

## 7.5 粉じん則一部改正のための現場検証調査

### 7.5.1 目的

これまでの結果から、作業環境が良好な場合には、局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くして稼働しても、作業環境を良好に維持できることが示唆された。このため、実際に粉じんを取り扱い、第 1 管理区分を維持している作業場で、作業現場に設置されている局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くした状態で局所排気装置からの粉じんの漏洩濃度、作業環境測定および作業者の粉じんばく露濃度測定を行い、局所排気装置の吸引風速を制御風速よりも遅くしても第 1 管理区分が維持できるかどうかの検証を行った。測定対象現場は、粉じん取扱い作業場で第 1 管理区分になっている事業場として、4 つの作業現場（金属研磨作業現場、衛生陶器研磨作業現場、プレート溶接作業現場、ベルト研磨・バフ研磨作業現場）を選定した。

### 7.5.2 測定方法

作業に発生する粉じんについて、作業環境測定および作業者の粉じんばく露濃度測定を作業中に行った。作業環境測定では、慣性衝突式ローボリュームエアサンプラーNW-354 とデジタル粉じん計 LD-5 を用いて、併行測定および各測定点における相対濃度測定を行った。粉じんばく露濃度測定では、デジタル粉じん計 LD-6N の検出部を作業者の肩に固定し、操作部および吸引ポンプを作業者の腰に装着し、作業中の連続測定を行った。

### 7.5.3 評価方法

作業環境測定基準に従った評価と個人粉じんばく露濃度と管理濃度との比較での評価を行った。さらに、管理濃度と粉じんばく露濃度の比較だけでなく、10 分間移動平均値の結果も併せて評価した。つまり、作業時の粉じんばく露濃度が管理濃度を下回った場合でも、発生する粉じん濃度の時間的変動状況によっては、一時的に粉じんばく露濃度が管理濃度を超えている場合も想定できるので、このことを考慮し管理濃度と粉じんばく露濃度の比較だけでなく、10 分間移動平均値の結果も併せて評価した。

### 7.5.4 金属研磨作業現場

#### 7.5.4(a) 測定対象作業現場の概要

油圧機器と精密機械加工、建機用部品と自動車用等を製作および加工する工場で、測定は工場内で金属加工に使用するドリル等の修理のために、両頭グラインダー、万能工具研磨機、研削盤、湿式研磨機により、ドリル等の切削工具を研磨する作業工程において、今回両頭グラインダーおよび研削盤において切削工具を研磨する作業が継続的に行われた。

作業場では、研磨作業に 2 名の作業者が従事していた。設置されている研磨機等には、局所排気装置が設置されており、連続稼働している。測定対象作業場の概略を図 7.1 に示す。また、研磨作業の状況を図 7.2 に示す。

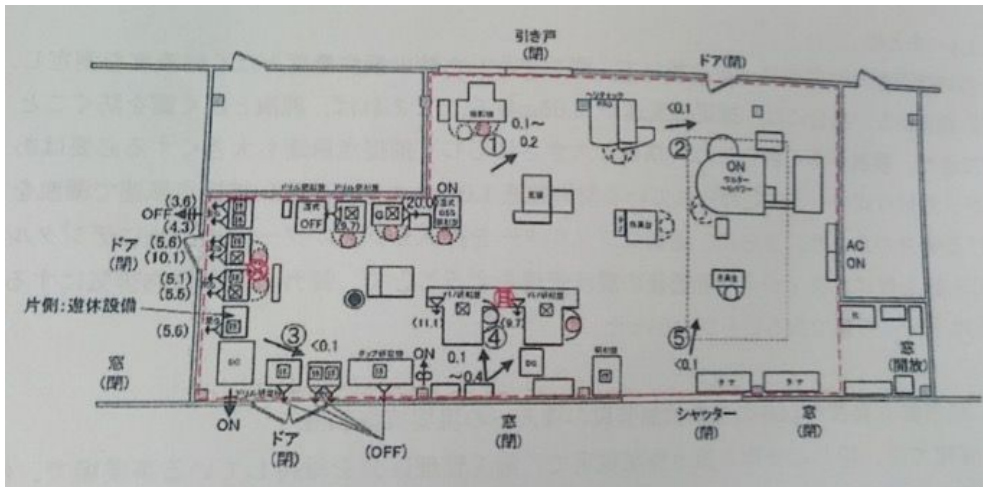


図 7.1 測定対象作業場の概略



図 7.2 研磨作業の作業状況

#### 7.5.4(b) 作業環境測定

測定対象作業場に、図 7.1 に示す 5 測定点 ( ~ ) を設定して、作業環境濃度を測定した。併行測定により求めた質量濃度変換係数  $K$  値は、 $0.0040 \text{ mg/m}^3/\text{cpm}$  である。また、粉じん中の遊離けい酸は 0 % であり、管理濃度は  $3.0 \text{ mg/m}^3$  である。

各測定点の測定結果および結果から算出した管理区分を表 5.1 に示す。

表 5.1 各測定点における粉じん濃度と管理区分

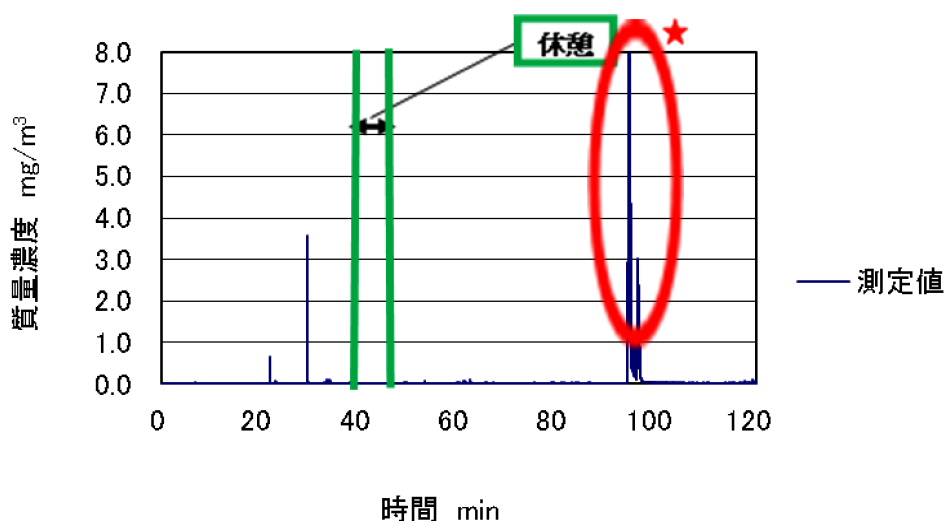
粉じん濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	測定点 1	0.07
	測定点 2	0.06
	測定点 3	0.06
	測定点 4	0.13
	測定点 5	0.04
幾何平均値 $M_1$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )		0.07
幾何標準偏差 $\sigma_1$		1.53
幾何標準偏差		2.21
$E_{A1}$		0.25
$E_{A2}$		0.09
管理濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )		3.0
管理区分		第 1 管理区分

表 5.1 よりこの作業環境は第 1 管理区分である。

#### 7.5.4(c) 研磨作業時の作業者の粉じんばく露濃度測定および漏洩濃度測定

##### 1) ドリル研削機による研磨作業

ドリル研削機による研磨作業を行っている作業者の粉じんばく露濃度測定結果は  $0.058 \text{ mg}/\text{m}^3$  であった。また、作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 7.3 に示す。さらに、10 分間移動平均値の結果を図 7.4 に示す。



( は、意図的に排気装置の排風量を変更したことによる濃度の上昇を示す)  
図 7.3 ドリル研削機による研磨作業時の粉じんばく露濃度の変動状況

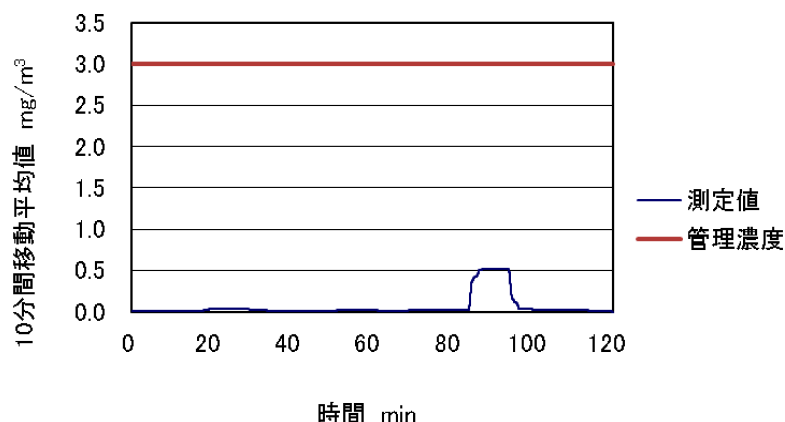


図 7.4 ドリル研削機による研磨作業時の粉じんばく露濃度の変動状況  
(10 分間移動平均値)

図 7.3 より短時間ではあるが著しく高濃度の粉じんにばく露されていた。しかし、図 7.4 の粉じんばく露濃度の 10 分間移動平均値の変動状況やばく露濃度が  $0.058 \text{ mg/m}^3$  であったこと、さらに、作業者が意図的に排気装置の排風量を変更したことによる濃度の上昇であったことを考慮すると、この作業は、ばく露濃度の低い作業と考えられる。

また、この作業場ではドリル研削機に取り付けられているキャノピー式フードにより、ドリル研磨作業時に発生した粉じんを吸引していた。そこで、研磨作業時にキャノピー式フードから漏洩して環境中に飛散する粉じんの濃度測定を行った。その時の漏洩粉じん濃度は、 $0.17 \text{ mg/m}^3$  であった。また、その時の漏洩粉じん濃度の時間的変動状況を図 7.5 に、10 分間移動平均値を図 7.6 に示す。

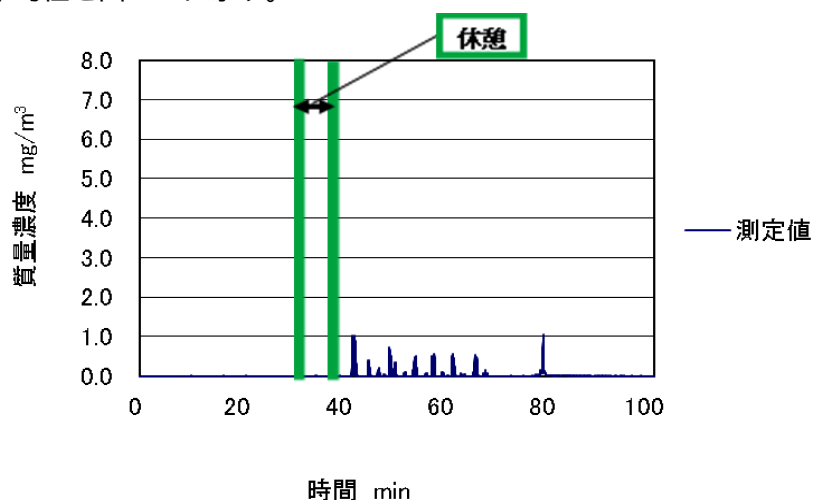


図 7.5 ドリル研削機による研磨作業時の漏洩粉じん濃度の変動状況

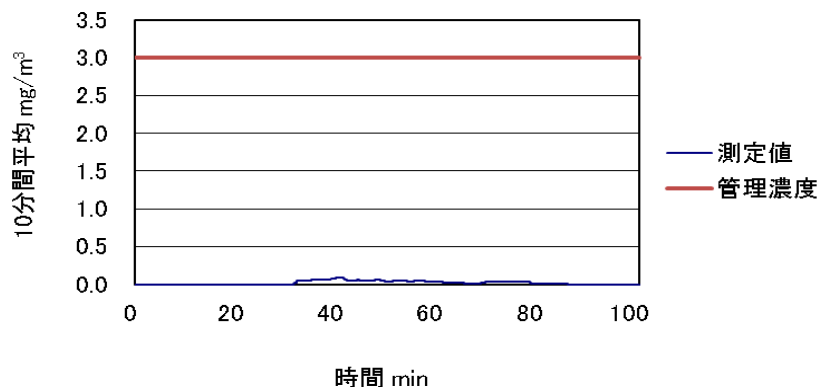
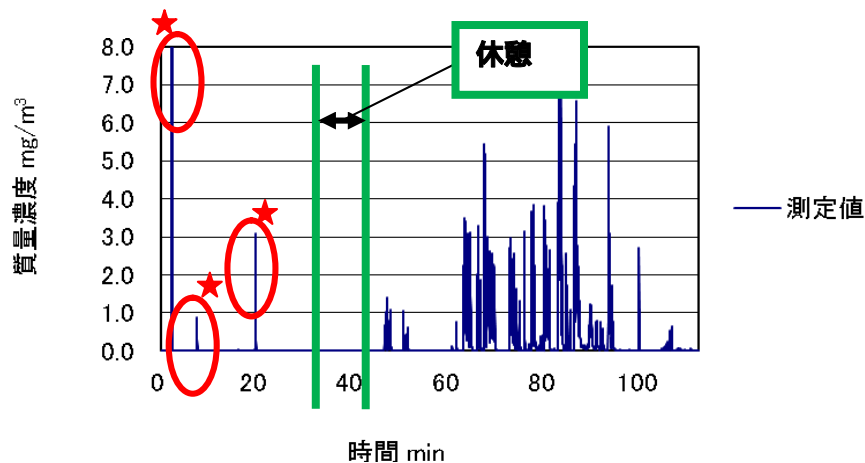


図 7.6 ドリル研削機による研磨作業時の漏洩粉じん濃度の変動状況  
(10分間移動平均値)

漏洩粉じん濃度が  $0.17 \text{ mg/m}^3$  であり、粉じん濃度の変動状況からも、切削用ドリルの刃を研ぐための作業であり、1本の切削用ドリルにかかる時間も短いため、作業時の漏洩濃度は著しく低濃度であった。

## 2) グライNDER研削機による研磨作業

作業場概略図(図 7.1 参照)の測定点 付近の研磨作業では、グライNDER研削機に取り付けられているフレキシブルダクトにより、研磨作業時に発生した粉じんを吸引していた。そこで、研磨作業時にフレキシブルダクトから漏洩して環境中に飛散する粉じんの濃度測定を行った。その時の漏洩粉じん濃度は、 $0.21 \text{ mg/m}^3$  であった。また、その時の漏洩粉じん濃度の時間的変動状況を図 7.7 に、10分間移動平均値を図 7.8 に示す。



( は作業によるものでなく、機器の付け替えにより、カウントが上昇したことを示す)

図 7.7 グライNDER研削機による研磨作業時の漏洩粉じん濃度の変動状況

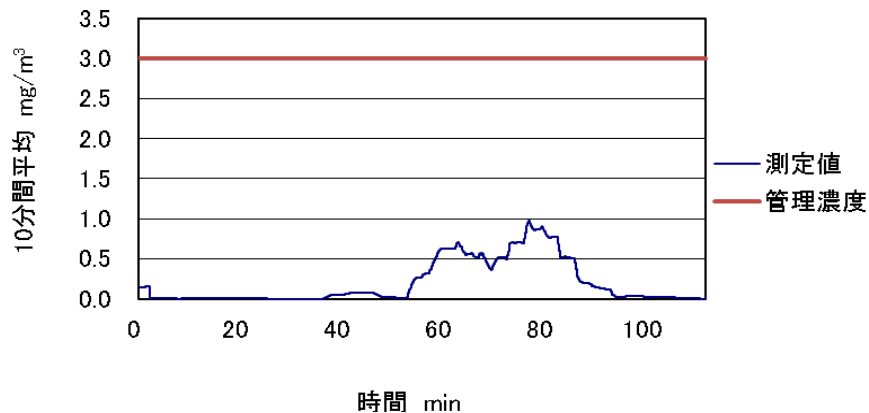


図 7.8 グラインダー研削機による研磨作業時の漏洩粉じん濃度の変動状況 (10 分間移動平均値)

図 7.7 より研磨作業を行っている時は、研磨機に取り付けられているフレキシブルダクトからの粉じんの漏洩が認められた。これは、研磨作業の飛散する粉じんの方向および飛散の広がり具合と飛散粉じんを吸引するフレキシブルダクトの開口面の位置関係があっ  
ていなかったことに関係していると考えられる。しかし、図 7.8 の粉じんの漏洩濃度の 10 分  
間移動平均値の変動状況や漏洩粉じん濃度が  $0.21 \text{ mg/m}^3$  であることから、作業環境を悪化  
させるような漏洩濃度ではないと考えられる。

### 3) キャノピー式フードの吸引風速と漏洩濃度の関係

グラインダーを用いて切削用ドリルの歯を研ぐための作業時に、キャノピー式フードの  
吸引風速を通常、半分および 0 にした際の、発散源付近の粉じん漏洩濃度の変動状況を測  
定した。その時の研磨作業状況を図 7.9 に示す。また、キャノピー式フード開口面におけ  
る吸引風速の測定状況を図 7.10 に示す。ただし、粉じん漏洩濃度はデジタル粉じん計 LD-5  
を用いて測定し、その時の質量濃度変換係数 K 値は  $0.0040 \text{ mg/m}^3/\text{cpm}$  である。



図 7.9 粉じん漏洩濃度測定時の研磨作業状況



図 7.10 キャノピー式フード開口面における吸引風速の測定状況

a) キャノピー式フードを通常の吸引風速で稼働した時

キャノピー式フードを通常の吸引風速で稼働した時のフード開口面左右の吸引風速を表 5.2 に示す。また、その時の粉じん漏洩濃度の時間的変動状況を図 7.11 に示す。

