

国内の主要都市で採用されている防火衣服地の 性能比較試験について (第2報)

Performance Test of Firecoats Used in Several Major Cities in Japan (Series2)

國 本 由 人*
笹 子 拓 美*
糠 信 茂 男**
鈴 木 幸 之*

概 要

国内の主要都市で採用されている防火衣について、その特徴を把握するための性能試験を行った。
なお、防火衣服地の種類と試験項目は次のとおりである。

1 防火衣の服地の種類

- (1) 芳香族ポリアミド
- (2) 芳香族ポリアミドにアルミックス加工^{*}
- (3) ウールと芳香族ポリアミドの混紡
- (4) 炭素繊維と芳香族ポリアミドの混紡

2 試験項目

熱通過試験

3 試験結果

防火衣服地外衣の表面をアルミックス加工したものが、熱反射のため他のものと比較して外衣の表面温度が低かった。また、アルミックス加工した防火衣服地の裏面温度は、外衣だけの単衣よりも內衣のある衿せのものが外衣と內衣との間の空気層が存在するため低い温度であった。

その他、色彩、材質、組織等による熱通過の特徴に大きな差は見出せなかった。

In order to know the characteristics of firecoats used in several major cities in Japan, we made the following performance test. The sample cloths of firecoats and the test are as follows.

1 Sample cloths

- (1) Aromatic polyamide
- (2) Aluminized aromatic polyamide
- (3) Mixed wool and aromatic polyamide
- (4) Mixed carbon fiber and aromatic polyamide

2 Test

Heat passage rate through the sample cloths

3 Result of test

The firecoat with aluminized outer cloth showed a lower surface temperature than other firecoats, owing to the surface reflection of the heat. As for the inside temperature, firecoats with a lining showed lower temperatures than those without a lining, because of the air existing between the outer cloth and the lining.

We could not find major difference in the heat passage rate by the color, material, fabric and texture of the coths.

*第一研究室 **野方消防署

* アルミニウム粉末ゴムコーティング又はアルミニウム蒸着したもの

1. はじめに

現在、国内の主要都市で採用されている防火衣は、素材(特殊加工されたものも含む)、形状及び色彩など多種にわたっている。

過酷な条件で使用される防火衣は、耐熱性、運動性、強度及び軽量など種々の性能が要求される。

今回、国内での主要都市(含東京)で採用されている防火衣7種について、その服地の特徴を把握するため熱通過試験を行った。

2. 試料(表1参照)

表1 試料一覧表

防火衣種別	種類	試料No	品名	基 布			加工	
				材質	組織	番 手		
						た て		よ こ
A	外衣	1	芳香族ポリアミド	APA 100%	平	30/2	30/2	片面にアルミ粉末 ゴムコーティング
B	外衣	2	芳香族ポリアミド (オレンジ)	APA 100%	綾	20/2	20/2	撥水加工
	內衣	3	芳香族ポリアミド	APA 100%	平	40/1	40/1	片面にアルミ粉末 コーティング
C	外衣	4	ウール60+ 芳香族ポリアミド40	W 60% APA 40%	カルゼ 織	49/2	52/2	ザプロ、撥水、 帯電防止加工
	內衣	⑤	ウール75+ 芳香族ポリアミド25	W 75% APA 25%	丸編 ニット	41/1	41/1	ザプロ、撥水、 帯電防止加工
D	外衣	6	ウール50+ 芳香族ポリアミド50	W 50% APA 50%	サージ	52/2	52/2	ザプロ、撥水、透湿、 防水、帯電防止加工
	內衣	⑤	ウール75+ 芳香族ポリアミド25	W 75% APA 25%	丸編 ニット	41/1	41/1	ザプロ、撥水、 帯電防止加工
E	外衣	7	バイク+ アルミックス加工	APA 35% P,CA 65%	平	20/2	20/2	片面にアルミ粉末 ゴムコーティング
F	外衣	8	芳香族ポリアミド +アルミ蒸着塗装	APA 100%	綾	30/2	30/2	アルミ蒸着塗装
G	外衣	9	芳香族ポリアミド +アルミ蒸着フィルム	APA 100%	綾	20/2	20/2	アルミ蒸着フッ素系 フィルム
	內衣	10	綿100%	CO 100%	朱子	30/2	30/2	ブローバン加工

注) APA : 芳香族ポリアミド

W : ウール

CO : 綿

P,CA : バイク (プレカーボンと芳香族ポリアミドの混紡)

