

図 1.30 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業2回目のばく露濃度の変動(10分間移動平均)

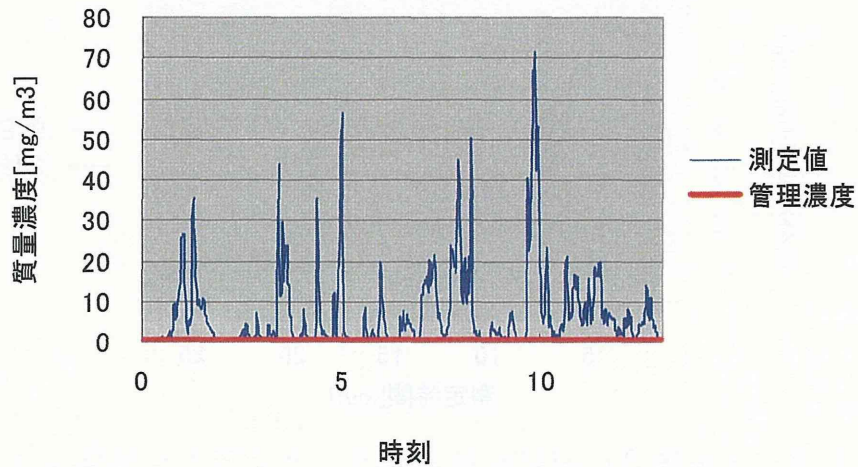


図 1.31 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業3回目のばく露濃度の変動

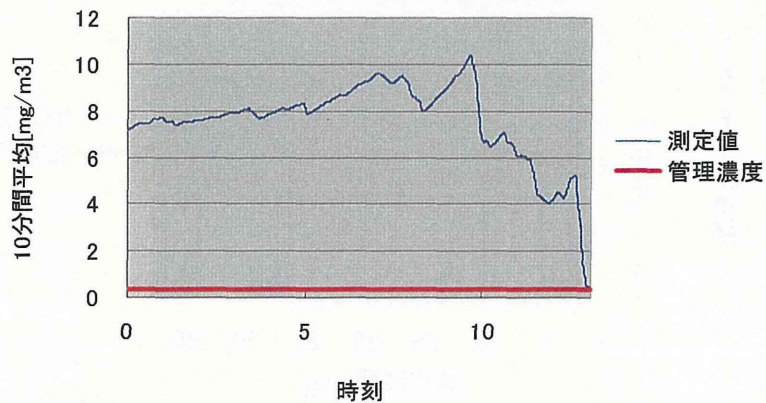


図 6.32 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業3回目のばく露濃度の変動(10分間移動平均)

### 1.3.2(b) 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業

コンクリート研磨・ばり取り作業1回目～作業3回目における、研磨・ばり取り作業時のばく露測定結果を表1.5に示す。また、ばく露濃度の時間的変動状況及び10分間移動平均値の図を図1.33、図1.34、図1.35、図1.36、図1.37、及び図1.38にそれぞれ示す。

粉じん中の遊離けい酸含有率は、7.8%であり、管理濃度は0.29 (mg/m<sup>3</sup>) である。ただし、遊離けい酸の定量は、X線回折基底標準吸収補正法で求めた。

表 1.5 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業時のばく露濃度測定結果

作業	平均粉じん濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	管理濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	管理濃度超え (超えれば○)
1回目	3.25	0.29	○
2回目	5.89	0.29	○
3回目	2.71	0.29	○

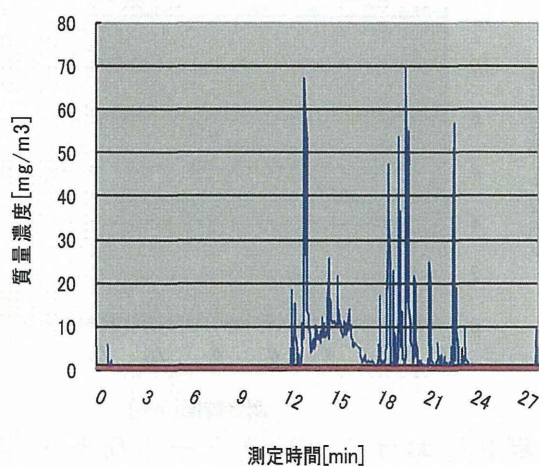


図 1.33 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動

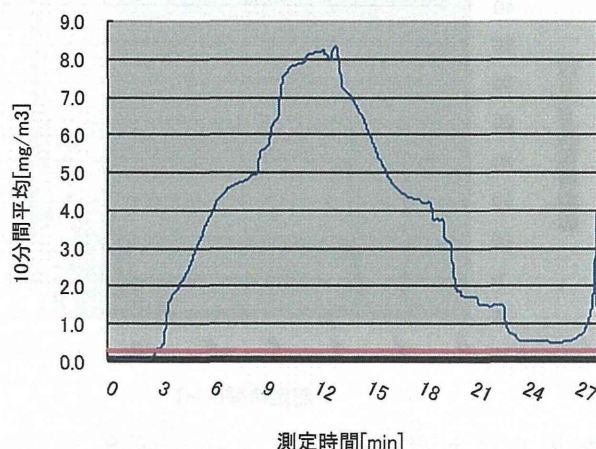


図 1.34 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動 (10分間移動平均)

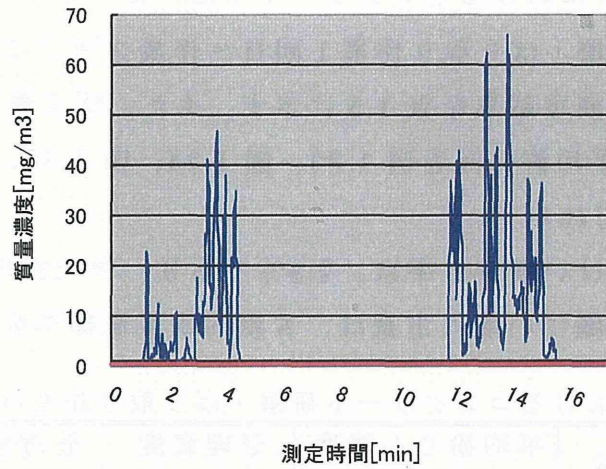


図 1.35 作業場 E におけるコンクリート研磨・ばり取り作業 2 回目のばく露濃度の変動

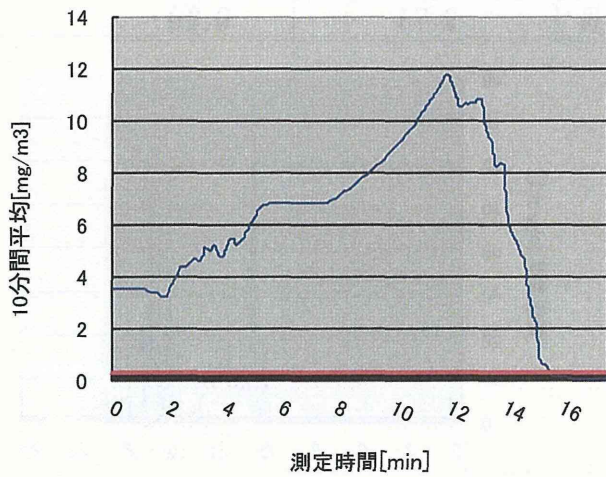


図 1.36 作業場 E におけるコンクリート研磨・ばり取り作業 2 回目のばく露濃度の変動 (10 分間移動平均)