表 5.2 キャノピー式フードの吸引風速

測定位置	吸引風速(m/s)
右側	2.05
左側	1.71
平均値	1.88

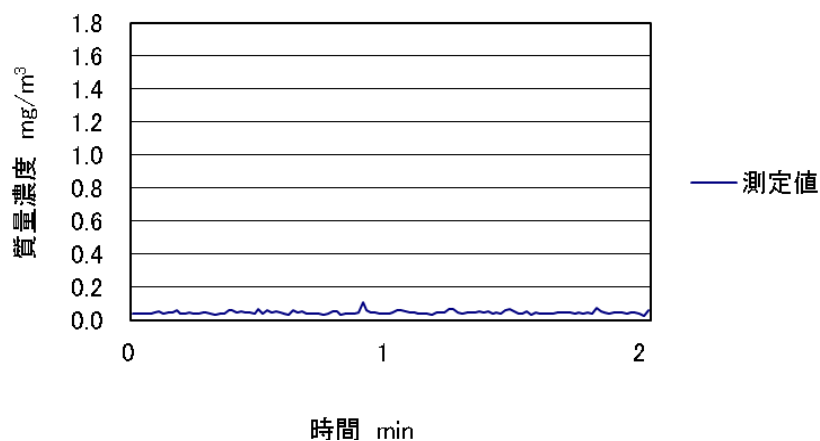


図 7.11 キャノピー式フードを通常の吸引風速で稼働した時の粉じん漏洩濃度の時間的変動状況

図 7.11 より、キャノピー式フードを通常の吸引風速で稼働した時の粉じん漏洩濃度は著

しく低濃度であった。

b) キャノピー式フードを通常の半分の吸引風速で稼働した時

キャノピー式フードを通常の半分の吸引風速で稼働した時のフード開口面左右の吸引風速を表 5.3 に示す。また、その時の粉じん漏洩濃度の時間的変動状況を図 7.12 に示す。

表 5.3 キャノピー式フードの吸引風速

測定位置	吸引風速 (m/s)
右側	1.51
左側	1.17
平均値	1.34

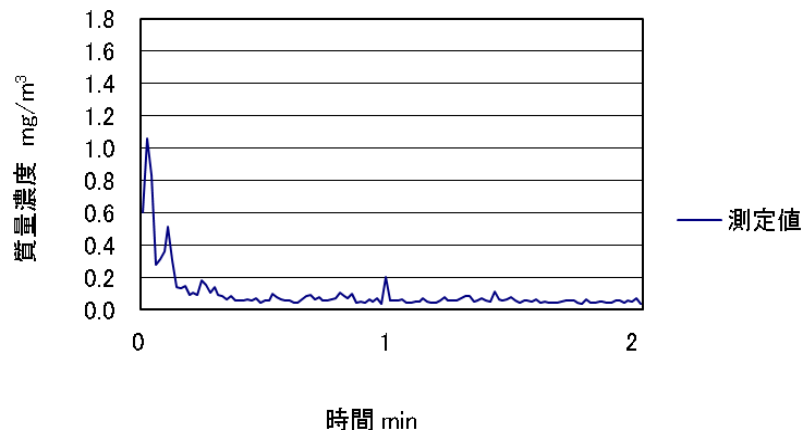


図 7.12 キャノピー式フードを通常の半分の吸引風速で稼働した時の粉じん漏洩濃度の時間的変動状況

図 7.12 より、キャノピー式フードを通常の吸引風速で稼働した時の粉じん漏洩濃度に比べて通常の半分の吸引風速で稼働した時の粉じん漏洩濃度の方が高い濃度を示した。しかし、作業環境を著しく悪化させるような漏洩濃度ではないと考えられる。

c) キャノピー式フードをの吸引を停止した時

キャノピー式フードの吸引を停止した時の粉じん漏洩濃度の時間的変動状況を図 7.13 に示す。



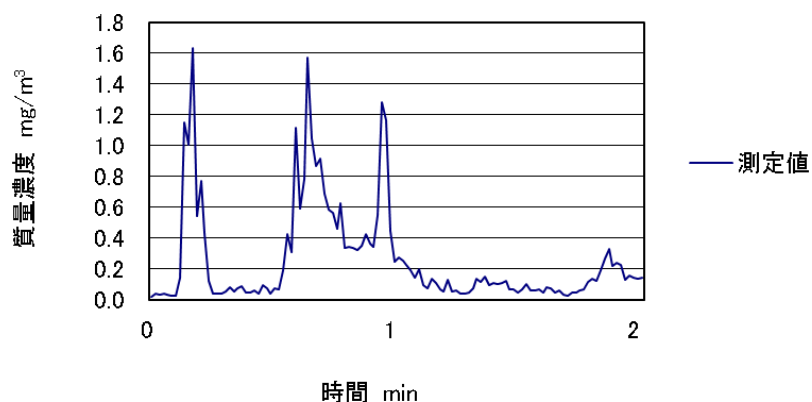


図 7.13 キャノピー式フードの吸引を停止した時の粉じん漏洩濃度の時間的変動状況

図 7.13 より、キャノピー式フードを通常の半分の吸引風速で稼働した時の粉じん漏洩濃度に比べて、当然のように吸引を停止した時の粉じん漏洩濃度の方が高い濃度を示した。

#### 7.5.4(d) まとめ

研削機による切削用ドリルの歯の研磨作業であったため、作業にともなう粉じんの発生が低濃度であったことと管理濃度が  $3.0 \text{ mg/m}^3$  であったことから、局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くしても作業環境は第一管理区分を維持しており、作業環境に影響を与えるような漏洩は認められなかった。

#### 7.5.5 衛生陶器研磨作業現場

##### 7.5.5(a) 測定対象作業現場の概要

衛生陶器を製造する工場で、測定は手持ち式グラインダーにより衛生陶器の表面を研磨する作業場で行った。作業場には 3 名の作業者が従事しており、囲い式フードが 3 台連続稼働していた。作業状況を図 7.14 に示し、測定対象作業場の概略を図 7.15 に示す。

作業時に、囲い式フード 3 台の吸引風速を通常の  $\frac{2}{3}$  および  $\frac{1}{3}$  にした際の、作業環境測定およびその時のフード 3 (図 7.15 参照) で従事していた作業者のばく露濃度を測定した。囲い式フードの吸引風速はフード開口面中央の点で測定した。



図 7.14 衛生陶器の研磨作業の作業状況

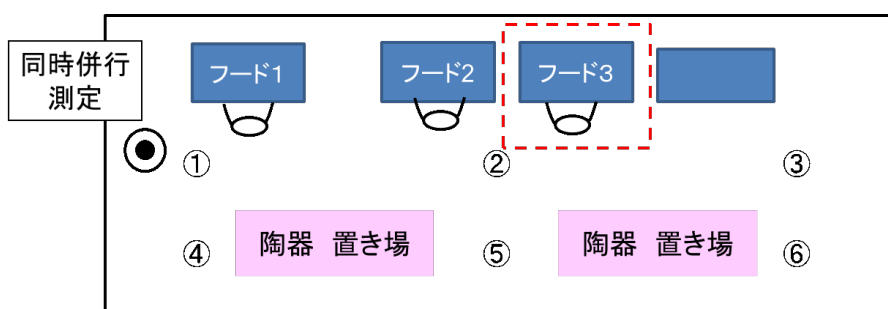


図 7.15 測定対象作業場の概略図

フード 1~3 の外観を図 7.16 に示に、寸法を表 5.4 に示す。

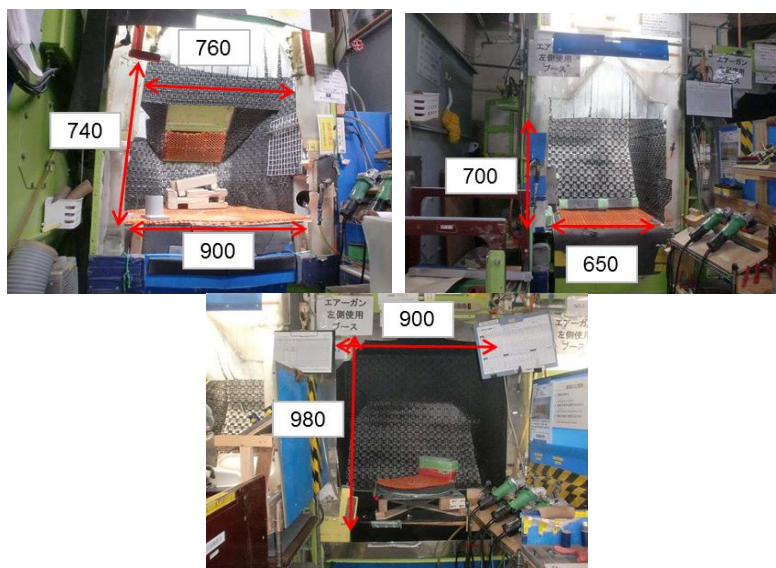


図 7.16 フードの外観（左：フード1、中央：フード2、右：フード3）

表 5.4 各フードの寸法

フードの種類	フード 1	フード 2	フード 3
高さ (mm)	740	700	900
幅 (mm)	上底：760 下底：900	650	980

7.5.5(b) 研磨作業時の作業者の作業環境測定およびばく露濃度測定

a) 囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時

囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時の 3 台のフード開口面中央の吸引風速は表 5.5 に示すとおりである。また、その時の作業場の作業環境測定の結果を表 5.6 に示す。作業環境測定では、測定対象作業場に図 7.15 に示す 6 測定点を設定して、測定を行った。併行測定により求めた質量濃度変換係数 K 値は  $0.0008\text{mg}/\text{m}^3$  である。また、粉じんの遊離けい酸含有率は 0.76 %であったため、管理濃度は  $1.58\text{mg}/\text{m}^3$  である。

表 5.5 フード開口面風速の測定結果

フードの種類	フード 1	フード 2	フード 3
風速 (m/s)	1.2	1.8	1.6

表 5.6 各測定点における粉じん濃度と管理区分

粉じん濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	測定点 1	0.07
	測定点 2	0.06
	測定点 3	0.06
	測定点 4	0.13
	測定点 5	0.04
	測定点 6	0.07
幾何平均値 $M_1$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )		0.07
幾何標準偏差 $\sigma_1$		1.47
幾何標準偏差		2.16
$E_{A1}$		0.24
$E_{A2}$		0.09
管理濃度( $\text{mg}/\text{m}^3$ )		3.00
管理区分		第 1 管理区分

表 5.6 よりこの作業環境は第 1 管理区分である。

この時に、フード 3 で作業をしている作業者のばく露濃度測定結果は、 $0.045\text{mg}/\text{m}^3$  であった。作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 7.17 に示す。さらに、10 分間移動平均値の結果を図 7.18 に示す。

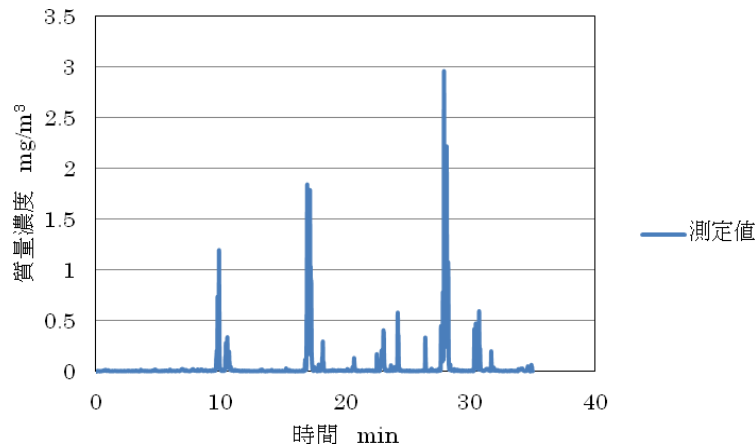


図 7.17 囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の変動状況

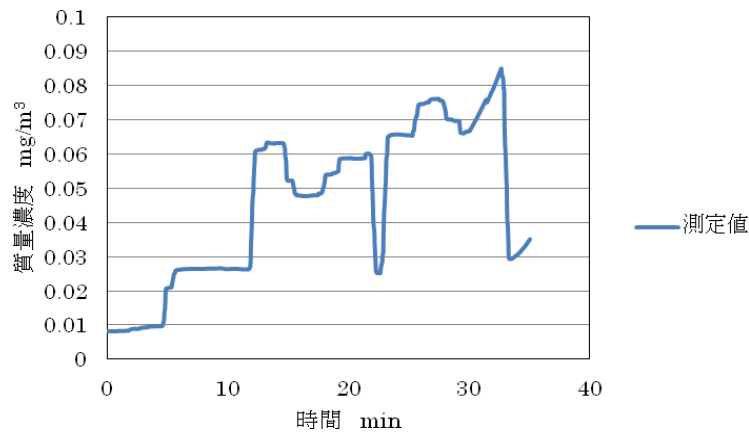


図 7.18 囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の変動状況（10 分間移動平均値）

粉じんばく露濃度は  $0.045 \text{ mg/m}^3$  であり、図 7.18 からもばく露濃度は低濃度であった。

b) 囲い式フードを通常の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時

囲い式フードを通常の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時のフード開口面中央の吸引風速は表 5.7 に示す通りである。その時の作業場の作業環境測定の結果を表 5.8 に示す。

表 5.7 フード開口面風速の測定結果

フードの種類	フード 1	フード 2	フード 3
風速 (m/s)	0.8	1.1	1.0

表 5.8 各測定点における粉じん濃度と管理区分

粉じん濃度 ( $\text{mg/m}^3$ )	測定点 1	0.02
	測定点 2	0.02
	測定点 3	0.01
	測定点 4	0.02

	測定点 5	0.03
	測定点 6	0.02
幾何平均値 $M_1$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )		0.02
幾何標準偏差 $\sigma_1$		1.29
幾何標準偏差		2.04
$E_{A1}$		0.06
$E_{A2}$		0.03
管理濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )		1.58
管理区分		第 1 管理区分

表 5.8 より、囲い式フードを通常時の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時の作業環境は第 1 管理区分であった。このことから、作業環境を著しく悪化させるような漏洩はなかったと考えられる。

この時、フード 3 で作業をしている作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、 $0.052 \text{ mg}/\text{m}^3$  であった。また、作業者のばく露濃度の時間的変動状況を図 7.19 に示す。さらに、10 分間移動平均値の結果を図 7.20 に示す。

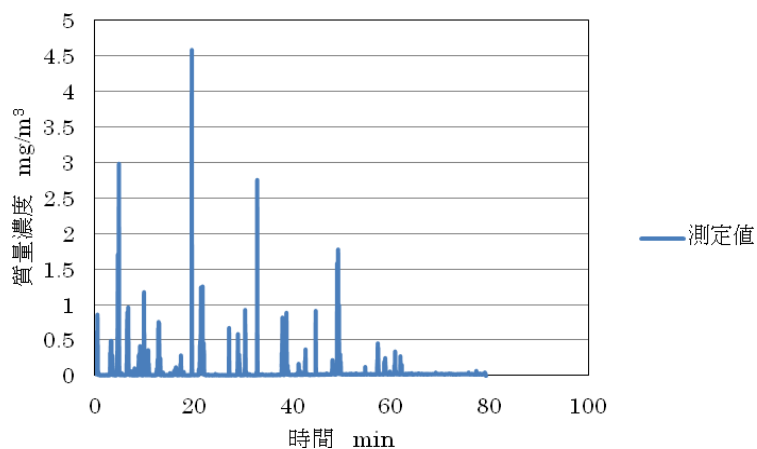


図 7.19 囲い式フードを通常時の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の変動状況

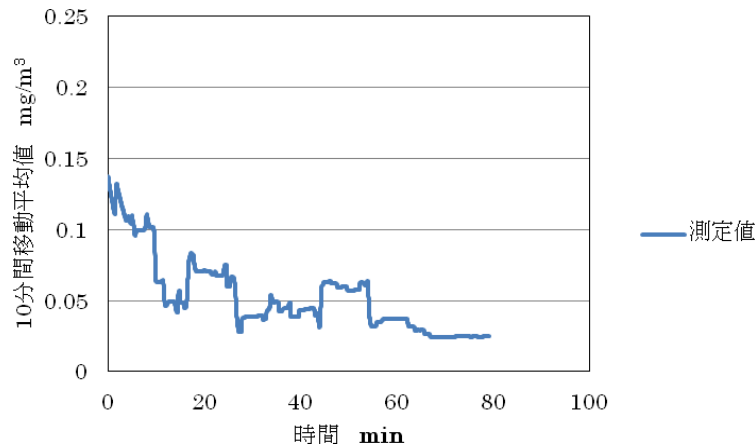


図 7.20 囲い式フードを通常の3分の2の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の変動状況（10分間移動平均値）

図 7.19 及び図 7.20 より、囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度に比べて、通常の3分の2の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の方が高い濃度を示した。しかし、管理濃度  $1.58 \text{ mg/m}^3$  と比べると、今回のばく露濃度 ( $0.052 \text{ mg/m}^3$ ) は管理濃度よりも非常に低い濃度であった。

c) 囲い式フードを通常の3分の1の吸引風速で稼働した時

囲い式フードを通常の3分の1の吸引風速で稼働した時のフード開口面中央の吸引風速は表 5.9 に示す通りである。その時の作業場の作業環境測定の結果を表 5.10 に示す。

表 5.9 フード開口面風速の測定結果

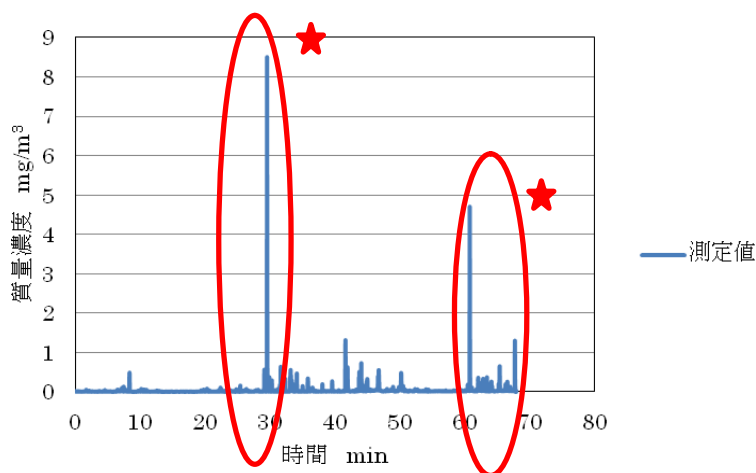
フードの種類	フード 1	フード 2	フード 3
風速 (m/s)	0.4	0.5	0.6

