

事例(Case Report)

呼吸用保護具フィットテストの包括的展開

中原浩彦, 後藤敏明, 新井幹郎, 泉井誠一, 橋本晴男

エクソンモービル有限会社 医務産業衛生部

Implementation of a Quantitative Respirator Fit Testing program

Hirohiko Nakahara, Toshiaki Goto, Mikiro Arai, Seiichi Izui, Haruo Hashimoto

Medicine & Occupational Health, ExxonMobil Yugen Kaisha

背 景

呼吸用保護具を用いたばく露防止には、適切な能力を持つマスクの選択に加えて、マスク面体のフィット性が良好であることが重要である。フィットテストはマスクのフィット性を確認するための方法であり、E社ではマスクを必要とする従業員、協力会社員に対して、最低2年に一度はフィットテストを行うルールを定めて運用を開始した。E社で導入したフィットテストプログラムの概要、実施した結果等について事例紹介する。

プログラムの概要

測定対象者はマスクを必要とする作業を行う（あるいは可能性のある）従業員、常駐協力会社員全員だけでなく、作業のために来場するスポット協力会社員も対象とした。ただし、マスク作業を行うのは適切ではないと医学的に判断された方は、マスク作業を行えないために対象外としている。

実施対象マスクは全面型、半面型、使い捨て型など形式を問わず、各作業者が、現在使用している（あるいは使用を予定している）マスク全てとした。評価は、労研式マスクフィッティングテスター（柴田科学製 MT-3）を用い、静止状態かつ通常呼吸状態での漏れ率を測定した。合格基準は、OSHA 指定防護係数(APF) に安全率2を乗じ、全面型 1%、半面型 5%、使い捨て型 5%とし、不合格の場合、マスクの着用方法を再点検・指導し、再度測定実施した。繰り返し「4回」不合格の場合は、そのマスクは不適合として、別のマスクを用いてテストを実施した。

結果と考察

＜フィットテストプログラム実施結果の概要＞

テスト実施者総数は、従業員が約 1,300 名、常駐協力会社員が 1,200 名、定期修理のための臨時協力会社員が 1,100 名の、合計約 3,600 名であった。一名が複数のマスクを着用することもあるため、テスト数はのべ 5,500 回を超えた。測定マスクは、20 回以上測定実績のあったマスクとして、全面型 2 種、半面型 11 種、使い捨てマスク 3 種となった。

＜各種マスクのフィット性結果＞

今回のフィットテストプログラムでは、漏れ率が数字で出てくことと、テスト実施総数が多いために、マスクの特徴が数字で比較確認できるようになった。今回 100 回以上テストを実施した 5 種類の半面型マスクは、テスト最終回での平均漏れ率が約 2%程度であり、E 社合格基準 5%を上回った。漏れ率の分布は、マスクにより差異があり、着用者の半数が 0.5%以下という優れたフィット性のあるマスクも存在した。最終不合格者の割合は約 3%であったが、マスクの種類が多いため、3%の不合格者全員に対してフィットするマスクを選定することが可能であった。

次に、今回テストした 2 種類の全面型マスクのテスト最終回での平均漏れ率は約 0.3%であり、E 社合格基準 1%を上回り、非常に優れた性能を示した。最終不合格者の割合は約 5%であり、一定の割合でマスクがフィットしない作業者が存在した。2 種類のマスク共にフィットしない人は、確率的に 0.2%程度存在すると考えられ、マスク種類の少ない全面型マスクの今後の課題と考えられる。

