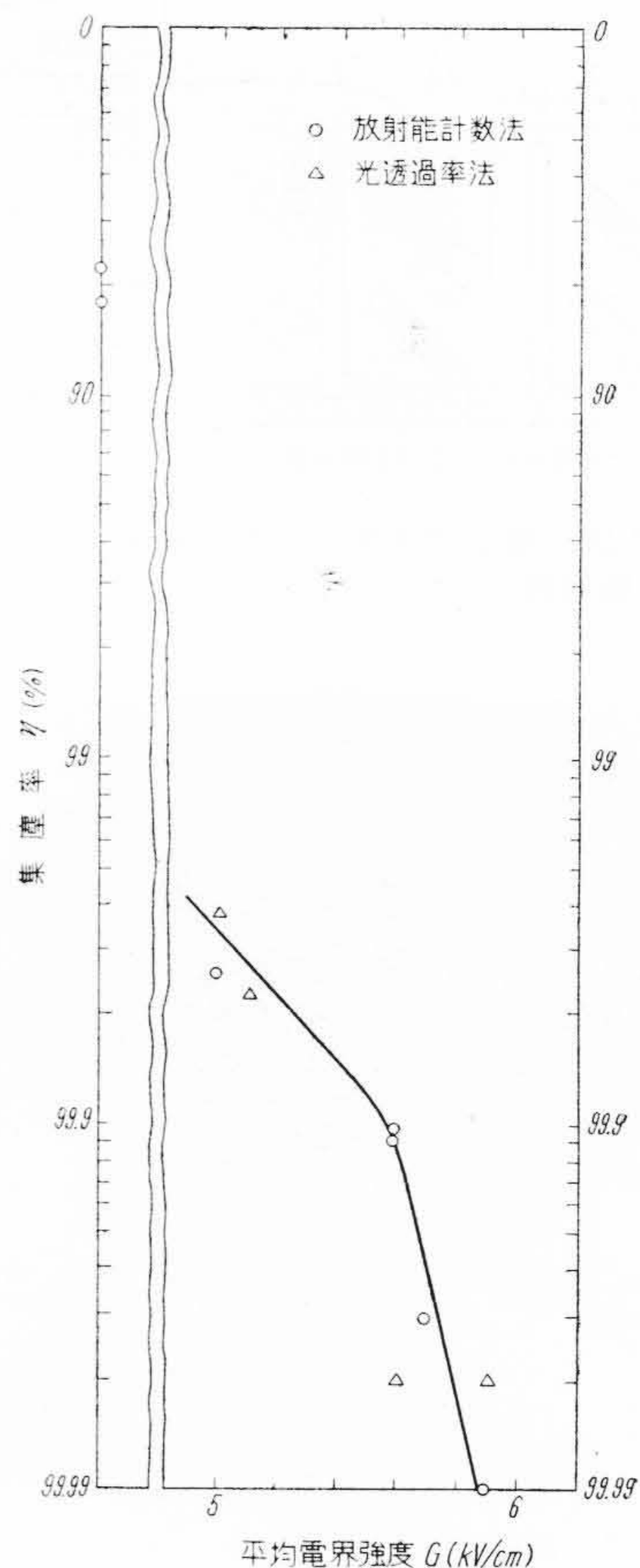
ガラス繊維を金属性ケースに充てんしマット状にした濾材に汚染ガスを通し、微粒子の慣性運動や拡散運動を利用してガラス繊維表面に付着、集塵するものであるが、乾式では目詰りや汚染のために取り替えを要し放射性煙霧の集塵には適さない。そこで第11図のようにグラスウールマットを約45度に傾斜設置し、有効濾過面積を大にすると同時に洗滌効果を良好にしたスプレイノズルを併用する湿式を試作した。この試作湿式グラスウールマットフィルタを第12図に示した。



