

溶接オイルヒューム回収用集塵機の開発

Development of Welding Oil Fume Collectors

溶接ヒュームの捕集については各種の回収機があり、溶接作業の環境改善に役立っているが、溶接母材にプレス油、防錆油など油が塗布されている場合、乾いた溶接ヒュームと油分が熱で分解されて、オイルヒュームとなって発生し、特にオイルミストがフィルタに付着して目詰まりを起こし吸引力の低下が著しい。また、溶接時に発生する溶接火花によって油の付着したフィルタが焼損する危険性があり、使用できない問題をもっていた。本集塵機は、従来のフィルタ方式を基本に、前段に長繊維フィルタと洗浄液によるスプレー部を設け、長繊維フィルタ部でオイルヒュームを回収し、スプレーで洗浄することにより長繊維フィルタの目詰まりがなく、万一溶接火花を吸引してもシャワーと長繊維の効果により、焼損の危険性がなく、かつオイルミストによる目詰まりが少ないなどの特長をもつものである。

秋葉 勇* Isamu Akiba

雪竹次太** Tsugihito Yukitake

1 緒 言

職場の環境改善に対する意識が高まりつつある中で、特に最近溶接作業の溶接ヒュームによる弊害が取り上げられ、ヒューム回収の需要が高い。溶接ヒュームによる弊害は、じん肺症状、金属熱症状などが挙げられ、更にこのヒューム中に有害物質が含まれると、その物質特有の症状が起こると言われている。一方、法的規制の面からみると、普通鋼溶接ヒュームの許容濃度は 5 mg/m^3 以下(日本産業衛生協会)に定められているが、発生源に近い作業者のマスク付近では許容濃度を超えることがあり、発生源から直接ヒュームを吸引して処理する必要がある。溶接母材に油が塗布してある場合は、従来のフィルタによる汙過方式では、(1)汙過フィルタの目詰まりにより圧力損失が増大し、吸引風量が低下する。(2)油分がフィルタに付着し除塵による目詰まり回復が悪い。(3)フィルタに油が付着しているため、溶接火花吸引によってフィルタ焼損の危険性があるなどの問題があった。

本機は、これらの問題を解決するために、油塗布鉄板溶接ヒュームの粒子径を分析し、乾いた溶接ヒュームの粒子径が約 0.2μ に対し油分のオイルミスト粒子径が約 1.5μ と約一桁程度異なることに着目し、前段でオイルミストを長繊維フィルタで捕集し後段で乾いたヒュームをバグフィルタで捕集する新方式のオイルヒューム用集塵機を開発した。以下、その概要について紹介する。

2 オイルヒューム性状

2.1 オイルヒュームの測定

オイルヒュームは、液状のミストと固体粒子であるヒュームが混在しているため、両者の発生量を定量的に把握する必要がある。測定方法は、溶接によって発生するオイルヒュームをファンにより全量吸引し、その一部をJIS Z8808に準じて汙紙で採取し、オイルヒュームの発生量を求めた。次に、オイルヒュームが捕集された汙紙をベンゾールで洗浄して油分(オイルミスト)を除去し、その差からヒュームとミストを定量的に求めた。