表5.10 各測定点における粉じん濃度と管理区分

質量濃度 ( $\text{mg/m}^3$ )	測定点 1	0.03
	測定点 2	0.02
	測定点 3	0.03
	測定点 4	0.05
	測定点 5	0.04
	測定点 6	0.04
幾何平均値 $M_1$ ( $\text{mg/m}^3$ )		0.03
幾何標準偏差 $\sigma_1$		1.35
幾何標準偏差		2.08
$E_{A1}$		0.11
$E_{A2}$		0.04
管理濃度		1.58
管理区分		第 1 管理区分

表 5.10 より、囲い式フードを通常時の 3 分の 1 の吸引風速で稼働した時の作業環境は第 1 管理区分であった。このことから、作業環境を著しく悪化させるような漏洩はなかったと考えられる。

フード3で作業をしている作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、 $0.048 \text{ mg/m}^3$ であった。また、作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 7.21 に示す。さらに、10 分間移動平均値の結果を図 7.22 に示す。



( は、図 7.5.1 のようにグラインダーで大きく研磨する作業による上昇であった。)  
 図 7.21 囲い式フードを通常時の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の変動状況

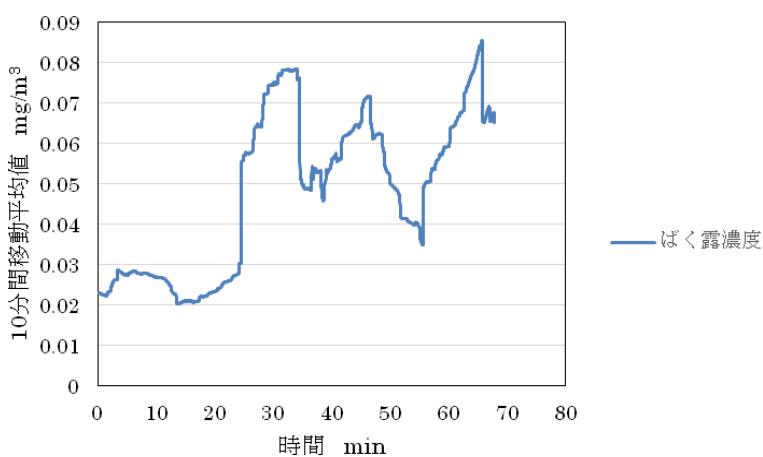


図 7.22 囲い式フードを通常時の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の変動状況 (10 分間移動平均値)

図 7.21 及び図 7.22 より、囲い式フードを通常時の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度に比べて、通常時の 3 分の 1 の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の方が低い濃度を示した。囲い式フードの吸引風速を遅くすれば、ばく露濃度は高くなると

考えられるが、通常の3分の1の吸引風速で稼働した時に研磨をする対象物質が、大きくグラインダーで研磨する作業(図7.14参照)から小さい穴の内壁を研磨する作業(図7.23参照)に変わり、発生する粉じん量が少なくなったため、吸引風速を遅くしてもばく露濃度が低くなったと考えられる。

通常の3分の1の吸引風速で稼働した時の作業状況を図7.23に示す。



図7.23 囲い式フードを通常時の3分の1の吸引風速にした時の作業状況

#### 7.5.5(c) まとめ

グラインダーにより衛生陶器の表面を研磨する作業であった。囲い式フードを通常の3分の2の吸引風速で稼働しても、作業環境は第一管理区分を維持しており、作業環境に影響を与えるような漏洩は認められなかった。また、囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度に比べて、通常の3分の2の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の方が高い濃度を示した。しかし、管理濃度  $1.58 \text{ mg/m}^3$  と比べると、粉じんばく露濃度は管理濃度よりも非常に低い濃度であった。

囲い式フードを通常の3分の1の吸引風速で稼働した時、作業環境は第一管理区分を維持しており、その時の作業者のばく露濃度は管理濃度より低い濃度であった。囲い式フードを通常の3分の1の吸引風速で稼働した時には研磨の対象物質が変わり、粉じんの発生量が少なくなったため、粉じんばく露濃度は低濃度に留まったと考えられた。

### 7.5.6 プレート溶接作業現場

#### 7.5.6(a) 測定対象作業現場の概要

測定対象とした作業は、プレートを溶接する作業である。作業場には囲い式フードが4台設置されており、連続稼働していた。作業の様子、作業場の概略図を図7.24及び図7.25に示す。

作業時に、囲い式フードの吸引風速を通常の3分の2および3分の1にした際の、作業環境測定およびその時のフード2とフード3で従事していた作業者の粉じんばく露濃度を測定した。



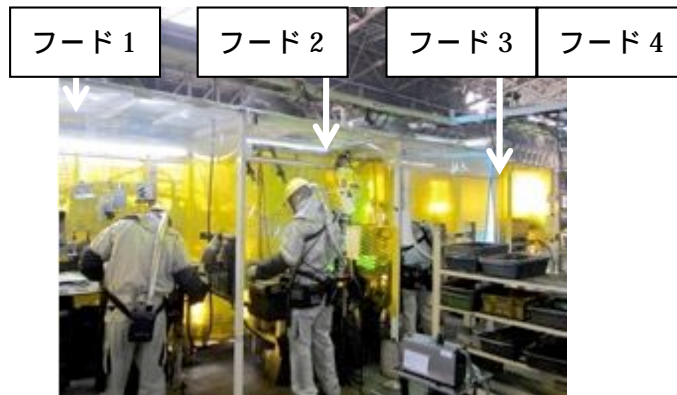


図 7.24 作業場の様子

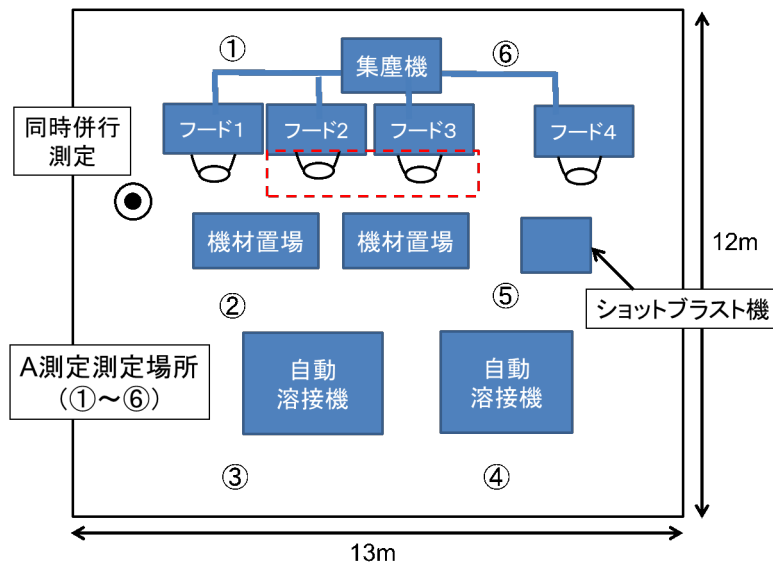


図 7.25 作業場の概略図

囲い式フードの吸引風速を通常の3分の2、3分の1となるよう、フード1~フード4と集塵機をつなげているダクトに付属されたダンパーで排風量を調節した。吸引風速の調節に使用したダンパーを図7.26に示す。



図 7.26 フード1~4の風量調整ダンパー（左：全体図、右：拡大図）

また、フードの外観を図7/27に示し、囲い式フード4台の寸法を表5.11に示す。

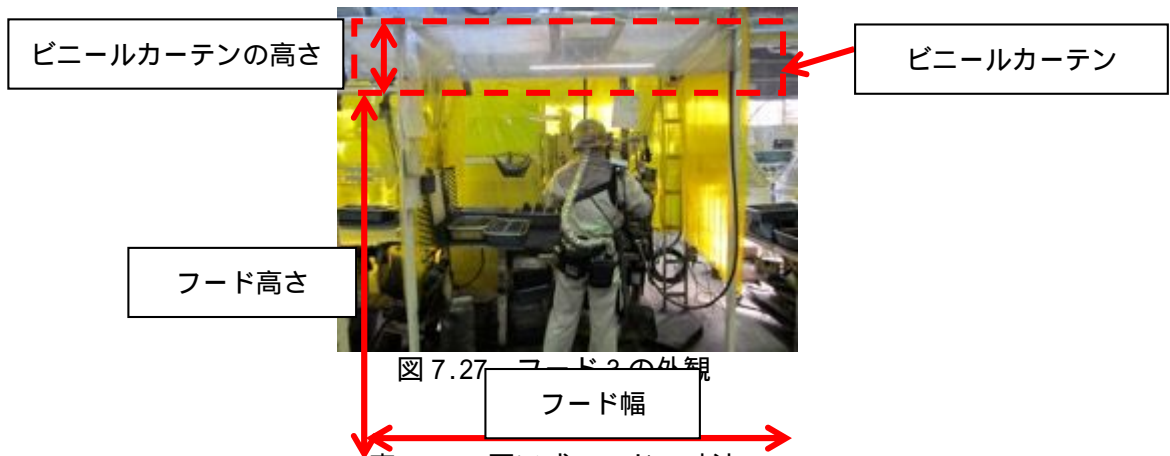


図 7.27 フード2の外観

表 5.11 囲い式フードの寸法

フードの種類	フード 1	フード 2	フード 3	フード 4
ビニールカーテンの高さ (mm)	28	16	28	25
フード高さ (mm)	169	169	169	179
フード幅 (mm)	123	123	123	154

7.5.6(b) 溶接作業時の作業者の粉じんばく露濃度測定および作業環境測定

a) 囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時

囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時のフード開口面の風速の測定点 ( ~ ) を図 7.28 に示し、測定結果を表 5.12 に示す。

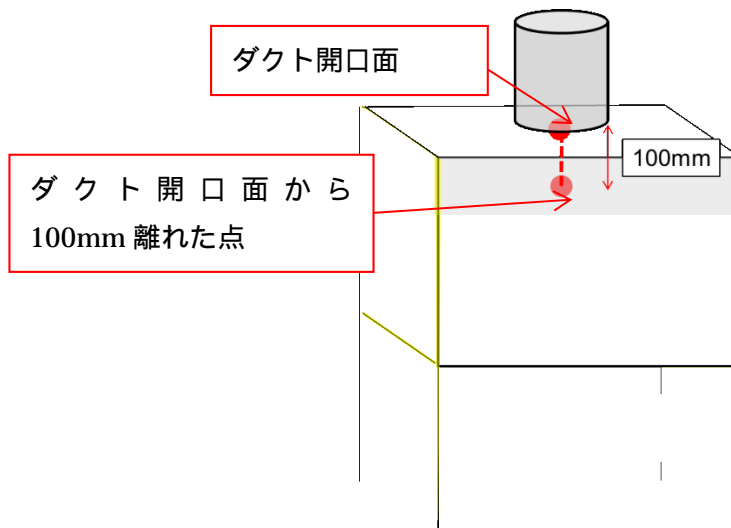


図 7.28 囲い式フードの開口面風速の測定点

表 5.12 開口面風速の測定結果 (m/s)

フードの種類	フード 1	フード 2	フード 3	フード 4
ダクト開口面	2.5	2.7	3.8	5.0 以上 (測定上限値 を超えた)
ダクト開口面から 100mm 離れた点	0.30	0.28	0.52	1.3
	0.16	0.13	0.14	0.27
	0.15	0.12	0.28	0.40
	0.12	0.16	0.27	0.29
	0.07	0.05	0.15	0.16
	0.15	0.15	0.26	0.22
	0.20	0.16	0.20	0.20
	0.11	0.14	0.13	0.15
	0.15	0.14	0.11	0.15
	0.11	0.13	0.11	0.18

測定対象作業場に、図 7.25 に示す 6 測定点を設定して、作業環境測定を行った。併行測定により求めた質量濃度変換係数 K 値は  $0.0028\text{mg}/\text{m}^3$  である。また、粉じんの遊離けい酸含有率は 0 % であるため、管理濃度は  $3.00\text{mg}/\text{m}^3$  である。作業場の作業環境測定の結果を表 5.13 に示す。

表 5.13 各測定点における粉じん濃度と管理区分

粉じん濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	測定点 1	0.20
	測定点 2	0.21
	測定点 3	0.13
	測定点 4	0.20
	測定点 5	0.51
	測定点 6	0.28
幾何平均値 $M_1$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )		0.23
幾何標準偏差 $\sigma_1$		1.58
幾何標準偏差		2.25
$E_{A1}$		0.88
$E_{A2}$		0.32
管理濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )		3.00
管理区分		第1管理区分

表 5.13 よりこの作業環境は第 1 管理区分である。

この時、フード 2 で作業をしている作業者のばく露濃度測定結果は、 $23.6\text{mg}/\text{m}^3$  であった。また、作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 7.29 に示す。さらに、10 分間移動平均値の結果を図 7.30 に示す。

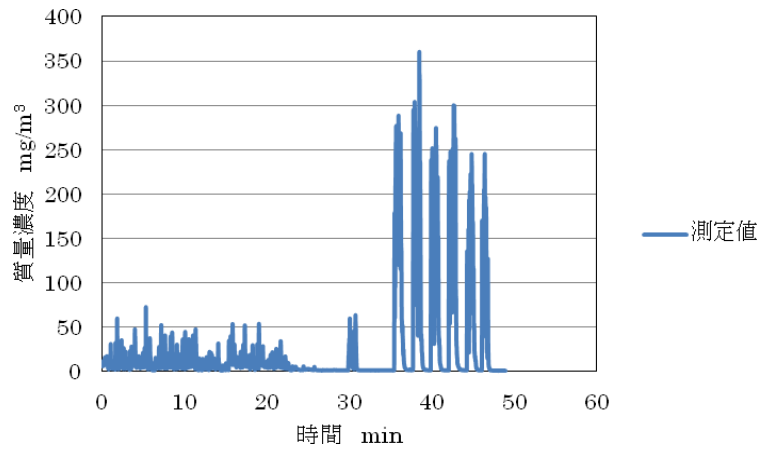


図 7.29 囲い式フードを通常時の吸引風速で稼働した時のフード 2 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度

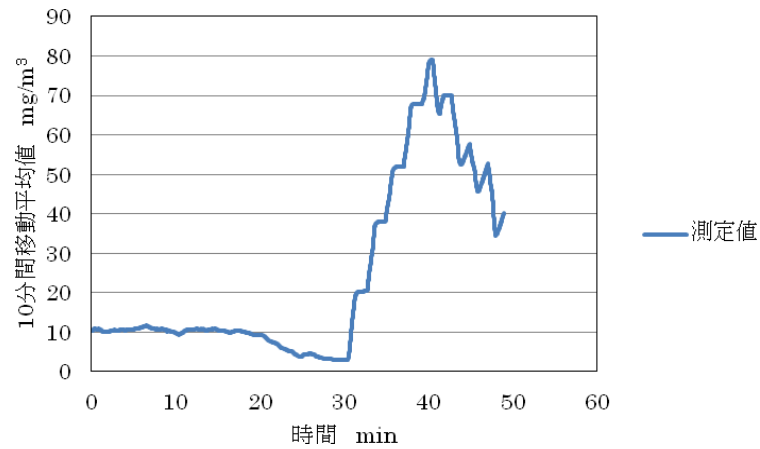


図 7.30 囲い式フードを通常時の吸引風速で稼働した時のフード 2 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度 (10分間移動平均値)

また、フード 3 で作業をしている作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、 $4.07 \text{ mg/m}^3$ であった。また、作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 7.31 に示す。さらに、10分間移動平均値の結果を図 7.32 に示す。

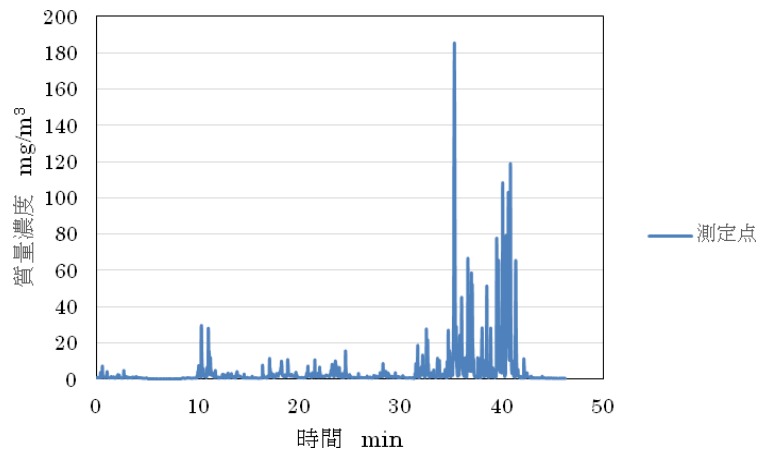


図 7.31 囲い式フードを通常時の吸引風速で稼働した時のフード3で  
従事していた作業者の粉じんばく露濃度

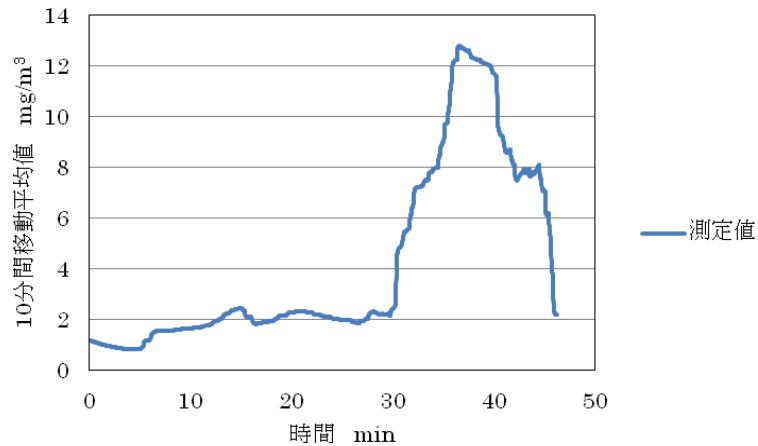


図 5.32 囲い式フードを通常時の吸引風速で稼働した時のフード3で  
従事していた作業者の粉じんばく露濃度（10分間移動平均値）

囲い式フードの上部に集塵機のダクトが接続されていたため、フードへの吸引気流の中に作業者の呼吸域がある状態での作業であった。このため、粉じんばく露濃度は高濃度であった。しかし、溶接作業者は電動ファン付き呼吸用保護具（山本光学社製 MP 型ヘルメットタイプ）を着用しており、図 5.30 及び図 5.32 のような高濃度の粉じんを作業者はばく露していない。

b) 囲い式フードを通常の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時

囲い式フードを通常の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時の開口面の中心の吸引風速を表 5.14 に、作業場の作業環境測定の結果を表 5.15 に示す。