第 16 図 試作ジェットスクラッパ



第 17 図 試作湿式電気集塵装置の圧力損失



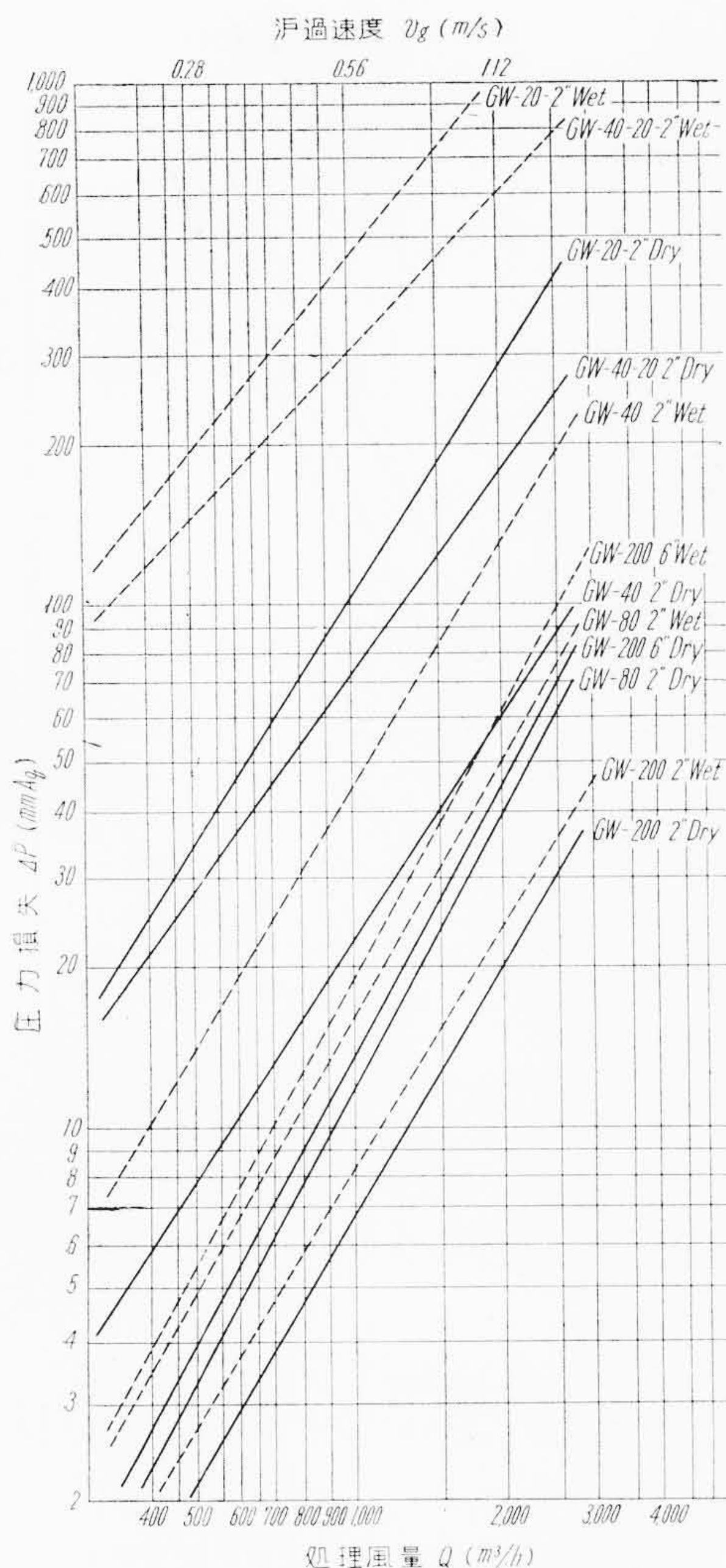
第 18 図 試作湿式電気集塵装置の集塵特性

3.3 逆噴バグフィルタ (R. A. J. B. F.)⁽¹²⁾

円筒状濾布に汚染ガスを濾過し、清浄化するものであるが、この装置の特長は第 13 図のように濾布繊維内に滲透付着し、集塵された煙霧を、その外側を一定周期で上下運動するブローリングの内側スリットから清浄圧縮空気を噴射して除塵し、ホップ中へ落下させ、これをさらにスプレイノズルで洗滌し、懸濁液として器外へ排出し濾布の汚染が、ある一定限度をこえないようにして、常に高い集塵率を保持するようにしたことである。濾布には機械的強度の強い耐酸アルカリ抵抗力の大きい化学合成繊維を使用した。この試作逆噴バグフィルタを第 14 図に示した。

3.4 ジェットスクラッパ (J. S.)⁽¹¹⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

汚染ガスは第 15 図のように垂直ベンチュリー管のスロート（咽喉部）を 50～100 m/s の高速度で通過し、デифューザーに至る間にスロート前部の中心に設けたノズルより水あるいは水蒸気を噴射して、その際の加速粒子の慣性力による水滴との衝突、微粒子と水滴との拡散



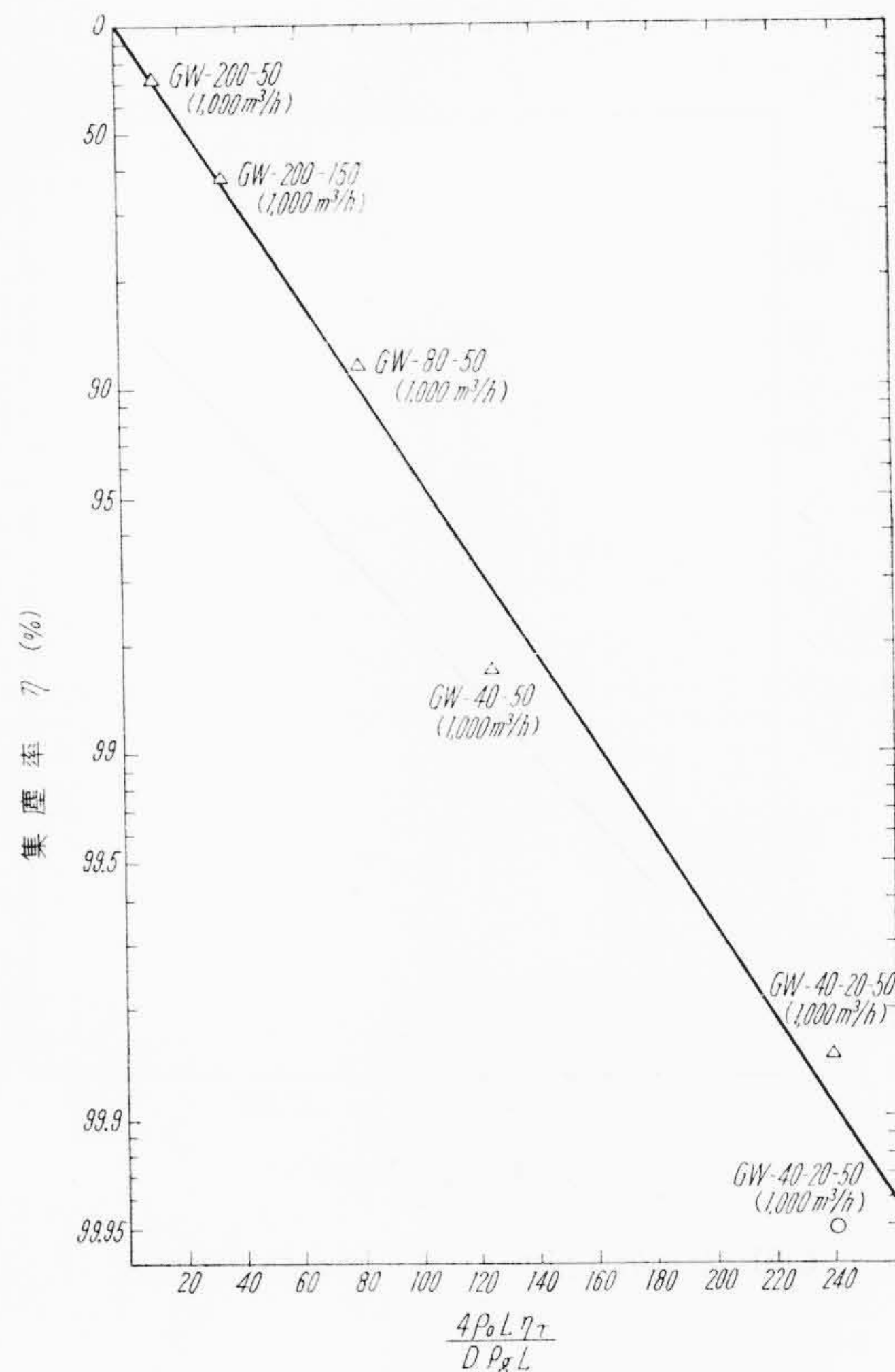
第 19 図 試作湿式グラスウールマットフィルタの
圧力損失

運動による相互凝集，凝縮核効果，調湿効果，ガス流の分割効果，水滴の荷電効果などを利用するものである。そしてこの煙霧粒子を捕獲した水滴は，ガス流の急激な逆転の際の慣性力で水溜めに集められ水封槽より懸濁液となつて器外へ排出される。この試作ジェットスクラップを第 16 図に示した。

4. 試作集塵装置の圧力損失と集塵特性

4.1 湿式電気集塵装置 (W. E. P.)

