

図 3.10 作業者③の粉じんばく露濃度変動状況（10 分間移動平均値）



図 3.11 船底での清掃作業状況（その 1）

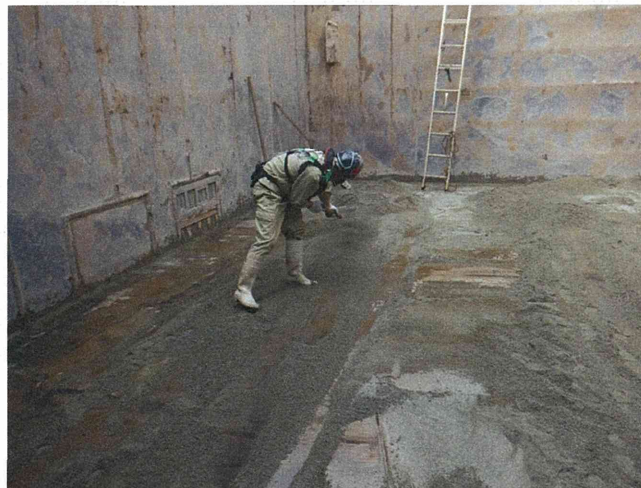


図 3.12 船底での清掃作業状況（その 2）

### 3.3.3 C社

測定対象の船は20万tの鉱石運搬専用船で、積荷は鉄鋼原材料である。作業は15m×30m、深さ20mの船倉で行われ、5人の作業員について測定を行った。作業員の粉じんばく露濃度の測定結果を表3.3に示す。また粉じんばく露濃度変動状況及び粉じんばく露濃度変動状況の10分間移動平均値の変動状況を図3.13～図3.22にそれぞれ示す。測定中の作業員の清掃作業状況を図3.23及び図3.24にそれぞれ示す。なお、粉じん中の遊離けい酸含有率は4.1%であり、管理濃度は0.51[mg/m<sup>3</sup>]であった。

表3.3 粉じんばく露測定結果

	粉じんばく露濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度超え (超えれば○)
作業員①	0.31	0.51	○*
作業員②	0.66	0.51	○
作業員③	0.06	0.51	×
作業員④	0.98	0.51	○
作業員⑤	0.39	0.51	○*

\*: 10分間移動平均の値が管理濃度を上回っているため、管理濃度を超過していると判断した。

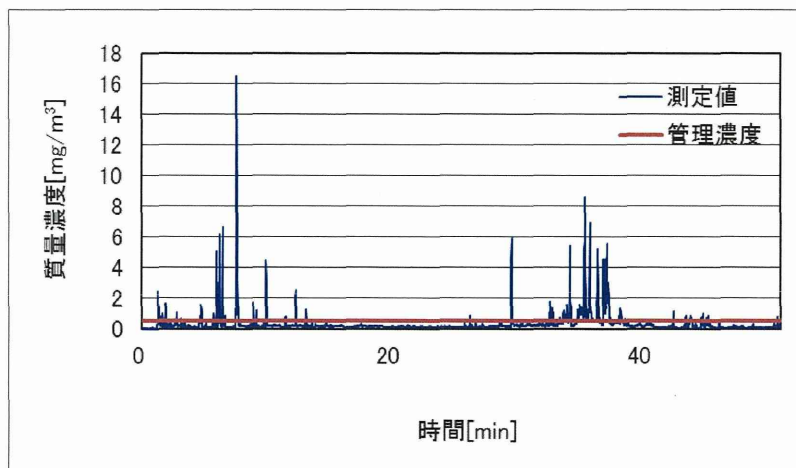


図3.13 作業員①の粉じんばく露濃度変動状況

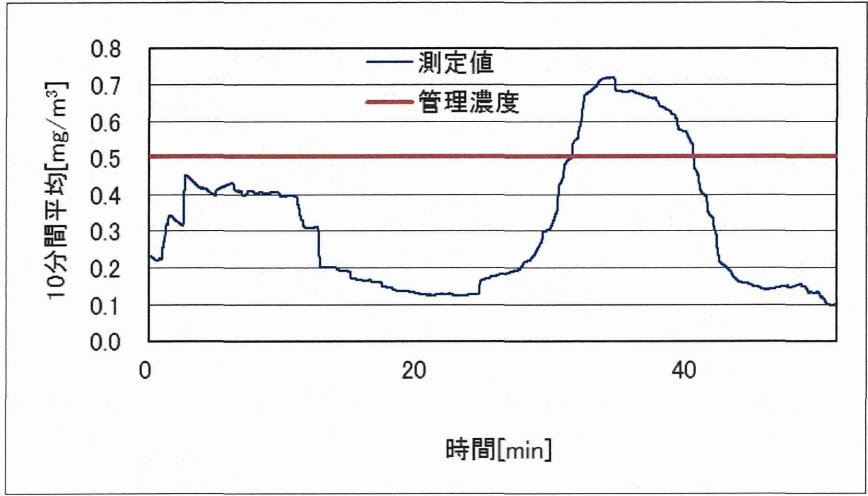


図 3.14 作業①の粉じんばく露濃度変動状況 (10 分間移動平均値)

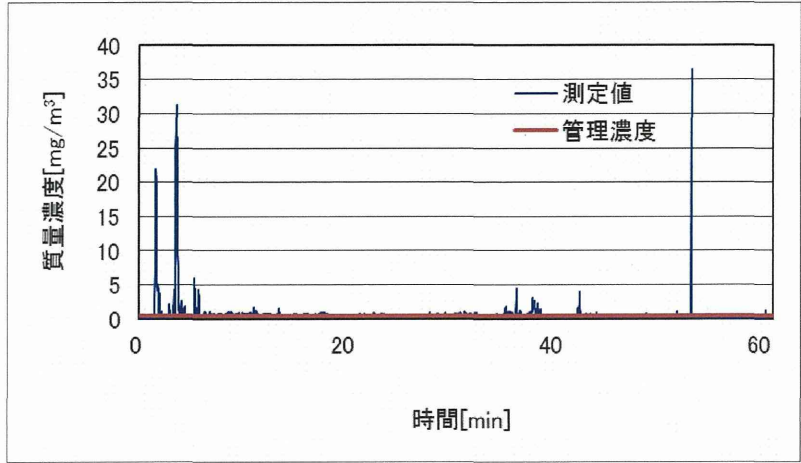


図 3.15 作業②の粉じんばく露濃度変動状況

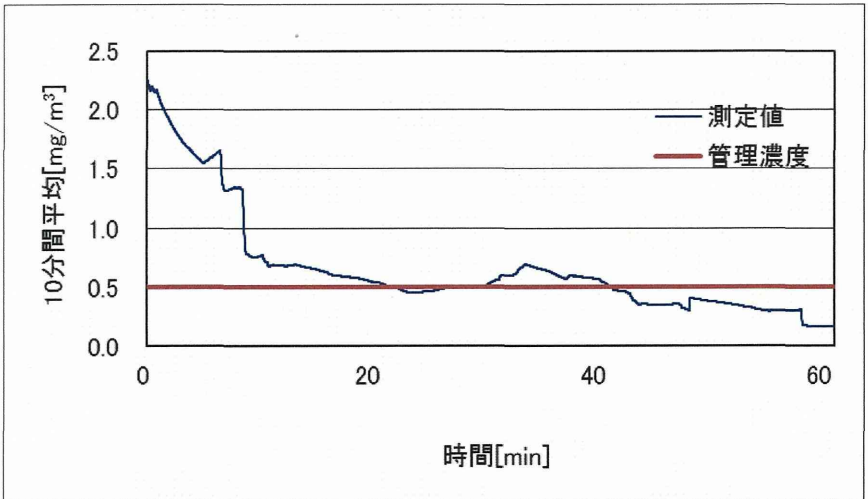


図 3.16 作業②の粉じんばく露濃度変動状況 (10 分間移動平均値)

