

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。 2001. 6. -6

[技術情報室]

プルトニウム燃料開発施設におけるDOPを用いたHEPAフィルター現場テスト

In-place Testing of HEPA Filters Using DOP

Aerosol at PNC Pu. Laboratory

1971年3月

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001



プルトニウム燃料開発施設における DOPを用いたHEPAフィルター 現場テスト

実施責任者 原 悌 二 郎 (安 全 管 理 課)
報 告 者 木 下 睦 (")
樋 熊 孝 信 (")
鴨 志 田 強 (")
大 内 親 章 (日 立 研 究 所)
鹿 志 村 攻 (大 洗 放 射 線 管 理 室)

期 間 1970年8月20日～1970年10月19日

目 的 HEPAフィルターの現場テストについて、そのテスト方法、結果、得られた経験等についてまとめておき、今後定常的に行なわれる現場テストの参考とする。

要 旨 動燃事業団のプルトニウム燃料第一開発室においては排気空気のろ過に約200個の高性能フィルターが使用されている。これらのフィルターが実際にフィルター・システムに組み込まれた状態においての性能をテストすることが重要であると感じ、今回、全フィルターの効率を求めた。その結果、194個のフィルターのうち、5個は99.97%以下の効率であった。このテストの実施に伴って、諸々の問題点が明確になり、モック・アップ・テストをくりかえしながら、テスト方法を開発した。これらのことに若干の考察を加え、さらに得られた諸経験についてまとめておく。

目 次

I	ま え が き	1
II	プルトニウム燃料第一開発室と排気系の概要	1
III	現場テストの目的	5
IV	測定原理と機器の概要	6
IV-1	測定原理	6
IV-2	機器の概要	7
V	テスト方法の開発	10
V-1	実施上の問題点	10
V-2	モックアップテスト	13
V-3	実際のテスト方法	19
VI	現場テストの実施	20
VI-1	準備工事	20
VI-2	テスト準備	24
VI-3	測 定	25
VI-4	後 始 末	25
VII	テストの結果	25
VIII	考 察	35
VIII-1	結果の解釈	35
VIII-2	結果の解析	37
VIII-3	排気施設建設時の考慮	38
VIII-4	テストの頻度と合格基準	41
VIII-5	フィルター交換	41
IX	あ と が き	42
X	参 照 文 献	43

I ま え が き

今日、放射線施設の排気系に使用されている高性能フィルター(High Efficiency Particulate Air Filter: HEPAフィルター)の素材は、第二次世界大戦中におけるマスク等の軍用目的のために開発されてきた。この性能のよさは、原子力開発と保安の観点から注目され、いまや放射線施設の排気系においてサブ・ミクロンの放射性エアロゾルを取り除くのに不可欠なものとなっている。しかしながら、1957年、ハーバード大学で開催されたAir Cleaning Seminarにおいて、フィルター性能テストの再認識が主張され、原子力プラントに貯蔵されているフィルターを抜き取り検査することになった。その結果、かなりのフィルターが不満足であり、その原因は輸送方法、取り扱い方法、あるいは製造過程中の不適当な管理にあるとわかった。さらにORNLは、フィルターシステムの効率是个々のフィルターのみによるものではなく全体としての装置によるものであり、良いフィルターが適切な装置に正しく設置されなければならないことを指摘し、フィルターが実際にシステムとして組み込まれている状態におけるフィルターシステムの効率測定、すなわち現場テスト(In-place test)を今日までに650回以上実施してきている。

当動燃事業団においては、後述されるような事実(第三章参照)から、フィルターの現場テストを必要と感じ昭和42年より、必要機器の購入、基礎研究および試験的現場テストを行ってきた。今回、一応の技術が確立されたので、東海事業所プルトニウム燃料第1開発室の排気システムに設置されている全HEPAフィルター194個について現場テストを行なった。

II プルトニウム燃料第一開発室と排気系の概要

プルトニウム燃料第一開発室(以下ブル燃と略す)は、昭和41年からプルトニウム燃料の取り扱いを開始して現在にいたっている。当施設で行なわれている作業内容は、プルトニウム燃料の製造、加工、基礎研究開発、およびこれらの作業に伴う廃棄物の化学的回収等である。建屋内には、グローブボックス(以下G・Bと略す)71台、フードとオープン・ポート・ボックス19台が設置されており、又フィルターシステムとして合計約200¹⁾個のHEPAフィルターが設置されている。当施設におけるG・B等の作業従事者は、約150名で過去4年間のPuO₂の延べ取り扱い量(昭和45年4月現在)は約25Kgである。建屋は鉄筋コンクリート造りの密封構造で、建屋の総面積は5000㎡、そのうち放射線管理区域の占める割合は全体の70%である。

プルトニウム(以下Puと略す)は化学的、物理的性質が特異であり、比放射能が大きくかつ化学的にも非常に高い毒性をもっているアルファ放射体である。特に、身体に取り入れられた場合には他の放射性同位元素にくらべて危険度が大きい。²⁾したがってPuに対するコンテインメントには、十分な性能が要求され、法律によっても厳しく規制されている。このコンテインメントとして、ステンレスおよびホモライトより成る容器に強制的な負圧場を作りPu

を封じこめるG・Bシステムが用いられており、このG・Bから放出される汚染空気はHEPAフィルターを通してろ過され、Puを環境外へ放出しない様にしている。このHEPAフィルターは、 $0.3\ \mu$ の単一径エアロゾルに対して99.97%以上の粒子捕集効率を有している。当施設においては、Fig. 2-1に示す様に管理区域内の室および廊下の空気は1段のHEPAフィルターを通して、又G・B、フード、オープン・ポート・ボックスからの空気は2段のHEPAフィルターを通して大気中に放出されている。これらのフィルターのうち室および廊下の排気フィルターと、G・B等の2段目フィルターは、一括して2階排気室に設置されており(Fig. 2-2参照)G・B等の1段目フィルターは、各現場に設置されている(Fig. 2-3参照)。便宜上、前者をA群フィルター、後者をB群フィルターと命名しておく。

このようにフィルターシステムには重要な使命が与えられており、HEPAフィルター前後の差圧の点検、排気設置の点検が毎日行なわれており、これらによって定常的なHEPAフィルター交換がなされる。また2段目HEPAフィルター前後のスニッファーによるPuもれ測定、最終放出点での連続Puもれ測定も行なわれ、さらに施設内の負圧の維持は非常用電源と予備設備により無停止連続排気運転が行なわれている。

-
- 1) 当施設で使用しているHEPAフィルター
- Fサイズ(24×24×20インチ) フード、オープンポート・ボックスの1段目。
G.Bの2段目、室内、廊下の排気。
- Cサイズ(12×12×18インチ) G.Bの1段目
- 2) $^{239}_{94}\text{Pu}$ の最大許容身体負荷量(MPB B)と空气中最大許容濃度(MPC) a, (いずれも決定臓器が骨の場合)
- | | |
|---------|--|
| MPBB | 0.04 μCi |
| (MPC) a | $2 \times 10^{-12} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ (1週40時間) |
| | $6 \times 10^{-13} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ (1週168時間) |

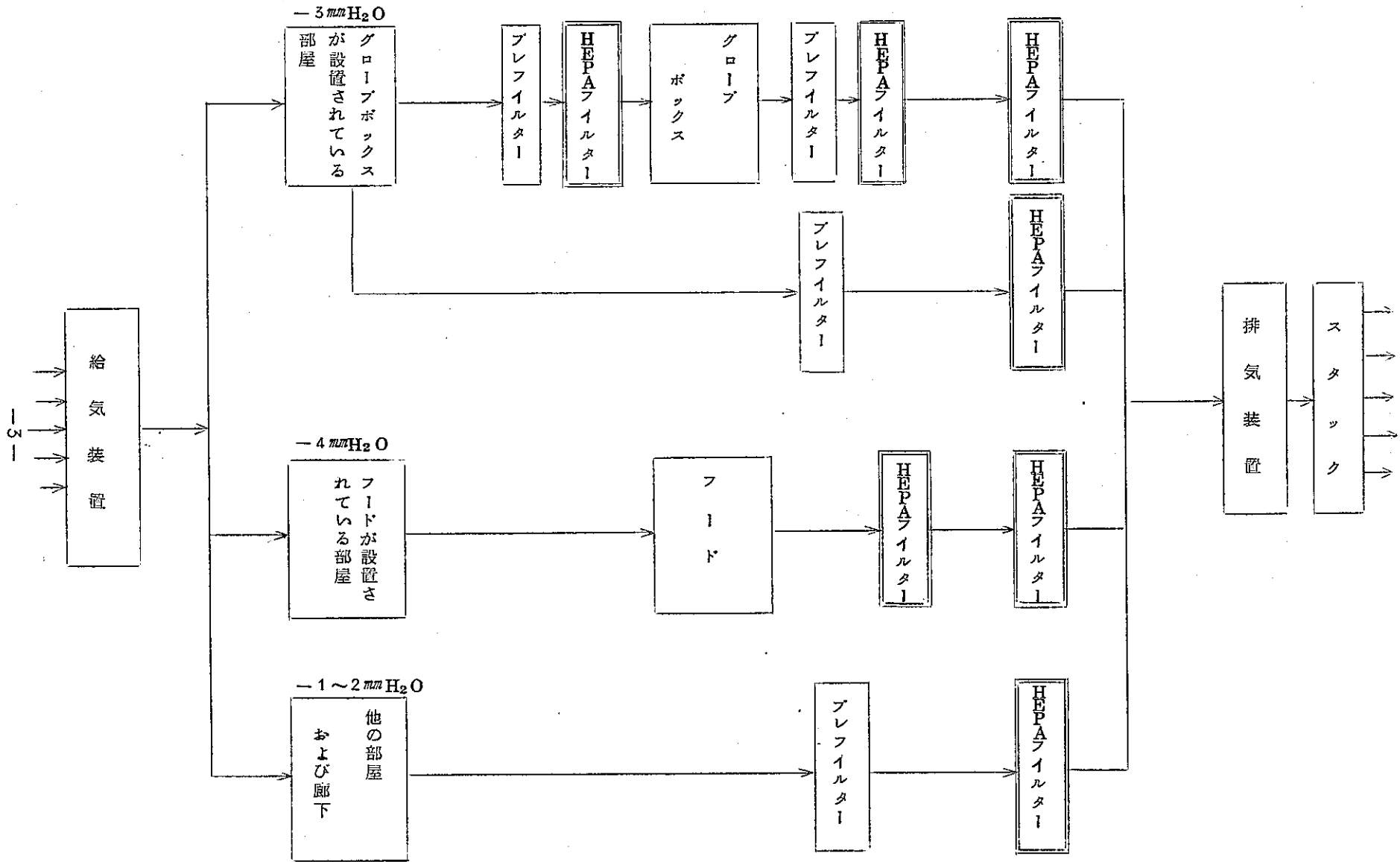


Fig. 2-1 ブル燃排気系統図

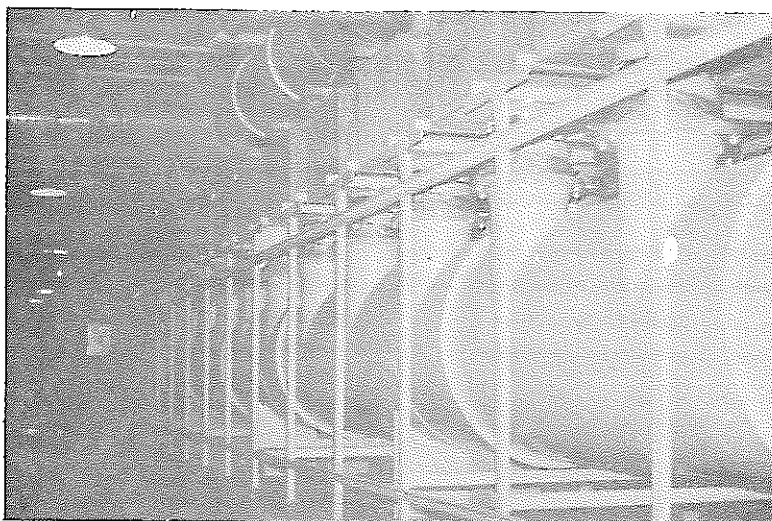


Fig. 2-2 2階排気室のフィルター群

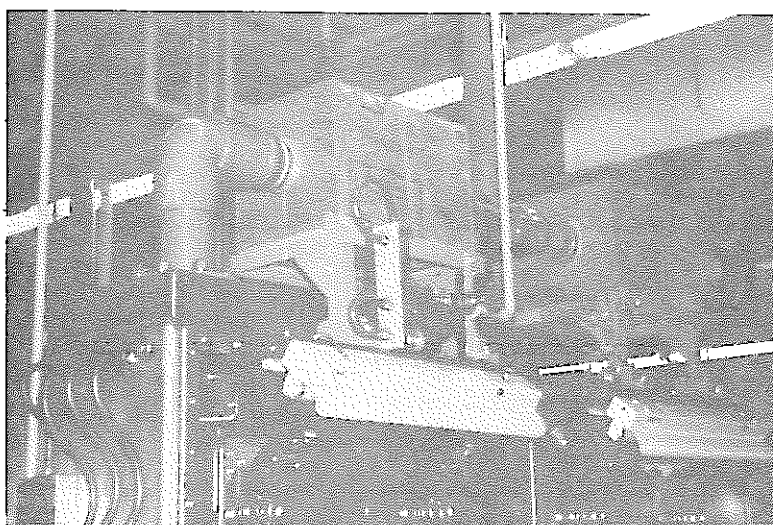


Fig. 2-3 G・Bに設置されたHEPAフィルター

Ⅲ 現場テストの目的

フィルター・システムは作業環境が放射性物質により汚染することを防止するため、および施設周辺の大気を汚染させないために、コンテインメントや排気施設に多数使用されている。近年諸外国においてフィルター・システムの現場テスト (In-place test) の重要性が認識され、このための試験方法が開発されている。すでに核物質・放射性物質取扱いの歴史の古い米国においては、DOP (Dioctyl-phthalate) エアロゾルによる現場テストを施設の建設段階で組み入れ、定期的試験を実施している。

