

解説

《JIS 規格改正のご案内》

JIS T 8157⁻²⁰⁰⁹ 電動ファン付き呼吸用保護具 主要な項目と改正の目的について

ろ過式呼吸用保護具のうち、粉じん環境で使用するマスクとして最も防護性が高く位置づけられている呼吸用保護具が「電動ファン付き呼吸用保護具（PAPR*以下同じ）」です。

その性能を規定しているJIS規格が、海外規格の内容との対比や国内における使用実態等に合わせる内容で改正されましたので、ご紹介いたします。

※PAPR: (Powered air purifying respirator)

表1 JIS T 8157 種類の改正

旧 JIS (T 8157-1991)	改正 JIS (T 8157-2009)																																																					
3 種類 <table border="1"><tr><td colspan="4">用途及び面体等の形式による種類</td></tr><tr><td colspan="4">面体形 フェイスシールド形 フード形</td></tr><tr><td colspan="4">性能による種類</td></tr><tr><td colspan="4">粉じんなど専用 PAPR の性能による種類及びその記号</td></tr><tr><td>防護率による等級</td><td colspan="3">フィルタの捕集効率による等級</td></tr><tr><td></td><td>A 級</td><td>B 級</td><td>C 級</td></tr><tr><td>S 級</td><td>SA</td><td>SB</td><td>SC</td></tr><tr><td>1 級</td><td colspan="2">1B</td><td>1C</td></tr><tr><td>2 級</td><td colspan="3">2C</td></tr></table>	用途及び面体等の形式による種類				面体形 フェイスシールド形 フード形				性能による種類				粉じんなど専用 PAPR の性能による種類及びその記号				防護率による等級	フィルタの捕集効率による等級				A 級	B 級	C 級	S 級	SA	SB	SC	1 級	1B		1C	2 級	2C			4 種類 <table border="1"><thead><tr><th>PAPR の種類</th><th>面体等の種類</th><th>作業強度による区分 (面体内圧及び最低必要風量の試験条件)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="4">標準形</td><td>全面形面体</td><td>重作業用 1.6 L × 25回/min(脈動流)</td></tr><tr><td>半面形面体</td><td>通常作業用 1.5 L × 20回/min(脈動流)</td></tr><tr><td>フード</td><td>重作業用 138 L(定常流)</td></tr><tr><td>フェイスシールド</td><td>通常作業用 104 L(定常流)</td></tr><tr><td rowspan="2">呼吸補助形</td><td>全面形面体</td><td>重作業用 40 L(定常流)</td></tr><tr><td>半面形面体</td><td>通常作業用 30 L(定常流)</td></tr></tbody></table>	PAPR の種類	面体等の種類	作業強度による区分 (面体内圧及び最低必要風量の試験条件)	標準形	全面形面体	重作業用 1.6 L × 25回/min(脈動流)	半面形面体	通常作業用 1.5 L × 20回/min(脈動流)	フード	重作業用 138 L(定常流)	フェイスシールド	通常作業用 104 L(定常流)	呼吸補助形	全面形面体	重作業用 40 L(定常流)	半面形面体	通常作業用 30 L(定常流)
用途及び面体等の形式による種類																																																						
面体形 フェイスシールド形 フード形																																																						
性能による種類																																																						
粉じんなど専用 PAPR の性能による種類及びその記号																																																						
防護率による等級	フィルタの捕集効率による等級																																																					
	A 級	B 級	C 級																																																			
S 級	SA	SB	SC																																																			
1 級	1B		1C																																																			
2 級	2C																																																					
PAPR の種類	面体等の種類	作業強度による区分 (面体内圧及び最低必要風量の試験条件)																																																				
標準形	全面形面体	重作業用 1.6 L × 25回/min(脈動流)																																																				
	半面形面体	通常作業用 1.5 L × 20回/min(脈動流)																																																				
	フード	重作業用 138 L(定常流)																																																				
	フェイスシールド	通常作業用 104 L(定常流)																																																				
呼吸補助形	全面形面体	重作業用 40 L(定常流)																																																				
	半面形面体	通常作業用 30 L(定常流)																																																				

■種類

改正前は、対象となる有害物質の種類(粉じん、ガス)や面対等の形式、フィルタの捕集効率と防護率による性能等級によって分類されていました。

今回の改正では、現在市場に出荷されている多用な PAPR を基本性能によって分類することを原則としています。面体をもつ PAPR の場合は、一定の呼吸条件において面体内を陽圧に保つことができる性能及び面体内部への外気の漏れ率によって性能を規定することとしています。

標準形※にあつては面体内圧が陽圧になることを要件と

しており、その内圧を測定する呼吸条件は「脈動流(正弦波)」とされています。

呼吸補助形は面体を持つ PAPR のみ規定されていますが、この種類は着用者の吸気の負荷を軽減するために電動ファンによって面体内へ補助的に空気を送る PAPR と規定しています。

