

# 熔融アルミニウムが及ぼす防火服地への影響について

Study of the influence of the Melted Aluminum on the Turnout Coat

酒 匂 幸 夫\*  
小 林 幹 男\*\*  
川 崎 修 治\*\*

## 概 要

火災によって熔融したアルミニウムが、防火服地に落下或いは付着した場合の影響を把握するため、当庁で使用している一般消防隊員用防火衣、特別救助隊員用防火衣（以下「特救命防火衣」という）及び試験運用中の新型防火衣のそれぞれの服地について、試験台を用いて熔融アルミニウムの熱的影響度とその付着度合の測定試験を実施した。

主な結果は、次のとおりである。

1. 熔融アルミニウムの付着度については、新型防火衣と特救命防火衣は、表面が生地であるため、アルミコーティングされた現用防火服地に比べ熔融アルミニウムが付着しやすい。  
しかし、現用防火衣においても、縫い目糸の露出部分やポケットの蓋部分等の凸凹があると付着しやすくなる。
2. 熔融アルミニウム付着時の熱的影響度については、新型防火衣が、現用防火衣に比べ、熔融アルミニウムに対する遮熱効果が高い。

Aluminum is widely used in the building materials. It is superior to other metals in the corrosion resistance and the light weight, but is inferior to them in the low melting point, which means it is easily melted when it is exposed to fire.

There are fears that the melted aluminum drops the fire fighters on the fire scene.

Tests were made to survey the influence of the melted aluminum on the turnout coat.

The results were as follows.

1. The melted aluminum was more easily stuck to the new model turnout coat and the turnout coat for a rescue worker, both of which had cloth surface, than the aluminum coated turnout coat. The melted aluminum was easily stuck to the raised or sunken plaes such as the seams and the flaps of the pockets.
2. The new model turnout coat, which had its own inner wears, was more effective to shield the heat from the meltem aluminum than the aluminum coated turnout coat.

## 1 はじめに

一般住宅を含めた多くの建物の建材には、アルミニウムが数多く使用されている。

こうしたアルミニウムは、耐腐食性、軽量等の優れた特徴を有しているが、融点が低いため、火災の炎に包まれば、容易に融解する性質も併せ備えており、火災現場に従事する消防隊員の防火衣等への落下が危惧される場所である。

このようなことから、熔融したアルミニウムが、防火衣に与える影響を把握するため実験を実施したので、その結果をここに報告する。

なお、実験は、各種防火服地に対して熔融アルミニウムの付着試験及び熱的影響の2種類について行っており、実験方法、結果及び考察について、それぞれ個別に報告する。

## 2 防火服地に対する熔融アルミニウムの付着試験

### (1) 試験実施要領

実験は、図1に示す角度調整が可能な試験台に服地を画鋲により固定し、高さ20cmの位置から熔融したアルミニウムを落下させ、服地への付着量等の計測を実施した。

#### ア 試験台について

試験台は、厚さ2cmの木製で、先端部分の金具により角度の調整が可能となっており熔融アルミの落下する部分は、空間となっている。

\*装備部装備工場 \*\*第一研究室

実験は、45度を基準とし、熔融アルミニウムの付着が認められる場合は角度を上げ、逆に付着しない場合には角度を下げ、下限5度、上限80度の範囲について行った。なお、試験台への服地の固定は、画鋲10個により行なった。また、熔融アルミニウムの落下に際しては、落下距離が一定となるよう服地から上方20cmの位置に高さ調整金具を設けた。

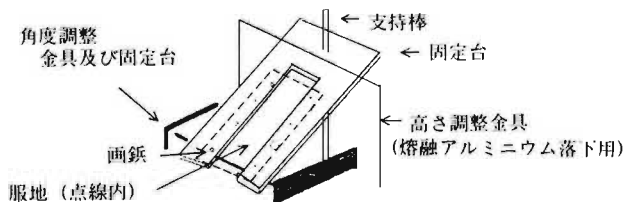


図1 試験台

イ 試験に用いた防火服地について

試験に使用した防火服地は、次の4種類とした。

- ① 新型防火服地 (新品)
- ② 現用防火服地 (新品)
- ③ 現用防火服地 (使用品)
- ④ 特救用防火服地 (使用品)

試験に際して、服地はデシケーター等による乾燥等を行わず、室内に置いたものを長さ35cm、幅20cmの形状に裁断して用いた。

なお、アルミニウムの付着量を確認するために試験前及び試験終了後に重量を測定した。

ウ 熔融アルミニウム

服地に付着させるアルミニウムは、10gの塊とした。このアルミニウムをステンレス製の容器内に入れ、800°Cの電気炉内で10分間加熱した後、取り出して5秒後に服地に落下させた。