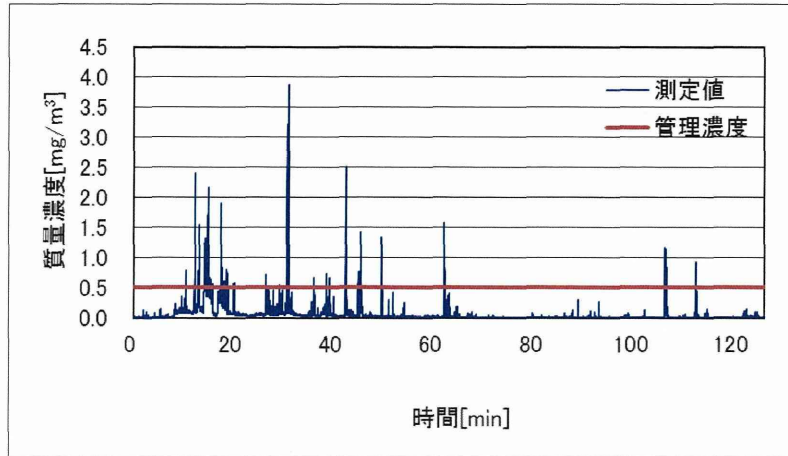


図 3.17 作業者③の粉じんばく露濃度変動状況

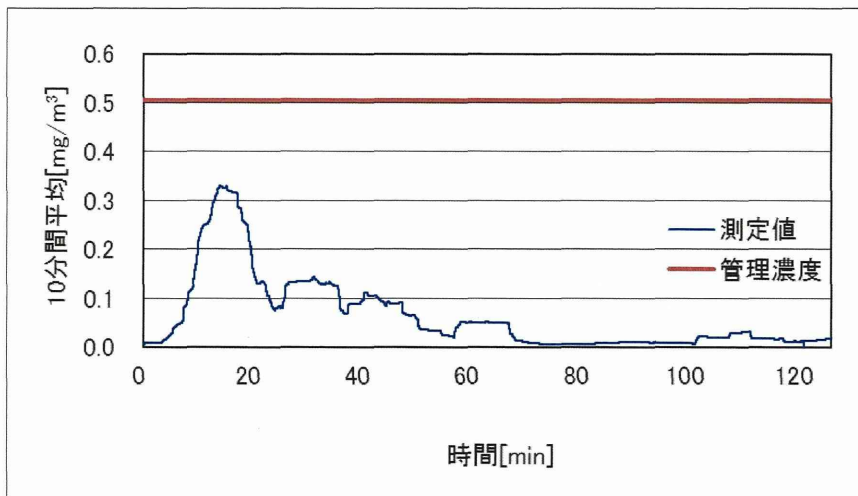


図 3.18 作業者③の粉じんばく露濃度変動状況 (10 分間移動平均値)