2.2 発生量

オイルヒュームの発生量は、溶接棒の太さや母材に塗布さ

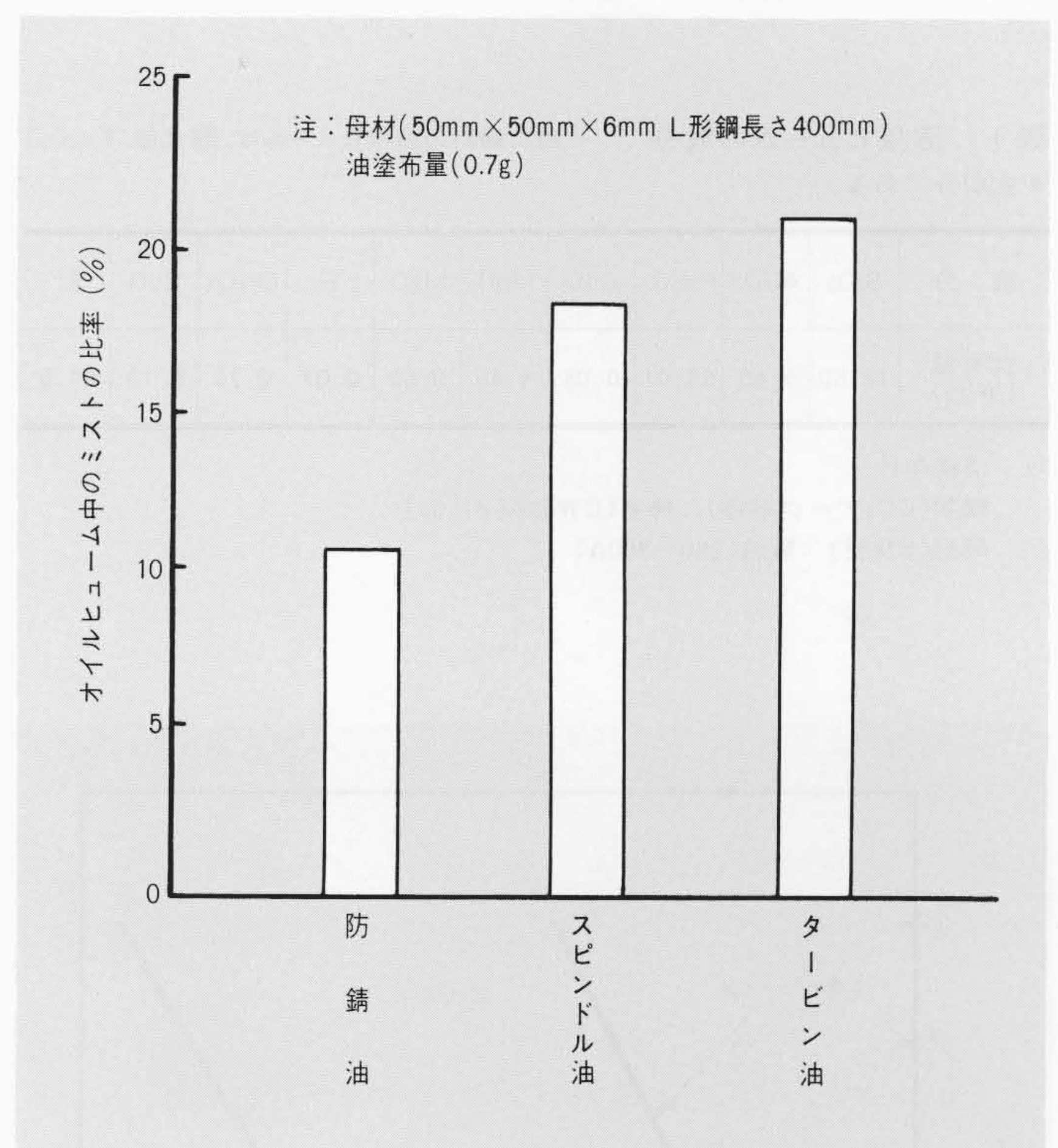


図1 油を塗布した鋼材を溶接したときに発生するオイルミストの比率 油の種類により、オイルミストの発生比率は異なる。

本稿中で使用する用語で、オイルヒューム、オイルミスト及びヒュームを以下のように定義する。

- (1) オイルヒュームとは、「防錆油、プレス油などの油が鉄板に塗布されている場合の溶接作業時発生する全体の煙(オイルミスト+ヒューム)」を言う。
- (2) オイルミストとは、「防錆油、プレス油などが溶接熱で加熱されて発生した油煙」を言う。
- (3) ヒュームとは、「一般の油の付着していない場合の溶接作業に発生する微粉塵」を言う。

* 日立製作所多賀工場 ** 日立製作所日立研究所

れた油の量などにより異なるが、平均的には100mg/m³である。一方、ヒュームとミストの比率は、図1に示すように油の種類によっても異なり、10～20%のミストが含まれている。

2.3 粒度分布

図2にヒューム及びミストの粒度分布を、また溶接ヒュームの成分を表1に示す。大気中に浮遊した状態の粒径を測定するために、ヒュームとミストをそれぞれ単独に発生させ、レーザダストモニタを用いて測定した。溶接ヒュームの平均粒径は約0.2μmに対し、オイルミストは1.5μmと約一桁大きいことが分かる。

3 オイルヒューム用集塵機の構成

3.1 集塵方式

本集塵方式は、従来の汙過集塵をベースとして、払い落とし性に優れた集塵機を目指して行なった。集塵機構として、繊維充填層の汉過集塵では、数ミクロン以上の粒子に対しては、繊維周辺での流線の急激な曲折のために慣性力で軌道を外され、繊維表面へ衝突付着する。一方、0.5μm以下の粒子は慣性力はほとんど期待できず、主として拡散運動に基づいて繊維

表1 溶接ヒュームの成分 一般に鋼材の溶接ヒュームは、酸化鉄(Fe₂O₃)が主成分である。

成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MnO	MgO	F	Cr ₂ O ₃	CuO	計
含有量(W%)	12.80	5.65	58.01	0.08	9.45	0.60	0.07	0.20	0.13	87.0

注：溶接条件
種類(CO₂アーク溶接) 棒名〔DW53A(φ1.6)〕
母材(SM材) 電流(280～300A)