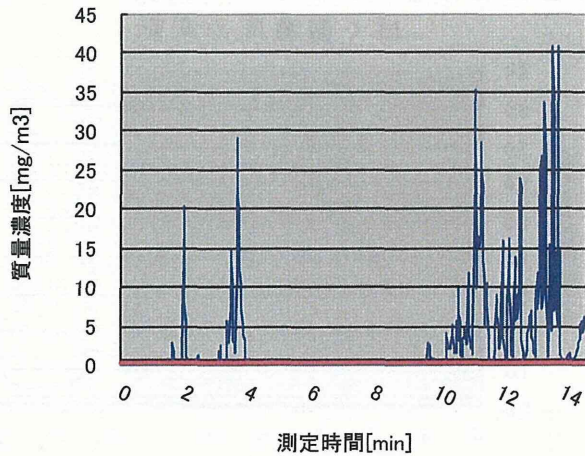


図 1.37 作業場 E におけるコンクリート研磨・ばり取り作業 3 回目のばく露濃度の変動

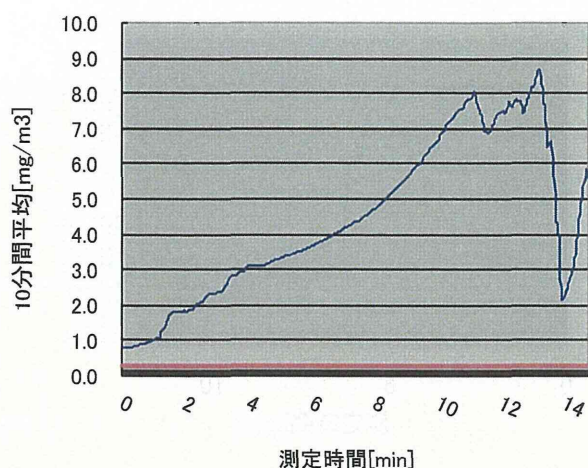


図 1.38 作業場 E におけるコンクリート研磨・ばり取り作業 3 回目のばく露濃度の変動（10 分間移動平均）

### 1.3.2(c) 作業場 F におけるコンクリート研磨・ばり取り作業

作業場 F におけるコンクリート研磨・ばり取り作業 1 回目における、研磨・ばり取り作業時のばく露測定結果を表 1.6 に示す。ばく露濃度の時間的変動状況及び 10 分間移動平均値の図を図 1.39 及び図 1.40 にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は、8.2% であり、管理濃度は  $0.28 \text{ (mg/m}^3\text{)}$  である。ただし、遊離けい酸の定量は、X 線回折基底標準吸収補正法で求めた。

表 1.6 作業場 F におけるコンクリート研磨・ばり取り作業時のばく露濃度測定結果

作業	平均粉じん濃度 ( $\text{mg/m}^3$ )	管理濃度 ( $\text{mg/m}^3$ )	管理濃度超え (超えれば○)
1 回目	4.19	0.28	○

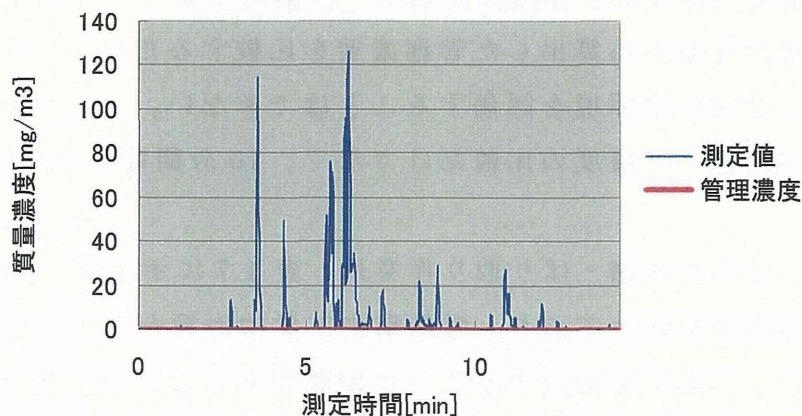


図 1.39 作業場 F におけるコンクリート研磨・ばり取り作業 1 回目のばく露濃度の変動

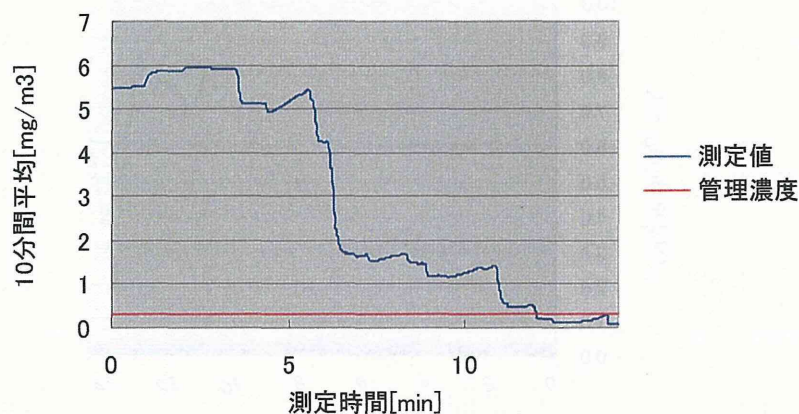


図 1.40 作業場Fにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

#### 1.4 まとめ

本調査で行った各研磨・ばり取り作業時のばく露濃度測定結果をまとめて表 1.7 に示す。

表 1.7 各研磨・バリ取り作業時の粉じんばく露濃度測定結果のまとめ

作業内容	幾何平均 (mg/m <sup>3</sup> ) (幾何標準偏差)	濃度範囲 (mg/m <sup>3</sup> )	管理濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	管理濃度 超えの割合	
岩石研磨・ ばり取り	2.62 (1.97)	8.92~0.98	0.08~0.058	100%	11 / 11
鉱物研磨・ ばり取り	3.97 (1.44)	7.06~2.71	0.32~0.28	100%	7 / 7

##### 1.4.1 岩石の研磨・ばり取り作業

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した。

本調査の岩石の研磨・ばり取り作業は、表 1.7 に示す様に 100%(11/11 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。

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。

##### 1.4.2 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、表 1.7 に示すように 100%(7/7 作業)

の作業で管理濃度を超過しており、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。

#### 1.4.3 24年度厚生労働省の受託調査報告の概要

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、表 1.8 に示すような成果を厚生労働省のじん肺班に報告した。