第 17 図に圧力損失 ΔP (mmAq) と処理風量 Q (m³/h) および処理風速 v_g (m/s) との関係を示した。これから明らかなように処理風速 $v_g \leq 2$ m/s であれば圧力損失 $\Delta P \leq 7$ mmAq で非常に小さい。次に第 18 図に集塵率 η (%) と平均電界強度 G (kV/cm) との関係を示した。



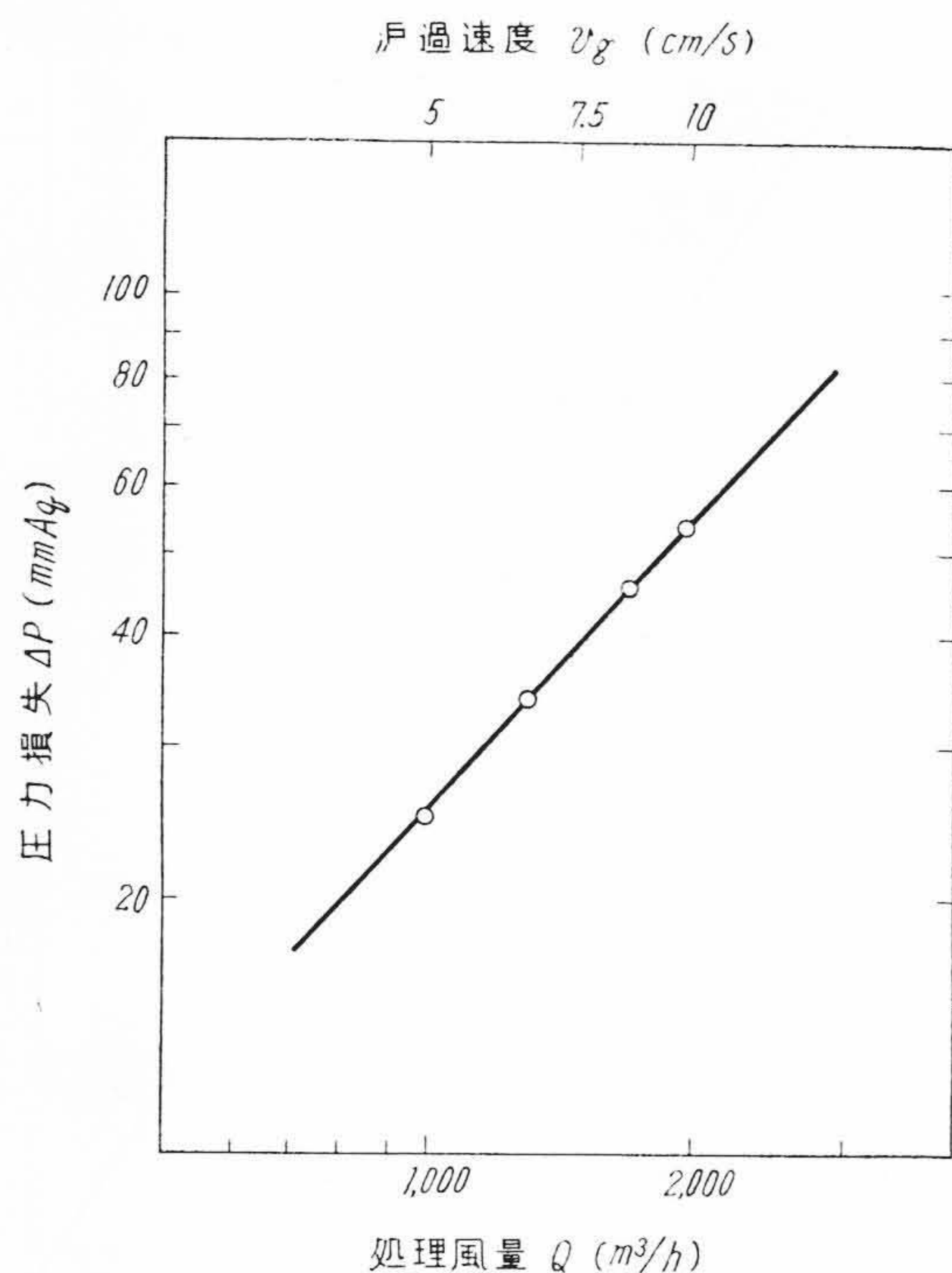
第 20 図 試作湿式グラスウールマットフィルタの
集塵特性

すなわち集塵率は平均電界強度 G の増加につれて向上し， $G \geq 5.6$ (kV/cm) では $\eta \geq 99.9$ (%) となることがわかる。

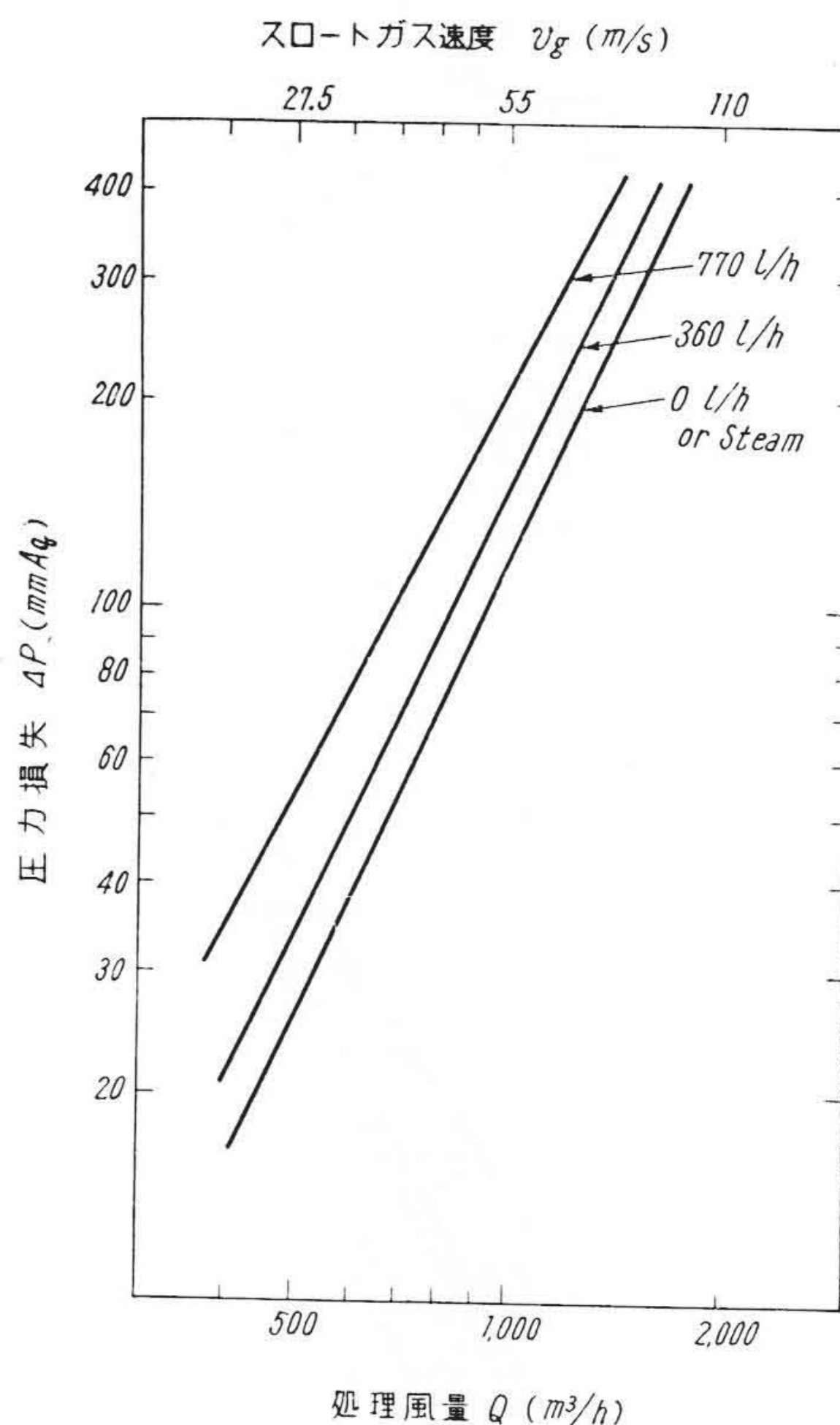
4.2 湿式グラスウールマットフィルタ (W.G.W.F.)

