

## 短 報

### 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

## Metal Dust Exposure and Control in Hand-Held Grinding Operation

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

キーワード：Metal dust, Hand-held grinding, Push-pull ventilation

### はじめに

近年、わが国の新規じん肺有所見者数に占める金属製品製造業ないし機械器具製造業の従事者数が目立つことから<sup>1)</sup>、アーク溶接作業、トンネル建設工事業と並んで、金属研磨作業に伴う粉じん曝露対策が労働衛生上の一関心事となっている<sup>2, 3)</sup>。一般に金属研磨作業は、作業形態、被削材種、使用工具および装置、作業場所などが多岐に及ぶが、その中でもグラインダ作業は比較的発じん量も多く、じん肺対策上重要なものと考えられる。本報ではグラインダ作業の一つとして、未だ研究報告が少ない手持ち式グラインダ（ディスクグラインダ）を用いた金属研磨作業に焦点を当てて、同作業に伴う発じん形態、曝露量、有効な対策法について実験室的再現に基づいて検証する。

### 装置および実験方法

実験では、軽作業台（W60 cm × D45 cm × H70 cm）上に日立工機（株）製電気ディスクグラインダ G18SP（使用電源電圧 100 V、消費電力 1,140 W、無負荷回転数 6,800 rpm、180 mm レジノイド砥石 A/WA24P 装着）と上半身人体模型（等身大トルソー）を固定して研磨作業者を模し、ステンレス製固定台の上に載せた被削材（一般構造用圧延鋼材 500 mm × 75 mm × 10 mm）がバネの張力により常に一定の力（500 gw）で砥石に押し当

たるよう配置して手持ち式グラインダ作業の再現とした（Fig. 1）。1回の研磨時間は 20～30 分間とし、研磨時間中の粉じん濃度をダミー作業者の呼吸域およびグラインダ周辺半径 1 m の 6 点（左方向、左斜め前方、正面前方、右斜め前方、右方向、右斜め後方）で測定した（Fig. 2）。なお、Fig. 2 に記した測定点①の床面からの高さは 145 cm、測定点②～⑦の床面からの高さは、砥石の高さと同じ 85 cm とした。研磨粉じんの濃度測定には柴田科学（株）製慣性衝突式個人サンプラー NWPS-254、ミニポンプ MP-Σ 300 およびガラス繊維ろ紙 T60A20φ 25 mm を使用して、吸入性粉じん（PM<sub>4</sub>）の質量濃度を求めた。またグラインダ作業の粉じん対策の実験に際しては、換気装置として興研（株）製ユニット式プッシュプル型換気装置ラミナー MS-01（フード開口面サイズ 70 cm × 70 cm、プッシュ/プル・ユニット間隔 = 1.5 m）を使用し、その一様流の風速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 を用い

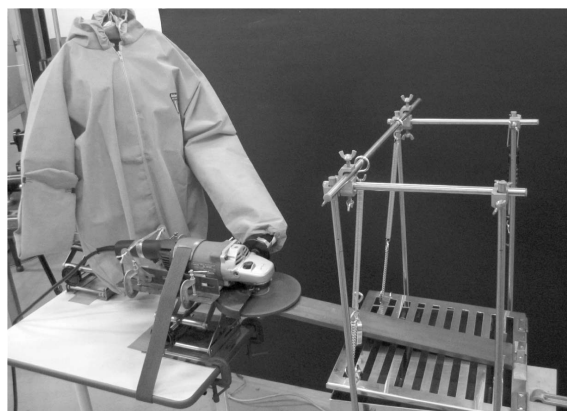


Fig. 1. Experimental metal grinding operation by means of a disk grinder and a dummy worker.