排気施設やグローブ・ボックス等に設置されたフィルターは、そのフィルター自身およびフィルターが組み込まれたシステム全体を正しく試験しておかなければ安全であるという保証、有効であるという保証はない。フィルター自身は製造元でDOPエアロゾル等により試験され性能は保証されているが、現場に設置するまでの運搬、取付けなどにより損傷することも考えられる。またフィルター・システムとして組み込まれる場合、正しく設置されているか、ダクト・システムを含めて漏洩はないか等の問題もある。更に施設の運転開始後はフィルタ素材の劣化や取付けのゆるみ等も問題になって来る。

動燃・東海事業所においてはフィルター・システムを管理するため、フィルターの圧力損失やフィルタに流れる流量の定期的測定や、排気システムの状態の定期点検さらにフィルター前後および排気の最終放出点において連続的な放射能のモニタリング等を行なって来た。しかしながら昭和42年3月以来6回にわたって、最高500 μ Ciのプルトニウムがグローブ・ボックス系の第一段HEPAフィルター通過後の排気中モニターによって検出された。グローブ・ボックスの排気系は二段になっており、またプルトニウム検出も間欠的で漏洩した量そのものは小さく、環境への放出は起らなかった。しかし上記で述べた定期的測定ないし監視では、プルトニウムがフィルターを通過した後でなければ検出できなかったこと、損傷フィルターの捕集効率の劣化の程度がわからないこと、損傷フィルターまたは個所を発見できなかったことは重視しなければならない。

このため動燃東海事業所においては、取扱いの簡便さや危険性の少ないDOPエアロゾルによるフィルターの現場テスト法の開発を行なって来た。すでにB棟プルトニウム実験室や濃縮技術開発施設において試験的な現場テストを実施して来たが、一応の技術が確立されたので、ブル燃第一開発室の排気系およびグローブボックス系の全フィルターについて現場テストを計画した。今回のテストの目的は次の如くである。

- (1) 現在ブル燃で使用中のフィルター・システムの状況を把握する。
- (2) 高汚染の予想されるグローブボックス系のフィルター・システムの試験方法を確立する。
- (3) ブル燃における現場テストのテスト頻度およびフィルター交換基準についての指針を得る。
- (4) 定常的現場テスト方法を開発する。

- (5) 施設の設計段階において、将来の現場テストに対しての必要事項や考慮すべき事柄について知見をまとめる。

IV 測定原理と機器の概要

IV-1 測定原理

前述のような目的でフィルターテストを行うが、フィルターおよびフィルター・システムの性能は、その微粒子捕集効率で表わすことができる。稼働中のフィルターの前後における空气中粒子の濃度を C_u 、 C_d とすれば、粒子のもれ率は

$$\frac{C_d}{C_u} \times 100 \quad (\%)$$

となり、フィルターの粒子捕集効率は

$$\left(1 - \frac{C_d}{C_u}\right) \times 100 \quad (\%)$$

で表わされる。

フィルターの効率測定のための試験粒子としては、Sodium Chloride 粒子、メチレン・ブルー、DOP粒子等があるが、粒子の発生が手軽でかつ大量に行なえること、装置が比較的小型で簡単なこと、およびアメリカにおけるフィルターの標準性能テストに採用されていることから、DOPを使用することにした。

Fig. 4-1 に示されるようにテストされるフィルターの上流側A点よりDOP煙を流入する。この状態においてB、M両点のDOP濃度 C_1 、 C_2 よりフィルターのもれ率が求められるが、濃度測定のサンプリング点においてはDOPが十分均一に拡散していることが要求される。すなわち一次側濃度のサンプリング点BはA点より十分な距離をとり、二次側濃度はM点より十分な距離にあるN点における濃度 C_3 を採用する。したがってフィルターのもれ率は $C_3/C_1 \times 100 (\%)$ で表わされる。

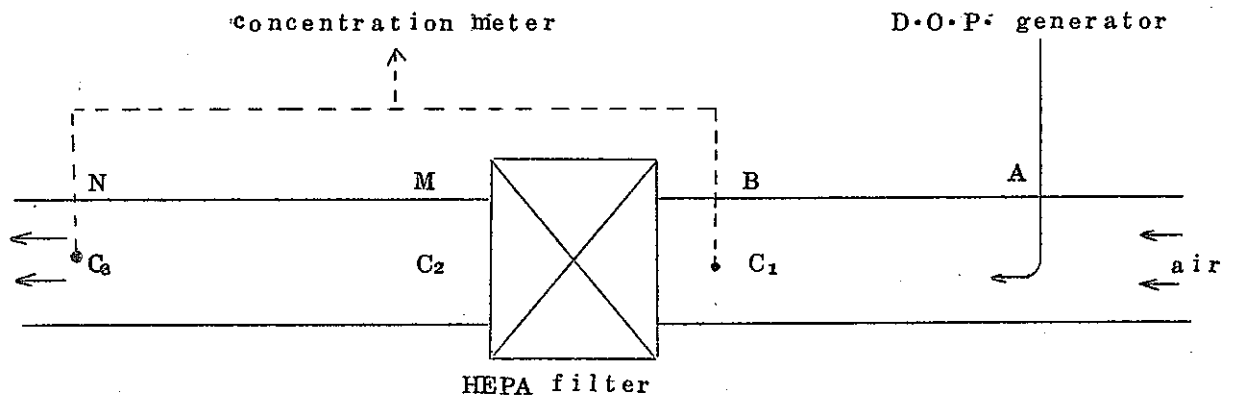


Fig. 4 - 1

IV-2 機器の概要

DOPの微粒子発生には、圧縮空気による噴霧を利用したDOP煙発生器を、また濃度測定には粒子による光の散乱を利用したフォト・メータを用いた。以下にその概要を述べる。

(1) DOP煙発生器

Royco 社製，モデル258 DOP煙発生器 粒子径の中間値： $0.3\ \mu$

発生器の外観はFig. 4-2に、内部機構はFig. 4-3に示す。発生器中の液体DOPにひたされたノズルを通して圧縮空気を送ることにより液を噴霧してDOP煙を発生する。ノズルは6本装備されており、任意のノズルで作動することができる。また空気圧はレギュレータで調整可能であるが通常は25 psi で使用するのが望ましい。

(2) フォト・メータ

Royco 社製，モデル230 (Fig. 4-4)

フォト・メータは次の三つの部分から成っている。

- i) サンプリング系
- ii) 光学系
- iii) エレクトロニクス系



Fig. 4-2 DOP煙発生器

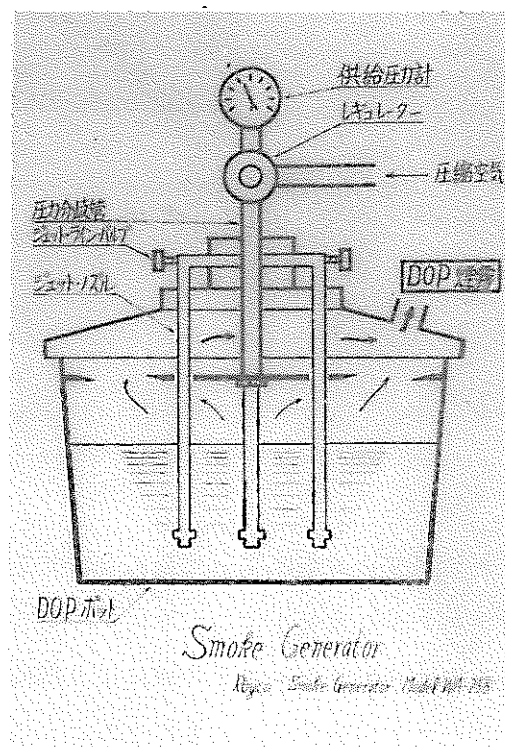


Fig. 4-3 DOP煙発生器の内部

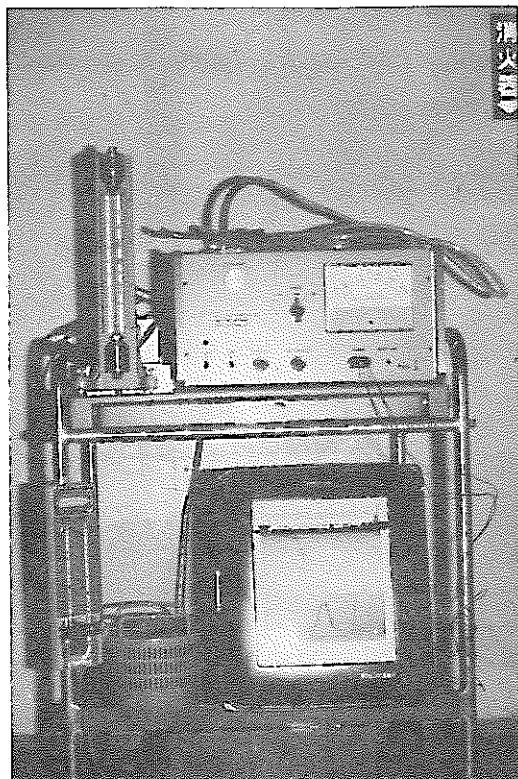
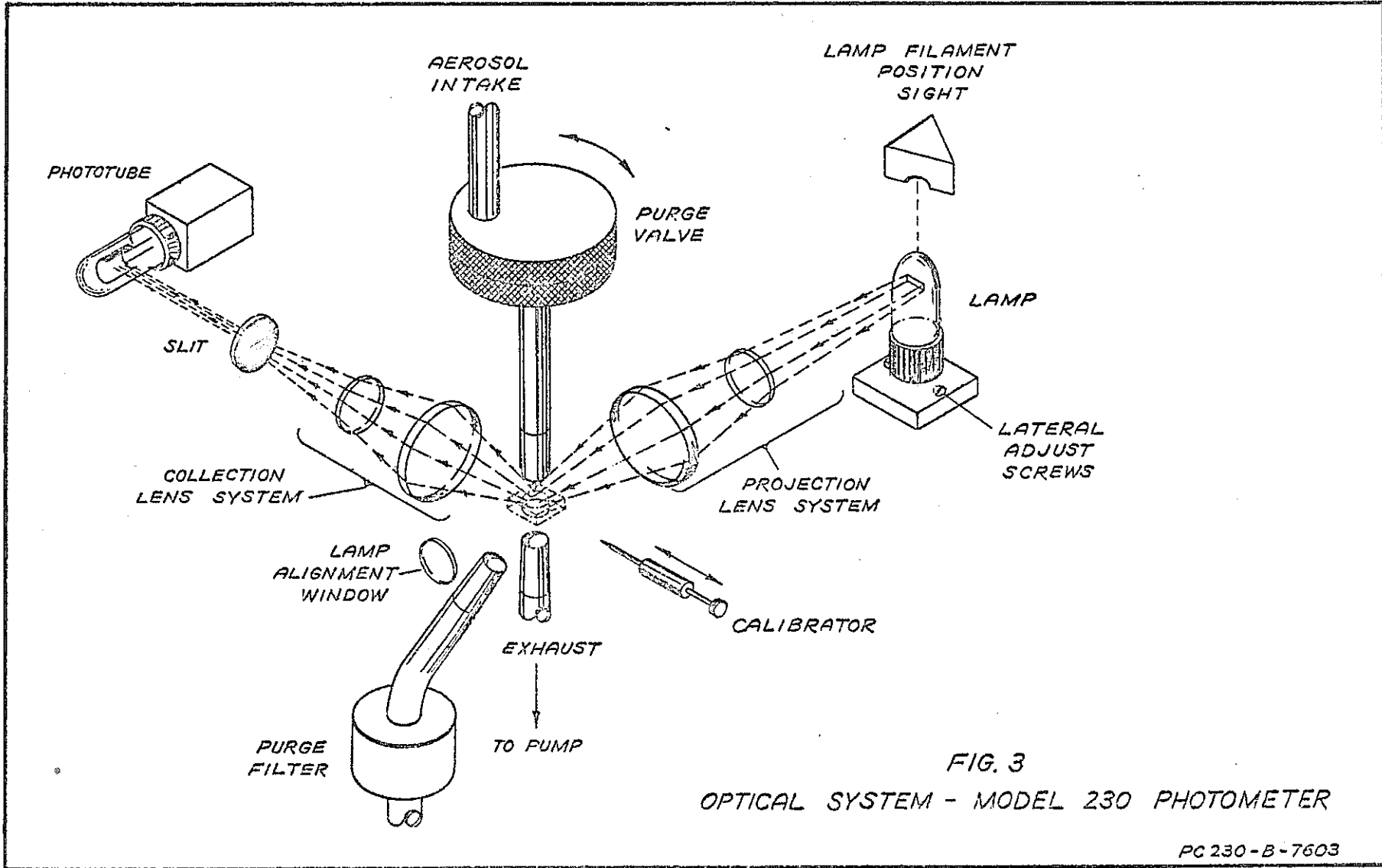