第 19 図に各種グラス・ウール・マット・フィルタについてスプレイ注水した場合（湿式）と注水しない場合（乾式）の圧力損失 ΔP (mmAq) と処理風量 Q (m³/h) および濾過速度 v_g (m/s) との関係を示した。名称はたとえば $GW-200-150$ は繊維径 200μ ，濾層厚さ 150 mm，同様に $GW-40-20-50$ は前段に繊維径 40μ ，濾層厚さ 50 mm のものを，後段に繊維径 20μ ，濾層厚さ 50 mm のものを配置したことを意味する。これより圧力損失は処理風量あるいは処理風速の $1.0 \sim 1.8$ 乗に比例して増加することがわかる。また湿式の場合にはグラスウール繊維の間にガスとともに滲透した水が毛細管を形成し見かけの嵩密度が増して抵抗係数が大きくなるので乾式の場合より圧力損失は著しく増加する。

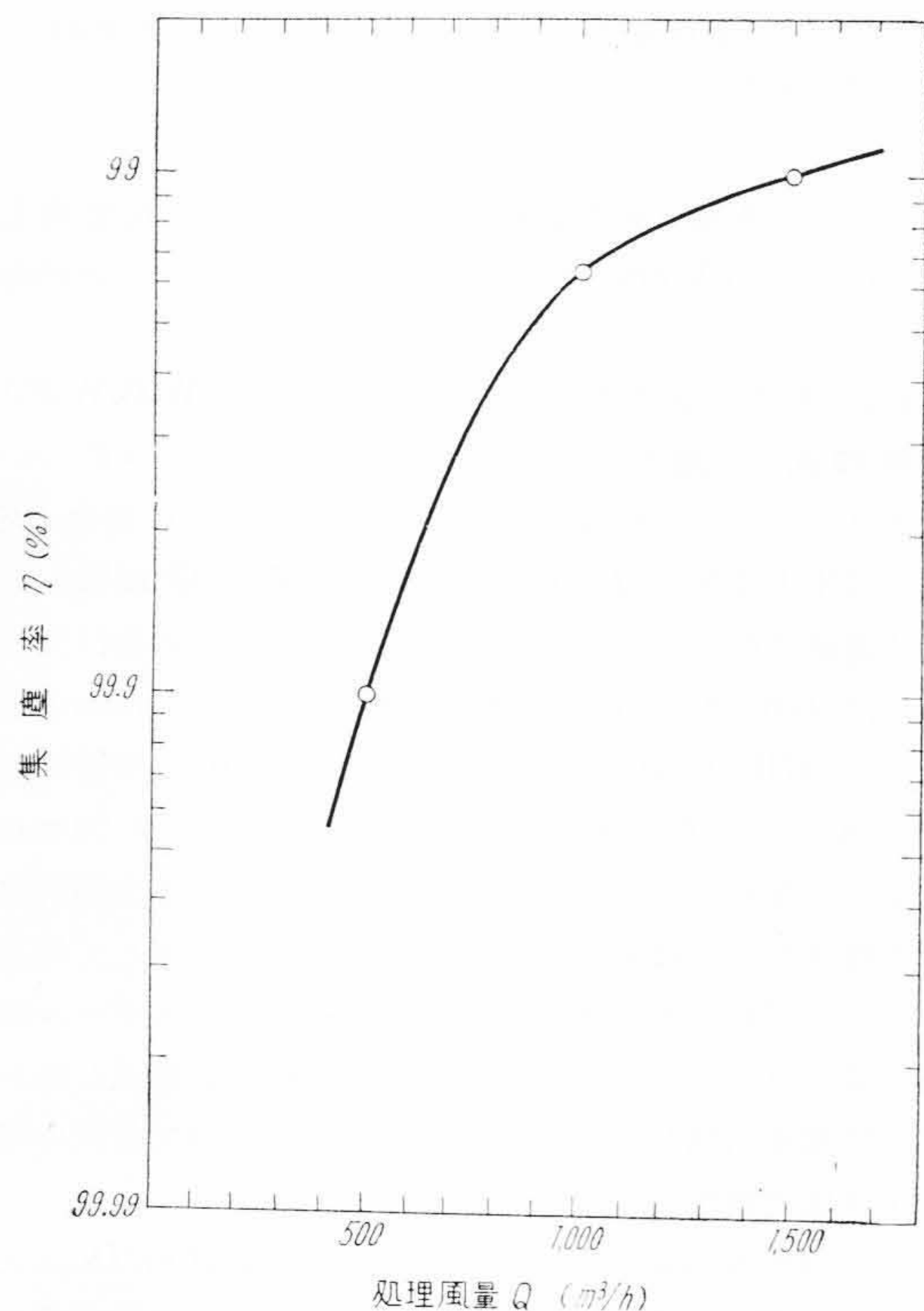
次に集塵率 $\log \eta$ (%) と無次元因子 $4\rho_0 L \eta_t / D \rho_g L$ との関係を示した。この両者がほぼ直線関係にあることから