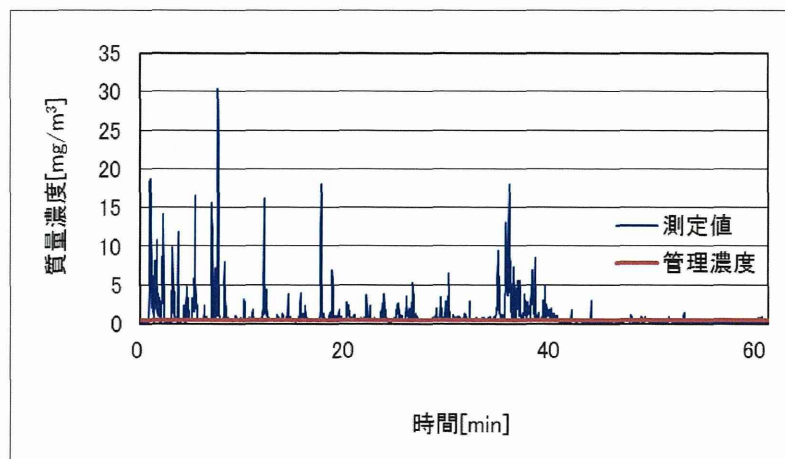


図 3.19 作業者④の粉じんばく露濃度変動状況

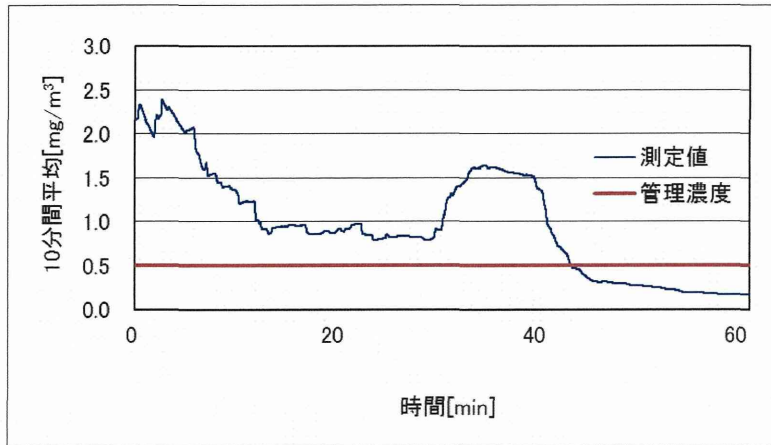


図 3.20 作業④の粉じんばく露濃度変動状況（10 分間移動平均値）

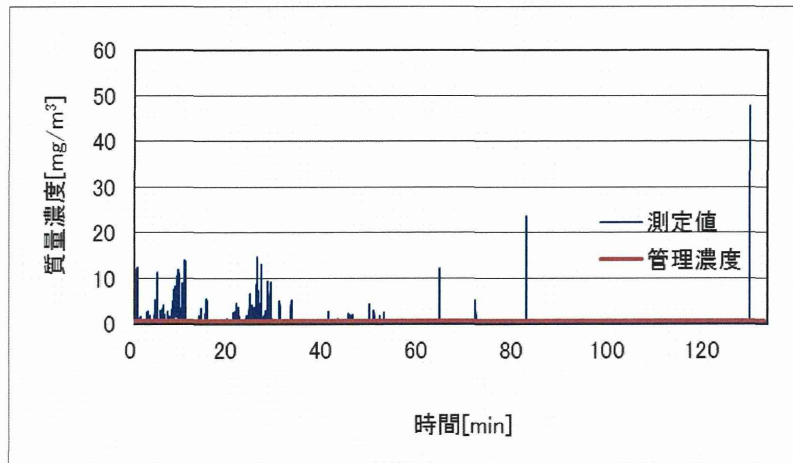


図 3.21 作業⑤の粉じんばく露濃度変動状況

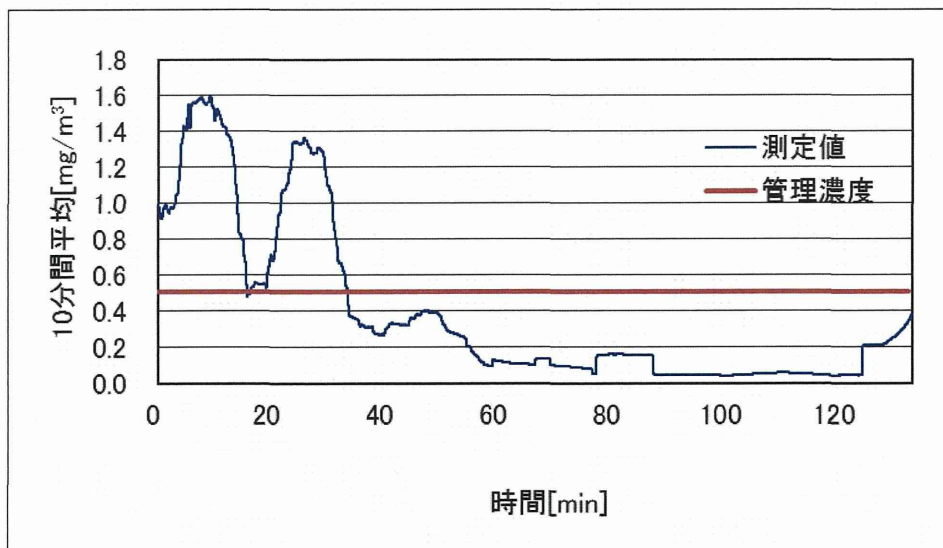


図 3.22 作業⑤の粉じんばく露濃度変動状況（10 分間移動平均値）



図 3.23 船底での清掃作業状況（その 1）



図 3.24 船底での清掃作業状況（その 2）

### 3.3.4 D社

測定対象の船の積荷は大豆粕である。作業は、クレーンバケットで船倉内の床が見えるまで荷揚げをした後、作業者が船倉内に入り、スコップや竹箒で大豆粕を集め、集めた大豆粕をバケットで荷揚げする。バケットで荷揚げの後、清掃作業等を行う。測定は、船倉の作業員 2 人に対して実施した。作業員の粉じんばく露濃度の測定結果を表 3.4 に示す。本調査では、作業の関係で、NWPS-254 型個人ばく露粉じん計での測定のため、粉じんばく露濃度の変動状況の測定は行えなかった。測定中の作業状況を図 3.25 と図 3.26 に示す。なお、粉じん中の遊離けい酸含有率は 2.2%であり、管理濃度は  $0.72[\text{mg}/\text{m}^3]$ であった。

表 3.4 粉じんばく露濃度測定結果

	粉じんばく露濃度 [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	管理濃度 [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	管理濃度超え (超えれば○)
作業員①	4.98	0.72	○*
作業員②	6.42	0.72	○



図 3.25 船底での清掃作業状況（その 1）

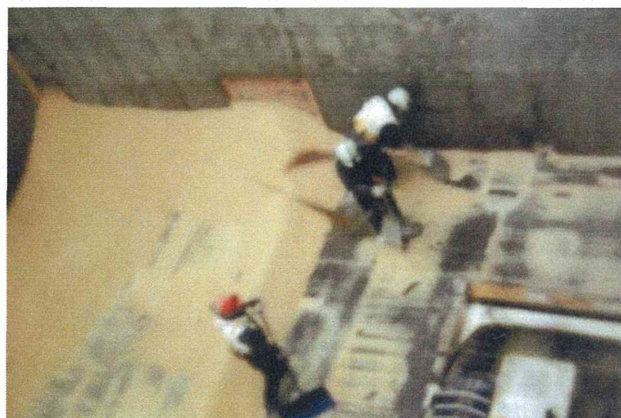


図 3.26 船底での清掃作業状況（その 2）

表 3.4 より、作業者の粉じんばく露濃度が、他の船底での清掃作業に比べて著しく高濃度なのは、積荷が大豆粕のため、乾燥しており、粉じんの発生しやすい状況にあった。また、大豆を畑から収穫するときに、畑の土が大豆に付着し、その土が大豆粕にする工程でも取りきれないまま、荷積みされたため、輸送中に偏石等により船底に少し溜まったため、大豆粕でありながら、2.2%の遊離けい酸含有率を示したと考えられる。以前小麦、トウモロコシ及びコウリヤンの船底清掃作業の測定をしたときに、同様な経験をした

### 3.4 結論

4 事業場の 11 名の作業者の粉じんばく露濃度測定結果をまとめて表 3.5 に示す。また、船倉清掃作業時の全作業者の粉じんばく露濃度測定の集計結果を表 3.6 に示す。

表 3.5 船倉清掃作業時の粉じんばく露濃度測定結果のまとめ

作業場所	作業者	粉じんばく露濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度超え (超えれば○)
A 社	①	0.80	0.07	○
	②	1.10	0.07	○
B 社	③	0.32	0.07	○
	④	0.20	0.07	○
	⑤	0.31	0.51	○*
C 社	⑥	0.66	0.51	○
	⑦	0.06	0.51	×
	⑧	0.98	0.51	○
	⑨	0.39	0.51	○*
	⑩	0.39	0.51	○*
D 社	⑪	4.98	0.72	○*
	⑫	6.42	0.72	○

\*: 10 分間移動平均の値が管理濃度を上回っているので管理濃度を超えていると判断した。

表 3.6 船倉清掃作業時の粉じんばく露濃度測定を集計結果

粉じんばく露濃度		管理濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度 超えの割合	
幾何平均[mg/m <sup>3</sup> ] (幾何標準偏差)	濃度範囲			
0.64 (3.86)	0.06～6.42	0.07～0.72	91%	10/11

表 3.6 に示すように 91% (10/11) の作業で管理濃度を超えていた。このことより管理濃度以下に粉じんばく露濃度を低減することは困難であることが予想される。

現在「荷役作業後の清掃作業」作業は、粉じん則で粉じん作業に指定されていないが、本研究で現場調査を行い、新たに粉じん作業に指定すべきか検証した結果、ほとんど全ての清掃作業で管理濃度を超えていることが明らかになった。

よって粉じん則を改正し、「粉じん作業」とする必要があると考える。

さらに、船倉清掃作業は外付け式フード等の局所排気装置を用いた粉じん対策が困難な作業と考えられるので、呼吸用保護具を着用することを義務付けた別表第 3 の作業にすることが適切な措置と考える。

船倉清掃作業は、長年測定を行うべく、船主協会、商社、船舶運用会社等各方面にお願いをしてきたが、外国船籍の場合の治外法権、船主の了解、測定時の測定者の安全等の問題から、荷主の許可が得られず、測定が難しかった。

本年は、4 事業場で 11 名の作業者について、粉じんばく露濃度測定が出来たことは、奇跡に近く、測定を許可してくれた事業所に心から御礼申し上げます。



## 4. 局所排気装置等以外の粉じん発散防止抑制装置に関する研究

### 4.1 目的

有害物質が発生する工場内の作業環境では、作業者の健康と安全を守るために、厚生労働省令において、局所排気装置等（以下、局排等）の設置が義務付けられている。局所排気装置とは、作業工程で発生した有害物質を周囲に拡散する前に吸引除去し、屋外へ排出するシステムのことをいい、作業環境を良好に保つための有効な手段とされている。

局所排気装置には、法令により構造要件と性能要件が定められており、要件を満たさないと法的に局所排気装置と認められない。その性能要件は特定化学物質（以下、特化物）、有機溶剤、鉛、粉じん及び石綿については制御風速方式が、鉛と一部の特化物には抑制濃度方式が定められている。制御風速とは、有害物質を吸引するために必要となる風速のことをいい、外付け式フードにおいては、フードの開口面から最も離れた作業位置の風速が制御風速を満たす必要がある。外付け式フードや囲い式フード等のフードの形状に応じて制御風速が定められていて、制御風速を守れば有害物質が作業環境中に漏洩しないとされている。

