

全蒸着による耐熱服布地の研究

山 田 捷 人*

1 研 究 の 目 的

消防用耐熱服の理想的なあり方としては、火災現場において炎、落下物などによる身体への擁護は言うまでもないが、加えて軽量でありしかも活動性に富んだものでなければならない、しかし落下物などによる人体の保護と、軽量で活動性のあるものの二つは互いに相反するものがあるが、火災現場において体力と迅速性を必要とする消防活動には、むやみに重量を増すことは、それだけ活動の自由が奪われたり体力の消耗などから自ら事故を引きおこす結果ともなりうる。

消防隊員が着用する耐熱服は、これらの安全性をそこなわないかぎり軽量とすることが望ましく、従来使用されている耐熱服は重く非活動的であるということから、これに比べより熱反射特性の高い、しかも軽量の耐熱服布地を開発しこの耐熱服の最も難点である高重量、非活動性を解消することを研究の目的とした。

すなわち、耐熱服布地に熱反射特性の高いものを具備させ、現用耐熱服の中間布地、裏布地部分を取り除き、重量を3分の1程度にしようとするものである。

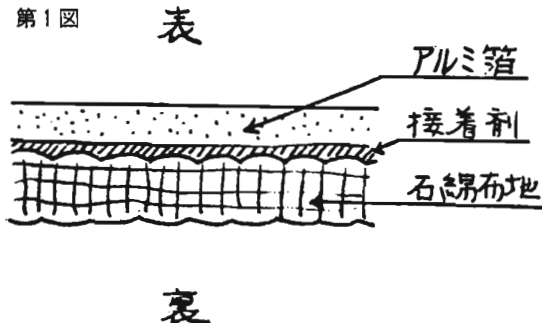
2 供試物の説明

(1) 現用耐熱服布地

石綿布地にアルミ箔を圧着したもの三種類を試料とした。

- 国産A社のもの(平織) : A
- 国産B社のもの(綾織) : B

第1図



* 第一研究室

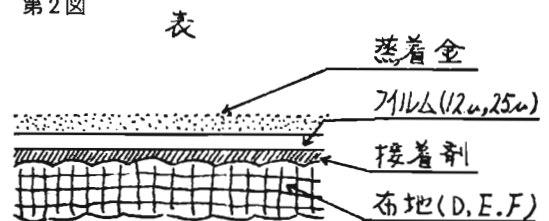
- 外国C社のもの(綾織) : C
- (2) 試作耐熱服布地

12μ, 25μの二種類のマイラーフィルムに可視光線透過率20%±2になるように金を真空蒸着し、金が外側に出るものと、金が内外、フィルムが外側に出るよう布地に接着したものを試作した。

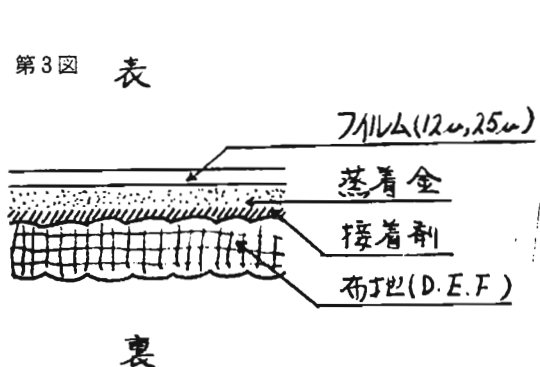
布地は、耐熱服表布地に使用する石綿平織布地(以下Dという)、耐熱服中間布地のガラス布地(以下Eという)、F社の開発した薄手ガラス布地、杉綾織(以下Fという)の三種類の布地を使用した。

- Dに12μフィルム内金外のもの : D-1
- Dに12μフィルム外金内のもの : D-2
- Dに25μフィルム内金外のもの : D-3
- Dに25μフィルム外金内のもの : D-4
- Eに12μフィルム内金外のもの : E-1
- Eに12μフィルム外金外のもの : E-2
- Eに25μフィルム内金外のもの : E-3

第2図



第3図



- Eに25μフィルム外金内のもの：E-4
- Fに12μフィルム内金外のもの：F-1
- Fに12μフィルム外金内のもの：F-2
- Fに25μフィルム内金外のもの：F-3
- Fに25μフィルム外金内のもの：F-4

