

屋外における岩石及び鉱物の研磨・ばり取り
作業に係わる調査研究報告書（追加）

早稲田大学理工学術院
創造理工学部環境資源工学科
教授 名古屋俊士

2013. 8

1. 目的

本研究の目的は、岩石及び鉱物を研磨・ばり取りする作業を屋外で行っている工場において、岩石及び鉱物を研磨・ばり取り作業時の作業者のばく露濃度測定を行い、有効な呼吸用保護具を着用することの必要な作業かどうかを判断するための情報を収集することである。なお、実験場では金属の研磨・ばり取り作業及び金属の裁断作業についても測定を実施したが、管理濃度を超える作業の割合が低かったため、本調査では現場作業の測定を実施しなかった。

2. 調査の概要

2. 1 岩石の研磨・ばり取り作業時の粉じんばく露濃度測定

測定対象とした作業は、主に墓石を製作する工程において花崗岩の表面を、手持式のグラインダーを用いて研ま・ばり取りする作業である。作業によって発生する粉じんについて、作業者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者の右肩に固定し、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。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、且つ、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者の周囲2 m付近の1～2箇所において、地上およそ1 m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。石材に対する研ま・ばり取り作業の様子を図2.1に示す。

墓石等を製作する事業場では、使用目的に応じてある程度加工された花崗岩を使用するため、研磨・ばり取り作業というようにそれぞれの作業を個別に行うのではなく、同時に行う事例が多く見受けられ、本調査においても研磨・ばり取り作業を同時に行っていたので、個別の作業に分けずに測定を行った。



図 2.1 石材に対する研ま・ばり取り作業の様子

2. 2 鋳物の研磨・ばり取り作業時の粉じんばく露濃度測定

測定対象とした作業は、打設した型枠を外した後のコンクリート製品表面を、手持式のグラインダーを用いて研磨・ばり取りする作業である。作業によって発生する粉じんについて、作業者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者の右肩に固定し、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。また、環境濃度については作業者の周囲2 m付近の1～2箇所において、地上およそ1 m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。コンクリートに対する研磨・ばり取り作業とその測定の様子を図 2.2、図 2.3 および図 2.4 に示す。

コンクリート製品を製作する事業場では、出来るだけばりの出来ない製品を製造する努力を行っている。そのため、コンクリート製品でのばり取り作業は、製品にばりが見つかった時に行う作業になる傾向にある。本調査においても、研磨・ばり取り作業というようにそれぞれの作業を個別に行うのではなく、同時に行う事例がほとんどであったので、研磨・ばり取り作業と個別の作業に分けずに測定を行った。



図 2.2 コンクリートに対する研磨・ばり取り作業の様子



図 2.3 コンクリートに対する研磨・ばり取り作業の測定



図 2.4 コンクリートに対する研磨・ばり取り作業の測定

3. 各作業における粉じんばく露濃度測定結果

3. 1 岩石の研磨・ばり取り作業

1) 作業場 A における花崗岩の研磨・ばり取り作業

作業場 A における花崗岩の研磨・ばり取り作業 1 回目および作業 2 回目のばく露測定結果を表 3.1 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 3.1～図 3.4 にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は、41.2%であり、管理濃度は 0.06 (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 3.1 作業場 A における花崗岩の研磨・ばり取り作業時のばく露濃度測定結果

	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	6.15	0.06	○
2 回目	8.92	0.06	○

