

試作防火帽付面体の漏れ率試験について

Results of the Airtight Tests for Face Pieces

眞 下 薫 雄*
 笹 子 拓 美**
 鈴 木 幸 之**

概 要

現用の防火帽より深く帽体を被ることができるセミジェット形防火帽及びそれに適応する呼吸器面体(以下「面体」という。)を各3種類試作し、現用の面体も合わせ日本工業規格(以下「JIS」という。)により漏れ率試験を実施した。

その結果は次の通りである。

1. 陽圧形空気呼吸器については全ての面体に漏れは認められなかった。
2. 陰圧形空気呼吸器については通常の試験内容では、試作面体1種類だけ、通常より厳しい試験内容(人為的に面体、防火帽を動かした)では、試作面体1種類及び現用の面体に少量の漏れが認められた。

A breathing apparatus is an indispensable equipment for fire fighting. Fire fighters have an insistent need for a better fitted breathing apparatus.

To meet their need, three types of the face pieces were manufactured as a trial, which were adopted for a new fire helmet with more head covering than one now in use. And airtight tests were applied to the face pieces in accordance with the provisions of the Japanese Industrial Standard.

The findings were as follows.

1. No leakage was found in the face pieces for the positive pressure type.
2. A little leakage was found in a novel face piece for the negative pressure type under the regular test. After stricter tests, a little leakage was also found in both a novel and an existing face piece for the negative pressure type.

1. はじめに

現在、試作防火服及び試作消防靴の採用に向けて様々な試験等を行っているが、これら改良試作防火服の一環として、防火帽、面体についても改良の検討を行った。

安全性の向上並びに面体の着脱の容易性及び迅速性を主眼に改良等を行い、安全性の向上として、現在、災害現場で面体の着脱は、防火帽を脱ぎ、それから面体を装着していたが、常に防火帽を被ったまま面体の着脱が、容易で迅速かつ確実にできるものとして、防火帽は、セミジェット形で面体は基本的に防火帽に直接取付けるものとし、

3種類の面体を試作した。

なお、防火帽及び面体の一体型についても検討を行ったが、火災出場時に必ず防火帽は、安全のため被る必要があるが、防火帽は必要でも面体が必要でない場合も多く労働負荷が多過ぎると思われるため、必要な場所で取り外しができる今回のようなタイプにした。

2. 試 験 1

(1) 試験内容及び時間

ア 漏れ率試験

イ 試験1の内容は、試作した3種類の面体の安全性の一つである漏れ率試験をJIS-T8159の規格の基に、内容を少し付加し、空気呼吸器については、陽圧形及び陰圧形の2種類を使用した。また、安全性を比較するため、現

*防災部防災課 **第一研究室

用の面体と防火帽に取付けるタイプの面体で市販品を合わせて試験した。

(イ) 試験の内容及び時間については、表1による。

(ウ) 試験の回数については、表2による。

イ 着装性等のアンケート調査

漏れ率試験終了後、被験者に着装感、着装性等について資料1のアンケートを実施した。

(2) 試料

試料については、表3に示す。

(3) 被験者

研究員3名(甲、乙、丙)で行った。

(4) 試験装置

漏れ率試験は、NaCl発生器、被験者が試験を行うテストチャンバ、テストチャンバ内及び面体内のNaCl濃度を測定する炎光光度計及びそれらのデータを処理する装置からなる。

なお、系統図を図1に示す。

3. 試験 2

(1) 試験内容、時間及び回数

漏れ率試験の試験内容、時間及び回数については、それぞれ表2及び表4に示すが、消防隊の激しい使用条件を付加し、防火帽及び面体を被験者自身で人為的(強制的)に手で左右、上下に動かして、条件をきつとした。

(2) 試料、被験者及び試験装置

試験1と同様である。

4. 試験 結果

(1) 試験 1

ア 漏れ率試験

(ア) 漏れ率の試験結果は、表5に示す。

(イ) 漏れ率は、2分間測定し、次の式により求めた平均値である。

$$\text{漏れ率(\%)} = \frac{\text{呼吸保護具内のNaCl濃度}}{\text{環境中のNaCl濃度}} \times 100$$

(ウ) 漏れは、B'タイプ(表3参照)に認められたが顕著な差はなく、全体的にも安全性は確認された。

(エ) 陽圧形空気呼吸器の安全性が確認された。

イ 着装性等のアンケート調査

表1 試験の内容及び時間(試験1)