Fig. 4-4 フォト・メーター

サンプリング系によって吸引された空気サンプルは光学系 (Fig. 4-5) に至りそこで光源ランプから光をうける。サンプル中の粒子による散乱光は光電子増倍管に集められこの電流出力はエレクトロニクス系により増幅される。これは指示メータで読むことも出来るし、レコーダで記録することも出来る。このフォト・メータは熱的平衡状態に達するまでに30分以上を要し、それ以前に使用する場合には、バック・グラウンドの変動に注意する必要がある。また測定中にこの機器を移動することは、ノイズ、およびゼロ点調整やキャリブレーションのずれの原因となるので避けるべきである。



—9—

Fig. 4-5 フォト・メータの光学系

PC 230-B-7603

V テスト方法の開発

V-1 実施上の問題点

テストの対象となるフィルターは第II章で述べたようにA群とB群に分類されるが、これらのフィルターを実際にテストするには、以下に示す様な問題点を解決しておく必要がある。

(1) A群フィルターについての問題点

2階排気室に設置されているA群HEPAフィルターの概略をFig. 5-1に示す。図に示す様にダクトは金属質(鉄板)で出来ている部分があり、その部分にはDOP流入およびサンプリング用の穴あけ工事が困難である。このため2つの穴をエンビ質の箇所に向けねばならなかった。このことからわかるとおり、DOP流入孔からフィルターまで、フィルターからサンプリング孔までの距離が短くなりDOPの拡散は均一に行なわれにくくなるので、DOPの流入はFig. 5-2に示す棒状多孔DOP流入管を使用して行なうこととし、1次側の濃度は、サンプリングしないでダクト内流量とDOP流入量の関係から求めた。すなわち、流入されるDOPの量を一定に保持すれば、1次側DOP濃度は空気流量に反比例すると考え、1次側はその流量を測定して、それから濃度に換算する方法をとった。

(2) B群フィルターについての問題点

実際にG・Bに設置されているB群フィルターの代表的な状態をFig. 5-3に示す。測定原理(第IV章)で述べたように、DOPエアロゾルをA点に入れてB点で測定した濃度 C_1 、N点で測定した濃度 C_2 よりフィルターの捕集効率が求められる。しかし当施設のフィルターシステムはこのような現場テストを考慮しないで設計されているため新たにダクト上のA点にDOP流入孔、B点にサンプリング孔を設けなければならず、さらにB点における空気をサンプリングしなければならない。A、B两点の雰囲気は、G・B、内とプレフィルターをへだてたのみであり当然高汚染が予想される。したがってダクト穴あけ工事やB点の空気サンプリングは放射線管理上種々の困難を伴なう。

米国³⁾のORNLにおいてはDisposable Chamberをそなえたフォト・メータを使用して1次側濃度を測定しているが、経済性や取扱いの困難性等から今回の現場テストには使用しない。このため、1次側濃度測定やDOPエアロゾルの流入は、V-3章「実際のテスト方法」で述べる様な方法で行なった。

3) E.C. Parrish and R.W. Schneider: A Disposable Light Chamber for the Naval Research Laboratory Percent Penetration Meter, Proc. of the 8th AEC Air Cleaning Conference. TID-7677, P.525~(1963)

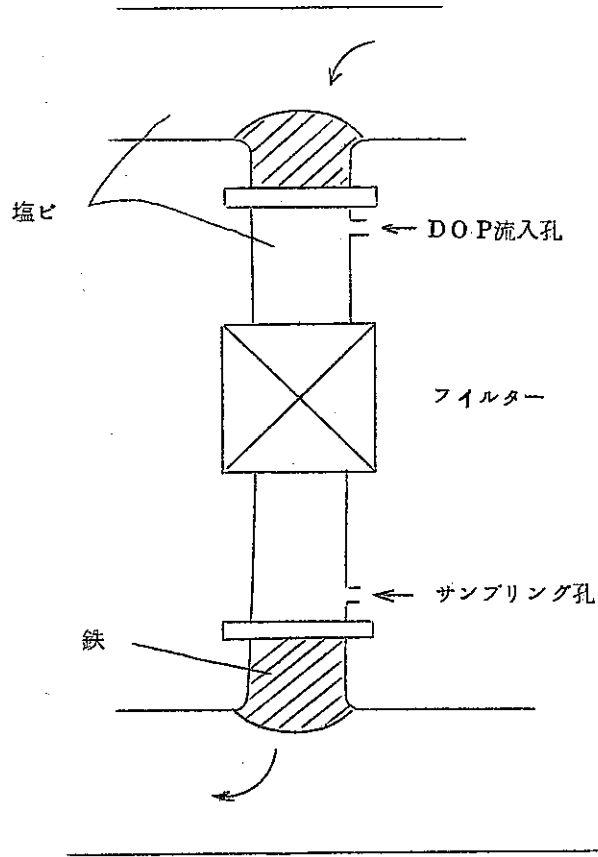


Fig. 5-1 A群HEPAフィルター

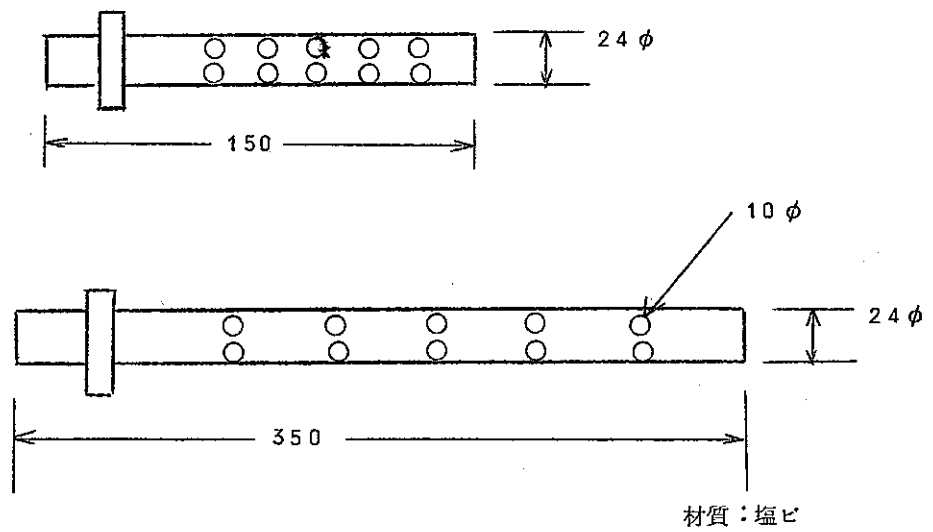


Fig. 5-2 棒状多孔DOP流入管

V-2 モック・アップ・テスト

V-1でのべたような問題点を解決してテストを実施するために、およびテストに関する各種の基礎的なデータを得るために汚染されていないG・B、排気装置およびリグを使用してモック・アップ・テストを行なったのでそれについて記述する。

(1) ダクト内のDOPの拡散と付着の状況

フィルターテストを精度よく行なうためには、DOPがフィルター前部においてよく拡散していることが必要である。内径100mmφのダクトにおいてFig. 5-2に示した棒状多孔DOP流入管を用い、DOP発生点より1m、2m……8mの距離においてサンプリングしたDOP濃度を比較してみると、これらは何らの変動もなかった。さらにそれぞれの距離において、サンプリングの位置をダクト内壁付近と中心付近とした場合を比較しても差異はなく、ダクトを曲げて行なったテストでも同一の結果が得られた。したがってこのような条件においては、DOP発生点から1m以上はなれた点では、DOPエアロゾルがよく拡散しており、距離の影響、すなわちダクト内壁へのDOPの付着も無視できる。

(2) フィルター・ピン・ホール通過後のDOPの拡散

フィルターがもれを示す場合、その素材が一様に劣化して一様にもれる状態は考えにくい。ほとんどはピン・ホールのような現象と考えられるのでこのような場合に2次側濃度を測定するには、サンプリング点におけるDOPの拡散が問題となる。

Fig. 5-4に示すようなモック・アップ・リグを用い直径2mmφの穴をあけたHEPAフィルターにDOPエアロゾルを流入して、ダクト内流量を種々変化させてDOPエアロゾルの拡散状況を測定した。結果をTable 5-1に示す。DOPエアロゾルはフィルター通過後3~4mの位置においてほぼ均一に拡散しており中心付近(Fig. 5-4のC点)の測定値と平均値との誤差はたかだか10%程度である。

(3) 空気流量、DOP濃度曲線

A群フィルターの1次側濃度をダクト内流速から換算するために、内径270mmφのダクトにおいて、発生するDOP量を一定に保持し、ダクト内流速を種々変化させて流量とDOP濃度との関係を得た。これをFig. 5-5に示す。

(4) B群フィルターにおけるDOPの流入

Fig. 5-6に示すようなG・Bとリグを用いて、G・B内のA点より普通のビニール管でDOPを流入した場合とダクト上のB点より棒状多孔DOP流入管を用いて流入した場合とを比較してみると、C点におけるDOP濃度についてなんら差異は認められなかった。