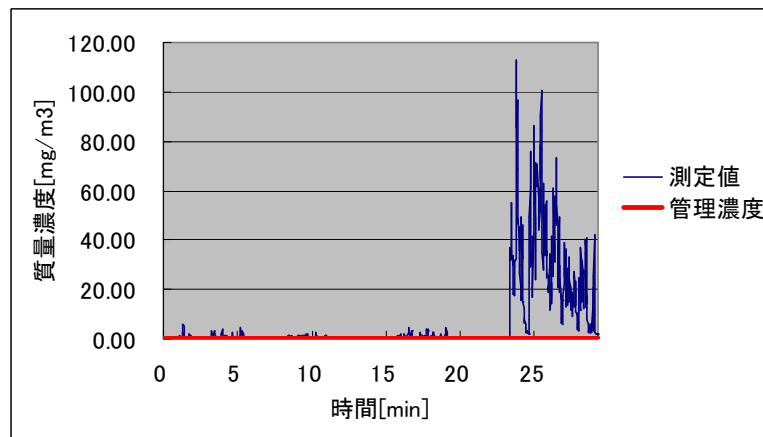


図 3.1 作業場Aにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動

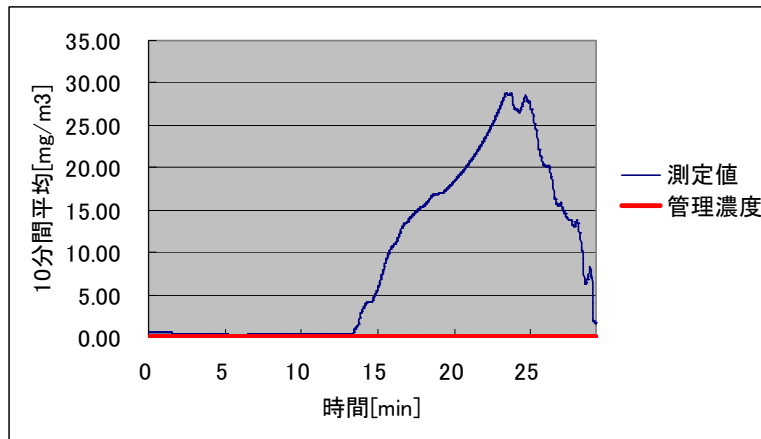


図 3.2 作業場Aにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均値）

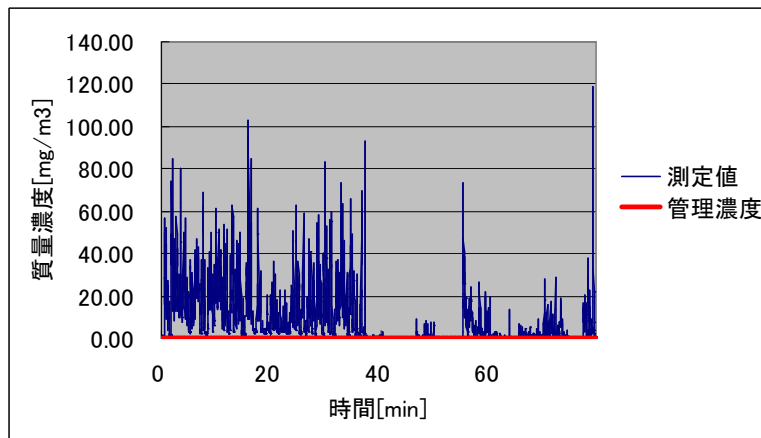


図 3.3 作業場Aにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業2回目のばく露濃度の変動

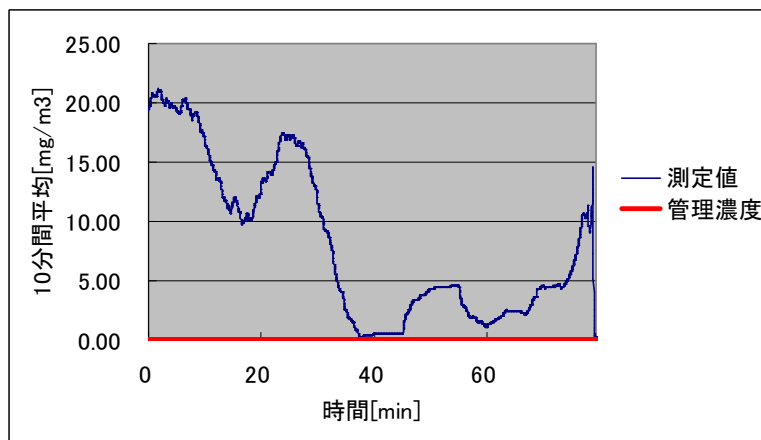


図 3.4 作業場Aにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業2回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均値）

2) 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業

作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業1回目～作業8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3.2に示す。また、ばく露濃度の変動状況及びその10分間移動平均を各作業ごとにそれぞれ図3.5～図3.20に示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は、30.6%であり、管理濃度は0.08 (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 3.2 作業場Bにおける花崗岩の研磨・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 ³)	管理濃度 (mg/m ³)	管理濃度超え (超えれば○)
1回目	0.98	0.08	○
2回目	2.97	0.08	○
3回目	2.35	0.08	○
4回目	2.95	0.08	○
5回目	1.60	0.08	○
6回目	1.11	0.08	○
7回目	3.34	0.08	○
8回目	1.64	0.08	○