表5.14 開口面風速の測定結果 (m/s)

フード種類	フード 1	フード 2	フード 3	フード 4
ダクト開口面	1.1	1.1	1.7	2.5
ダクト開口面から 100mm 離れた点	0.24	0.16	0.31	0.75
開口面中央	0.15	0.14	0.15	0.16

表 5.15 各測定点における粉じん濃度と管理区分

粉じん濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	測定点 1	0.26
	測定点 2	0.30
	測定点 3	0.45
	測定点 4	0.55
	測定点 5	0.80
	測定点 6	0.51
幾何平均値 M <sub>1</sub> (mg/m <sup>3</sup> )		0.45
幾何標準偏差 <sub>1</sub>		1.51
幾何標準偏差		2.19
E <sub>A1</sub>		1.61
E <sub>A2</sub>		0.60
管理濃度 (mg/m <sup>3</sup> )		3.00
管理区分		第1管理区分

表 5.15 よりこの作業環境は第 1 管理区分である。

この時、フード 2 で作業をしている作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、5.49 mg/m<sup>3</sup>であった。また、作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 5.33 に示す。さらに、10 分間移動平均値の結果を図 5.34 に示す。

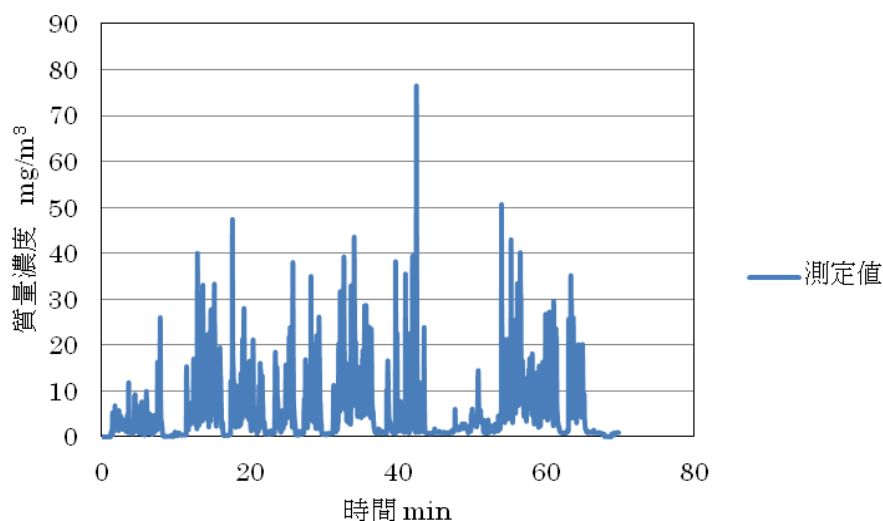


図 5.33 囲い式フードを通常時の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時のフード 2 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度

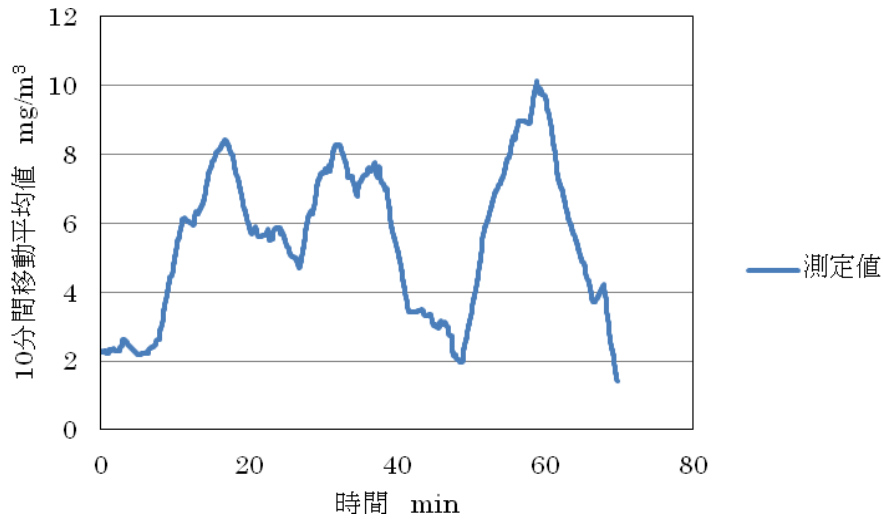


図 7.34 囲い式フードを通常時の3分の2の吸引風速で稼働した時のフード2で従事していた作業者の粉じんばく露濃度（10分間移動平均値）

また、フード3で作業をしている作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、 $9.55 \text{ mg/m}^3$ であった。また、作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 5.35 に示す。さらに、10分間移動平均値の結果を図 5.36 に示す。

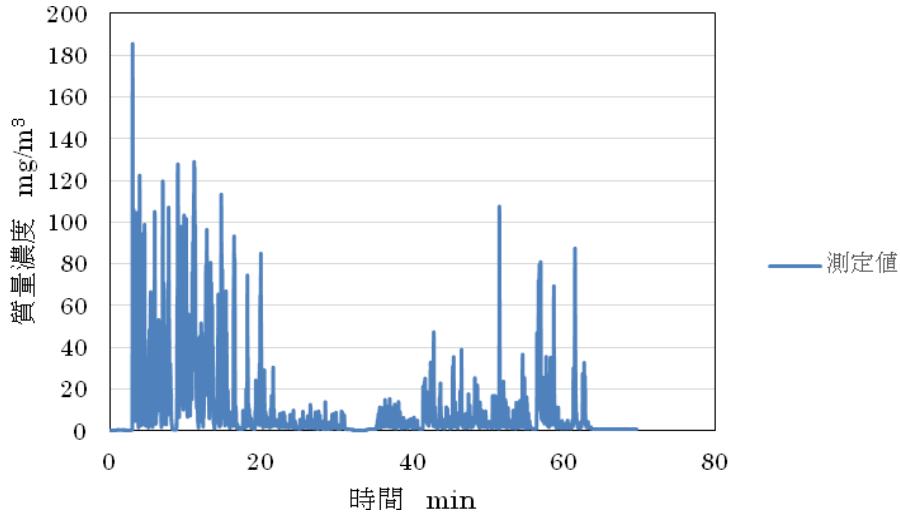


図 5.35 囲い式フードを通常時の3分の2の吸引風速で稼働した時のフード3で従事していた作業者の粉じんばく露濃度

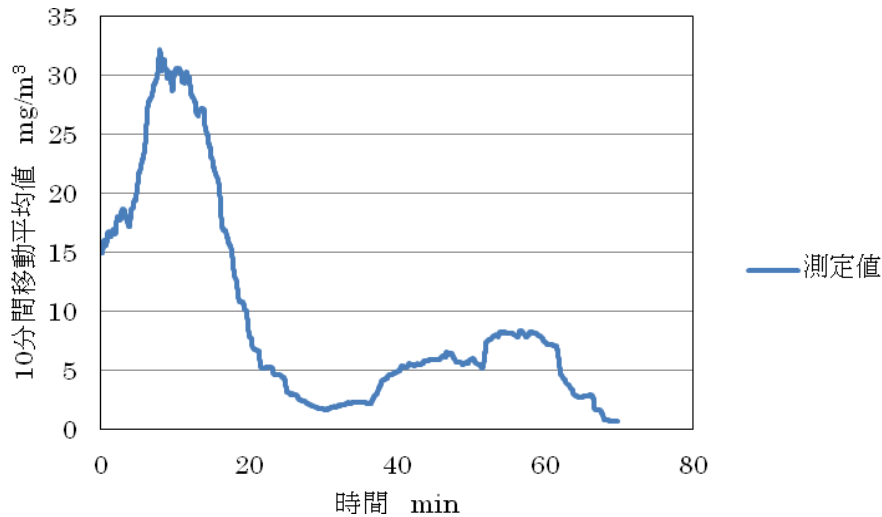


図 5.36 囲い式フードを通常時の 3 分の 2 の吸引風速で稼働した時のフード 3 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度（10 分間移動平均値）

粉じんばく露濃度は高濃度であったが、溶接作業者は電動ファン付き呼吸用保護具（山本光学社製 MP 型ヘルメットタイプ）を着用しており、図 5.34 及び図 5.35 のような高濃度の粉じんを作業者はばく露していない。

c) 囲い式フードを通常の 3 分の 1 の吸引風速で稼働した時

囲い式フードを通常の 3 分の 1 の吸引風速で稼働した時のフード開口面の中心の吸引風速を表 5.16 に、作業場の作業環境測定の結果を表 5.17 に示す。

表5.16 開口面風速の測定結果 (m/s)

フード種類	フード 1	フード 2	フード 3	フード 4
ダクト開口面	0.43	0.38	0.70	0.97
ダクト開口面から 100mm 離れた点	0.15	0.07	0.15	0.40
開口面中央	0.14	0.13	0.14	0.14

表5.17 各測定点における粉じん濃度と管理区分

粉じん濃度 (mg/m³)	測定点 1	0.38
	測定点 2	0.32
	測定点 3	0.40
	測定点 4	0.53
	測定点 5	0.64
	測定点 6	0.51
幾何平均値 $M_1$ (mg/m³)		0.45
幾何標準偏差 $\sigma_1$		1.29
幾何標準偏差		2.04
$E_{A1}$		1.46
$E_{A2}$		0.58



管理濃度(mg/m <sup>3</sup> )	3.00
管理区分	第1管理区分

表 5.17 よりこの作業環境は第1管理区分である。

この時、フード 2 で作業をしている作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、7.76 mg/m<sup>3</sup>であった。また、作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 5.37 に示す。さらに、10 分間移動平均値の結果を図 5.38 に示す。

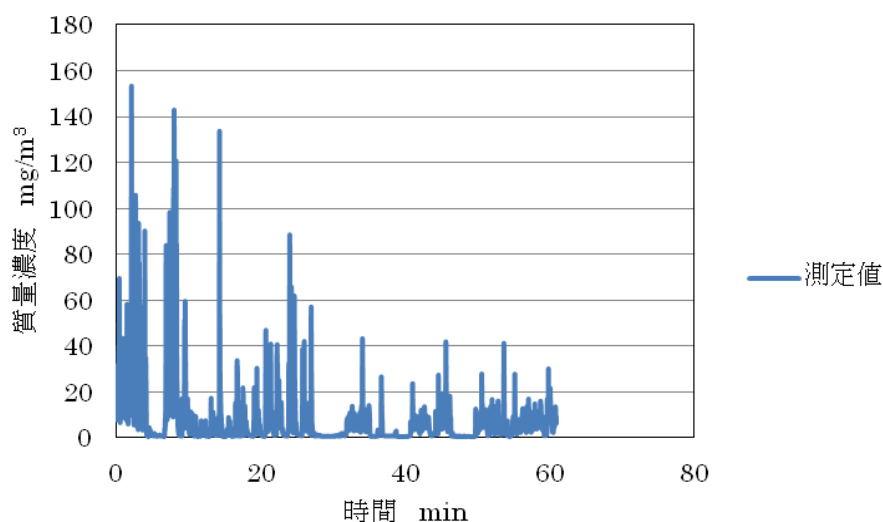


図 5.38 囲い式フードを通常時の 3 分の 1 の吸引風速で稼働した時のフード 2 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度

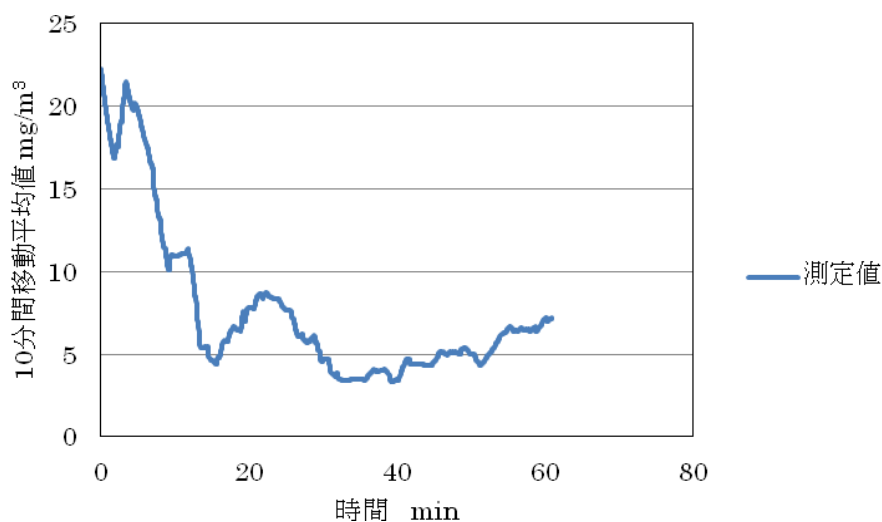


図 5.38 囲い式フードを通常時の 3 分の 1 の吸引風速で稼働した時のフード 2 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度 (10 分間移動平均値)

また、フード 3 で作業をしている作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、2.93 mg/m<sup>3</sup>であった。また、作業者のばく露濃度の時間的変動状況を図 7.39 に示す。さらに、10 分間移動

平均値の結果を図 7.40 に示す。

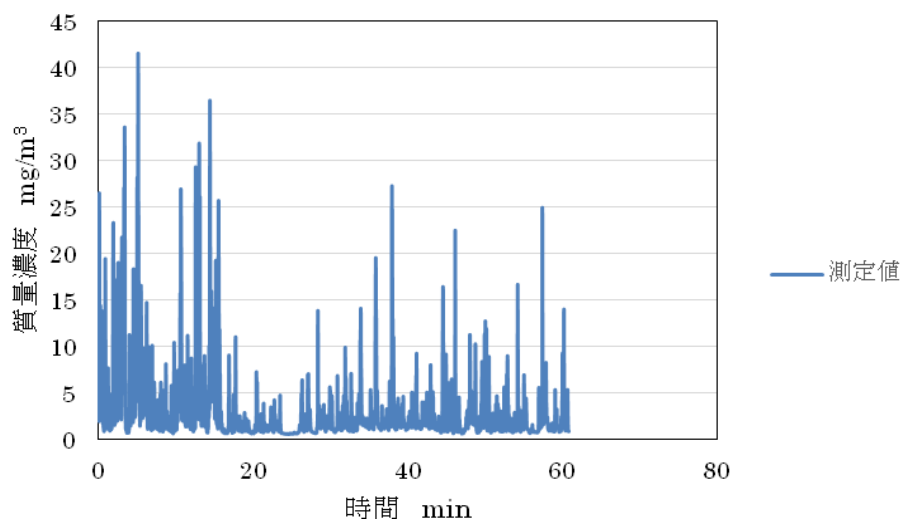


図 5.39 囲い式フードを通常時の 3 分の 1 の吸引風速で稼働した時の  
フード 3 で従事していた作業者のばく露ばく露濃度 (10 分間移動平均値)

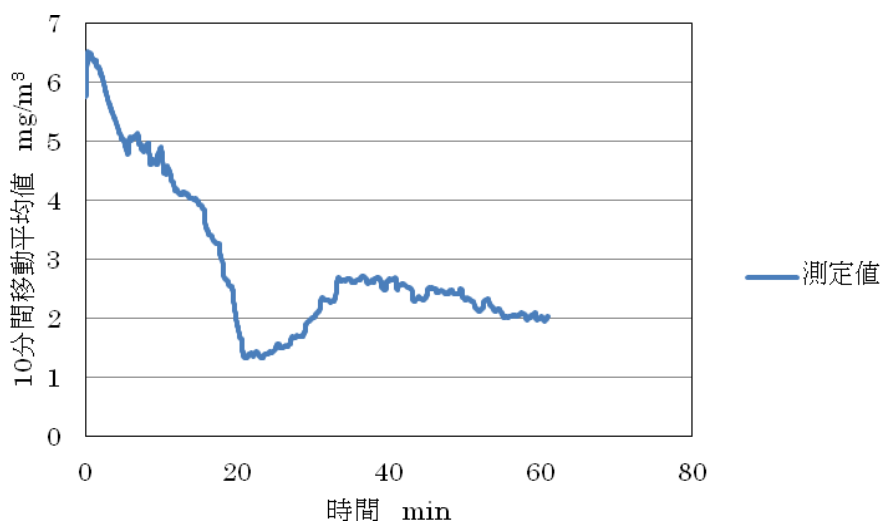


図 5.40 囲い式フードを通常時の 3 分の 1 の吸引風速で稼働した時の  
フード 3 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度 (10 分間移動平均値)

粉じんばく露濃度は高濃度であったが、溶接作業者は電動ファン付き呼吸用保護具 (山本光学社製 MP 型ヘルメットタイプ) を着用しており、図 5.39 及び図 5.40 のような高濃度の粉じんを作業者はばく露していない。

### 7.5.6(c) まとめ

プレート溶接をする作業であったため、高濃度の粉じんが発生する作業であった。囲い式フードを通常の3分の2、3分の1の吸引風速で稼働しても、作業環境は第一管理区分を維持しており、作業環境に影響を与えるような漏洩はなかった。

作業者の肩に設置したデジタル粉じん計 LD-6N による粉じんばく露濃度は高濃度であったが、溶接作業者は電動ファン付き呼吸用保護具（山本光学社製 MP 型ヘルメットタイプ）を着用しており、実際に作業者が粉じんばく露している濃度は低濃度である。

### 7.5.7 ベルト研磨、バフ研磨作業現場

#### 7.5.7(a) 測定対象作業現場の概要

真鍮、銅合、アルミ、ステンレス、亜鉛、銅などの研磨工程、鏡面加工、仕上げ加工をする工場において、バフ兼ベルト研磨の単位作業場で測定を行った。研磨作業には46台のバフ兼ベルト研磨機が設置されており、約30名の作業者が従事していた。設置されているバフ兼ベルト研磨機には、局所排気装置が設置されており、連続稼働している。測定対象作業場の概略を図5.41に、研磨作業の状況を図5.42に示す。

