

（１）通常防じんマスクと電動ファン付き防じんマスク（PAPR）の比較試験

研究分担者 岸本 卓巳

所属 労働者健康安全機構 岡山労災病院 アスベスト疾患ブロックセンター センター長

研究要旨 粉じん作業者を対象として、通常防じんマスクと電動ファン付き防じんマスク（PAPR）の比較を行った。通常防じんマスクは紐のゆるみやメリヤスの装着により平均25.95%のもれが生じていることが明らかになった。粉じん作業場における個人ばく露濃度を測定し、マスクのもれ率を考慮し換算したところ、通常防じんマスクでは総粉じん濃度が平均0.814mg/m³、吸入性粉じん濃度が平均0.22mg/m³の粉じんを吸入しており、作業環境基準濃度を超過していることが判明した。一方、PAPRでは、マスクのもれ率は平均0.47%で、個人ばく露濃度ともれ率を換算しても総粉じん濃度は0.017mg/m³、吸入性粉じん濃度は平均0.004mg/m³と問題になる吸入量では無かった。

また、PAPR装着に対するアンケート調査結果ではマスクの重さや大きさ、ファンの音さらには動きにくさが気になる人もいたが、通常防じんマスクと比較して呼吸が楽あるいはやや楽と感じた人は85.6%あり、全体の59.7%は今後PAPRを使用したいと回答していた。

一方、通常防じんマスクでは機能低下を感じる人は34.5%あり、その中にはもれを感じる、紐あるいは排気弁の劣化を指摘し、圧着がきついため苦しいあるいは呼吸がしにくいと回答した人もいた。

以上、通常防じんマスク着用の問題点とPAPRの利点及び欠点が明らかになったが、新たなじん肺の発生を防ぐためにPAPRの着用は有用と思われる。PAPRの着用推進に問題があるとするならば、導入費用が高額であるため費用対効果についての結果が待たれる。

A. 研究目的

日本の粉じん作業場は職場の環境改善により、過去のじん肺発生が多かった時代に比較して著しくばく露粉じん量が減少している。しかし、新規のじん肺有所見者数は毎年100人以上あり、減少傾向を示していない。新たなじん肺の発生原因の要因として、防じんマスクの適切な使用がなされていないこともその可能性として考えられる。そこで、粉じん作業者が装着している通常防じんマスクのもれ率について調査を行った。

一方、ファンの作動によりマスク内が陰圧

とならないため、もれが少ない電動ファン付き防じんマスク（Powered Air Purifying Respirator（PAPR））を粉じん作業者に装着して、通常防じんマスクとのもれ率の比較検討を行った。更には個人の粉じんばく露量を測定するとともにもれ率を考慮して、個人の粉じん吸入量（総・吸入性粉じん濃度）を換算した。

また、PAPRの装着が作業において従来の防じんマスクとどのように異なるかについての比較感想をアンケート調査した。

B. 研究方法

耐火レンガ製造作業において、粉碎等の粉じん作業を常時行っている作業員57例と溶接作業を常時行っている作業員19例の併せて76例を対象とした。

対象者には性別、粉じん作業歴、呼吸器疾患の既往歴を聴取した。また、個人ばく露濃度測定は28例を対象として行った。

まず、作業開始時に日常使用している通常防じんマスクのもれ率を測定した。測定機器は柴田科学社製のマスク内圧・フィッティングテスター (MNFT ver.2) を使用した。その後通常防じんマスクの代わりに用意したPAPRは興研社製BL-1005と重松製作所製SY28RX2を使用した。そして、どちらかのPAPRを装着してマスクのもれ率を測定した。

PAPRにて3時間作業を行った後の装着感等の比較についてアンケート調査を行った。一方、個人サンプラーを用いて、個人の粉じん吸入量 (総・吸入性粉じん濃度) を測定し

た。個人ばく露濃度とマスクのもれ率から作業員の粉じん吸入量 (総・吸入性粉じん濃度) を換算した。

通常防じんマスクとPAPRを使用した作業中の感想をPAPR着用後に表1に示す調査票を用いてアンケート調査し、比較検討を行った。

(倫理面への配慮)