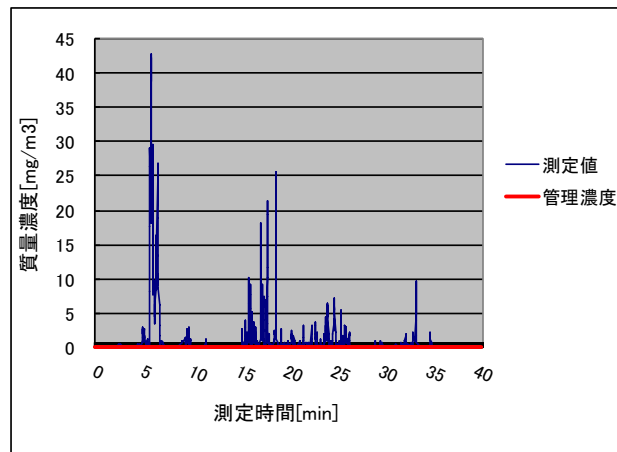


図 3.5 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動

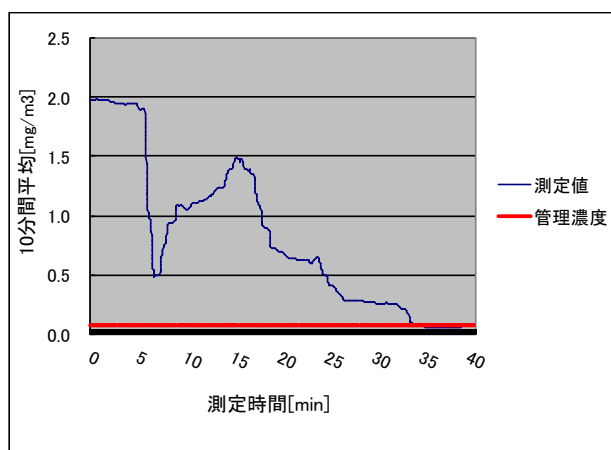


図 3.6 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

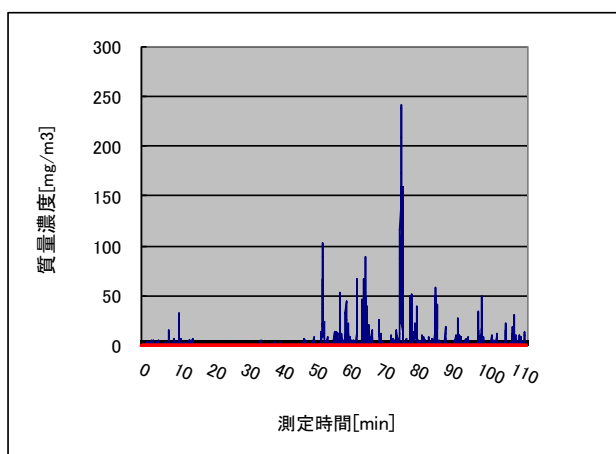


図 3.7 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業2回目のばく露濃度の変動

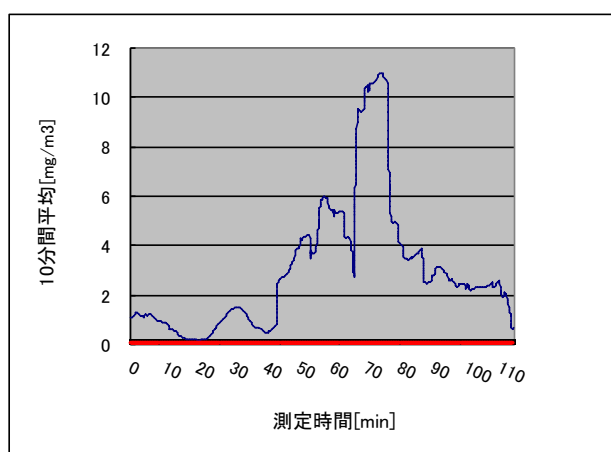


図 3.8 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業2回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

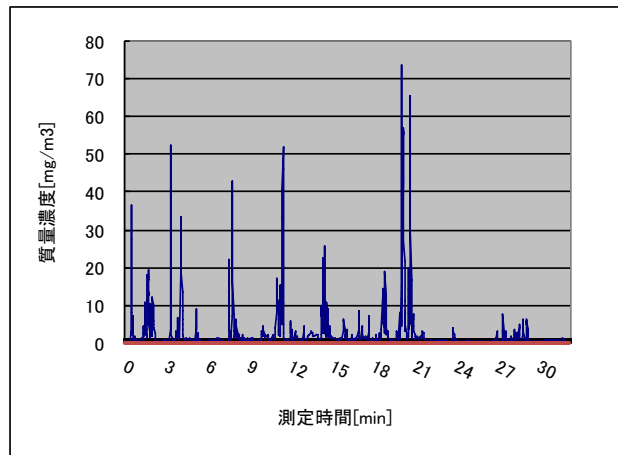


図 3.9 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業3回目のばく露濃度の変動

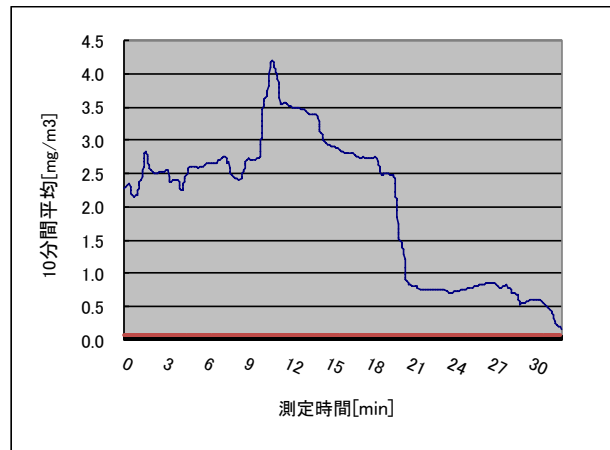


図 3.10 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業3回目のばく露濃度の変動 (10分間移動平均)

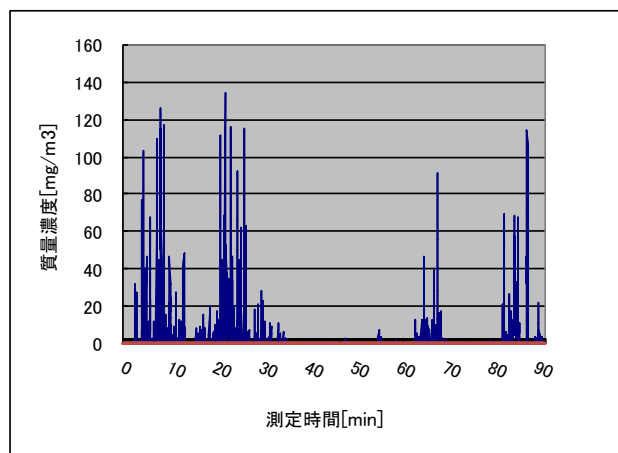


図 3.11 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業4回目のばく露濃度の変動

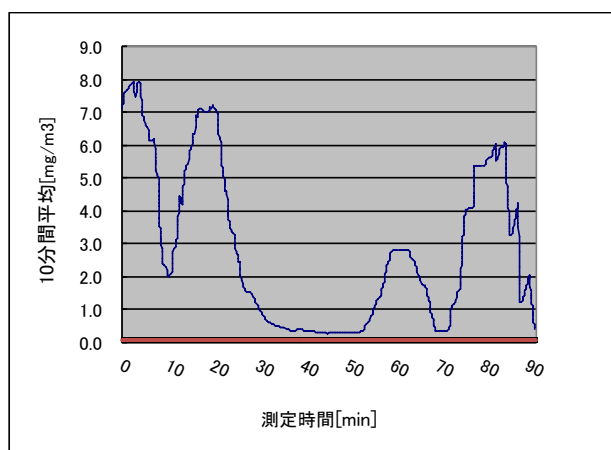


図 3.12 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業4回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

