

災害現場用手袋の開発に関する研究について（その1）

—Development of Gloves for Fire Fighters—

酒 匂 幸 夫*

笹 子 拓 美*

鈴 木 幸 之*

概 要

個人装備品は安全性の向上と伴に作業性及び着装性の向上も求められている。災害現場用手袋を開発するに当たり、東京消防庁で採用されているパラ系芳香族ポリアミド繊維（以下「ケブラー」という。）製の一般隊員用及び特別救助・はしご隊員用の災害現場用手袋（以下「現用手袋」という。）と同等以上の安全性を条件として、さらに、作業性及び着装性を向上させるため、素材から検討を加え、薄く、柔らかい生地を開発し、機械的強度の性能試験等を行った結果、現用手袋の生地と同等以上の安全性が確認された。

Gloves for fire fighters are required to be safe, fit and easy to work.

To improve the requirements, materials for the cloth were studied and the thin and soft cloth was developed.

The gloves of the new cloth show better performance in safety, fitness and easiness than the ordinary ones which are now used fire fighters in Tokyo.

1 はじめに

東京消防庁の各年ごとの手の受傷件数が、皮革製手袋からケブラー製手袋に変わったのを期に、急激に減少した。このことから、現用手袋は、従来の皮革製手袋と比較して、耐切創性及び耐突刺性が優れていると言える。

しかし、現用手袋は、「細かい作業がしづらい」、「掴みづらい」、「手に馴染まない」等の問題点が言及されている。

今回、開発する災害現場用手袋（以下「開発手袋」という。）は、これらの問題点を踏まえたうえで、現用手袋と同等以上の安全性が確保できるものとして、作業性及び着装性を向上させるため、まず、材質を見直し、手に馴染む繊維、水に濡れて収縮する繊維を開発し、生地を製作し、その生地の性能を把握するため各種の試験を行い、現用手袋及び市販の皮革製手袋（以下「皮手」という。）の生地について比較検討した。

2 開発手袋の生地の特徴

開発手袋の生地の特徴は、次のとおりである。

- (1) 生地の材質として、安全性について現用手袋と同等又は同等以上の性能を維持するためケブラーを主体と

し、それに手に馴染み、水に濡れると収縮率が高くフィット性が向上する植物繊維を用いた。

- (2) 生地の織り方として、手に馴染むよう伸縮性のあるニット編みとし、さらに、生地の厚さを薄くした。

3 試 料

試料は、開発手袋、現用手袋及び皮手の生地を使用した。

各試料は、手袋が部位により、材質が異なるため、現用手袋の一般隊員用は4種類、特別救助・はしご隊員用は3種類、皮手は2種類とした。

また、開発手袋の試料は、一重の生地と、生地と生地を合わせた二重のもの2種類とした。

各試料の生地の構成及びその生地の部位については、表2及び図1～3に示す。

4 試験装置及び治具

図4、5、6及び7に示す。

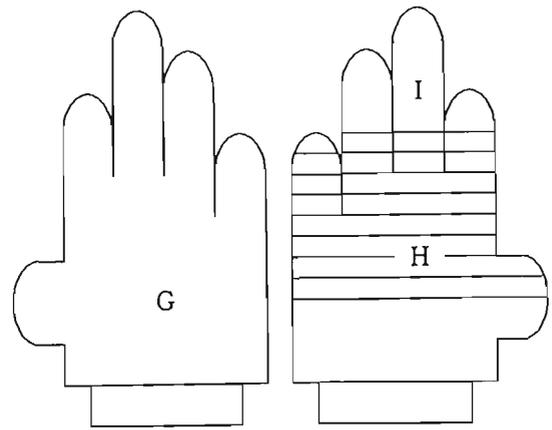
5 試験方法

試験は、収縮率試験、耐摩耗性試験、燃焼性試験、耐切創性試験及び耐突刺性試験を行い、収縮率試験、耐摩耗性試験及び燃焼性試験については、日本工業規格（以下「JIS」という。）に準じた、耐切創性試験及び耐突刺

