

電動ファン付呼吸用保護具着用による負荷の軽減の調査研究

主任研究者 岡山産業保健総合支援センター所長

石川 紘

共同研究者 岡山産業保健総合支援センター産業保健相談員

西出 忠司

岡山産業保健総合支援センター産業保健相談員

横溝 浩

岡山理科大学工学部生命医療工学科教授

内貴 猛

1 はじめに

電動ファン付き呼吸用保護具が、労働安全衛生法の改正により平成26年6月1日から型式検定の対象となり、その使用の効果が期待されているが、価格等の要素もあり、作業現場での使用は極めて限定的となっている。

今回の調査研究は、電動ファン付き呼吸用保護具と従来の防じんマスクとの着用時における労働者への肉体的負荷を測定し比較することで、電動ファン付き呼吸用保護具の着用時の負荷の軽減を客観的に評価するものである。同時に被験者等への着用アンケート調査を実施し、電動ファン付き呼吸用保護具と従来の防じんマスクとの使用上の長所・短所を把握し、電動ファン付き呼吸用保護具の有効性について検討するものである。

2 調査対象と方法

(1) 調査方法等

調査対象は、岡山県における粉じん作業の代表的な業種である耐火物製造業と造船業の4事業場とし、そこで粉じん作業を行う作業員各4名計16名についてそれぞれ負荷測定及びアンケート調査を行った。

また、作業員の防じんマスクを着用しない無負荷の状態における測定項目を補完するため、大学の研究室において学生等を比較被験者として負荷測定も併せて行った。

さらに、負荷測定を行った4事業場の他、粉じん作業で行う事業場4社において計80名の作業員についてもアンケート調査を行った。

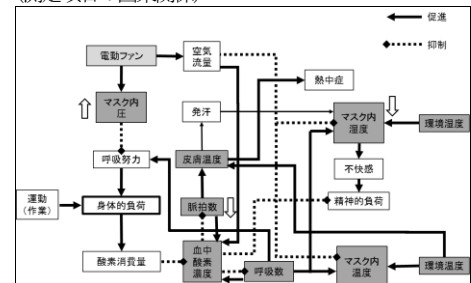
身体的負荷の量は被験者の呼気中の酸素濃度を測定して酸素消費量を求めることにより推定するのが一般的であるが、呼吸を回収するチューブをマスクに取り付けてしまうと息を吐くのに力が必要になり、電動ファンの効果を正しく求めることができない。そこで、「測定項目の因果関係」に示す通り、作業によって身体的負荷が高まると酸素消費量が増大するが、電動ファン付き呼吸用保護具の着用により呼吸努力が軽減されることで身体的負荷つまり酸素消費量が減少することになるから、酸素消費量の変化のもととなる「血中酸素濃度」、「脈拍数」及び「呼吸数」を、またそれらが影響する「皮膚温度」、「マスク内温度」及び「マスク内湿度」を測定し、電動ファン

が身体的負荷におよぼす影響を検討することとした。

加えて、呼吸努力を数値で見るために「マスク内圧」も測定項目とした。

また、大学の研究室において学生等を比較被験者として①電動ファン付き呼吸用保護具着用時、②従来の防じんマスク着用時、③不着用時においてそれぞれ測定を行った。

(測定項目の因果関係)