第21図 試作逆噴バグフィルタの圧力損失



第23図 試作ジェットスクラップの圧力損失



第22図 試作逆噴バグフィルタの集塵特性

$$\eta = 1 - e^{-K \frac{4\rho_0 L \eta_T}{D \rho_{gL}}} (\%) \dots \dots \dots (1)$$

ただし

K : 実験から求められるスプレー注水効果による補正係数

L : 濾層厚さ

η_T : グラスウールの Impaction Efficiency⁽¹³⁻¹⁵⁾

D : 繊維径

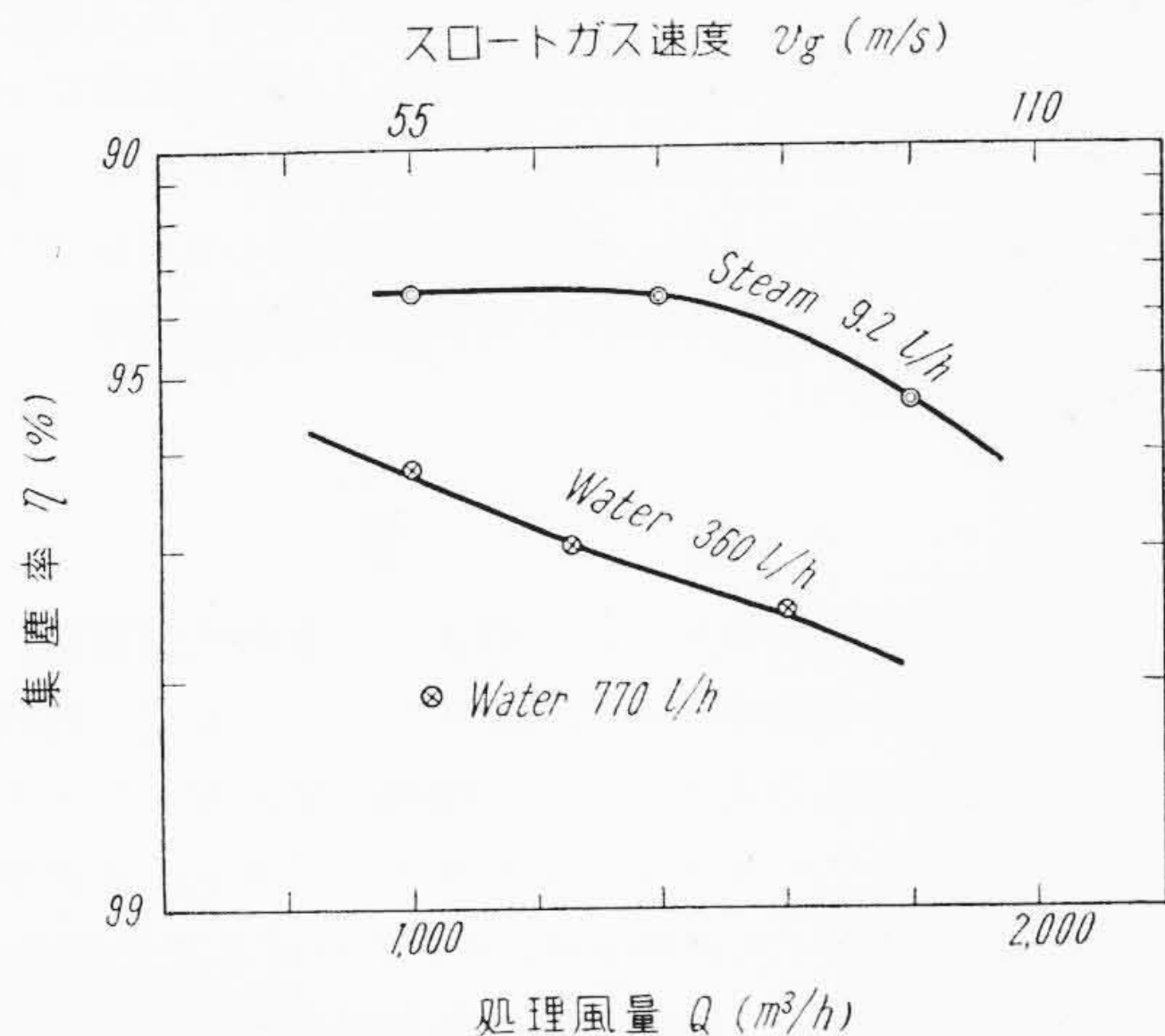
ρ_{gL} : グラスウール密度

ρ_0 : グラスウール嵩密度

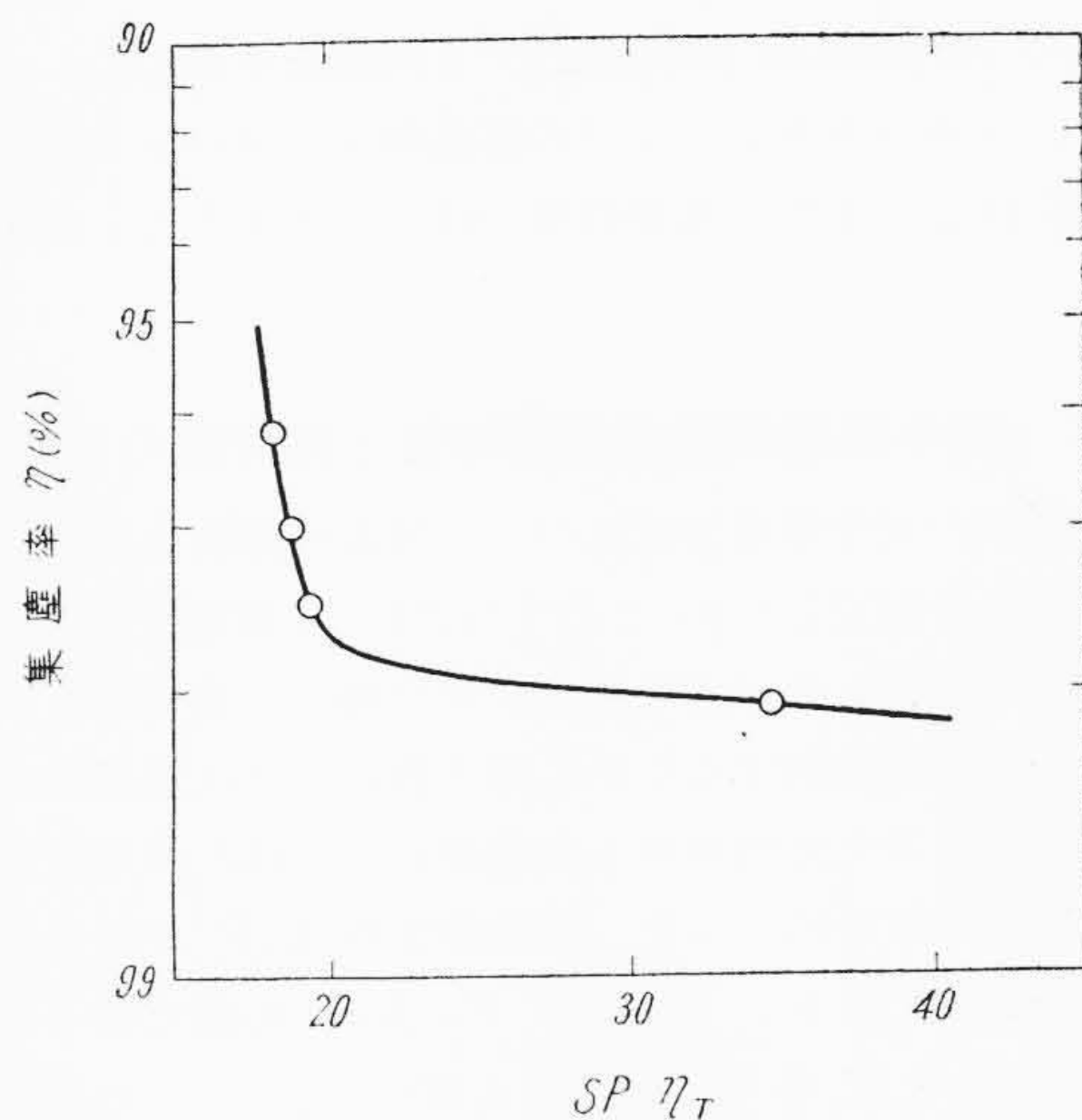
と示すことができる。すなわち湿式グラスウールマットフィルタの集塵率は、グラスウール嵩密度 ρ_0 、濾層厚さ L 、 η_T の大きいほど、また繊維径 D 、密度 η_{gL} の小さいほど向上する。

4.3 逆噴バグフィルタ (R. A. J. B. F.)

第21図に力圧損失 ΔP (mmAq) と処理風量 Q (m³/h) および濾過速度 v_g (cm/s) との関係を示した。これより濾布の圧力損失は処理風量あるいは濾過速度と正比例関係になることがわかる。次に第22図に集塵率 η (%) と処理風量 Q (m/h) との関係を示した。すなわち集塵率は処理風量の少ないほど、あるいは濾過速度の遅いほど



第 24 図 試作ジェットスクラップの集塵特性 (1)



第 25 図 試作ジェットスクラップの集塵特性 (2)