しかし、実際に作業環境測定を行うと、制御風速を満たしているにも関わらず、作業環境が良くない場合がある。また、逆に、局所排気装置が制御風速を満たしていないにも関わらず、作業環境が良好な場合もある。これは、局所排気装置からの漏洩は制御風速だけでなく、局所排気装置が作業状況と適合しているか否かに大きく左右されるためである。そのため、制御風速は装置の設計の際には重要なパラメーターとなるが、本来は装置の設計要件にとどめ、出来上がった装置が作業場で有効に稼働しているかどうかは、作業環境測定により作業場の粉じん濃度測定結果から評価されるべきであると考えられる。

近年、有機溶剤中毒予防規則（以下、有機則）、特定化学物質障害予防規則（以下、特化則）、鉛中毒予防規則においては、局所排気装置の設置が義務付けられた作業場において、作業者の安全が確保され、作業環境が良好とされる第一管理区分に区分され、かつ所轄労働基準監督署長からの許可を得た場合には、特例として局排等以外の代替措置を取っても良いことになった。つまり、局所排気装置に規定された性能要件を満たさない装置であっても所定の要件を満たせば使用を認められることが可能になり、作業環境測定のみによって作業環境管理を行う方法も可能になる。作業環境が良好であれば、定められていた制御風速以下で装置を運用することが可能となり、エネルギーコストの削減に繋がる。さらに構造要件として屋外排気が規定されているが、屋内排気にすることで装置の小型化が図られ大幅な設備費の削減が期待できる。

現在、有機則等の改正により、局排等以外の発散防止抑制装置の設置が認められている有機溶剤の場合、漏洩を監視するために必要な市販のモニター等の常時監視装置が有機溶剤の漏洩監視に対応できていないのが現状である。また、有機溶剤の捕集に有効な活性炭も現場の有機溶剤の濃度に対する捕集時間と活性炭の飽和吸着の関係に明確な答えを出すのが難しい状況であるため、その運用に苦慮しているのが現状と考える。そうした現状を

考えた時、粉じんの局排等以外の発散防止抑制装置は、有機溶剤と違い、粉じん捕集のためのフィルター（ろ過材）が存在し、その運用もバグフィルター等で明らかになっており、さらに、粉じん漏洩を常時監視するための粉じん計もデジタル粉じん計等リアルタイムモニターが市販されている。こうしたことから、粉じんに関する局排等以外の発散防止抑制装置が一番実現性・実用性が高いと考える。しかし、このような特例は、有機溶剤等の化学物質は化学物質対策課で、粉じんはじん肺班で取り扱うといった行政の所轄部署の違いにより、粉じん障害防止規則（以下、粉じん則）においてはまだ認められていない。

そこで、本研究では、粉じん則においても同様に、局排等以外の粉じん発散防止装置の使用を可能にするため、粉じん則改正に必要な下記の 4 要件で、本当に局排等以外の発散防止抑制装置として認められるかについて検証を行った。

粉じん則改正に必要な 4 要件

- (1) 制御風速を満たしていなくても粉じん作業の作業性が良く、発散防止抑制装置の開口面からの漏洩が無いこと。
- (2) 発散防止抑制装置にろ過材等を取り付け、排出口からの排出粉じん濃度が管理濃度の 10 分の 1 以下になっていることを、排出口に設置したデジタル粉じん計等にて常時監視する。
- (3) 発散防止抑制装置を設置した場所の作業環境が第 1 管理区分であること。
- (4) 発散防止抑制装置を設置した状態で粉じん作業を行い、その時の作業者のばく露濃度および 10 分間移動平均値が管理濃度以下であること。

実験室系では、局排等以外の粉じん発散防止装置として実際に、屋内排気型フードを作製し、制御風速よりも遅い吸引風速で稼働した時に、環境への漏洩濃度および排気側の濃度測定をすることで、制御風速を下げても作業環境を良好に保つことができるかを検証した。また、現場検証では、現場の事業所の協力をいただき、現在現場に設置されている局所排気装置を用いて、吸引風速を通常より遅くする場合と吸引速度を制御風速より遅くした場合の吸引風速と漏洩濃度の関係等を求める模擬実験に近い測定を実施し、その時の作業環境測定及びばく露濃度測定を行い、局排等以外の発散防止抑制装置の実用性の検証を行った。

実験室系および現場検証で検討した結果から得られた知見を基に、4 要件を満たしていれば、局排等以外の発散防止抑制装置が特定粉じん発生源に係る装置として取り扱われることが妥当と考えられた場合には、所轄部署であるじん肺班に改めて粉じんに関する局排等以外の発散防止抑制装置の設置を特定粉じん発生源に係る措置として取り扱うために必要な要件を提案し、粉じん則が一部改正され、粉じん作業現場で局排等以外の発散防止抑制装置を使用できるようになることを最終目的にしている。

## 4.2 フランジ効果およびフィルターの圧力損失

### 4.2.1 フランジ効果

### (1) 実験目的

J. M. Dalla Valle の実験結果<sup>1)</sup>によると、フード周囲にフランジを付けることで、図 4.1 の右図のようにフード後方から流れ込んでくる気流がなくなり、等速度面はフード前方に伸びることが分かっている。このため、同じ排风量であってもフランジを付けた方がフードに向かう吸引風速は大きくなる（以下、フランジ効果）と考えられている。つまり、フランジを付けることで排风量の削減ができ、エネルギーコストやCO<sub>2</sub>排出量の削減が期待できる。しかし、B. Fletcher の実験結果<sup>2)</sup>や久保田の実験結果<sup>3)</sup>によると、フード開口面近傍においては、フランジ効果は見られず、逆に吸引風速が小さくなってしまふことが指摘されている。そこで、本実験ではフランジが無い時と有る時のフード開口面前方の風速を測定し、フランジ効果について検証した。

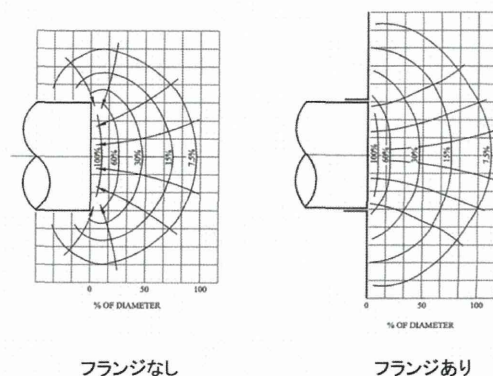


図 4.1 等速度面（左：フランジ無し、右：フランジ有り）

### (2) 実験方法

フード（サイズ：縦 300mm×横 300mm）をダクトと排気ファン（昭和電機株式会社製 EC-100T-R313）に接続し、フランジが無い時と有る時で、フード前方のフードに向かう吸引風速を測定した。実験の概略図を図 4.2 に示す。開口面風速は 0.8m/s、1.0m/s、1.2m/s、1.4m/s の 4 条件とした。開口面風速は左右対称であると確認した後、図 4.3 の青色の丸印で示すようにフード開口面の 6 点の 30 秒間の平均風速値が設定した開口面風速となっていることを事前に確認した。