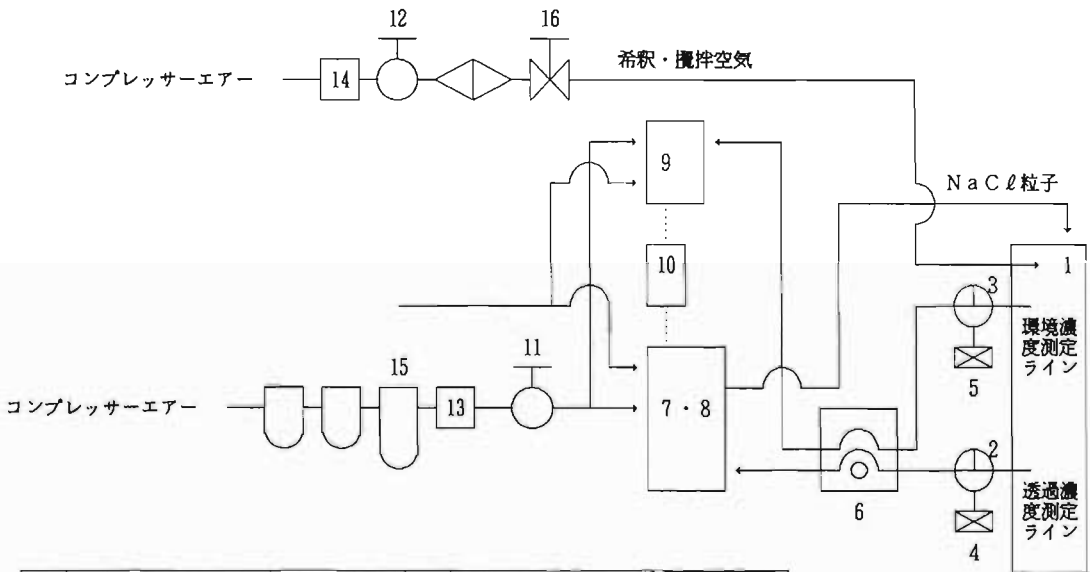
No	動作	所要時間(分)
1	静 止	2
2	深 呼 吸	2
3	左 右 首 振 り	2
4	上 下 首 振 り	2
5	発 声	2
6	前 屈	2
7	屈 伸	2
8	踏 台 昇 降	2
9	静 止	2
	合 計	18

表2 試験の回数

面 体	試 験 回 数	
	試 験 1	試 験 2
A タイプ	1	1
A' タイプ	3	1
B タイプ	1	1
B' タイプ	3	1
C タイプ	1	1
C' タイプ	3	1
D タイプ	3	3
E タイプ	3	

表3 試 料

面 体	形 状 等	防火帽の種類	呼吸器の種類	防火帽に取付可能
Aタイプ	面体の締めひも部分がネット状になっていて、現用の面体より締めひも部分の手で締めつける部分を少なくしている。(写真1～5参照)	セミジェット	陽圧形	×
A'タイプ	〃	〃	陰圧形	×
Bタイプ	防火帽の左右1箇所ずつ及び面体の左右2箇所ずつに左右それぞれにゴムバンドを取付け面体を装着する。(写真6、7参照)	〃	陽圧形	○
B'タイプ	〃	〃	陰圧形	○
Cタイプ	防火帽の左右1箇所ずつ及び面体の左右1箇所ずつに左右それぞれにステンレス製のパッチン錠を取付け面体を装着する。(写真8、9参照)	〃	陽圧形	○
C'タイプ	〃	〃	陰圧形	○
Dタイプ	当庁採用の現用の面体 (写真10、11参照)	現 用	〃	×
Eタイプ	防火帽の左右1箇所ずつ、面体の左右1箇所ずつに左右それぞれにステンレス製アダプターを取付け面体を装着する。(写真12、13参照)	セミジェット	陽圧形	○