(5) サンプリング管の長さの影響

一般に床面から高い位置にあるダクト内のサンプリング点より、床面近くにあるフォト・

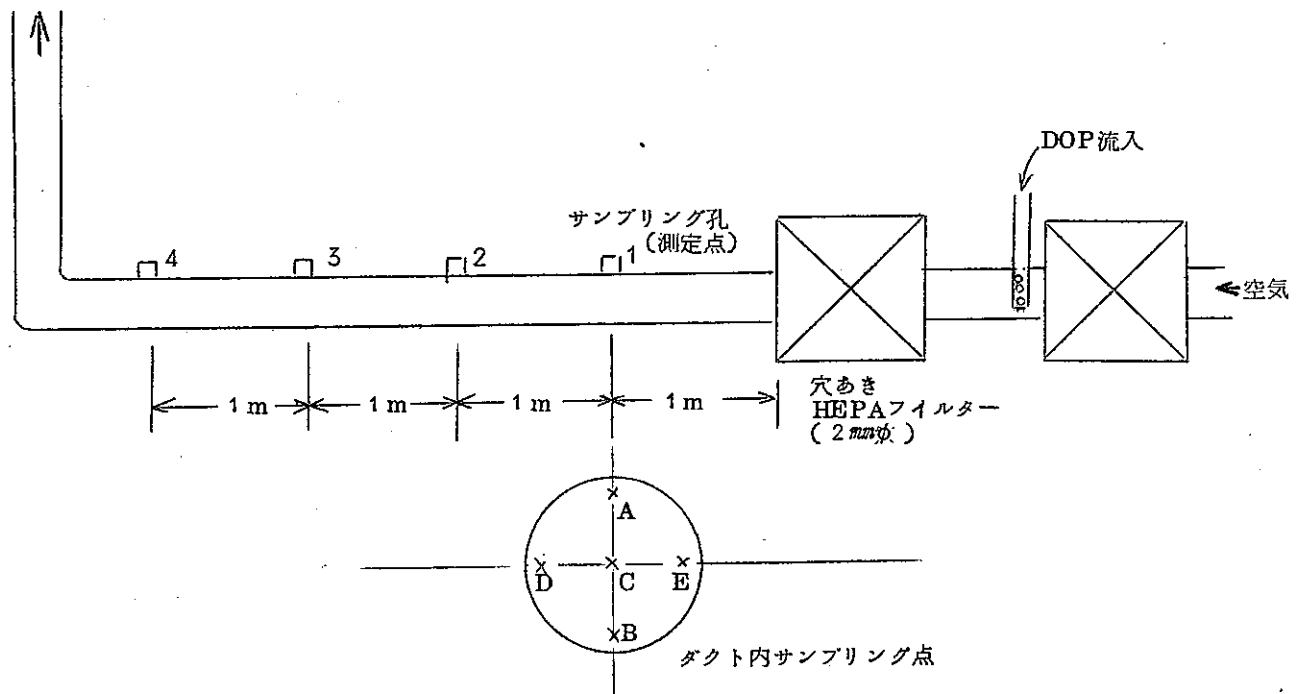


Fig. 5-4 モック・アップ・テスト・リグ

測定点 ダクト内 流速		1 2 3 4			
		1	2	3	4
1 m/sec	A	0.80	1.3	1.2	1.1
	B	3.0	2.0	1.8	1.7
	C	0.80	1.3	1.3	1.4
	D	0.50	0.70	1.1	1.2
	E	1.0	2.0	1.9	1.5
平均値		1.2	1.5	1.5	1.4
3 m/sec	A	0.30	0.32	0.32	0.32
	B	0.20	0.28	0.32	0.32
	C	0.40	0.32	0.30	0.32
	D	0.05	0.15	0.25	0.28
	E	0.55	0.45	0.45	0.40
平均値		0.30	0.33	0.33	0.33
6 m/sec	A	0.09	0.07	0.08	0.07
	B	0.05	0.07	0.06	0.07
	C	0.09	0.07	0.07	0.07
	D	0.03	0.04	0.05	0.06
	E	0.15	0.13	0.12	0.11
平均値		0.08	0.08	0.08	0.08
10 m/sec	A	0.02	0.02	0.02	0.02
	B	0.02	0.02	0.02	0.02
	C	0.02	0.03	0.02	0.02
	D	0.01	0.02	0.02	0.02
	E	0.04	0.03	0.03	0.03
平均値		0.02	0.02	0.02	0.02

Table 5-1

メータまで空気サンプルを導入するのに内径 8 mm φ のビニール管を使用するが、この長さが 7 m 程度必要である。このビニール管内への DOP の付着が当然問題となるが、1 m のビニール管と 7 m のビニール管を使用して同じ濃度の DOP を導入し、フォト・メータで長時間間測定しても変動はなかった。なおサンプリング流量もほぼ 7 l/min を維持した。

(6) フォト・メータの直線性

フィルターのもれ率を表現する際、一般には非常に低い濃度と高い濃度の比で表わされ

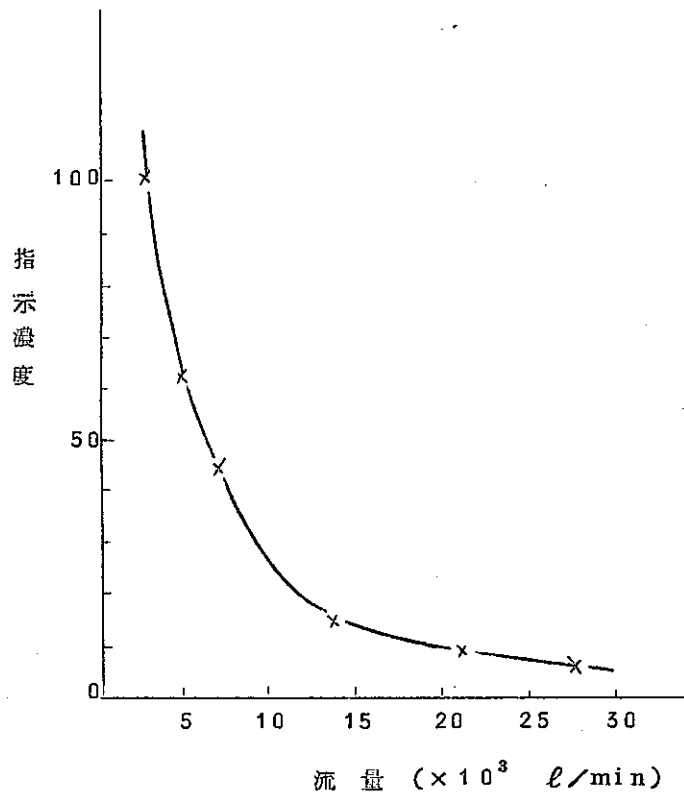


Fig. 5-5 流量・濃度曲線

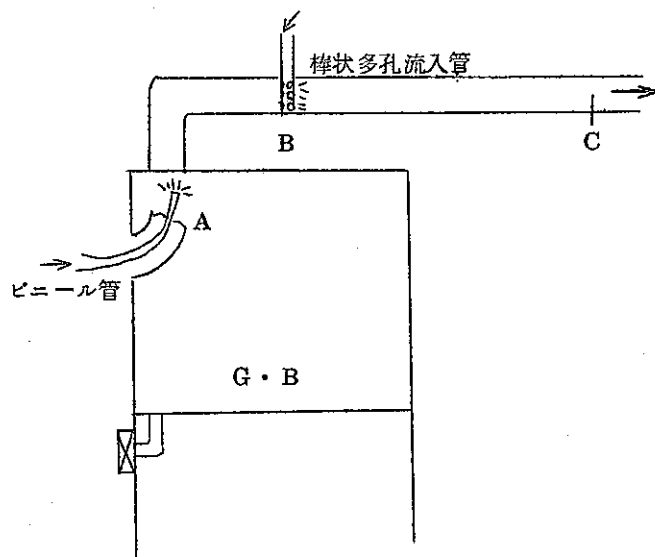


Fig. 5-6 G·Bモック・アップテスト

る。したがって濃度を測定するフォト・メータ自身の直線性について把握しておく必要がある。

Fig. 5-7 に示すようなリグを作成し、DOP量をD(一定)、リグ全体の空気流量をV、バイパスを通る流量をvとすれば、フィルターの一次側濃度C₁は空気流量Vに反比例する。またフィルターを通る空気中のDOPは完全に捕集されると考えれば二次側濃度C₂は $\frac{v}{V}$ に比例する。Vおよびvを種々変化させて、得られたデータをTable 5-2に、またそのグラフをFig. 5-8に示す。

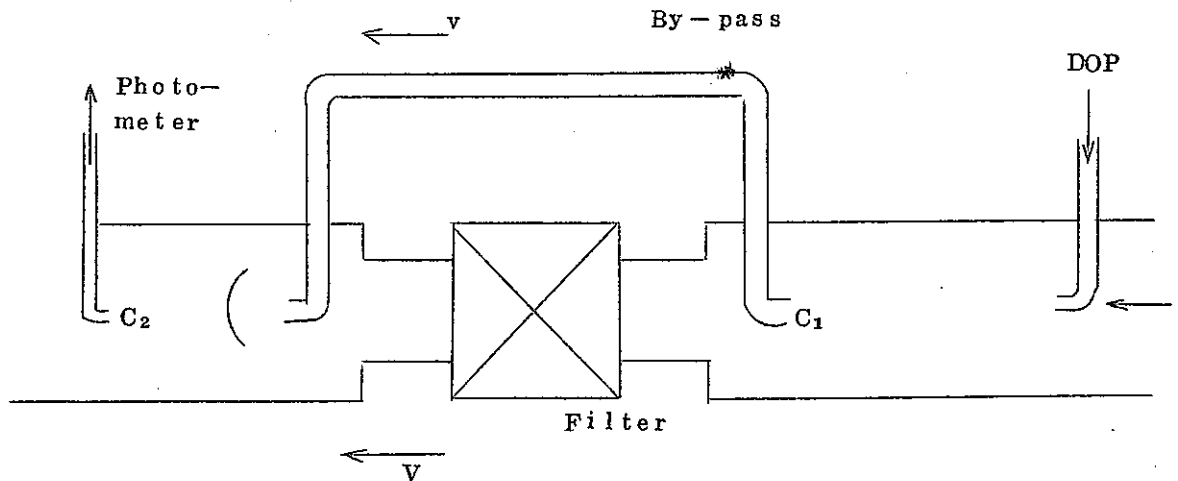


Fig. 5-7 Test rig for the linearity of the photo-meter

Table 5-2

ダクト内流量 V l/sec	バイパス流量 v l/sec	一次側濃度 (C ₁)		二次側濃度 (C ₂)	
		フォト・メータ指示値	計算値	フォト・メータ指示値	計算値
1004	17.4	18	$9.6 \times 10^{-4} \times D$	0.15	$1.6 \times 10^{-5} \times D$
864	16.8	25	1.2×10^{-3}	0.25	2.2×10^{-5}
684	15.0	28	1.4×10^{-3}	0.35	3.2×10^{-5}
504	13.2	45	2.0×10^{-3}	0.70	5.2×10^{-5}
324	11.6	60	3.1×10^{-3}	0.90	1.1×10^{-4}
180	8.2	130	5.5×10^{-3}	2.50	2.5×10^{-4}
90	5.3	230	1.1×10^{-2}	8.00	6.5×10^{-4}

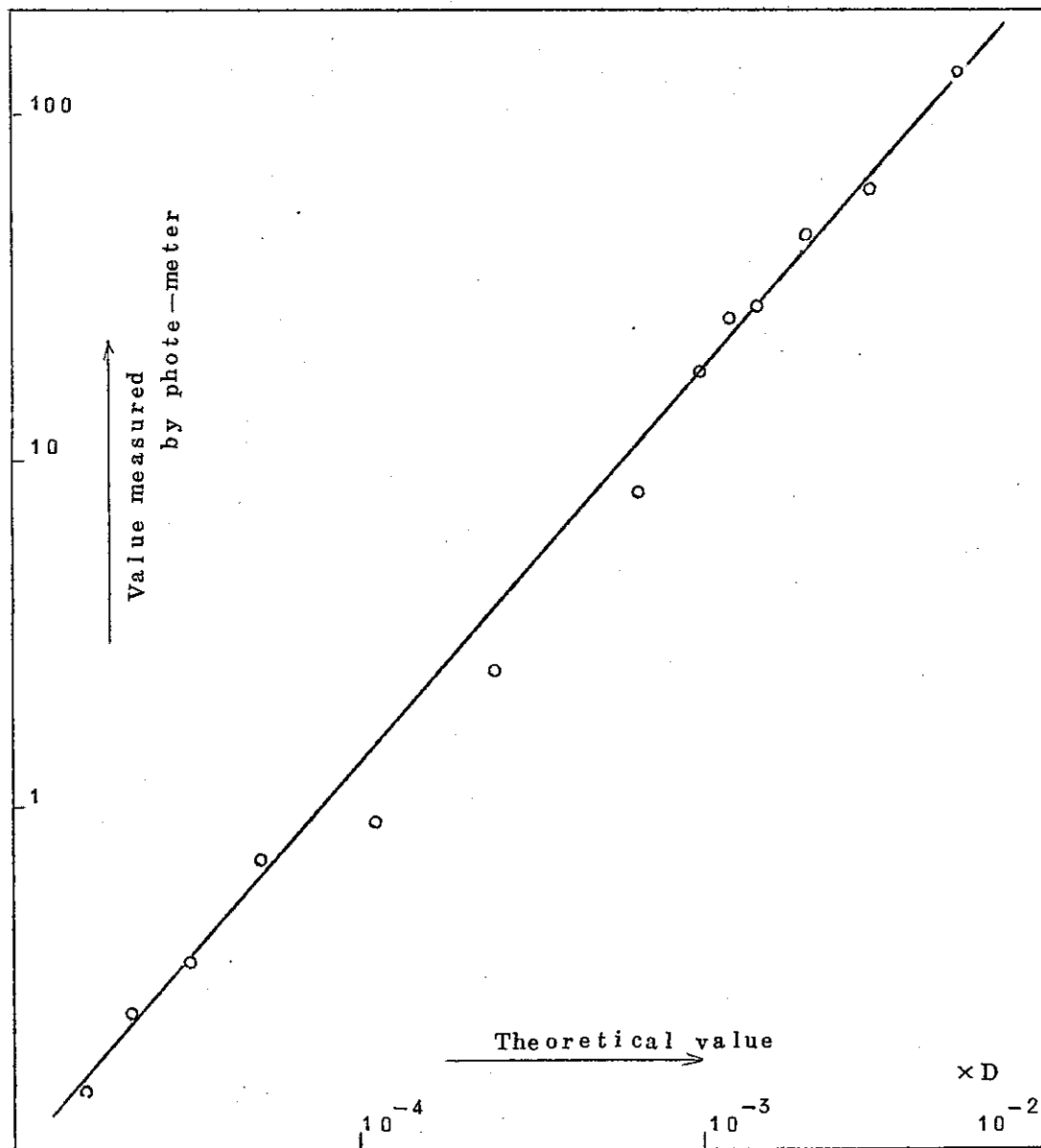


Fig. 5-8 フォトメータの直線性

高濃度域から低濃度域にかけて、フォト・メータの直線性はほぼ満足すべきものである。

V-3 実際のテスト方法

以上に述べた問題点やモック・アップ・テストの結果を考慮して実際のテスト方法としては、以下の様な方法を採用した。

(1) A群フィルター・テスト

まずダクト内の流速を測定し、Fig. 5-5 よりこれをDOP濃度に換算する。つぎに1次側にDOPを流入し、2次側空気をサンプリングしてその濃度を測定した。この場合DOPの発生は、一定のDOP液温度、同一ノズル、同一空気圧で行ない、モック・アップ・テスト時と同じ量のDOPが発生されるようにした。