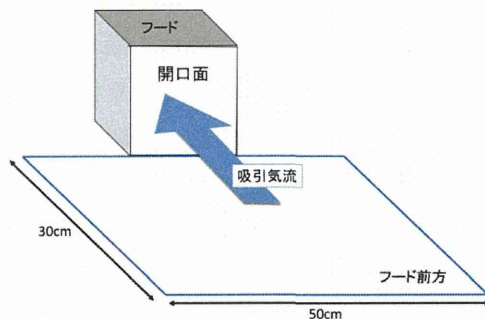


図 4.2 フード開口面の風速測定点

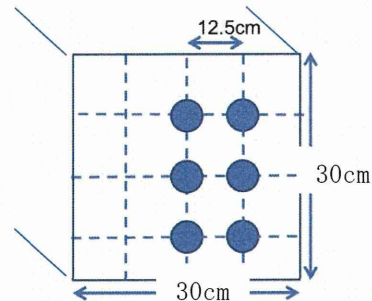


図 4.3 フード開口面の風速測定点

フランジを付けた時の様子を図 4.4 に示す。なお、フランジの幅は 10cm とした。



図 4.4 フランジを付けた時の外観

また、フード開口面前方における風速の測定点は、図 4.5 のピンク色の丸印で示すように横 2.5cm 間隔、縦 5cm 間隔の格子点上とし、フード中心から横に-25cm~+25cm、前方 30cm 以内の範囲とした。各点ごとの 30 秒の平均風速値の結果を、分布図を作成するソフト (Graph-R230) に入力し、フード前方の風速分布図を作成した。

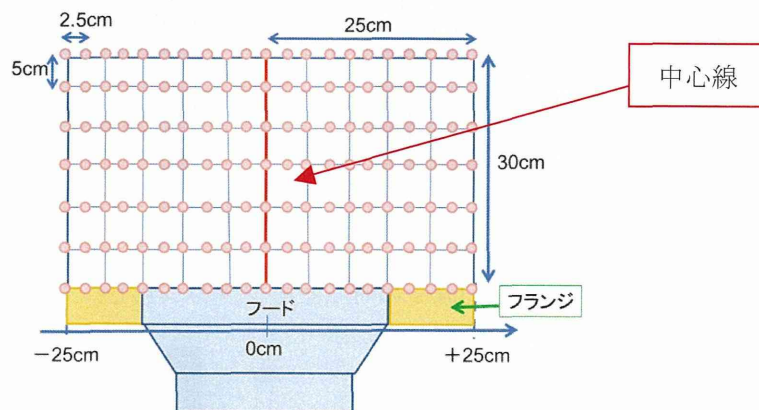


図 4.5 フード前方の風速測定点 (平面図)

### (3) 実験結果

開口面風速ごとにフード前方の風速分布図を図 4.6~図 4.9 に示す。

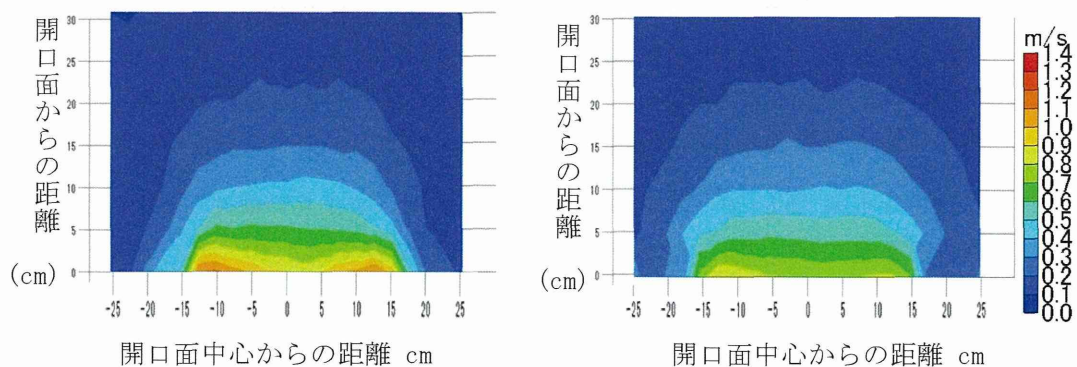
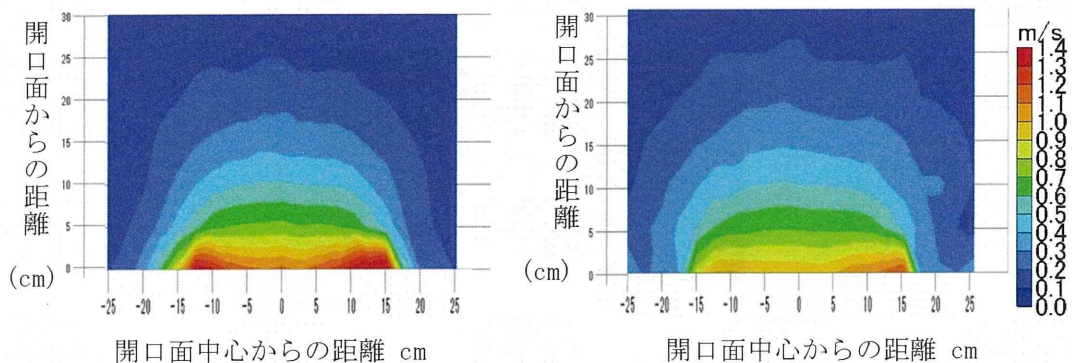
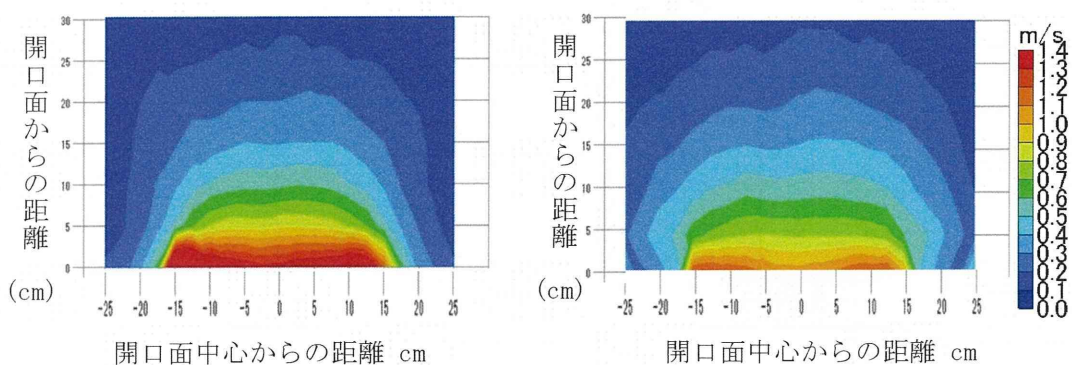


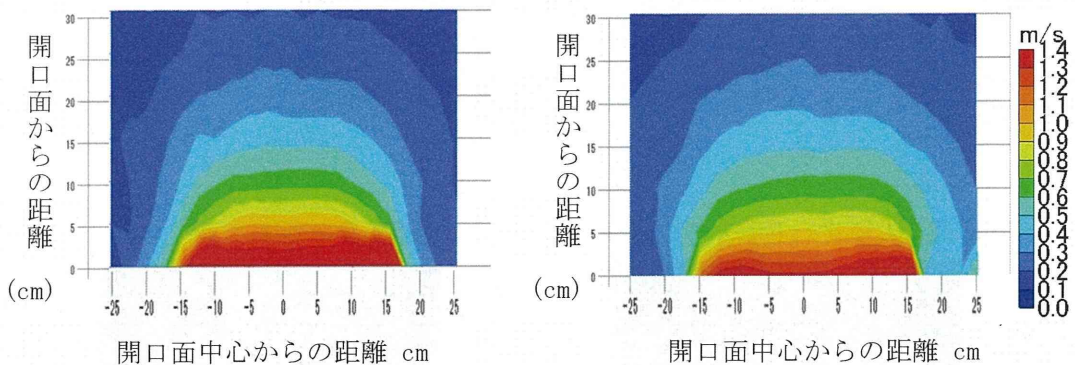
図 4.6 開口面風速が 0.8m/s の時 (左 : フランジ無し、右フランジ有り)