(2) 試験結果

ア 新型防火服地について

新型防火服地の服地に対する熔融アルミニウムの付着については、基準角度の45度では、落下したアルミニウムは試験片に全て付着した。さらに傾斜角を60度にした場合においても、45度の時と同様に全てのアルミニウムが付着した。次に、熔融アルミニウムを付着させることが出来る限界である傾斜角80度で実施したところ、44%及び20%の付着量を示し、それらの残りは、試験片からはみ出た状況であった。(表1参照)

また、付着したアルミニウムの形状については傾斜角45度では扇形であったが、角度が大きくなるに従い扇形の角度は狭くなり、80度では帯状であった。(写真1、2、3参照)

表1 新型防火服地の熔融アルミ付着の試験結果

	傾斜角 45度			傾斜角 60度			傾斜角 80度		
	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)
1回目	14.0	24.6	100%	14.3	24.3	100%	14.2	18.6	44%
2回目	14.4	24.4	100%	14.3	24.3	100%	15.9	15.9	20%

イ 現用防火服地について

(ア) 現用防火服地 (新品の表面)

現用防火服地 (新品) に対する熔融アルミニウムの付着に関しては、傾斜角45度では、試験片の上を滑り落ち、付着は認められなかった。また、熔融アルミニウムが滑り落ちた試験片の部分は銀色から白色に変色していた。

次いで、傾斜角15度で実施したが、3回実施したうち2回は45度と同様に滑り落ちたが、他の一回は固定用の画鋲に接触し試験片に付着した。このことから傾斜角15度の場合、何か接触するものがある場合は付着するが、無い場合は滑り落ちるものと思われる。

さらに、傾斜角10度で実施したが、アルミニウムの付着の割合は、0%、26%、100%であった。

なお、26%、100%のアルミニウムが付着した位置は、落下位置下方に滑り落ちた位置であり、その形状も一定ではなかった。

次に、傾斜角5度について行ったが、落下した熔融アルミニウムは、落下位置で付着した。(表2及び写真4、5、6、7参照)

表2 現用防火服地(新品)の熔融アルミ付着の試験結果

	傾斜角 45度			傾斜角 15度			傾斜角 10度			傾斜角 5度		
	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)
1回目	25.8	25.8	0%	25.3	25.3	0%	24.8	24.8	0%	25.3	36.3	100%
2回目	24.7	24.7	0%	21.6	31.6	100%	26.0	28.6	26%	25.9	35.9	100%
3回目			%	24.6	24.6	0%	27.0	37.0	100%			%

(イ) 現用防火服地 (裏面)

現用防火服地の裏面における付着率は、傾斜角45度では29%及び100%であり、60度では24%であった。(表3及び写真8、9参照)

表3 現用防火服地 (新品裏面) の熔融アルミ付着の試験結果

	傾斜角 45度			傾斜角 60度		
	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)
1回目	24.8	27.7	29%	25.8	28.2	24%
2回目	26.2	36.2	100%			

ウ 現用防火服地（使用品）

使用品の現用防火服地については、平成4年1月に製造され消防署で使用されたものを裁断し試験に用いた。

(ア) 使用品現用防火服地（ポケット、テープ等が縫い付けてない服地）

使用品の現用防火服地については、傾斜角45度で実施したが、全く付着しないことから、傾斜角15度、10度で実施したが付着は認めなかった。また、落下した部分、滑り落ちた部分については、変色は認められなかった。

次に5度で実施したところ、落下したアルミニウムは、落下した位置から下方の位置に滑り落ち試験片に付着した。（表4及び写真10、11、12、13参照）

表4 現用防火服地（使用品）の熔融アルミ付着の試験結果

	傾斜角 45度			傾斜角 15度			傾斜角 10度			傾斜角 5度		
	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)
1回目	25.0	25.0	0%	25.5	23.5	0%	26.5	26.5	0%	26.3	36.3	100%
2回目	27.0	27.0	0%	27.0	27.0	0%	26.3	26.3	0%	25.2	35.2	100%
3回目			%	25.7	25.7	0%	24.8	24.8	0%			%

(イ) 使用品現用防火服地（ポケット、テープ等が縫い付けてある服地）

試験は、前イ、(ア)及び前ウ、(ア)で付着しなかった傾斜角15度で実施した。

その結果については次のとおりである。

a 反射テープが縫い付けてある試験片

落下後すべり落ちたアルミニウムは、反射テープ上部の縫目の糸で減速し、下部の縫目の糸に引っ掛かり停止し付着した。

b ベルト通し及び反射テープが縫い付けてある試験片

落下後すべり落ちたアルミニウムは、ベルト通し部分の縫目の糸に一部が付着し、棒状に伸びたアルミニウムは、反射テープ上部の縫目の糸付近にまで伸び付着した。

c 縫い目のある試験片

落下後すべり落ちたアルミニウムは、無線機取り付け金具の縫い目に付着した。

d ポケットが縫い付けてある試験片

落下後すべり落ちたアルミニウムは、垂直に伸びる縫目の糸に半分が付着し、残り半分は、ポケットのふた部分のくぼみに付着した。（表5及び写真14参照）

表5 現用防火服（使用品）の各部における熔融アルミ付着の試験結果

	傾斜角 15度		
	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)
反射テープが縫い付けてある試験片	45.7	55.7	100
ベルト通し等が縫い付けてある試験片	31.5	41.5	100
縫い目のある試験片	39.3	49.3	100
ポケットが縫い付けてある試験片	116.3	126.3	100

