

短 報

マイクロ・グラインダによる研磨作業時の
粉じん曝露と対策

Dust Exposure and Control in Micro-Grinding Operations

小嶋 純

独立行政法人労働安全衛生総合研究所

Jun OJIMA

Japan National Institute of Occupational Safety and
Health, Japan

キーワード： Dust exposure, Micro-grinding, Local exhaust
ventilation

はじめに

マイクロ・グラインダは、小型ないし精密部材等の研
磨・研削に使用される手持ち式グラインダの一種である
(Fig. 1)。このグラインダを使用する作業では研磨部位
が微細緻密であるため、必然的に作業者は顔を近づけた
姿勢で研磨を行う（呼吸域と粉じん発生源が著しく近接
する）ことが多い。砥石サイズは小さいので発じん量自
体は比較的少ないが、この様な作業姿勢のため粉じん曝
露量は無視できない水準に達する場合もある。近年、じ
ん肺の発生が報告¹⁻⁴⁾ されている歯科技工士なども、
マイクロ・グラインダ作業による粉じん曝露を伴う職種
の代表的な一例と考えられる。本報では、研磨作業の一
つとして未だ研究報告が少ないマイクロ・グラインダ作
業に焦点を当て、同作業に伴う粉じん曝露および対策法
について実験室的再現を行い検証した。

装置および実験方法

実験では、軽作業台（W60 cm × D45 cm × H70 cm）
上に浦和工業（株）製マイクロ・グラインダ、ユーホビ
ー標準セット UC100, HB1（使用電源電圧 100 V, 最高
回転速度 25,000 rpm（実験時は 15,000 rpm に設定）,
5 mmφカーボランダム砥石 GC-12, P2005 装着）を設
置し、ここにアクリル製回転架台軸上に固定した円筒状被

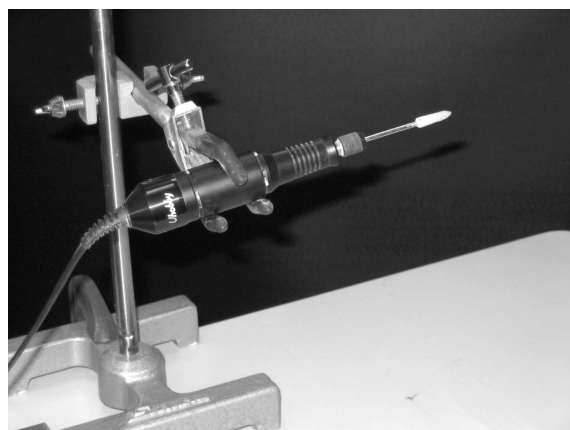


Fig. 1. Micro-grinder used in this experiment.

削材（φ8.5 mm, 63 mm の焼成粘土管）がバネ張力によ
り常に一定の力（150 gw）で押し当たるよう配置し、
さらにそこへ上半身人体模型（等身大トルソー）を向き
合わせて研磨作業者の再現とした。1 回の研磨時間は連
続 3 分間とし、研磨時間中の吸入性粉じん（PM4）の質
量濃度を柴田科学（株）製慣性衝突式個人サンプラー
NWPS-254, ミニポンプ MP-Σ300（吸引流量 2.50 L/
min）およびガラス繊維ろ紙 T60A20 φ25 mm（最小秤
量表示 0.01 mg の電子天秤で秤量）によってダミー作
業者の呼吸域において測定し、マイクロ・グラインダ作
業に伴う粉じん曝露の実態を模擬的に求めた。なお、こ
の際の 3 分間の採取における質量濃度の検出下限は
1.33 mg / m³であった。また、実験時の呼吸域と研磨
部位との距離間隔は 10 cm とし、両者の作業台机上面か
らの高さはともに 30 cm とした（Fig. 2）。次に、同グ
ラインダ作業における粉じん対策に関する実験を行い、こ
れに際しては以下の三種の局所排気装置を用意した。

- i) フード開口面サイズ 20 cm × 35 cm, フランジ幅
15 cm の一般的な外付け式フード；対面設置（Fig. 3-1）
 - ii) グラインダ作業用に試作した、フード開口面サイズ
11 cm × 13 cm の小型の箱型外付け式フード⁵⁾；下方
設置（Fig. 3-2）
 - iii) 開口面サイズ 60 cm × 55 cm, 奥行き 50 cm の囲い
式フード；形状および機能が「研磨ボックス」等の商
品名で市販されているフードに近似したもの（Fig. 3-3）
- これらのフードの吸引風速および排気風量の測定には
日本カノマックス（株）製熱線式風速計クリモマスター
Model 6511 およびウエットマスター（株）製風量センサ
エアロ Q システムを用い、それぞれのフードで排気を行
った際のダミー作業員呼吸域における粉じん濃度を測
定して、各排気フードにおける粉じん曝露抑制に必要な
排風量を比較した。

2006 年 11 月 21 日受付；2007 年 3 月 2 日受理

連絡先：小嶋 純 〒214-8585 神奈川県川崎市多摩区長尾
6-21-1 独立行政法人労働安全衛生総合研究所。Correspondence
to: J. Ojima, Japan National Institute of Occupational Safety
and Health, 6-21-1 Nagao, Tama-ku, Kawasaki 214-8585, Japan
(e-mail : ojima@h.jniosh.go.jp)