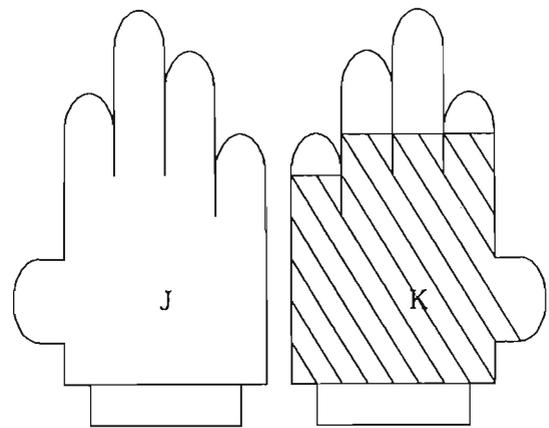
*第一研究室

表1 試 料

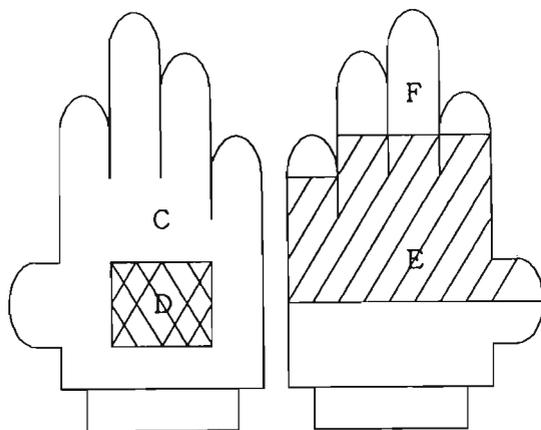
試 料		生 地 の 構 成
開発手袋	A	ケブラー糸（ニット） ケブラー糸と植物繊維糸（ニット）
	B	試料Aの二重の裕せ
現 用 手 袋	一 般 隊 員 用	C ケブラー糸（ニット）
	D ケブラー糸（ニット）+ウレタン	
	E ケブラー糸（綾織り）綿付+床皮	
	F ケブラー糸（綾織り）綿付	
特 は 別 し 救 ご 助 隊 ・ 員 用	G ケブラー糸（ニット）	
	H ケブラー糸（ニット）綿付+床皮	
	I ケブラー糸（ニット）綿付	
皮 手	J 牛皮一重	
	K 牛皮二重	



右手・甲部 右手掌部
図2 現用手袋（特別救助・はしご隊員用）



右手・甲部 右手掌部
図3 皮手



右手・甲部 右手掌部
図1 現用手袋（一般隊員用）

性試験については、災害現場の鋭利な金属片及び釘等による切創及び突刺事故を想定した独自の試験方法で行った。

また、各試験の試料については、収縮率試験及び耐摩耗性試験は、試料A、C、F、G及びIで行い、燃焼性試験は、試料A、B、C、F、G及びIで行い、耐切創性試験及び耐突刺性試験は、試料A、B、C、D、E、F、G、H、I及びKで行った。

(1) 収縮試験について

JIS L 1042織物の収縮率試験方法に準じた試験を行い、浸せき時間を1時間及び5時間とし、たて方向及びよこ方向の収縮率を比較した。

(2) 耐摩耗性試験について

JIS L 1096一般織物試験方法の摩耗強さA法により、試験を行った。

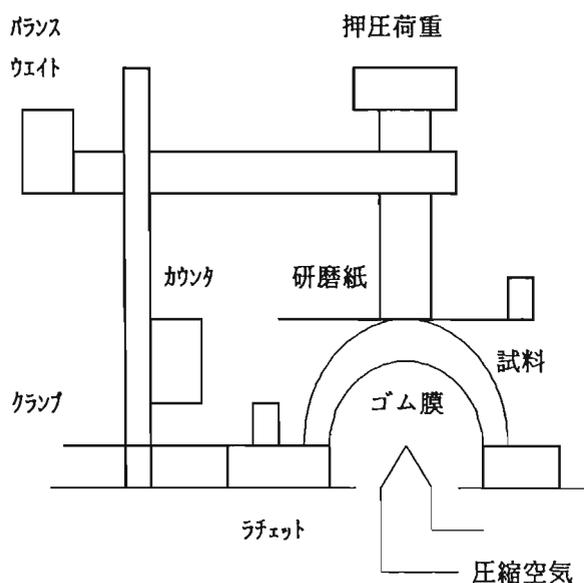


図4 摩耗試験機 (ユニバーサル型)