第 1 表 各種試作集塵装置の集塵性能, 経済性, 適応範囲の比較

名 称	実 験 条 件	処理風量 m³/h	使用水量 l/m³ of air	ガス速度 m/s	圧力損失 mmAq	集塵率 %	適 応 範 囲	総 経 費 Cost/10³m³/h
湿式電気集塵装置		1,000	2.16	2.00	7	99.99	ダスト, ミスト, フェーム ガス温度 550°C 以下	100
湿式グラスウール マットフィルタ	繊維径 20μ と 40μ との 組合, 濾層厚 50mm	1,000	0.72	0.56	300	99.9	ダスト, ミスト, フェーム ガス温度 400°C 以下	79
逆 噴 パ グ フ イ ル タ	アクリル系合成繊維径 約 15μ	1,000	0.18	0.05	30	99.36	ダスト一部のフェーム ガス温度 120°C 以下	60
ジ エ ッ ト ス ク ラ ッ パ		1,000	0.77	55.00	220	98.0	ダスト, ミスト, フェーム ガス温度に制限なし	53

向上する。一般に濾布や濾紙のように繊維径が細く、かつその嵩密度の高い、また濾層厚さのうすいすのはこのような特性を示す。しかし濾紙の場合には、さらに濾過速度が増し、圧力損失が約 250 mmAq 以上になると逆に濾過速度の増加とともに集塵率は向上するのは興味深い。

4.4 ジェットスクラップ (J.S.)

第 23 図に圧力損失 ΔP (mmAq) と処理風量 Q (m³/h) およびスロートガス速度 v_g (m/s) との関係を注水量 $L=0, 360, 770$ l/h の場合について示した。これより圧力損失 ΔP は