(ウ) 特救用防火服地について

特救用防火衣（使用品）に対する熔融アルミニウムの付着は、基準角度45度では、全てのアルミニウムが付着し、更に角度を上げた傾斜角60度においても、付着率は100%であった。次に80度で実施したところ、付着は、37%及び28%の付着となった。

また、付着の形状は、新型防火服地とほぼ同様な傾向を示した。（表6及び写真15、16、17参照）

表6 特救用防火服（使用品）における熔融アルミ付着の試験結果

	傾斜角 45度			傾斜角 60度			傾斜角 80度		
	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)	試験前 (g)	試験後 (g)	付着率 (%)
1回目	16.4	26.4	100%	16.9	26.9	100%	16.0	19.7	37%
2回目	14.9	24.9	100%	18.8	28.8	100%	23.5	26.3	28%

(3) 考察

ア 新型防火衣について

新型防火服地は、何れの傾斜角度でも熔融アルミニウムが付着したことについては、次の要因が考えられる。

まず、新型防火服地は、コーティング等をしていない平織の生地であり、傾斜した試験片には生地の編み目により、表面積が広がっているため落下した熔融アルミニウムの熱量は、服地へ逃げやすくなり、服地との接触部分では、温度低下が早まり、熔融アルミニウムの粘度が増加することが付着の第1の要因と考えられる。

次に、新型防火服地を織る糸は、「スパン」と呼ばれる5cm程度の短い糸を紡いだものであり、糸に毛羽があるとともに、服地状態になった場合は服地に無数の毛羽がある。従って、新型防火服地は400°C程度で分解を開始し炭化する芳香族ポリアミドであるため、約700°C程度の熔融アルミニウムが試験片に落下すると、新型防火服地はアルミニウムに接触した瞬時に分解し炭化するが、服地上の毛羽も炭化し柔軟性を失い針のように硬くなり、アルミニウムが滑り落ちることなく付着することが第2の要因と考え

られる。

#### イ 現用防火衣について

表面のアルミ粉末入りゴムコーティングは、防水性及び輻射熱を反射させるためのものであるが表面が滑らかであるため摩擦力が少なく滑り易い状態である。従って、傾斜角45度では落下したアルミニウムが一気に滑り落ちている。

また、滑り落ちた跡が銀色から白色に変色しているが、これは服地表面のアルミ粉末入りゴムのコーティングの表面が熱により分解されたものであり、傾斜角が小さくなるにつれて顕著に残っている。傾斜角15度では熔融アルミニウムが落下し服地に接触すると、アルミ粉末入りゴムのコーティングが熱により分解しガスを噴出し、そのガスが一瞬アルミニウムを浮き上がらせ、アルミニウムを滑り落とすような状況が確認された。

このようなことから、現用防火服地はアルミ粉末入りゴムコーティングにより表面がなめらかであり滑り易いこと、さらに、熱分解で表面から発生するガスがアルミニウムを押し上げることが滑り易く、熔融アルミニウムが付着しない要因であると考えられる。

#### ウ 現用防火衣（使用品）について

使用品のアルミックスは、経年変化による表面の擦れ等により、新品よりも付着し易いと思われたが試験の結果、付着する角度についての差は5度であり、あまり差は生じなかった。

#### エ 特救用防火衣について

付着の状況は、新型防火衣とほぼ同様な傾向を示していることから、生地繊維の違いは、アルミニウムの付着にはあまり影響していない。

### 3 熔融アルミニウム付着時の各種防火服地の熱的影響について

#### (1) 試験実施要領

17cm×17cmの各種防火服地の試験片の上に、800°Cの電気炉に10分間入れて熔融させたアルミニウム10gを高さ15cm（ステンレス製容器の底部から試験片までの距離）より落下し、試験片の表面及び裏面の温度変化を熱電対及び赤外線映像装置で測定するとともに、ビデオカメラで記録した。（図2、写真18、19参照）