A群フィルターのダクトは、300mmφと大きいので、2次側濃度測定は、3点サンプリング平均法を用いた。

なお排気系統(1~8系統)のうち、Fig. 5-9に示す3.4系統はフィルターと上流側プレナムの距離が非常に近いのでDOP流入孔を設けることができず、棒状単孔流入管を使用してプレナム上部より、なるべくDOPがフィルター全部の面をカバーするように動かしながら行なうことにした。

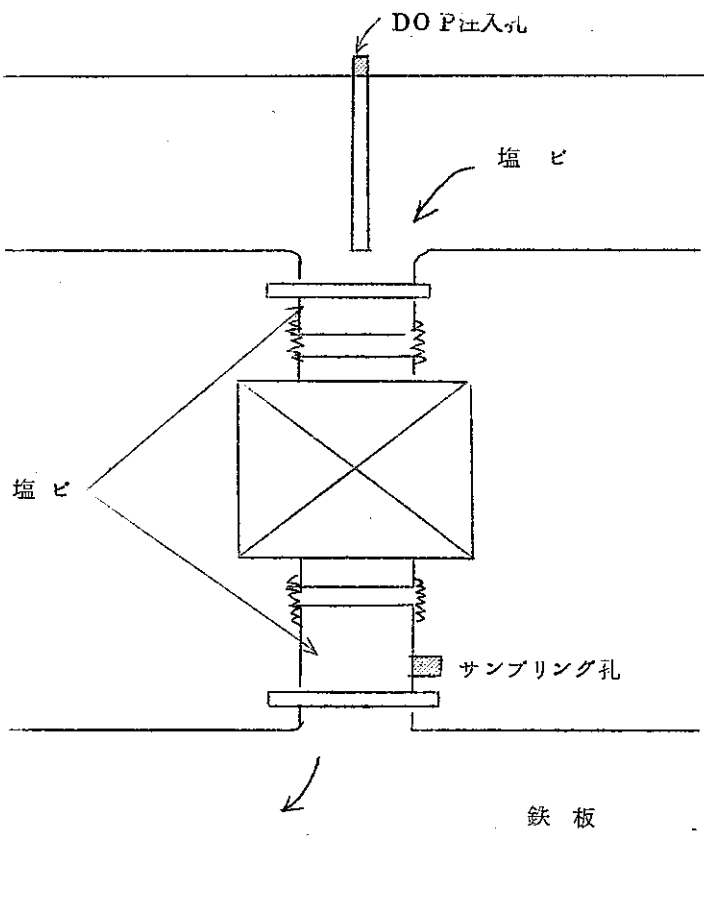


Fig. 5-9 3.4系統におけるDOPの流入

(2) B群フィルター・テスト

前に述べたような理由で1次側ダクト上にDOP流入孔を設けることをさけたので、G・Bの適当なポートに特別に作成したビニール製DOP流入袋を取り付ける。

(Fig. 5-10) この流入袋とDOPエアロゾル発生器を接続しDOPをビニール管の先端よりダクト内へ流入し、この状態で2次側濃度を測定した。(Fig. 5-11参照)この方式によるとHEPAフィルターのみの効率を求めるものではなく、G・Bの排気口にとりつけられているプレフィルターを含めた全体の効率を求めることになる。

また1次側空気のサンプリングをさけるために、Fig. 5-11に示すM点より棒状多孔流入管によりDOPを発生し、N点で測定した値を1次側濃度とした。この方法が使えることはモック・アップ・テスト(4)項より明らかである。

なお、この間接的な方法は、以下の条件が満足される場合でなければならない。

1. テスト中DOPエアロゾルの発生量が一定に保持できること。
2. テスト中フィルターシステムの流量が一定に保持できること。

2次側ダクト内におけるサンプリングは、X軸Y軸多点サンプリング平均法が割合に良い方法である。しかしそのためにはダクトにさらに穴をあけねばならず、又多くの点をサンプリングする面倒さに伴って測定に時間がかかる。モック・アップ・テストの結果よりわかるように多少の誤差を容認すればダクト内中心付近の1点サンプリングでも十分満足できるので定常的現場テストにおいてはこれを採用した。

VI 現場テストの実施

第V章で述べた実験によって開発したテスト方法にもとづいて、ブル燃排気系に設置されているG・B、フード、オープンポートボックスおよび排気室のHEPAフィルター194個について現場テストを実施した。

現場テストの実施は、(1)、基礎工事、(2)、準備、(3)、測定、(4)、後始末の4つの作業に分けることができる。また、テストはA群、B群の順に進めた。以下作業分類にしたがってのべる。

VI-1 準備工事

現場テストを行なうフィルターに接続されている排気ダクトには、DOP流入孔およびサンプリング孔がないので、現場テスト実施にさきだち準備工事(DOP流入孔、サンプリング孔取り付け工事)を行なった。

工事は排気ダクトに孔をあけ特別に製作した硬質塩化ビニール製のプラグを溶接する作業である。この一連の作業を実施するにあたって次の点を検討した。

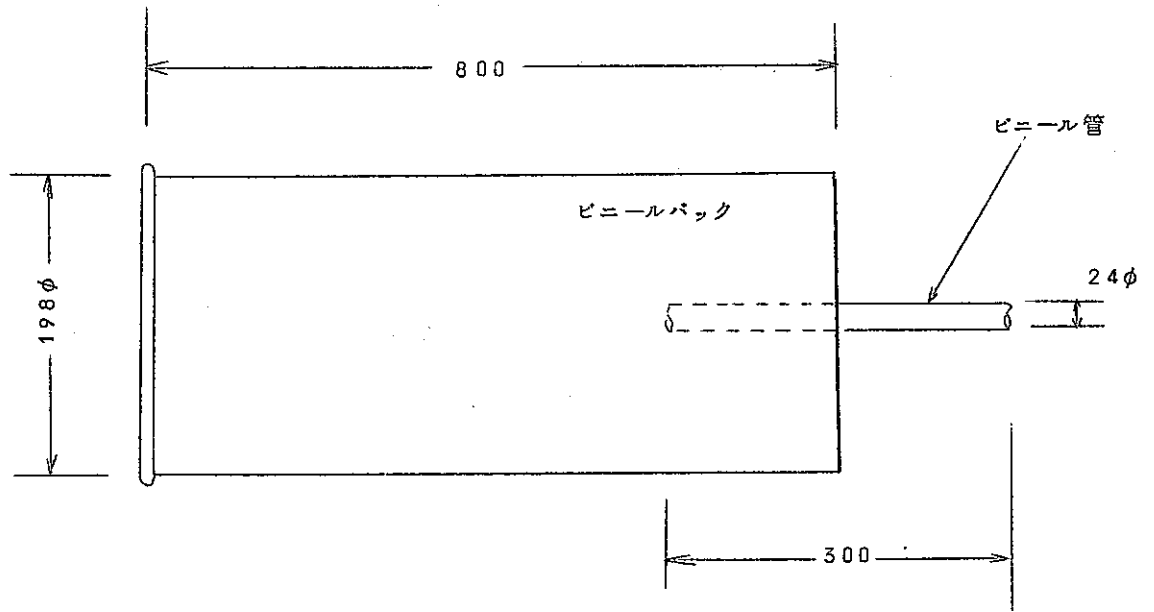


Fig. 5-10 DOP 流入袋

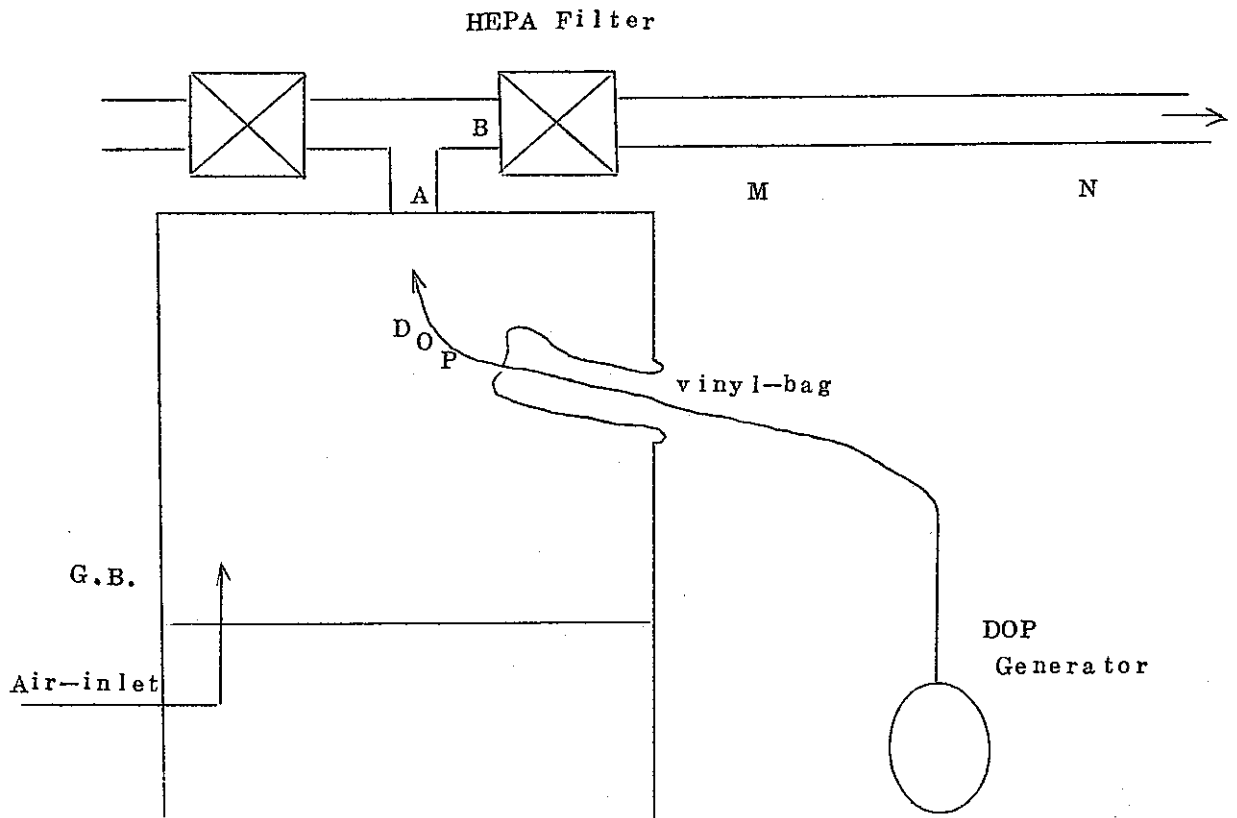


Fig. 5-11 Test method of the filter
in glove box exhaust stream

(a) プラグ加工

プラグは Fig. 6-1 に示すように、プラグ(A)とキャップ(B)に分かれたものである。(A)で問題となるのは現場テスト時のネジ部の破損である。この強度を検討するため、プラグは特殊加工（ネジ切りとネジ部の谷にあたる切り込みを少なくした）を行なって、JIS規格のものと比較した。この結果特殊加工の加重強度は、JIS規格加工に対して約1.5倍の強度になることがわかったので、特殊加工により500個のプラグを製作し使用した。

(b) プラグ取付け穴の工事

計画段階で検討したプラグ取付け穴の工事は、排気ダクトに汚染防止用のビニールバッグを固定し、ハンド電気ドリルにストレートシャンクドリルをつけて行なり予定であったが、1個の穴をあけるのに1時間以上かかり作業が複雑になることがわかったので、ホールソーを使用することにした。ホールソーによる穴あけ作業時間は1個につき約3分である。しかし、ホールソー内部にめりこんだ切屑を取り除くことが困難であることがわかり、この対策としてホールソー上部に6φの穴をあけ、上からたたき落せる除去具を製作した。穴あけ作業に伴なり振動および圧力によるダクトつき目へのクラックは、モックアップテストの結果発生しないことを確認した。