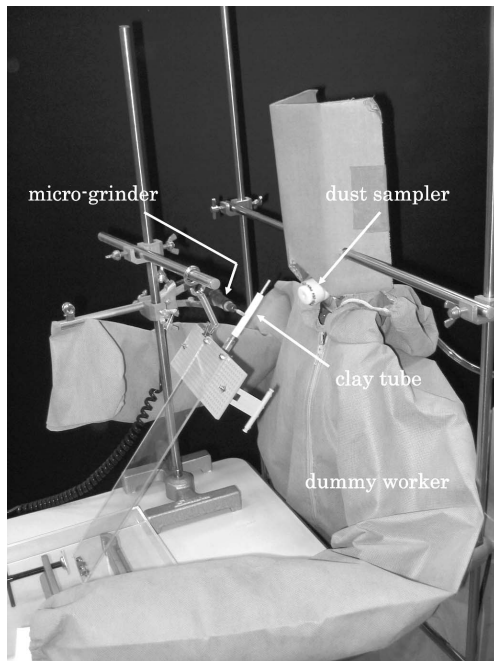


Fig. 2. Experimental grinding operation by means of a micro-grinder and a dummy worker.

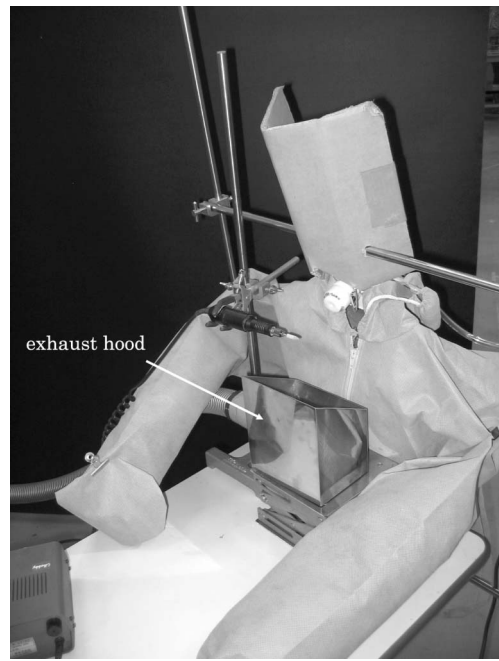


Fig. 3-2. Dummy worker and local exhaust ventilation hood (open face=11 × 13 cm) in this experiment.

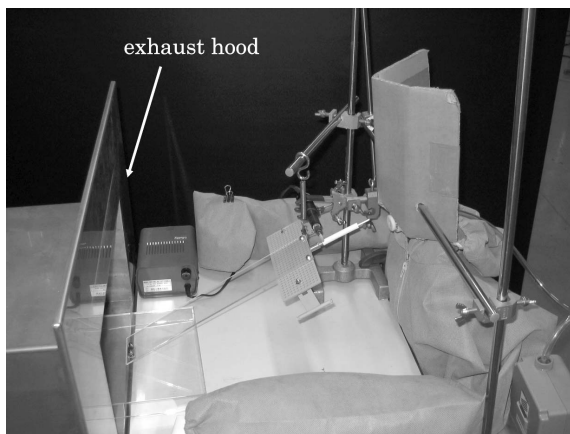


Fig. 3-1. Dummy worker and local exhaust ventilation hood (open face=20 × 35 cm) in this experiment.



Fig. 3-3. Dummy worker and local exhaust ventilation hood (open face=60 × 55 cm) in this experiment.

結 果

パーティションにより周囲からの外乱気流を遮断し、排気を行わない状態（粉じん対策を何ら行わない状態）でマイクロ・グラインダ作業を再現した場合、粉じん曝露濃度は $8.13 (\pm 4.06) \text{ mg/m}^3$ であった。これより、呼吸域と研磨部位が近接した際と同グラインダ作業者は粉じんの許容濃度（ $0.5 \sim 2 \text{ mg/m}^3$ ）を大きく上回る曝露を受ける可能性のあることが判明した。次にこれと同一の研磨作業を局所排気装置稼動下で行い粉じん曝露濃度を求めたところ、以下の結果を得た。

i) 20 cm × 35 cm の外付け式フードで粉じん則が定め

る制御風速 1.0 m/s を満たすには約 $22.0 \text{ m}^3/\text{min}$ の排風量が必要であった。この吸引条件で排気を行ったところ、呼吸域における粉じん濃度は大きく低減し、当実験における検出下限値以下となった。

ii) 11 cm × 13 cm の箱型外付け式フードで制御風速 1.0 m/s を満たすには約 $2.4 \text{ m}^3/\text{min}$ の排風量が必要であった。この吸引条件で排気を行ったところ、呼吸域における粉じん濃度は検出下限値以下に低減した。

iii) 開口 60 cm × 55 cm の囲い式フードで制御風速 0.7 m/s を満たすには約 $15.1 \text{ m}^3/\text{min}$ の排風量が必要であった。この吸引条件で排気を行ったところ、呼吸域における粉じん濃度は検出下限値以下に低減した。

Table 1. Grinding dust concentration during grinding with and without the local exhaust ventilation (LEV) system

Type	LEV system				Dust Conc. [mg/m ³]*
	Suction	Hood size [cm]	Velocity [m/s]	Flow rate [m ³ /min]	
-	-	-	-	-	8.13 (\pm 4.06)
Exterior	Front	20 × 35	1.0	22.0	<1.33
Exterior	Under	11 × 13	1.0	2.4	<1.33
Enclosure	Front	60 × 55	0.7	15.1	<1.33
			0.5	7.2	<1.33

*: Values are arithmetic mean (\pm S.D.) ; n=10.

