

防火帽の改良について（第1報）

Improvement of the fire helmet (Series 1)

三 好 和 人*
 小 林 幹 男**
 川 崎 修 治***
 藤 田 栄一郎**

概 要

消防隊員の頭部を保護する防火帽は、昭和37年に定められて以来素材の改良等が行われてきたものの、そのままの形状が使用されている。しかしながら、空気呼吸器を着装した際、防火帽の後部位の突出部分が空気ボンベの上部に接触し、上方を注視するときの障害となることが指摘されている。

このようなことから、防火帽の視野の拡大、活動性の向上を図るため、消防隊員を対象に各種防火帽の着装使用調査を行い、その結果を取り入れた防火帽を試作したのでここに報告する。

The fire protective helmets to guard firefighters' heads were developed in 1962, and remain its original shape under several minor-changes in material and the rest. But recently there were suggestions to point out the brim in back bumps the top of air cylinders and they have difficulty in watching above.

Under these craims, we gave questionnaires to firefighters about some kinds of helmets on the run. We report the improvement of trial products as a result.

1 はじめに

当庁で使用している防火帽は、これまで災害現場で落下物及び衝撃等から消防隊員の頭部を保護してきたもので、その安全性については実証されているところである。

しかしながら、消防活動時防火帽の後部ツバが空気ボンベの上部に接触し、上方を注視するときの障害になることが指摘されている。このようなことから、本研究は防火帽の安全性を損なうことなく、上方の視野の拡大、後部ツバの空気ボンベへの接触防止を図った防火帽の改良を目的として着手した。

2 着装使用調査

防火帽の改良に際し技術資料を得るため、現用タイプ、米国等で使用されている防火帽（以下、「米国タイプ」という）、主に欧州地域で使用されている防火帽（以下、「欧州タイプ」という）について、世田谷消防署員を対象に着装使用調査を実施した。（表1、写真1参照）

(1) 実施日 平成9年8月11日～平成9年8月13日

(2) 対象者 世田谷消防署員 54名

内訳 ポンプ隊員 39名、はし子隊員 8名

特救隊員 7名

(3) 実施要領

現用タイプ着装使用時の感想及び米国タイプ、欧州タイプを着装した時の現用タイプとの比較した感想を「防火帽着装使用調査票」に記入することとした。

(写真2、表2参照)

表1 各防火帽の概要

	現用タイプ	米国タイプ	欧州タイプ
防火帽 全体重量	新 型: 997g 特 救 用: 1182g	1306g	1156g
防火帽重量	822g	1256g	1101g
しころ重量	新 型: 175g 特 救 用: 360g	50g	55g
長 さ	33cm	36cm	34cm
幅	24cm	29cm	25cm
高 さ	17cm	18cm	26cm

* 第三研究室 ** 第一研究室 *** 世田谷消防署



写真1 調査に使用した防火帽



写真2 調査実施状況

表2 防火帽着装使用調査票（抜粋）

番号	質問項目	該当するものに○を記入して下さい		現用防火帽と比較した感想で該当するものに○を記入して下さい		
		現用タイプ		米国タイプ	欧州タイプ	
1	重量感	非常に軽い・軽い・普通・重い・非常に重い	非常に軽い・軽い・同じ・重い・非常に重い	非常に軽い・軽い・同じ・重い・非常に重い	非常に軽い・軽い・同じ・重い・非常に重い	非常に軽い・軽い・同じ・重い・非常に重い
3	フィット感	非常に良い・良い・普通・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い
7	上方の視野	非常に良い・良い・普通・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い
13	上方確認時のポンベの当たり	非常に当たる・当たらない・普通・当たる・非常に当たる	非常に当たる・当たらない・同じ・当たる・非常に当たる	非常に当たる・当たらない・同じ・当たる・非常に当たる	非常に当たる・当たらない・同じ・当たる・非常に当たる	非常に当たる・当たらない・同じ・当たる・非常に当たる
20	デザイン	非常に良い・良い・普通・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い	非常に良い・良い・同じ・悪い・非常に悪い

(4) 調査結果

調査は20項目に関し実施したものであるが、本報では本改良の目的である活動性の向上の主要因となる「重量感」「フィット性」「上方の視野の状況」「上方確認時のポンベへの当たり」「デザイン」について示すものとする。