$$\Delta P \div (120 + 0.262L) \frac{\rho_g}{2g} (Q^2) \dots\dots\dots (2)$$

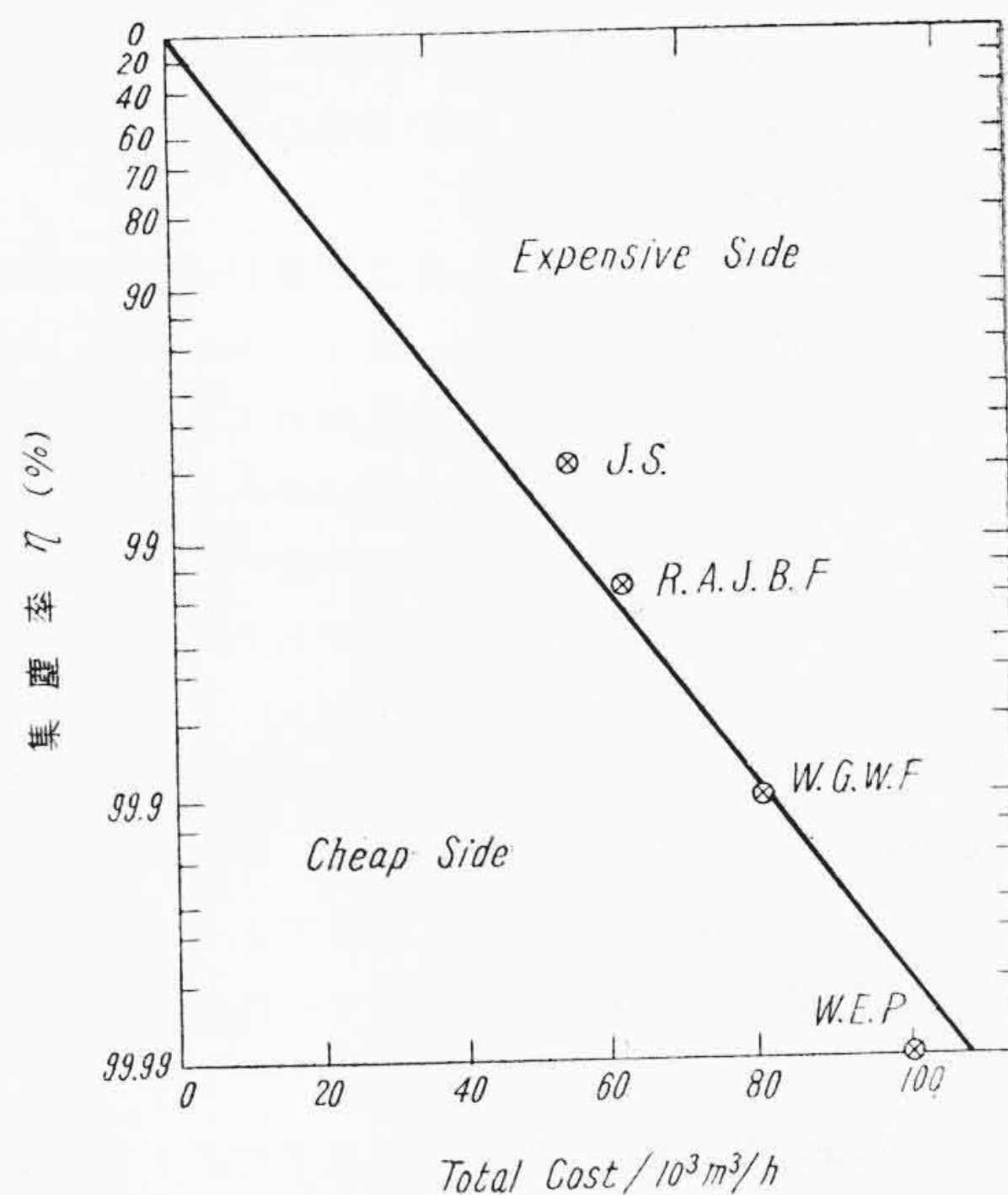
ただし

ρ_g : スロート部のガス密度

g : 重力の加速度

と示すことができる。すなわちジェットスクラップの圧力損失は処理風量あるいはスロートガス速度の 2 乗に、また注水量 L に比例して増加する。

次に第 24 図に集塵率 η (%) と処理風量 Q (m³/h) およびスロートガス速度 v_g (m/s) との関係を、第 25 図に



第 26 図 各種試作集塵装置の集塵率と経済性との比較

は集塵率 η (%) と無次元因子 $SP\eta_T$ (S : 単位ガス量あたりの全水滴投影面積和, P : 水滴の有効掃引距離, η_T :

水滴の Impaction Efficiency) との関係を示した。これより、ジェットスクラップの集塵率はスロートガス速度の速いほど、また注水量の多いほど向上することがわかる。

5. 試作集塵装置の集塵特性と経済性の比較

4 種類の試作集塵装置について放射性煙霧を使用して集塵特性を測定したが、このうちどれが、集塵性能と経済性と適応範囲との三者を考え合せた場合、最もすぐれているかを比較検討するために第 1 表のように装置費および運転費を考えた価格率と集塵率およびほかの運転条件との関係をまとめてみた。装置費は W. E. P. が最も高く次に R. A. J. B. F., W. G. W. F., J. S. の順で安くなるが、運転費は W. G. W. F. が最も高い。そしてこの両者の和、総経費は W. E. P. が最も高く、次に W. G. W. F., R. A. J. B. F., J. S. の順で安くなる。これだけでは集塵装置の経済的優劣の判定を下すことはできないので、第 26 図のように処理風量 $1,000 \text{ m}^3/\text{h}$ の場合の集塵率と価格率との関係を Semilog 図に描いてみた⁽¹⁶⁾。すなわち 4 者をプロットした点は原点を通る同一直線上にほぼ点存在する。この直線の下側にあれば W. G. W. F. より価格が低く、逆に上側にあれば高いことを意味する。したがってこの結果より W. E. P. の価格が最も低く、次に W. G. W. F., R. A. J. B. F., J. S. の順で高くなることかわかる。また装置容量の大きい場合 (工業的規模は約 $10^4 \sim 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$) は、この総経費は処理風量に対して安くなる。集塵装置別の総経費順列は前述の結果と変わらないので、本実験結果は実際の工業的規模においても、そのまま適用できると考えてよい。

以上の考察結果より次のようなことがいえる。W. E. P. はあらゆる放射性煙霧 (ミスト, フェーム, ダスト, スモーク) に対して 99.99% 以上のきわめて高い集塵率を発揮でき、しかもその圧力損失は 7 mmAq 以下できわめて小さいが、ほかの機械的集塵器に比べ装置費は高価であり、またその運転費はより安価であるかあるいは同等であるが、しかしこの欠点も高能率ということで十分補償でき、したがって最もすぐれた集塵装置といえる。

W. G. W. F. は圧力損失 300 mmAq で高いが集塵率 99.9% で、構造が簡単で、保守も容易であり、しかも集塵率および価格が、W. E. P. につぐすぐれた機械的集塵装置の一つといえる。

R. A. J. B. F. はガス温度約 120°C 以下のダストに対しては低圧力損失で約 99% 余の高能率を示し、その装置費も運転費も中庸であるが、液相煙霧 (ミスト, フェーム) や 120°C 以上の熱ガスを処理することは不可能であり、また濾過速度が約 数 cm/s であるため必然的に装置容積が著しく大きくなる欠点を有する。

J. S. は熱ガスの冷却と粗集塵を兼ねた処理、あるいは水溶性親水性煙霧の処理には好適であるが、約 100°C 以下の煙霧質の処理では高集塵率を期待できない。また装置費は最も低廉であるが、低集塵率の割合には運転費が高く、その総合的性能は試作した 4 種類の集塵装置の中で最も低位であつた。

6. 結 言

以上の試作研究結果から、どのような放射性煙霧質に対しても所期の集塵率 99.9% 以上で、かつ安定に処理しうる最良の集塵方式としては、機械的集塵器 (たとえば、湿式グラスウールマットフィルタ, ジェットスクラップ, ベンチュリースクラップ, サイクロンスクラップ, スプレイクーラなど) を前置して粗集塵とガス調整 (冷却, 調湿) を行つてから後置した湿式電気集塵装置で残存の微粒煙霧を完全に除去する方法である。またこれによれば、集塵率 99.99% 以上を得ることは経済的にも技術的にもすこぶる容易である。