表 1.8 各種作業時の粉じんばく露濃度測定結果のまとめ

作業内容	幾何平均 (mg/m <sup>3</sup> ) (幾何標準偏差)	濃度範囲 (mg/m <sup>3</sup> )	管理濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	管理濃度 超過割合	
岩石研磨・ ばり取り	0.35 (3.86)	4.54～ 0.039	0.23～ 0.05	73%	29/40
鉱物研磨・ ばり取り	0.33 (6.09)	8.27～ 0.030	0.23～ 0.06	63%	27/43
金属研磨・ ばり取り	0.23 (3.15)	3.76～ 0.08	3.0	7.1%	2/28
金属の裁断	0.12 (1.45)	0.39～ 0.07	3.0	0.0%	0/21

表 1.8 より、各研磨・ばり取り作業等について

##### 1) 岩石の研磨・ばり取り作業

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した。

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過しており、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。

##### 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過しており、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。

### 3) 金属の研磨・ばり取り作業

本調査の鉱物の研磨・ばり取り作業においては、管理濃度を超える作業の割合は7.1% (2/28 作業)であることから、労働衛生工学的な対策は不要と考えられる。

### 4) 金属の裁断作業

本調査の金属の裁断作業においては、21 作業のうち、管理濃度を超える作業を認めなかったため、労働衛生工学的な対策は不要と考えられる。

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。

## 1.5 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すむ様な工法、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 年度の本調査及び 24 年度の委託事業の結果と併せた調査では、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、屋外作業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が導き出された。

## 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

### 2.1 目的

粉じん障害防止対策として、厚生労働省は粉じん則を制定している。粉じん則で対象としている作業は別表第 1、別表第 2、別表第 3 に示されており、別表第 1 に掲げられている作業（以下、「粉じん作業」）、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）を行うには、全体換気装置や局所排気装置などの設備を設置するなどの措置をとる必要がある。また、別表第 3 に掲げられている作業を行う作業員には、呼吸用保護具の着用が義務付けられている。しかしながら、現在、じん肺の新規有所見者数は約 200 人で横ばいとなっており、この状態を更なる減少傾向に転じさせる必要性が指摘されている。そのため、各作業の粉じん曝露リスクを改めて見直す必要がある。そこで、現在は「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、じん肺則及び粉じん則改正のために必要な資料を厚生労働省のじん肺部会に提供とすることを目的とする。

### 2.2 測定調査の概要

測定対象とした作業は、鋳物製品の枠に砂をこめ、型をとる砂型造形作業である。作業によって発生する粉じんについて、作業員のばく露濃度と同時に環境濃度の測定を作業中に行った。ばく露濃度については LD-6N デジタル粉じん計の検出部を作業員の右肩に固定し、操作部および吸引ポンプを作業員の腰に装着し、作業中の連続測定を行った。なお今回用いた LD-6N は粉じんの相対濃度を連続測定するとともに、LD-6N デジタル粉じん計のヘッド部分に個人ばく露質量濃度粉じん計 NWPS-254 の分粒装置を取り付け、かつ、検出部に装着したフィルターに粉じんを捕集することにより吸入性粉じん質量濃度を測定することができるようにしてある。また、環境濃度については作業員の周囲 2m 付近の 1~2 箇所において、地上およそ 1m の高さに質量濃度粉じん計 NW-354 および LD-5 デジタル粉じん計を設置して測定した。

なお、砂型造形作業は、人のみが行う場合、機械のみで行う場合、そして大まかな部分を機械が行い、細かな造型を人が行う場合がある。以下、人のみが行う場合の砂型造形作業を「手込め作業」、人と機械により砂型造形作業を行う作業を「半自動造型作業」、機械のみで行う造型作業を「自動造型作業」と記す。手込め作業風景を図 2.1~図 2.3 に、半自動造型作業風景を図 2.4、自動造型作業風



景を図 2.5 にそれぞれ示す。なお、図 2.5 に示している作業場では、作業者が中子を鑄型に固定する作業のみを行っており、作業者は造型を行っていないと判断し、自動造型作業とした。



図 2.1 手込め作業風景



図 2.2 手込め作業風景



図 2.3 手込め作業風景



図 2.4 半自動造形作業風景



図 2.5 自動造形作業風景

## 2.3 砂型造形作業における粉じんばく露濃度測定結果

### 2.3.1 手込め作業

#### 2.3.1(a) 作業場 A における砂型造形作業

作業場 A の概略図を図 2.6 に示す。また、作業場 A における砂型造形作業 1 回目～6 回目のばく露測定結果を表 5.1 に示す。またばく露濃度の変動及びその 10 分間移動平均を図 2.7～図 2.19 にそれぞれ示す。

なお、5 回目の作業について、平均粉じん濃度は管理濃度以下であるが、10 分間移動平均の値が管理濃度を上回っている値があるので、管理濃度を超過しているとした。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は 16.8%であり、管理濃度は 0.14[mg/m<sup>3</sup>]である。ただし、遊離けい酸の定量は、X 線回折基底標準吸収補正法で求めた。

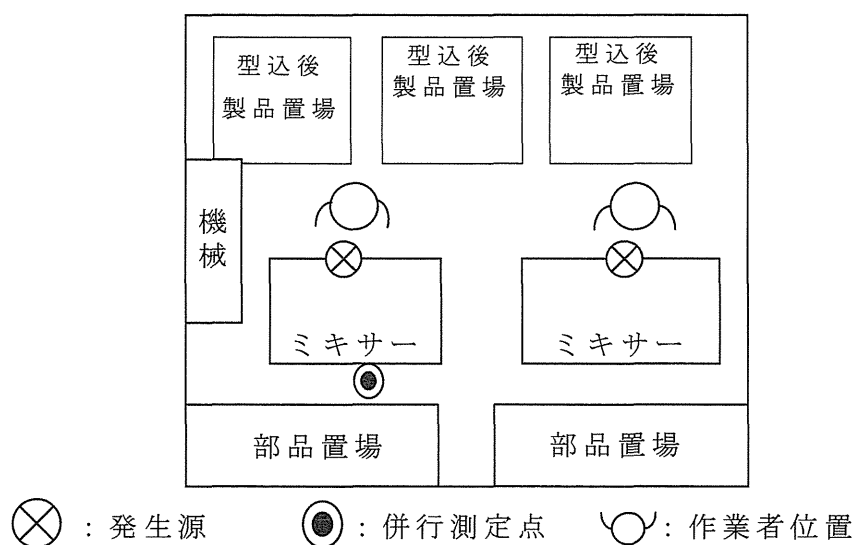


図 2.7 作業場 A の概略図

表 2.1 ばく露測定結果

	平均粉じん濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度超え (超えれば○)
1 回目	0.21	0.14	○
2 回目	0.15	0.14	○
3 回目	0.12	0.14	×
4 回目	0.21	0.14	○
5 回目	0.11	0.14	○
6 回目	0.08	0.14	×