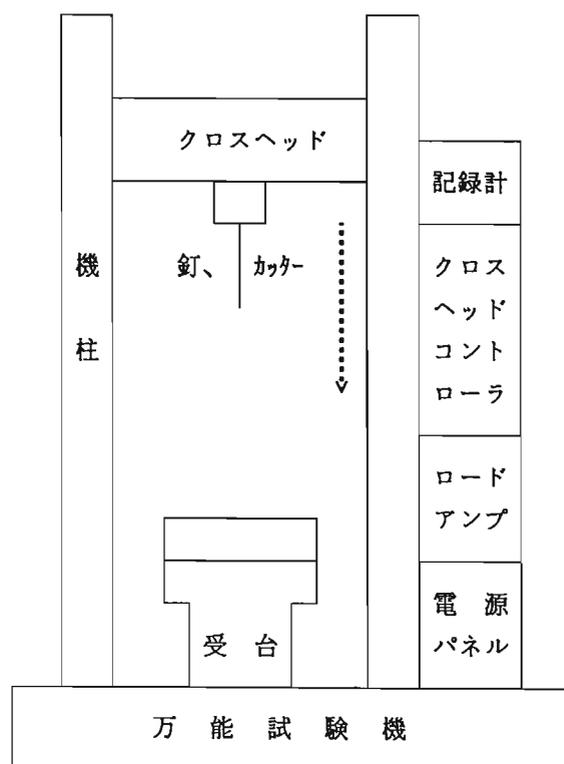


図6 耐切創性・耐突刺性試験

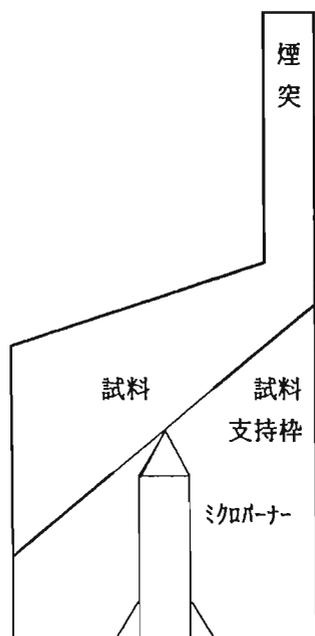


図5 燃焼試験装置

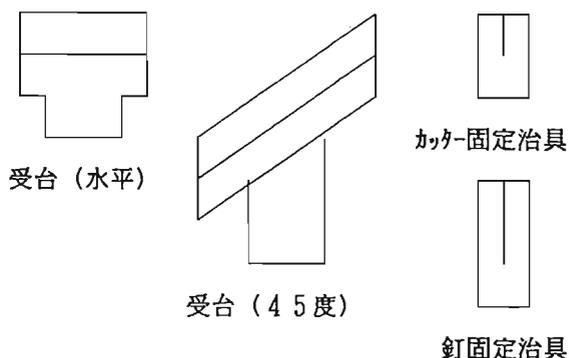


図7 耐切創性・耐突刺性試験の治具

なお、研磨紙は400番、押圧荷重は0.454kgfで行った。

(3) 燃焼性試験について

JIS L 1091繊維製品の燃焼性試験方法に準じてA法のA-1法で行った。

なお、全ての試料でマイクロバーナーを用いた。

(4) 耐切創性、耐突刺性試験について

万能試験機に当研究所で試作した治具にカッターの刃及び釘を取付け、耐切創性及び耐突刺性の性能試験を行った。

ア 万能試験機(島津オートグラフS-500-D)に耐切創性及び耐突刺性試験用治具を取り付ける。

イ 試料は、乾燥時及び湿潤時の場合について行った。

また、耐切創性試験では、生地のため方向及びよこ方向の試験ができるもの(生地が衽せや床皮があるものを除く)試料A、F、Iについて行った。

ウ 治具は、カッター固定用、釘固定用、試料を固定するための受台(水平及び45度)を使用した。

エ 受台に試料を固定し、カッターで押し切る圧力及び釘で突刺す圧力を測定し、圧力が高い方を耐切創性及び耐突刺性が良いとした。

6 試験結果

(1) 収縮率試験について

試験結果については、表2、3、4及び5に示すが、収縮した場合をプラス、伸長した場合をマイナスとした。

ア 生地のとて方向について

㍿ 浸せき1時間の場合

試料Aの平均値が、1.9%で最も収縮し、最大で3.0%収縮した。

試料F、I、C及びGの平均値は、1%以内であった。

㍿ 浸せき5時間の場合

試料Aの平均値が、2.2%で最も収縮し、最大で3.3%収縮した。

試料F、I、C及びGの平均値は、1%以内であった。

イ 生地のよこ方向について

㍿ 浸せき1時間の場合

試料Aの平均値が、1.0%で最も収縮し、最大で1.8%収縮し、その他の試料の平均値は1%以内であった。

㍿ 浸せき5時間の場合

試料Aの平均値が、1.1%で最も収縮し、最大で1.7%収縮し、その他の試料の平均値は1%以内であった。

ウ 収縮及び伸長について

生地のとて方向及びよこ方向に多少の収縮率の違いがあったが、試料A及びFは全ての条件で収縮した。

(2) 耐摩耗性試験について

試験結果については、表6に示すが、試料Fが最も高い値であった。

(3) 燃焼性試験について

試験結果については、表7に示す。

ア 残炎時間について

㍿ 試料A、C、Gが0.0秒で最も短かった。

㍿ 試料Iのよこ方向が96.6秒で最も長かった。

イ 残じん時間について

㍿ 試料C、Gが0.0秒で最も短かった。

㍿ 試料Iのよこ方向が96.6秒で最も長かった。

ウ 炭化長について

㍿ 試料Bの裏側が0.0cmで最も短かった。

㍿ 試料Aのよこ方向が2.1cmで最も長かった。

エ 炭化面積について

㍿ 試料Bの裏側が0.0cm²で最も狭かった。

㍿ 試料Aのよこ方向が2.6cm²で最も広かった。

(4) 耐切創性、耐突刺性試験について

試験結果については、表8、9に示すが、生地のとて方向とよこ方向の試験をしたものについての結果は、たて方向とよこ方向の平均値とした。

ア 耐切創性試験について

㍿ 受台が水平で乾燥の場合

