

図 2.33 作業場 C における手込み作業 1 回目のばく露濃度変動
(10 分間移動平均値)

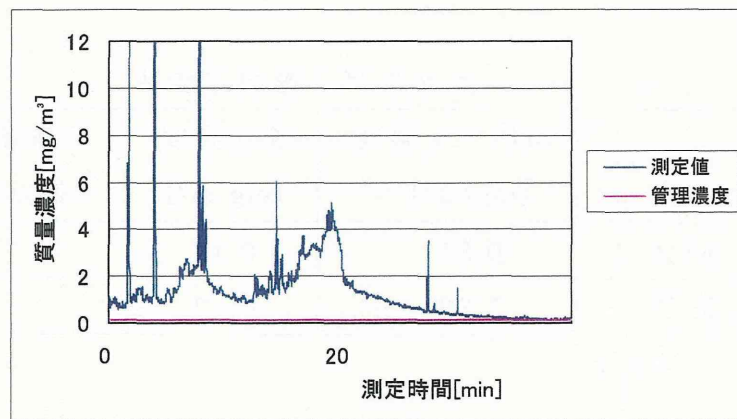


図 2.34 作業場 C における手込み作業 2 回目のばく露濃度変動

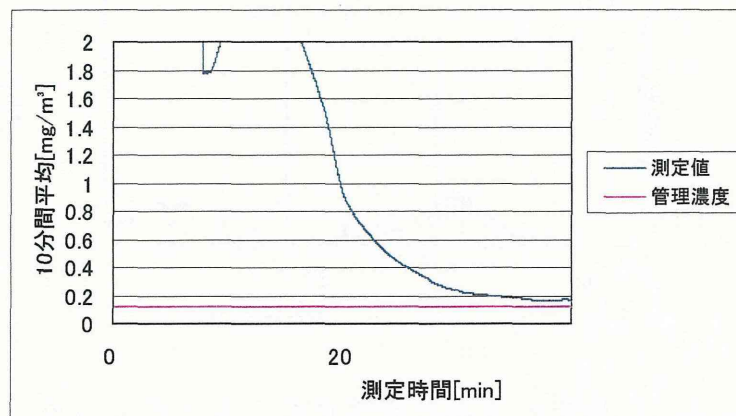


図 2.35 作業場 C における手込み作業 2 回目のばく露濃度変動
(10 分間移動平均値)

2.3.1(d) 作業場 D における砂型造形作業

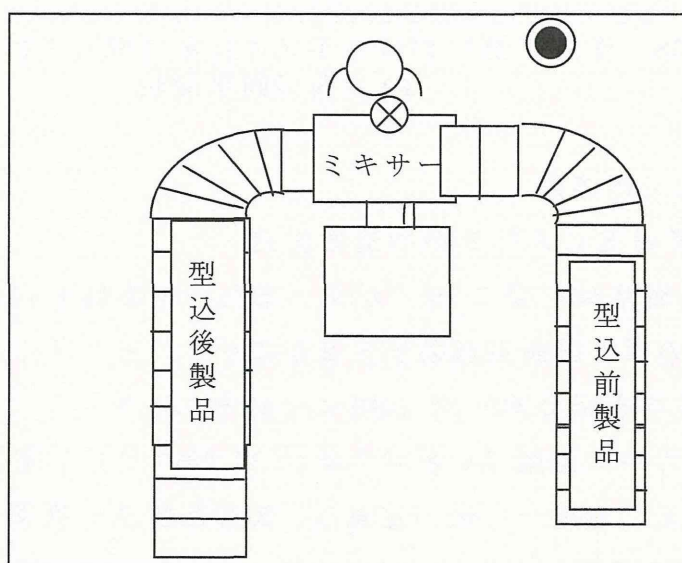
作業場 D の概略図を図 2.36 に示す。また、作業場 D における砂型造形作業 1

回目のばく露測定結果を表 2.4 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 2.37、図 2.38 にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は 8.5%であり、管理濃度は 0.27[mg/m³]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 2.4 ばく露測定結果

	平均粉じん濃度 [mg/m ³]	管理濃度 [mg/m ³]	管理濃度超え (超えれば○)
1 回目	0.86	0.27	○



⊗ : 発生源 ● : 併行測定点 ○ : 測定者位置

図 2.36 作業場 D の概略図

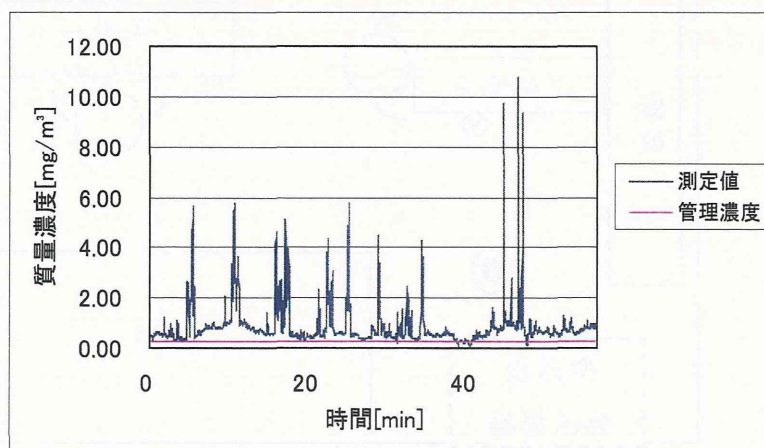


図 2.37 作業場 D における手込め作業 1 回目のばく露濃度変動

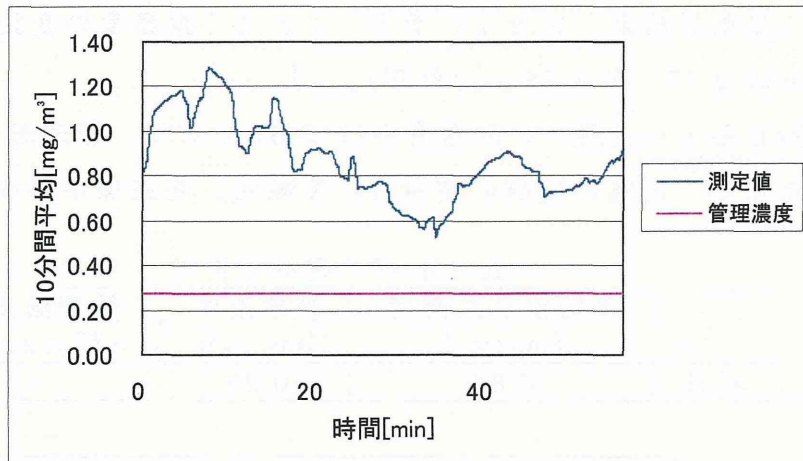


図 2.38 作業場 D における手込め作業 1 回目のばく露濃度変動 (10 分間移動平均値)

2.3.2 半自動造形作業

5.3.2(a) 作業場 E における砂型造形作業

作業場 E の概略図を図 2.39 に示す。また、作業場 E 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 2.5 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 2.40～図 2.49 にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は 11.0% であり、管理濃度は $0.21[\text{mg}/\text{m}^3]$ 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