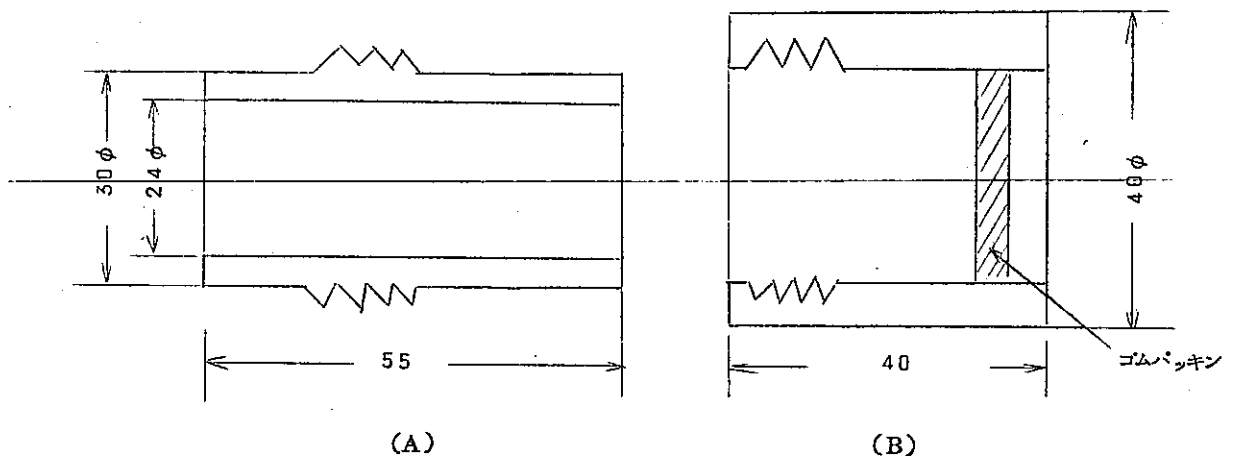


Fig. 6-1 プラグ

(c) 汚染防止用具

穴あけ作業に伴って生ずる切り子は、ホールソーのセンタードリルが排気ダクトを貫通する際、汚染切り子となって実験室内に飛散するおそれがある。これを防止するため Fig. 6-2 に示すような汚染防止用具を製作した。この汚染防止用具は小型で、固定バンドの長さをかえればどんな排気ダクトにも使用できる。また、ホールソーのセンタードリルが貫通すると汚染防止用具のボックス内が負圧になり切り子の飛散が防止される。

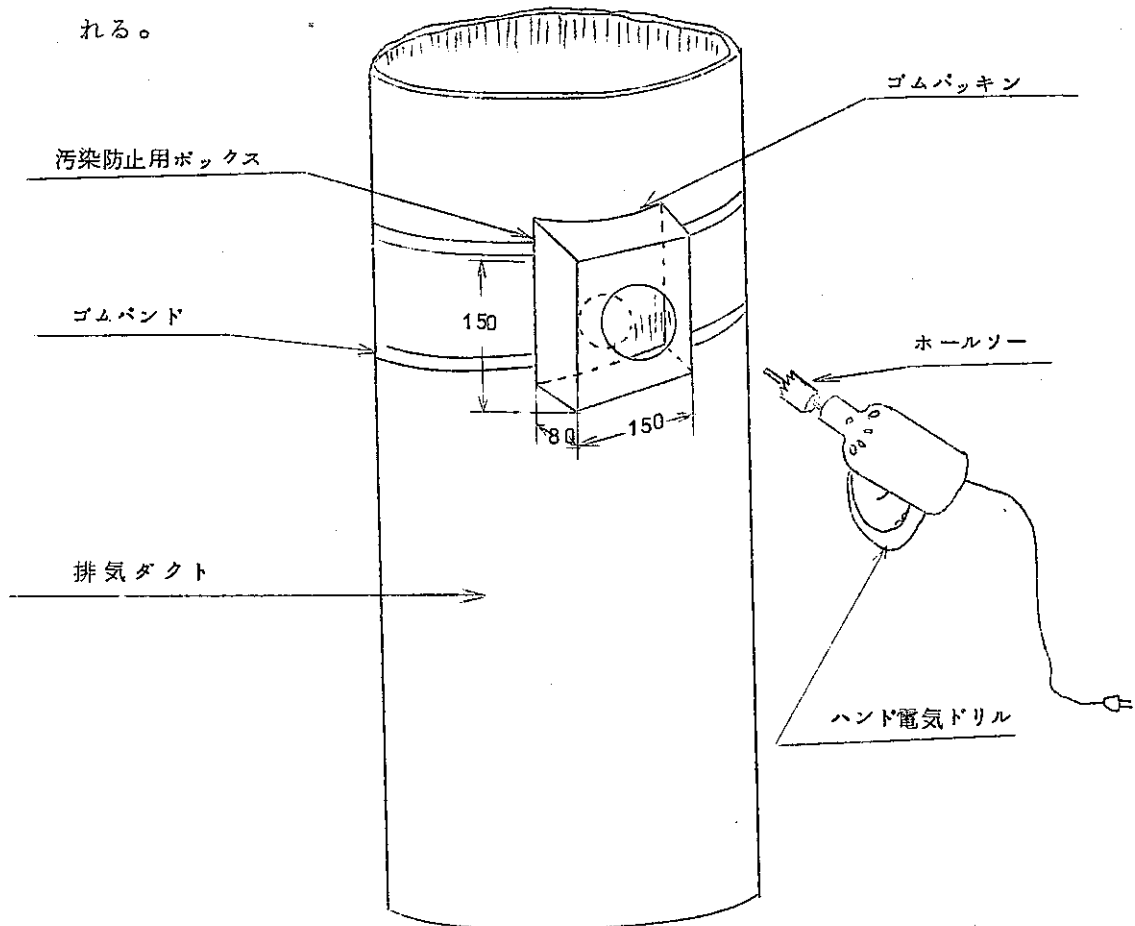


Fig. 6-2 汚染防止用具

(d) プラグ溶接

Fig. 6-1 に示したプラグ(A)を排気ダクトに溶接する場合、溶接強度、気密性および溶接時の熱が問題点として考えられる。これらの点についてモックアップテストを行った。この結果溶接時の熱風はノズルより1cmの所で約150℃であり10分前後の加熱ではダクトの変形は認められなかった。また、二層溶接法を採用することにより溶接強度および気密性は問題ないことを確認した。

(e) ブラグ取付け位置

A群、B群のブラグ取付け位置はV章で述べた間隔をとり工事がしやすい位置とした。

以上の検討結果にもとづいて技術部工務課が準備工事を行なった。工事中は随時汚染のチェックを行ない比較的汚染の少ないA群より始め、B群は2階、地下、1階の順に進めた。準備工事期間は昭和45年6月24日より9月27日まで約3カ月を要した。

Table 6-1 にブラグ取付け実働日数および延人員を示す。

Table 6-1 ブラグ取付け実働日数および延人員

工事場所	取付け数(個)	実働日数(日)	実働延人員(人・日)
排気室	210	10	20
2階	48	3	6
地下	13	1	2
1階	130	10	20
合計	391	24	48

VI-2 テスト準備

準備作業としてDOP注入袋の取付け、フォトメーターの設置および調整、DOPジェネレータと圧縮空気系の接続などがある。

DOP注入袋の取付けはB群フィルターのうちG、Bの1段目HEPAフィルターをテストする場合にのみ行なうもので、フード、オープンポートボックス、およびA群フィルターテストの場合は行なわない。DOP注入袋はV章で述べた方法によりDOP流入に便利なポートに取付けた。取付けに要した時間は1件につき約30分である。

作動中のフォトメーターの移動は故障および測定誤差の原因となるので、現場テスト実施にあたっては計画した数量が効率よく消化できる場所を選んで設置した。また、測定前のウォーミングアップは約45分間行なった。

DOPジェネレータに供給する圧縮空気は、廊下に設置されている非常用圧縮空気(E、A)を利用し、カブラーからDOPジェネレータ間は、10φ針金入りビニールホース50m、DOPジェネレータとDOP注入孔(DOP流入用ブラグ、注入袋流入管)は30φ針金入りビニールホース5m、フォトメーターとサンプリング孔は内径8φのビニールホース7mを用いてそれぞれを接続した。

VI-3 測定

測定はV章で述べたようにA群、B群の2通りある。

A群の現場テストはDOPジェネレータノズル3本を開いて、1次側にDOPエアロゾルを流入し、2次側のDOP濃度をフォトメータのLowレンジで測定する。つぎにダクト内の流速をアネモマスターで測定し、この流速からFig. 5-5をつかって1次側濃度を求める。

B群の現場テストはG・B、フード、オープンポートボックス内にDOPエアロゾルを流入し(G・Bはノズル1本使用)2次側の濃度を測定する。つぎにFig. 5-11に示したM点からDOPエアロゾルを流入し、N点でサンプリングし1次側濃度を求める。

A群、B群の測定時間は、バックグラウンド測定(DOPを流入しない状態)、2分、2次側濃度測定、3分、1次側濃度測定、1分、(A群の場合は流速測定、1分)合計6分である。2次側濃度に有意差が認められた場合は再測定を行なった。

Fig. 6-3, 6-4に現場テスト状況、Table 6-2に現場テスト実施実働日数および延人員を示す。

VI-4 後始末

現場テスト終了にともなり後始末として、使用器材の表面汚染検査、作業中の空気汚染検査および廃棄物の処理がある。各種汚染検査にはアルファサーベイメータ、スミヤ検査、PDS(personal dust sampler)を用いた。

汚染廃棄物としてはDOP注入袋と交換したグローブがほとんどである。DOP注入袋は高周波シーラーによって溶着、切りはなして不燃性廃棄物用のカートンボックスに収納した。現場テストが終了したポートにはカバーをつけ、HEPAフィルターにテスト年月日を記入して全体の作業を完了した。Fig. 6-5に現場テストの手順を示す。ブル燃排気系に設置されている全HEPAフィルターの現場テスト実施期間は、昭和45年8月20日より10月19日まで約2カ月を要した。

VII テストの結果

A群およびB群フィルターテストの結果をTable 7-1, Table 7-2に示す。なおTable中の*印は、一次側にDOPを流入した際、二次側濃度に有意差が認められたもので、計算上の効率は99.9%以上のものを示し、—印は何ら有意差が認められなかったものである。また一次側のうど、二次側のうど共に、フォトメータのバックグラウンドを差し引いた値を示してある。

B群フィルターテストについては、二次側のうどに大きな有意差が認められた場合のみ、一次側濃度を測定した。

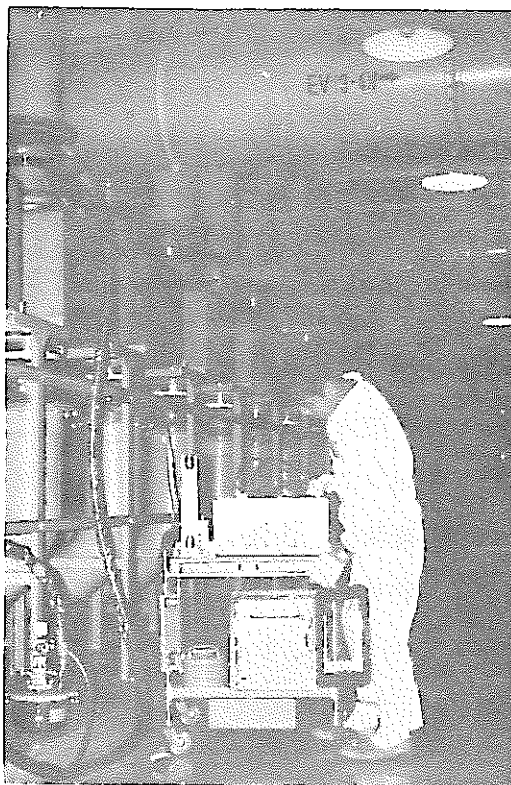


Fig 6-3 A群現場テスト

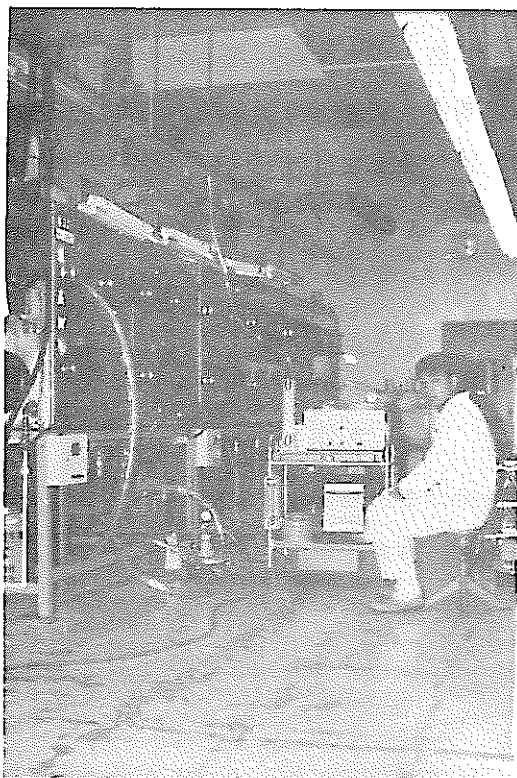


Fig.6-4 B群の現場テスト

Table. 6-2 現場テスト実働日数および延人員

テスト場所	テスト数 (個)	実働日数 (日)	実働延人員 (人,日)
排気室	105	5	10
2階	14	2	5
地下	8	3	6
1階	67	10	24
合計	194	20	45