(2) 使用した電動ファン付き呼吸用保護具と防じんマスク

①電動ファン付き呼吸用保護具

A社 直結式 半面形

電動ファンの性能 大風量形

B社 直結式 半面形

電動ファンの性能 大風量形

②防じんマスク

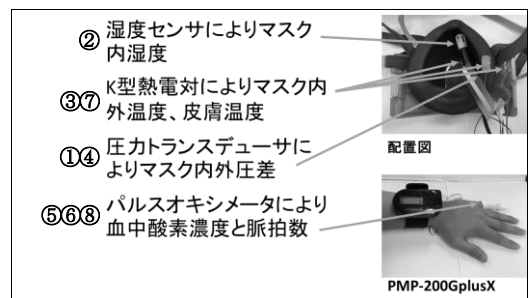
A社 取替え式防じんマスク

B社 取替え式防じんマスク

(3) 測定項目等

- ①マスク内外差圧②マスク内外湿度③マスク内外温度④呼吸数⑤脈拍数⑥心拍変動 (LF/HF) ⑦体温 (皮膚温度) ⑧血中酸素濃度

(4) 測定方法



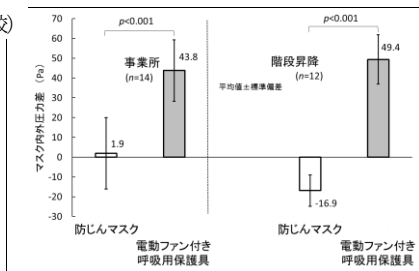
マスクにセンサーを取り付け、ウエストバッグのハン

ディータロガーにデータを集積し、測定データからエラーを取り除いた処理済みデータをもとに、最大値、最小値、平均値、標準偏差を求め、それ他の数値の比較検討を行った。

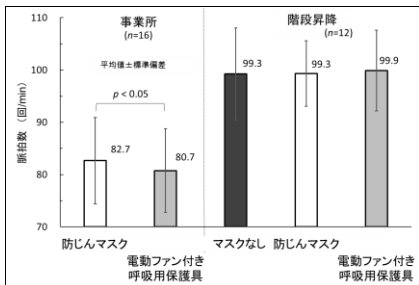
3 結果と考察

電動ファン付き呼吸用保護具で従来の防じんマスクとの優位性が認められた測定項目は、①マスク内圧の増加②脈拍数の減少③マスク内湿度の減少であり、優位性が認められなかった測定項目は、①血中酸素濃度②皮膚温度(体温)③マスク内温度であった。

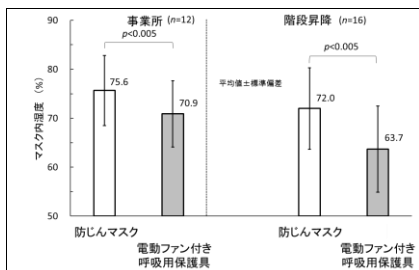
(マスク内外圧差の比較)



(脈拍数の比較)



(マスク内湿度の比較)



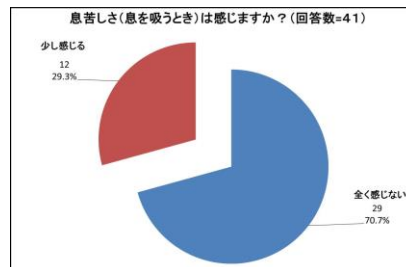
これらのことから、電動ファン付き呼吸用保護具においては、その電動ファンによる呼吸努力の軽減により、身体の負荷が低下することが認められた。

しかしながら、高負荷の作業を行うと上記の効果が表れないことも明らかになった。これは、電動ファン付き呼吸用保護具の効果が高負荷の作業による脈拍数の増加に埋もれてしまった結果であると考えられる。

今後、脈拍数(心拍)の変動を周波数解析し、電動ファンが自律神経(交感神経と副交感神経)の活動におよぼす効果を検討してみたい。

また、アンケート結果においても、全体のアンケートでは、「息苦しさ(息を吸うとき)を全く感じない」との回答が29人(70.7%)であった。

「少し感じる」との意見が12人(29.3%)であるが、そのうち従来の防じんマスクと比較すると、「少ない」5人、「同じ」2人、「多い」2人であり、電動ファン付き呼吸用保護具が、従来の防じんマスクより息苦しさを感じないことを示している。



さらに、アンケート項目の多くで、従来の防じんマスクに比べ電動ファン付き呼吸用保護具の優位性を示している。

従来の防じんマスクでは、その装着状況によって漏れ率の高いことが、岡山産業保健推進センターの平成15年度調査研究「粉塵作業場におけるマスク効率と呼吸機能に関する研究」においても、明らかになっているが、電動ファン付き呼吸用保護具では、その構造上マスクの内圧が陽圧となることから、装着方法に係らず漏れ率が極めて低く、その点での優位性も極めて高く、そのことは今回の調査研究結果においても明らかになっている。

以上のとおり、電動ファン付き呼吸用保護具は従来の防じんマスクに比べ負荷の低減に対する優位性が認められ、さらに漏れ率の少ない装着方法を徹底することが作業現場や労働者によっては極めて難しい現状に対し、ルーズに装着しても漏れ率が少ない利点を生かすことで、従来の防じんマスクより遥かに労働者が粉じんを吸引することを防止できるものと判断できる。電動ファン付き呼吸用保護具の価格や重量等の問題点は、着用の効果に比べ小さいものと判断でき、今後メーカーの努力やその普及により改善が進むものと考えられる。

岡山産業保健総合支援センターにおいても、本件調査研究の結果をもとに、電動ファン付き呼吸用保護具の普及に努めていきたい。

4 倫理的配慮および利益相反

事業場及び労働者本人に対し、調査内容を明らかにし、事業場や個人が特定されないように匿名で行い、得られたデータは統計的処理のみに使用するとした。

調査研究に使用する電動ファン付き呼吸用保護具並びに防じんマスクについては、利益相反が起きないように代表的メーカー2社のものを使用し、それぞれA社、B社として標記し、区別しないこととした。