

作業時のばく露濃度と指定防護係数とに基づく適切な呼吸用保護具の選定			
ガイドラインステップ	キーワード (6つ以内)	・化学物質 ・作業管理 ・保護具	・防護係数 ・ばく露
5.7.8			
改善・取組 みの背景と 課題	<ul style="list-style-type: none"> 有害物質のばく露の恐れのある作業場では、労働衛生管理の観点からは、有害物の密閉化等による作業環境自体の改善を進めることが望ましいが、実際の作業現場においては、呼吸用保護具に頼らざるを得ない状況があり得る。 呼吸用保護具を用いて労働者を適切に保護する(ばく露防止)ためには、 <ol style="list-style-type: none"> 作業中の環境濃度(呼吸域)に応じた適切なマスクを選択すること マスクと顔面とのフィット性が良いことが重要である。 2)については、2011年、2012年GPSにおいて、フィットテストプログラムの重要性および事業所への展開について紹介した。 1)については、現実には、呼吸用保護具は、どういうタイプであっても、着用すれば十分であるとする作業者が多い。特に、半面型防毒マスクについては、ばく露限界値が非常に低い有害物質に対しても、0.1%の濃度まで使用できると誤解している作業者は多い。作業中の環境濃度に応じてマスクを選択する考えは徹底されているとは言えないと思われる。 		
改善・取組 みの着眼点	<ul style="list-style-type: none"> 作業中の有害物質濃度に応じて、ばく露防止に十分な能力を持つマスク選択をする方法を全社的に導入した。 基本的な考え方は、マスク面体内の有害物質濃度がばく露限界値以下になるように、マスクの指定防護係数(APF)を選択することである。APFは、$APF = 100 / (L_a + L_b)$ L_a:面体漏れ率(%) L_b:フィルタ透過率(%) …(式1)で表わされ、マスク面体内外の有害物質の濃度比率に対応し、いわばマスクの性能を示す指標である。表に、NIOSH および JIS が定める APF を示す。 		
改善・取組 みの概要	<ul style="list-style-type: none"> 呼吸用保護具選定の具体的方法は以下のとおりである。 <ol style="list-style-type: none"> 作業中の呼吸域の有害物濃度を X とする。 マスクの種類を選択の議論をしているので、有害物のフィルタ透過率を 0% とする。式1に $L_b = 0$ を代入し、逆数にすると、$(1/APF)$ が面体漏れ率になる。従って、マスクを着用した場合に、実際に作業者がマスクを通じて吸い込む有害物質濃度は、X/APF になる。有害物質のばく露限界値を X_0 とすると、過剰ばく露を防ぐためには、$(X/APF) < X_0$ …(式2) である必要がある。 式2を変形すると、$APF > (X/X_0)$ …(式3) となる。これは、過剰ばく露を防ぐには、式3を満たす APF を持つマスクを選択する必要があることを意味する。 ベンゼン(ばく露限界値 0.5ppm)を用いた具体的なマスク選択スキーム例を、図1に示す。NIOSH APF では、半面型マスクは、APF が 10 であるため、$X/X_0 = 10$ となる 5ppm までの濃度環境まで使用可となる。それ以上の濃度では、全面型マスク以上の着用が必要となる。 同様に APF が 50 である全面型マスクでは、$X/X_0 = 50$ となる 25ppm までが使用可であり、それ以上の濃度ではエアラインマスク以上が必要となる。 実際の作業中の呼吸域の有害物質濃度 X は、個人サンプラーを用いた個人ばく露測定か、ガス検知器などで測定する。(図2) 		

表 指定防護係数(APF)

	APF	漏れ率
+ JIS T8150 付表2より抜粋		
半面型ろ過式マスク (動力なし)	3~10	10~33%
全面型ろ過式マスク (動力なし)	4~50	2~25%
全面形エアラインマスク (プレッシャデマント)	1,000	0.1%
全面形空気呼吸器 (プレッシャデマント)	5,000	0.02%
+ NIOSH Respirator Selection Logicより抜粋		
使い捨て式マスク	10	10%
半面型ろ過式マスク	10	10%
全面型ろ過式マスク	50	2%
全面形エアラインマスク (プレッシャデマント)	2,000	0.05%
全面形空気呼吸器 (プレッシャデマント)	10,000	0.01%

図 2 測定のためのサンプラー、測定器例



パンプサンプラー アクティブサンプラー 直読機器

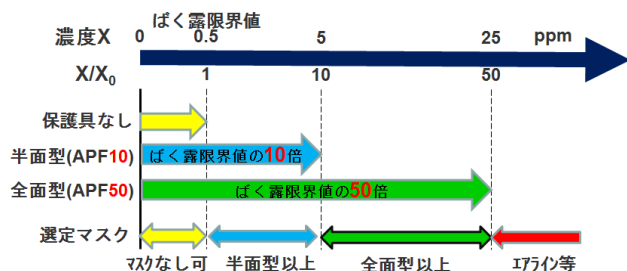
写真・図表・イラスト

図 3 ETBE 初受入時サンプリング作業



X: 測定結果: 105 ppm (n=4 平均値)
X₀: ばく露限界値: 5ppm (ACGIH TLV)

図 1 マスク選択概念図 (例:ベンゼン)



効果

- 作業中の有害物質濃度とマスクのAPFとを考慮したマスク選択方法により、確実なばく露防止が可能となった。

実際の評価例として、ガソリンに添加されるエチル-*t*-ブチルエーテル(ETBE)の初受け入れ時における船ハッチサンプリング作業におけるマスク選定を紹介する(図3)。個人ばく露測定の結果、作業環境 ETBE 濃度 X は 105ppm であった。ETBE のばく露限界値 X₀ は 5ppm であるため、(X/X₀)=21 となった。従って、APF が 10 である半面型防毒マスクは、ばく露防止には十分ではなく、今後の作業では、APF が 50 である全面型マスクを着用する作業手順とした。

この GPS の経験から学ぶことができるポイント

- 正しい呼吸用保護具の選択のためには、当該作業での有害物へのばく露を評価(測定等)する必要がある。その結果と防護係数とを合わせて保護具を選ばないと、呼吸用保護具を着用しながら過剰なばく露を受けるケースが生じる。
- マスク種類により、漏れ率性能に差異があり、ろ過式マスクには形式ごとに能力の限界があること(マスクは着用すれば良い訳ではないこと)と、作業環境中の有害物質濃度に応じたマスク種類の正しい選択を行う重要性の周知徹底を図ることができる。
- 事業場で、呼吸用保護具を用いたばく露防止対策を採用する場合、より対策を強固なものとするために、フィットテストプログラムとセットで導入することを強く推奨したい。

参考資料

中原浩彦, 橋本晴男 他「指定防護係数を考慮した呼吸用保護具選定による作業者のばく露防止」産衛誌 2012; 54 臨時増刊号: 532

投稿者

中原浩彦 e-mail

2013年1月11日