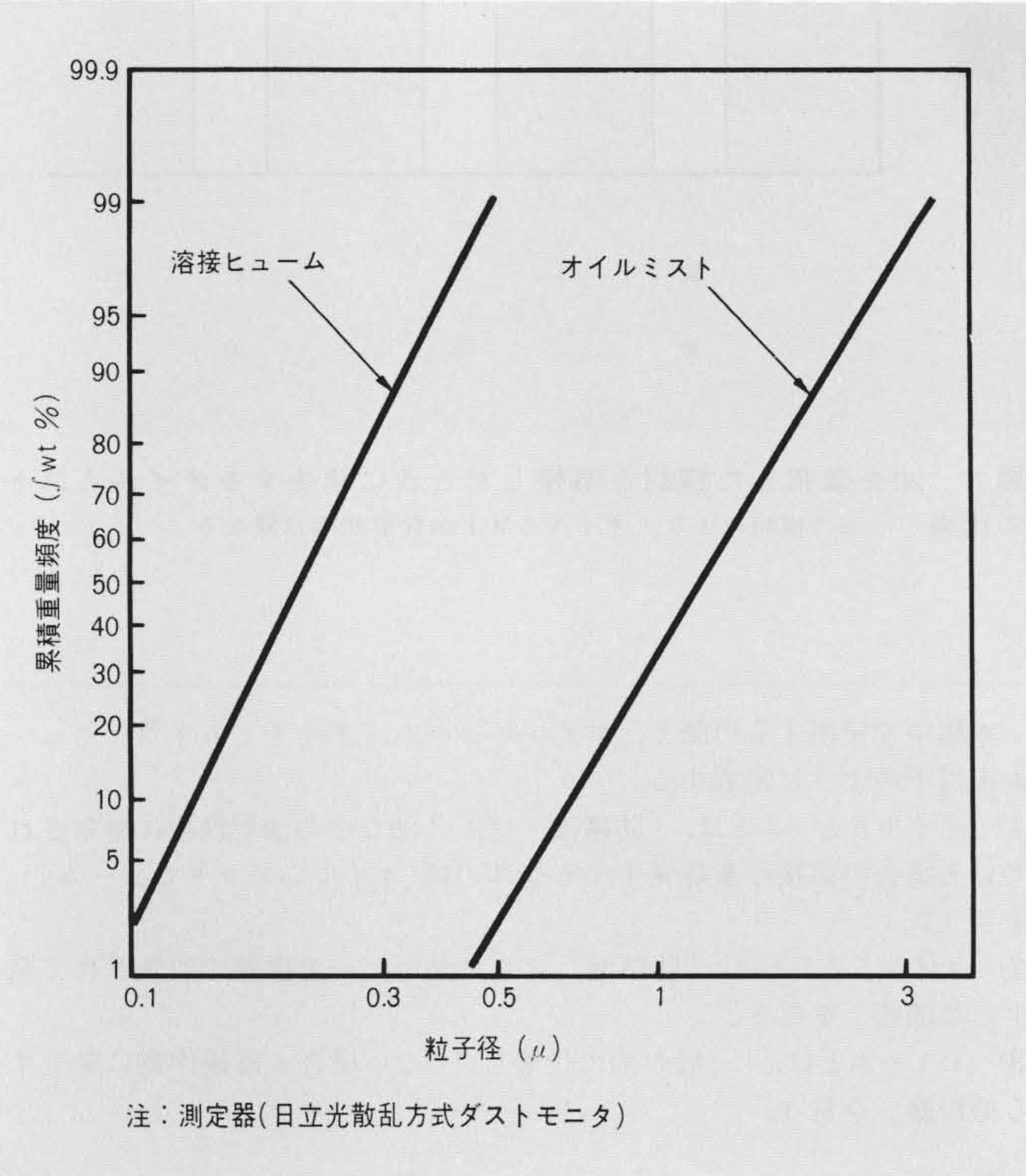


図2 溶接ヒューム及びオイルミストの粒度分布 溶接ヒュームとオイルミストの粒子径はほぼ一桁の差がある。

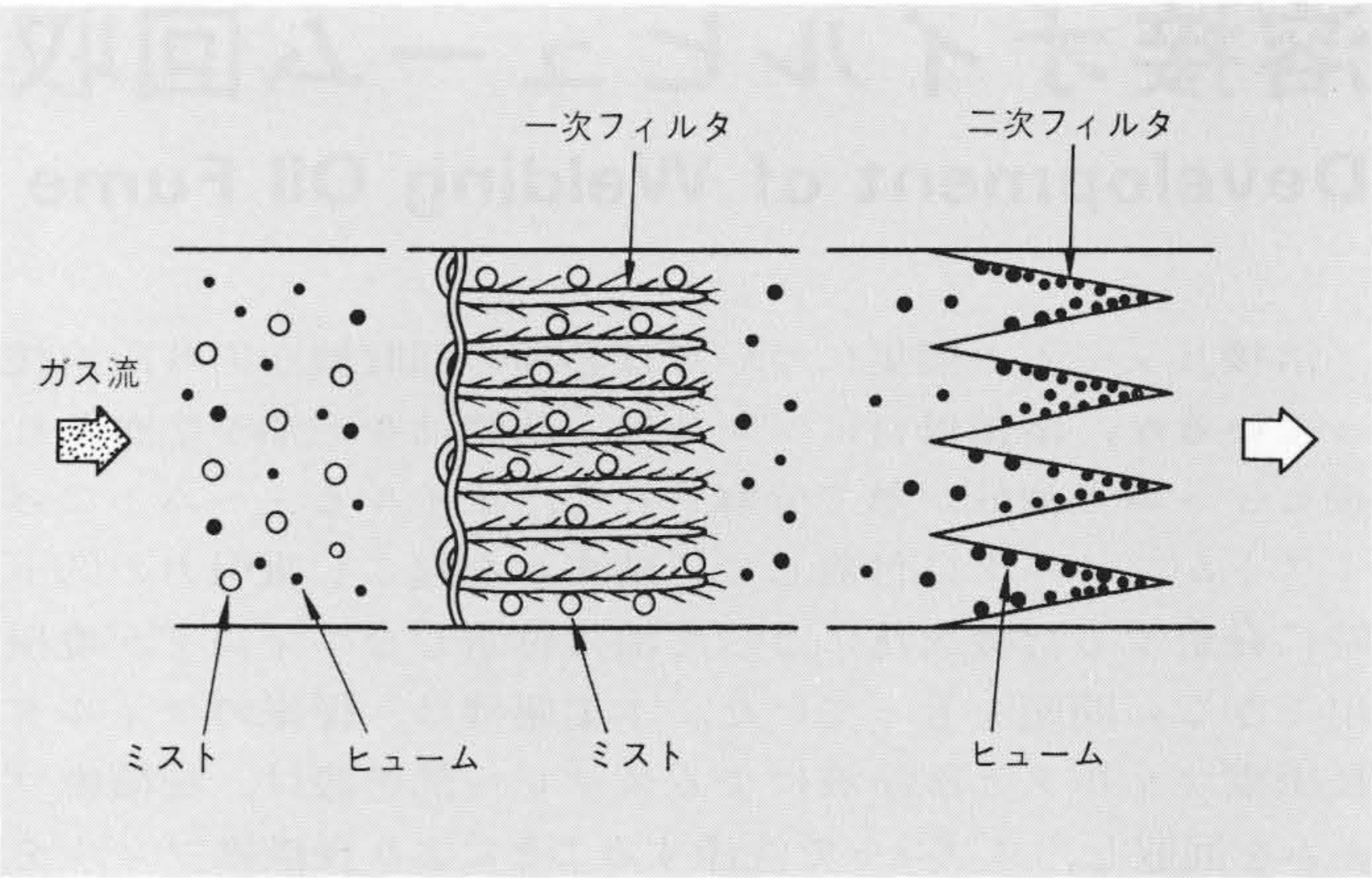


図3 オイルヒュームの集塵法 一次フィルタでオイルミストを、二次フィルタでヒュームをそれぞれ分離して捕集する。

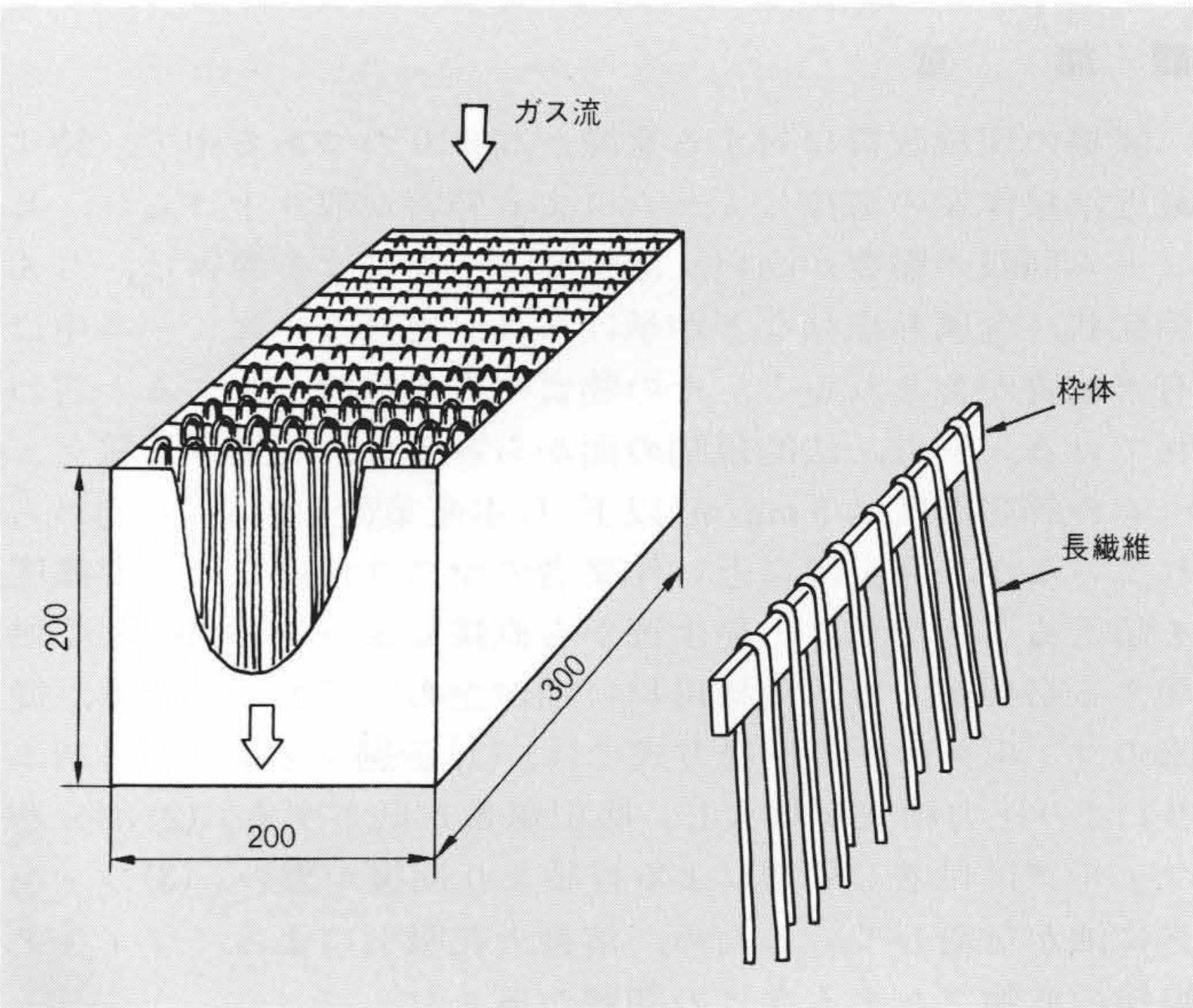


図4 一次フィルタの外観、構造図 長繊維をのれん状に取り付けてあり、ガス流は長繊維と平行になっている。

表面へ衝突付着する。前述したように、オイルミストは1.5μm、溶接ヒュームは0.2μmと約一桁の差があり、両者を分離捕集できれば、フィルタではヒュームを乾式で捕集できる。以上の効果を発揮させるために、図3に示すオイルヒューム用集塵法を考案した。本方式は、ミストを捕集する一次フィルタとヒュームを捕集する二次フィルタから構成されている。慣性衝突による捕集効率は繊維径が小さいほどよく、一次フィルタの形状は多数の起毛をもつ長繊維の汉材を使用し、ガス流方向に平行に配列している。二次フィルタはバグフィルタを採用している。一次フィルタでは主にオイルミストが選択的に分離捕集され、二次フィルタでは溶接ヒュームが捕集される。図4に一次フィルタの、図5に二次フィルタの外観構造を示す。

3.2 構造

図6に本集塵機の外観を、図7に概略構造を示す。ガス流は矢印で示すように吸込口から吸引され、一次フィルタで主にオイルミストが捕集され、二次フィルタではヒュームが捕集されて清浄な空気がファンを通過して本体外に排気される。万一、溶接ヒュームと同時に溶接スパッタ(火玉)