⑤ : 同様の內衣

(1) 外衣単独（単衣）のもの

ア 試料A

芳香族ポリアミド100%の基布片面にアルミ粉末ゴムコーティング加工したもの

イ 試料E

芳香族ポリアミド35%と炭素繊維65%の基布片面にアルミ粉末ゴムコーティング加工したもの

ウ 試料F

芳香族ポリアミド100%の基布片面にアルミ蒸着塗装加工したもの

(2) 外衣と內衣（袷せ）のもの

ア 試料B

(ア) 外衣 芳香族ポリアミド100%のもの

(イ) 內衣 芳香族ポリアミド100%の基布片面にアルミ粉末ゴムコーティング加工したもの

イ 試料C

(ア) 外衣 芳香族ポリアミド40%とウール60%を混紡したもの

(イ) 內衣 芳香族ポリアミド25%とウール75%を混紡したもの

ウ 試料D

(ア) 外衣 芳香族ポリアミド50%とウール

50%を混紡したもの

(イ) 內衣 前イ(イ)と同じ

エ 試料G

(ア) 外衣 芳香族ポリアミド100%の基布片面にアルミ蒸着フッ素系フィルム加工したもの

(イ) 內衣 綿100%のもの

3. 試験方法及び測定方法

(1) 都市ガス（13A）を用いシュバンクバーナにより1800Kcal/m²・h（0.05cal/cm²・sec）の放射熱を垂直に立てた試料（服地）表面に水平方向（90度の方向）より当てた。単衣の場合は試料の表面及び裏面を、袷せの場合は試料の外衣表面、外衣裏面（內衣表面）及び內衣裏面を測定した。

(2) 測定方法

試料の放射熱が当たる部分にシート状の熱電対（銅—コンスタンタン・クロメル—アルメル）を前2(1)の場合は表、裏に各1点計2点、前2(2)の場合は表、中間、裏に各1点計3点を取付け、放射熱受熱時間3分、測定間隔1秒、各々温度を測定した。

表2 表面及び裏面温度上昇

種類	試料	受 熱 時 間													
		0秒		30秒		1分		1分30秒		2分		2分30秒		3分	
		表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏
単衣	A	0	0	27	11	36	17	40	21	42	22	43	23	44	24
	E	0	0	25	12	33	20	37	24	40	26	41	28	42	29
	F	0	0	24	12	31	18	35	21	37	23	38	24	39	25
袷	B	0	0	41	13	56	26	64	35	68	39	70	41	72	43
	C	0	0	37	11	49	18	55	23	62	27	67	31	69	35
	D	0	0	37	13	49	21	56	27	62	32	67	37	70	40
	G	0	0	24	6	32	11	36	13	39	15	40	16	43	18

- 注) 1 数値の単位は、°Cである。
 2 雰囲気温度を0°Cとした。
 3 表：外衣の表面温度である。
 4 裏：外衣（単衣）又は內衣（袷）の裏面温度である。