事前に研究目的を説明し、全ての作業員の研究同意を得てから調査を開始した。

C. 研究結果

対象とした76例中74例は男性で、2例が女性であった。呼吸器疾患既往歴がある例は1例のみであった。粉じんばく露年数は1～5年が48.0%、6～10年が25.3%、11～15年が12.0%、16～20年が6.7%、21年以上が8.0%と長年粉じん作業を行っているベテランが多かった。通常防じんマスクのもれ率は図1に示すように 25.95 ± 20.04 (0.47～81.1) % 中

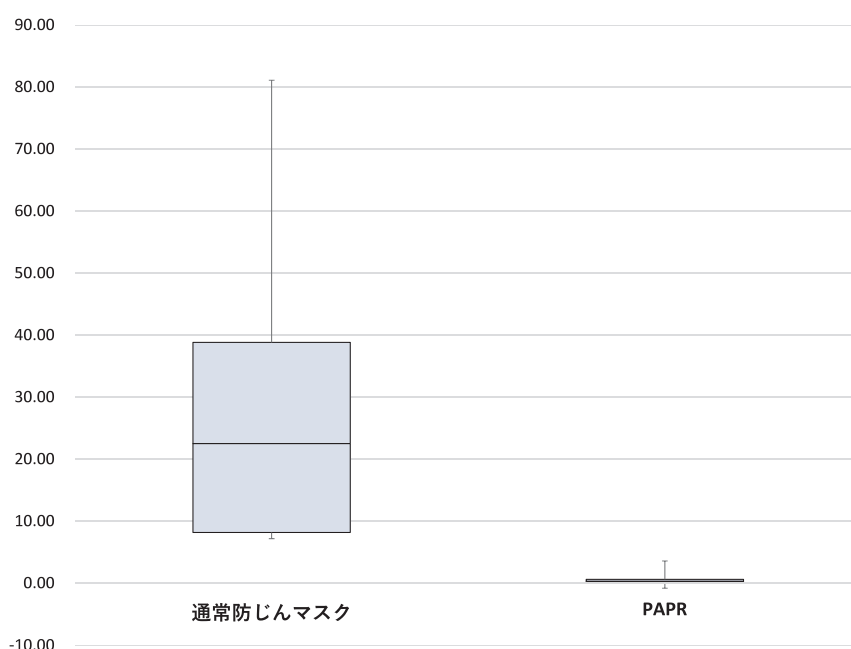


図1 通常防じんマスクとPAPRのもれ率の比較

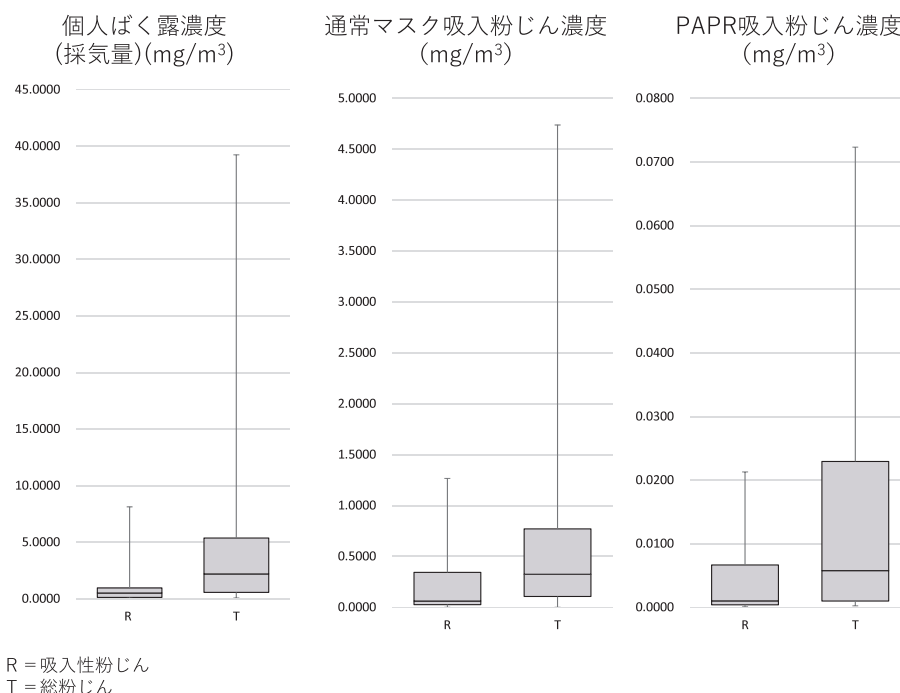


図2 個人ばく露濃度 通常防じんマスクとPAPRの比較

中央値22.53%であり、PAPRでは 0.47 ± 0.46 (0.08~3.59) % 中央値0.35%であり、改善率は 95.30 ± 7.87 (55.60~99.80) % 中央値98.31%であった。