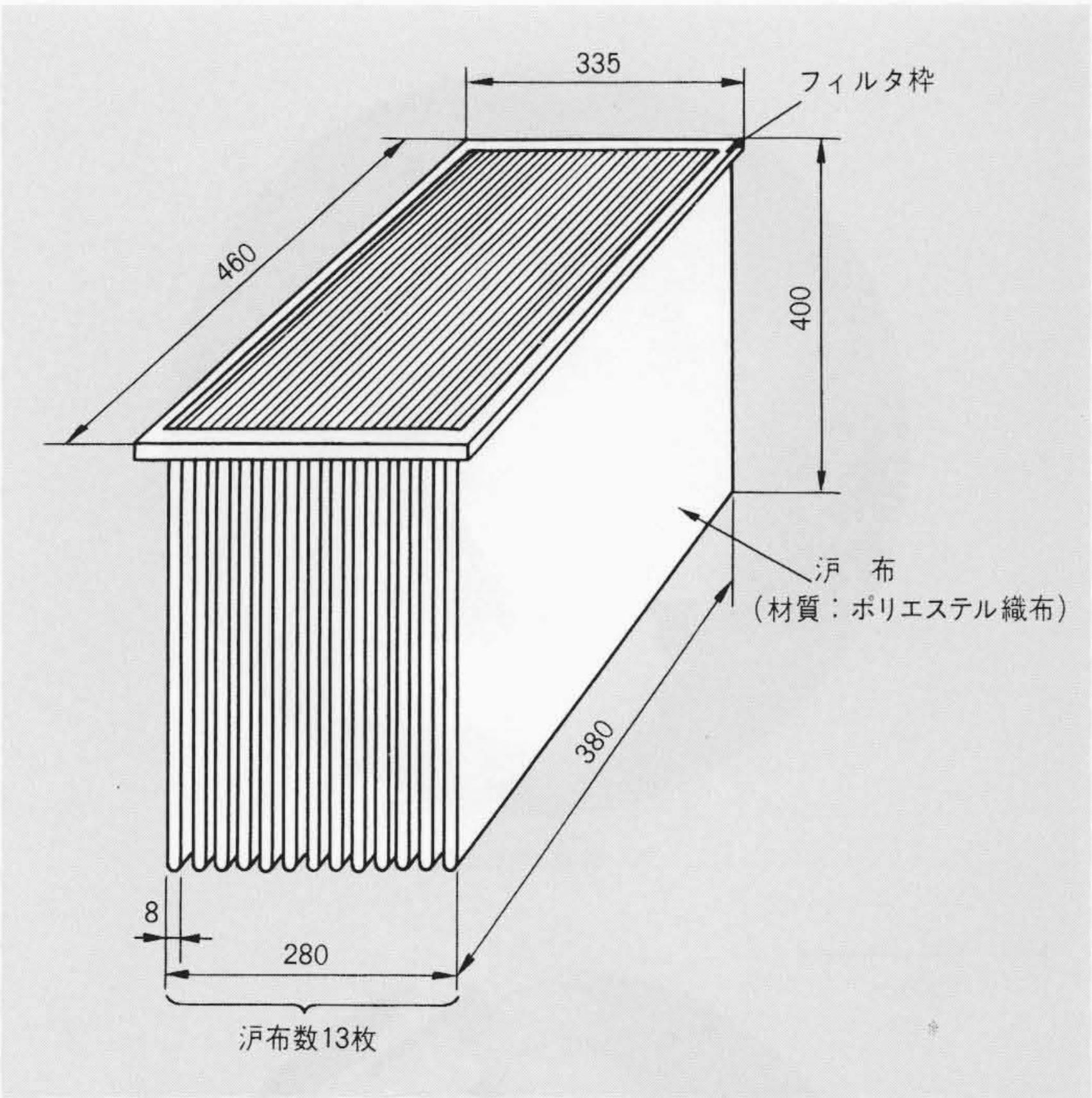


図5 二次フィルタの外観構造 起毛したフィルタ材を整列に袋状に取り付け、袋の内側にはケージにより空間をもたせて通風損失を少なくしている。

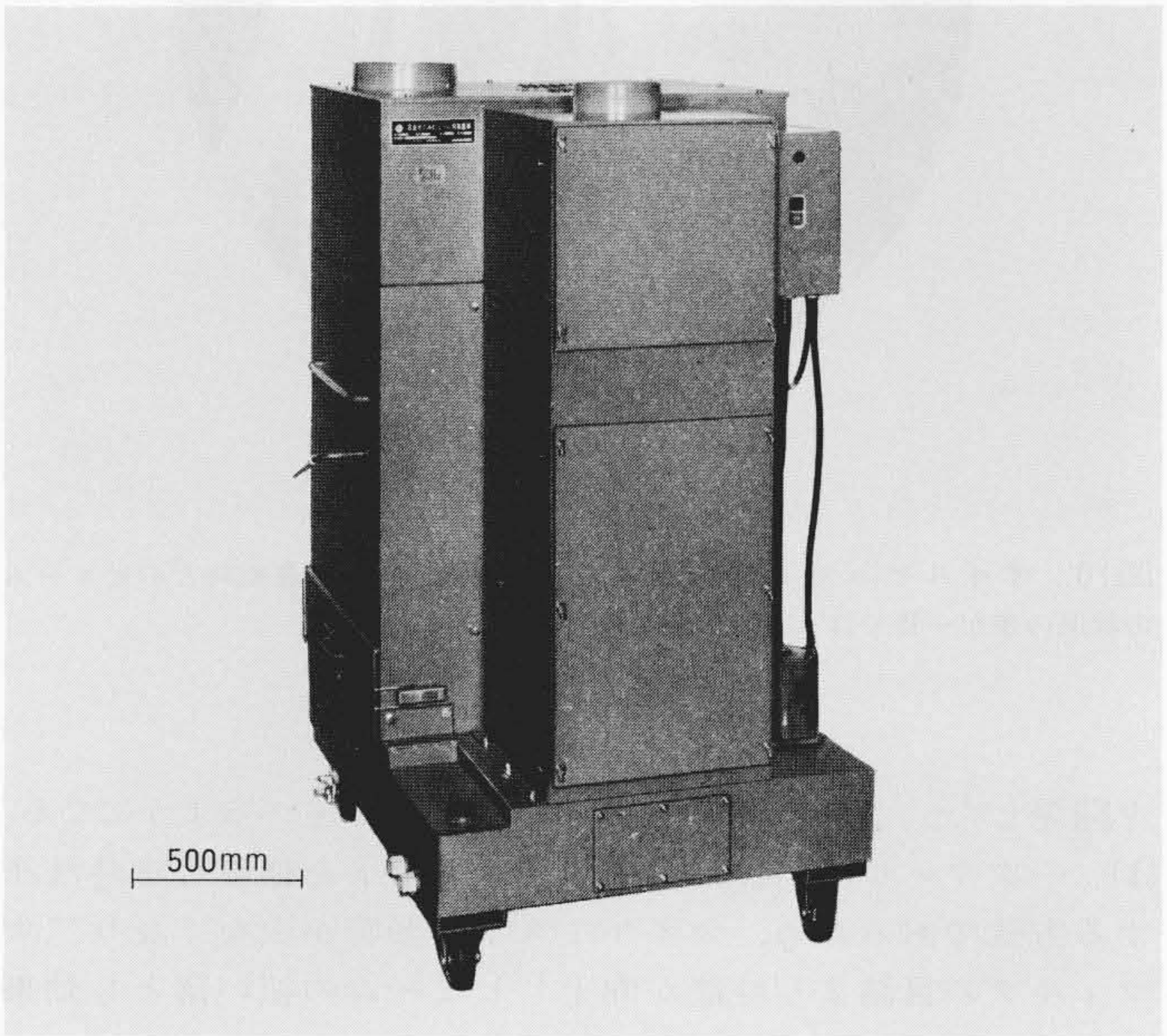


図6 溶接オイルヒューム回収用集塵機の外観 溶接ヒュームはフード、ダクトを介して、集塵機内のフィルタ部で捕集される。

や大きな塵埃が吸引された場合は、シャワーノズルの下面にある粗い金網で捕集され、一次フィルタへの進入を防止する。また、安全性面から見ると溶接スパッタは高温であり機内を焼損させる危険性があるが、プレフィルタ上に洗浄液がスプレーされることにより危険性がなくなる。一次フィルタは前述したように、ガス流に平行に取り付けて圧損を少なくし、かつオイルヒュームが一次フィルタに付着後、洗浄液により洗浄作用が効果的になるようにしている。洗浄液は一次フィルタの下面部に分離装置を設け、二次フィルタ側への進入を防止している。また洗浄液は一次フィルタを洗浄後、洗浄液タンクに落下回収され、ポンプにより集塵機本体運転と同時に