a 試料Dが、2413gfで最も高かった。

b 試料Kが、433gfで最も低かった。

c 試料Aが、894gfで3番目に低かった。

d 試料Bが、1607gfで3番目に高かった。

㍿ 受台が水平で湿潤の場合

a 試料Dが、2080gfで最も高かった。

b 試料Kが、487gfで最も低かった。

c 試料Aが、880gfで3番目に低かった。

d 試料Bが、1320gfで4番目に高かった。

㍿ 受台が45度で乾燥の場合

a 試料Dが、2900gfで最も高かった。

b 試料Kが、607gfで最も低かった。

c 試料Aが、1184gfで2番目に低かった。

d 試料Bが、2467gfで2番目に高かった。

㍿ 受台が45度で湿潤の場合

a 試料Bが、2667gfで最も高かった。

b 試料Kが、587gfで最も低かった。

c 試料Aが、1330gfで2番目に低かった。

イ 突刺試験について

㍿ 受台が水平で乾燥の場合

a 試料Eが、19700gfで最も高かった。

b 試料Kが、5493gfで最も低かった。

c 試料Aが、5867gfで2番目に低かった。

d 試料Bが、13000gfで3番目に高かった。

㍿ 受台が水平で湿潤の場合

表2 収縮率試験結果（たて方向・浸せき1時間）

試料	収縮率 (%)			平均値
	1回目	2回目	3回目	
A	3.0	1.2	1.4	1.9
F	0.8	0.7	0.3	0.6
I	0.2	-0.4	-1.9	-0.7
C、G	0.0	0.7	0.7	0.5

表3 収縮率試験結果（たて方向・浸せき5時間）

試料	収縮率 (%)			平均値
	1回目	2回目	3回目	
A	3.3	1.7	1.4	2.1
F	0.8	0.7	0.7	0.7
I	2.0	-0.4	-1.4	0.1
C、G	0.3	0.5	0.7	0.5

表6 耐摩耗性試験結果

試料	実験回数					平均
	1	2	3	4	5	
A	441	489	470	346	310	441
F	1324	1387	1560	1382	1796	1490
I	949	925	905	860	930	914
C、G	1345	1197	1198	1477	1250	1293

表4 収縮率試験結果（よこ方向・浸せき1時間）

試料	収縮率 (%)			平均値
	1回目	2回目	3回目	
A	0.5	1.8	0.8	1.0
F	0.7	0.0	0.7	0.5
I	1.7	-0.2	-0.3	0.4
C、G	0.8	-0.5	-0.5	-0.1

表7 燃焼性試験結果

試料	生地方向		残炎時間 (秒)	残じん時間 (秒)	炭化長 (cm)	炭化面積 (cm ²)
	裏	表				
A	たて		0.0	7.0	2.0	2.3
	よこ		0.0	8.8	2.1	2.6
B	裏	たて	39.7	39.7	0.0	0.0
	表	よこ			1.7	1.5
F	たて		0.0	27.6	1.8	1.9
	よこ		0.0	28.6	1.6	1.8
I	たて		21.3	21.3	2.0	2.1
	よこ		96.6	96.6	1.6	1.9
C、G	たて		0.0	0.0	1.8	1.9
	よこ		0.0	0.0	1.8	1.6

表5 収縮率試験結果（よこ方向・浸せき5時間）

試料	収縮率 (%)			平均値
	1回目	2回目	3回目	
A	0.7	1.7	0.8	1.1
F	0.3	0.3	0.5	0.4
I	1.5	0.5	0.3	0.8
C、G	0.2	-0.2	-0.3	-0.1