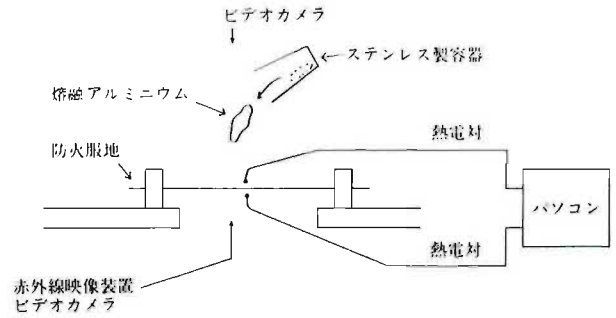


図2 試験要領図

試験については、次の防火服地について実施した。

#### ア 新型防火衣

- (ア) 外衣のみ……………（試験1-1）
- (イ) 外衣+內衣第1層（ゴアテックス）……………（試験1-2）
- (ウ) 外衣+內衣第1層（ゴアテックス）+內衣第2層（芳香族ポリアミド）……………（試験1-3）
- (エ) 外衣+內衣第1層（ゴアテックス）+內衣第2層（芳香族ポリアミド）+執務服地（試験1-4）

#### イ 現用防火衣

- (ア) 外衣のみ（試験2-1）
- (イ) 外衣+執務服地（試験2-2）

#### ウ 特救用防火衣

- (ア) 外衣のみ……………（試験3-1）
- (イ) 外衣+內衣……………（試験3-2）
- (エ) 外衣+內衣+救助服地……………（試験3-3）

#### (2) 結果及び考察について

##### ア 熔融アルミニウムの温度変化について

800°Cに温度設定した電気炉内に10分間入れて熔融したアルミニウムは、取り出した時点から温度が下がり始め、服地に落下した時点で約700°Cを示した。落下後20秒で約610°Cとなったが以後は温度の下降は緩やかになり、試験終了時の2分では約510°Cであった。（図3参照）

##### イ 新型防火服地の裏面温度変化について

##### (ア) 新型防火衣外衣（試験1-1）の場合

外衣服地では、炉より取り出したアルミニウムを試験片に落下すると、服地の表面及び裏面より瞬時に白煙が噴出し、試験後の裏面は黒焦の状態であった。

裏面の温度は、落下後1秒で100°C、4秒後には約400°Cに達し、その後温度上昇は緩やかになり、アルミニウム落下後13秒で453°Cと最も高い温度となった。（図3参照）

##### (イ) 新型防火衣外衣と內衣その1（試験1-2）の場合

アルミニウムを服地に落下すると、表面より白煙

が噴出した。裏面は2秒遅れて黄色みを帯びた煙が噴出するとともに、ゴアテックス層は、白色から褐色次いで黒色と変化した。

裏面の温度変化は、落下後2秒で80°C、8秒で400°Cに達したが、外衣のみの場合に比較し、その上昇は緩やかであった。

最も高い温度となったのは、落下後13秒の439°Cであった。(図3参照)

(ウ) 新型防火衣外衣と內衣その1と內衣その2(試験1-3)の場合

新型防火衣の服地構成では、アルミニウム落下後、瞬時に表面から白煙が噴出した。裏面については、表面よりも3秒遅れて噴出したが煙の量も試験1-2に比べ少なかった。裏面の色は白色から褐色となったが、試験1-2に比べると色の変化は緩やかであった。

試験後の裏面は、內衣その1は黒焦しているが內衣その2のジャージ層は濃い褐色の状況であった。裏面の温度は、3秒で70°Cとなり、12秒で200°C、18秒で300°Cとなったが、試験1-2よりも緩やかな上昇であった。

最も高い温度となったのは、落下後55秒の374°Cであった。(図3参照)

(エ) 新型防火服地と執務服(試験1-4)の場合

新型防火服地に執務服を重ねた場合の裏面の状況は、落下後20秒で白煙が噴出したが、その量は試験1-3に比較すると少なかった。試験終了後の執務服地裏面の部分は、黒色を帯びていた。

裏面の温度については、9秒で70°Cとなり、26秒で200°C、56秒で300°Cをそれぞれ示しており温度上昇も試験1-3に比べ緩やかであり、最も高い温度となったのは、落下後73秒の309°Cであった。(図3参照)

(オ) 試験1-1から試験1-4までの比較

試験1-1から試験1-4における裏面の温度変化についてまとめたものを、表7に示す。

表7 新型防火服地構造別の裏面温度比較

	裏面が70°Cに達した時間*	最高温度に達した時間及び温度
試験1-1	1秒	12秒 453°C
試験1-2	2秒	13秒 439°C
試験1-3	3秒	55秒 374°C
試験1-4	9秒	73秒 309°C

\*文末資料参照

試験1-1と試験1-2を比較すると、温度変化については、大きな差が生じなかった。

これは內衣その1が厚さが0.3mmと薄いこと、さらに透湿防水効果を発揮するため、ゴアテックス層をラミネート加工しており有効な空気層を形成しないため、遮熱効果が生じなかったと考えられる。

しかしながら、內衣その2を重ねた試験1-3では、內衣その2の厚さが1mmでかつジャージ編みであるため、有効な空気層が形成されることから、遮熱効果が生じ温度上昇が緩やかとなった。