※面体を持つ PAPR の場合

内圧を測定する呼吸条件が「脈動流(正弦波)」である標準形に対して試験条件が「定常吸引」である呼吸補助形では、実用時の着用者の吸気ピークが大きくなって試験条件の流量を超える状態、面体内が陰圧となることがあります。そのため呼吸補助形の総合的な有効性は、漏れ率を実測することによる評価が必要としています。

<PAPRの基本性能による分類>

標準形 面体を持つPAPRの場合の規定

面体を持つPAPRにあつては、面体内圧が陽圧になるもの

試験気流は脈動流[※]とし、面体内を常に陽圧を保つ

※呼吸条件は表2を参照

呼吸補助形 面体を持つPAPRのみ規定されている

面体を持つPAPRで、着用者の吸気の負荷を軽減するために電動ファンによって面体内へ補助的に空気を送るもの

定常吸引において面体内が陽圧以上[※]である

※一定の呼吸条件（表2を参照）を超える場合、面体内の陽圧が保たれるとは限らない。

<作業強度による分類>

電動ファンの送風量は

「重作業用」と「通常作業用」に分類

この分類は、現在検討が進んでいる呼吸用保護具の国際規格において「作業強度に応じた呼吸量のレベル」が示されたことを反映したものです。

標準形、呼吸補助形ともに「重作業用」と「通常作業用」に分類され、試験のための呼吸模擬装置の稼働条件およびフィルタの試験条件としての試験流速が異なります。

表2 PAPRの作業強度による分類と試験条件の違い

	重作業用	通常作業用
標準形		
・1回の呼吸における換気量	1.6±(5%) L/回	1.5±(5%) L/回
・毎分の呼吸回数	25±1 回/min	20±1 回/min
呼吸補助形		
・定常吸引流量	40 L/min	30 L/min
フィルタの試験流速	138L/min	104L/min

表3 JIS T 8157 防護率やフィルタの粒子捕集効率などの改正

旧 JIS (T 8157-1991)	改正 JIS (T 8157-2009)																											
<p>4.1 防護率</p> $\text{防護率 PE (\%)} = \frac{\text{吸気口付近空气中 } W_o - \text{空气中濃度 } W_i}{\text{吸気口付近空气中 } W_o} \times 100$ <p>S級 99.9%以上 (石英粉じん) 1級 99%以上 (石英粉じん) 2級 95%以上 (石英粉じん) (有毒ガス用 99.9%以上) ●人体模型 ●流量: 1.6L±5%、25±1回</p>	<p>5.1 漏れ率による区分</p> $\text{漏れ率 } L_{PRD} (\%) = \frac{\text{吸気経路内 } W_i}{\text{チャンバ内空气中 } W_o} \times 100$ <p>S級 0.1%以下 (NaCl) A級 1%以下 (NaCl) B級 5%以下 (NaCl) C級 10%以下 (NaCl) ●面体形: 試験用人頭又は揺動形人体模型 ●フード、フェイスシールド: 揺動形人体模型 ●流量: 1.6±(5%)L/回、25±1回/min(重作業用)</p>																											
<p>4.2 フィルタの捕集効率</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>NaCl</td> <td>ヒューム</td> </tr> <tr> <td>A級</td> <td>99.9%以上</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>B級</td> <td>-</td> <td>99%以上</td> </tr> <tr> <td>C級</td> <td>-</td> <td>95%以上</td> </tr> </table>		NaCl	ヒューム	A級	99.9%以上	-	B級	-	99%以上	C級	-	95%以上	<p>5.2 フィルタの粒子捕集効率による等級記号</p> <table border="1"> <tr> <td>フタル酸ジ옥チル</td> <td>NaCl</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PL100</td> <td>PS100</td> <td>99.97%以上</td> </tr> <tr> <td>PL99</td> <td>PS99</td> <td>99%以上</td> </tr> <tr> <td>PL95</td> <td>PS95</td> <td>95%以上</td> </tr> <tr> <td>PL90</td> <td>PS90</td> <td>90%以上</td> </tr> </table> <p>●流量: 重作業用 138L/min 通常作業用 104L/min(すべての種類共通)</p>	フタル酸ジ옥チル	NaCl		PL100	PS100	99.97%以上	PL99	PS99	99%以上	PL95	PS95	95%以上	PL90	PS90	90%以上
	NaCl	ヒューム																										
A級	99.9%以上	-																										
B級	-	99%以上																										
C級	-	95%以上																										
フタル酸ジ옥チル	NaCl																											
PL100	PS100	99.97%以上																										
PL99	PS99	99%以上																										
PL95	PS95	95%以上																										
PL90	PS90	90%以上																										
<p>4.3 除毒能力 対象ガスごとに6種類に区分され、3つの等級(N級、M級、L級)に分類されていた。</p>	<p>除毒能力(改正により削除) ●ガス用 PAPR は用途が限定されるうに需要が少ない。 ●空気の高湿度などの条件による吸収缶の性能の変動及び大流量の通気に対する吸収缶の破過時間の変動の条件が得られにくい。</p>																											