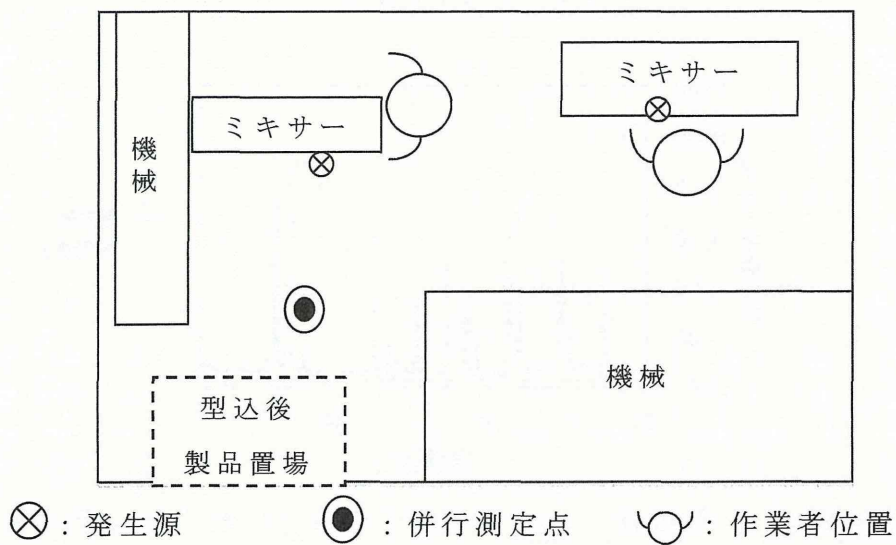


図 2.39 作業場概略図

表 2.5 ばく露測定結果

	平均粉じん濃度 [mg/m ³]	管理濃度 [mg/m ³]	管理濃度超え (超えれば○)
1 回目	1.08	0.21	○
2 回目	0.63	0.21	○
3 回目	0.42	0.21	○
4 回目	0.61	0.21	○
5 回目	0.76	0.21	○

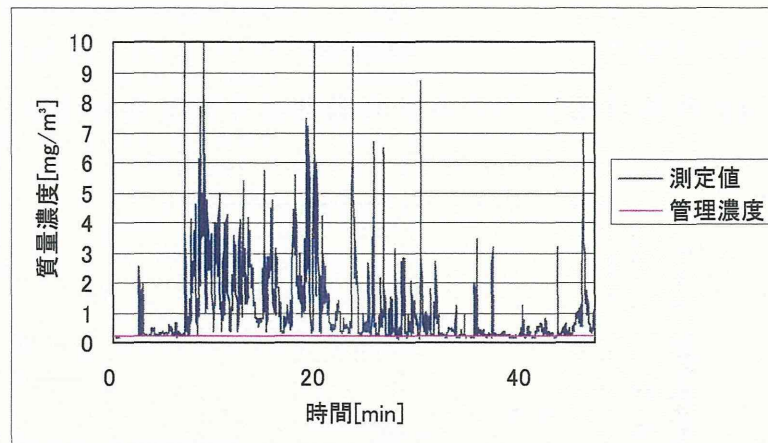


図 2.40 作業場 E における半自動造形作業 1 回目のばく露濃度変動

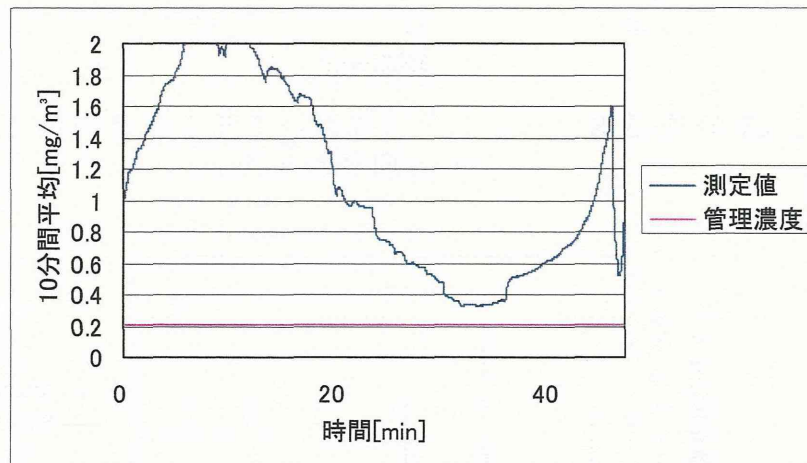


図 2.41 作業場 E における半自動造形作業 1 回目のばく露濃度変動
(10 分間移動平均値)

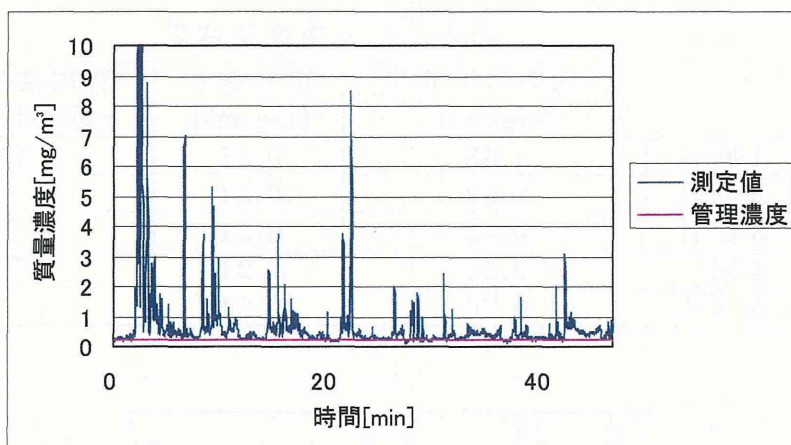


図 2.42 作業場 E における半自動造形作業 2 回目のばく露濃度変動

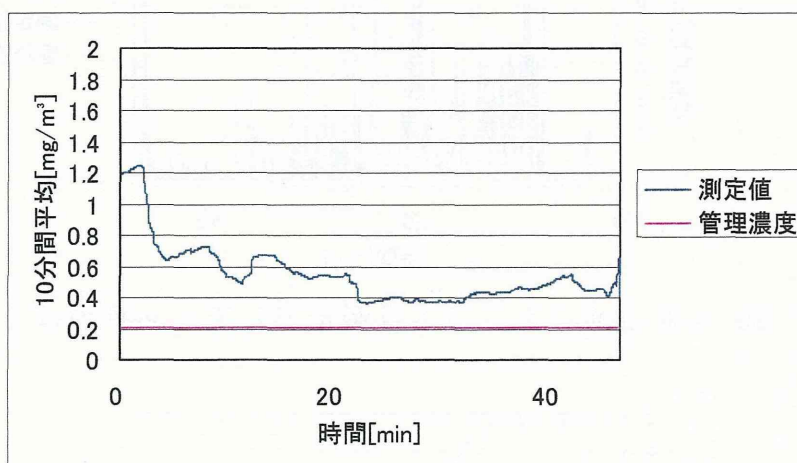


図 2.43 作業場 E における半自動造形作業 2 回目のばく露濃度変動
(10 分間移動平均値)