一方、個人ばく露濃度は図2に示すように総粉じんは 4.83 ± 7.71 (0.08~39.25) mg/m³ 中央値2.21mg/m³で、吸入性粉じんは 1.29 ± 1.92 (0.04~8.13) mg/m³ 中央値0.52mg/m³であった。

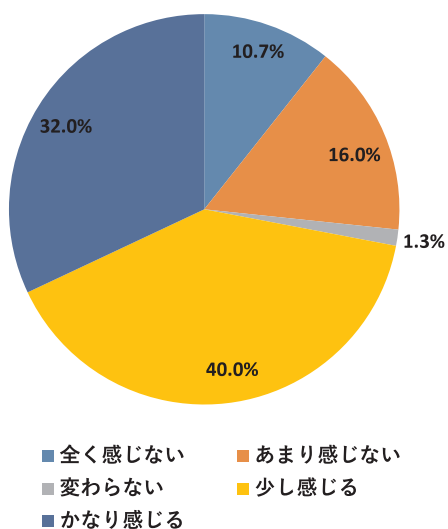
個人ばく露濃度とマスクのもれ率から換算した通常防じんマスク装着者における総粉じん濃度が 0.814 ± 1.224 (0.002~4.739) mg/m³ 中央値0.326mg/m³であり、PAPR装着者では 0.017 ± 0.022 (0.000~0.072) mg/m³ 中央値0.006mg/m³であった。

通常防じんマスク装着者の吸入性粉じん濃度が 0.221 ± 0.308 (0.002~1.267) mg/m³ 中央値0.063mg/m³であり、PAPRでは 0.004 ± 0.005 (0.000~0.021) mg/m³ 中央値0.001mg/m³であった。

アンケート結果は図3~7に示す。PAPRは大きさが大きく、電池が組み込まれているため重い、重さ、大きさを少し以上感じる人が各72%、73.8%あった(図3)。また、動きや視界に変化を感じるかどうかの問いに対しては少し以上感じる人が各41.3%、61.3%と約半数以上であった(図4)。しかし、ファンの音に対しては全く気にならない人が60.5%と過半数以上で、通常防じんマスクに比較して呼吸が楽であると回答した人が85.6%と大半を占めた(図5)。

これに反して通常防じんマスクでは機能低下を感じる人は34.5%あり、その中にはもれを感じる、紐あるいは排気弁の劣化を感じたり、圧着がきついため苦しいあるいは呼吸がしにくいと回答した人もいた(図6)。以上の感想をまとめて、今後PAPRを使用したいと希望した人は59.7%(図7)と過半数以上であり、PAPRの装着感は概してよかったと判断した。

マスクの重さは感じるか



マスクの大きさは気になるか

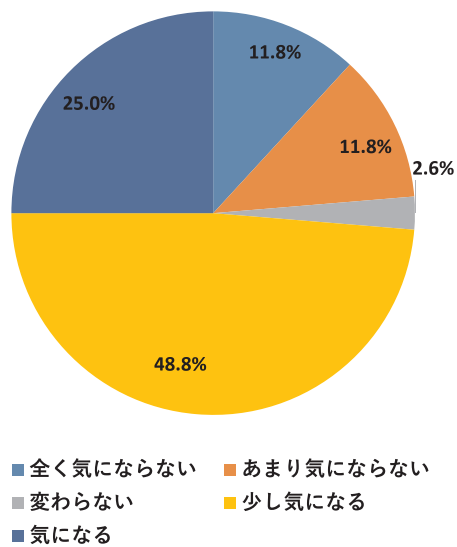
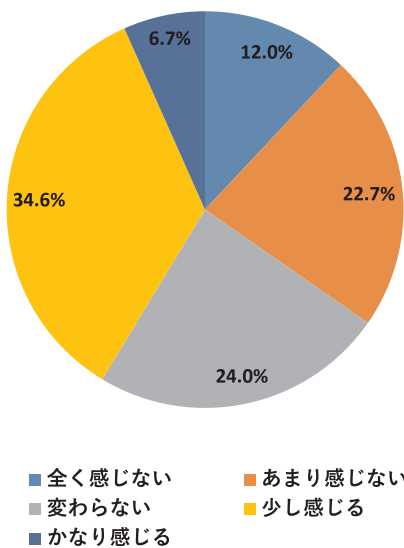