なお、特救隊員とポンプ隊員では防火帽に取り付けるところが素材、形状について相違があるものの、調査項目の結果はほぼ同様の傾向を示したことから、以後の現用タイプの調査結果に示す数値はポンプ隊員と特救隊員及びはしご隊員を合わせたものとする。

ア 重量感について

調査結果は、現用タイプに関しては38名が「普通」としている。現用タイプより重い米国タイプは54名中41名が重いとしている。これに対して欧州タイプは現用タイプと比べ160g程重いにもかかわらず現用と比較して「非常に軽い」「軽い」が30名で半数強の隊員が軽いと感じた。これは欧州タイプは頭部全体を覆う構造であり防火帽の重さが分散されることが要因と思われる。(表3参照)

イ フィット感

現用タイプでは「良い」が8名に対し、「悪い」が26名であった。

米国タイプでは、着装後も防火帽後部のラチェットノブでヘッドバンドを調節できることから、フィ

ット感は、現用に比べて16名が「非常に良い」「良い」が18名となっている。(図1参照)

欧州タイプは帽体が頭部全体を覆う形状であり、防火帽を被った後、顎紐を引くことにより帽体下部の両下端が締められフィット性が向上することから、評価においても現用タイプよりも「非常に良い」が11名、「良い」が31名で「悪い」は0名で、フィット性に関しては最も良い評価となった。(表4参照)

表3 重量感に関する調査結果 (単位:人)

	非常に軽い	軽い	普通	同じ	重い	非常に重い	未記入
現用タイプ	0	4	38		9	1	2
米国タイプ	0	3		5	34	7	5
欧州タイプ	3	27		10	8	1	5



図1 ヘッドバンドの調整 (米国タイプの内側)

表4 フィット感に関する調査結果 (単位:人)

	非常に良い	良い	普通	同じ	悪い	非常に悪い	未記入
現用タイプ	0	8	19		26	0	1
米国タイプ	6	18		13	9	3	5
欧州タイプ	11	31		6	0	0	6

ウ 活動時の上方の視野

活動時に各種防火帽を装着しての上方の視野は現用タイプでは「普通」が21名、「悪い」との評価が29名であった。

米国タイプは現用タイプと比べると、「同じ」が23名で現用タイプの21名とほぼ同数であったが、「良い」が12名に増加し、逆に「悪い」が10名に減少し、全体的に現用タイプに比べ良い評価となっている。

欧州タイプは「非常に良い」が11名、「良い」の24名と合わせて35名が現用よりも良いとしている。

(表5参照)

表5 上方視野に関する調査結果 (単位:人)

	非常に良い	良い	普通	同じ	悪い	非常に悪い	未記入
現用タイプ	0	2	21		29	1	1
米国タイプ	1	12		23	10	3	5
欧州タイプ	11	24		7	6	0	6

エ ボンベへの当たり

現用タイプは空気呼吸器を装着しての上方確認時防火帽後部ツバがボンベにあたり、活動の障害となると指摘されているが、本調査でも33名が「当たる」8名が「非常に当たる」としている。

現用タイプと同様に後部にツバのある米国タイプでも、「当たる」が33名、「非常に当たる」が11名となっている。これに対して後部にツバがない欧州タイプは「全然当たらない」が14名、「当たらない」が33名で大部分がよいとしており、現用および米国タイプと比べると対照的な評価となっている。

(表6参照)

なお、特救隊員とはしご隊員は現用タイプの防火帽と300型空気呼吸器装着時にも、調査した15名のうち8名が「当たる」、5名が「非常に当たる」と

表6 上方確認時ボンベの当たり (単位:人)

	全然当たらない	当たらない	普通	同じ	当たる	非常に当たる	未記入
現用タイプ	0	5	6		33	8	2
米国タイプ	1	7		2	28	11	5
欧州タイプ	14	33		1	1	0	5

しており、上方確認時ボンベの上端が防火帽のツバに当たっていることを示している。

オ デザイン

大きなイメージとなるデザインについては、現用タイプは「普通」が41名と最も多い評価で、「良い」「悪い」がそれぞれ5名となっている。

これに対して米国タイプは19名が「良い」としているが、「悪い」も11名になっている。

欧州タイプは最も良い評価を得ており、「非常に良い」が10名、「良い」が28名となっている。

(表7参照)

表7 デザインについて (単位:人)