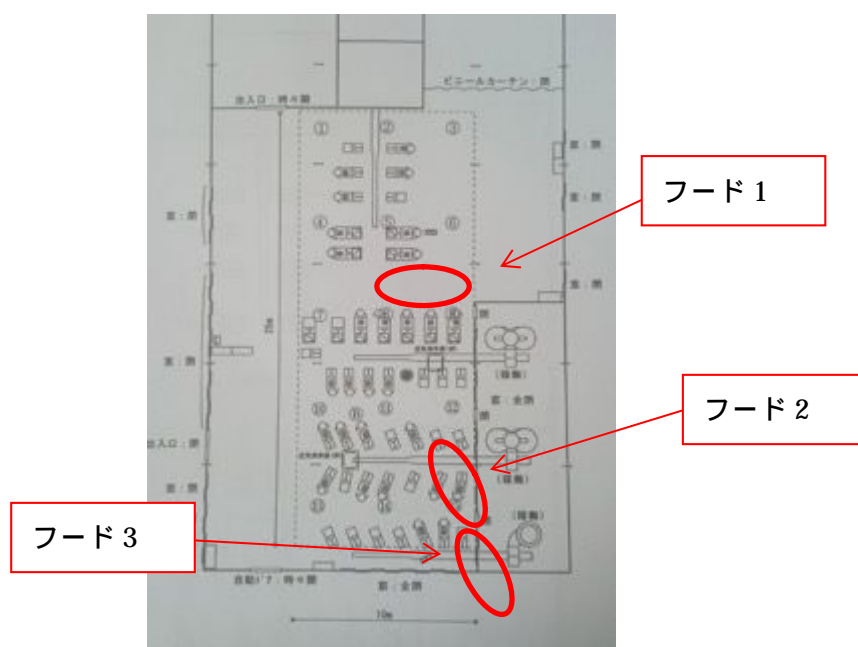


図 5.41 測定対象作業場の概略



図 5.42 研磨作業の作業状況

7.5.7(b) 研磨作業時の作業者の粉じんばくろ濃度測定および作業環境測定

a) レシーバー式フードの吸引風速を通常の吸引風速で稼働した時

測定対象作業場に、図 5.41 に示す 15 測定点 ( ~ ) を設定して、作業環境濃度を測定した。併行測定により求めた質量濃度変換係数 K 値は、 $0.0010 \text{ mg/m}^3/\text{cpm}$  である。また、粉じん中の遊離けい酸は 0.80 % であり、管理濃度は  $1.54 \text{ mg/m}^3$  である。

各測定点の測定結果および結果から算出した管理区分を表 5.18 に示す。

表 5.18 各測定点における粉じん濃度と管理区分

粉じん濃度 ( $\text{mg/m}^3$ )	測定点 1	0.14
	測定点 2	0.22
	測定点 3	0.22
	測定点 4	0.16
	測定点 5	0.18
	測定点 6	0.17
	測定点 7	0.16
	測定点 8	0.16
	測定点 9	0.15
	測定点 1 0	0.15
	測定点 1 1	0.18
	測定点 1 2	0.22
	測定点 1 3	0.15
	測定点 1 4	0.16

	測定点 1 5	0.17
	幾何平均値 $M_1$ (mg/m <sup>3</sup> )	0.17
	幾何標準偏差 $\sigma_1$	1.16
	幾何標準偏差 $\sigma$	1.98
	$E_{A1}$	0.53
	$E_{A2}$	0.22
	管理濃度(mg/m <sup>3</sup> )	1.54
	管理区分	第 1 管理区分

表 5.18 よりこの作業環境は第 1 管理区分である。

フード開口面の測定点（点 a～点 b）を図 5.43 に示す。囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時の開口面の吸引風速は、表 5.19 に示す通りである。なお、表 7.7.2 にはフード 1～フード 3 の吸引風速の結果を示している。

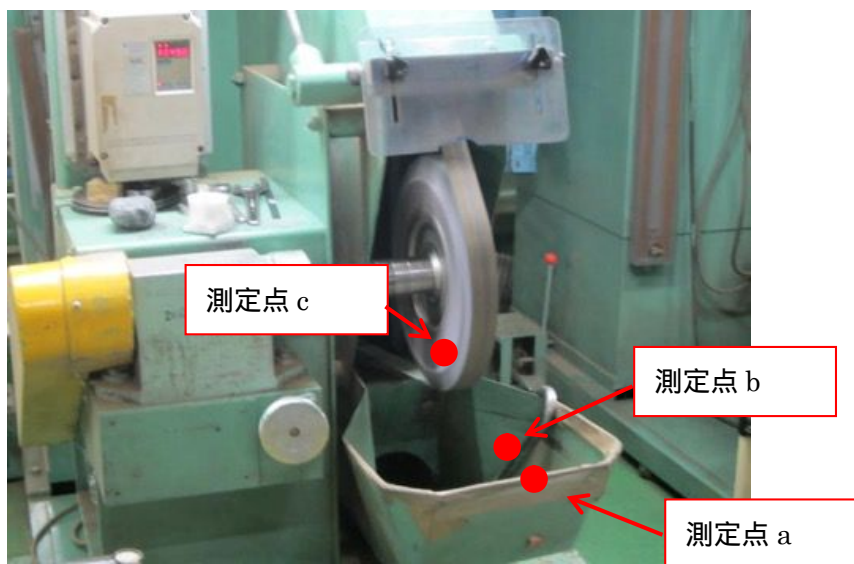


図 5.43 開口面風速の測定点

表 5.19 開口面風速の測定結果

フード 1 の吸引風速(m/s)	a	1.4
	b	1.6
	c	0.7
フード 2 の吸引風速(m/s)	a	1.3
	b	1.7
	c	0.7
フード 3 の吸引風速(m/s)	a	1.9
	b	2.3
	c	1.4

b) レシーバー式フードを通常の吸引風速よりも下げて稼働した時

作業時にレシーバー式フードの吸引風速を通常時よりも遅くした時の作業環境および図 7.7.1 に示したフード 1、フード 2、フード 3 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度を測定した。フード 1、フード 2 ではベルト研磨、フード 3 ではパフ研磨の作業をしていた。

各測定点の測定結果および結果から算出した管理区分を表 5.20 に示す。

表 5.20 各測定点における粉じん濃度と管理区分

粉じん濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	測定点 1	0.09
	測定点 2	0.08
	測定点 3	0.04
	測定点 4	0.36
	測定点 5	0.07
	測定点 6	0.06
	測定点 7	0.10
	測定点 8	0.10
	測定点 9	0.11
	測定点 1 0	0.11
	測定点 1 1	0.28
	測定点 1 2	0.38
	測定点 1 3	0.15
	測定点 1 4	0.22
	測定点 1 5	0.38
幾何平均値 $M_1$ (mg/m <sup>3</sup> )		0.13
幾何標準偏差 $\sigma_1$		2.04
幾何標準偏差		2.66
$E_{A1}$		0.66
$E_{A2}$		0.21
管理濃度 (mg/m <sup>3</sup> )		1.54
管理区分		第 1 管理区分

表 5.20 よりこの作業環境は第 1 管理区分である。

レシーバー式フードを通常の吸引風速より下げて稼働した時のフード開口面の吸引風速は、表 5.21 に示す通りである。

表 5.21 開口面風速の測定結果

フード 1 の吸引風速(m/s)	a	1.2
	b	0.8
	c	0.4
フード 2 の吸引風速(m/s)	a	1.0
	b	0.9
	c	0.7
フード 3 の吸引風速(m/s)	a	1.6
	b	1.4

	c	0.7
--	---	-----

レシーバー式フードを通常の吸引風速よりも下げて稼働した時にフード 1 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、 $0.10 \text{ mg/m}^3$ であった。作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 5.44 に示す。また、10 分間移動平均値の結果を図 5.45 に示す。

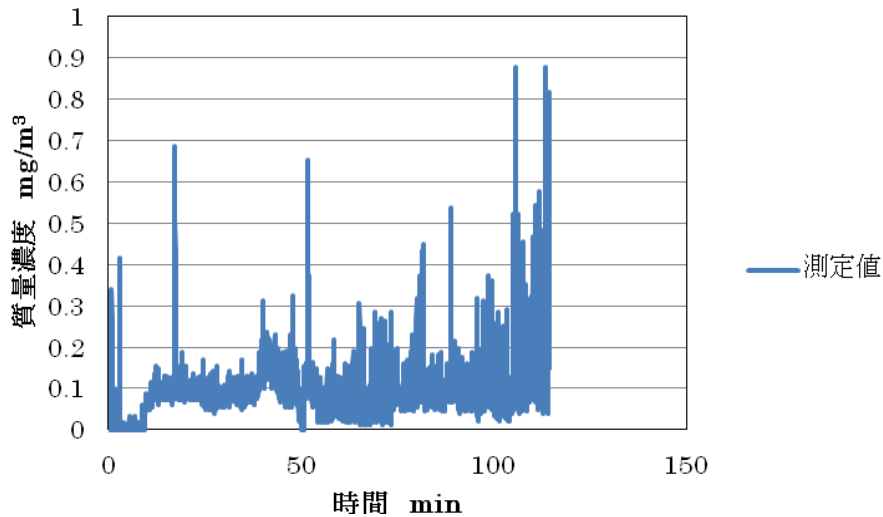


図 5.44 レシーバー式フードを通常よりも吸引風速を下げて稼働した時のフード 1 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度

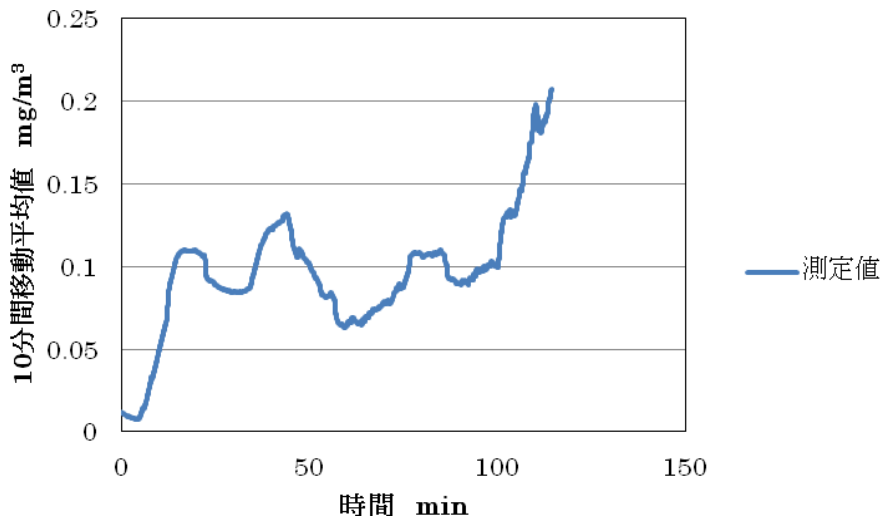


図 5.45 レシーバー式フードを通常よりも吸引風速を下げて稼働した時のフード 1 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度（10 分間移動平均値）

また、フード 2 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、 $0.27 \text{ mg/m}^3$ であった。作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 5.46 に示す。また、10 分間移動平均値の結果を図 5.47 に示す。

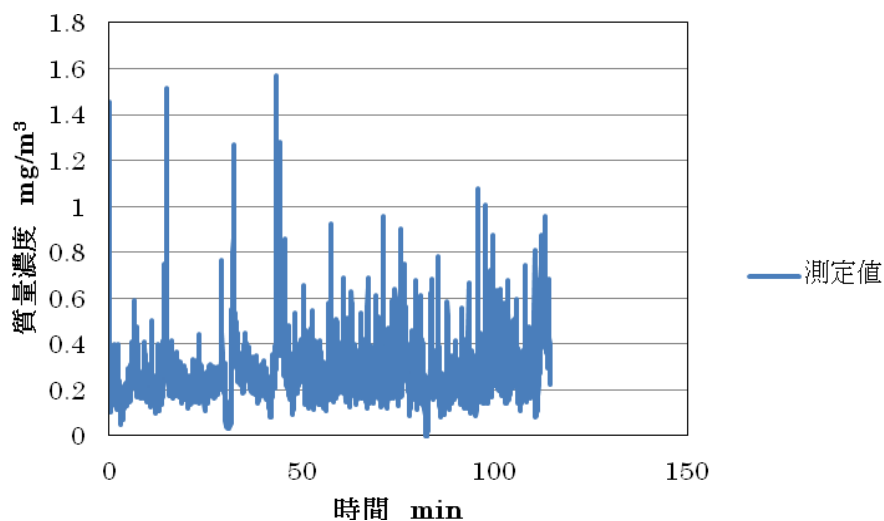


図 5.46 レシーバー式フードを通常よりも吸引風速を下げた稼働時のフード2で従事していた作業者の粉じんばく露濃度

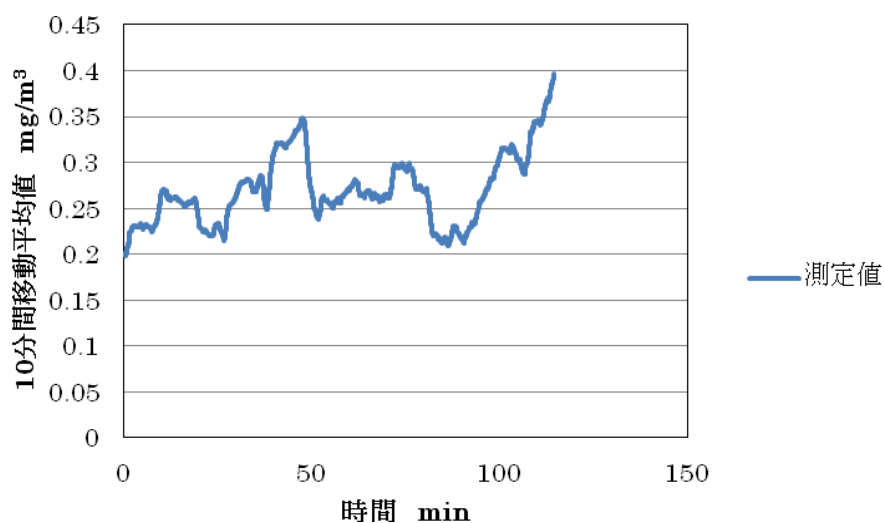


図 5.47 レシーバー式フードを通常よりも吸引風速を下げた稼働時のフード2で従事していた作業者の粉じんばく露濃度（10分間移動平均値）

さらに、フード3で従事していた作業者の粉じんばく露濃度測定結果は、 $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ であった。作業者の粉じんばく露濃度の時間的変動状況を図 5.48 に示す。また、10分間移動平均値の結果を図 5.49 に示す。



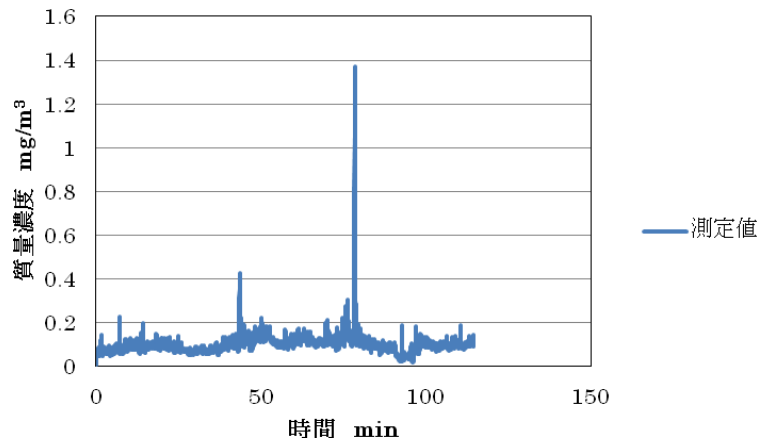


図 5.48 レシーバー式フードを通常よりも吸引風速を下げた稼働時のフード 3 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度の変動状況

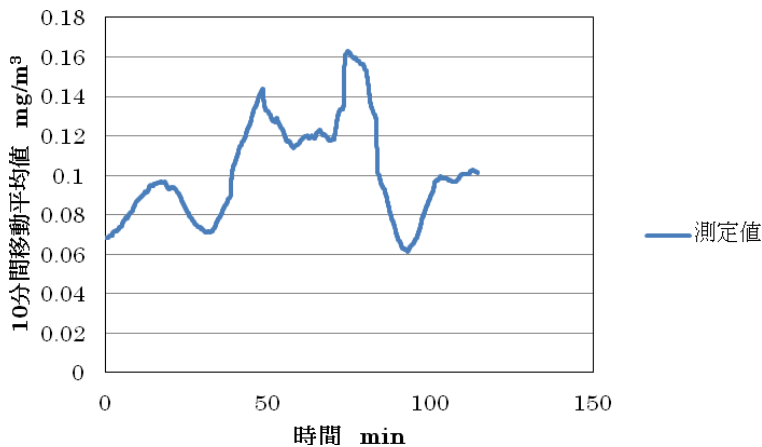


図 5.49 レシーバー式フードを通常よりも吸引風速を下げた稼働時のフード 3 で従事していた作業者の粉じんばく露濃度（10 分間移動平均値）

図 5.44、図 5.46 及び図 5.48 より、短時間ではあるが粉じんばく露濃度が高くなる時があった。しかし、粉じんばく露濃度の 10 分間移動平均値の変動状況や粉じんばく露濃度を考慮すると、今回の作業は、粉じんばく露濃度の低い作業と考えられる。

#### 7.5.7(c) まとめ

ベルト研磨・パフ研磨による研磨作業であったため、作業にともなう粉じんの発生は低濃度であった。このことから、レシーバー式フードを通常の 3 分の 2、3 分の 1 の吸引風速で稼働しても、作業環境は第一管理区分を維持しており、作業環境に影響を与えるような漏洩はなかった。また、粉じんばく露濃度は管理濃度よりも低い濃度であった。