3 試験項目と方法

(1) 試料の重量測定

10cm×10cmの試料を24時間デシケーターに入れ水分を除き化学天秤で重量測定をした。

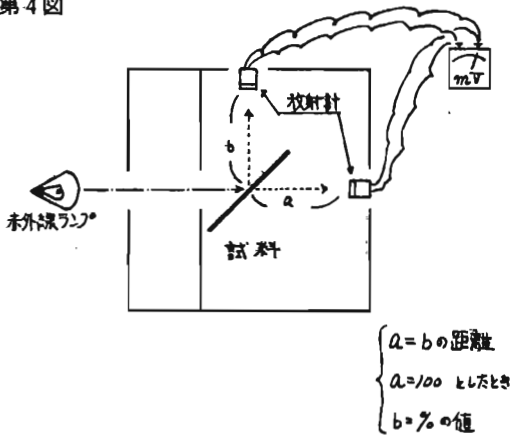
(2) 試料の厚さ測定

マイクロメーターにより試料3ヶ所を測定し、その平均値を試料の厚さとした。

(3) 熱反射試験

赤外線電球100V, 200Wを熱源とし、光線が平行光線に近い状態において、試料の面に45度の方向に照射し、入射光線と直角方向の反射光線を放射計で測定したときの反射率を求めた。

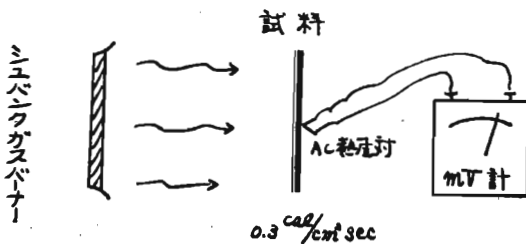
第4図



(4) 熱通過試験

シヨバンクガスバーナーを熱源とし、試料表面に、 $0.3 \text{ cal/cm}^2 \text{ sec}$ の放射熱を当てたとき、裏面の温度がどの位上昇するかを時間ごとに測定した。

第5図



4 試験結果および考察

(1) 試料の重さについて

現用耐熱服布地および試作金蒸着布地の重量測定を行なった結果は第1表および第2表のとおりであった

1 試料の重量測定

第1表 現用耐熱服布地

試料名	A	B	C
試料数			
1	8.336	7.201	7.863
2	9.247	7.176	7.828
3	9.774	6.975	7.838

単位 = g

第2表 試作耐熱服布地

試料名	重さ	
D	1	8.024
	2	7.997
	3	8.160
	4	8.231
E	1	4.626
	2	4.682
	3	4.830
	4	4.760
F	1	2.099
	2	2.048
	3	2.245
	4	2.256

単位 = g

この結果Aが一番重くAの三試料の平均は9.11gであり、試作：Dがこれに続く、もともとAとDは同一の布地であるがアルミ箔あるいは金を布地表面に加工したため多少の重量差がここに表われたものである。

一番重いAを1とした場合の各試料の重量比は次のとおりである。

$$A=1 \quad B=0.78 \quad C=0.86$$

$$D=0.89 \quad E=0.59 \quad F=0.24$$

となる、一般に石綿を布地として使用する場合、石綿は弱くて脆いために布に織る糸そのものがどうしても太くなり布地も厚く重いものが織り上がってしまう、これに対しE、Fはいずれもガラス布地であり、石綿布地に比べ軽い、特にFはAの約4分の1程度である。

(2) 試料の厚さについて

各試料の厚さは第3表および第4表のとおりであった。この結果Aが一番厚くその順位は、重さ測定の場合とまったく同じであり比率がやや異なる程度である次にAの厚さを1とした時の各試料の比を示すと、

$$A=1 \quad B=0.76 \quad C=0.88$$

$$D=0.94 \quad E=0.30 \quad F=0.16$$

のようになる。

2 試料の厚さ測定

第3表 現用耐熱服布地

数	試料	A	B	C
1		1.066	0.868	1.040
2		1.176	0.895	1.035
3		1.215	0.890	0.995

単位=mm

第4表 試作耐熱服布地

試料名	厚さ	
D	1	1.088
	2	1.081
	3	1.090
	4	1.078
E	1	0.345
	2	0.343
	3	0.357
	4	0.360
F	1	0.194
	2	0.194
	3	0.193
	4	0.193