開口面中心からの距離 cm  
開口面中心からの距離 cm  
図 4.7 開口面風速が 1.0m/s の時 (左：フランジ無し、右フランジ有り)



開口面中心からの距離 cm  
開口面中心からの距離 cm  
図 4.8 開口面風速が 1.2m/s の時 (左：フランジ無し、右フランジ有り)



開口面中心からの距離 cm  
開口面中心からの距離 cm  
図 4.9 開口面風速が 1.4m/s の時 (左：フランジ無し、右フランジ有り)

ここで、風速分布図 (図 4.6~図 4.9) の中心線上の点 (図 4.5 の横軸 0cm 上の点) の風速結果を開口面風速ごとにフランジが無い時と有る時の場合で図 4.10~図 4.13 に示す。

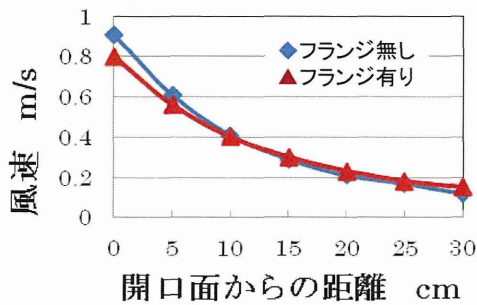


図 4.10 開口面風速 0.8m/s

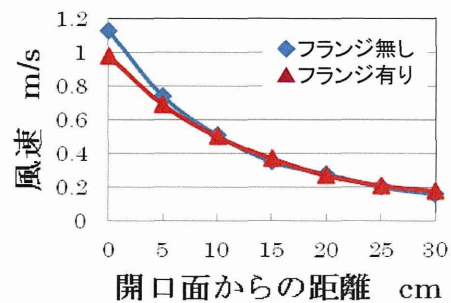


図 4.11 開口面風速 1.0m/s

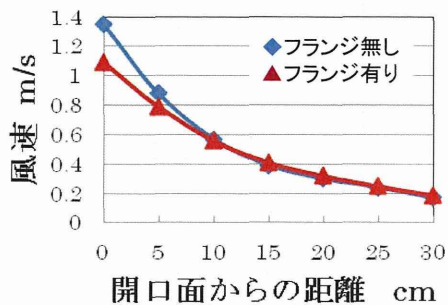


図 4.12 開口面風速 1.2m/s

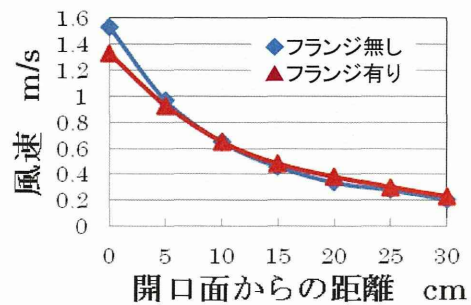


図 4.13 開口面風速 1.4m/s

図 4.10～図 4.13 より、開口面近傍では、フランジが無い方（青線）が有る時（赤線）よりも風速が速くなっていることが分かる。ただし、フード開口面からある程度離れるとフランジをつけた方が風速は若干速くなり、フランジ効果が見られた。

#### (4) 考察

フード開口面前方の風速分布図（図 4.6～図 4.9）より、フランジを付けることで等速度面は横に広がっていることが分かった。このため、有害物質を捕捉する上で同じ開口面風速であってもフランジを付ける方がより発散源を捕捉できる範囲が広まると考えられ、Dalla Valle によるフランジ効果は確認された。また、B. Flecher の実験結果<sup>2)</sup>や久保田による実験結果<sup>3)</sup>が示したようにフード開口面近傍では、図 4.10～図 4.13 よりフランジを付けることでフランジを付けていない時よりも吸引風速が小さくなることが確認できた。

この結果より、発散源の位置がフード開口面からどのくらい離れているかによってフランジを付けるべきか否かを考慮する必要があると考えられた。

### 4.2.2 フィルターの圧力損失

#### (1) 実験目的

屋内排気型フードを粉じん作業場で用いる場合、粉じんをフィルターで捕集する必要がある。その際にフィルターの圧力損失を把握することは重要であり、屋内排気型フードに内蔵するファンを選定するときにもフィルターの圧力損失を把握することは不可欠である。

そこで、フィルターの面速に対する圧力損失を測定した。

## (2) 使用したフィルター

使用したフィルターを図 4.14 及び図 4.15 に示す。本研究では、プレフィルターに金属メッシュフィルター（布引製作所社製 sus304）を用い、その後ろにメインフィルターとして HEPA フィルター（Panasonic 社製）を用いた。

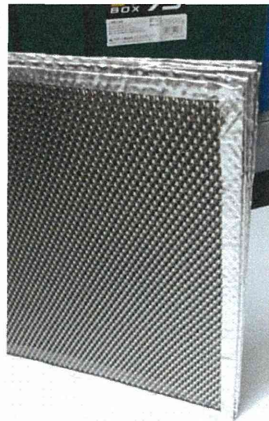


図 4.14 金属メッシュフィルター



図 4.15 HEPA フィルター

この金属メッシュフィルターはメインフィルターを保護するためのものである。例えば、溶接作業時に発生する熱を持った金属ヒュームを直接 HEPA フィルターで捕集すると表面が熱で焦げてしまうため、これを防止するために HEPA フィルターの前に金属メッシュフィルターが挿入されている。また、フードで捕集した粉じんの大部分を金属メッシュフィルターで捕集できるため（乾式、 $1\mu\text{m}$  以上の粒子に対して 90%~99%の捕集効率）、HEPA フィルターに堆積する粉じんの量が減り、HEPA フィルターの寿命を伸ばし、交換頻度を下げる効果がある。さらに、網目が大きいいため、圧力損失が極めて小さくて済み、さらにその材質・構造から強度も充分である。使い捨てではなく、バイブレーション、水洗い等により捕集物の回収およびフィルターの洗浄が簡単に行える。

HEPA フィルターは、粒径  $0.3\mu\text{m}$  の粒子に対して 99.97%以上の捕集率をもつ、かなり高性能なフィルターであり、初期圧力損失は 245Pa 以下の性能を持つ。

## (3) 実験方法

金属メッシュフィルターと HEPA フィルターの圧力損失を求めた。実験の外観を図 4.16 に示す。面速（フードの開口面風速）が 0.5m/s、0.6m/s、0.8m/s、1.0m/s、1.2m/s、1.4m/s の時のフィルター通過後の圧力を微差圧計で測定し、大気圧との圧力の差（圧力損失）を求めた。事前に設定面速にフード開口面積を乗じて算出した流量を排気できるよう、フードの排気側に接続した流量計で速度圧を確認しながらインバーターで排気ファンの排風量を調整した。

ここで、金属メッシュフィルターは通常 10 枚セットで用いられることが多いが、本実験では HEPA フィルターに金属メッシュフィルターを 0 枚、5 枚、6 枚、8 枚、10 枚と枚数を変えて重ねた時の圧力損失を測定した。