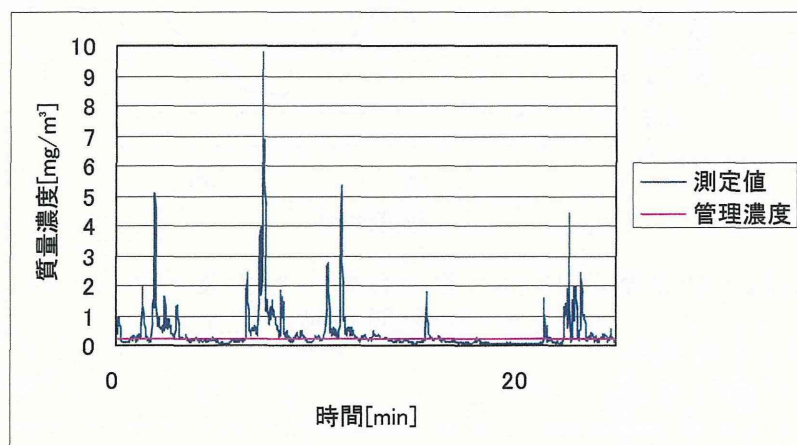


図 2.44 作業場 E における半自動造形作業 3 回目のばく露濃度変動

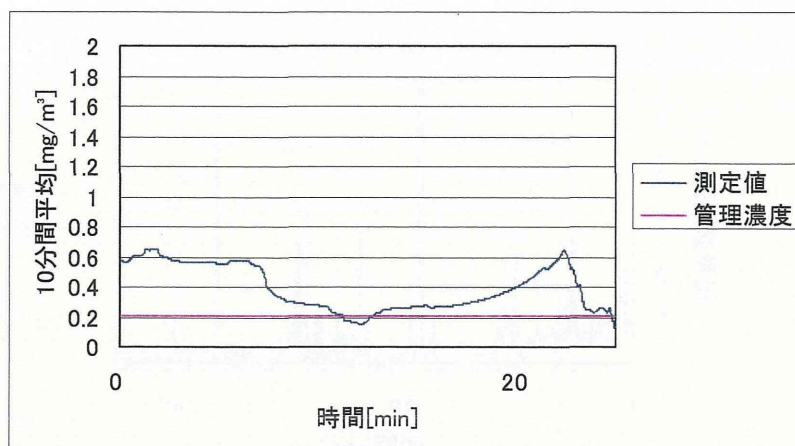


図 2.45 作業場 E における半自動造形作業 3 回目のばく露濃度変動 (10 分間移動平均値)

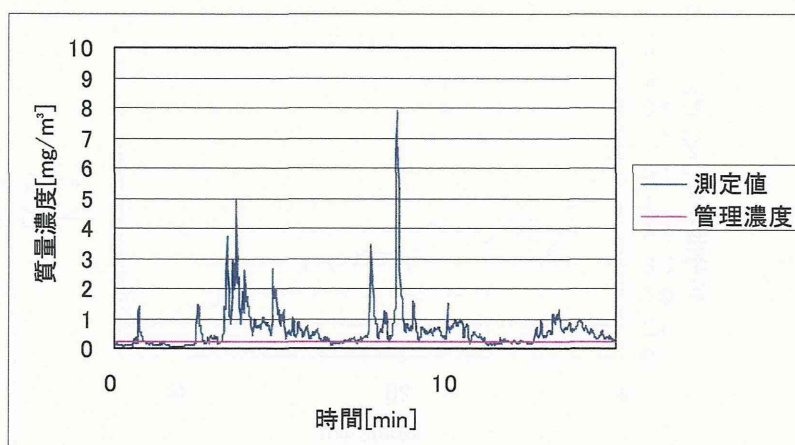


図 2.46 作業場 E における半自動造形作業 4 回目のばく露濃度変動

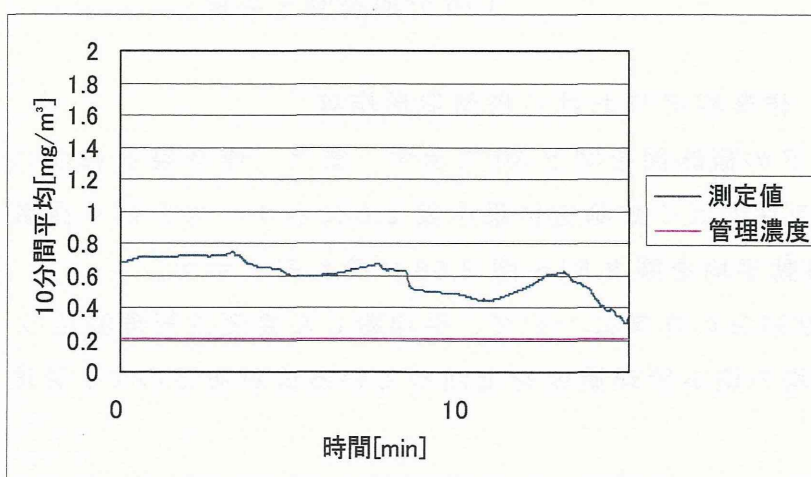


図 2.47 作業場 E における半自動造形作業 4 回目のばく露濃度変動 (10 分間移動平均値)