## 7.5.8 総括

### 7.5.8(a) 金属研磨作業現場

研削機による切削用ドリルの歯の研磨作業であったため、作業にともなう粉じんの発生が低濃度であったことと管理濃度が  $3.0 \text{ mg/m}^3$  であったことから、局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くしても作業環境は第一管理区分を維持しており、作業環境に影響を与えるような漏洩は認められなかった。

### 7.5.8(b) 衛生陶器の研磨作業現場

グラインダーにより衛生陶器の表面を研磨する作業であった。囲い式フードを通常の3分の2の吸引風速で稼働しても、作業環境は第一管理区分を維持しており、作業環境に影響を与えるような漏洩は認められなかった。また、囲い式フードを通常の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度に比べて、通常の3分の2の吸引風速で稼働した時の粉じんばく露濃度の方が高い濃度を示した。しかし、管理濃度  $1.58 \text{ mg/m}^3$  と比べると、粉じんばく露濃度は管理濃度よりも非常に低い濃度であった。

囲い式フードを通常の3分の1の吸引風速で稼働した時、作業環境は第一管理区分を維持しており、その時の作業者の粉じんばく露濃度は管理濃度より低い濃度であった。囲い式フードを通常の3分の1の吸引風速で稼働した時には研磨の対象物質が変わり、粉じんの発生量が少なくなったため、粉じんばく露濃度は低濃度に留まったと考えられた。

### 7.5.8(c) プレート溶接作業現場

プレート溶接をする作業であったため、高濃度の粉じんが発生する作業であった。囲い式フードを通常の3分の2、3分の1の吸引風速で稼働しても、作業環境は第一管理区分を維持しており、作業環境に影響を与えるような漏洩はなかった。

作業者の肩に設置したデジタル粉じん計 LD-6N による粉じんばく露濃度は高濃度であったが、溶接作業者は電動ファン付き呼吸用保護具（山本光学社製 MP 型ヘルメットタイプ）を着用しており、実際に作業者がばく露している粉じん濃度は低濃度である。

### 7.5.8(d) ベルト研磨・バフ研磨作業現場

ベルト研磨・バフ研磨による研磨作業であったため、作業にともなう粉じんの発生は低濃度であった。このことから、レシーバー式フードを通常の3分の2、3分の1の吸引風速で稼働しても、作業環境は第一管理区分を維持しており、作業環境に影響を与えるような漏洩はなかった。また、粉じんばく露濃度は管理濃度よりも低い濃度であった。

### 7.5.8(e) 粉じん則一部改正への提言

本測定では、粉じんを取り扱い、第1管理区分を維持している事業場で、作業現場に設置されている局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くした状態で、作業者のばく露濃度および作業環境測定を行い、局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くしても第1管理区分が維持できるかどうかの検証を行った。測定対象現場は粉じん取扱い作業場で第1管理区分になっている事業場として、金属研磨作業現場、衛生陶器研磨作業現場、プレート溶接作業現場、ベルト研磨・バフ研磨作業現場を選定した。検証を行った結果、局所排

気装置の吸引風速を制御風速より遅くしても作業環境は第1管理区分を維持しており、作業環境に影響のある漏洩は見られなかった。

以上のことから、作業環境が良好とされる第1管理区分を満たしている作業場では、作業環境が第1管理区分を維持し、ばくろ濃度が管理濃度を下回る範囲内であれば、設置されている局所排気装置の吸引風速を制御風速よりも遅くして稼働することが可能であると考えられた。

## 7.6 結言

本研究では、厚生労働省令に定められている粉じん則において、局排等以外の粉じん発散防止装置の使用を可能にすることを目的としている。そのため、実際に局所排気装置の要件を満たさない屋内排気型フードを用いて、実際の作業場を想定し、有害物質の環境への漏洩の有無を調べた。また、実際の粉じん作業現場で既存の局所排気装置を制御風速以下で稼働した時の、周囲への漏洩濃度測定、作業環境測定および作業者のばく露濃度測定をした。

以下に本研究で得られた知見を述べる。

### 1 フランジ効果及びフィルターの圧量損失について

#### 1) フランジ効果

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が確認できた。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。

#### 2) フィルターの圧力損失

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低く、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。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ですが、 $0.3\mu\text{m}$ 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った。

### 2 ダクト付きフードを用いた制御風速等に関する実験

#### 1) マネキンの有無による捕捉点風速

捕捉点風速はマネキンが無い時と有る時で差が生じ、マネキンがある方が捕捉点風速は遅くなった。また、マネキンが無い時は Dalla Valle の式により算出した理論値よりも風速が速くなり、マネキンが有る場合は理論値より風速が遅くなる傾向にあることが明らかになった。

#### 2) 2種類の発散源と排风量

発煙ノズルを用いた場合には、ばく露濃度が高くなった。発煙BOXを用いた場合には、

発煙ノズルよりも発生速度が緩やかであったため、ばく露は見られず、作業者に見立てたマネキンの腰の部分の方で主に漏洩が見られた。また、フードの形状や煙の発生速度によって必要排風量は異なることが分かった。

### 3) 制御風速

本実験条件では、制御風速以下で発散源を捕捉できた。また、発散源の発生量、フードの開口面積、発散源のフード開口面からの距離によって、漏洩およびばく露を防ぐために必要となる捕捉点風速は異なることが分かった。これらのことから、現在はフードの吸引性能を制御風速(外付け式フードの場合は1.0 m/s)で評価しているが、作業環境が良好で、発散源の発生量および発生速度が遅ければ、捕捉点風速を制御風速より遅くしても十分に発生した煙を捕捉できると考えられた。

さらに、捕捉点風速を0.1m/s下げただけで排風量は大きく削減できることが Dalla Valle の式より明らかになった。これは、少ないエネルギーで発散源を速やかに捕捉することが必要とされる中、制御風速より遅い吸引風速であっても作業環境を良好に保つことができる作業場では、エネルギーコスト、CO<sub>2</sub>排出量の削減も期待できる。

## 3 屋内排気型フードを用いた外乱気流の影響に関する実験

### 1) 外乱気流の影響

一様な気流をフード周囲から発生し、その時の煙の漏洩濃度およびばく露濃度を測定した。制御風速よりも遅い捕捉点風速であっても漏洩およびばく露を防げると考えられた。ただし、斜め前方と前方からの0.4m/s以上の一様な気流に対しては、ついたてを立てる等の対策をし、外乱気流の影響を低減することが望ましいと考えられた。

### 2) 作業台周囲の人の移動による影響

作業台周囲を人が移動した時の煙の漏洩濃度およびばく露濃度を測定した。今回実験した3種類の移動(フード側面に沿って移動する時、作業台に向かいUターンをして戻る時、マネキンの背後を移動する時)においては、それぞれにおいて制御風速以下の捕捉点風速で漏洩およびばく露を防げると考えられた。

### 3) 屋内排気

マグネシウムリボンを燃焼して発生させた粉じんと、砂岩を研磨して発生させた粉じんをそれぞれ屋内排気型フードで吸引し、集じんフィルター通過後の粉じん濃度を測定した。

集じんフィルター通過後の粉じん濃度は非常に低濃度であり、屋内排気型フードに内蔵した集じんフィルターで粉じんは十分に捕集された。使用したフィルターはプレフィルターとして金属メッシュフィルターをメインフィルターとして HEPA フィルターを使用した。集塵効率の高いフィルターを用いれば、作業環境に影響を与えない程度の粉じん濃度に抑えて屋内排気ができ、局所排気装置以外の屋内排気型フードの導入が可能になることが明らかになった。

## 7.7 粉じん則一部改正のための現場検証調査

第 1 管理区分を維持している粉じん作業場で、作業現場に設置されている局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くした時に、局所排気装置からの粉じんの漏洩濃度、作業環境測定および作業者のばく露濃度測定を行い、局所排気装置の吸引風速を制御風速よりも遅くしても第 1 管理区分を維持できるか否かの検証を行った。検証の結果、局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くしても作業環境は第 1 管理区分を維持しており、作業環境に影響のある漏洩は見られなかった。そのため、制御風速を基に設計された局所排気装置であっても、作業環境が良好に保たれれば、制御風速以下で装置を運用することが可能である。

局排等以外の粉じん発散防止抑制装置を使用できるようになれば、作業場に適用した装置を導入することができる。具体的には、作業環境測定により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。また、従来の屋外排気を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。

### 5 粉じん則の一部改正への提言

現在、「有機溶剤中毒予防規則等の一部を改正する省令(平成 24 年厚生労働省令第 71 号)」により、有機溶剤中毒予防規則第十三条の三の規定による発散防止抑制装置として設置する局所排気装置以外の発散防止抑制装置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出来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、粉じんの局所排気装置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、粉じんに関する局所排気装置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。

そこで、今回製作した粉じんに関する局所排気装置等以外の発散防止抑制装置が、以下の全ての要件を満たす場合は粉じん則を改正し、当該抑制装置も特定粉じん発生源に係る装置として取り扱うことが妥当と考える。

- (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バグフィルター用のフィルター(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 以下になっている事を、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こと。
- (3) 発散防止抑制装置を設置した場所の作業環境が第 1 管理区分で有ること。

(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、その時作業者のばく露濃度及び10分間移動平均値が管理濃度以下であること。

上記の粉じん則改正に必要な要件で、本当に局所排気装置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するために、今後、大型発散防止抑制装置を作製し、粉じんを用いた模擬実験を行う事と並行して、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模擬実験に近い測定を実施し、局所排気装置等以外の発散防止抑制装置の実用性の検証を行う。

その成果を踏まえて、改めて粉じんに関する局所排気装置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必要な要件を提案するので、その折には、是非、粉じん則の一部を改正し、粉じん作業現場で局所排気装置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切に希望する次第である。

## E . 結論

### 1 . 屋外での岩石・鉱物の研磨・ばり取り作業における粉じんばく露リスクの調査研究

25年度は、岩石及び鉱物の研磨・ばり取り作業を行っている屋外作業場において粉じんばく露濃度測定調査を実施し、作業者の健康被害を防止するための呼吸用保護具着用の必要性について検討を行った。ただし、呼吸用保護具着用の必要性の評価は、岩石の研磨・ばり取り作業の評価は、作業時に発生する粉じん濃度と、岩石の遊離けい酸含有率から算出した管理濃度を比較するため、作業時に発生する粉じん濃度だけでは作業環境を評価することはできない。そのため、本調査では、管理濃度と平均粉じん濃度の比較だけでなく、10分間移動平均値の結果も併せて評価を行った。

#### 1.1 岩石の研磨・ばり取り作業

本調査の岩石の研磨・ばり取り作業は、11作業について個人ばく露濃度測定を実施した結果、11作業全てにおいて管理濃度を超えており、労働衛生工学的対策を導入した場合でも、管理濃度以下に粉じん濃度を低減することは困難であることが予想される。

以上のことから、有効な呼吸用保護具を着用する必要があるものと考えられる。

#### 1.2 鉱物の研磨・ばり取り作業

本調査の鉱物の研磨・ばり取り作業は、7作業について個人ばく露濃度測定を実施した結果、7作業全てにおいて管理濃度を超えており、労働衛生工学的対策を導入した場合でも、管理濃度以下に粉じん濃度を低減することは困難であることが予想される。

以上のことから、有効な呼吸用保護具を着用する必要があるものと考えられる。

#### 1.3 24年度の実験室における模擬作業での粉じんばく露濃度測定

24年度厚生労働省の受託調査「じん肺症例に関する調査研究(屋外での研磨等作業における粉じんばく露の評価)」で、実験室での模擬作業での粉じん曝露濃度測定を行い、下

記のような成果を厚生労働省のじん肺班に報告した。

#### 1) 岩石の研磨・ばり取り作業

本調査の岩石の研磨・ばり取り作業は、73%(29 / 40 作業)の作業で管理濃度を超えており、労働衛生工学的対策を導入した場合でも、管理濃度以下に粉じん濃度を低減することは困難であることが予想される。ことから、有効な呼吸用保護具を着用する必要があるものと考えられる。

#### 2) 鉱物の研磨・ばり取り作業

本調査の鉱物の研磨・ばり取り作業は、63%(27 / 43 作業)の作業で管理濃度を超えており、労働衛生工学的対策を導入した場合でも、管理濃度以下に粉じん濃度を低減することは困難であることが予想されることから、有効な呼吸用保護具を着用する必要があるものと考えられる。

以上の結果より、「岩石及び鉱物の研磨・ばり取り作業における本実験の結果から、有効な呼吸用保護具を着用する必要があるものと考えられるという結論を導き出した。しかし、本実験は、あくまでも過去の現場測定で得られた知見を基にした模擬実験として行ったので、実際に同じ作業を行っている作業現場で粉じんばく露濃度測定を行い、その測定結果を本実験の結果と比較することで、本実験の正当性を評価した後、有効な呼吸用保護具を着用することの必要性について、最終的な結論を導く必要があると考える。」との報告を行った。

### 1.4 結論

岩石の研磨・ばり取り作業は、その作業そのものが人件費の関係等から中国等アジアで行われる傾向が多くみられ、日本では減少傾向にある。また、セメント製品については、粉じん対策及び人件費等の関係を考慮して、出来るだけ研磨・ばり取り作業を行わないで済む様な工法、例えば湿式工法などに替える努力を多くの事業所で行っている。そのため、鉱物の研磨・ばり取り作業自体が減少傾向にある。しかし、作業自体は減少傾向にある作業ではあるが、現実には研磨・ばり取り作業は行われており、25年度の岩石及び鉱物の研磨・ばり取り作業の現場調査及び24年度の実験室における岩石及び鉱物の研磨・ばり取り作業の模擬作業での粉じんばく露濃度測定結果を総合的に判断して、全ての作業において管理濃度を超える様な作業であったことを考えると、屋外における岩石及び鉱物の研磨・ばり取り作業は、有効な呼吸用保護具を着用する必要があるものと考えられるという結論を導き出した。

24年の委託事業と25年の調査研究の2年間の成果を第13回労働政策審議会安全衛生分科会じん肺部会(平成25年11月22日)に「岩石の研磨・ばり取り作業は、管理濃度を超える作業の割合は屋外実験場で73%、屋外現場で100%であり、労働衛生工学的な対策を導入しても、粉じん濃度を管理濃度以下に低減することは容易でないと考えられる。また、鉱物の研磨・ばり取り作業は、管理濃度を超える作業の割合は屋外実験場で63%、屋外現場で100%であり、労働衛生工学的な対策を導入しても、粉じん濃度を管理濃度以下に低減

することは容易でないと考えられる。」と報告した。

その報告結果を労働政策審議会安全衛生分科会じん肺部会で審議した結果、粉じん障害予防規則の改正により、手持式または可搬式動力工具を使用した岩石・鉱物の研磨・ばり取り作業を行う事業者は、平成 26 年 7 月 31 日からは、屋内・屋外を問わず、その作業に従事する労働者に、有効な呼吸用保護具（防じんマスク）を使用させなければならなくなった。

## 2 . 鋳物工場での砂型造形作業における粉じんばく露リスクの調査研究

26 年度は、現在「粉じん作業」に指定されていないが、今後新たに指定すべきと考えられる作業として、鋳物工場での砂型造形作業における粉じんばく露リスク調査を行い、粉じんばく露防止対策の必要性について検討した。

砂型造形作業に関しては、手込め作業、半自動造形作業及び自動造形作業の 3 つの作業に分けて評価を行った。また、作業の評価は、作業時に発生する粉じん濃度と、岩石の遊離けい酸含有率から算出した管理濃度を比較するため、作業時に発生する粉じん濃度だけでは作業環境を評価することはできない。そのため、本調査では、管理濃度と平均粉じん濃度の比較だけでなく、10 分間移動平均値の結果も併せて評価した。

### 1 ) 手込め作業

本研究での、手込め作業は、81%(17 / 21 作業)の作業で管理濃度を超えており、管理濃度以下に粉じん濃度を低減することは困難であることが予想されるため、有効な呼吸用保護具を着用する必要があると考えられる。このうち、管理濃度を超えなかった作業場では、使用している鋳物砂が適度の水分を保水できる特殊な構造の鋳物砂のために環境中への飛散があまり認められなかった。この鋳物砂に関しては、特許等の関係で詳細を知ることは出来なかった。それ以外の作業場では、使用している鋳物砂の遊離けい酸含有率が低い鋳物砂を用いていた。これらの工夫により、作業者のばく露濃度を低く押さえることや管理濃度を高くすることは、有効な対策の一つと考えられる。

### 2 ) 半自動造形作業

本研究での、半自動造形作業は、93%(14 / 15 作業)の作業で管理濃度を超えており、管理濃度以下に粉じん濃度を低減することは困難であることが予想されるため、有効な呼吸用保護具を着用する必要があると考えられる。このうち、管理濃度を超えなかった作業場では、堆積粉じんの除去を定期的に行ったり、砂を扱う場所以外には砂が舞わないよう砂を扱う場所周辺を防じん板等で囲んだりしていた。これらの工夫により、作業者のばく露量は低くなっていることから、このような対策も有効であると考えられる。

### 3 ) 自動造形作業

本研究での、自動造形作業は、67%(6 / 9 作業)の作業で管理濃度を超えており、管理濃度以下に粉じん濃度を低減することは困難であることが予想されるため、有効な呼吸用保護具を着用する必要があると考えられる。このうち、管理濃度を超えなかった作業場では、



堆積粉じんの除去を定期的に行い、堆積粉じんがほとんど見られなかった。また、鋳物砂の遊離けい酸含有率を低くすることで管理濃度を高くする対策が取られていた。遊離けい酸含有率の低い鋳物砂を使用すると、鋳物製品の不良を起こす要因の一つになることもあり、高度な技術が要求されるので、一般の鋳物工場ではなかなか実行できない対策である。

#### 4) 結論

砂型造形作業場として、手込め作業、半自動造形作業及び自動造形作業を行っている 18 事業場で 45 の造形作業の個人ばく露濃度測定を行った。作業によりばく露量の幾何平均値には差がみられるものの、作業方法によらずほとんどの作業でばく露濃度の 10 分間平均値が管理濃度を上回っていることが明らかとなった。