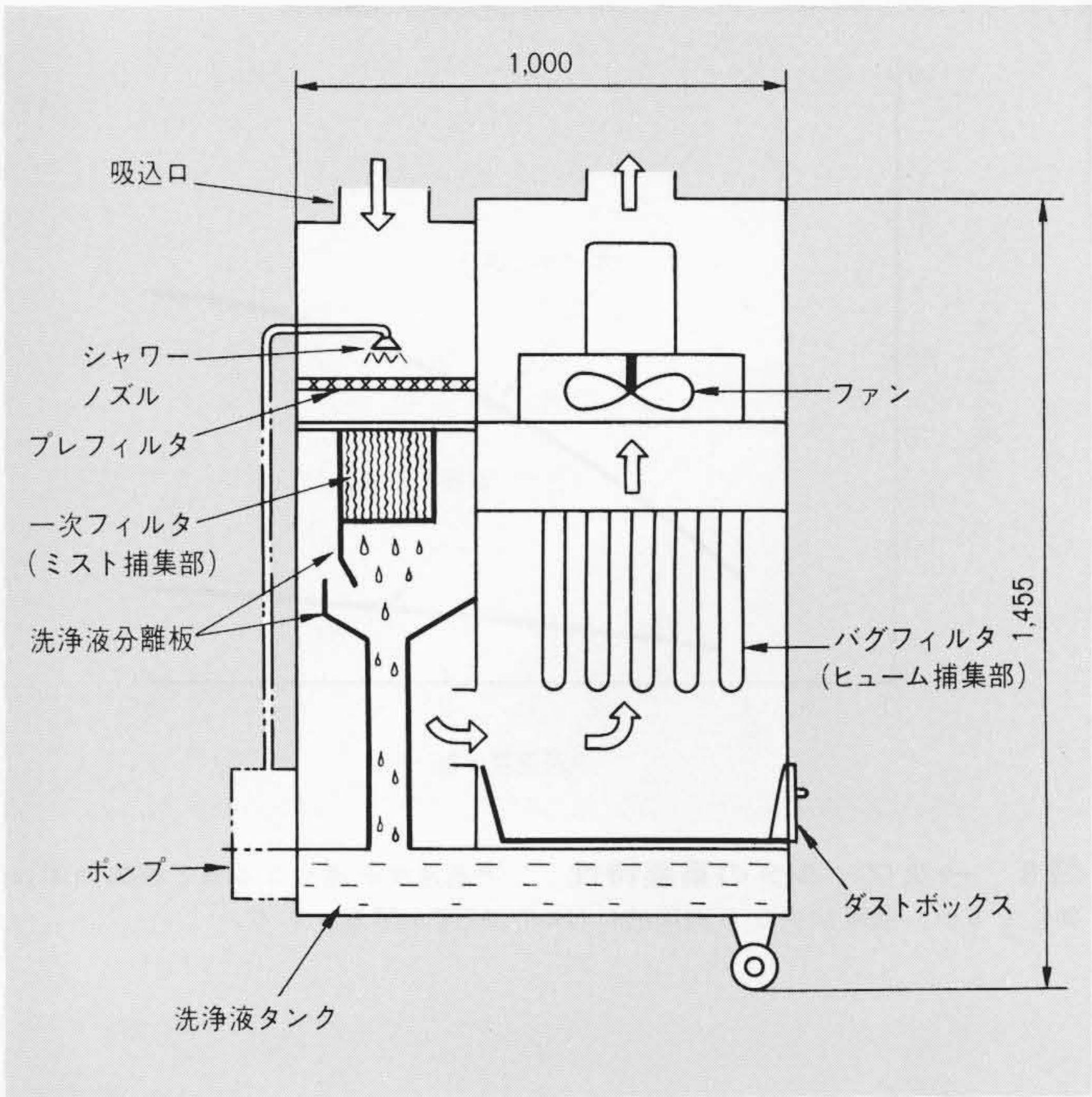


図7 溶接オイルヒューム集塵機の構造 オイルミストとヒュームをそれぞれ分離して、捕集する構造となっている。

表2 溶接オイルヒューム回収用集塵機の仕様 真空度を高くし圧力損失を少なくしている。

項 目	仕 様
形 式	MF-2200
電 源	三相交流200V
出 力	2.2kW
風 量	12m ³ /min
真 空 度	350mmAq
集 塵 方 式	長繊維フィルタ+スプレー+バッグフィルタ
収 塵 容 量	35l
概 略 重 量	230kg
取 付 ホ ー ス 径	150mm

常時動作させている。二次フィルタは起毛状のフィルタにし溶接ヒュームの捕集効率を上げる材質を採用している。また、溶接ヒュームの目詰まり時の払い落としは、フィルタの表面をかき落とす構造として払い落とし性を効果的にしている。払い落とされた溶接ヒュームは本体下面のダストボックス内に回収される。また溶接作業が移動する場合にも追従できるように、本体下面に車輪を取り付け可搬形としている。

この集塵機の仕様は表2に示すとおりである。

4 集塵性能

本集塵方式では、一次フィルタの性能が本体の性能を左右する。図8及び図9に一次フィルタの捕集効率及び通風損失を示す。濾過速度が速くなるほど集塵率は高くなるが、通風損失との関係から実用的には4 m/s程度が限度であり、その捕集効率は約80%である。この一次フィルタの捕集効率は高いほど好ましいが、一次フィルタで80%のミストが除去されると、二次フィルタへ導入されるミスト量は約半に減少し、二次フィルタの払い落とし性は向上する。一次フィルタでは主にミストの捕集であるが、ヒュームも約30%程度捕集され