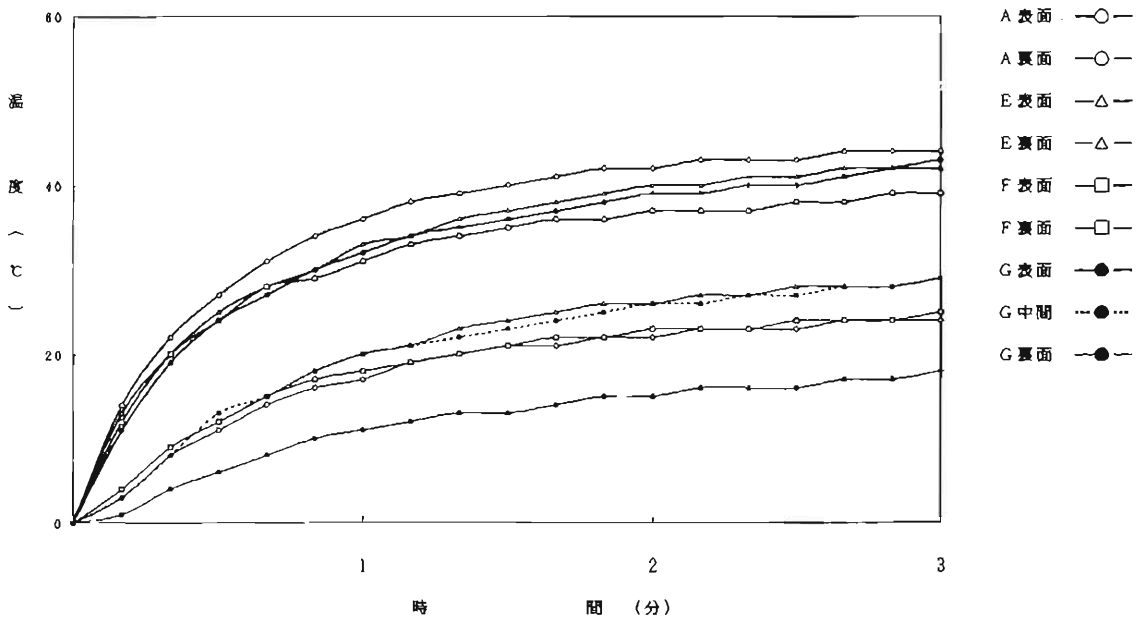


図1 試料A, E, F, Gの温度曲線 (雰囲気温度を0°Cとした)

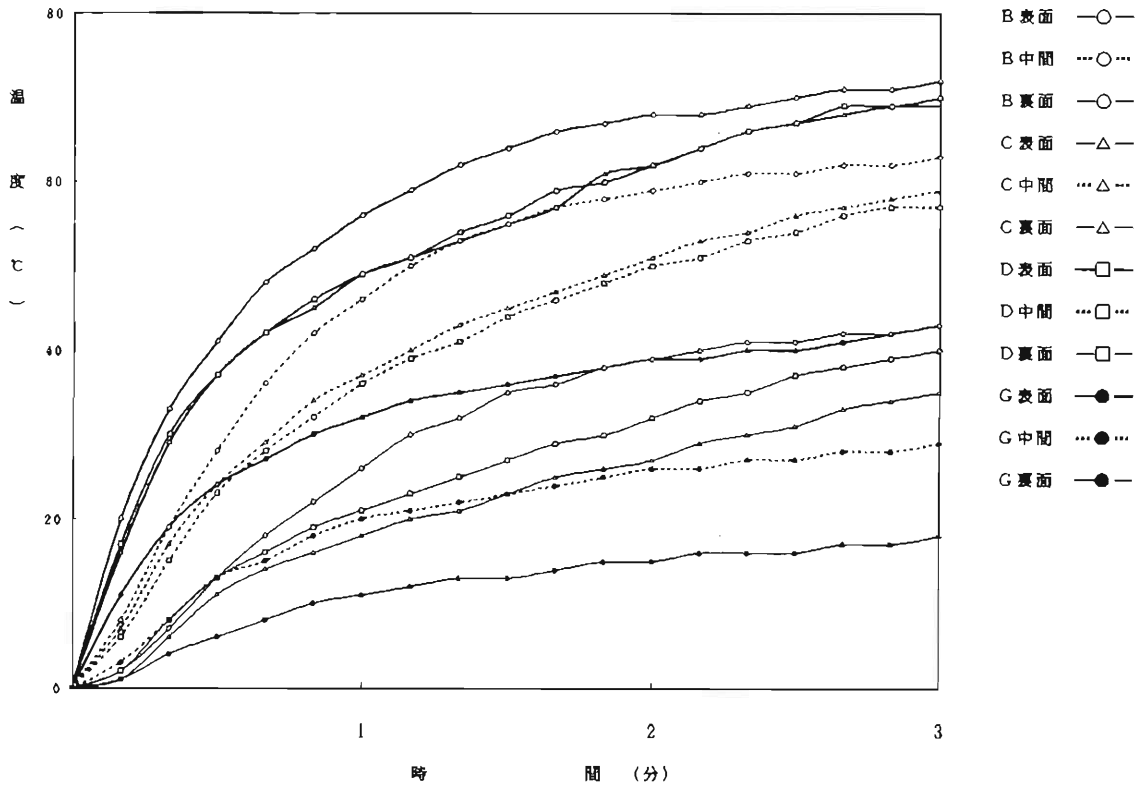


図2 試料B, C, D, Gの温度曲線 (雰囲気温度を0°Cとした)

4. 試験結果及び考察

(1) 外衣表面アルミックス加工した試料について

試料A 外衣：芳香族ポリアミド100%の
基布片面にアルミ粉末ゴム
コーティング加工したもの
試料E 外衣：芳香族ポリアミド35%と炭
素繊維65%の基布片面にアル
ミ粉末ゴムコーティング加
工したもの
試料F 外衣：芳香族ポリアミド100%の
基布片面にアルミ蒸着塗装
加工したもの
試料G 外衣：芳香族ポリアミド100%の
基布片面にアルミ蒸着フッ
素系フィルム加工したもの
內衣：綿100%のもの

ア 結果 (表2, 図1参照)