	非常に良い	良い	普通	同じ	悪い	非常に悪い	未記入
現用タイプ	0	5	41		5	2	1
米国タイプ	1	19		18	11	0	5
欧州タイプ	10	28		5	5	0	6

3 防火帽の試作

装着使用調査結果を取り入れた防火帽の試作を行った。現用タイプとの比較については表8のとおりである。

(1) 主な改良点

ア 防火帽前部

前部ツバを短くするとともに上方にせり上げ、上方視野の拡大を図った。

イ 防火帽後部

後部ツバを下方に傾けた形状とすることにより、空気呼吸器装着時のボンベへの接触防止を図った。

ウ 着装性

頭部を包み込む形状とすることにより、フィット性の向上を図った。

表 8 現用及び試作防火帽の比較表

	現用防火帽	試作防火帽
長さ	330mm	295mm
幅	250mm	240mm
高さ	200mm	200mm
重量	850 g	750 g
素材	ガラス繊維を基材としたポリエステル樹脂の強化プラスチック (しころを含まない)	



写真 3 試作防火帽と現用防火帽（正面）



写真 4 試作防火帽と現用防火帽（側面）



写真 5 試作防火帽と現用防火帽（俯瞰）

4 試作防火帽の性能試験

試作防火帽の性能は、JIS T 8131産業用安全帽に示す耐貫通性及び衝撃吸収試験により確認した。

なお、試験は、高温、低温、浸せきの3条件で行うものであるが、今回、製作数に限りがあるので、常温の状態で行った。

(1) 実験条件 温度 25℃ 湿度 65%

(2) 試験方法

ア 耐貫通試験

頭頂部については、JIS T 8131 9.1.1 耐貫通試験方法 I で行い、前頭部、後頭部及び両側頭部は 9.1.2 耐貫通試験方法 II で実施した。

○ 耐貫通試験方法 I

着装体を取り付けた防火帽を図 2 に示す試験装置によって、ヘッドバンドが人頭模型に接触しない状態で、かつ、鋼製ストライカの落下点が帽体の頂部を中心とした直径100mmの円周内になるように人頭模型に装着する。この場合、人頭模型は、図 2 と図 3 のようにストライカ先端との接触の有無を容易に確認するため、頭頂部に交換可能で、かつ指示計と電気的に接続できる導電性物質を埋め込んだものとする。次に、防火帽に重さ 3 kg の鋼製ストライカを高さ1000mmから自由落下させ、鋼製ストライカの先端と人頭模型との電気的接触の有無を指示計により確認する。(図 2、図 3、図 4 参照)

なお、人頭模型の概要を図 5、表 9 に示す。

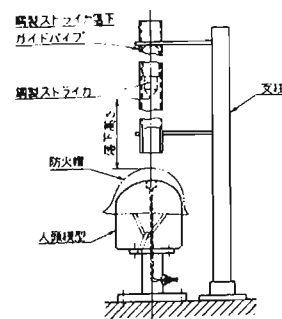


図 2 耐貫通試験方法 I の試験装置

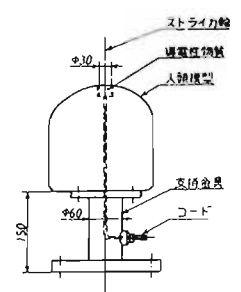


図 3 耐貫通試験方法 I の人頭模型

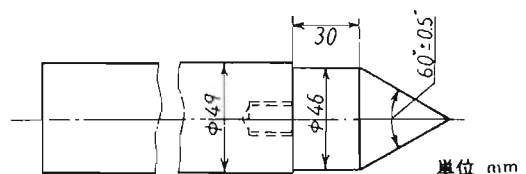


図 4 耐貫通試験方法 I の鋼製ストライカ

表9 人頭模型寸法表

各水平断面における等高線の極座標 (単位: mm)