- a 試料Eが、20667gfで最も高かった。
- b 試料Kが、4773gfで最も低かった。
- c 試料Aが、7800gfで2番目に低かった。
- d 試料Bが、16100gfで2番目に高かった。

表8 耐切創性試験結果

試験の種類		切 創 (gf)			
		水 平		45 度	
受 け 台		乾 燥	湿 潤	乾 燥	湿 潤
繊維等の状態		乾 燥	湿 潤	乾 燥	湿 潤
試 料	A	894	880	1184	1330
	B	1607	1320	2467	2667
	D	2413	2080	2900	2020
	E	1407	1167	2260	1687
	F	727	654	1724	1640
	G	1567	1373	2273	1893
	H	1653	1587	1587	1640
	I	1250	1117	1914	1693
	K	433	487	607	587

表9 耐突刺性試験結果

試験の種類		突 刺 (gf)			
		水 平		45 度	
受 け 台		乾 燥	湿 潤	乾 燥	湿 潤
繊維等の状態		乾 燥	湿 潤	乾 燥	湿 潤
試 料	A	5867	7800	8033	7167
	B	13000	16100	15900	12100
	D	10933	10800	9800	10000
	E	19700	20667	21533	16400
	F	10967	13633	12400	11233
	G	7386	8676	10800	9367
	H	13267	14867	13033	12200
	I	7767	8433	8300	9100
	K	5493	4773	5973	3107

- (キ) 受台が45度で乾燥の場合
- 試料Eが、21533gfで最も高かった。
 - 試料Kが、5973gfで最も低かった。
 - 試料Aが、8033gfで2番目に低かった。
 - 試料Bが、15900gfで2番目に高かった。
- (ク) 受台が45度で湿潤の場合
- 試料Eが、16400gfで最も高かった。
 - 試料Kが、3107gfで最も低かった。
 - 試料Aが、7167gfで2番目に低かった。
 - 試料Bが、12100gfで3番目に高かった。

7 考 察

(1) 収縮率試験について

手袋を災害現場で使用する場合、手袋が、汗、消火水など水に濡れた状態での作業する機会が多い。このため、現用手袋は、水のために、手（肌）と手袋の密着性が悪く、作業性が乾燥時に比べ著しく低下する。本試験で開発手袋の生地が、他の試料に比べ収縮率

が良いことが確認できたが、このことは、水に濡れた場合、手袋自体が収縮することにより、手と手袋の密着性が増し、作業性が向上すると思われる。

現用手袋の生地より開発手袋の生地の方が水に対する収縮率が大きいので、試作手袋として完成した場合大きな特徴といえる。

(2) 耐摩耗性試験について

開発手袋の生地（試料A）は、植物繊維が混入しているため、低い値であった。

(3) 燃焼性試験について

開発手袋の生地は、他の試料と比較して、ほぼ同程度の結果であった。実際問題として、現場では、汗、消火水等で濡れている場合がほとんどで、問題になるようなことはないと思われる。

(4) 耐切創性、耐突刺性試験について

ア 開発手袋の生地は、一重（試料A）と二重（試料B）を比較して二重の方が良かった。

また、二重の方は、現用手袋（試料E、H）とほとんど同じ値であった。

イ 耐切創性及び耐突刺性の値の差は、材質以外にも生地の織り方及び編み方に影響があるものと思われる。

ニット編みの生地（開発手袋、現用手袋の特別救助・はしご隊員用）は、耐切創性が良く、綾織の生地（現用手袋の一般隊員用）は、耐突刺性が良かった。

また、乾燥時及び湿潤時の強度はほとんど同じ値の傾向を示した。

ウ 床皮を付けることにより耐切創性及び耐突刺性の強度は増した。

エ 皮手については、耐切創性及び耐突刺性の強度は、全ての条件で最も悪く、安全性に問題があると思われる。

8 おわりに

今回の試験で使用した開発手袋の生地は、一重と二重（袷せ）であったが、二重の方が耐切創性試験及び耐突刺性試験について現用手袋とほぼ同等の結果であった。

消防活動に使用される手袋に期待される安全性、作業性及び着装時の迅速性などどこまで求めていくかの判断基準を明確にすることは、現在難しいところであるが、一応事故発生率等を考慮した場合、現用のケブラー製手袋程度の安全性があれば良いと思われる。

今後、当開発生地で作製する手袋は、生地を一重及び二重（袷せ）を組合わせたもので、現用の手袋より機器等に対する操作性の向上を図った手袋で、試験的に署所で試験使用し、現場活動に沿った完成品を目指したい。