No	表 示・名 称	設 定 値	No	表 示・名 称	設 定 値
1	テストチャンバ		11	圧力調整器 1	4.0kgf/m ²
2	三方コック 1		12	圧力調整器 2	2.0kgf/m ²
3	三方コック 2		13	定置式ろ過筒 1	
4	HEPA		14	定置式ろ過筒 2	
5	HEPA		15	シリカゲル筒	
6	ローラポンプ		16	バルブ	
7	NaCl 発生器		17	フィルタ	
8	炎光光度計 1			(GB-100R)	
9	炎光光度計 2				
10	データ処理装置				

図1 試験装置系統図

(ア) アンケート調査結果は、表6及び表7に示す。

(イ) 密着性は、すべて良かった。

(2) 試験2

漏れ率試験

ア 漏れ率の試験結果は、表8に示す。

イ 漏れは、B'タイプ及びD'タイプで認められた。

また、試験1で漏れの認められなかったタイプについても、面体の安定性に差が認められた。

表4 試験の内容及び時間(試験2)

No.	動作	所要時間(分)
1	静 止	2
2	防 火 帽 左 右	2
3	防 火 帽 上 下	2
4	面 体 左 右	2
5	面 体 上 下	2
6	静 止	2
	合 計	12

表5 試験結果(試験1)

試 料	A タイプ	A'		B タイプ	B'			C タイプ	C'			D タイプ			E タイプ		
		乙	丙		甲	乙	丙		甲	乙	丙	甲	乙	丙			
全 漏 れ 率 (%) 作	静 止	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	深 呼 吸	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	左右首振り	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	上下首振り	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	発 声	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	前 屈	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	屈 伸	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.11	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	踏台昇降	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	静 止	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

5. 考 察

(1) 漏れ率試験

ア 今回の試験で、漏れがなく実験室内では良い結果であったので、災害現場での着装試験も行っていきたい。

イ 被験者が3名だったので、今後、できるだけ被験者の数を増やし、試験をする必要がある。

ウ 今回、安全性の一つの基準として、漏れ率試験を実施し、陽圧形空気呼吸器の優位性を確認したが、空気の使用時間についても試作

面体をした場合、陽圧形及び陰圧形の空気呼吸器でどの程度差があるか試験する必要がある。

エ 面体の締め方についても、個人差がかなりあり、顔に接触する面体の位置及び締めひもの締め付け強さ等をさらに研究していきたい。

オ 防火帽に面体を直接付けるタイプについては、試験前、面体を支える支点が少ないので、それだけ面体の安定性が悪く漏れ易いことを予想したが、結果は、試験1でBタイプのみが、また、試験2ではB'及びD'タイプに多少の漏れが認められただけだった。漏れについ

ては、支点の数よりも、支点の位置及び締め方等の影響が大きいと思われる。

また、今回のB及びB'タイプが漏れた理由としては、止金が緩み漏れたもの考えられるため、止金の改良及び位置等の検討が必要である。

(2) 装着性等のアンケート調査

面体の装着性については、現用と差がなかったが、ある程度、慣れが必要と思われる。

6. おわりに

全体的に試作面体の漏れに対しての安全性が確認された。また、陽圧形の空気呼吸器の優位性も確認された。

将来的にBタイプの止金の改良等を行い、機能及びデザインの完成度を高め、実際の災害現場でデータを取り、実用化に向けて研究を続けていきたい。

表6 アンケート結果1

試料	被験者	Aタイプ			A'タイプ			Bタイプ			B'タイプ			Cタイプ			C'タイプ			Dタイプ			Eタイプ						
		甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙				
1. 密着性	a		○		○	○	○				○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	b																												
2. 装着感	(1)	a																											
		b		○		○	○	○				○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○		○	○
		c												○												○			
	(2)	a																											
		b		○		○	○	○				○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○		○	○
		c																								○			
	(3)	a		○		○	○					○		○	○	○	○				○	○	○						○
		b						○						○				○					○	○	○	○	○	○	○
		c																											
3. 装着性	(1)	a						○			○			○			○	○	○										○
		b		○		○	○							○			○			○	○	○	○			○			
		c												○												○			
	(2)	a				○	○				○			○	○	○		○	○										○
		b		○			○							○						○	○	○	○			○			
		c												○												○			