(3) 熱反射試験について

熱反射試験の結果は第5表および第6表のとおりであった。

3 熱反射試験

第5表 現用耐熱服布地 単位=%

試料名	A	B	C
1	72.6	65.2	84.7
2	67.6	63.4	86.9
3	70.3	60.8	75.8

第6表 試作耐熱服布地

試料名	熱反射率	
D	1	90.6
	2	75.5
	3	93.1
	4	85.5
E	1	91.7
	2	79.1
	3	95.1
	4	80.4
F	1	91.1
	2	85.5
	3	97.7
	4	83.3

単位=%

この結果Aは67.6%~72.6%でありBは60%~65.2%、Cは75.8%~86.9%の熱反射率を示している。Cはかなり高い熱反射をしているがこれは外国製であり、国産のものは60%~73%位である。

試作のものは、金が表面に出たものはいずれも90%以上の熱反射をし、特に高反射率を示したのはF-3であった。しかし試作試料のうちフィルムが表面に出たものは、熱反射は低下し、Cと同程度になる。

(4) 熱通過試験について

シュバソックガスバーナーを熱源とし、放射計により0.3cal/cm²secの位置に試料の熱反射面をバーナーに向け設置し裏面温度を測定すると第7表、第8表および第9表のとおりである。

4 熱通過試験
第7表 現用耐熱服布地 (表地だけ) 単位=°C

試料	数	時分			
		1分	2分	3分	4分
A	1	17.0	22.0	25.0	26.5
	2	17.0	21.0	25.0	27.5
	3	17.0	21.0	25.0	28.0
B	1	15.0	19.0	26.5	29.0
	2	22.5	27.5	30.0	31.0
	3	18.0	23.0	27.5	29.5
C	1	16.0	24.0	26.0	28.0
	2	18.0	23.0	25.0	27.0
	3	17.0	24	27.0	28.5

第8表 現用耐熱服布地 (三枚重ね)

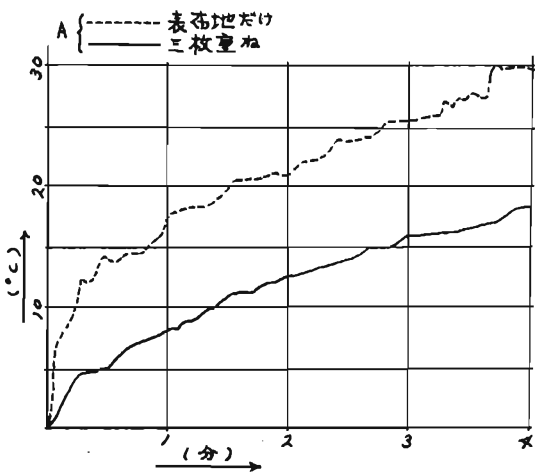
単位=°C

試料	時分	数			
		1分	2分	3分	4分
A	1	8.5	15.5	16.0	18.0
	2	7.0	9.5	13.5	15.0
B	1	7.0	11.0	14.0	15.5
	2	6.5	10.0	13.5	16.6
C	1	8.0	13.0	17.0	19.5
	2	6.0	11.0	15.0	19.0