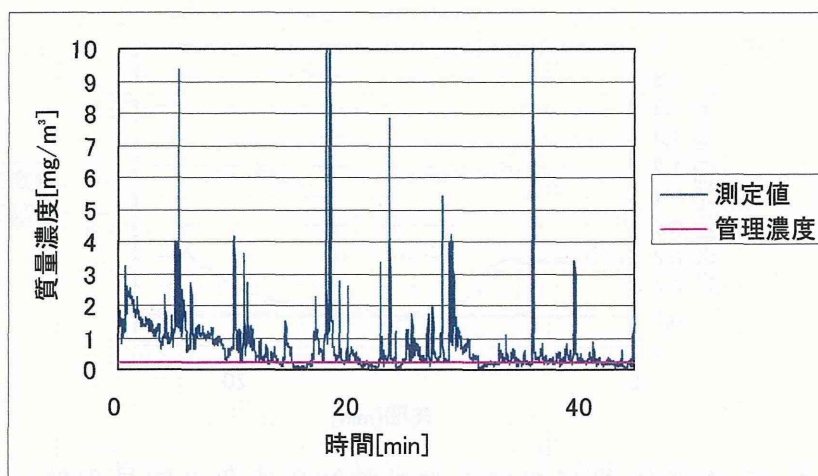


図 2.48 作業場 E における半自動造形作業 5 回目のばく露濃度変動

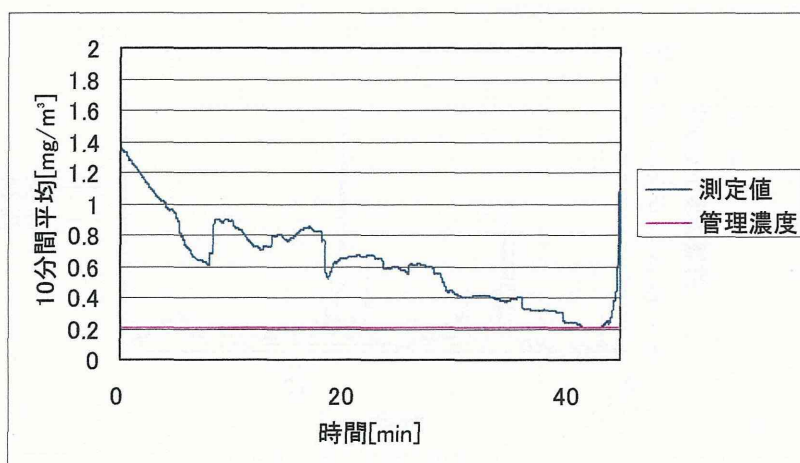


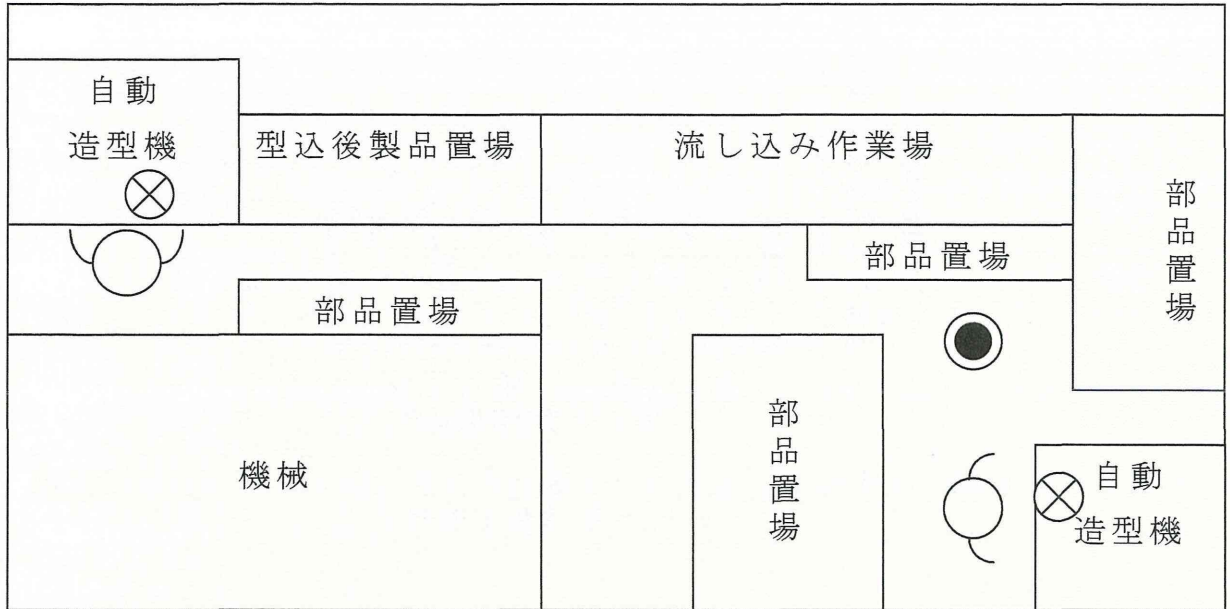
図 2.49 作業場 E における半自動造形作業 5 回目のばく露濃度変動
(10 分間移動平均値)

2.3.2(b) 作業場 F における砂型造形作業

作業場 F の概略図を図 2.50 に示す。また、作業場 F における砂型造形作業 1 回目～4 回目のばく露測定結果を表 2.6 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 2.51～図 2.58 にそれぞれ示す。

なお、2 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、管理濃度を超えているとした。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は 17.8%であり、管理濃度は $0.14[\text{mg}/\text{m}^3]$ 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。



⊗ : 発生源 ● : 併行測定点 ○ : 作業者位置

図 2.50 作業場 F の概略図

表 2.6 ばく露測定結果

	平均粉じん濃度 [mg/m ³]	管理濃度 [mg/m ³]	管理濃度超え (超えれば○)
1 回目	0.18	0.14	○
2 回目	0.13	0.14	○
3 回目	0.66	0.14	○
4 回目	0.23	0.14	○

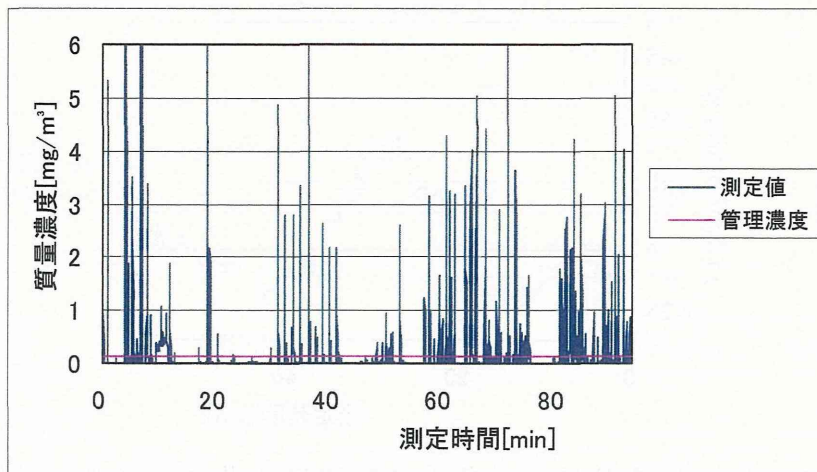


図 2.51 作業場 F における半自動造形作業 1 回目のばく露濃度変動

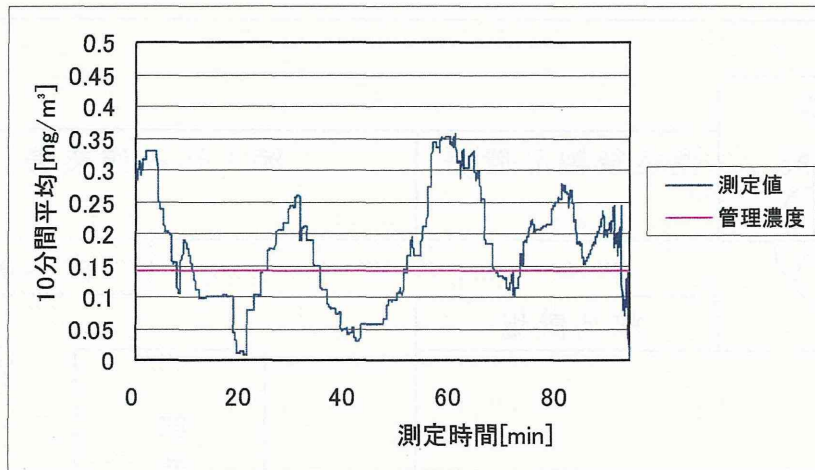


図 2.52 作業場 F における半自動造形作業 1 回目のばく露濃度変動 (10 分間移動平均値)

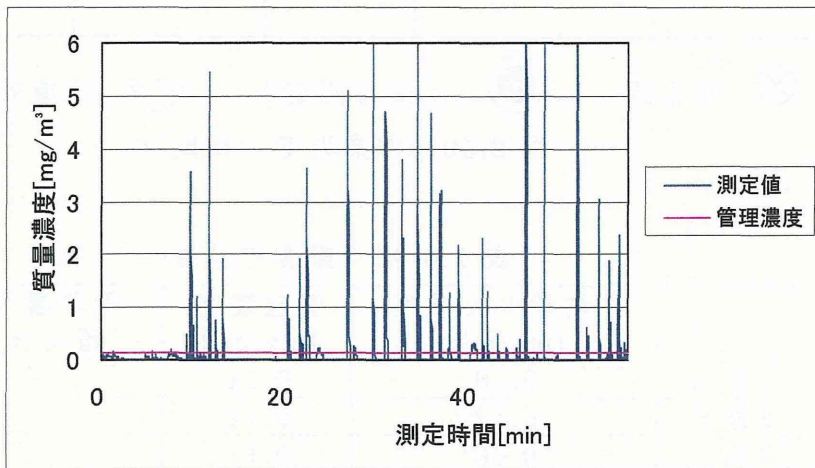


図 2.53 作業場 F における半自動造形作業 2 回目のばく露濃度変動

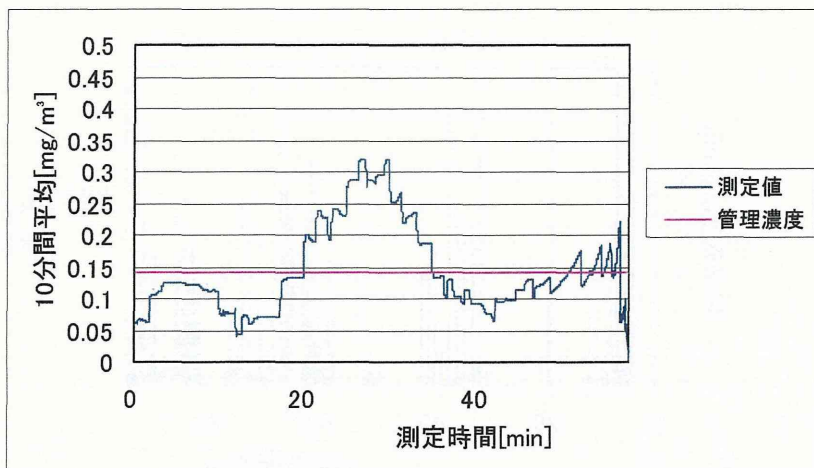


図 2.54 作業場 F における半自動造形作業 2 回目のばく露濃度変動 (10 分間移動平均値)