(ア) 表面温度について各試料A, E, F, Gとも受熱30秒まで急上昇する。受熱1分位まで上昇, 2分位まで緩やかに上昇し, 以後ほぼ横ばい状態である。

受熱30秒で試料E, F, Gはほぼ同じ温度であるがAはE, F, Gより2~3°C高く, 1分では3~5°C高い。2分ではE, Gはほぼ同じ温度であり, AはE, F, Gより2~5°C高い温度である。

(イ) 裏面温度について

各試料A, E, F, G (ただしGの場合は內衣裏面温度。以下同じ。)とも受熱30秒で表面温度と同様な温度曲線であるがGはA, E, Fより6°C低い温度である。1分位も同傾向でA, E, Fより6~9°C低い温度である。2分位でA, Fはほぼ同じ温度であるが, GはA, E, Fより3~4°C高い温度である。

なお, 試料Gの外衣裏面温度 (內衣表面温度) は, Eの裏面温度とほぼ同じ温度であった。

イ 考察 (別表-1参照)

(ア) 試料Gの裏面の温度が低いのは, Gが外衣と內衣の袷せであるため, その間の空

気層により断熱作用があるためと思われる。

(イ) 各々の試料A, E, Fによる表面温度はほぼ同一であったが, 裏面温度についての各々の試料による温度の多少差については, 表面色の濃淡, 服地の厚さ, 加工の状態, 材質, 比熱, 番手, 織り方等から考察を行ったが, 原因は分からなかった。

(2) 外衣表面アルミックス加工しない試料について

試料B 外衣：芳香族ポリアミド100%の
もの
內衣：芳香族ポリアミド100%の
基布片面アルミ粉末ゴム
コーティング加工したもの
試料C 外衣：芳香族ポリアミド40%と
ウール60%を混紡したもの
內衣：芳香族ポリアミド25%と
ウール75%を混紡したもの
試料D 外衣：芳香族ポリアミド50%と
ウール50%を混紡したもの
內衣：試料Cの內衣と同じ

ア 結果 (表2, 図2参照)

(ア) 外衣表面温度について

各試料B, C, Dとも受熱30秒位まで温度は急上昇する。BはC, Dより温度上昇が大きく, 2分位まで上昇するが, あとはほぼ横ばい状態である。CとDは同じ様な温度曲線で, 3分まで緩やかであるが温度は上昇を続ける。

受熱1分位でBはC, Dより7°C, 2分で6°C, 3分で2~3°C高い。1分位から2分位までBはC, Dとの温度差は大きい, 3分になると温度差は小さくなる。

(イ) 外衣裏面 (內衣表面) 温度について

各試料B, C, DはそれぞれB, C, Dの外衣表面温度に追隨した温度曲線である。

CとDは同じ様な温度曲線であるが, BはC, Dより高い温度推移で, 受熱1分~2分位はC, Dの外衣表面温度と同じ位の温度に達する。その後BはC, Dの外衣裏面温度と同じ温度の傾向であっ

た。

(ウ) 內衣裏面温度について

各試料B, C, Dとも受熱30秒位まで温度は急上昇する。30秒以後BはC, Dより温度上昇が大きく, 2分位まで上昇し, 以後, ほぼ横ばい状態である。C, Dは受熱30秒以後もBより緩やかであるが温度上昇を続ける。

受熱30秒で温度はB, Dは同じで次いでCであり, 1分でBはDより5°C, Cより8°C, 2分でDより7°C, Cより12°C, 3分でDより3°C, Cより8°C高い。

イ 考察 (別表-2 参照)

(ア) 外衣表面温度で試料BはC, Dより温度上昇が大きいのは, C, DがBより水分量が大きく (ウールと芳香族ポリアミドの混紡製品), 短時間ではあるが水の気化熱によるものと思われる。

(イ) 外衣裏面 (內衣表面) でBはC, Dより温度が高いのは外衣表面温度の影響を受けたものと思われる。

(ウ) 內衣裏面温度で試料BはC, Dより温度が高いのは外衣 (表・裏) の温度が內衣まで影響しているものと思われる。C, Dについては外衣 (表・裏) の温度がほぼ同じである。しかし, 內衣裏面及び外衣裏面 (內衣表面) 温度でCがDより低い原因は分らなかった。

(3) 衿せの試料について

試料B 外衣: 芳香族ポリアミド100%のもの
內衣: 芳香族ポリアミド100%の基布片面アルミ粉末ゴムコーティング加工したもの
試料C 外衣: 芳香族ポリアミド40%とウール60%を混紡したもの
內衣: 芳香族ポリアミド25%とウール75%を混紡したもの
試料D 外衣: 芳香族ポリアミド50%とウール50%を混紡したもの
內衣: 試料Cの內衣と同じ