次に執務服地を重ねた試験1-4では服地が増えたことと、これに伴いもう一層空気層が増えたことから遮熱効果はさらに高まっている。

ウ 現用防火服地の裏面温度変化について

(ア) 現用防火服地(試験2-1)の場合

熔融アルミニウム落下と同時に、付着した部分の表面及び裏面から白煙が噴出し、裏面は付着と同時に黒焦となった。服地は熱により収縮し、付着した周囲の一部がヒビ割れを生じていた。

裏面温度は、1秒後には87°Cとなった。そして7秒後には575°Cの最も高い温度を示したが、この時のアルミニウムの温度は628°Cで、その差は53°Cであり表面、裏面と同様の温度上昇傾向を示した。(図4参照)

(イ) 現用防火服地と執務服地(試験2-2)の場合

執務服を重ねた状況では、アルミニウムを落下させると同時に表面から白煙が噴出し、熱による収縮が確認された。

裏面については、落下5秒後に白煙が噴出し、アルミニウムの付着した部分が黒く焦げているのが確認された。

執務服地の裏面の温度は、アルミニウム落下後5秒で71°C、7秒で100°Cに達し、その後の温度上昇は早くなり12秒で400°Cとなった。裏面の最も高い温度は落下34秒後の450°Cであった。(図4参照)

防火服地に執務服地を重ねた場合の遮熱効果については、70°Cに上昇するまでの時間は試験2-1に比べ、約4秒の遅延効果が生じ、また、最も高い温度についても、試験2-1がアルミニウム落下後8秒の575°Cに対し、執務服地を重ねると34秒の50°Cであった。(図4、表8参照)

表8 現用防火衣の裏面温度比較

	裏面が70°Cに達した時間*	最高温度に達した時間及び温度
試験2-1	1秒	7秒 575°C
試験2-2	5秒	34秒 450°C

エ 特救命防火服地の裏面温度変化について

(ア) 特救命防火衣外衣のみ(試験3-1)の場合

特救用防火衣外衣は、試験1-1と同様にアルミニウムの落下と同時に表面、裏面から白煙が噴出し、裏面は焦げて黒色に変色した。変色した部分はアルミニウムの落下部分のみであった。

裏面の温度については、落下後1秒で100°Cを越え、3秒で400°Cになった。その後、温度上昇は緩やかになり、落下10秒後には最も高い温度の455°Cを示した。

なお、この温度上昇は、新型防火衣の外衣のみの場合に比較して速かった。(図5参照)

(イ) 特救用防火服地(試験3-2)の場合

內衣を取り付けた場合については、表面はアルミニウムの落下と同時に白煙が上昇した。裏面については、落下後8秒に白煙が出始め、その量が増えるとともに落下した部分は褐色に変色した。

実験終了後の裏面の状況は、アルミニウムの落下した部分は褐色の状況であった。

裏面の温度上昇は、試験3-1に比較すると緩やかであり、70°Cを示したのは落下後4秒であり、試験3-1よりも約3秒遅れている。最も高い温度を示したのは、落下後35秒の364°Cであった。(図5参照)

(ウ) 特救用防火服地と救助服(試験3-3)の場合について

救助服を重ねた場合では、裏面はアルミニウムが落下して30秒後に、白煙が確認されたが、その量は試験3-2に比べ少なく、裏面の色についても褐色に変色しているが試験3-2よりも薄かった。

裏面の温度上昇は、救助服を重ねたことによる遮熱効果により、試験3-2に比べ緩やかになり、70°Cとなったのが落下後9秒、最も高い温度は70秒後の300°Cであった。

特救用防火服地の構造の違いによる裏面の温度変化についてまとめたものを図5に、裏面の温度比較については表9に示す。

表9 特救用防火衣の裏面温度比較

	裏面が70°Cに達した時間*	最高温度に達した時間及び温度
試験3-1	1秒	10秒 455°C
試験3-2	4秒	35秒 364°C
試験3-3	9秒	70秒 300°C

オ 各種防火服地裏面の温度変化について

各種防火服地について熔融アルミニウム落下時の裏面温度をもとに、各種防火服地の遮熱性について比較をすると、裏面温度の温度上昇は現用防火服地が最も速く、次いで特救用防火服地、新型防火服地

の順であった。(図6参照)

現用防火服地と新型防火服地の裏面温度については、現用防火服地は、落下後8秒で最も高い575°Cを示したが、新型防火服地は8秒の時点では119°Cであり、現用防火衣に比べ456°Cの遮熱効果を示した。これは、現用防火衣の服地の厚さが0.4mmであるのに対し、新型防火衣の服地は1.8mm(外衣0.5mm、內衣第1層0.3mm、內衣第2層1mm)であり、服地の厚さによる違い、さらに服地内及び服地と服地の間に空気層が保持出来ることからこの様な遮熱効果が表れた。

この効果は內衣を有する特救用防火服地についてもあてはまり、現用防火服地よりも遮熱効果のあることが確認された。また、赤外線映像による熔融アルミ落下後の裏面の温度分布を見ると、新型防火服地と特救用防火服地は現用防火服地に比べ、高温の広がりが緩やかであることから、遮熱性が良いことが確認されている。