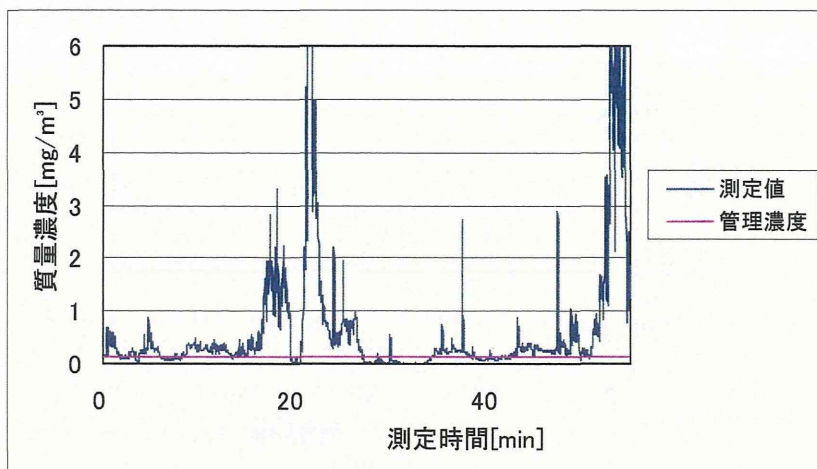


図 2.55 作業場 F における半自動造形作業 3 回目のばく露濃度変動

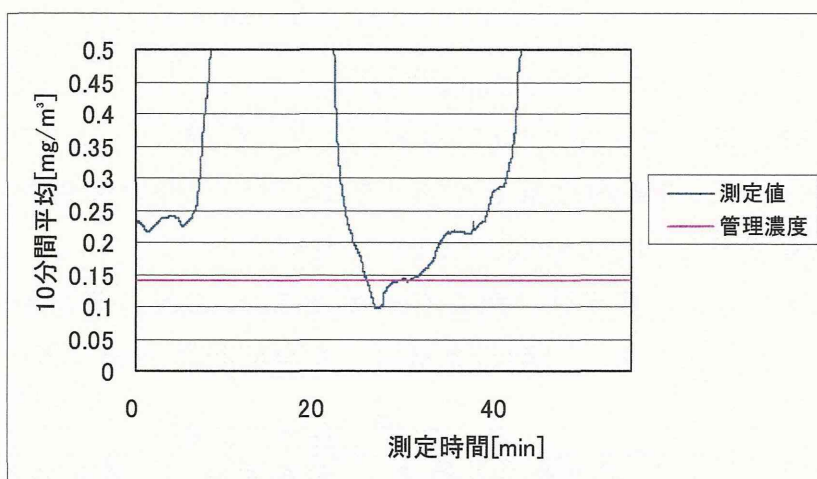


図 2.56 作業場 F における半自動造形作業 3 回目のばく露濃度変動
(10 分間移動平均値)

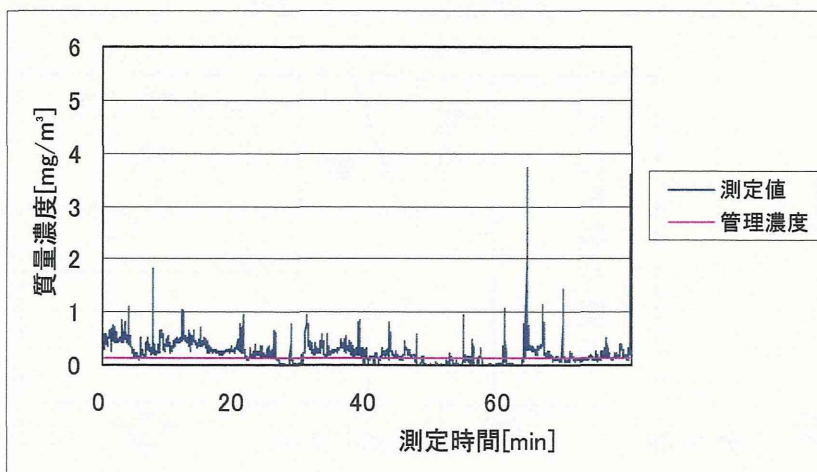


図 2.57 作業場 F における半自動造形作業 4 回目のばく露濃度変動

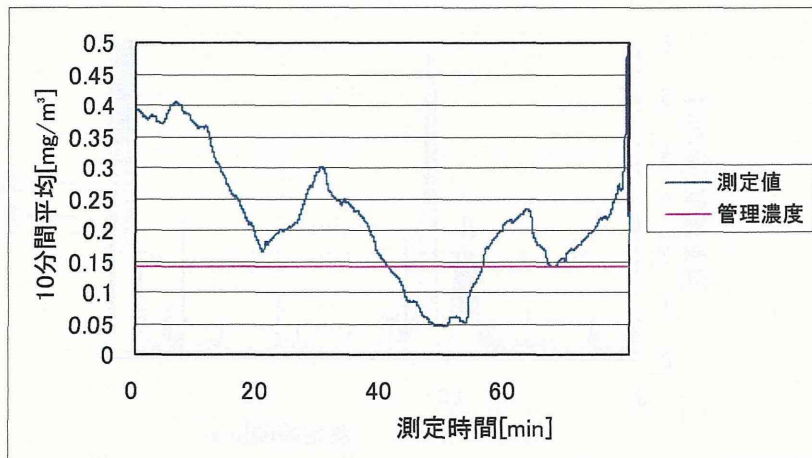


図 2.58 作業場 F における半自動造形作業 4 回目のばく露濃度変動 (10 分間移動平均値)

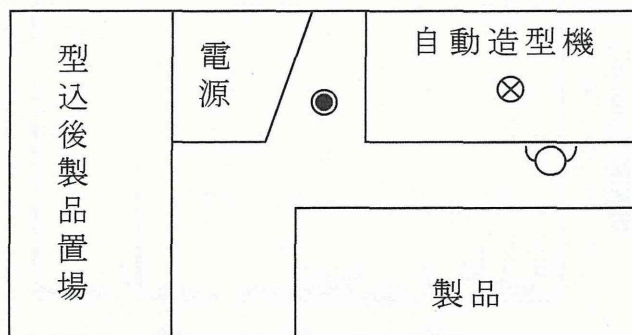
2.3.2(c) 作業場 G における砂型造形作業

作業場 G の概略図を図 2.59 に示す。また、作業場 G 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 2.7 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 2.60～図 2.63 にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は 8.5%であり、管理濃度は 0.27[mg/m³]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 2.7 ばく露測定結果