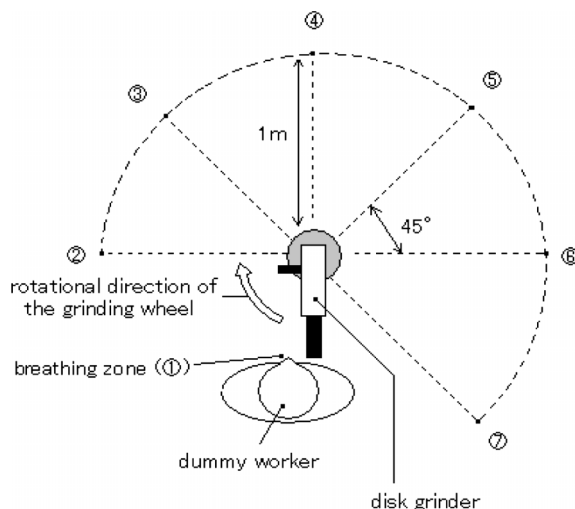


Fig. 2. Location of the sampling points (1-7) of the grinding dust.

2006年6月23日受付；2006年10月5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)

た。ラミナー MS-01 のプッシュおよびプル・ユニットは、粉じん発生源（ディスクグラインダの砥石部分）が完全に換気区域内に入り、且つ逆流現象<sup>4)</sup>を生じない方向で配置し（Fig. 3）、この状態で換気を実施した時の呼吸域および換気区域外に位置する4点（グラインダ周辺半径1mで作業者の左斜め前方、正面前方、右斜め前方および右斜め後方の各点）における粉じん濃度を測定して、プッシュプル型換気が研磨粉じんの拡散および曝露の低減に及ぼす効果を検証した。

## 結果および考察

### 1. 研磨粉じんの濃度測定

ダミー作業者の金属研磨時における粉じんの曝露濃度およびグラインダ周辺に飛散する粉じんの濃度の測定結果を Table 1（表中の中央左段（A））に示す。粉じん濃度は作業者の左側1mの位置（測定点②）で最低（ $0.07 \text{ mg/m}^3$ ）となり、呼吸域（測定点①）においても僅か（ $0.24 \text{ mg/m}^3$ ）だが、作業者の正面から右方向にかけての範囲で比較的高くなる傾向が見られ、右側1mの位置（測定点⑥）で最高（ $1.03 \text{ mg/m}^3$ ）となった。研磨中の様子を写した Fig. 4 から判るように、飛散方向

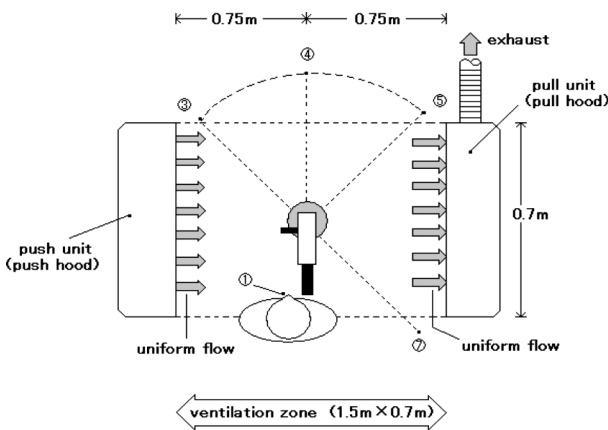


Fig. 3. Location of the sampling points (①, ③, ④, ⑤, ⑦) of the grinding dust.

が閃光軌跡によって目視できる粗大粒子（粒径が数十～数百 $\mu\text{m}$ の研磨粉じん）は作業者の右～右斜め後方（測定点⑥～⑦の方向）へ飛ぶのに対し、PM4程度の微粒子は正面～右方向（測定点④～⑥の方向）の範囲に向けて飛散する傾向がこの実験で明らかとなり、同時かつ同位置から発する研磨粉じんであっても、その粒径によって飛散方向は異なることが確認された。現場では粗大粒子の飛散方向先にレーザー式フード等が設置されている事例を散見するが、グラインダ作業に同フードを適用する際は、微粒子の飛散方向を把握した上で開口面位置を定めることが重要であると判る。

### 2. プッシュプル型換気装置の粉じん濃度低減効果

この様にディスクグラインダから発する研磨粉じんは発生源を中心に約 $90^\circ$ の拡がり放射状に飛散するため、これを効果的に捕集・排気するには、比較的広い空間を換気区域内に収められるプッシュプル型換気が効果的と考えられる。Table 1（表中の中央右段（B））には、プッシュプル型換気を施した際の、測定点①, ③～⑤, ⑦における粉じん濃度を示した（測定点②, ⑥はフードの設置位置と重なるため除外）。ただしこのプッシュプル型換気装置は事前に粉じん障害防止規則で定める性能