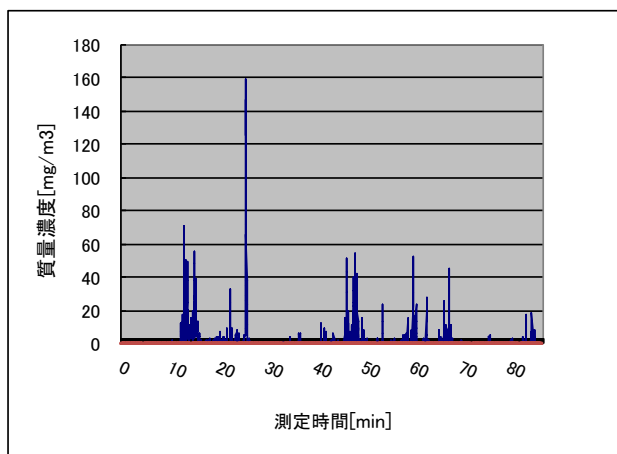


図 3.13 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業5回目のばく露濃度の変動

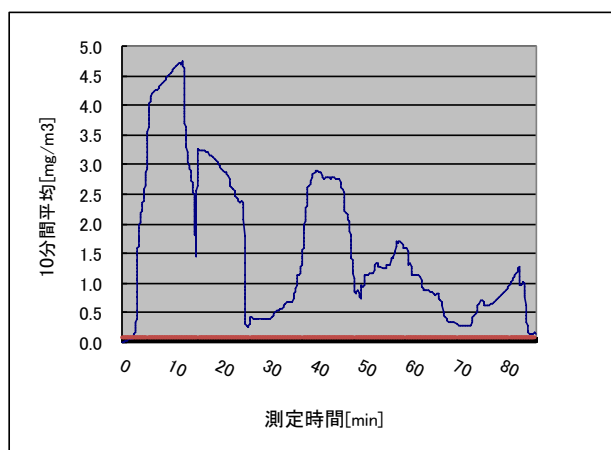


図 3.14 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業5回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

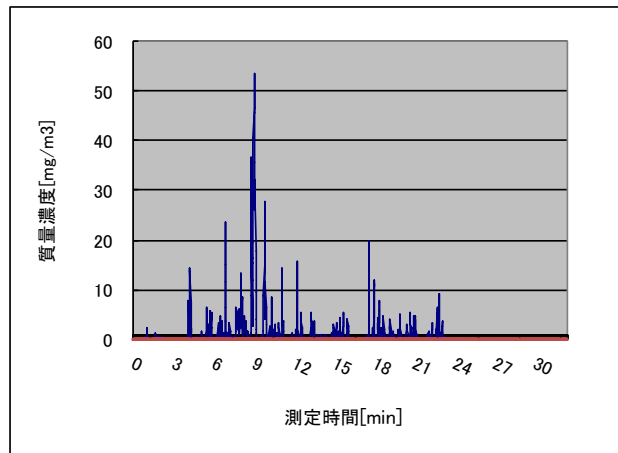


図 3.15 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業6回目のばく露濃度の変動

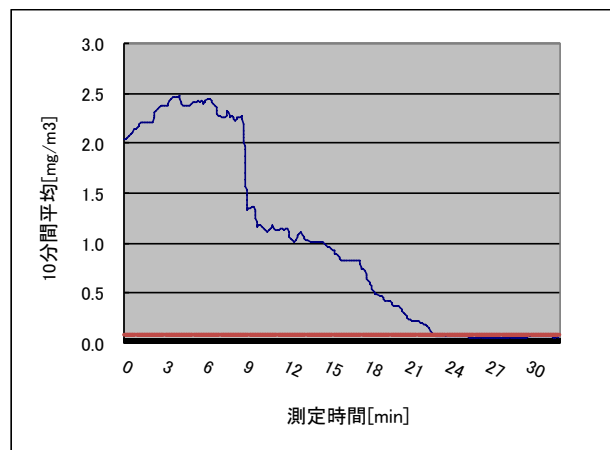


図 3.16 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業6回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

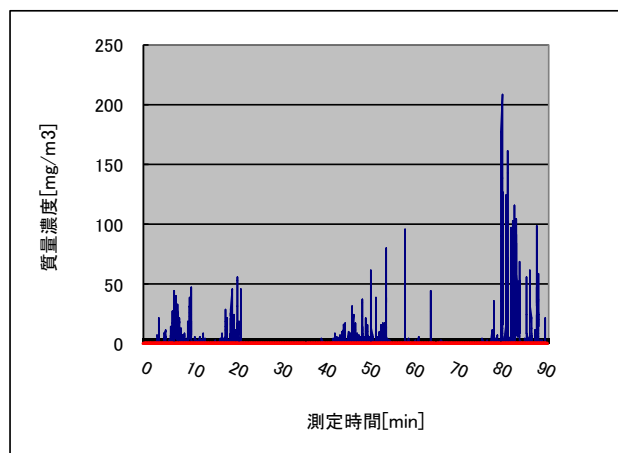


図 3.17 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業7回目のばく露濃度の変動

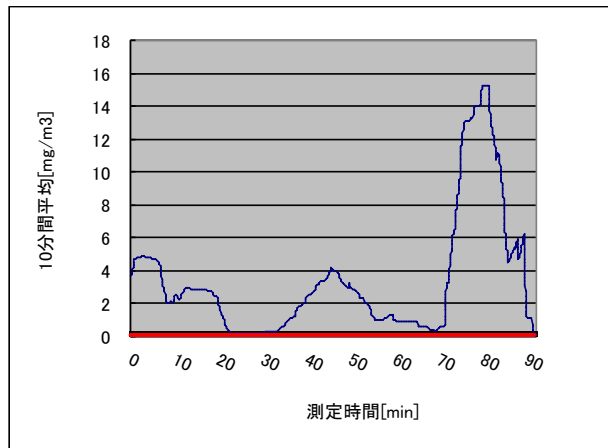


図 3.18 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業7回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