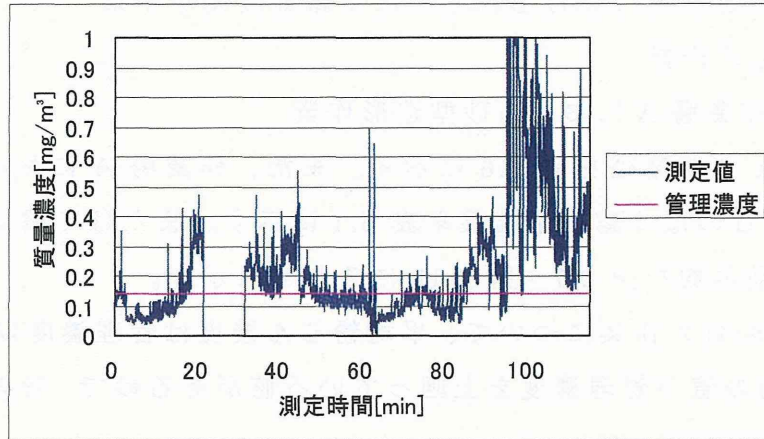


図 2.7 作業場 A における手込め作業 1 回目のばく露濃度変動

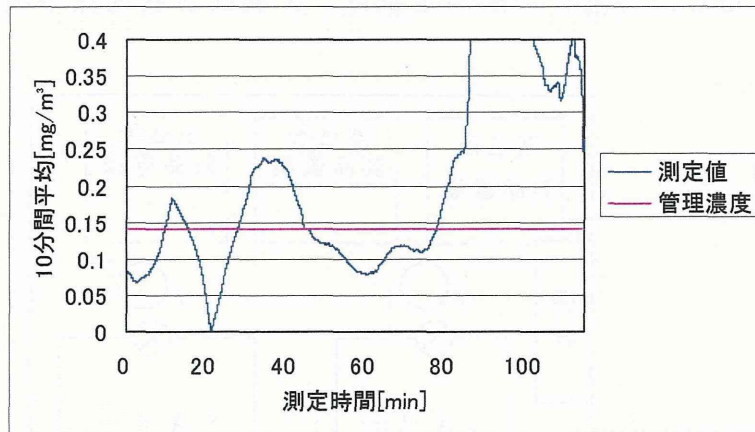


図 2.8 作業場 A における手込め作業 1 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

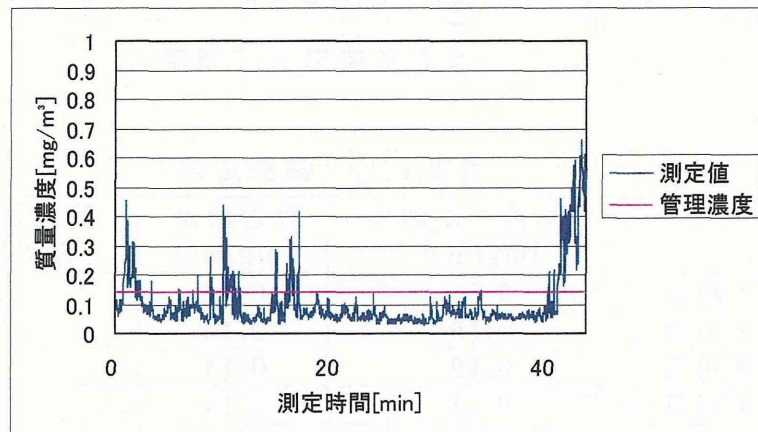


図 2.9 作業場 A における手込め作業 2 回目のばく露濃度変動

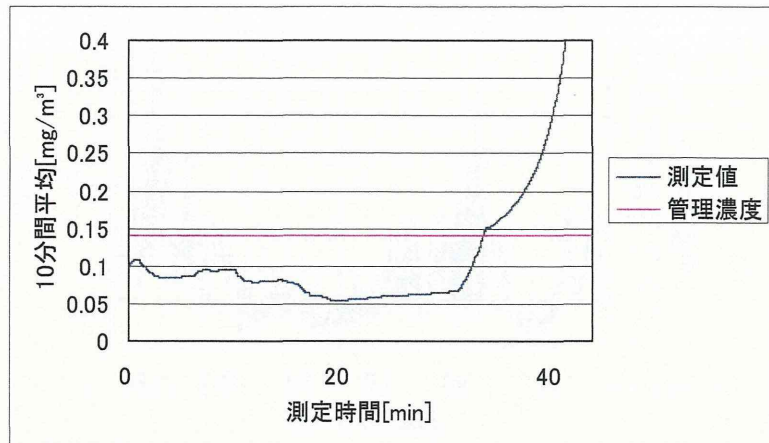


図 2.10 作業場 A における手込み作業 2 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

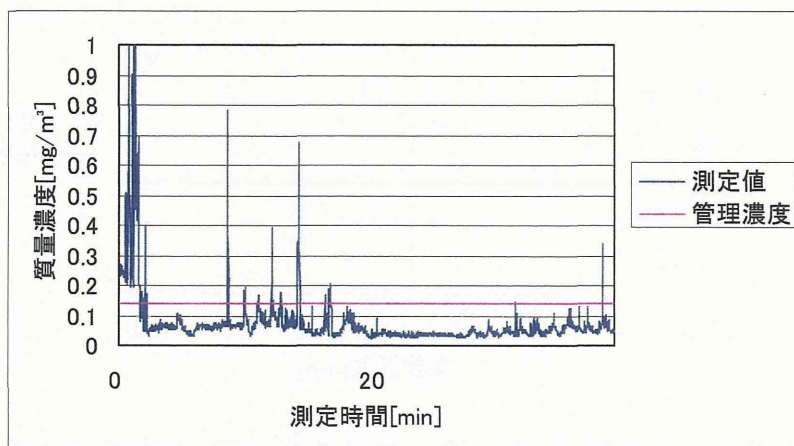


図 2.11 作業場 A における手込み作業 3 回目のばく露濃度変動

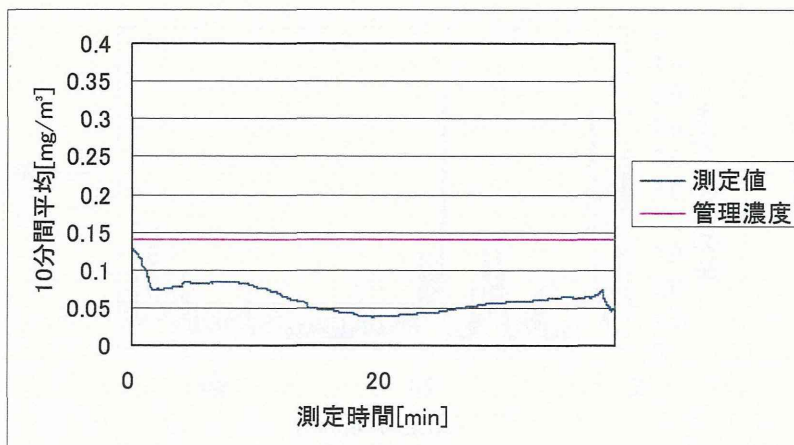


図 2.12 作業場 A における手込み作業 3 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