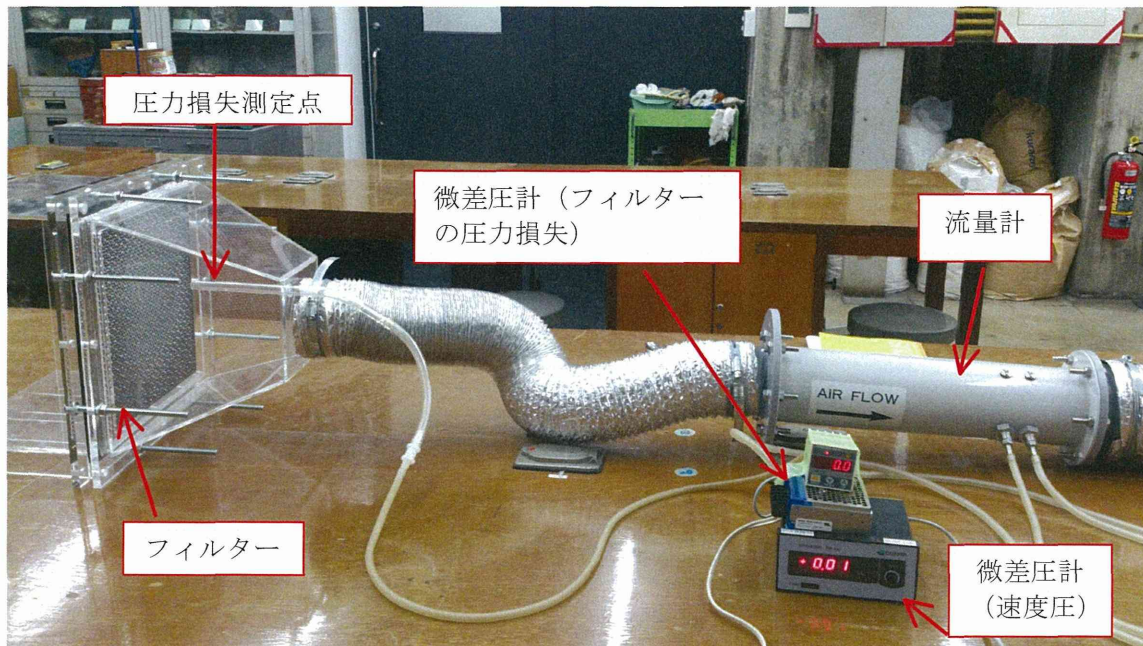


図 4.16 実験装置の外観

(4) 実験結果

圧力損失の測定結果を図 4.17 に示す。

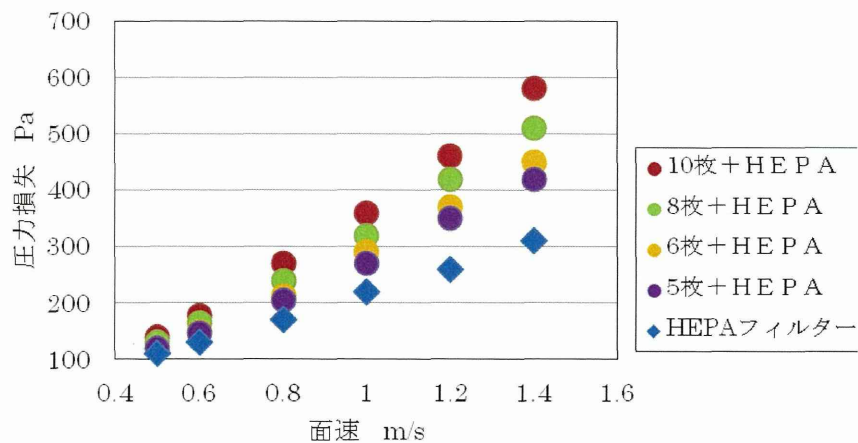


図 4.17 フィルターの圧力損失

面速を速くするほど圧力損失は上昇していた。この結果から、HEPA フィルターの圧力損失を差し引いた金属メッシュフィルターだけの圧力損失を枚数別に図 4.18 に示す。



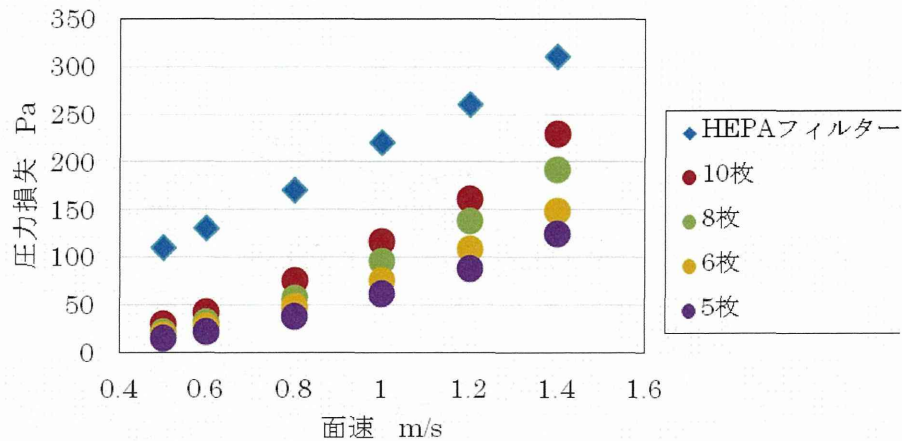


図 4.18 フィルターの圧力損失

図 4.18 より、面速に対して HEPA フィルターの方が圧力損失は大きいことが分かった。金属メッシュフィルターの圧力損失は HEPA フィルターよりも小さく、面速が速くなるごとに枚数による圧力損失の大きさに差が生じた。また、面速 0.5m/s~1.4m/s の範囲では HEPA フィルターは直線を描くように上昇し、金属メッシュフィルターは放物線を描くように圧力損失が上昇していた。面速 1.0m/s の時の金属メッシュフィルターの圧力損失は 150Pa 以下であった。この値はフィルターの中でも極めて小さく、イニシャルコスト、ランニングコストともに非常に経済的なフィルターであると考えられる。

#### (5) 考察

屋内排気型フードに挿入するフィルターの圧力損失を調べた。金属メッシュフィルターは HEPA フィルターよりも圧力損失は小さく、ファンへの負荷も小さいと考えられた。HEPA フィルターはバグフィルター等の集塵フィルターの中では比較的圧力損失は大きい、粒径  $0.3\mu\text{m}$  の粒子を 99.97%捕集でき、屋内排気には必要なフィルターである。屋内排気型フードには市販の金属メッシュフィルター10枚セットを使用することから、図 4.17 の 10枚 + HEPA フィルターの面速に対する圧力損失の結果を参考にし、ファンを選定する。

#### 4.2.3 総括

フランジ効果について調べた。フランジを付けることでフード前方の等速度面が前方にも横にも広がり、発散源を捕捉できる範囲が広がることを確認できた。その一方、フード開口面近傍の吸引風速はフランジ効果が見られず、逆にフランジを付けることでフランジ近傍の風速は遅くなることが分かった。これらのことから、有害物質の発生状況や発散源とフード開口面の距離から、フランジを付けるか否かを考慮する必要があると考えられた。屋内排気型フードを作製するにあたり、フィルターの圧力損失を調べた。金属メッシュフィルターは圧力損失が小さく、ファンへの負荷も低減できる有用なプレフィルターであると考えられた。また、金属メッシュフィルターと HEPA フィルターを重ねた時の面速に対す