次に、人体の皮膚への影響が考えられる70°C(文末資料参照)に達したのは、現用防火服地では落下後1秒であり、執務服を重ねた場合が5秒であった。これに対し新型防火服地は3秒、執務服を重ねた場合は9秒と遮熱効果が表れた。

さらに、平素は下着を着用するので、この効果はさらに高まり、万が一、熔融アルミニウムが付着し熱さを感じた場合、皮膚が熱傷する前に防火衣を脱いだりする時間的な余裕を現用防火衣に比べて、伸ばせることが出来ることから新型防火衣は熱傷防止に効果がある。

また、消防活動時、放水等により服地に水分が付着している場合、水の気化熱により熔融アルミニウムの温度が低下するので、さらに熱に対する防護性が高まる。

4 まとめ

以上2件の試験のまとめを次に示す。

(1) 熔融アルミニウムの付着に関して

ア 現用防火衣におけるアルミ粉末入りゴムコーティングは、熔融アルミニウムとの接触部分にガス等を発生し、発生したガスの力により、熔融アルミニウムを持ち上げ、移動を促すため付着しづらくしているが、新型防火衣及び特救用防火衣は生地のため、この様な効果がなく、熔融アルミニウムが付着しやすい傾向を示している。

イ 現用防火衣(新品)においては、傾斜角10度が付着の境目で、それ以下の場合には付着する。

ウ 現用防火衣においては、縫い目糸の露出部分やポケットの蓋部分等の凸凹があると付着する可能性となる。

エ 特救用防火衣は、熔融アルミニウムの付着については新型防火衣と同様の傾向を示す。

## (2) 熔融アルミニウムの熱的影響に関して

ア 現用防火服地（一層）、特救用防火服地（二層）及び新型防火服地（三層）の3種類における熔融アルミニウムに対する熱防護性は、新型防火服地が一番良く、次いで、特救用防火服地、現用防火服地の順となり、防火服を形成する服地の数とそれに伴う空気層の数の多さに比例した結果となった。

このことから、防火衣の着用に際しては、活動性を阻害しない、多少ゆとりのあるものが、良いと考えられる。

イ 熔融したアルミニウムが防火衣等に付着した場合付着量に影響するが、今回の10g程度であれば、時間とともに、防火衣内に温度が伝達され、最終的には、相当量の熱を受けることから、出来るだけ速やかに水で冷却するとともに、脱ぐ等の必要な処置を講ずる必要がある。

## 5 今後の課題

今回の試験結果から、アルミコーティングをしていない、通常の服地の場合には、熔融アルミニウムの付着を避けることができない結果となった。

しかし、ISO（国際標準化機構）における防火衣の対流熱試験を考慮した熱防護性の高い防火衣を考えていく上では、防火衣に通気性を持たせることは、消防活動における消防隊員の体温上昇を抑える上で、極めて必要な機能となっているが、通気性の無いアルミコーティング服地では、その効果が期待できない。

今後は、紡績前の糸の段階でのアルミコーティングなど、現行技術では多少無理な面もあるが、新たな素材の開発で、消防隊員の安全性、活動性の向上を主眼に研究を邁進させていきたいと考える。

## 参考資料

熱が皮膚に損傷を起こすには、一定の熱量が皮膚に与えられ、皮膚の温度が異常に上昇する必要がある。これには、皮膚に接触する物質の温度、熱容量、接触時間が関係する。これに関して「熱による組織の破壊は温度と作用する時間で決まり、人間の皮膚表面の温度が70°C以上になった場合は、1秒未満で皮膚が壊死を発生させる（熱傷発生要因としての時間と体表面温度の相対的重要

性について：米国ハーバード大学医学部・医学博士A. R. モリツ&ヘンリキューズ)」の研究報告から、防火服地の裏面温度が70°Cに達した時点危険であるとして考察を行う。しかし、裏面温度が70°Cの服地が皮膚に接触しても、人間の皮膚温がそれより低く人体の他の部分へ熱が伝導すること、皮膚表面上の汗の気化等により、皮膚温が直ちに70°Cになり熱傷を起こすものではない。