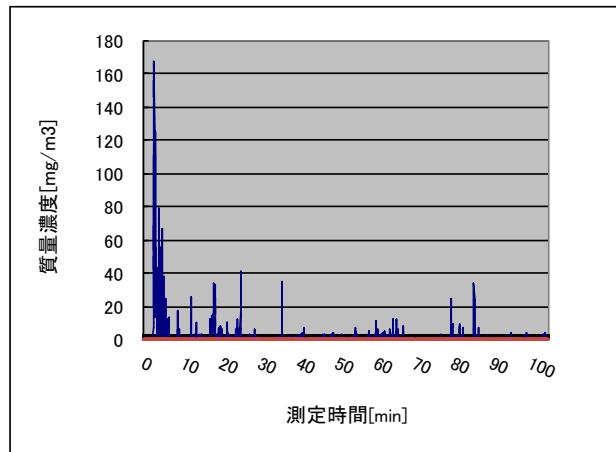


図 3.19 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業8回目のばく露濃度の変動

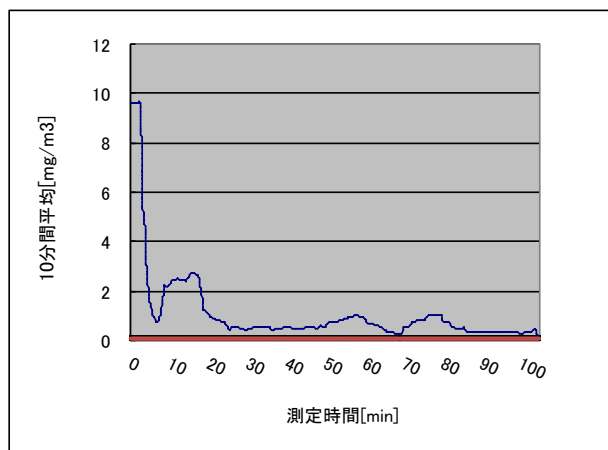


図 3.20 作業場Bにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業8回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均値）

3) 作業場Cにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業

作業場Cにおける花崗岩の研磨・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3.3に示す。また、ばく露濃度の変動及びその10分間移動平均をそれぞれ図3.21及び図3.22に示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は、42.6%であり、管理濃度は0.058 (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 3.3 作業場Cにおける花崗岩の研磨・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 ³)	管理濃度 (mg/m ³)	管理濃度超え (超えれば○)
1回目	3.75	0.058	○

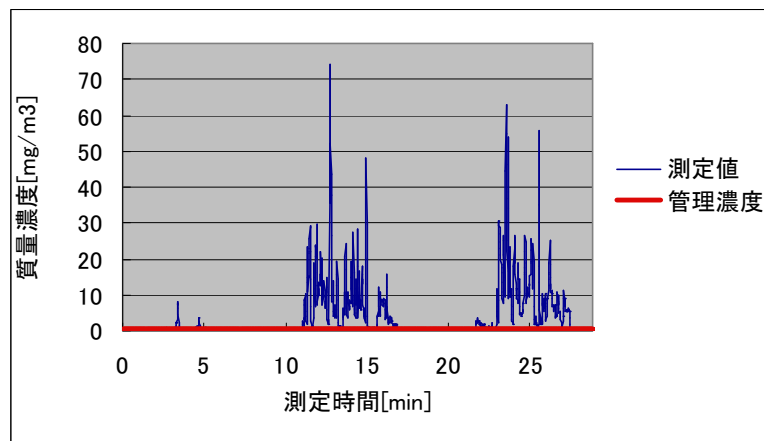


図 3.21 作業場Cにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動

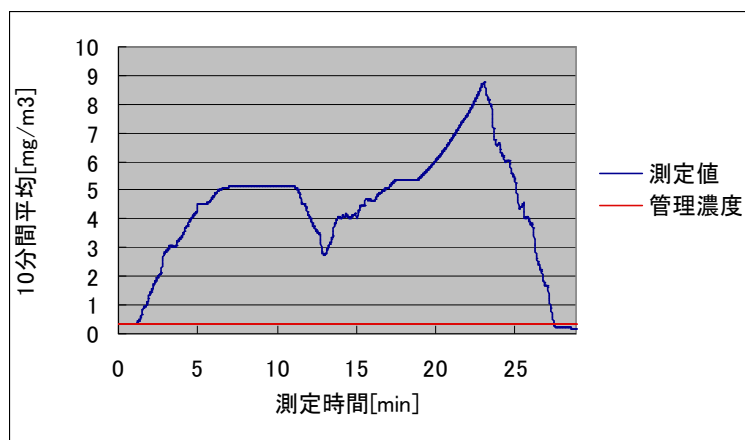


図 3.22 作業場Cにおける花崗岩の研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動 (10分間移動平均)

3. 2 鉱物の研磨・ばり取り作業

1) 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業

作業場Dにおけるコンクリート研磨・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3.4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3.23、図3.24、図3.25、図3.26、図3.27及び図3.28にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は、7.0%であり、管理濃度は0.32 (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 3.4 作業場D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 ³)	管理濃度 (mg/m ³)	管理濃度超え (超えれば○)
1回目	2.89	0.32	○
2回目	3.50	0.32	○
3回目	7.06	0.32	○