る圧力損失を測定した結果から、この圧力損失に耐えうるファンを選定し、屋内排気型フードの作製を行う。

#### 参考文献

- 1) 沼野雄志：新やさしい局排設計教室、中央労働災害防止協会、2005、p90～p92
- 2) Fletcher.B.(1978)： Effect of Flanges on The Velocity in front of Exhaust Ventilation Hoods. Ann.occup.Hyg.21, p.265-269
- 3) 久保田裕仁，岩崎毅，村田克，名古屋俊士：局所排気装置の外付け式フードに付けたフランジが開口面近傍の風速に与える影響と排気風量を求める計算式、作業環境 2015、35(4)、p.57-66

### 4.3 ダクト付きフードを用いた制御風速等に関する実験

#### 4.3.1 実験目的

屋内排気型フードに内蔵するファンを選定するため、2章で調べたフィルターの圧力損失に加え、発生した煙をフードで十分に捕捉するために必要となる排風量を求める必要がある。そこで、本実験では2種類のダクト付きフードを用いて、模擬的に発生させた煙を周囲に拡散せずフードで十分に捕集できる排風量を測定した。また、制御風速を満たさなくても発生した煙を捕捉できる場合があると考えられている<sup>1)</sup>。このため、各排風量時の捕捉点風速も同時に測定し、制御風速より遅い吸引風速であっても発生した煙を捕捉できるか否かを検証した。

さらに、制御風速は作業者がいない状態の捕捉点風速を表しているため、作業者がフード開口面に向かって作業をしている時の実際の状況とは異なる。このため、作業者がいない状態で制御風速を満たす場合であっても、作業者がフード前方で作業をする場合にはその制御風速が保たれない可能性がある。つまり、フード前方の作業者の有無で捕捉点風速の大きさに変化があると考えられる。そこで、本実験では発散源に発煙ノズルを用いた場合において、マネキンを作業者に見立て、フード前方にマネキンが無い時と有る時で捕捉点風速に変化があるかを併せて検証した。

#### 4.3.2 実験方法

本実験では縦300mm×横500mmのフード（以下、フード1）と縦500mm×横500mmのフード（以下、フード2）を用いた。実験の概観を図4.19に示す。

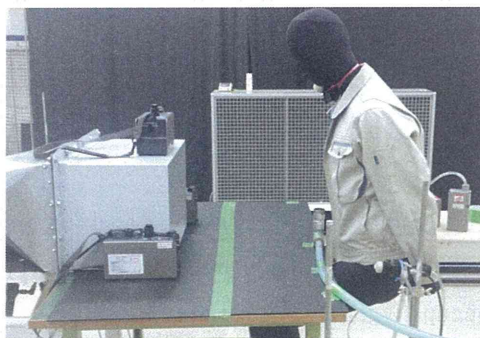


図 4.19 実験の概観

作業台上にフードと煙発散源（煙発生量：30L/min）、作業者に見立てたマネキンを設置した。煙発生装置にホースでつなげた煙発散源から煙を発生し、30 秒後に作業台周囲の漏洩濃度およびばく露濃度の測定を 10 分間行った。

(1) 発煙方法

煙発生装置から 30L/min で煙を発生し、図 4.20 に示す 2 種類の発散源（発煙ノズル、発煙 BOX）から煙を発生させた。2 種類の発散源の寸法を表 4.1 に示す。

表 4.1 発散源の寸法

発散源の種類	発散源の寸法
発煙ノズル	高さ：130mm、内径：35mm
発煙 BOX	上面：φ2.0mm×ピッチ 3.5mm のパンチング板 縦：200mm、横：300mm、高さ：100mm



図 4.20 煙の発散源（左：発煙ノズル、右：発煙 BOX）

(2) 発散源の位置

発煙ノズルは、フード開口面から中心線上(図 4.21 の A-Line 上)をフード高さの 1 倍、1.5 倍、2 倍離れた位置とその位置からフード端にずれた位置(B-Line 上)とした。ただし、フード 2 を用いた時にはファンの性能上限を超えたため、開口面からフード高さの 1 倍、1.5 倍離れた位置のみの測定とした。発煙ノズルの位置を図 4.21 に青色の丸印で示す。

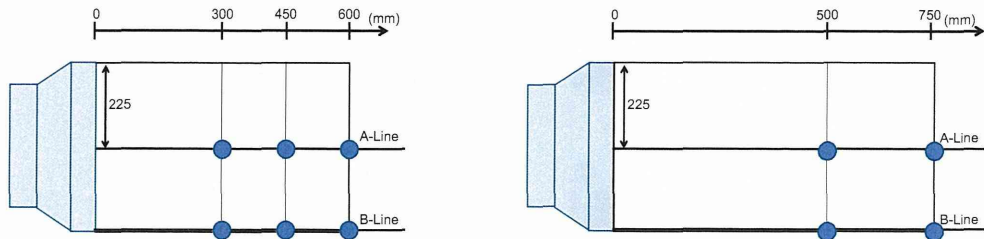


図 4.21 発散源の位置 (左：フード1、右：フード2)

発煙 BOX は図 4.21 の A-Line 上のみでの測定とし、発煙 BOX のフード開口面から遠い方の縁の中心が、フード開口面からフード高さの 1 倍、1.5 倍、2 倍離れた A-Line 上の点になるよう設置した。フード 1 を用い、フード開口面から 300mm 離れた位置に設置した時の様子を図 4.22 に示す。

### (3) 捕捉点風速の測定

捕捉点風速は微風速計を用い、30 秒間の平均値を測定結果として用いた。なお、捕捉点の高さは発煙ノズル（高さ 13cm）の上部から高さ 2cm 離れた点とした。捕捉点風速の測定点を図 4.23 に示す。

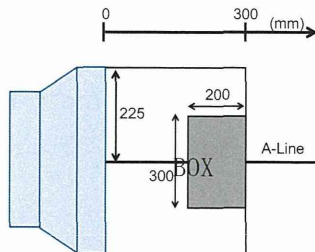


図 4.22 発煙 BOX の位置

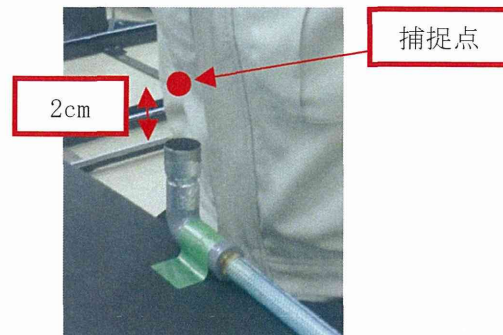


図 4.23 捕捉点風速の測定点

### (4) 漏洩およびばく露濃度の測定点

煙発生装置で煙を発生した時にフードで捕集しきれず周囲へ拡散した漏洩濃度およびマネキンの呼吸域にあたるばく露濃度の測定をした。濃度測定点を図 4.24 および図 4.25 にそれぞれ示す。フードからの漏洩濃度測定を目的としてデジタル粉じん計 LD-5 をフード周囲の 3 点（測定点①～③）に設置し、フードに吸引されずにマネキン周囲に漏洩した濃度測定を目的としてデジタル粉じん計 LD-6N を作業台横（測定点④）に 1 点、マネキンの腰の位置に左右 1 点ずつ（測定点⑤、⑥）、呼吸域（作業台上から高さ 500mm）に 1 点（測定点⑦）設置した。