図3 マスクの重さと大きさの比較

動きにくさを感じるか



視界に変化を感じるか

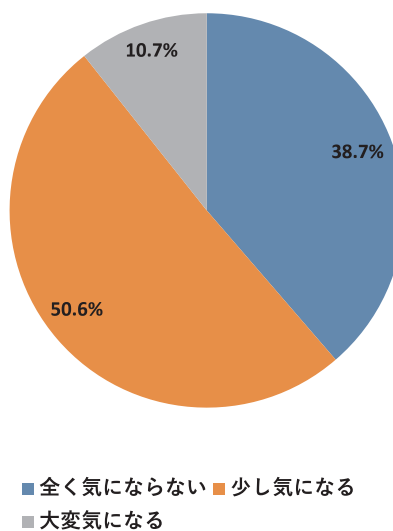


図4 動きにくさと視界の変化の比較

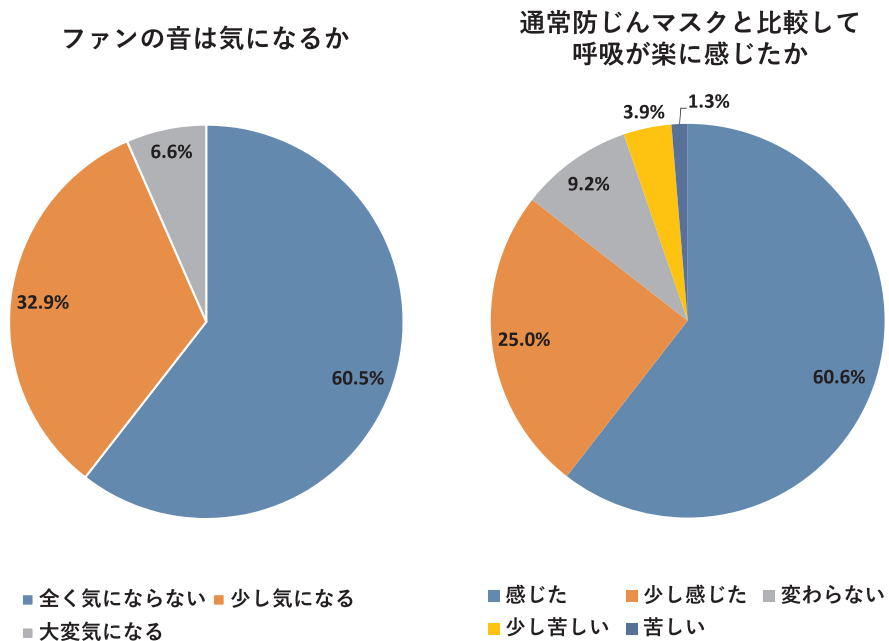


図5 ファンの音と通常防じんマスクと比較して呼吸が楽に感じたかの比較

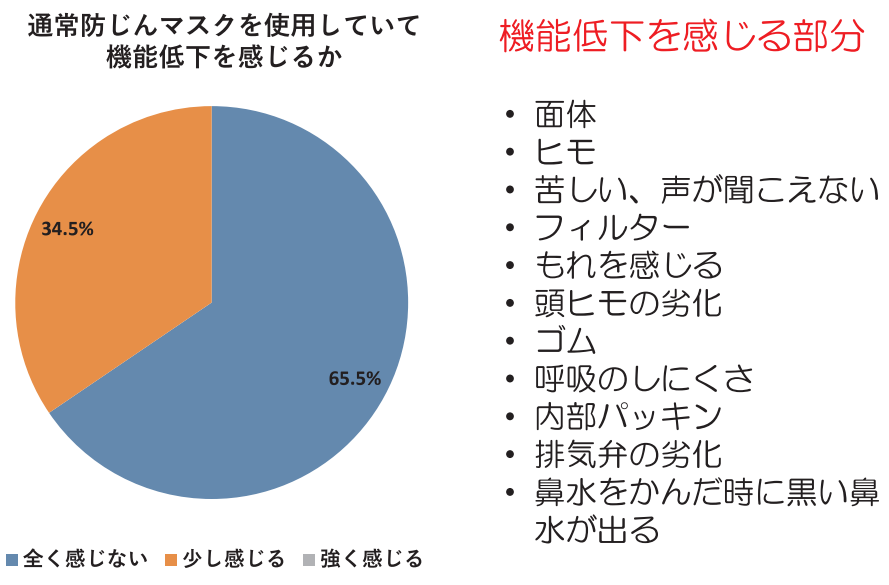
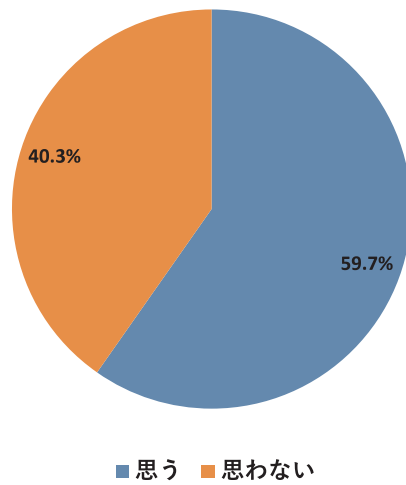


図6 通常防じんマスクを使用していて機能低下を感じるか

今後PAPRを使用したいか



今後PAPRを使用したい

- 呼吸が楽
- 作業がしやすい
- 夏場に付けやすい
- 粉じんを体内に入れないから
- 会社の指示だから
- もれ率が低いから
- 口、鼻まわりに湿気がこもらないのが助かる
- 汗などをぬぐうためマスクを外す手間が省ける
- 熱が籠らないため、空気が涼しく感じられた

今後PAPRを使用したくない

- 楽だが大きさが気になる
- かなり重い、重たく感じる
- 従来のマスクに慣れているため
- 軽さとして防じんマスクがよい
- 音がうるさい
- 重いし呼吸しにくい

図7 今後PAPRを使用したいか

D. 考察