終りにのぞみ本研究は昭和 31 年度科学技術庁原子力平和利用研究政府補助金に基いて行われたものであつて原子力局の方々および日立製作所島井課長にはなみなみならぬ御支援を願つた。また日立製作所日立研究所三浦所長, 数野副所長, 西堀主任研究員, 木村主任研究員および日立工場橋本課長には終始御懇篤なる御指導を賜つた。また本研究用直流高圧電源の試作には日立製作所亀戸工場和田部長そのほかの方々の御援助によるところ多大である。ここに以上の方々に厚く御礼申上げる。

参 考 文 献

- (1) U.S.A.E.C. 編: Handbook on Aerosols (1950)
- (2) U.S.A.E.C. 編: Handbook on Air Cleaning (1952)
- (3) Louis Mc Cabe: Air Pollution (1952 Mc Graw-Hill)
- (4) Magill Holden Ackley: Air Pollution Handbook (1956 Mc Graw-Hill)
- (5) J.H. Perry: Chemical Engineers Handbook, 1013~1050 (1950 Mc Graw-Hill)
- (6) Allen D. Brandt: Industrial Health Engineering
- (7) Drinker and Hatch: Industrial Dust (1936 MC Graw-Hill)
- (8) Dallavalle: Micromeritics, (1948 Pitman Pub. Corp)
- (9) J.A. Leary, R.A. Clark and R.P. Hammond Nucleonics, 64 (July 1944)
- (10) Leslie Silverman: Chem. Eng Prog., 47, 9, 462 (1951)
- (11) H.F. Johnstone, M.H. Rovers: Ind. Eng. Chem., 41, 11, 2417~2423 (1949)
- (12) Caplan K.J.: Amer. Ind. Hyg. Assoc., 26 (April 1950)

- (13) SellW: Forschungsheft, 1931, 347
 (14) Alrecht: Physik Z., 32 48 (1931)
 (15) Langmuir and Blodgett: General Electric Research Lab., Schenectady, New Yorks, RL-225 (1944-5)
 (16) C.J. Stairmaud: Jl. of the Inst. of Fuel., (Feb. 1956) P. 58~81
 (17) Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy (Held in Geneva) Vol. 3, Chap 8, (1955)
 (18) U. S. A. E. C. Report K-615, NYO-1592, ANL-5067, NYO-4603, NYO-4514, NYO-1581, NYO-1590, NYO-1587, AECU-2824, NYO-4517, KAPL-703, KLX-1306, KAPL-1232, COO-1014, OSRD-2050, COO-1013, SO-1009, NYO-514, AECD-2909, SO-1008, ORNL-1413, SO-1001, ORNL-1666, OSRD-3902, MDDC-795, DRNL-1660, USNRDL-382, USNRDL-343, AECU-826, UR-300, UR-286, NYO-1588, AECU-2972

日立製作所社員社外講演一覽

(昭和32年11月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
12. 6	電 気 学 会	最 近 の 大 型 水 車 発 電 機	日立工場	石 坂 靈 厳
11. 13	日 本 機 械 学 会	蒸 気 タービンプラントの進歩について	日立工場	浦 田 星
11. 1	懇 話 ク ラ ブ	生産管理を中心にした事務の機械化	亀有工場	麻 生 武
11. 27	農 業 土 木 学 会	ポンプのキャピテーションについて	亀有工場	矢 島 光 吉
11. 27	日本事務能率協会	IBM機械はわが社でいかに生かされているか	亀有工場	麻 生 武
12. 3	東 京 大 学	低 揚 程 ポ ン プ に つ い て	亀有工場	矢 島 光 吉
11. 28	北 海 道 庁	シ ョ ベ ル 系 掘 削 機 に つ い て	亀有工場	中 村 朗
11. 28	建 設 省	日 立 シ ョ ベ ル	亀有工場	阿 部 哲 義
11. 22	長 岡 市 役 所	最近の切削技術の進歩と工作機械について	川崎工場	花 岡 浩
11. 29	日本自動制御研究会	モデルプラントによる流量自動制御の一実験	多賀工場	沼 沢 昌 三
11. 20	愛知県電力協会	自動制御の考え方,日立調節計の紹介	多賀工場	北 川 栄
11. 30	日 本 分 光 学 会	FPF~2型日立炎光光度計とその二, 三の応用例について	多賀工場	小 沼 武 男
11. 30	日 本 分 光 学 会	EPS~2型日立自記分光光度計とその応用例について	多賀工場	赤 松 貫 之
12. 7	真空技術研究会	日立RMU-5型質量分析計の真空系について	多賀工場	野 田 保
11. 14	熔 接 協 会	交 流 アーク熔接機について	亀戸工場	坂 部 昭
11. 4	浜松航空自衛隊	電波機器の生産管理と品質管理	戸塚工場	岩 間 喜 吉
11. 3~7	日 本 化 学 会	真空高温における W-Al ₂ O ₃ -Ni 系電気伝導機構について	茂原工場	千 秋 英 一
11. 30	日刊工業新聞社	強化プラスチックの電気機器への応用の現状と将来	絶縁物工場	古 賀 弥
11. 5	強化プラスチック協会	プラスチックの放射線照射	絶縁物工場	河 合 鱗次郎
11. 10	電 気 学 会	耐熱性絶縁材料の新分類と試験法	絶縁物工場	河 合 鱗次郎
10. 25	色 材 協 会	不 溶 性 高 分 子 物 質 の 研 究	絶縁物工場	鶴 田 四 郎
10. 22	国 鉄	真 交 配 列 を 用 い た 実 験 計 画	中央研究所	島 田 正 三
10. 31	戸 塚 工 場	粒 子 加 速 器 と そ の 応 用	中央研究所	斎 藤 清 吉
11. 25	九州計装研究会	直流増幅器を中心とした工業計器の測定限界について	中央研究所	阿 部 善 右 工 門
12. 5	日本学術振興会	鋼 種 簡 易 鑑 別 法 の 研 究 (20報)	中央研究所	栗 田 常 雄
12. 5	日本学術振興会	鋼 種 簡 易 鑑 別 法 の 研 究 (21報)	中央研究所	栗 田 常 雄
12. 5	日本学術振興会	化学実験室に便利な新しい器具と操作 (4報)	中央研究所	栗 田 常 雄
12. 7	北海道地区電顕研究会	電 子 顕 微 鏡 の 分 解 測 定 に つ い て	中央研究所	菰 田 孜
10. 30	照 明 学 会	日 立 水 銀 灯 お よ び 施 設 例 紹 介	日立ランプ株式会社	原 田 正
11. 13	日刊工業新聞社	物 品 管 理 事 務 と こ れ の 合 理 化	本 社	家 長 喜 一 章
11. 20	九州熱管理協会	電 気 集 塵 器 の 特 性	本 社	綿 引