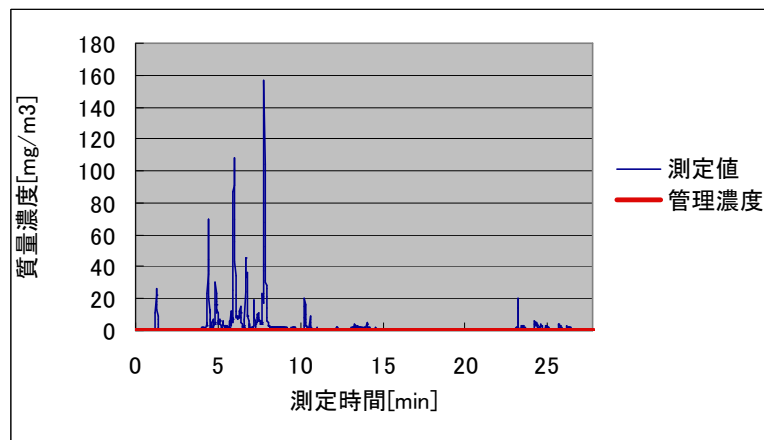


図 3.23 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動

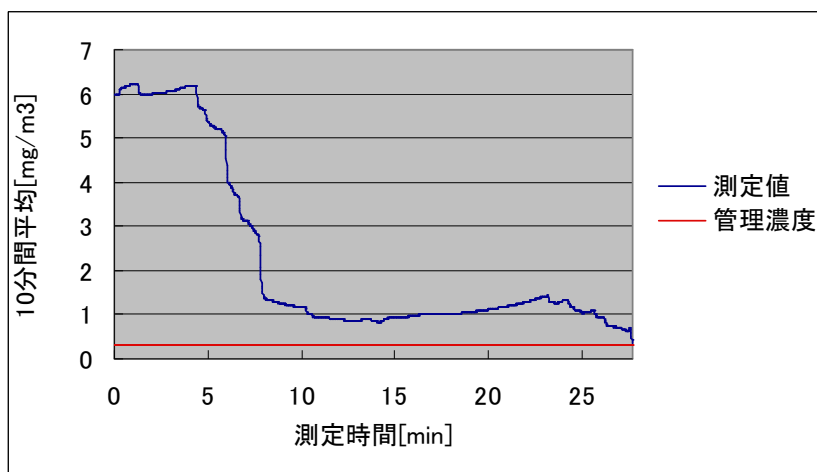


図 3.24 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動 (10 分間移動平均)

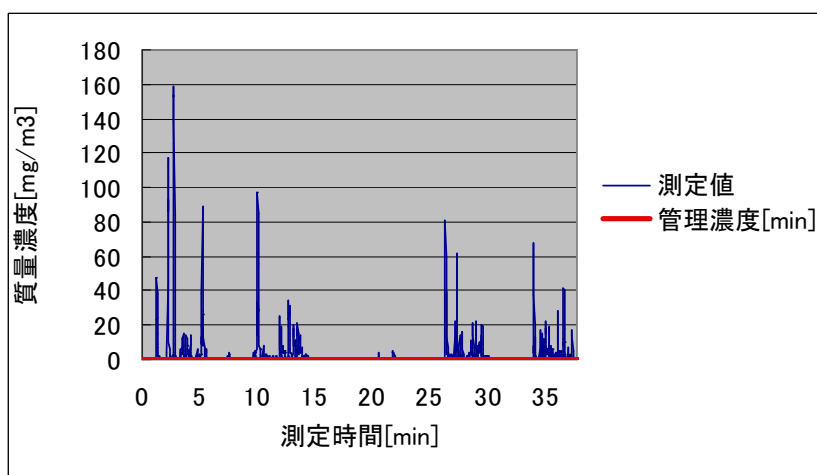


図 3.25 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業2回目のばく露濃度の変動

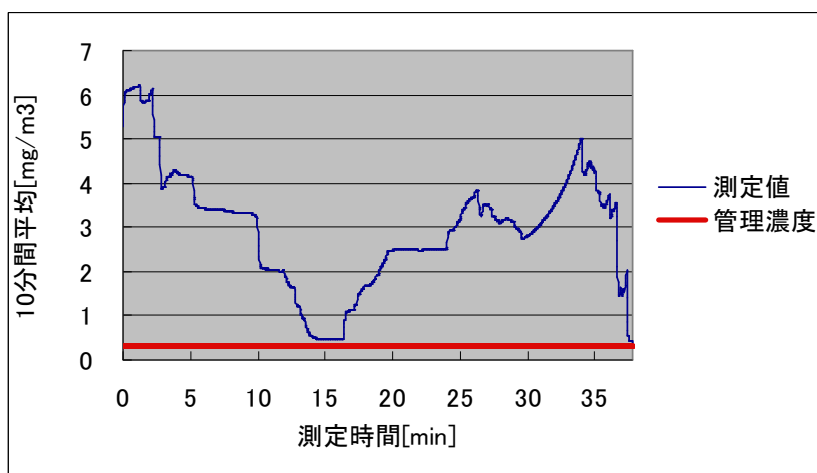


図 3.26 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業2回目のばく露濃度の変動 (10 分間移動平均)