なお、マイクロ・グラインダ作業は粉じん別表第三第六号に掲げる作業 (=屋内において手持ち式動力工具で研磨を行う作業) の一種と見なすことも出来る。この場合の制御風速は、粉じん別表第十一号第一項第五号に基づく要件告示第三項により、フードの設置方法が「回転体(砥石)を有する機械全体を囲う方式」であれば 0.5 m/s ということになる。この規程はマイクロ・グラインダの様な小型工具を想定しているとは考え難いため、本実験では敢えて特定粉じん発生源の制御風速 (1.0 m/s, 0.7 m/s) を用いているが、上告示に従い囲い式フード使用時の制御風速を 0.5 m/s とした場合については次の結果を得た。

iv) 開口 60 cm × 55 cm の囲い式フードで制御風速 0.5 m/s を満たすには約 7.2 m³/min の排風量が必要であった。この吸引条件で排気を行ったところ、呼吸域における粉じん濃度は検出下限値以下に低減した。以上の結果をまとめて Table 1 に示す。

考 察

グラインダ作業から発生する微粒の研磨粉じんは砥石の回転が起す気流に搬送されて拡散する性質があるが⁶⁾、ことマイクロ・グラインダの砥石は数 mm ~ 2, 3 cm 大のため、回転速度は大きいものの砥石の気流は微弱で粉じん搬送能力も小さい。従って粉じんの拡散範囲は狭く研磨部位~呼吸域周辺のごく限られた空間内に粉じんが集中し高濃度域を生じやすい。今回の実験でも許容濃度を大きく上回る曝露濃度 (8.13 mg/m³) が測定された。しかし換気すべき空間範囲は小さいため、フードの設置位置が適切かつ制御風速が満たされれば、稼働経費が少ない少風量型の排気装置でも有効な曝露抑制が可能と思われる。実験によれば、同グラインダ作業に対しては、研磨部位の真下位置に配置された小型の外付け式フードで排気風量 2.4 m³/min 以上を確保することにより、曝露濃度は当初の約 15% に低減した。ただし、外付け式フードを対面設置にすると必要排気風量は増大し、真下設置の場合と同等の排気効果を得るには 10 倍程度の風量が必要となりそうである。仮に作業上の制約

等で外付け式フードの使用が不向きな場合は囲い式フードの使用も有効であり、排気風量 7.2 m³/min 以上を確保することで曝露濃度低減は可能なので、小排風量外付け式フードの設置が困難な際は次善策として適用すべきと考える。

ま と め

一般にマイクロ・グラインダ作業は発じん量が少ないため粉じん対策が閑却される向きもあるが、小規模の換気でも曝露抑制は可能なので、ディスクグラインダによる研磨作業⁷⁾などと比べれば対策は遥かに容易と言える。制御風速が満たされれば、外付け式ないし囲い式フードの双方とも有効だが、稼働経費面 (=必要排気風量) でフード設置方向ないしフード形式による差が生じるため、適用に際しては作業や工具との相性、使用時の作業性や対費用効果などを総合的に勘案し最適なものを選択する必要がある。

文 献

- 1) 森永謙二, 東原恵郎, 大西一男ほか. 歯科技工士の死因分布の検討. 日本職災医誌 2003; 51: 177.
- 2) 中野郁夫, 木村清延, 田上清一, 平野正康, 加地 浩. 北海道の歯科技工士じん肺に関する疫学調査. 日本職災医誌 2005; 53: 112-116.
- 3) Kim TS, Kim HA, Heo Y, Park Y, Park CY, Roh YM. Level of silica in the respirable dust inhaled by dental technicians with demonstration of respirable symptoms. Ind Health 2002; 40: 260-265.
- 4) Selden A, Sahle W, Johansson L, Sorenson S, Persson B. Three cases of dental technician's pneumoconiosis related to cobalt-chromium-molybdenum dust exposure. Chest 1996; 109: 837-842.
- 5) 小嶋 純. 電気グラインダによる金属研磨作業時の粉じん曝露と対策. 産衛誌 2005; 47: 119-121.
- 6) 小嶋 純. 金属研磨作業による粉じん曝露とその対策. セイフティダイジェスト 2004; 50: 17-24.
- 7) 小嶋 純. 手持ち式グラインダ (ディスクグラインダ) による金属研磨作業時の粉じん曝露と対策. 産衛誌 2007; 49: 7-9.