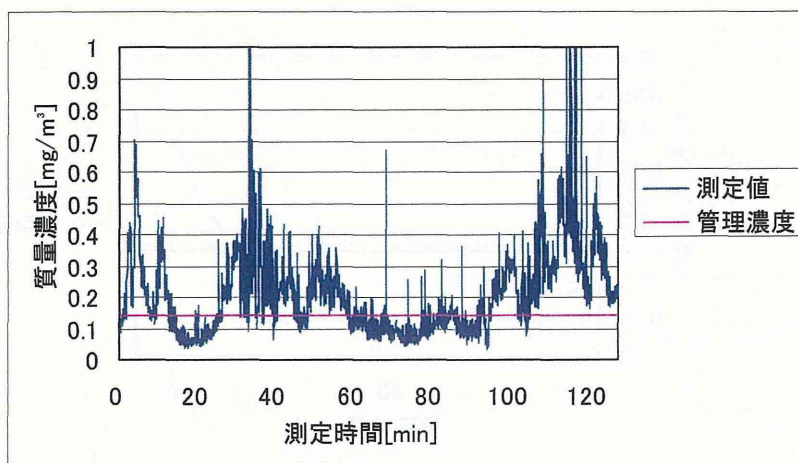


図 2.13 作業場 A における手込め作業 4 回目のばく露濃度変動

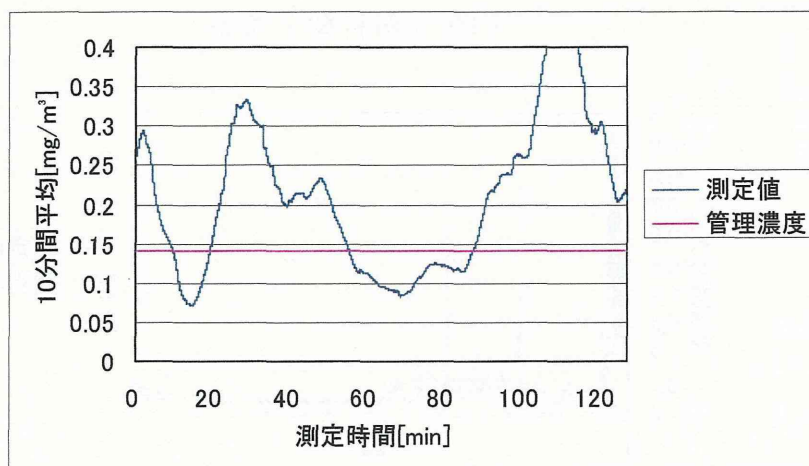


図 2.14 作業場 A における手込め作業 4 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

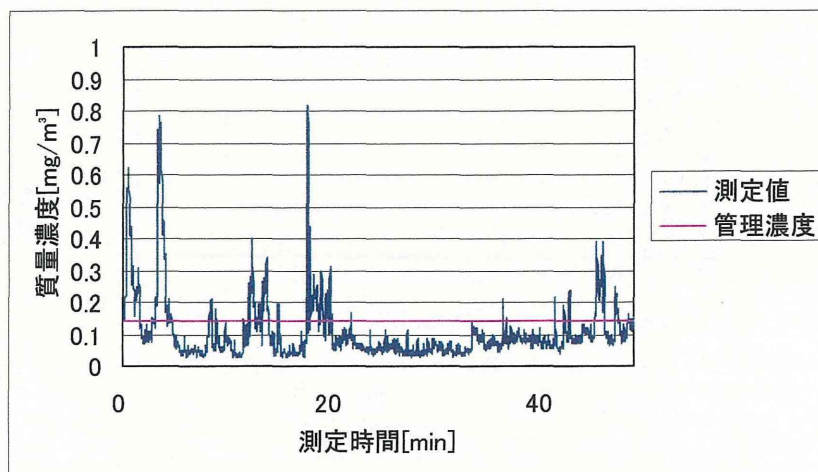


図 2.15 作業場 A における手込め作業 5 回目のばく露濃度変動

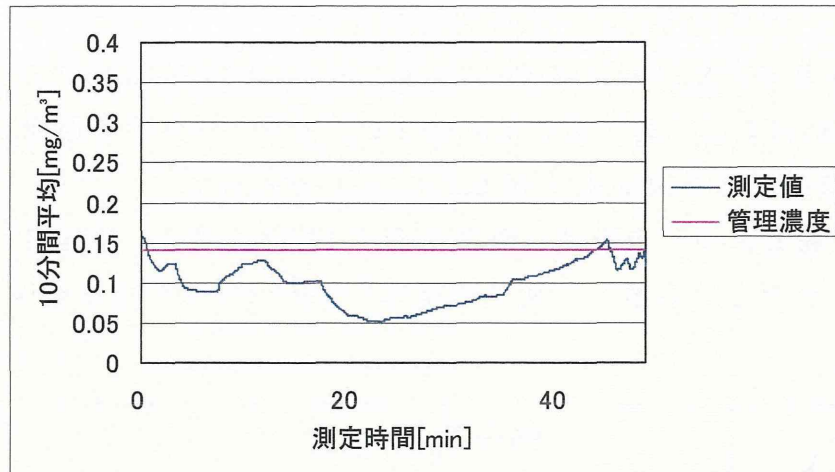


図 2.16 作業場 A における手込め作業 5 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

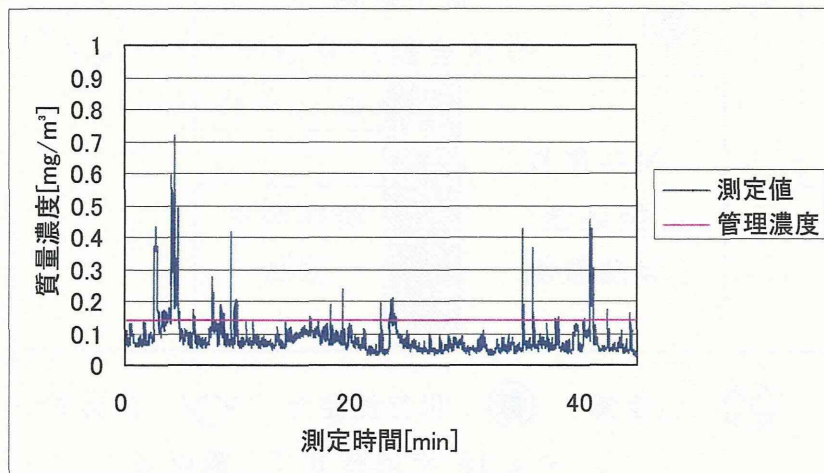


図 2.17 作業場 A における手込め作業 6 回目のばく露濃度変動

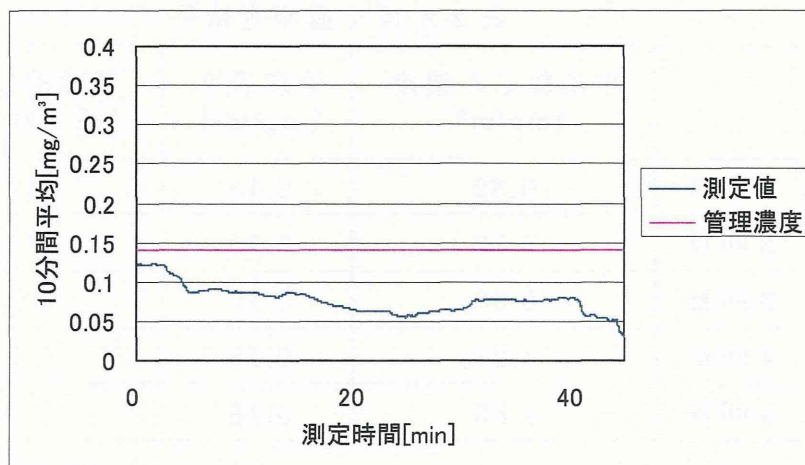
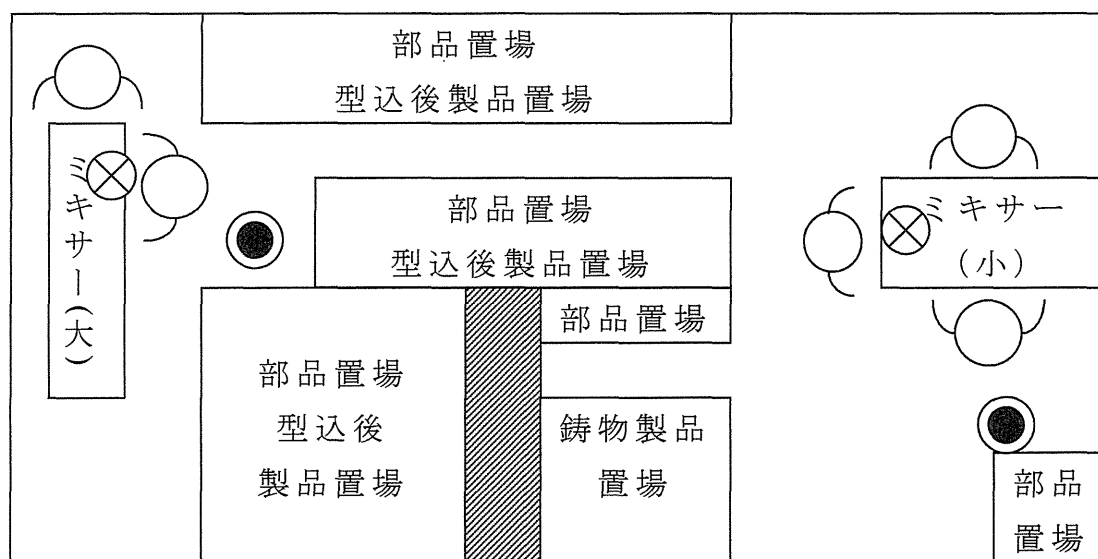


図 2.18 作業場 A における手込め作業 6 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

### 2.3.1(b) 作業場 B における砂型造形作業

作業場 B の概略図を図 2.19 に示す。また、作業場 B における砂型造形作業 1 回目～5 回目のばく露測定結果を表 2.2 に示す。またばく露濃度の変動及びその 10 分間移動平均を図 2.20～図 2.29 にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は 13.2% であり、管理濃度は 0.18[mg/m<sup>3</sup>] である。ただし、遊離けい酸の定量は、X 線回折基底標準吸収補正法で求めた。



⊗ : 発生源      ● : 併行測定点      ○ : 作業者位置

図 2.19 作業場 B での概略図

表 2.2 ばく露測定結果

	平均粉じん濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度超え (超えれば○)
1 回目	0.82	0.18	○
2 回目	0.78	0.18	○
3 回目	0.68	0.18	○
4 回目	4.23	0.18	○
5 回目	1.83	0.18	○