我々は平成12年度の岡山産業保健推進センター調査研究において、胸部レントゲン上、じん肺予備軍と言われるPR0/1所見を含む有所見者が1,006例中174例（17.3%）いることに注目し、粉じん作業員174例に防じんマスクの着用の有無について聴取したところ、その95%は防じんマスクの着用を行っていることを報告した。そのため、じん肺有所見者が高率に存在する理由として防じんマスクのもれが問題ではないかと考え、平成15年度の岡山産業保健推進センターの調査研究において、粉じん作業員が着用している防じんマスクの平均もれ率を測定した。その結果、もれ率の平均が24.3%あり、その原因が紐の締め具合が緩いあるいはメリヤス付きのマスクであることが原因ではないかということ報告した。そのため、耐火物粉碎作業員14例にマスクの適正な装着方法を指導したところ、指導前の平均もれ率は20.6%であったが、指導

後には5.8%に減少しており、直後の指導効果を確認出来た。

また、平成18年度の石綿飛散が想定される石綿除去作業場での調査では、原因として、髪の毛やメガネの弦ももれの原因となったことを指摘し、適正な装着指導を行ったところ、もれ率は19.4%から2.5%に低下することを報告した。

そのため、粉じん作業場に定期的に出向いて防じんマスクの適切な使用方法について5年間指導を行った。その結果、短期的なもれ率は有意に改善されたが、長期的な改善が認められた事業場は指導した7事業場のうち2事業場のみであった。すなわち、防じんマスクを有効に長期的に使用するように指導することの難しさを感じた。