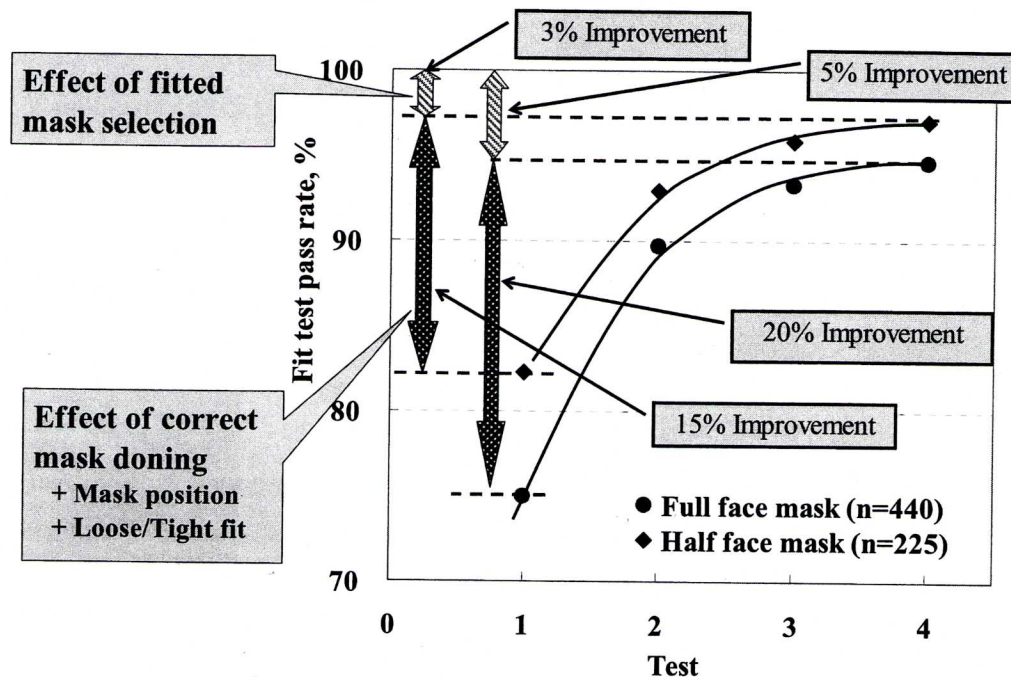
使い捨てマスクは、マスクにより性能が大きく異なり、極端に性能が悪いものもあった。また、漏れ率の分布が半面型マスクに比べて幅広い結果が得られた。作業者の多様な顔の形態にフィットしにくいマスク形状と、鼻固定クリップのような不確定要素が原因と考えられる。

＜マスク着用の実態と、正しいマスク装着法教育ツールとしてのフィットテスト＞

実際の作業では、マスクを装着してそのまま作業を開始することから、1 回目の測定結果が、マスク着用時の漏れ率の実態を反映していると考えられる。そこで、第 1 回目のテストでは、各作業者が通常行っている装着方法でテストを行い、不合格の場合、正しい装着法の指導を実施し、合格率の変化を調べた。

ある半面型マスクを用いた第一回目テストの合格率(5%以下)は約 82%であった。すなわち、22%近くの作業者はマスクのフィット性が悪いまま作業を行う恐れがあったことになる。マスクに応じた正しい装着方法の指導、フィットチェックによる装着確認の徹底により、2~4 回目のテストでは合格率が劇的に改善し、最終的な合格率は 97%となった。1 回目の漏れ率が低かったのは誤ったマスク着用法によることが明確となった。

同様に、ある全面型マスクについてもテスト回数と合格率の変化を調べると、1 回目テストの合格率(1%以下)は約 75%であった。1 回目不合格者に対する正しいマスク着用法の指導により、2 回目以降で合格率が飛躍的に高まり、最終的に 95%まで改善した。(Figure)



以上の結果をまとめると、呼吸用保護具による曝露防止を徹底するためには、顔面にフィットしたマスクを選定することも重要であるが、それ以上に、正しいマスク着用法の教育を徹底することが重要であることが明らかとなった。

フィッティングテスターを用いてフィットテストを実施すると、マスクの漏れ率が数字として表示されるために、作業者は正しい着用法を数字と連動してマスターすることが可能である。加えて、その漏れ率の大きさをすることで、不適切なマスク着用により、有害物質を吸入してしまうリスクが実感され、マスク着用の重要性の理解が深まった。その意味で、定量法フィットテストでは、作業者にフィットしたマスクを選定する方法としても優れているが、加えて、教育ツールとしても非常に優れており、呼吸法保護具による曝露防止効果を高めるのに非常に有効であることが確認できた。

今後の課題

今回実施したフィットテストは、静止状態での漏れ率測定の結果を用いているが、実際の作業では、様々な作業姿勢や会話による顔の変形により、静止状態での測定値よりも、漏れ率は大きいと予想される。OSHA が設定したフィットテストプロトコル¹⁾²⁾では、8つの動きにおける漏れ率を測定して平均的な漏れ率を算出することを規定している。しかし、OSHA プロトコルは時間を要するために、実際に事業所規模で多くの作業者を対称に実施することは現実的には難しく、短時間で実作業をシミュレートしたフィットテストプロトコルの開発が望まれ、今後の課題である。

1)OSHA regulation 1910.134 App.A, "Fit Testing Procedures (Mandatory)

2)OSHA Federal Register#: 74:3526-3534, "Additional Quantitative Fit-Testing Protocols for the Respiratory Protection Standard