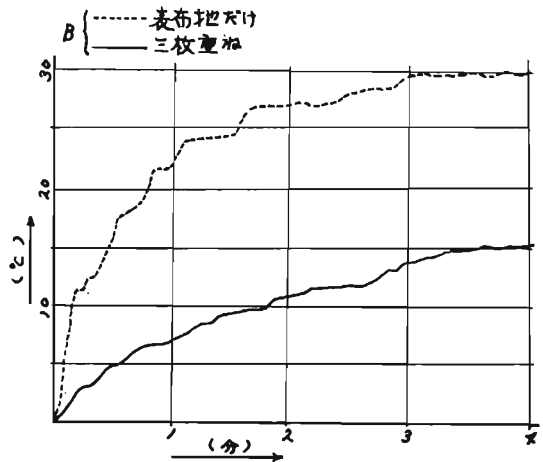
第9表 試作耐熱服布地

試料	時分	数			
		1分	2分	3分	4分
D	1	10.0	15.0	17.5	19.0
	2	62.0	80.0	85.5	96.0
	3	12.0	15.0	18.0	20.0
	4	72.0	91.0	98.0	103.0
E	1	8.7	9.5	11.4	14.0
	2	70.0	71.0	74.0	76.0
	3	9.5	14.0	15.0	14.0
	4	75.0	80.0	85.0	87.0
F	1	10.0	11.0	12.0	16.0
	2	61.5	66.0	70.0	74.0
	3	13.5	16.5	17.5	19.0
	4	71.0	77.0	84.0	91.0

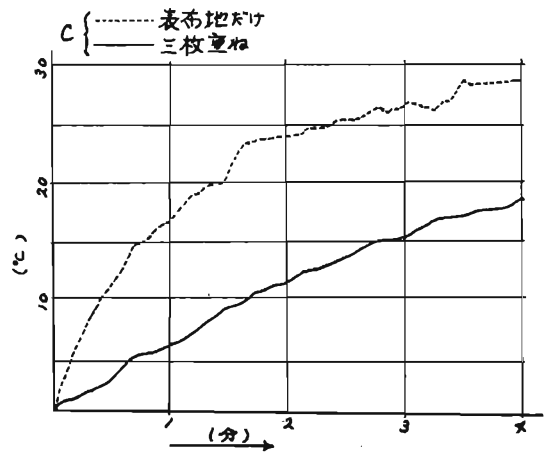
第6図



第7図



第8図



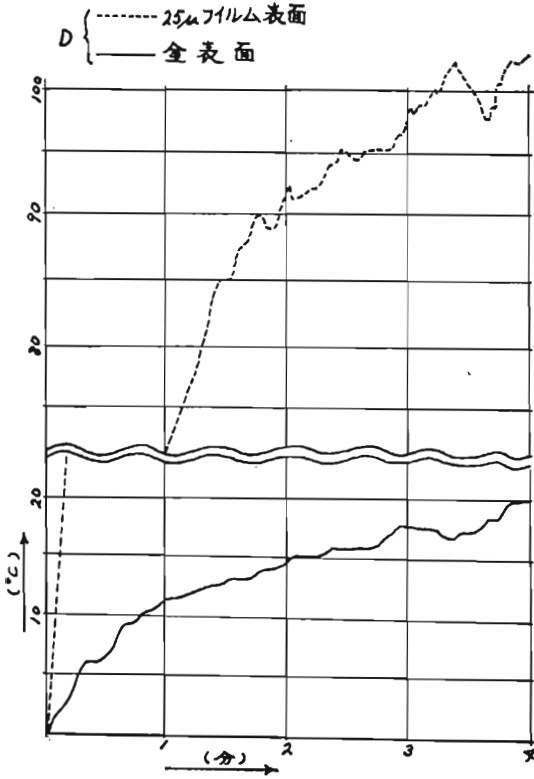
この結果はAは4分間に26.5°C~28.0°Cの温度上昇を示し、Bは29.0°C~31.0°Cであつた。またCは27.0°C~28.5°Cという値を示した。これらの試料にガラス布、モケットを重ねた時の温度上昇は、Aでは15°C~18°C、Bでは15.5°C~16.6°C、またCは19°C~19.5°Cと温度上昇は低下する、この時の温度上昇曲線は第6図~第8図のようになる。

これに対し、試作試料のうち金が外に出たものの4分後の温度上昇は、Eはいずれも14°C、Fは16°C、19°Cでありまた、耐熱服用石綿布を使用したD-1は19°C、D-3は20°Cでありいずれもかなり良好な遮熱効果が見られる。しかしフィルムが表面に出たものは遮熱効果は良くなく、特に温度上昇の激しいF-4は103°Cにもなつた。