角度	水平断面						
	1	2	3	4	5	6	7
0°	28.3	46.0	58.9	68.4	81.4	89.9	94.3
15	28.9	47.0	59.1	67.6	82.1	89.3	94.7
30	29.2	47.2	59.3	66.6	79.5	87.0	92.0
45	29.4	46.5	58.0	63.0	75.9	82.0	85.9
60	30.1	45.7	57.0	61.3	73.0	77.9	82.4
75	31.2	45.7	56.8	61.5	71.9	75.9	80.4
90	33.1	46.9	57.3	63.1	73.7	77.5	81.2
105	35.8	50.3	61.0	67.0	77.0	81.2	84.0
120	39.5	55.2	66.3	72.4	80.9	84.9	88.3
135	43.0	58.5	68.9	75.4	84.3	87.8	91.1
150	45.0	58.9	69.1	76.1	84.2	89.4	93.5
165	45.0	58.0	67.8	74.8	83.0	89.0	93.4
180	44.5	57.9	67.1	73.6	82.8	89.1	94.3

(注) 角度及び水平断面記号は、図5に掲げるものを示す。

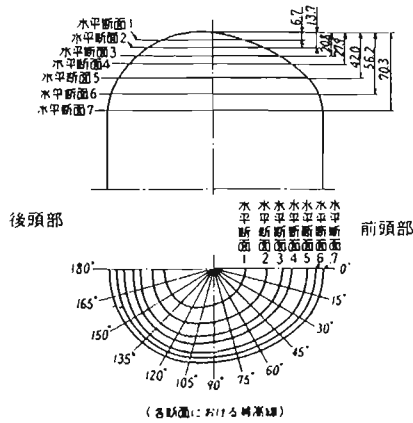


図5 人頭模型

○ 耐貫通試験方法Ⅱ

防火帽を図6に示すような装置により、図7に示す試験用ジグの頂部リングに落下点が帽体の前頭部、後頭部及び両側頭部になるようにかぶせ、試験用ジグの中央のくぼみの部分には、油粘土を表面まで充てんしておき、重さ1.8kgの鋼製ストライカ(図8)を高さ600mmから自由落下させ、帽体内面のくぼみの最下降点又はストライカと油粘土との接触の有無によって突出距離を測定する。(図6、図7、図8参照)