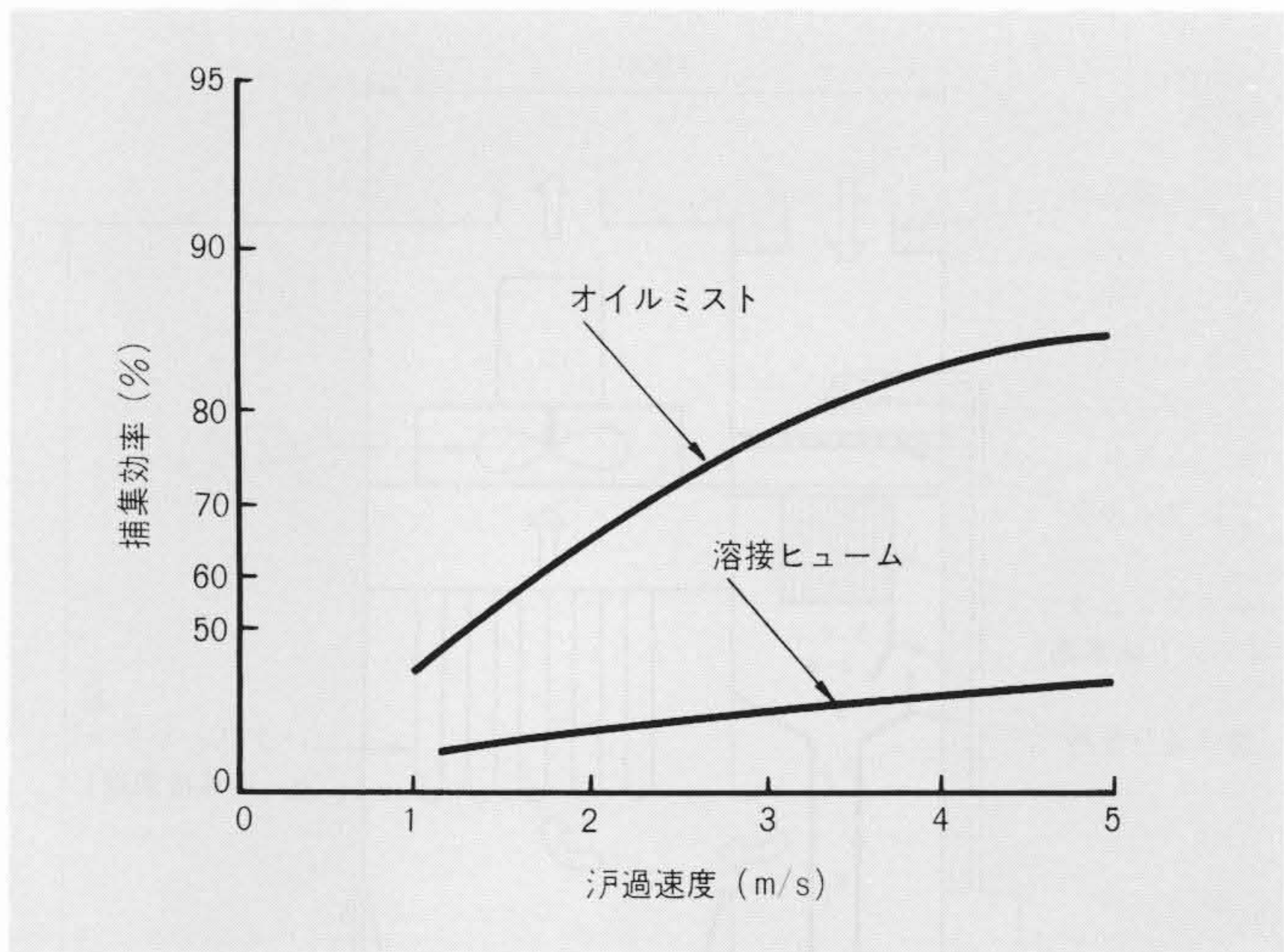


図8 一次フィルタの集塵特性 汚過速度が速くなるほど捕集効率は高くなるが、通風損失から実用的には4m/s程度が限度である。

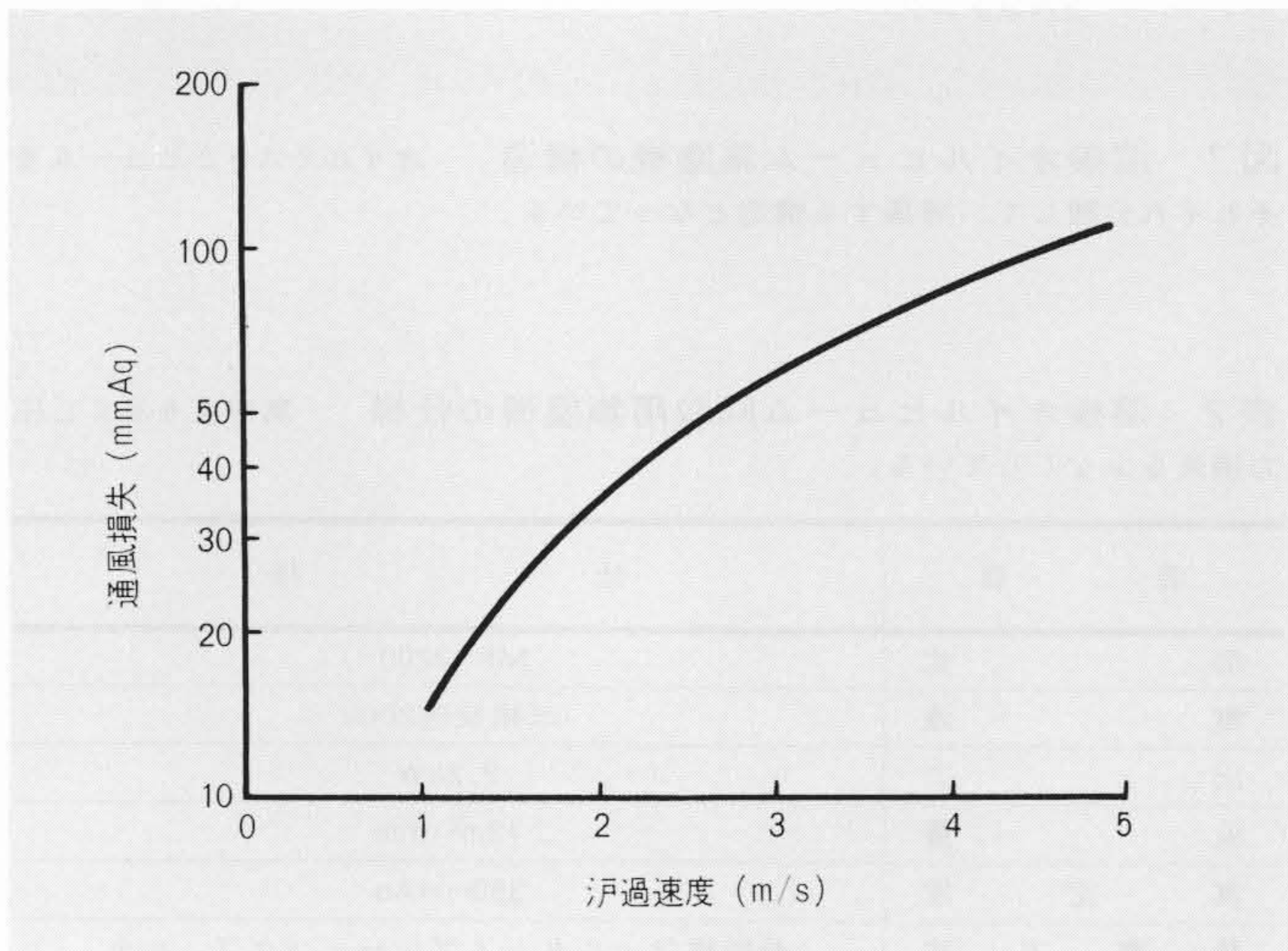


図9 一次フィルタの通風損失 汚過速度が速くなるほど通風損失も増大するので、捕集効率から実用的速度を決める必要がある。

るために、フィルタは水洗を行なっている。しかし、水洗による通風損失の上昇はほとんどない。水洗方式を採用した他の効果として、赤熱したスパッタなどが集塵機に流入した場合、冷却作用により装置の安全性の向上にもつながる。