現在、鋳物工場における砂型造形作業は、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、ほとんど全ての砂型造形作業で管理濃度を超えていることが明らかになったので、粉じん則を改正し、「粉じん作業」とすることが適切な措置と考える。さらに、砂型造形作業は、手込め作業に代表される様に作業者の呼吸域上部の鋳物砂供給用落とし口から、鋳物砂を作業者の手元の鋳型枠に落とすため、作業者の呼吸域を鋳物砂が落下するので、粉じんに曝露する機会が多い作業である。しかし、砂型造形作業は、外付け式フード等の局所排気装置を用いた防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三の作業にすることが適切な措置と考える。なを、この調査結果は、労働政策審議会安全衛生分科会じん肺部会に提出した。

その報告結果を労働政策審議会安全衛生分科会じん肺部会で審議した結果、平成 27 年 10 月 1 日より、粉じん障害予防規則の改正により、鋳物を製造する工程において、砂型を造型する場所における作業及び砂型を造型する作業も、新たに以下の通りの措置が必要になった。

\* これまで粉じん障害防止規則及びじん肺法施行規則において粉じん作業として定められていなかった、鋳物工場の製造作業の工程のうち砂型を造型する場所における作業についても、粉じん作業として定めます。

\* 砂型を造型する作業について有効な呼吸用保護具の着用が必要となり、砂型を造型する場所における作業についてじん肺健康診断を行うことが必要となります。

### **3 . 金属その他無機物を製錬し、又は溶融する工程において、土石又は鉱物を開放炉に投げ入れ、焼成し、湯出しし、又は鋳込みする場所における作業における粉じんばく露リスクの調査研究**

今後新たに粉じん則の別表第 2 及び別表 3 のいずれかに追加すべき可能性のある作業として、別表第 1 第 17 号に定められた「金属その他無機物を製錬し、又は溶融する工程において、土石又は鉱物を開放炉に投げ入れ、焼成し、湯出しし、又は鋳込みする場所における作業（以下、土石又は鉱物を開放炉に投入する作業、と略す）」作業は、金属を溶融し、

出湯する一連の作業の途中の工程で、出湯前に溶融面のノロが鋳込み先の製品に入らないように、事前にノロを取り除くために鋳物等を炉に投入する作業である。投入時は、溶湯の熱上昇気流によって、投入された鋳物等が粉じんとして作業環境中に飛散する。飛散した粉じんの影響を作業者が受けるが、そうした作業は、現在「粉じん作業」に指定されているが、(別表2)の作業に該当するのがあるいは、(別表3)の作業に該当するのかを判断するために、現場測定を実施した。

土石及び鋳物の開放炉への投入作業として、12事業場で15名の作業者のばく露濃度測定を行った。作業者の作業により粉じんばく露濃度の幾何平均値には差がみられるものの、作業方法によらずほとんどの作業で、ばく露濃度が管理濃度を上回った。また、ばく露濃度が管理濃度を下回っていた作業者についてもばく露濃度の10分間平均値が管理濃度を上回っている作業者が2名いたことが明らかとなった。

現在、鋳物工場における別表第1第17号土石又は鋳物を開放炉に投入する作業は、粉じん則で粉じん作業(別表第1)に指定されているが、特定粉じん作業(別表第2)及び呼吸用保護具を使用する作業(別表第3)には指定されていない。そこで、本研究で現場調査を行い、新たに土石又は鋳石投入作業を(別表第2)又は(別表第3)のどちらの作業に指定すべきか検証した結果、12作業場の内、15名の作業者が管理濃度を超過していることが明らかになったので、粉じん則を改正し、いずれかに指定し、種々の衛生工学的な対策を講じることが適切な措置と考える。

土石又は鋳石を投入等作業は、金属溶解時に解放炉から金属ヒュームが発生するが、最も粉じんが発生するのは、土石又は鋳物を開放炉に投げ入れる作業である。土石又は鋳物を開放炉に投げ入れるのは、溶解金属面に浮いているノロが出湯時に鋳型に入ると鋳物製品の不良になるので、そのノロを出湯前に取り除くために行う作業で、溶融作業工程では約1回の短時間作業である。一般的に開放炉には、キャノピーフード、上方型外付け式フード及びリングフード等が設置されていることが多いが、中小の鋳物工場で局所排気装置が設置されていない場合が多いと思う。鋳込み等作業は、キャノピーフード、上方型外付け式フード及びリングフード等の局所排気装置を用いた防じん対策が可能な作業と考えられるので、「作業工程、作業の態様、粉じん発生の様態などからみて一定の発生源対策を講ずる必要があり、かつ、有効な発生源対策を講じることができるもの」に該当する「特定粉じん発生源」である(別表第2)に該当することが適切な作業と考えるが、現実的には、土石又は鋳石投入等作業は作業工程における短時間作業であること、作業環境測定の実施が困難と判断させること及び作業者の粉じんばく露濃度が高いこと等を総合的に判断すると(別表第3)の呼吸用保護具を使用する作業とすることが適切と考える。

以上のことから、土石又は鋳物等を開放炉に投入する作業は、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の結論を平成28年5月に以上のことから、土石又は鋳物等を開放炉に投入する作業は、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の結論を平成28年5月に安全衛生部

労働衛生課じん肺班に報告する。

#### **4．屋外の鉱物等動力により破砕する作業における粉じんばく露リスクの調査研究**

本年度は、粉じん則の別表第2及び別表3のいずれかに追加すべき可能性のある作業として、別表第1第8号に定められた鉱物等破砕作業のうち石材事業場等において屋外で行われている手持ち削岩機を用いた岩石等の小割り作業について、粉じん曝露濃度測定を行った。

その結果、屋外で手持ち削岩機を用いて鉱物等の破砕等を行う作業は、2作業場3名の作業員の粉じんばく露濃度測定結果において、測定した全ての作業員のばく露濃度について管理濃度を超えていた。また外付け式フード等の局所排気装置を用いた防じん対策は容易ではないと考えられることから、呼吸用保護具を着用することを義務付けた粉じん則別表第3に列挙される作業にすることが適切な措置と考えられる。

本調査測定では、2作業場3名の作業員と測定数は少ないが、こうした石材等の小割り作業は、日本においてもまだ存在し、現在でも小割り作業を行っている作業員が少なからず存在し、本調査と同じ様な粉じん曝露濃度にさらされている可能性はあると想像されるので、屋外において鉱石等を手持ち削岩機等の動力により破砕等する作業は別表3に組み入れる粉じん則の改正が必要と考える。

以上のことから、屋外において手持ち削岩機等を用いて鉱物等の小割りする作業は、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の結論を平成28年5月に安全衛生部労働衛生課じん肺班に報告する。

#### **5．船倉内の荷役作業終了後の清掃作業における粉じんばく露リスクの調査研究**

現在、「粉じん作業」に指定されていないが、今後新たに指定すべきと考えられる作業の有無について調査し、ある場合には、その作業における粉じんばく露リスクの調査を行い、粉じんばく露防止対策の必要性について検討する。具体的には、船倉内の荷役作業終了後の清掃作業であるが、現場測定に関して、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作業の見学だけなら大丈夫との連絡も受けたのですが、最終的には、見学の許可も得られなかったが、幸い27年度は、事業場の協力により、測定を実施することが出来た。

4事業場で11名の作業員の粉じんばく露濃度を測定を行った結果、作業員11名の内、10名の作業員が管理濃度を超える、つまり、91%(10/11)の作業で管理濃度を超えていた。このことより船倉内の荷役作業終了後の清掃作業の粉じん濃度を管理濃度以下に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」とする必要性があると考える。

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。

以上のことから、荷役作業後の清掃作業は、粉じん作業とし、併せて、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の結論を平成 28 年 5 月に安全衛生部労働衛生課じん肺班に報告する。

船倉清掃作業は、25 年及び 26 年と測定を行うべく、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。

幸い 27 年は、粉じん測定の主旨に賛同し、粉じん測定に理解を示してくださった事業場の協力を得て、4 事業場で 11 名の作業者について、粉じん濃度ばく露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。

本年は、4 事業場で 11 名の作業者について、粉じん濃度ばく露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。

## **6 . 流量低下が慣性衝突型個人粉じん計 NWPS-254 の吸入性粉じん濃度測定に与える影響**

厚生労働省は、中央労働災害防止協会に、作業環境における個人ばく露測定に関する実証的検証事業の「個人ばく露測定に関する検討委員会」を設置して、22 年から 25 年度の 4 年間にわたり検討を行い、作業環境に個人ばく露濃度測定の導入が現実味を帯びる状況になってきた。そうした状況を受けて、個人サンプラーを用いた粉じん濃度測定について、その正確な運用を検討しておかなければならない状況が生じた。

そこで、個人サンプラーを用いて粉じん濃度測定を行なう粉じん計として、現在、個人ばく露濃度粉じん計 NWPS-254 が、使用されている。個人ばく露濃度粉じん計 NWPS-254 は、吸引流量 2.5(L/min)で吸引することで吸入性粉じんを正確に測定できる粉じん計である。しかし、個人ばく露濃度測定のように 8 時間の連続測定を行う場合、通常の粉じん濃度測定よりフィルターに粉じんが多量に捕集される可能性があり、そのため、圧力損失が上がり吸引流量が 2.5(L/min)以下に低下した状況で測定している可能性が考えられる。その場合は、正確な吸入性粉じん濃度測定しているとは言えないので、どこまで吸引流量が低下したら正確な吸入性粉じん濃度測定が出来なくなるかと言った判断基準が提示されていないので、捕集量が増加することにより流量低下が起きた際に、吸入性粉じん濃度測定が正確に出来る基準となる吸引流量は、何(L/min)以上かを 25 年度に引き続き 26 年度も試験試料を増やして検証した。

流量低下が吸入性粉じん濃度測定に与える影響に関して、25 年度及び本年度(4.4.1)の結果より、アロゾナロードダスト、JIS 試験用粉体 1、2 種、タルク及び砕石粉じんの 4 試

料において NWPS-254 における流量低下は、2.4[L/min]までであれば吸入性粉じんの測定として許容することが確認できた。

捕集量と流量低下の関係に関しては、アゾナロードダストと碎石試料で実験を行なった際は、捕集量が 10[mg]程度にまで増加すると、吸引流量は 2.4[L/min]にまで低下する結果となった。ただし、粉じんの比重や粒度分布、飛散状況によって、この値は変動する可能性がある。そのため、捕集量と流量低下に関しては、参考程度に留めておく必要があると考えられる。また、直接的に吸入性粉じん濃度測定に影響を及ぼすのは吸引流量であるため、主眼を置くべきは吸引流量である。

そのため、ある程度の量の粉じんを捕集できる作業場では、吸引流量が 2.4[L/min]を下回る危険性があることに留意して測定を行なわなければならない。その事を考慮して、26 年度は、個人ばく露濃度測定中に 2.4[L/min]を下回った時に、個人ばく露濃度粉じん計 NWPS-254 の測定に用いる MP- 3 型吸引ポンプ（柴田科学社製）自体が停止する様な改良型 MP- 3 吸引ポンプをメーカーと共同で開発した。

そこで、個人ばく露濃度粉じん計 NWPS-254 を用いて正確にばく露濃度測定を行うための判断基準は、下記の通りである。

#### 1) 改良型 PM- 3 吸引ポンプを用いてばく露濃度測定を行う場合

吸引流量が 2.4[L/min]以下になると 10 秒以内で自動的に吸引を停止するので、それまでの総吸引流量で採取粉じん量を割ることで、正確な吸入性粉じん濃度を測定することが可能である。

#### 2) 通常の PM- 3 吸引ポンプを用いてばく露濃度測定を行う場合

次の 2 種類の判断基準がある。

測定終了後、PM- 3 吸引ポンプによる総吸引流量を測定時間で割った 1 分間の吸引流量が、2.4[L/min]以下であった時は、正確な吸入性粉じん濃度測定が行われていないので、測定結果を破棄する。

測定終了後、PM- 3 吸引ポンプによる総吸引流量を測定時間で割った 1 分間の吸引流量が、2.4[L/min]以上であった時は、直ちに、PM- 3 吸引ポンプを 3 分間作動させ、その 3 分間作動時の総吸引流量を 3 分で割った 1 分間の吸引流量が、2.4[L/min]以上であった時は正確な吸入性粉じん濃度測定が出来たと判断する。逆に、PM- 3 吸引ポンプを 3 分間作動させ、その 3 分間作動時の総吸引流量を 3 分で割った 1 分間の吸引流量が、2.4[L/min]以下であった時は正確な吸入性粉じん濃度測定が出来ていないと判断して、測定結果を破棄する。

## 7. 局所排気装置以外の粉じん発散防止抑制装置に関する研究

平成 24 年 4 月「有機溶剤中毒予防規則等の一部を改正する省令」により、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、作業場が良好とされる第 1 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

として局所排気装置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要件を満たさない装置であっても使用することができ、作業環境測定のみによって作業環境管理を行うことができる。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。さらに従来の屋外排気を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。しかし、このような特例は、粉じん障害防止規則においてはまだ認められていない。

そこで、本研究では、粉じん障害防止規則においても同様に、局所排気装置以外の粉じん発散防止抑制装置の使用を可能にするため、制御風速と漏洩濃度の関係を求めるために26年度と同様に集じんフィルターを内蔵した屋内排気型側方吸引型外付け式フードを作製し、実験室を実際の作業場に想定し、粉じんの環境への漏洩の有無を調べることで、制御風速を下げて作業環境を良好に保つことができることを検証すべく実験を行った。また、併せて、外乱気流が作業現場に設置された局所排気装置の漏洩濃度にどのような影響を与えるかについても検証を行った。さらに、粉じんを取り扱う作業現場で、第1管理区分に成っている事業場において、作業現場に設置されている局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くした状態で、局所排気装置からの粉じんの漏洩濃度、作業者のばく露濃度及び作業環境測定を行い、局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くしても第1管理区分が維持できるかどうかの検証を行った。

本研究では、厚生労働省令に定められている粉じん則において、局排等以外の粉じん発散防止装置の使用を可能にすることを目的としている。そのため、実際に局所排気装置の要件を満たさない屋内排気型フードを用いて、実際の作業場を想定し、有害物質の環境への漏洩の有無を調べた。また、実際の粉じん作業現場で既存の局所排気装置を制御風速以下で稼働した時の、周囲への漏洩濃度測定、作業環境測定および作業者のばく露濃度測定をした。

以下に本研究で得られた知見を述べる。

## 7.1 フランジ効果及びフィルターの圧量損失について

### 1) フランジ効果

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が確認できた。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。

### 2) フィルターの圧力損失

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低く、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。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、 $0.3\mu\text{m}$ 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った。

## 7.2 ダクト付きフードを用いた制御風速等に関する実験

### 1) マネキンの有無による捕捉点風速

捕捉点風速はマネキンが無い時と有る時で差が生じ、マネキンがある方が捕捉点風速は遅くなった。また、マネキンが無い時は Dalla Valle の式により算出した理論値よりも風速が速くなり、マネキンが有る場合は理論値より風速が遅くなる傾向にあることが明らかになった。

### 2) 2種類の発散源と排風量

発煙ノズルを用いた場合には、ばく露濃度が高くなった。発煙BOXを用いた場合には、発煙ノズルよりも発生速度が緩やかであったため、ばく露は見られず、作業者に見立てたマネキンの腰の部分の方で主に漏洩が見られた。また、フードの形状や煙の発生速度によって必要排風量は異なることが分かった。

### 3) 制御風速

本実験条件では、制御風速以下で発散源を捕捉できた。また、発散源の発生量、フードの開口面積、発散源のフード開口面からの距離によって、漏洩およびばく露を防ぐために必要となる捕捉点風速は異なることが分かった。これらのことから、現在はフードの吸引性能を制御風速(外付け式フードの場合は $1.0\text{m/s}$ )で評価しているが、作業環境が良好で、発散源の発生量および発生速度が遅ければ、捕捉点風速を制御風速より遅くしても十分に発生した煙を捕捉できると考えられた。

さらに、捕捉点風速を $0.1\text{m/s}$ 下げただけで排風量は大きく削減できることが Dalla Valle の式より明らかになった。これは、少ないエネルギーで発散源を速やかに捕捉することが必要とされる中、制御風速より遅い吸引風速であっても作業環境を良好に保つことができる作業場では、エネルギーコスト、 $\text{CO}_2$ 排出量の削減も期待できる。

## 7.3 屋内排気型フードを用いた外乱気流の影響に関する実験

### 1) 外乱気流の影響

一様な気流をフード周囲から発生し、その時の煙の漏洩濃度およびばく露濃度を測定した。制御風速よりも遅い捕捉点風速であっても漏洩およびばく露を防げると考えられた。ただし、斜め前方と前方からの $0.4\text{m/s}$ 以上の一様な気流に対しては、ついたてを立てる等の対策をし、外乱気流の影響を低減することが望ましいと考えられた。

### 2) 作業台周囲の人の移動による影響

作業台周囲を人が移動した時の煙の漏洩濃度およびばく露濃度を測定した。今回実験した3種類の移動(フード側面に沿って移動する時、作業台に向かいUターンをして戻る時、マネキンの背後を移動する時)においては、それぞれにおいて制御風速以下の捕捉点風速で漏洩およびばく露を防げると考えられた。

### 3) 屋内排気

マグネシウムリボンを燃焼して発生させた粉じんと、砂岩を研磨して発生させた粉じんをそれぞれ屋内排気型フードで吸引し、集じんフィルター通過後の粉じん濃度を測定した。

集じんフィルター通過後の粉じん濃度は非常に低濃度であり、屋内排気型フードに内蔵した集じんフィルターで粉じんは十分に捕集された。使用したフィルターはプレフィルターとして金属メッシュフィルターをメインフィルターとして HEPA フィルターを使用した。集塵効率の高いフィルターを用いれば、作業環境に影響を与えない程度の粉じん濃度に抑えて屋内排気ができ、局所排気装置以外の屋内排気型フードの導入が可能になることが明らかになった。

#### 7.4 粉じん則一部改正のための現場検証調査

第 1 管理区分を維持している粉じん作業場で、作業現場に設置されている局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くした時に、局所排気装置からの粉じんの漏洩濃度、作業環境測定および作業者のばく露濃度測定を行い、局所排気装置の吸引風速を制御風速よりも遅くしても第 1 管理区分を維持できるか否かの検証を行った。検証の結果、局所排気装置の吸引風速を制御風速より遅くしても作業環境は第 1 管理区分を維持しており、作業環境に影響のある漏洩は見られなかった。そのため、制御風速を基に設計された局所排気装置であっても、作業環境が良好に保たれれば、制御風速以下で装置を運用することが可能である。