	平均粉じん濃度 [mg/m ³]	管理濃度 [mg/m ³]	管理濃度超え (超えれば○)
1 回目	0.36	0.27	○
2 回目	0.43	0.27	○



⊗ : 発生源 ● : 併行測定点 ○ : 作業者位置

図 2.59 作業場 G の概略図

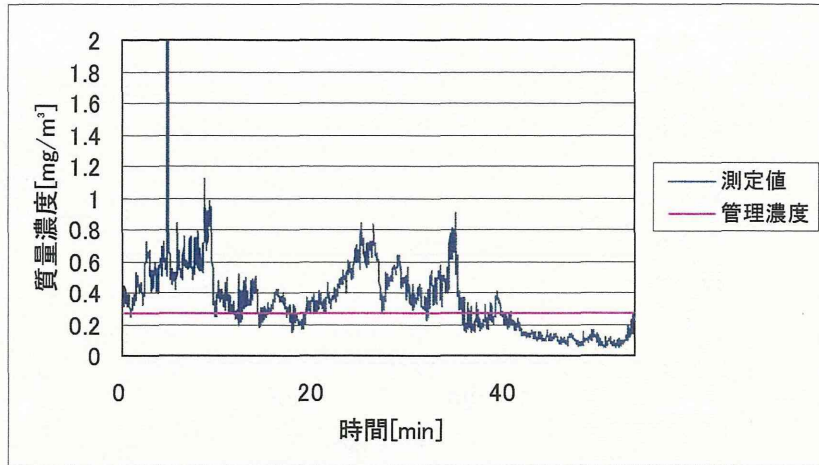


図 2.60 作業場 G における半自動造形作業 1 回目のばく露濃度変動

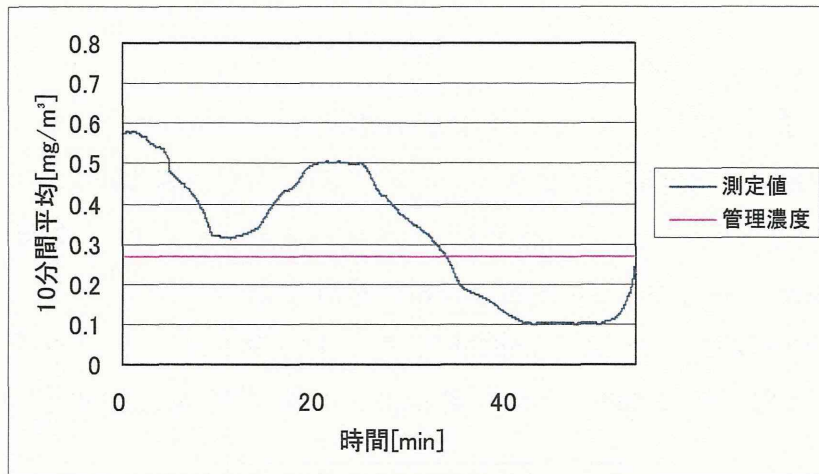


図 2.61 作業場 G における半自動造形作業 1 回目のばく露濃度変動
(10 分間移動平均値)

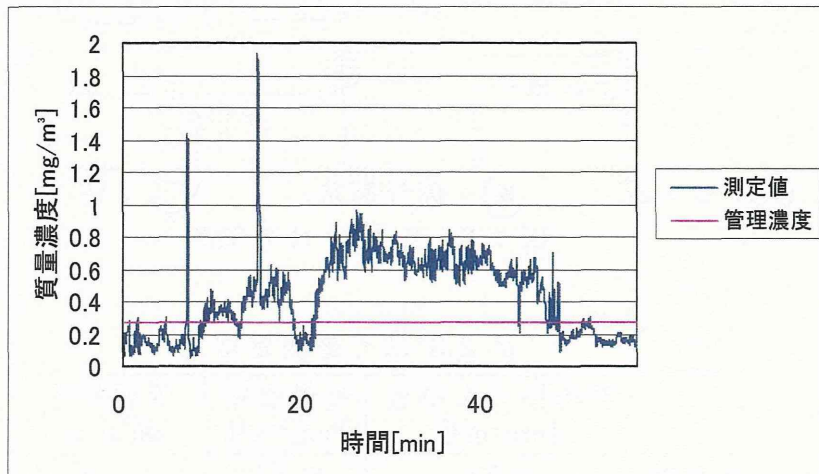


図 2.62 作業場 G における半自動造形作業 2 回目のばく露濃度変動

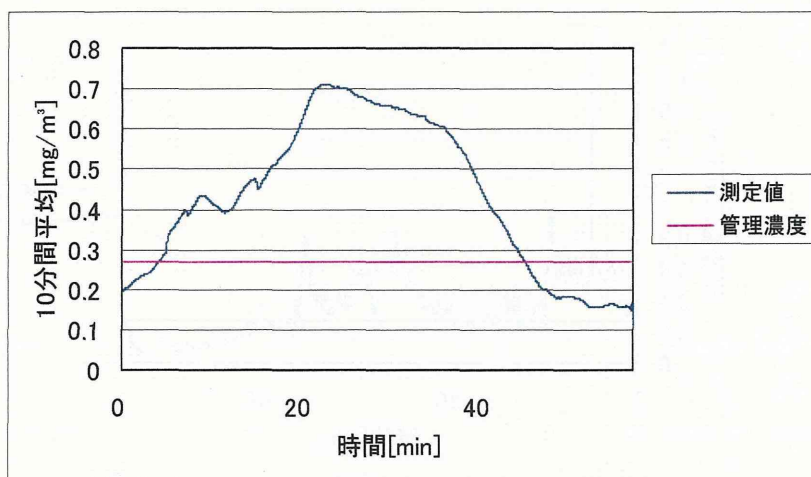


図 2.63 作業場 G における半自動造形作業 2 回目のばく露濃度変動 (10 分間移動平均値)

2.3.3 自動造型作業

2.3.3(a) 作業場 H における砂型造形作業

作業場 H の概略図を図 2.64 に示す。また、作業場 H 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 2.8 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 2.65～図 2.68 にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は 14.4% であり、管理濃度は $0.17[\text{mg}/\text{m}^3]$ 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。