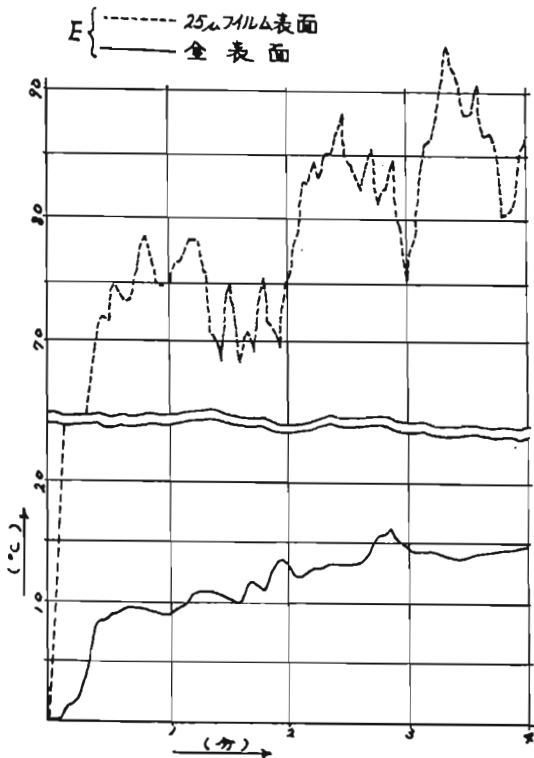
アルミックス防火服地に同じ熱量を与えたときの温度上昇は4分後に111°Cであり、フィルムが表面に出たものは、これとほぼ同程度の遮熱効果しかない。

図からもみられるようにフィルムが外に出たものは僅か30秒間に50°C~70°Cと急激に温度上昇し、またア

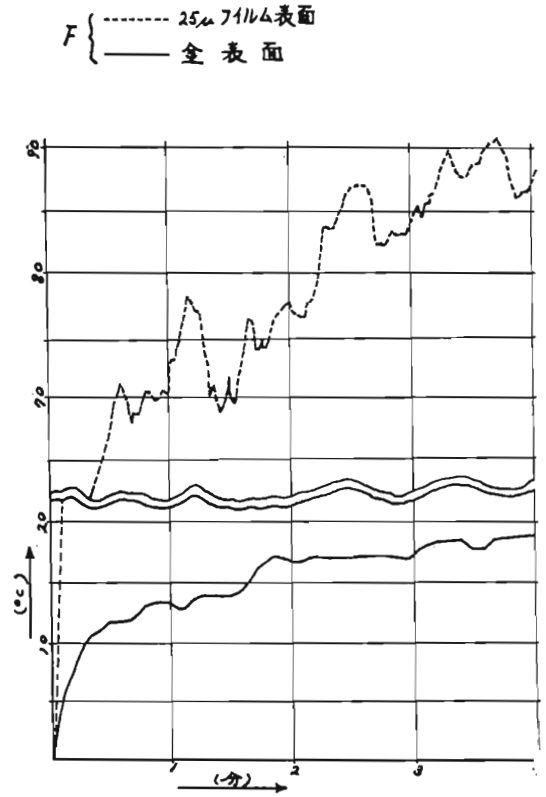
第9回



第10回



第11回



ルミックス防火服布地に類似した温度上昇曲線をしている。

(5) 布地の引張り強度について

布地の引張り強度については今回試験を行なわなかったが、資料によるとBの引張り強度は、たて55.5kgよこ26kgであり、Cはたて72.3kg、よこ37.4kgである。B、Cはいずれも石綿布でありこれに対し薄地のガラス布地Fは、検査協会の証明書によると、たて201kg、よこ153kgというかなりの強度があり、石綿布地よりむしろガラス布地の方が強いと言える。

(6) むすび

以上述べてきたとおりであるが、ガラス布地は比較的軽く、また強く金蒸着した試料のうち温度上昇のもつとも低いのは金が外に出たE-1、E-3、であった。また熱反射試験においてもE-3は95.6%という高い反射率を示している。しかし、蒸着した金はやわらかいため磨耗、剝離しやすいものと思われるので、金を保護するために薄いフィルムを表面に出した試料は熱通過試験を行なうと急激な温度上昇をし、金蒸着の性能はまったく失われてしまう。

今後の研究課題として表面に出た金の耐磨耗性、剝離などの保護についてさらに進めたい。