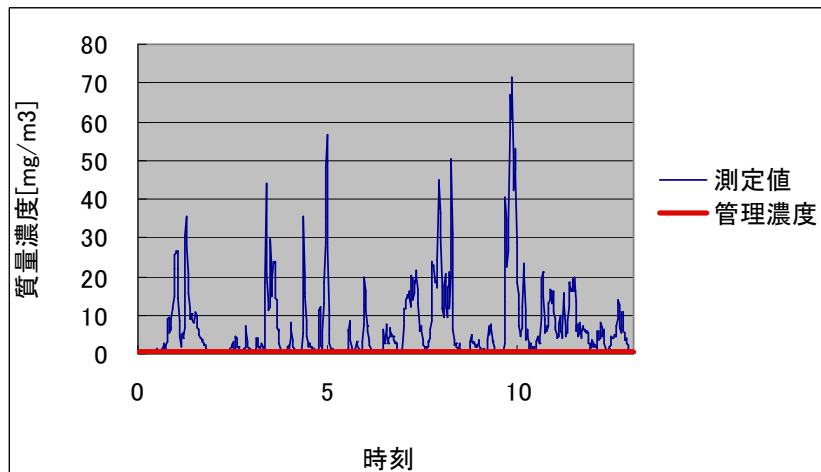


図 3.27 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業3回目のばく露濃度の変動

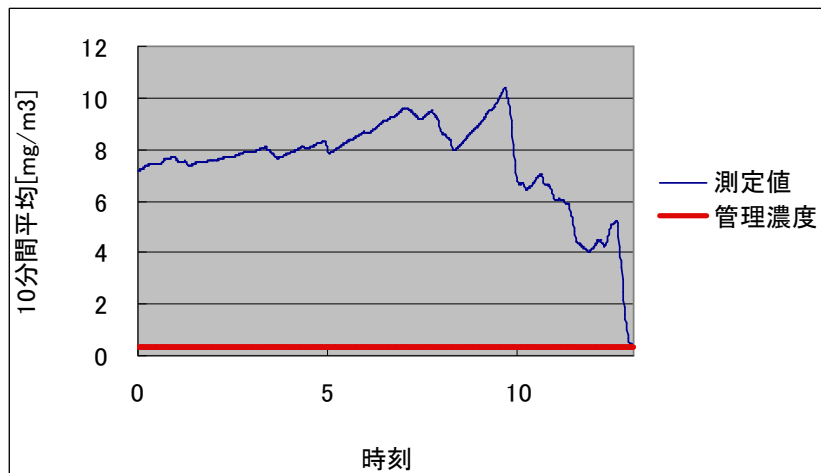


図 3.28 作業場Dにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業3回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

2) 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 3.5 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 3.29、図 3.30、図 3.31、図 3.32、図 3.33、及び図 3.34 にそれぞれ示す。

また、粉じん中の遊離けい酸含有率は、7.8%であり、管理濃度は $0.29 \text{ (mg/m}^3\text{)}$ 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 3.5 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 ³)	管理濃度 (mg/m ³)	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	○

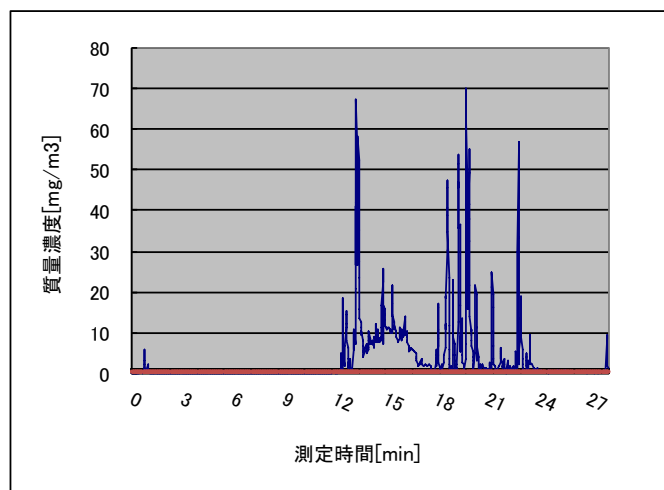


図 3.29 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動

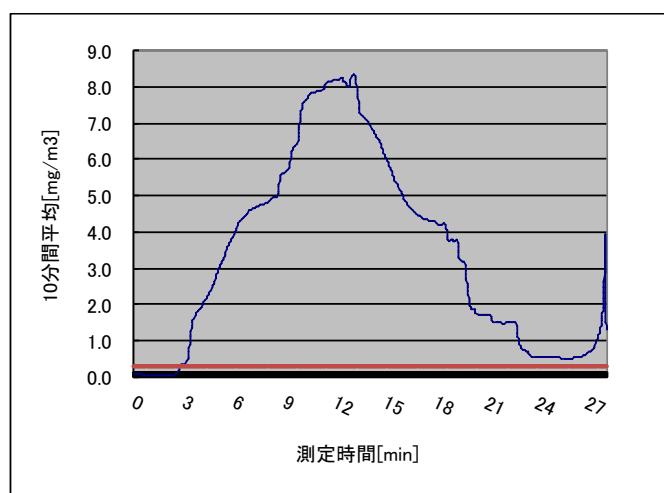


図 3.30 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動 (10 分間移動平均)

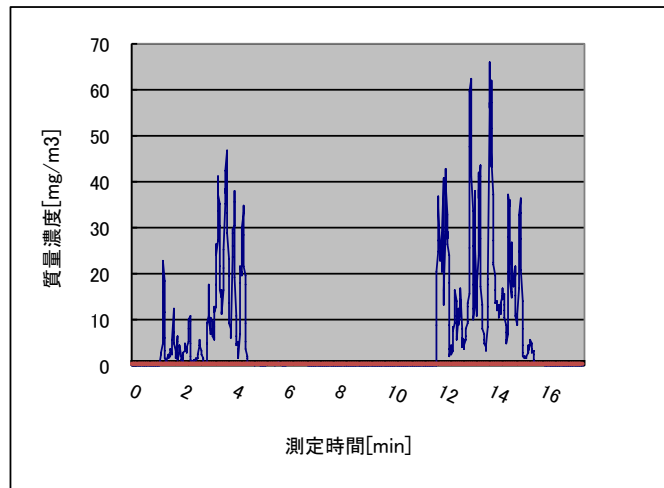


図 3.31 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業2回目のばく露濃度の変動

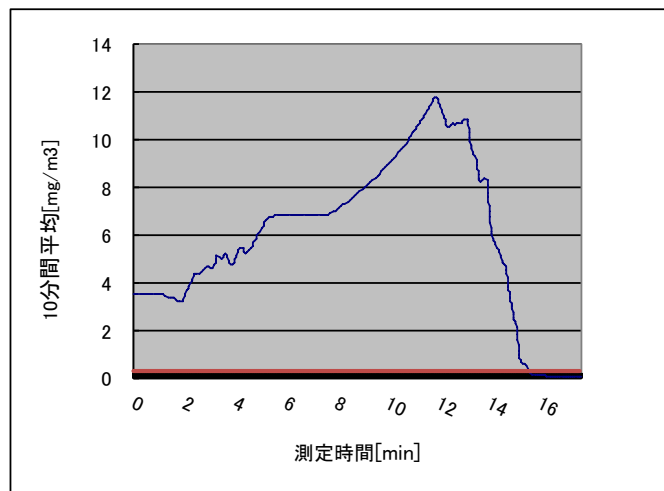


図 3.32 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業2回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