## 参考文献

「目で見える救急処置」恩地 裕 杉本 侃  
武田薬品工業株式会社編

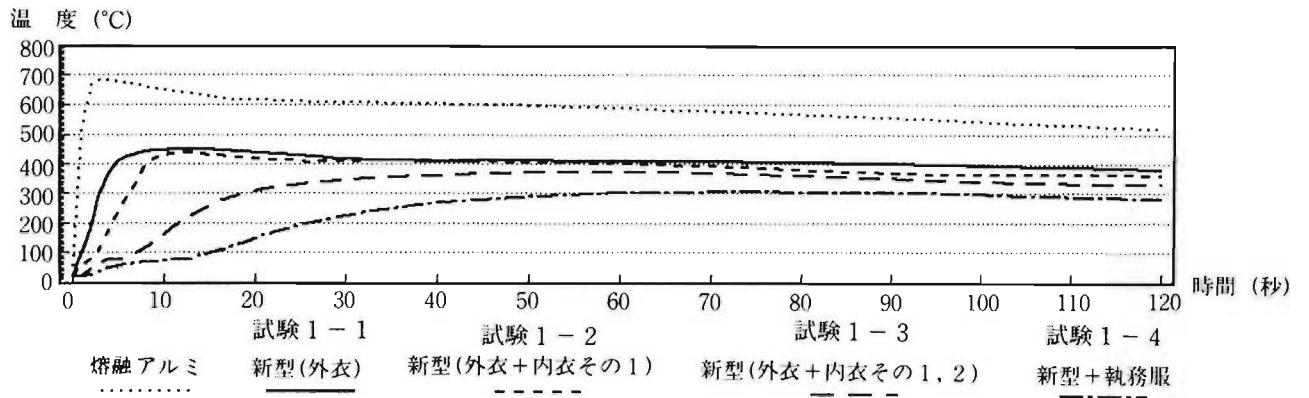


図-3 新型防火服地における熱通過の状況

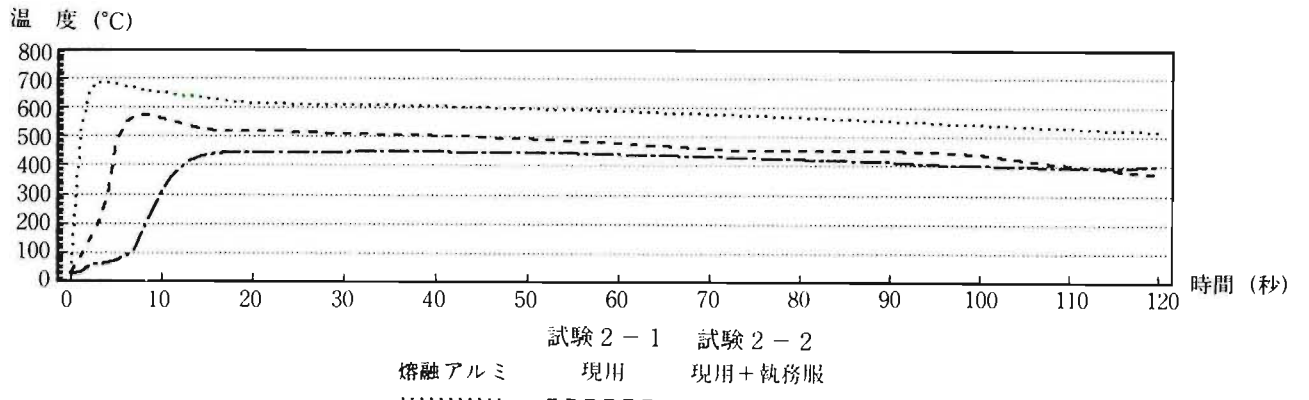


図-4 現用防火服地における熱通過の状況

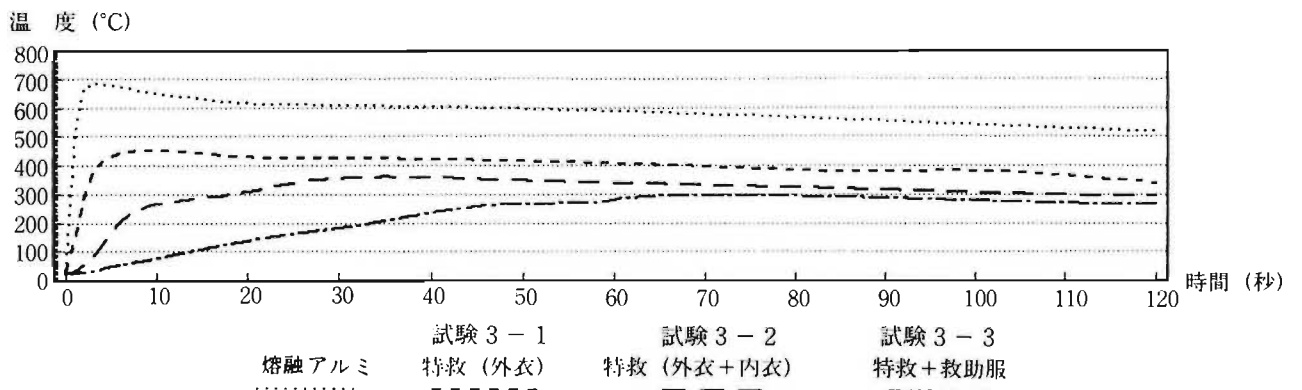


図-5 特救防火服地における熱通過の状況

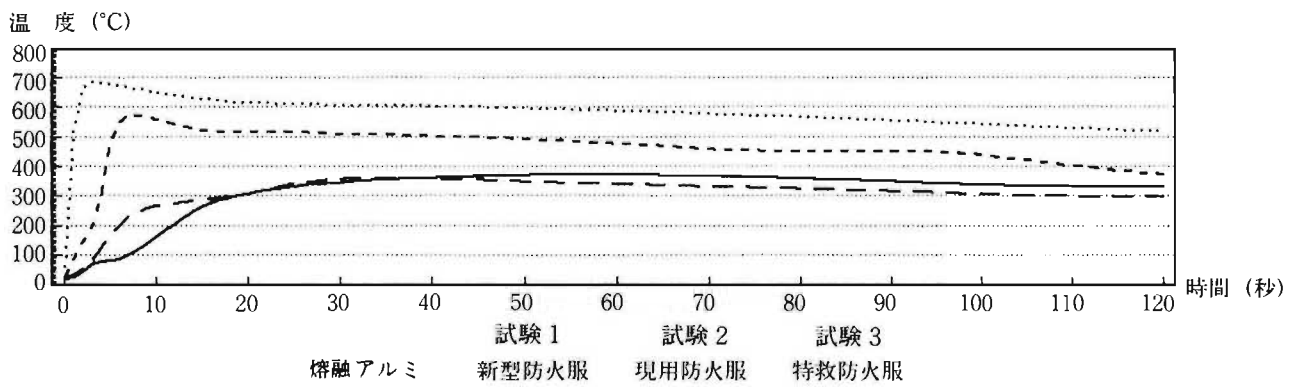


図-6 各種防火服地における熱通過の比較





写真 1 - 1  
新型防火服地  
(新品、45度)



写真 1 - 2  
新型防火服地  
(新品、45度)



写真 2 - 1  
新型防火服地  
(新品、60度)



写真 2 - 2  
新型防火服地  
(新品、60度)



写真 3 - 1  
新型防火服地  
(新品、80度)



写真 3 - 2  
新型防火服地  
(新品、80度)



写真 4 - 1  
現用防火服地  
(新品、45度)



写真 4 - 2  
現用防火服地  
(新品、45度)



写真 5 - 1  
現用防火服地  
(新品、15度)



写真 5 - 2  
現用防火服地  
(新品、15度)



写真 5 - 3  
現用防火服地  
(新品、15度)



写真 6 - 1  
現用防火服地  
(新品、10度)



写真 6 - 2  
現用防火服地  
(新品、10度)



写真 6 - 3  
現用防火服地  
(新品、10度)



写真 7 - 1  
現用防火服地  
(新品、5度)



写真 7 - 2  
現用防火服地  
(新品、5度)



写真 8 - 1  
現用防火服地  
(新品、裏面、45度)



写真 8 - 2  
現用防火服地  
(新品、裏面、45度)



写真 9  
現用防火服地  
(新品、裏面、60度)



写真 10 - 1  
現用防火服地  