局排等以外の粉じん発散防止抑制装置を使用できるようになれば、作業場に適用した装置を導入することができる。具体的には、作業環境測定により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。また、従来の屋外排気を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。

#### 7.5 粉じん則の一部改正への提言

現在、「有機溶剤中毒予防規則等の一部を改正する省令(平成 24 年厚生労働省令第 71 号)」により、有機溶剤中毒予防規則第十三条の三の規定による発散防止抑制装置として設置する局所排気装置以外の発散防止抑制装置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出来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、粉じんの局所排気装置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、粉じんに関する局所排気装置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。



そこで、今回製作した粉じんに関する局所排気装置等以外の発散防止抑制装置が、以下の全ての要件を満たす場合は粉じん則を改正し、当該抑制装置も特定粉じん発生源に係る装置として取り扱うことが妥当と考える。

(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バグフィルター用のフィルター(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以下になっている事を、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こと。

(3) 発散防止抑制装置を設置した場所の作業環境が第1管理区分で有ること。

(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、その時作業者のばく露濃度及び10分間移動平均値が管理濃度以下であること。

上記の粉じん則改正に必要な要件で、本当に局所排気装置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するために、今後、大型発散防止抑制装置を作製し、粉じんを用いた模擬実験を行う事と並行して、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模擬実験に近い測定を実施し、局所排気装置等以外の発散防止抑制装置の実用性の検証を行う。

その成果を踏まえて、改めて粉じんに関する局所排気装置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必要な要件を提案するので、その折には、是非、粉じん則の一部を改正し、粉じん作業現場で局所排気装置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切に希望する次第である。

## 8. 最後に

粉じん障害防止規則は、昭和54年に制定された以降、新しい粉じん作業を追加したり、粉じん作業でありながら、別表第2に掲げられている場所が粉じんの発生源であるような作業(特定粉じん作業)に該当するか、あるいは作業者には、呼吸用保護具の着用が義務付けられている別表第3に該当する作業かにつて、長きにわたり検討を行ってきたが、本厚生労働科学研究費補助金の「粉じん作業等における粉じんばく露リスク調査研究」により、「屋外での岩石・鉱物の研磨・ばり取り作業」及び「鋳物工場での砂型造形作業」について、粉じん則の改正が行われた。最後の残った「金属その他無機物を製錬し、又は溶融する工程において、土石又は鉱物を開放炉に投げ入れ、焼成し、湯出しし、又は鋳込みする場所における作業」、「屋外の鉱物等動力により破砕する作業」及び「船倉内の荷役作業終了後の清掃作業」の3作業について粉じんばく露リスクの調査研究を実施、その成果を安全衛生部労働衛生課じん肺班に報告できたことで、現時点において、粉じん作業(別表第1)、特定粉じん発生源(別表第2)及び呼吸用保護具を使用する作業(別表第3)に関わる事項につて完成したことになる。

## F . 健康危機情報

局所排気装置等以外の発散抑制装置の研究など、実験室系の実験では呼吸用保護具を装着して実験を行っている。また、岩石・鉱物の研磨・ばり取り作業及び鋳物工場の砂型造形作業などの作業現場の測定に際して、測定者は、電動ファン付き呼吸用保護具を装着して測定を行っている。

## G . 研究発表

### 1 . 研究論文等

- 1) 久保田裕仁、村田克、名古屋俊士：屋内排気型外付け式フードの漏えい濃度およびばく露濃度に対する歩行による外乱気流の影響、Vol.37、No.2、p102～113、作業環境、日本作業環境測定協会、2016
- 2) 金丸直子、久保田裕仁、村田克、名古屋俊士：屋内排気型外付け式フード側面に沿って人が移動した時に必要となる排风量について、Vol.37、No.2、p42～46、作業環境、日本作業環境測定協会、2016
- 3) 王莉、村田克、名古屋俊士：オゾン分解法を用いた有機溶剤等の分解特性に関する研究、Vol.37、No.2、p47～50、作業環境、日本作業環境測定協会、2016
- 4) 名古屋俊士：リフラクトリーセラミックファイバーの化学物質リスク評価検討会報告 NO.63、p28～30、作業環境、日本作業環境測定協会、2016
- 5) 大貫正史、村田克、名古屋俊士：各種金属酸化物触媒を用いた有機溶剤分解時の性能評価に関する研究、Vol.37、No.1、p30～41、作業環境、日本作業環境測定協会、2016
- 6) 深尾加奈子、村田克、名古屋俊士：ナノマテリアルとしてのカーボンブラック取り扱い作業環境におけるナノ粒子用粉じん計 LD-5N2 を用いた作業環境管理に関する基礎的研究、Vol.37、No.1、p47～50、作業環境、日本作業環境測定協会、2016
- 7) 名古屋俊士：粉じん及び粉じん測定の推移と現状、Vol.28、No.2、p95～114、産業医学レビュー、産業医学振興財団 産業医学情報室、2015
- 8) 金丸直子、久保田裕仁、名古屋俊士：屋内排気型外付け式フードの換気効果に関する基礎的研究、Vol.36、No.4、p38～41、作業環境、日本作業環境測定協会、2015
- 9) 名古屋俊士：繊維状物質の測定に係わる歴史と今後の課題、Vol.2、p16～21、繊維状物質研究、日本繊維状物質研究協会、2015
- 10) 久保田裕仁、金丸直子、村田克、名古屋俊士：漏えい濃度およびばく露濃度から求めた外付け式フードの必要排気風量、Vol.36、No.3、p48～55、作業環境、日本作業環境測定協会、2015
- 11) 大貫正史、村田克、名古屋俊士：金属酸化物触媒を用いたホルムアルデヒド等の分解処理に関する研究、Vol.36、No.3、p56～63、作業環境、

- 日本作業環境測定協会、2015
- 12) 渡辺雄飛、村田克、名古屋俊士：強制送風式パッシブサンプラー（セミアクティブサンプラー）の個人ばく露測定に向けた基礎検討について、Vol.36、No.3、p64～67、作業環境、日本作業環境測定協会、2015
  - 13) 橋本晴男、山田憲一、名古屋俊士、村田克他：化学物質の個人ばく露測定ガイドライン、Vol.57、No.2、p61～120、産業衛生学雑誌 日本産業衛生学会、2015
  - 14) 名古屋俊士：作業環境における個人ばく露測定に関する実証的検証事業、特別号 No.62、p10～26、作業環境、日本作業環境測定協会、2015
  - 15) 村田克、名古屋俊士他：ナノマテリアルを測定対象とした相対濃度計 LD-5N2 の開発に関する基礎的研究、Vol.36、No.1、p50～53、作業環境、日本作業環境測定協会、2015
  - 16) Kenichi Yamada, Shinji Kumagai, Toshio Nagoya, Ginji Endo: Chemical Exposure Levels in Printing Workers with Cholangiocarcinoma, Vol.56, p332-338, Journal of Occupational Health 2014
  - 17) 藤井由貴、村田克、明星敏彦、名古屋俊士他：ナノ粒子に対する呼吸用保護具の防護性能に関する研究、Vol.27、No.1、p2～16、呼吸保護、国際呼吸保護学会、2014
  - 18) 相沢洋子、名古屋俊士他：屋外作業場における粉じん取扱作業者の呼吸用保護具の使用状況に関する実態調査、Vol.56、No.6、p268～274、産業衛生学雑誌、日本産業衛生学会、2014
  - 19) 奥琢哉、村田克、名古屋俊士：吸引流量低下が個人サンプラーNWPS-254型の吸入性粉じん濃度測定に与える影響、Vol.35、No.6、p77～80、作業環境、日本作業環境測定協会、2014
  - 20) 渡辺雄飛、名古屋俊士：有害化学物質の測定・分析法～N,N-ジメチルホルムアルデヒド、Vol.35、No.5、p51～54、作業環境、日本作業環境測定協会、2014
  - 21) 久保田祐仁、村田克、名古屋俊士他：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、Vol.35、No.4、p57～66、作業環境、日本作業環境測定協会、2014
  - 22) 村田克、名古屋俊士：ナノ粒子を測定対象とした新型粉じん計 LD-5N2 の特性に関する研究、Vol.1、p13～16、繊維状物質研究、日本繊維状物質研究協会、2014
  - 23) 大貫正史、村田克、名古屋俊士：金属酸化物触媒を用いた有機溶剤の分離に関する基礎的研究、Vol.35、No.3、p66～70、作業環境、日本作業環境測定協会、2014
  - 24) 篠崎勇太、村田克、名古屋俊士：切削油剤ミストのサンプリング法に関する研究 Vol.35、No.3、p71～75、作業環境、日本作業環境測定協会、2014
  - 25) 村田克、名古屋俊士他：ダイヤモンド工具による切断、研磨作業時に発生する粉じん中のコバルト量、Vol.56、No.2、p57～60、産業衛生学雑誌、日本産業衛生学会、2014
  - 26) 中村憲司、村田克、名古屋俊士他：位相差・分散顕微鏡法の石綿繊維視認性の評価と

- 改善 Vol.35、No.2、p 77～82、作業環境、日本作業環境測定協会、2014
- 27) 名古屋俊士：溶接作業者に及ぼす粉じん、金属ヒューム等の影響とその留意点、Vol.52、No.2、p 50～54、軽金属溶接、軽金属溶接協会、2014
- 28) 名古屋俊士：溶接作業者に及ぼす粉じん、金属ヒューム等の影響とその留意点 軽金属溶接、Vol.52、No. 2、p.10～14、軽金属溶接協会、2014
- 29) 山本修司、大河内博、名古屋俊士他：2012年夏季の富士山頂および富士山麓における大気中揮発性有機化合物の挙動、大気環境学会誌、Vol.49、No. 1、p.34～42、大気環境学会、2014
- 30) 中村憲司、名古屋俊士他、位相差・分散顕微鏡法の石綿繊維視認性の評価と改善、作業環境、Vol.35、No. 2、p.77～82、日本作業環境測定協会、2014
- 31) 渡辺雄飛、松尾亜弓、名古屋俊士：粒状活性炭 加熱脱着 GC/FID 法による作業環境中の特定化学物質測定法の確立に関する研究、作業環境、Vol.34、No.3、p.34-37、作業環境測定協会 2014
- 32) 長谷川彰、篠崎勇太、村田克、名古屋俊士：溶剤抽出-GC/FID 法による切削油剤ミスト濃度測定法に関する研究、作業環境、Vol.34、No.4、p.46～54、日本作業環境測定協会、2013
- 33) 渡辺雄飛、松尾亜弓、名古屋俊士：粒状活性炭 加熱脱着 GC/FID 法による作業環境中の特定化学物質測定法の確立に関する研究、作業環境、Vol.34、No.3、p.56～59、作業環境測定協会 2013
- 34) 名古屋俊士：PM2.5 を含む粒子状物質の環境基準と健康影響について、骨材資源、Vol.45、No.177、p 1～9、骨材資源工学会、2013

## 2. 研究発表

- 1) Saki Oishi、Masaru Murata、Toshio Nagoya：Observation of fine particles at the summit of Mt.Fuji、p 2013～2015、Pacifichem (環太平洋国際化学会議) 2015
- 2) 深尾加奈子、村田 克、名古屋俊士：カーボンブラックに対する防じんマスクの捕集特性に関する基礎的研究、2015年度呼吸保護に関する研究発表会、2015
- 3) 金丸直子、名古屋俊士：溶接作業時の防じんマスクによる防じん効果(その2)、2015年度呼吸保護に関する研究発表会、2015
- 4) 村上弘亮、村田克、名古屋俊士：鋳物工場における砂型造形作業及び土石又は鉋物を開放炉に投入する作業における粉じんばく露リスクの調査研究、第55回日本労働衛生工学会、p 26～27、2015
- 5) 深尾加奈子、村田克、名古屋俊士：ナノマテリアル取り扱い作業環境における新型防じん計 LD-5N2 を用いた作業環境管理に関する研究、第55回日本労働衛生工学会、p 26～27、2015
- 6) 久保田祐仁、村田克、名古屋俊士：漏洩濃度および曝露濃度から求めた外付け式フー

- ドの必要排気風量、第 55 回日本労働衛生工学会、p 56 ~ 57、2015
- 7) 金丸直子、村田克、名古屋俊士：屋内排気型外付け式フードの換気効果に関する基礎的研究、第 55 回日本労働衛生工学会、p 58 ~ 59、2015
  - 8) 村田克、名古屋俊士：強制送風式パッシブサンプラー（セミアクティブサンプラー）を用いた個人ばく露測定の検討、第 55 回日本労働衛生工学会、p 66 ~ 67、2015
  - 9) 王莉、村田克、名古屋俊士：オゾン分解法を用いた有機溶剤の分解に関する研究、第 55 回日本労働衛生工学会、p 102 ~ 103、2015
  - 10) 間野幸治、村田克、名古屋俊士：シリカゲル光触媒を用いた有機溶剤の分解に関する研究、第 55 回日本労働衛生工学会、p 104 ~ 105、2015
  - 11) 大石沙紀、村田克、名古屋俊士：都市大気環境中におけるナノ粒子の動向（2）、第 56 回大気環境学会年会、p419、2015
  - 12) 大石沙紀、村田克、名古屋俊士：富士山における微小粒子の観測、第 56 回大気環境学会年会、p420、2015
  - 13) 深尾加奈子、村田克、明星敏彦、名古屋俊士：ナノ粒子用デジタル粉じん計 LD-5N2 を用いた大気環境中のナノ粒子の測定法の研究、第 56 回大気環境学会年会、p441、2015  
大石、大気
  - 14) 名古屋俊士：JIS1481 規格郡の制定状況と今後の動向について、第 3 回日本繊維状物質研究学術集会 p 10 ~ 11、2015
  - 15) 村田克：マレーシアにおけるアスベスト対策の現状、第 3 回日本繊維状物質研究学術集会 p 74 ~ 75、2015
  - 16) 村田克、村上弘亮、名古屋俊士：屋外における岩石等の研磨・ばい取り作業等における粉じんばく露リスクに関する研究、第 54 回日本労働衛生工学会、p 92 ~ 93、2014
  - 17) 村田克、村上弘亮、名古屋俊士：鋳物工場での砂型造型作業における粉じんばく露リスクに関する研究、第 54 回日本労働衛生工学会、p 94 ~ 95、2014
  - 18) 皆川雄典、村田克、名古屋俊士：ナノマテリアル等に対するバグフィルターの捕集効率に関する研究、第 54 回日本労働衛生工学会、p 32 ~ 33、2014
  - 19) 大貫正史、村田克、名古屋俊士：金属酸化触媒を用いたホルムアルデヒド等の分解処理に関する研究、第 54 回日本労働衛生工学会、p 34 ~ 35、2014
  - 20) 福留悠斗、村田克、名古屋俊士：有機溶剤蒸気に対するシリカゲル光触媒を用いた循環式分解装置の開発に関する研究、第 54 回日本労働衛生工学会、p 36 ~ 37、2014
  - 21) 柏柳太郎、村田克、名古屋俊士：ファイバーモニター F-1K 型を用いたリフラクトリーセラミックファイバーの濃度測定に関する研究、第 54 回日本労働衛生工学会、p 38 ~ 39、2014
  - 22) 名古屋俊士：リフラクトリーセラミックファイバーの化学物質リスク評価検討会報

- 告、第 54 回日本労働衛生工学会、p152～153、2014
- 23) 久保田裕仁、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法、第 54 回日本労働衛生工学会、p118～119、2014
- 24) 村田克、名古屋俊士他：様々なナノ粒子を対象にした新型粉じん計 LD-5 N2 の特性に関する研究、第 52 回日本労働衛生工学会、p26～27、2013
- 25) 渡辺雄飛、名古屋俊士他：強制送風式パッシブサンプラー（セミアクティブサンプラー）の個人曝露測定に向けた基礎検討について、第 52 回日本労働衛生工学会、p28～29、2013
- 26) 流量低下が個人サンプラーNWPS-254 の吸入性粉じん濃度測定に与える影響に関する基礎的研究、第 52 回日本労働衛生工学会、p30～31、2013
- 27) 篠崎勇太、名古屋俊士他：金属加工現場で発生する切削油剤ミストの測定法に関する研究、第 52 回日本労働衛生工学会、p108～109、2013
- 28) 皆川雄典、名古屋俊士他、ナノ粒子に対するバグフィルターの捕集効率に関する基礎的研究、第 52 回日本労働衛生工学会、p42～43、2013
- 29) 藤井由貴、名古屋俊士他、ナノ粒子に対する防じんマスクの捕集効率に関する基礎的研究、第 52 回日本労働衛生工学会、p44～45、2013
- 30) 平田優美子、名古屋俊士他、吹付けパーミキュライト中のトレモライト含有判断の精度向上のための検討、第 52 回日本労働衛生工学会、p54～55、2013
- 31) 柏柳太郎、名古屋俊士他：リフラクトセラミックファイバーに対するファイバーモニターF-1K 型に関する基礎的研究、第 52 回日本労働衛生工学会、p58～59、2013
- 32) 奥野恵佳、名古屋俊士：シリカゲル光触媒を用いた有機溶剤の分解に関する研究、第 52 回日本労働衛生工学会、p72～73、2013
- 33) 大貫正史、名古屋俊士他：金属酸化物触媒を用いた有機溶剤の分解に関する基礎的研究、第 52 回日本労働衛生工学会、p74～75、2013
- 34) 加山真一郎、名古屋俊士他：炭酸ガスシールド溶接における CO ガスばく露の低減対策、第 52 回日本労働衛生工学会、p88～89、2013
- 35) 藤井由貴、名古屋俊士他：ナノマテリアルに対する防じんマスクのサジカルフィルターの捕集特性、25 年度 ISRP アジア支部研究発表予稿集、2013

## H . 知的財産の出願・登録状況

27 年度は、現場の調査研究が主体のため特許出願はありません。