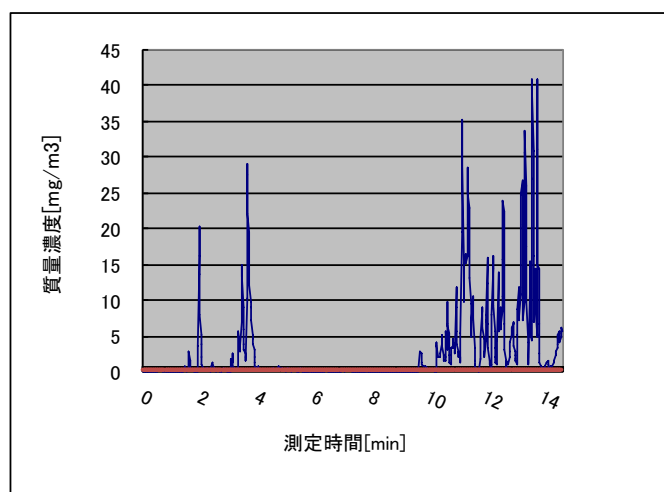


図 3.33 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業3回目のばく露濃度の変動

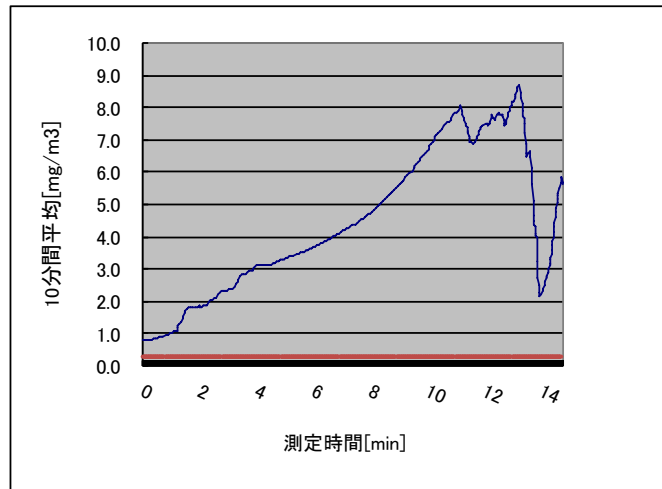


図 3.34 作業場Eにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業3回目のばく露濃度の変動（10分間移動平均）

3) 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3.6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3.35及び図3.36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 (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 3.6 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 (mg/m ³)	管理濃度 (mg/m ³)	管理濃度超え (超えれば○)
1回目	4.19	0.28	○

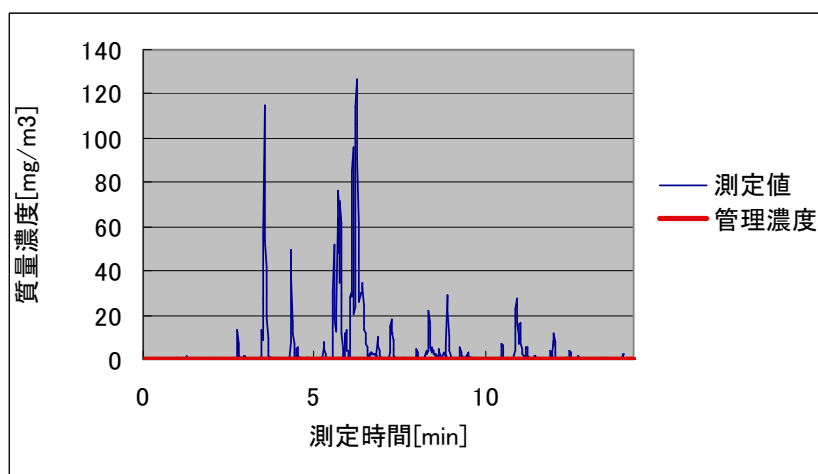


図 3.35 作業場Fにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動

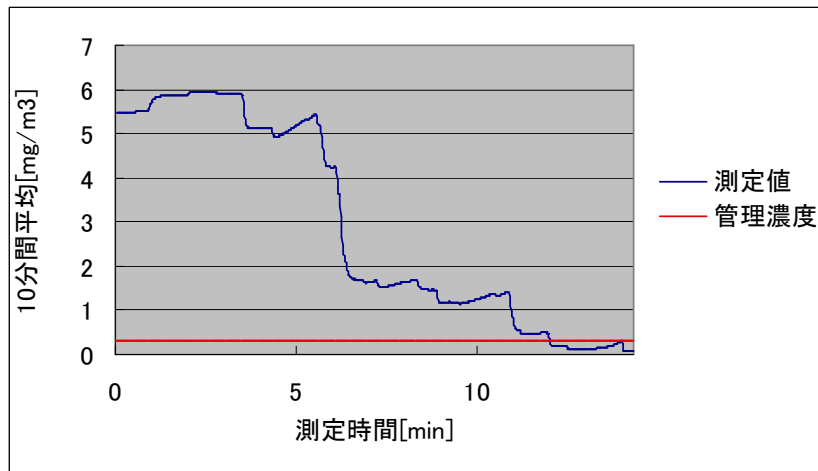


図 3.36 作業場Fにおけるコンクリート研磨・ばり取り作業1回目のばく露濃度の変動(10分間移動平均)

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 4.1 に示す。

表 4.1 各研磨・バリ取り作業時のばく露濃度測定結果のまとめ

作業内容	粉じん幾何平均値 (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	
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) 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 4.1 に示す様に 100%(11/11 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、表 4.1 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。

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、今回の調査では、全ての作業において管理濃度を超過する様な作業であったことを考えると、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。