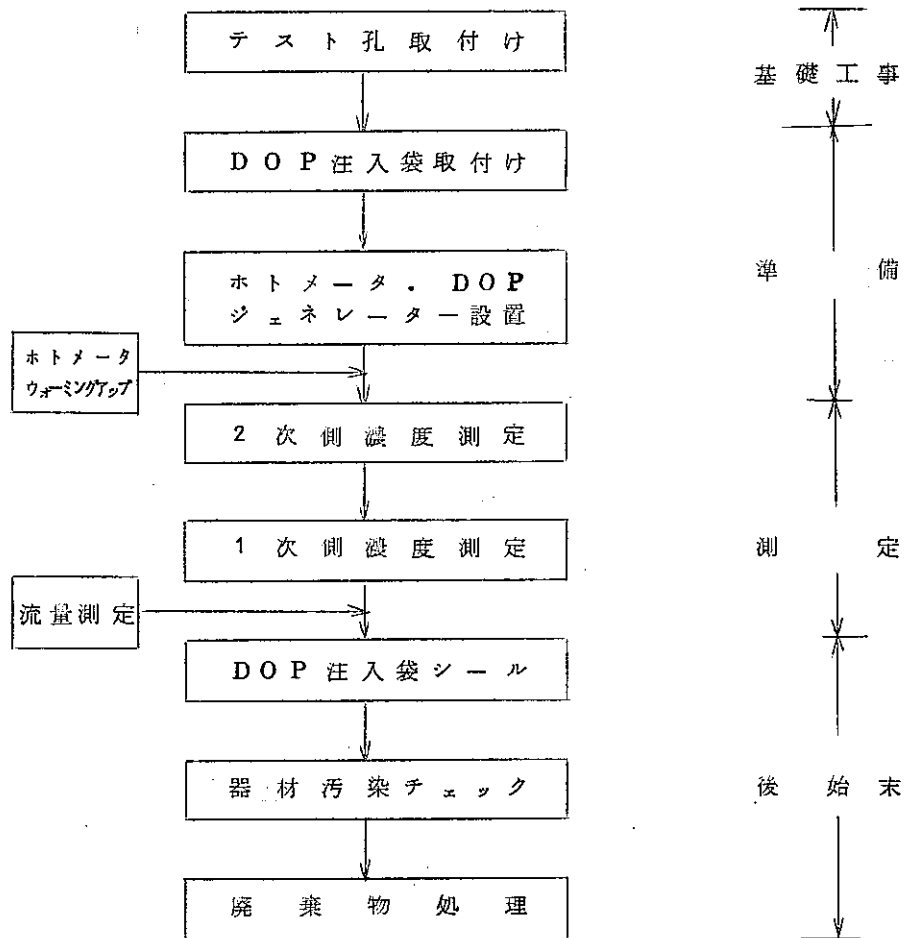


Fig. 6-5 現場テストの手順

Table 7-1 A群フィルターテスト結果

実施年月日	45. 8.20~23
場 所	Room 225 (排気室)
DOP発生条件	ノズル 3本
	液 温 78~79°F (26°C)
	空 気 圧 1.3 psi
	室 温 26°C
	湿 度 61~62%
	サンプリング流量 6.5~7.0 l/min (一測定について一定)

系 統	フィルター毎	一次側濃度	二次側濃度	捕集効率(%)	備 考
1-2	F-1		—	99.99 以上	
	2		—	"	
	3		*	"	
	4		—	"	
	5		—	"	
	6		—	"	
	7		*	"	
	8		—	"	
	9		—	"	
	10		—	"	
	11		—	"	
	12		—	"	
	13		—	"	
	14		—	"	
	15		*	"	
	16	13	*	"	
	17		—	"	
	18		—	"	
	19		—	"	
	20		—	"	
	21		—	"	

系 統	フィルター板	一次側濃度	二次側濃度	捕集効率(%)	備 考	
1-2	F-22		—	99.99 以上		
	23		—	"		
	24		—	"		
	25		—	"		
	26		—	"		
	27		—	"		
	28		—	"		
	29		—	"		
	30		—	"		
	31		—	"		
	32		—	"		
	33		—	"		
	34		—	"		
	35		—	"		
	36		—	"		
	37		—	"		
	38		—	"		
	39		—	"		
	40		—	"		
	41		—	"		
	42		—	"		
	43		—	"		
	44		—	"		
	45		—	"		
	46			*	"	
	47			—	" "	
48			—	"		
49			—	"		
50			—	"		
51			—	"		
52			—	"		
53			—	"		
54			—	"		
3-4	1		—	"		
	2		—	"		

系 統	フィルター ^種	一次側濃度	二次側濃度	捕集効率(%)	備 考	
3-4	F-3		-	99.99 以上		
	4		-	"		
	5		-	"		
	6		-	"		
	7		-	"		
	8		-	"		
	9		-	"		
	10		-	"		
	11		-	"		
	12		-	"		
	13		-	"		
	14		-	"		
	15		-	"		
	16		-	"		
	17		-	"		
	18		-	"		
	19		-	"		
	20		-	"		
	21		-	"		
	22		2.3	0.087	99.62	
	23			-	99.99	
	24			-	"	
25			-	"		
26			-	"		
5	1		-	"		
	2	5.8	1.00	98.28		
	3		-	99.99		
	4		-	"		
	5		-	"		
	6	3.0	0.693	97.69		
	7		-	"		
	8		-	"		
6-7	1	7.0	0.006	99.91		
	2		-			
	3		-			

系 統	フィルターNo	一次側濃度	二次側濃度	捕集効率(%)	備 考	
6-7	F - 4		—			
	5		—			
	6		—			
	7	7.5	0.004	99.95		
	8		—			
	9		—			
	10		—			
	8	1		—		
		2		—		
		3		—		
4			—			
5			—			
6			—			
7			—			

A群フィルターテスト 総 数 105個

99.97%以下の効率のもの 5個

Table 7-2 B群フィルターテスト結果

実施年月日 45. 9.7~10.19

ボックスNo.中の△印は湿式ボックスを表わす。

部 屋	ボックスNo.	一次側濃度	二次側濃度	捕集効率(%)
R - 232	2		-	
	28		-	
	30-1		-	
	30-2		-	
	36	300	0.015	
	37		-	
	35		-	
R - 230	72		-	
	73		-	
	74		-	
R - 231	75-1		-	
	75-2 ^H		-	
	75-3 ^H		-	
R - 2B	13		-	
	13 ^H		*	
R - 2A	42		*	
	43		-	
	11 ^H		-	
	76		-	
	77		*	
	フード H		*	
R - 129	65		-	
	66		-	
R - 138	フードG-38-1		*	
	" 38-2		-	
R - 136A	29		-	
R - 120	39		*	

機 度	ボックス名	一次側濃度	二次側濃度	捕集効率(%)	
R - 120	40		*		
	34		*		
R - 128	49		-		
	50-1		-		
	50-2		-		
	64-1		-		
	64-2		-		
	△62		-		
	△63		-		
	△61		-		
	R - 125	△ 4		*	
		△ 6		-	
14			-		
△81-1			-		
△81-2			-		
△82			*		
7			-		
9-A			-		
9-B			-		
1			-		
3-A			-		
3-B		500	*		
8			-		
12			-		
10			-		
11			-		
R - 136B	△ 5A		-		
	△ 5B		-		
R - 130	XMA		-		
	フード 1		-		
	2		-		
	3		-		
	4		-		
	5		-		
	6		-		

部 屋	ボックス No	一次側濃度	二次側濃度	捕集効率(%)
R - 130	フード 7		—	
	8		—	
	9		—	
R - 131	△17		—	
	△15		—	
	△21		—	
	△20	130	*	
	△19		—	
R - 134	24		—	
	23		—	
	22		—	
	25		—	
	26	600	*	
R - 135	31-1		—	
	31-2	750	*	
	△32		—	
	△33		*	
	△14 AB	250	*	
	△14 CD		*	
	△14 E18 E		—	
	△18 D		—	
	△18 ABC		*	
	△16 A		—	
	△B		*	
	△C		*	
△D		*		
△E	290	*		

B群フィルターテスト総数 89個

Ⅷ 考 察

Ⅷ-1 結果の解釈

Ⅷ-1-1 誤 差

今回のフィルター・テストにおいて、誤差の要因と考えられるものには次の事項がある。

- 発生するDOP量の時間的变化 ①
- " " の粒度分布の変化 ②
- ダクト内壁へのDOPの付着 ③
- ダクト内でのDOPの拡散
 - | | | | | | |
|---|-----|---|-----------------|--|---------|
| { | A 群 | { | 一次側 | フィルター直前でのDOP濃度の不均一性 | ④ |
| | | } | 二次側 | フィルター・ピン・ホールを通過後のDOP濃度の不均一性とサンプリング位置の代表性 | ⑤ |
| { | B 群 | { | 一次側 | フィルター直前でのDOP濃度の不均一性 | ⑥ |
| | | } | およびサンプリング位置の代表性 | | |
| | | } | 二次側 | ⑤と同じ | ⑦ |
 - ダクト内流速とサンプリング孔における流速の相異によるサンプリングの代表性 ⑧
 - サンプリング管内でのDOPの付着 ⑨
 - サンプリング流量の時間的变化 ⑩
 - フォト・メータの直線性 ⑪
 - " " 指示および読みとり ⑫
 - 排気系統の流量変化 ⑬
 - 排気系統の流速測定 (A群一次側測定時のみ) ⑭

これらの要因のうち、いくつかは無視できると判断した。

- △ 無視できるもの ②⑧⑬
- △ Mock-up testにより無視してもさしつかえないと判断したもの ①③⑥⑨
- △ 測定中の連続監視により無視できるもの ⑩

したがって、誤差の要因と考えられるものは ④, ⑤, ⑦, ⑪, ⑫, ⑭であるので、これらについて誤差の程度を考えてみる。

- a A群フィルターの一次側におけるDOPの拡散；
DOP発生地点より，フィルターまでの距離があまりとれなかったが，棒状多孔発生管を用いているので，DOP濃度の不均一性がフィルターの効率測定に与える誤差として±50%を仮定する。…………④
- b A群フィルターの二次側におけるDOPの拡散；
フィルターにピン・ホールがあった場合，これを通り抜けたDOPがサンプリング位置において十分拡散していることは期待できないが，3点サンプリングの平均値を採用したので，誤差として±50%を仮定する。…………⑤
- c B群フィルターの二次側におけるDOPの拡散；
Fig. 5-4 に示される装置を作成し，小さな穴あきフィルターより3mおよび4mの位置において，5点サンプリングを10回くりかえした結果，ダクト内中心付近の測定値と5点の平均値との誤差は約±10%であった。…………⑦
- d フォト・メータの直線性および指示，読みとり；
±20%をとる。…………⑪⑫
- e A群フィルター一次側における流速の測定；
±20%をとれば十分であろう。…………⑭

これらの値を採用してA群フィルターテスト，B群フィルターテストそれぞれのもれ率についての誤差を算出するとtable. 8-1のようになる。

Table. 8-1 誤差の算出

		個々の誤差	全体の誤差
A 群	一次側濃度	④ 50% ⑭ 20%	$\sqrt{0.5^2 + 0.2^2 + 0.5^2 + 0.2^2}$ $= \sqrt{0.58} = 0.76$ (約80%)
	二次側濃度	⑤ 50% ⑪⑫ 20%	
B 群	一次側濃度	⑪⑫ 20%	$\sqrt{0.2^2 + 0.1^2 + 0.2^2}$ $= \sqrt{0.09} = 0.3$ (30%)
	二次側濃度	⑦ 10% ⑪⑫ 20%	

すなわち、A群フィルターテストにおけるもれ率は、80%の誤差をもち、これは測定結果0.03%のもれ率に対して $0.03 \pm 0.024\%$ を意味し、フィルターの捕集効率で表わせば $99.97 \pm 0.024\%$ となる。同様にB群フィルターについては誤差30%なので測定結果0.03%のもれ率に対して、効率 $99.97 \pm 0.009\%$ を表わす。