そこで、通常防じんマスクに替えて、フィットテストが厳しくなくても粉じん吸入量を減少させることが想定されるPAPRを選択し、通常防じんマスクとの比較試験を施行した。

表1 電動ファン付き呼吸用保護具の調査アンケート票

電動ファン付き呼吸用保護具の調査アンケート票

整理番号()

氏名		年齢	
----	--	----	--

①初めにお聞きます。

1 性別	1 男	2 女
2 粉じん作集の経験	年 ヶ月	
3 普段使用されているマスクはどんなマスクですか？	マスクの種類やメーカーなど分かる範囲でお書きください	
4 呼吸器疾患はありますか？	1 ない	2 ある
		差し支えなければ、疾患名をお書きください

②防じんマスクと比較して電動ファン付き呼吸用保護具におけるアンケートをお願いいたします。

設 問	回 答 該当するものに○を付けてください				
1 この度装着された電動ファン付き呼吸用保護具を教えてください。	1 面体形		2 ルーズフィット形		
	製品名:		製品名:		
2 防じんマスクと比較して電動ファン付きは呼吸が楽に感じましたか？	1 感じた	2 少し感じた	3 変わらない	4 少し苦しい	5 苦しい
3 マスクの大きさは気になりますか？	1 まったく気にならない	2 あまり気にならない	3 変わらない	4 少し気になる	5 気になる
4 視界に変化を感じませんか？	1 全く気にならない		2 少し気になる		3 大変気になる
5 マスクの重さは感じますか？	1 まったく感じない	2 あまり感じない	3 変わらない	4 少し感じる	5 かなり感じる
6 動きにくさを感じますか？	1 まったく感じない	2 あまり感じない	3 変わらない	4 少し感じる	5 かなり感じる
7 ファンの音は気になりますか？	1 全く気にならない		2 少し気になる		3 大変気になる
8 今後、電動ファン付き呼吸用保護具を使用していきたいと思えますか？	1 思う	2 思わない	その理由等があればお答えください		

今回の研究においての通常防じんマスクの平均もれ率は25.95%と高率であり、防じんマスクの性能が改善された現在でも15年前のデータと比較して防じんマスクのもれはほとんど変わらないことが判明した。一方、PAPRは通常防じんマスクに比較して高額ではあるが、マスクのもれ率は 0.47 ± 0.46 (0.08~3.59) %とその防じん作用は明らかによく、粉じん吸入濃度を有意に軽減していることが実証された。PAPRは電池やファンの使用により、大きさや重さが増したため、装着し作業する上で不利益が想定されたため、アンケート調査によって作業者にその感想を求めたが、意外にその欠点を指摘する率は低く、呼吸が楽で、粉じん吸入量が少ないというメリットを指摘し、59.7%が今後PAPRを使用したいという結果を得た。なお、着用の推進に問題があるとするならば、高額である費用が問題であると思われるため費用対効果についても調査結果を待つ必要がある。

今後の新たなじん肺防止のためPAPRを上手く活用することが必要であると考えられた。

E. 結論

PAPRは通常防じんマスクに比較して有意に粉じん吸入量を減少させる効果があり、着用した作業者も大きさや重さあるいはファンの音にも問題はあったが、呼吸のしやすさ等のメリットが大きいことから着用したいと望む作業者が過半数を占めることから、今後の新たなじん肺防止のため活用して行く必要があると思われた。

F. 参考文献

1. 粉じん作業場におけるじん肺患者発生状況に関する研究 岡山産業保健推進セン

ター調査研究報告書 2001年3月

2. 香川県の粉じん作業場におけるじん肺発生状況に関する研究 香川産業保健推進センター調査研究報告書 2001年3月
3. 粉じん作業場におけるマスク効率と呼吸機能に関する研究 岡山産業保健推進センター調査研究報告書 2004年3月
4. 石綿飛散が想定される作業現場における石綿作業環境測定とマスク効率に関する調査 岡山産業保健推進センター調査研究報告書 2007年3月
5. 防じんマスク適正使用の教育指導の効果に関する検討 岡山産業保健推進センター調査研究報告書 2009年3月

G. 研究発表

1. 論文発表
該当なし
2. 学会発表
該当なし

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得
該当なし
2. 実用新案登録
該当なし
3. その他
該当なし