試料G 外衣: 芳香族ポリアミド100%の基布片面にアルミ蒸着フッ素系フィルム加工したもの
內衣: 綿100%のもの

ア 結果 (表2, 図2 参照)

(ア) 外衣表面温度について

各試料B, C, D, Gとも受熱時より温度は急上昇するが, B, C, DはGより温度上昇が大きく, 受熱30秒で13~17°C, 1分で17~24°C, 3分で26~29°C高い。

(イ) 外衣裏面 (內衣表面) 温度について

各試料B, C, D, Gは受熱時より, 外衣表面温度に影響され外衣表面温度に追従した温度曲線である。

(ウ) 內衣裏面温度について

各試料B, C, D, Gとも受熱時より温度は急上昇するが, 外衣表面より緩やかに温度上昇を続ける。GはB, C, Dより温度上昇は低く, B, C, Dのうち温度が低いCと比べると受熱1分で7°C, 2分で12°C, 3分で17°C低い。

イ 考察 (別表-1, -2 参照)

(ア) 試料Gの外衣表面, 外衣裏面 (內衣表面), 內衣裏面がB, C, Dより温度が低いのは, Gの外衣表面が銀色で熱反射が大きいためと思われる。

(イ) 衿せのものは, 內衣により空気層があるため断熱効果があるとしても, 外衣の熱通過が大きければ內衣裏面温度にも影響が及ぶものと思われる。

5. 総合考察

熱通過試験の結果から, 外衣の表面をアルミックス加工したものが, 熱反射のため他のものと比較して外衣の表面温度が低かった。また, アルミックス加工した防火衣服地の裏面温度は, 外衣だけの単衣よりも內衣のある衿せのものが外衣と內衣との間の空気層が存在するため低い温度であった。

その他, 色彩, 材質, 組織等による熱通過の特徴に大きな差違は見出せなかった。

別表-1 性能表 (その1)

6. おわりに

防火衣の性能は、熱的性能（燃焼，熱通過等），機械的強度（引張，引裂，破裂等），形状，運動性（機能性），軽量，通気性，着心地性など総合的観点から決定すべきもので，単に熱通過試験だけで決められるものではなく，また，防火衣の適性性能は通気性と防水性など相反するものもある。

今後は，各種試験を行い現実性のある防火衣について追求していくこととしたい。

【参考文献】

消防科学研究所報27号（平成2年）

項目		試料			
		アルミックス加工			
		F	E	G	A
温度の高低 低高	表面	1	2	2	4
	裏面	2	4	1	2
表面の色の濃淡		4 濃淡	3 濃淡	1 濃淡	2 濃淡
服地の厚さ (mm)		4 0.46	2 0.57	1 0.60	3 0.49
表面加工		アルミ蒸着	アルミ粉末 ゴムコーチ ンダ	アルミ蒸着 +フィルム	アルミ粉末 ゴムコーチ ンダ
単衣，衿の別		単衣	単衣	衿	単衣
組織		綾	平	綾	平
基布の材質	外衣	APA100	APA35-C65	APA100	APA100
	內衣	—	—	綿	—
基布の比熱 (cal/deg·g)		0.4	0.4 0.2	0.4	0.4
基布の番手		20/2	20/2	20/2	30/2
重量 (g/m ²)	基布	240	200	190	155
	表面加工	90	215	257	445

注)APAの比熱は，ナイロンの値である。
Cの比熱は，無定形炭素の値である。

別表-2 性能表 (その2)

項目		試料		
		アルミックス加工なし		
		C	D	B
温度の高低 低高	表面	1	2	3
	裏面	1	2	3
表面の色の濃淡		1 濃淡	3 濃淡	2 濃淡
服地の厚さ (mm)		1 0.61	3 0.49	2 0.55
単衣，衿の別		衿	衿	衿
組織	外衣	カルゼ織	カルゼ織	綾
	內衣	丸編ニット	丸編ニット	平
基布の材質	外衣	APA40+W60	APA50+W50	APA100
	內衣	APA25+W75	APA25+W75	APA100
基布の比熱 (cal/deg·g)		0.4	0.4	0.4
基布の番手	外衣	49/2 52/2	52/2	20/2
	內衣	41/1	41/1	40/1
重量 (g/m ²)	外衣	349	270	270
	內衣	280	280	300
水分 (g/m ²)	外衣	6.2	6.3	3.2
	內衣	8.3	8.3	1.5

注)APAの比熱は，ナイロンの値である。