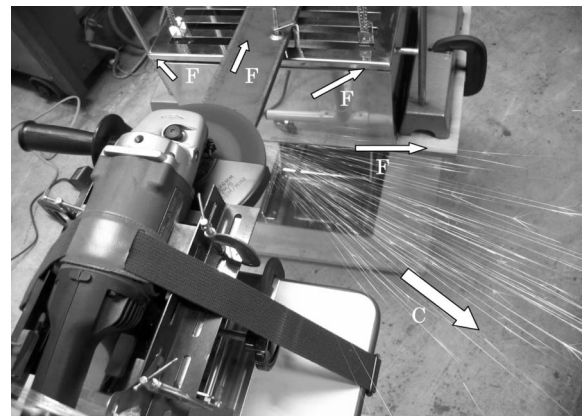


Fig. 4. Dispersion of the grinding dust. F: fine dust. C: coarse dust.

Table 1. Comparison of grinding dust concentration

Sampling point	Dust Conc. [ $\text{mg/m}^3$ ]*		(B) / (A)
	Without ventilation (A)	With ventilation (B)	
① (BZ)	$0.24 \pm 0.09$	$0.17 \pm 0.13$	0.71
②	$0.07 \pm 0.08$	-	-
③	$0.44 \pm 0.24$	$0.04 \pm 0.08$	0.09
④	$0.57 \pm 0.33$	$0.07 \pm 0.08$	0.12
⑤	$0.83 \pm 0.14$	$0.27 \pm 0.16$	0.33
⑥	$1.03 \pm 0.57$	-	-
⑦	$0.31 \pm 0.27$	$0.25 \pm 0.22$	0.81

\*: Values are the mean  $\pm$  S.D. (n=5)

要件を満たすことを確認し、捕捉面平均風速0.43 m/sに調整した上で使用している。Table 1より、プッシュプル型換気によって各点の粉じん濃度は0.07～0.27 mg/m<sup>3</sup>にまで低減し、比較的粉じんの飛散が集中する測定点③～⑤では約10～30%に抑制されることが確認され、同換気法の研磨粉じん対策における有効性が明らかとなった。なお測定点⑦ではプッシュプル型換気の効果が比較的低い(B/A = 0.81)という結果を得たが、これはプル・フード開口面上の吸引風速が、テイクオフからより離れている測定点⑦近傍側で低下する為と考えられる。

### 3. まとめ

ディスクグラインダから発する研磨粉じんは2次元的な広がりを持って飛散するため、概ね飛散方向範囲が絞られる固定式グラインダ(両頭グラインダなど)と異なり、フード位置が固定した局所排気装置<sup>2)</sup>は、(開口面積が十分に大きく、制御風速も高めに設定されたフードを除いて)効果は期待できない。また構造上、砥石の両面を囲うことは出来ないため、粉じん発生源から直接吸引が困難な点を考えると、ディスクグラインダ使用時の効果的な粉じん対策には今回の実験で効果が確認されたプッシュプル型換気装置の選択が現実的・経済的と思わ

れる。ただし同換気装置は移動作業には適用困難な場合もあり、また作業者が気流に背を向けて立つと逆効果となる恐れもある<sup>4)</sup>ので、適用時の配置には注意が必要である。

研磨粉じんは主として被削材を起源とするため主成分は鉄である場合が多いが、仮に被削材に重金属が含まれた場合は研磨粉じん成分に反映して、作業者は重金属曝露を来す危険もある。カドミウム、クロム、鉛の許容濃度は第2種粉じんに属する酸化鉄粉じんに比し格段に小さいので、鋼材中にこれらの含有が予想される現場では、じん肺のみならず重金属中毒も視野に入れた対策・対応が必要であろう。

### 文 献

- 1) 第6次粉じん障害防止総合対策の推進。中央労働災害防止協会。労働衛生のしおり 平成17年度。東京：中央労働災害防止協会、2005: 126-135。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) Ojima J. Worker exposure due to reverse flow in push-pull ventilation and development of a reverse flow preventing system. J Occup Health 2002; 44: 391-397。