また一次フィルタの構成は捕集効率、圧損、目詰まり耐久性などの性能を満足させるために、長繊維フィルタの材質、長さ、太さ、密度など集塵性能に見合うように選択することが重要である。

次に実際の油付着鉄板溶接作業で、一次フィルタ+シャワー+二次フィルタを取り付けた状態での溶接オイルヒューム回収用集塵機の総合捕集効率は98~99%であり、緒言で述べた日本産業衛生協会の許容値 5 mg/m^3 を十分満足できる。なお、実際の職場で本機を使用した場合の室内濃度は、約 $\frac{1}{10}$ 程度に環境を改善することができる。この集塵機のヒューム吸引状況を図10に示す。

5 結 言

今までの集塵機では種々問題があった油の付着した鉄板の溶接作業時発生するオイルヒュームの集塵法として、オイルミストとヒュームをそれぞれ分離捕集する新しい汚過集塵機

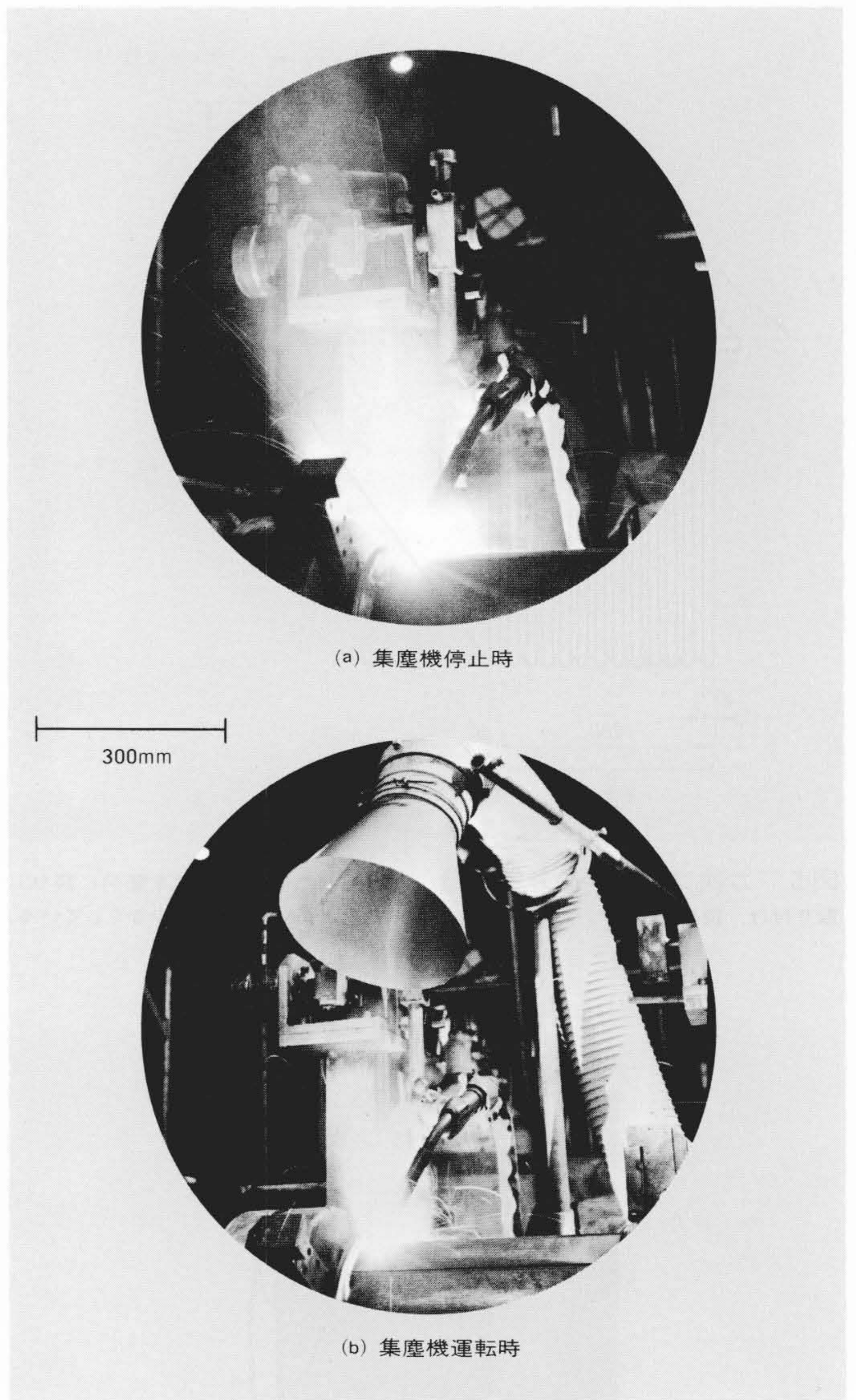


図10 オイルヒューム吸引状況 集塵機停止時と運転時とのヒュームの状況の差が一目ではっきりと分かる。

を開発した。これら効果をまとめると次に述べるようになる。

- (1) 一次フィルタ(長繊維)でオイルミストを捕集し常時洗浄する方式であるため、オイルミストの影響が少なくなり二次フィルタの目詰まり性能が向上しヒュームの払い落とし効果が高い。
- (2) 一次フィルタは常時洗浄しているため、オイルヒュームによる目詰まりは少なく安定した風量が得られる。
- (3) シャワー洗浄方式のため、万一溶接スパッタ(火玉)などを吸引しても着火することがなく、安全性が高い。

参考文献

- 1) 三上：溶接ヒュームはどのように測定すべきか、溶接技術、p.49~53(昭45-12)
- 2) 池森、外：バグフィルタ用ろ布の除じん性能、第6回日本大学工学科学術講演会論文(昭32)
- 3) 木村：バグフィルタによる集じん技術、化学工学、p.15~17(昭48-3)
- 4) 橋本、外：静電気とその産機技術、東京電機大学出版局、p.74(昭44-7)
- 5) 大熊、外：溶接ヒューム回収用静電処理集じん機の開発、日立評論、61、147~150(昭54-2)