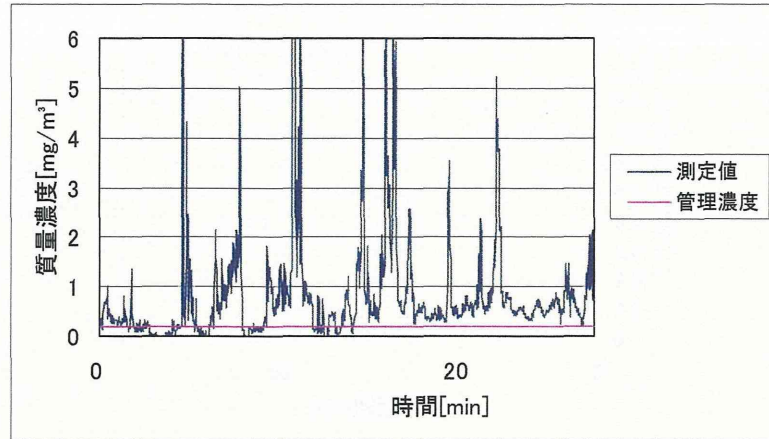


図 2.20 作業場 B における手込め作業 1 回目のばく露濃度変動

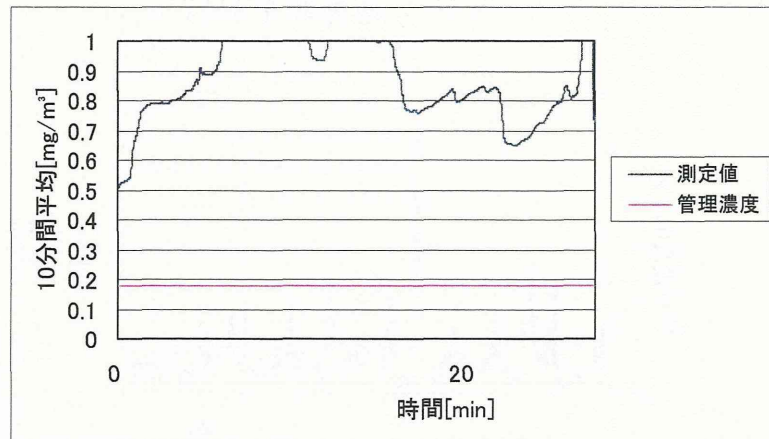


図 2.21 作業場 B における手込め作業 1 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

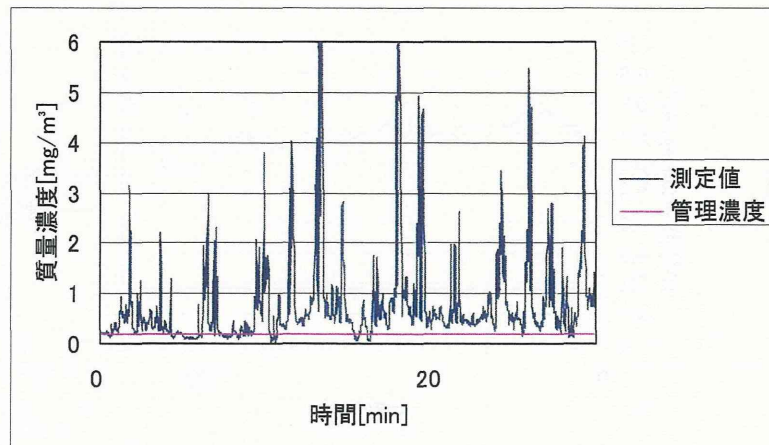


図 2.22 作業場 B における手込め作業 2 回目のばく露濃度変動



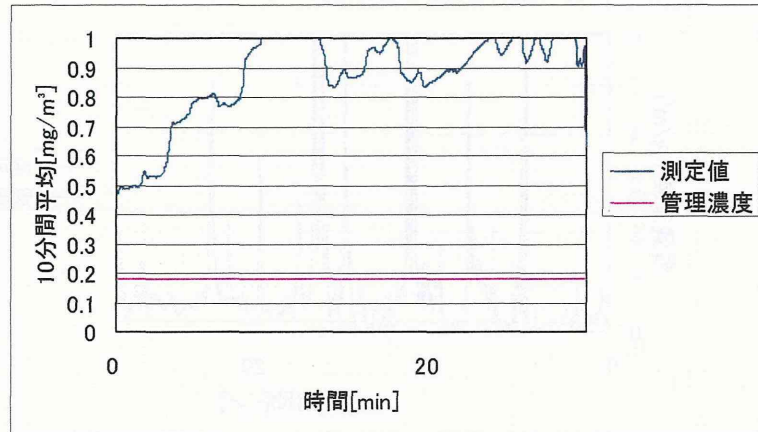


図 2.23 作業場 B における手込め作業 2 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

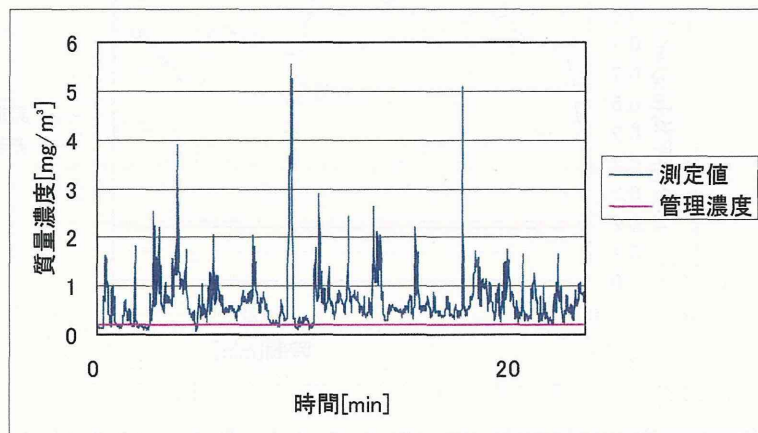


図 2.24 作業場 B における手込め作業 3 回目のばく露濃度変動

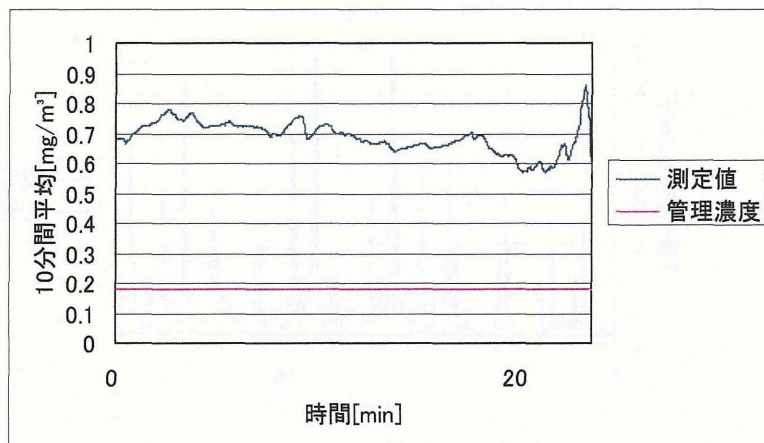


図 2.25 作業場 B における手込め作業 3 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

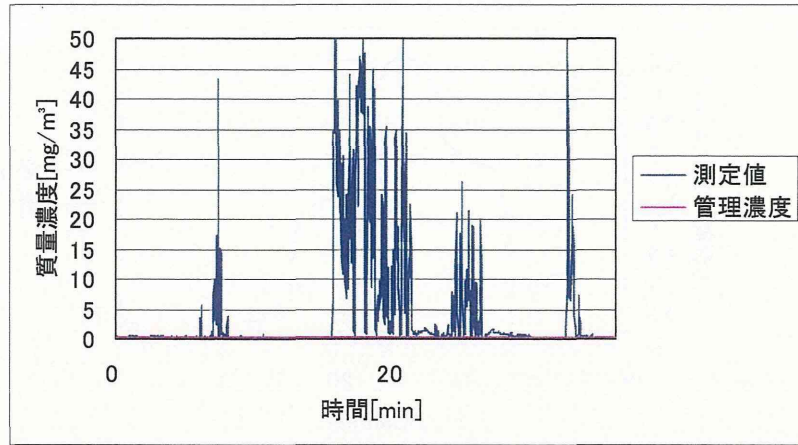


図 2.26 作業場 B における手込め作業 4 回目のばく露濃度変動

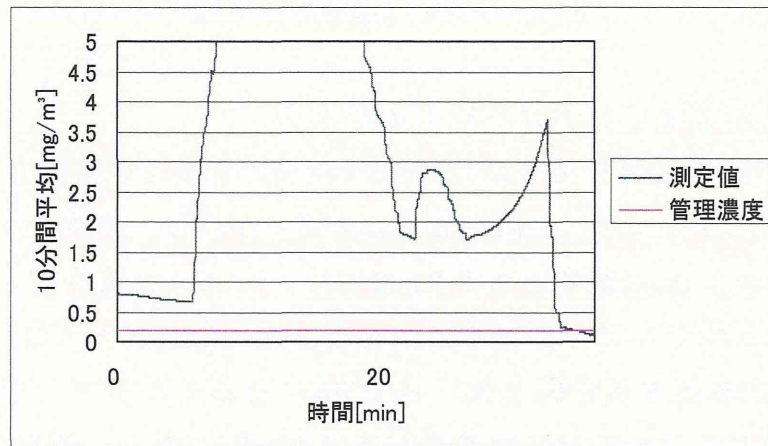


図 2.27 作業場 B における手込め作業 4 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