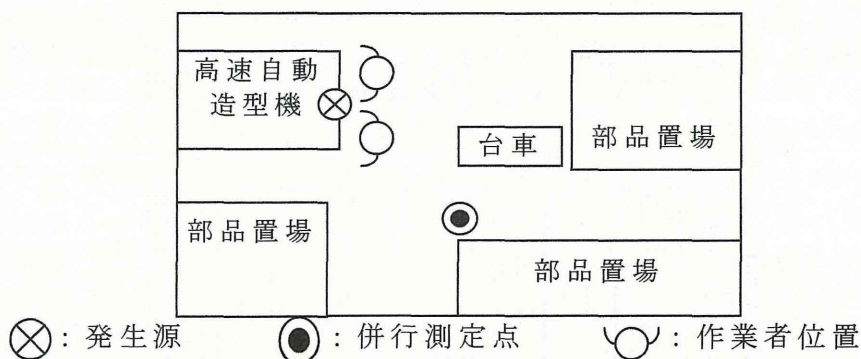


図 2.64 作業場 H の概略図

表 2.8 ばく露測定結果

	平均粉じん濃度 [mg/m^3]	管理濃度 [mg/m^3]	管理濃度超え (超えれば○)
1 回目	0.58	0.17	○
2 回目	0.77	0.17	○

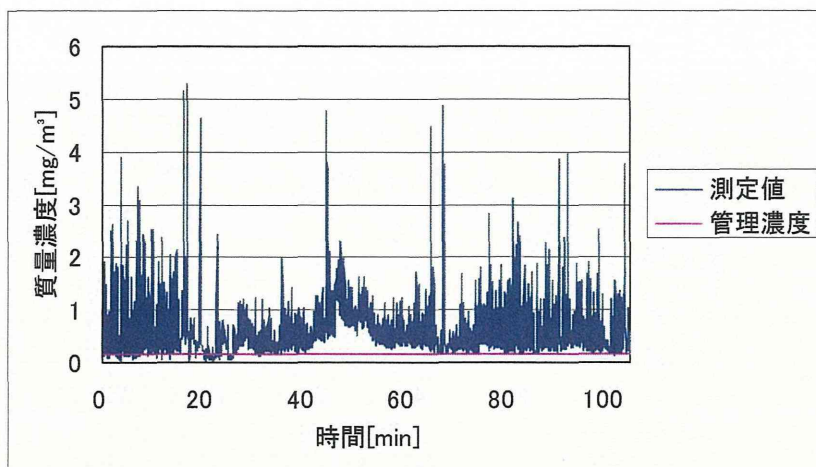


図 2.65 作業場 H における自動造形作業 1 回目のばく露濃度変動

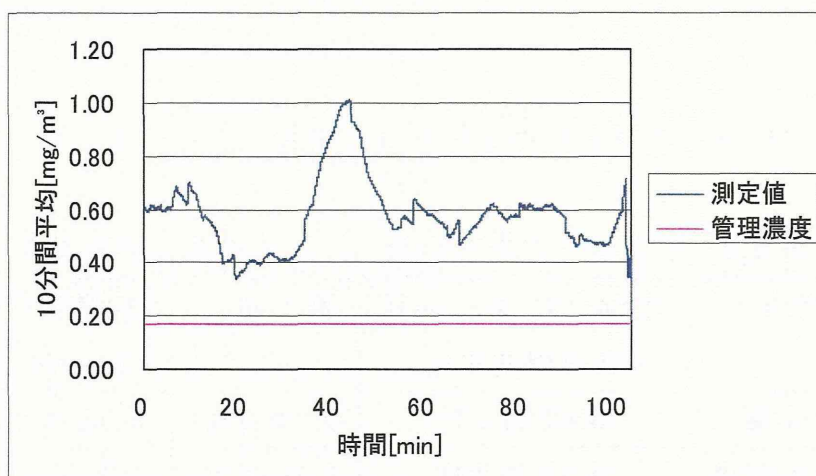


図 2.66 作業場 H における自動造形作業 1 回目のばく露濃度変動
(10 分間移動平均値)

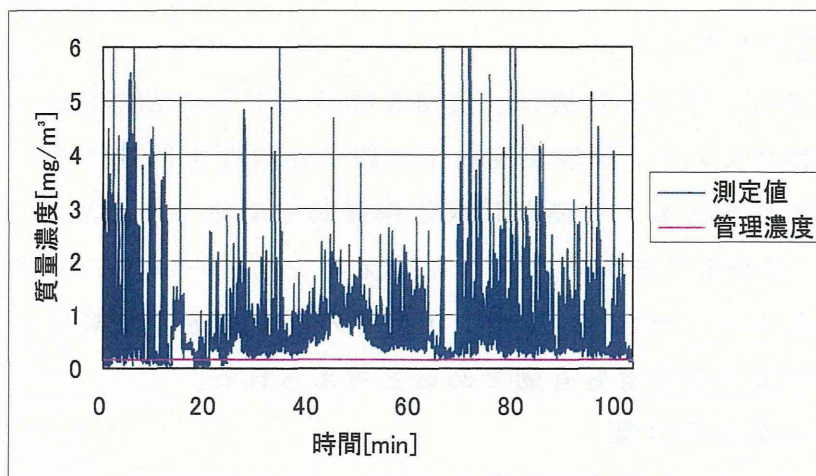


図 2.67 作業場 H における自動造形作業 2 回目のばく露濃度変動

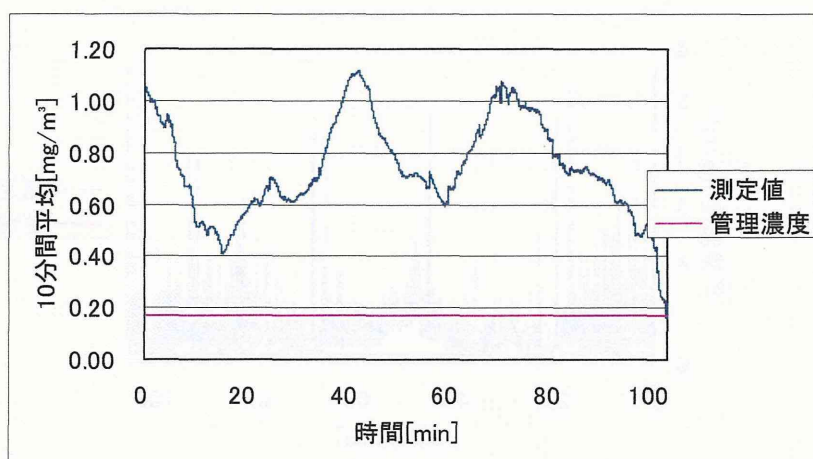


図 2.68 作業場 H における自動造形作業 2 回目のばく露濃度変動 (10 分間移動平均値)

2.4 まとめ

本調査で行った砂型造形作業時のばく露濃度測定結果を表 2.9 に示す。

表 2.9 砂型造形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 ³] (幾何標準偏差)	濃度範囲	管理濃度 [mg/m ³]	管理濃度 超えの割合	
手込め作業	0.87 (1.21)	4.23~0.08	0.12~0.27	86%	12/14
半自動造形作業	0.50 (0.54)	1.08~0.13	0.14~0.27	100%	11/11
自動造型作業	0.68 (0.14)	0.77~0.58	0.17	100%	2/2

2.4.1 手込め作業

本研究での、手込め作業は、表 2.9 に示すように 86%(12/14 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用いられている砂は空気中にあまり舞わないように工夫されており、作業者のばく露量の低減に大きな効果を示しており、このような対策も有効であると考えられる。

2.4.2 半自動造形作業

本研究での、半自動造形作業は、表 2.9 に示すように 100%(11/11 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。

2.4.3 自動造型作業

本研究での、自動造型作業は、表 2.9 に示すように 100%(2/2 作業)の作業で管理濃度を超過しており、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。

2.5 結論

25 年度は、砂型造型作業場として、手込め作業、半自動造型作業及び自動造型作業を行っている 8 事業場で 27 の造型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型作業は、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型作業で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、「粉じん作業」とすることが適切な措置と考える。さらに、砂型造型作業は、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、砂型造型作業は、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 3 の作業にすることが適切な措置と考える。ただ、鋳物を扱う事業場は、日本に多数存在し、現在も盛んに砂型造型作業が行われている現状を考慮して、26 年度はさらに砂型造型作業の個人ばく露濃度測定を増やして、より実態の作業状況を反映した測定結果に基づいた判断を行うことにする。

3. 吸引流量低下が個人ばく露粉じん濃度測定計 NWPS-254 の吸入性粉じん濃度測定に与える影響

3.1 目的

作業環境測定や個人ばく露濃度測定を実施する際は、サンプラーを用いて吸入性粉じんの濃度を測定しなければならない。慣性衝突式分粒装置を用いたサンプラーにより測定を行なう場合は、ポンプの吸引流量を決められた一定の値に保つ必要がある。なぜなら、吸引流量が変化すると、粒子の持つ慣性力が変化し、慣性衝突式分粒装置の分粒特性が変わってしまうからである。そのため、作業環境測定でよく用いられる NW-354 などのポンプには、面積流量計が付属しており、吸引流量が変化しても視覚的に確認し、適宜修正することができる。