イ 衝撃吸収性試験

頭頂部については、JIS T 8131 9.2.2 衝撃吸収性試験方法Ⅰで、前頭部及び後頭部は9.2.3 衝撃吸収性試験方法Ⅱで実施した。

○ 衝撃吸収性試験方法Ⅰ

図9に示す装置によって人頭模型に防火帽のヘッドバンドが密着しない状態で装着する。

この場合、図10に示すように人頭模型の直下に荷重計を取り付け、その衝撃点が荷重計の垂直軸と一致するようにする。

次に、重さ5.0kgの半球形ストライカを高さ1000mmから防火帽の頂部に自由落下させ、人頭模型に伝わる衝撃波を測定する。

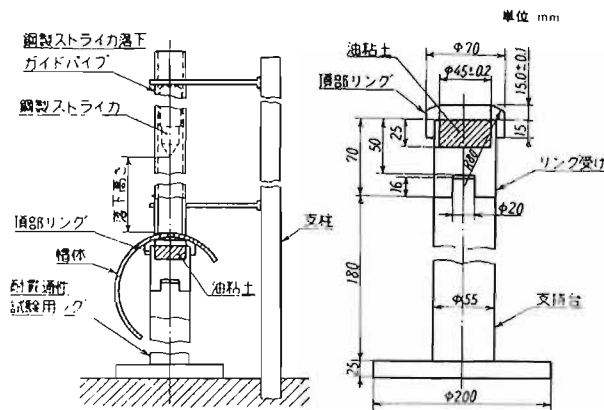


図6 耐貫通試験方法Ⅱの試験装置

図7 耐貫通試験方法Ⅱの試験用ジグ

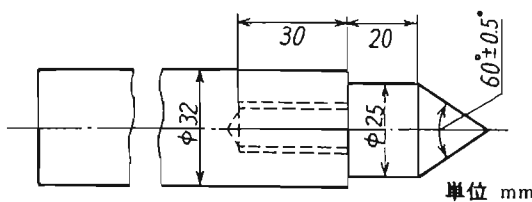


図8 耐貫通試験方法Ⅱの鋼製ストライカ

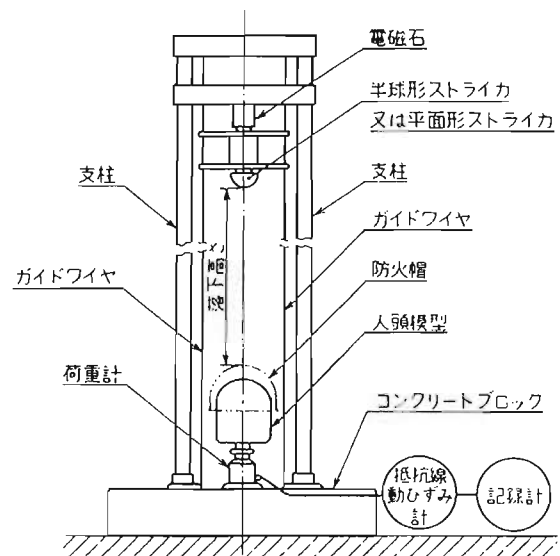


図9 衝撃吸収性能試験装置

○ 衝撃吸収性試験方法Ⅱ

図9に示す装置によって人頭模型の中心線が水平に対し30°傾斜している図11に示すような人頭模型に、防火帽のヘッドバンドが密着しない状態で衝撃点が防火帽の前頭部及び後頭部になるように装着す

る。この場合、前頭部試験用は図10のように前頭部が衝撃点に、また、後頭部試験用は同様に後頭部が衝撃点になるように図10の人頭模型の下部を切り取り、中心線が水平に対し30°をなすように傾斜を持たせ、荷重計を取付け、その衝撃点が荷重計の垂直軸と一致するようにする。

次に重さ5.0kgの平面形ストライカを高さ1000mmから試作防火帽に自由落下させ、そのときの人頭模型に伝わる衝撃波を測定する。

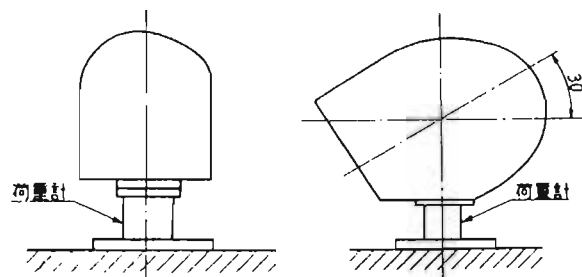


図10 衝撃吸収試験方法Ⅰの人頭模型と荷重計 図11 衝撃吸収試験方法Ⅱの人頭模型と荷重計

表10 耐貫通試験適合基準及び試験結果

	耐貫通試験Ⅰ	耐貫通試験Ⅱ
適合基準	ストライカ先端が人頭模型に接触しないこと	前頭部、後頭部、両側頭部を試験しストライカ先端までの垂直距離が15mm以下であること
試験結果	接触なし	前頭部、後頭部、両側頭部とも15mm以下

表11 衝撃吸収性能適合基準及び試験結果

	衝撃吸収試験Ⅰ	衝撃吸収試験Ⅱ
適合基準	頂部に衝撃を加えた時の衝撃荷重が5.0kN(500kgf)以下であること	前頭部、後頭部に荷重を加えた時の衝撃荷重が次の全てに適合すること ① 1000kgf 以下であること ② 750kgf 以上の衝撃が3ms以上継続しないこと ③ 500kgf 以上の衝撃が4.5ms以上継続しないこと
試験結果	最大荷重 270kgf	前頭部 最大衝撃荷重 380kgf 後頭部 最大衝撃荷重 415kgf

(3) 試験結果

適合基準及び試験結果を表10及び表11に示す。

この試験結果等から、今回試作した防火帽はJISの規格に適合したものであった。

最後に、各種防火帽の着装使用調査実施にご支援、ご協力をいただいた世田谷消防署の方々に厚く御礼を申し上げます。

5 おわりに

今回、現用タイプ等の防火帽について着装使用調査を実施し、比較検討を行った。そしてその結果を取り入れた防火帽を試作した。また、試作した防火帽の性能はJISの基準に適合したものであった。また、研究員が着装した結果では上方の視野が拡大され、空気呼吸器のボンベに対する接触も改善されていることを確認している。

今後は、この試作防火帽について各種訓練で着装使用調査を行うとともに、落下水や落下物に対する防火帽のツバ等の保護機能等について検証し、更に安全性及び活動性の向上が図られるよう試作研究を行っていくものである。

参考文献

- 1 JIS ハンドブック 安全 1991年4月
財団法人 日本規格協会
- 2 ヘルメット成形技術読本 1989年7月
ヘルメット成形技術読本編集委員会 シグマ出版