表7 アンケート結果2

試料	被験者	項目	
		3. 装着性(1)	4. その他
A' タイプ	甲		面体が顔面になじむまで顔がつっぱる感じがある。
	乙		上下首振り時、頬付近が引っ張られる感じがした。
	丙	よく締まったが締め過ぎたので面体と顔の接するところが痛かった。	面体の顎部分が外れそうな感じがした。面体の接触部分が、顔より小さい感じがした。
B タイプ	丙		締め付けバンドの止める所が2箇所しかないため、首の上下運動の時締めひもが緩くなった。そして、前屈の時空気の漏れる音が出た。
B' タイプ	甲	引っかけにくい。	上下運動のとき、面体が上下にずれる感じがした。
	乙		呼吸時に軽いショックがある。顔をあげたとき、あご部分がひきつれる。
	丙	パッチンタイプより良かった。	今回の試験は前回の2つより締めつけが緩かったと思う。顔に面体を付けた跡がつかなかった。
C タイプ	甲	慣れが必要。	左右首振りの時に、あごの下部分に食い込んで痛かった。
C' タイプ	甲	慣れればより簡単になる。	顔面との密着性に場所により強弱があるように感じられた。
	乙		呼吸時後頭部がたたかれる感じがした。
	丙	顎部分が絞まって、不安感がなかった。	締め過ぎか、締め過ぎでないのか基準がないのか、パッチン部分をもっとコンパクトになれば良い。
D タイプ	甲		呼吸時鼻部分にショックあり、終了時防火帽後頭部が当たった。終了時頭部が重く感じた。
	乙		口から鼻の部分が呼吸時ショックがあった。
	丙		締め過ぎたので少し痛かった。締め付ける場所が多いとつい締め付け過ぎてしまう気がする。締め付けについて言えば、調節できるパッチンタイプが一定した締め付けができるので装着の快適さについて優れていると思う。
E タイプ	甲	慣れないやりにくい。	面体を装着した場合、防火帽の紐と顎あてがじゃまになり、用をなさない。上下運動したとき、顎の密着性が悪くなる。
	丙		締め付けが強く顔全体(特に頬)が痛かった。

表8 試験結果(試験2)

試料	被験者	Aタイプ	Bタイプ	Cタイプ	A'タイプ	B'タイプ	C'タイプ	Dタイプ			
		乙	甲	丙	乙	甲	丙	甲	乙	丙	
全濡れ率(%)	動作	静止	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
		防火帽左右	/	<0.01	<0.01	/	<0.01	<0.01	/	/	/
		防火帽上下	/	<0.01	<0.01	/	<0.01	<0.01	/	/	/
		面体左右	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
		面体上下	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.61	<0.01	<0.01	<0.01	0.05
		静止	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

資料1 アンケート表

○ 着装等アンケート

1. 密着性

接顔部にすきまを感じることはありますか。

- a. なかった b. あった

2. 装着感

(1) こち良さはどうでしたか。

- a. 良い b. 普通 c. 悪い

(2) 重さはどうでしたか。

- a. 良い b. 普通 c. 悪い

(3) 痛いところがありましたか。

- a. なかった b. あった

3. 装着性

(1) 装着しやすさはどうでしたか。

- a. 良い b. 普通 c. 悪い (具体的に挙げて下さい。)

(2) 装着の速さはどうでしたか。

- a. 早い b. 普通 c. 遅い

4. その他、気づいた点や改良を必要とする点等がありましたら記入して下さい。



写真1 Aタイプの正面



写真2 Aタイプの側面



写真3 Aタイプの背面



写真4 Aタイプの正面



写真5 Aタイプの側面



写真6 Bタイプの正面



写真7 Bタイプの側面



写真8 Cタイプの正面



写真9 Cタイプの側面



写真10 Dタイプの正面



写真11 Dタイプの側面



写真12 Eタイプの正面



写真13 Eタイプの側面