(使用品、45度)



写真 10 - 2  
現用防火服地  
(使用品、45度)



写真11-1  
現用防火服地  
(使用品、15度)



写真11-2  
現用防火服地  
(使用品、15度)



写真12-1  
現用防火服地  
(使用品、10度)



写真12-2  
現用防火服地  
(使用品、10度)



写真13-1  
現用防火服地  
(使用品、5度)



写真13-2  
現用防火服地  
(使用品、5度)



写真14-1  
現用防火服地  
(使用品、15度)



写真14-2  
現用防火服地  
(使用品、15度)



写真14-3  
現用防火服地  
(使用品、15度)



写真14-4  
現用防火服地  
(使用品、15度)



写真15-1  
特救防火服地  
(使用品、45度)



写真15-2  
特救防火服地  
(使用品、45度)



写真16-1  
特救防火服地  
(使用品、60度)



写真16-2  
特救防火服地  
(使用品、60度)



写真17-1  
特救防火服地  
(使用品、80度)



写真17-2  
特救防火服地  
(使用品、80度)



写真18  
試験実施状況



写真19  
10gのアルミニウム塊の状況

確認を行ないたい。

また、今後は模型のガス燃焼量や空調機器の風量等を変えながら実験を行なうと共に、建築等各分野で検討されている煙の流動予測技法と模型実験や実大火災実験の結果との比較検討なども併せて行い、避難安全対策、消防活動対策をまとめていくつもりである。

#### 参考文献

- 1 建築研究報告 No87 MARCH 建設省総合技術開発プロジェクト 住宅性能総合評価システムの開発研究報告書 建設省建築研究所
- 2 建設省住宅局建築指導課監修 新・排煙設備技術指針 1987年版 日本建築センター
- 3 消防科学研究所報 平成5年 30号 東京消防庁消防科学研究所
- 4 消防科学研究所報 平成6年 31号 東京消防庁消防科学研究所
- 5 消防学校第二校舎火災実験報告書 平成4年9月 東京消防庁