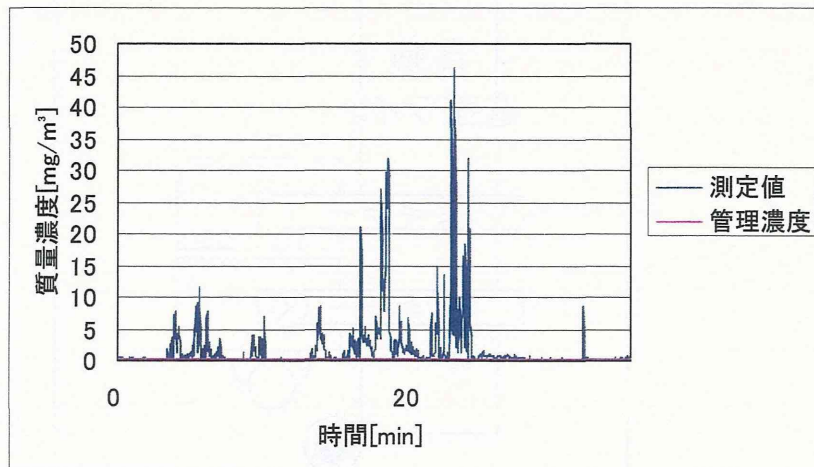


図 2.28 作業場 B における手込め作業 5 回目のばく露濃度変動

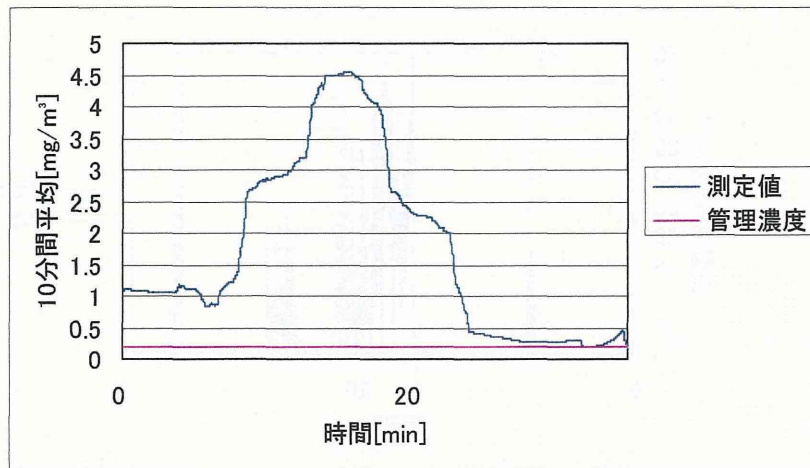


図 2.29 作業場 B における手込め作業 5 回目のばく露濃度変動  
(10 分間移動平均値)

### 2.3.1(c) 作業場 C における砂型造形作業

作業場 C の概略図を図 2.30 に示す。なお、今回は作業者に LD-6N を装着することができなかったので、測定者に作業者と似たような動きをしてもらうことで測定を行った。測定風景を図 2.31 に示す。また、作業場 C における砂型造形作業 1 回目、2 回目のばく露測定結果を表 2.3 に示す。またばく露濃度の変動及びその 10 分間移動平均を図 2.32～図 2.35 にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は 20.9% であり、管理濃度は  $0.12 \text{ [mg/m}^3]$  である。ただし、遊離けい酸の定量は、X 線回折基底標準吸収補正法で求めた。

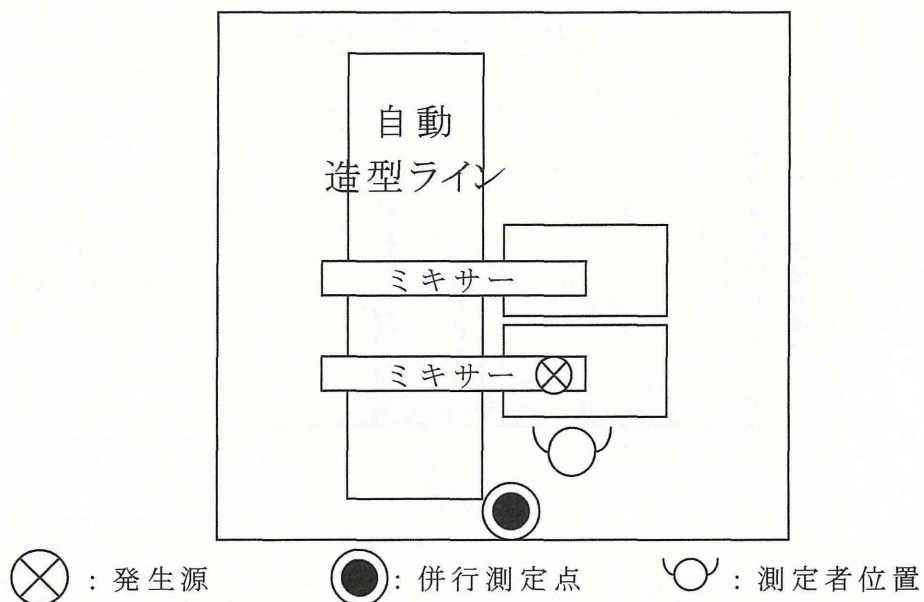


図 2.30 作業場 C の概略図

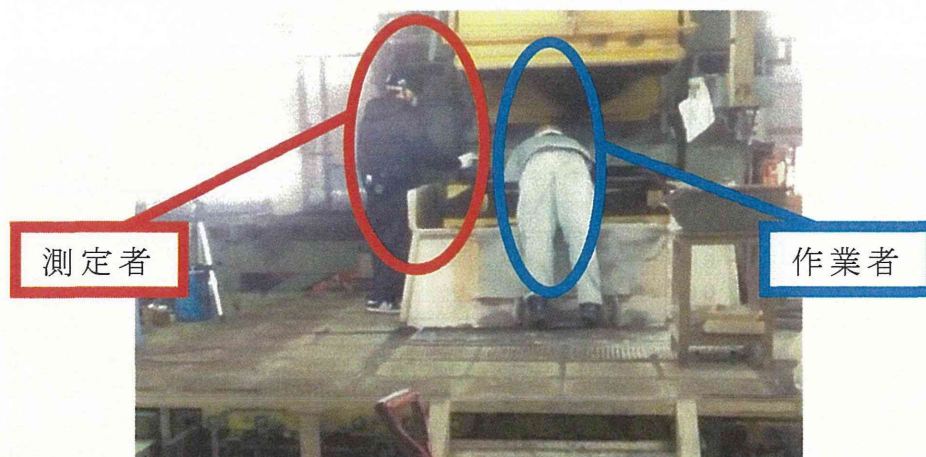


図 2.31 測定風景

表 2.3 ばく露測定結果

	平均粉じん濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	管理濃度超え (超えれば○)
1回目	0.81	0.12	○
2回目	1.39	0.12	○

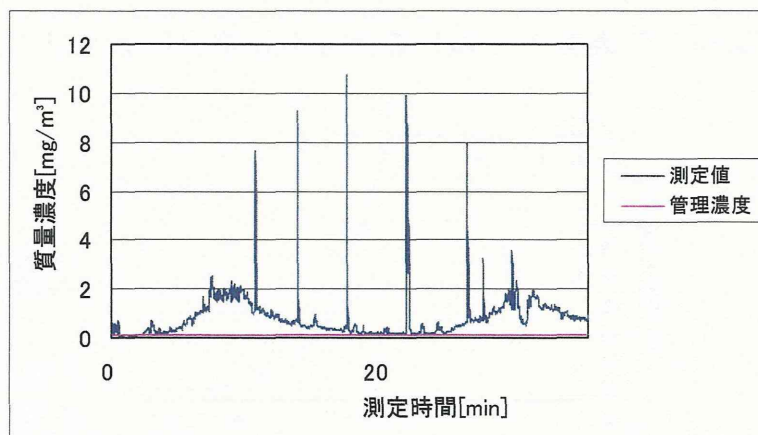


図 2.32 作業場 C における手込め作業 1 回目のばく露濃度変動