VIII-1-2 単分散エアロゾルと複分散エアロゾル

一般にHEPA フィルターの効率は99.97%以上といわれているが、この値は我々の得た測定値とそのまま対応するものではない。前者は試験粒子として単分散エアロゾルを使用して得られた値であり、後者、すなわち今回のテストは 0.3μ をほぼ中間値とする多少のひろがりを持った複分散エアロゾルによっている。

H. J. Eittinger (4)らは、圧縮空気を利用した複分散エアロゾルを使用した場合、単分散エアロゾルと比べて約10%もれ率が減ることを報告している。このことを採用すれば、単分散エアロゾルに対して99.970%の効率をもつフィルターは我々の測定値99.973%に相当する。

VIII-2 結果の解析

(1) A群フィルターとB群フィルターの比較

Table. 8-2 A群フィルターとB群フィルターの比較

	テスト件数	99.97%以下の効率のもの
A 群	105	5
B 群	89	0
計	194	5

Table. 8-2 に示されるようにA群フィルターのみ99.97%以下の効率のものが発見されたが、これらは排気室に設置されているものであり、B群フィルターに比べて一桁程度流量が多く、またブローに近接しているためその振動の影響を大きく受けていること、さらにB群フィルターについては、HEPA フィルターのみでなくG・Bの排気口についているプレ・フィルターを含んだ効率を測定しているためそれ

(4) HEPA Filter Efficiencies Using Thermal and Air-Jet Generated Dioctyl Phthalate ; H.J. ETTINGER, J.D. De FIELD, D.A. BEVIS, and R.N. MITCHELL, Ame. Ind. Hyg. Ais. J. Jan-Feb. 1969

だけよくなっていることが原因と思われる。

(2) 湿式ボックスと乾式ボックスとの比較

B群フィルターについて有意差の認められたHEPAフィルターを、湿式G・Bに取り付けられているものと乾式G・Bにとりつけられているものに分類するとTable 8-3のようになる。

Table. 8-3 湿式ボックスと乾式ボックスの比較

	テスト件数	有意差の認められたもの	%
湿式	27	11	40.7
乾式	41	8	19.5
フード、オープン・ポート	21	2	9.5

この結果から、湿式G・Bに使用されるフィルターは乾式あるいはフードに使用されるものにくらべて、より大きな損傷の可能性をもつといえる。

(3) フィルター前後の差圧と性能の関係

B群フィルターの交換は一応前後の差圧を目安にしているが、今回のテスト結果でB群フィルターのうち有意差ありのものと、なしのものに分類し、それぞれについての差圧の分布をFig. 8-1, 8-2に表わす。

両者ともに非常に似かよっており、その平均値についても差異はない。したがって今回のテスト結果では、フィルター前後の差圧と性能とに何ら相関々係はないといえる。

(4) フィルターの使用時間と性能の関係

フィルターの性能はその使用時間に大きく左右されることは明らかである。当ブル燃のA群フィルターはすべて昭和44年8月に交換されており、テスト時には約一年経過したことになる。B群フィルターのうち、湿式G・Bに使用されているフィルターは交換額度が多く、なかにはテストの被ケ月前に交換されたものもあるが、乾式系のフィルターは操業以来交換されていないものもあり、それらは4年以上使用されていることになる。しかしながら、B群フィルターのほとんどはその交換日が記録されておらず、使用時間と性能についてのデータをまとめることは出来なかった。

VIII-3 排気施設建設時の考慮

今回のテストにおいて、DOP流入孔やサンプリング孔設置のための準備工事やテスト前の他の準備は種々の困難さを伴った。それらを以下にまとめておく。

Fig. 8-1 有意差の認められた
フィルターの差圧分布

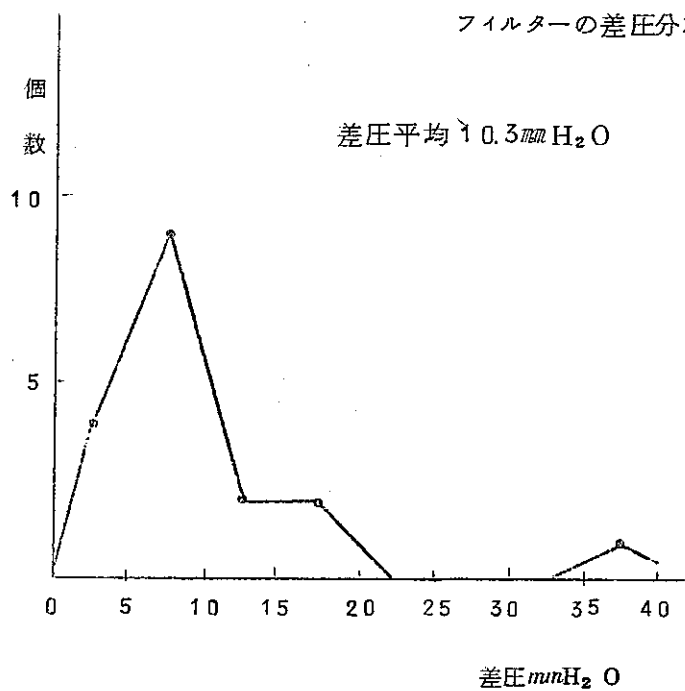
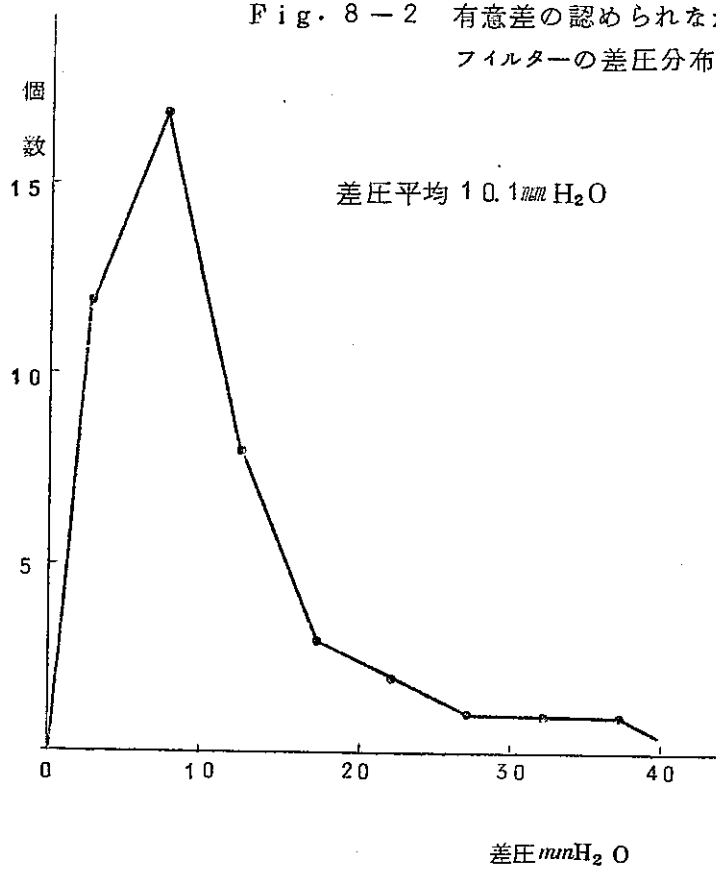


Fig. 8-2 有意差の認められなかった
フィルターの差圧分布



1) A群フィルターについての準備工事

- プル燃は既に4年以上の操業がなされており、排気室のダクト内は、高汚染は予想されないまでも、一応の汚染対策をたてねばならず、放射線管理上の煩雑な措置を講じなければならなかった。
- ダクトの材質がエンビと鉄板とから成っており、鉄板部分には穴あけ工事が困難なため、流入孔とサンプリング孔の位置が非常な制約をうけた。このためDOP粒子の十分な拡散が期待できず、測定精度が悪くなった。
- A群フィルター(1~8系統)のうち、3, 4系統については、フィルターとプレナムが非常に近接しており、DOP流入孔をその間に設置することが出来なかったため、プレナム上部より棒状単孔注入管で流入することになってしまった。

(Fig. 5-9 参照)

ii) B群フィルターテストの準備

- ダクトに流入孔、サンプリング孔を設置するのにA群で述べたことと同様に放射線管理上の煩雑さがあつた。
- フィルターの一次側は高汚染されており、DOPの流入は特別の注入袋を作成し、煩雑な手順を経てボックス内より行なわねばならなかった。
- 上記作業に伴って、廃棄物処理や後始末に手間がかかった。

以上の問題点はすべて、排気施設の建設時に、フィルターの現場テストを予想せずに設計されたことに起因している。テストを安全に能率よく行い、またテスト時の経費を少なくするためにも、今後の放射線施設建設時には、施設とその排気系について次のような事項を考慮して設計されるべきである。

- a 排気系にはあらかじめDOP流入孔とサンプリング孔を設置しておく。
- b DOP流入やサンプリングが煩雑な手順をふまなくても出来るように、流入孔やサンプリング孔には汚染防止上の考慮がなされていること。
- c サンプリング点においてはDOP粒子が十分拡散されるようにする。可能な場合には、ファンやじやま板などの混合装置をとりつけ、それが実際的でない場合にはダクト径の10倍程度の距離を、流入点とサンプリング点の間にとること。
- d 測定機器の電源や、テストに十分な容量をもつ圧縮空気系を便利な位置に配布しておくこと。

VIII-4 テストの頻度と合格基準

合格基準については今後のデータの蓄積により決定されるべきであるが、頻度については当面、湿式系のフィルターは半年に1回、他は年に1回必要であると考える。

ORNLのE. C. Parrish⁽⁵⁾はフィルターシステムの合格基準として99.95%の効率を採用しており、またC. A. Burchsted⁽⁶⁾らは次のようなテスト頻度を勧告している。

- すべてのフィルター：

フィルターの使用開始時および交換時

- 放射化学プラント，再処理プラント，実験室のヒューム・フード：

半年に1回

四半年に1回（高温または高湿の雰囲気で使用される場合）

月に1回（特別に悪条件な雰囲気で使用される場合）

- フィルターがさほど条件の悪い雰囲気で使用されていない場合：

年に1回

VIII-5 フィルターの交換

フィルターの交換は従来、フィルター前後の差圧によってなされていたが、今回の現場テストの結果では、差圧とフィルターの効率の間に明確な相関関係は得られなかった。このことは逆に、差圧はフィルターの効率を示してくれないことを意味し、フィルターの交換は差圧のみからではなく、現場テストの結果からもなされるべきである。またこの際に交換日を明示し記録しておくことはフィルターシステムを管理・保守する上で非常に大切なことである。

(5) REVIEW OF INSPECTION AND TESTING OF INSTALLED HIGH-EFFICIENCY PARTICULATE AIR FILTERS AT ORNL
E.C. PARRISH AND R.W. SCHNEIDER, ORNL
Proc. of a Symposium, Treatment of Airborne Radioactive Wastes, P243~ (1968)

(6) DESIGN, CONSTRUCTION, AND TESTING OF HIGH-EFFICIENCY AIR FILTRATION SYSTEMS FOR NUCLEAR APPLICATION
C. A. Burchsted and A.B. Fuller
ORNL-NSIC-65 Jan. 1970

Ⅸ あ と が き

延4ヶ月にわたる準備とテストを終了し、すでに操業が開始された施設における現場テストの準備、実施が非常に煩雑な手間を要することを痛感している。今後施設を新設する場合には、あらかじめ、フィルターの現場テストを行なうことを考慮して排気系を設計することを勧告すると共に、今後このようなテストを定常的に行うには、それなりの組織・機関が必要であると感じられる。

なお、準備工事としてのダクトへのプラグ取り付け工事に多大の労力を投入していただいた工務課の諸氏に感謝いたします。

参 照 文 献

- o In-Place Testing of High-Efficiency Filters, by R.W. Schneider, Nuclear Safety, March 1963 P.56 ~
- o The Testing of High-Efficiency Filters for the Collection of Suspended Particles, by Dr.D. Hasenclever, CONF-650407, P.805 ~
- o Test of High-Efficiency Filters and Filter Installations at ORNL, by E.C. Parrish and R.W. Schneider, ORNL-3442, June 3,1963
- o Unit for Testing High Efficiency filters, by P.Kotrappa, G.S. Jauhri, S.K.Dua, AEET-202, 1965
- o Design of Radioactive Filtration Systems, by S.E. Smith and P.A.S. White, Nuclear Engineering, June 1962, P.239 ~
- o Eighth AEC Air Cleaning Conference, Held at ORNL, Oct.22-25, 1963, TID-7677
- o Proceedings of the Tenth AEC Air Cleaning Conference held in New York, August 28, 1963, CONF-680821
- o Treatment of Airborne Radioactive Wastes, Proceedings of a Symposium, New York, 26-30. August 1968, IAEA,Vienna.