■漏れ率/フィルタの粒子捕集効率

改正後のPAPRは防じん用のみを規定し、防じんマスクの性能(JIS T 8151)との整合化を図ることで性能を比較しやすい内容に改正されました。(防毒用は対象外)

改正前は石英粉じんに対する防護率としてS級(99.9%以上)、1級(99%以上)、2級(95%以上)と分類していたものを、「塩化ナトリウム(NaCl)」に対する漏れ率に変更し、S級(0.1%以下)、A級(1%以下)、B級(5%以下)、C級(10%以下)の4つの等級に分類しました。

フィルタの粒子捕集効率も同様に、改正前に用いた塩化

ナトリウム(NaCl)及び溶接ヒュームから、防じんマスクと同じ「フタル酸ジ옥チル(DOP)及び塩化ナトリウム(NaCl)」による試験に変更されました。各試験粉じんの最も高い等級は PL 100(99.97%以上)、PS 100(99.97%以上)となり、他に99%以上、95%以上、90%以上の等級に分類されています。

改正によりPAPRは防じんマスクより安全性が高い呼吸用保護具と位置づけられていますが、今回の整合によって防じんマスクの規格と比較して、粒子捕集効率や試験流量が厳しくなりました。

表4 JIS T 8157 面体内圧や公称最低必要風量の改正

旧 JIS (T 8157-1991)	改正 JIS (T 8157-2009)				
<p>4.4 面体の内圧 面体を持つPAPR 0 ~ 400Pa</p>	<p>5.3 面体内圧(面体形) 面体を持つPAPR 0Pa < 面体内圧 < 400 Pa 呼吸補助形PAPR 0Pa ≤ 面体内圧</p>				
<p>公称最低必要風量 所定の性能を発揮するために必要な最低風量。</p>	<p>5.4 フード又はフェイスシールドを持つPAPRの最低必要風量</p> <table border="1"> <tr> <td>・フード</td> <td>重作業用 138L/min 通常作業用 104L/min</td> </tr> <tr> <td>・フェイスシールド</td> <td>重作業用 138L/min 通常作業用 104L/min</td> </tr> </table>	・フード	重作業用 138L/min 通常作業用 104L/min	・フェイスシールド	重作業用 138L/min 通常作業用 104L/min
・フード	重作業用 138L/min 通常作業用 104L/min				
・フェイスシールド	重作業用 138L/min 通常作業用 104L/min				

■面体内圧/最低必要風量

PAPRの高い防護性能を確保するために、呼吸域を覆う面体内の内部気圧が周辺外気よりも陽圧に保つことが重要であるため、面体のPAPRの場合は、その内圧が陽圧であることが基本性能と位置づけられています。

フード又はフェイスシールドの場合は、その陽圧の確認が困難であることから、内圧の規定ではなく電動ファンの供給風量の基準値(最低必要風量)が必要条件とされています。

表5 JIS T 8157 電動ファンの電源が切れた状態における性能の改正

旧 JIS (T 8157-1991)	改正 JIS (T 8157-2009)
—	5.7 面体を持つ PAPR の電動ファンの電源が切れた状態における性能 ●吸気抵抗 160Pa (流量 40L/min) ●吸気中二酸化炭素濃度上昇値 2%以下 (2.0±0.1L/回、15±1回/min、呼気中の二酸化炭素濃度5%とした時)

■電動ファンの電源が切れた状態における性能

面体をもつ PAPR については、電動ファンが稼働しない場合における性能についても規定しています。電池が消耗または切れた状態で使用しなければならなくなった場合や、ずい道等の建設工事の際の雷管取扱作業など

で電源を外して使用することが求められる場合などに必要とされる要件です。

◎フード、フェイスシールド形を使用の場合、電動ファンが停止したり規定値より低い送風量になったりした場合には、PAPR に求める防護性能は失われてしまいますが、面体形の場合は送風が停止した場合に、粉じんの吸入を防ぐ基本性能は維持されます。

JIS T 8157²⁰⁰⁹ が示すブレスレスポンス（呼吸追隨）方式の優位性

今回の改正では、送風方式による PAPR の分類は規定されませんでした。旧規格の範囲を超える新しい構造及び機能をもつ製品の流通や産業現場での使用が増加していると指摘し、その新しい構造（送風方式）の優位性についても言及しています。

定常吸引（一定流量）の PAPR の特長

電動ファンの送風量が、着用者の呼気量より大きく設定されていることにより楽に呼吸ができ、面体内が陽圧に保たれることで面体内への漏れ込みが少なく、防護率の高い呼吸用保護具として位置づけられてきた。

ブレスレスポンス（呼吸追隨）方式の特長

従来の PAPR の特長に加え、以下の特長を有しています

呼吸の脈動に対して、面体内の気圧が低下する呼気時に電動ファンが稼働して送風し、呼気によって面体内圧が上昇する時は電動ファンが停止する機能を持ち、電動ファン稼働について省エネルギーを意識した PAPR である。

ブレスレスポンスとは

呼吸にあわせて送風するシステムをいい、弊社の製品では「呼吸追隨方式」としてすべての電動ファン付き呼吸用保護具に採用しています。