一方、個人ばく露濃度や作業者のばく露濃度に用いられる個人サンプラーのポンプには、面積流量計が付属しておらず、また作業者に取り付けってしまうため、作業中の吸引流量の修正が難しい。そのため、ろ紙上に大量の粉じんが捕集される測定を行なった場合、圧力損失の増加により吸引流量が低下し、吸入性粉じん濃度測定を正確に行うことができない危険性が考えられる。しかし、その正確性の判断基準に関しては何も提示されていないのが現状である。

そこで本研究では、現行の個人ばく露濃度測定計 NWPS-254 において、吸引流量が低下した際の、流量低下と吸入性粉じん濃度測定結果の関係性の検証を行ない、どの程度の流量低下であれば吸入性粉じん濃度測定として許容できるかという判断基準を作成した。

NWPS-254 における慣性衝突式分粒装置等の内部構造の概略図を図 3.1 に示す。

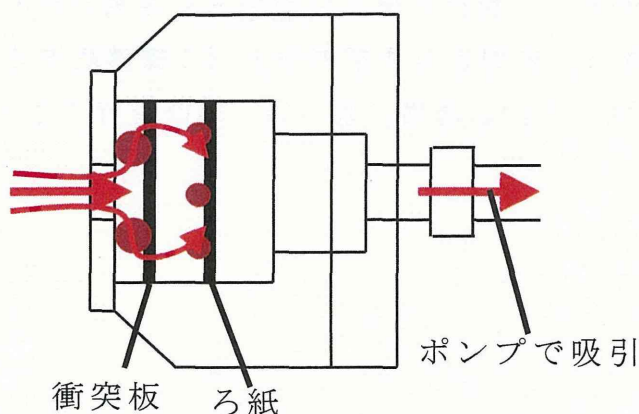


図 3.1 NWPS-254 の内部構造の概略図

3.2 相対濃度計 LD-5 及び LD-3K2 の器差確認実験

3.2.1 概要

本実験には3台の相対濃度計を使用するので、測定を行なう前に、相対濃度計の器差を確認するための実験を行なった。

3.2.2 実験方法

粉じんを発じんさせていない通常の部屋の中で、LD-5を2台、LD-3K2を1台用意し、図3.2に示すように横並びに配置した。これら3台を30分間並行測定し、カウント数を比較することで、器差の確認を行なった。



3.2 器差確認実験の実験風景

3.2.3 実験結果

10回分の実験結果を表3.1に示す。

表 3.1 器差確認実験の結果[COUNT]

機器名	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
LD-5 No.1	311	392	647	589	651
LD-5 No.2	301	395	654	561	654
LD-3K2	386	482	725	670	767

機器名	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
LD-5 No.1	498	478	555	485	540
LD-5 No.2	504	484	565	481	529
LD-3K2	603	595	649	574	573

次に、“LD-5 No.2”を基準器として、各機器とのカウント比をとった結果を表3.2に示す。カウント比は式2.1により求めた。

$$\text{カウント比} = (\text{LD-5orLD3K2 の count}) / (\text{基準器の count}) \quad (\text{式 3.1})$$

表 3.2 基準器と各機器とのカウント比

機器名	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
LD-5 No.1	1.03	0.99	0.99	1.05	1.00
LD-3K2	1.28	1.22	1.11	1.19	1.17

機器名	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
LD-5 No.1	0.99	0.99	0.98	1.01	1.02
LD-3K2	1.20	1.23	1.15	1.19	1.08

表 3.2 の結果より、実験 10 回分のカウント比の平均値を求め、その逆数を取り補正係数を求めた。計算式は式 3.2 に、カウント比の平均値と補正係数の結果を表 3.3 に示す。

$$\text{補正係数} = 1 / (\text{count 比の平均値}) \quad (\text{式 3.2})$$

表 3.3 カウント比の平均値と補正係数

機器名	カウント比の平均値	補正係数
LD-5 No.1	1.00	1.00
LD-3K2	1.18	0.85

3.3 ダストチャンバー内における測定台上の濃度均一性確認実験

3.3.1 概要

実験では、ダストチャンバー内の測定台上で実験を行なうため、発じんした粉じんが測定台上で均等に拡散しているかどうかを確認した。

3.3.2 実験方法

ダストチャンバー内に設置した測定台上に LD-5 を 2 台、LD-3K2 を 1 台横並びに配置する。入口付近からチャンバー内に向かってインピンジャーにより粉じんを発じんさせて、3 台の相対濃度計を並行測定する。ダストチャンバー内の概略図を図 3.3 に、実験風景を図 3.4 に示す。

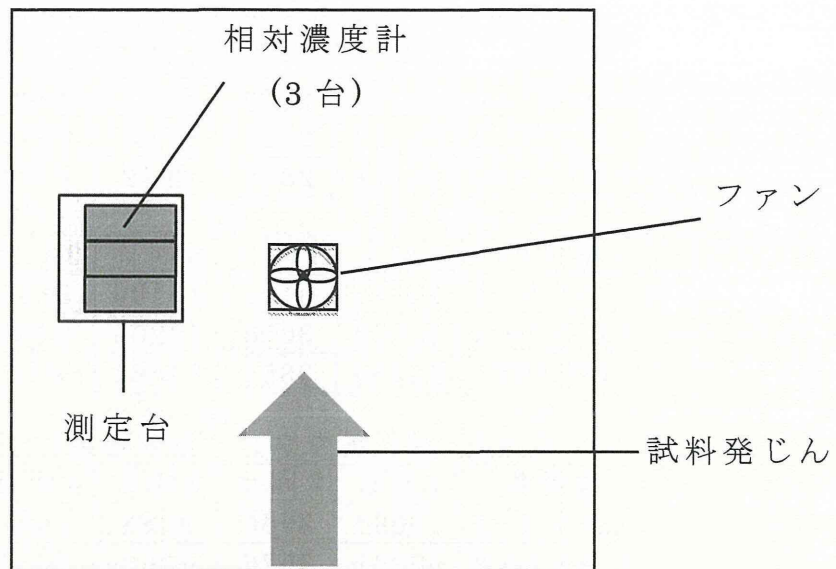


図 3.3 ダストチャンバー内の概略図(1.4[m]×1.4[m]×高さ 3.0[m])

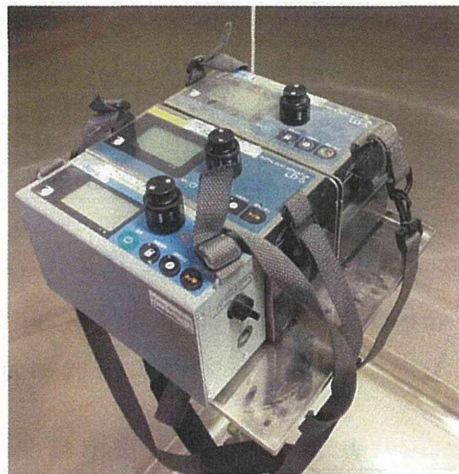


図 3.4 濃度均一性確認実験の実験風景

30 分間の測定結果のカウント数に、4.2 で求めた補正係数を乗じた補正後カウント数の値を比較する。各機器の補正後カウント数の基準器との誤差が±10%以内であれば、発じんした粉じんが測定台上に均一に拡散していると判断する。この実験を 10 回行ない、1 回の実験につき、3 台の相対濃度計の位置を 1 つずつ横にずらし、ローテーションした。

3.3.3 実験結果

10 回分のカウント数の測定結果を表 4.4 に示す。また、表 3.4 の測定結果に補正係数を乗じた値及びその相対標準偏差(以下、R.S.D.)を表 3.5 に示す。