

工事中養生シートの難燃性

丸 一 俊 雄

熊 谷 敏 男

§1. はじめに

工事中養生シート（以下シートという）の用途は、建築工事進行にともない種々の目的で用いられるが、一応次の場合があげられる。

- 1) 風雨、日光の遮へい
- 2) 通行者に危害を加えないための、ゴミ、熔接・熔断中の火花、コンクリート・モルタル等の落下防止
- 3) 工事現場内の隔離
- 4) 天 幕
- 5) 資材、機械などの養生
- 6) コンクリートの養生
- 7) 床、壁等の仕上げ後の損傷防止

これらのうち、シートとして難燃性を必要とする場合は、熔接・熔断などの火花落下防止であるが、工事者の不注意によるタキビなどで火災を起こす場合も多い。

東京消防庁管内のシートの火災統計、およびその原因調査によれば、表-1、表-2、表-3 のように示されている。

年	件 数
昭 和 35 年	50
昭 和 36 年	54
昭 和 37 年	87

表-1 最近の火災件数

原因の種類	年 別		
	昭和35年	昭和36年	昭和37年
酸素・電気等の熔接中の火花	26	31	49
酸素等による熔断中の火花	10	8	22
タバコの投捨て	7	3	5
赤熱リベット	2	2	3
た き 火	1	4	1
煙突の火の粉	2	2	0
そ の 他	2	4	7
総 計	50	54	87

表-2 火災原因別による統計

地区別	用途地域別	昭和35年	昭和36年	昭和37年
防 火	商 業	24	23	27
	工 業		1	1
	住 居	1		
準 防 火	商 業	16	18	38
	工 業		1	1
	準工業	2	4	2
	住 居	2	2	1
	その他		1	
指定なし	工 業	2		
	準工業		1	1
	住 居	2	1	7
	その他	1	2	

表-3 地域・地区別による火災統計

これらの統計からみれば、シートの難燃性処理の重要性が明確となる。都条例として、昭和37年7月1日からシートは不燃性処理を行うよう定められている。

研究所では、その重要性を検討し、昭和31年から購買部の依頼によって、試験調査を行ってきたが、初期の難燃性試験に合格しても、長期間屋外で使用した場合、処理薬剤が耐久性に乏しいときは、問題であることが解った。

このため、ウェザーメーター試験、屋外曝露試験を繰返し、この研究結果にもとづき、社内購入規格(案)を作成した。ここに研究内容を報告する。

§ 2. シートの材質とその難燃性処理方法

市販シートの材質と、それに用いられる難燃性処理方法は表-4の通りである。

分類	シートの材質	難燃性処理*
有機質	木綿・麻	有機チタンまたは塩化パラフィン・三酸化アンチモン
	スフ	塩化ビニール・三酸化アンチモン
	スフ・ビニロン混紡	〃
	木綿・ビニロン混紡	〃
	ビニロン	〃
	ナイロン	〃
無機質	塩化ビニール	無処理
	ガラス繊維	無処理
	石綿	〃

表-4 シートの種類とその処理

(* 難燃性ととも防水処理が行われる。)

このうち、現在有機質シートの難燃性処理として考えられているものは、大別して次の2種の方法である。すなわち、綿、麻等の天然繊維はエマルジョン方式による浸漬塩化パラフィン法を用い、ビニロン、ナイロン等の合成繊維は溶液方式による浸漬塩化ビニール法を採用している。

前者は以前、硫安、燐安、硼砂などの水溶性防災処理剤が用いられていたが、潮解性が大きく、耐水性が悪く、耐候性に欠ける。最近では、有機チタンの溶液浸漬によって耐久性改良の研究がなされているが、ほとんど普及していないようである。

現在は材質として、後者の合成繊維を塩化ビニール加工したものが主として用いられている。しかし、処理方法が悪いと耐久性に欠けるものが多いため、十分な管理

が必要である。

無機質シート系のもは引張強さがなく、ことにガラス繊維を主体としたものは引張強さが大きい。しかし、熔融点が600°C前後のため、赤熱リベットの落下防止は困難であると思われる。

石綿繊維シートは引張強さが小さいため、鉄線メッシュまたは銅線メッシュを入れる必要が生じてくる。またこの熔融点が1300°C程度であるため、工事中の熱源では問題になることはない。

しかし、無機質シートは不燃性の防水処理が困難であり、一般にはこの防水性と難燃性とは相反の関係にあるため、これらのシートは防水処理を行っていないのが普通である。

§ 3. 難燃性試験方法

昭和37年7月、シートの不燃性に関する都条例が実施されたと同時に、東京消防庁告示第16号に、その試験方法が定められた。

同じ試験方法として防衛庁規格がある。すなわち、下記の通り。

A. 消防庁規格

写真-1の試験装置を用い、熱源にはアルコールランプを用いる。燃料は純度99.5(vol%)以上のエタノールを用い、炎の長さは45mmに調節する。供試体の前処理としては50°Cの温湯に30分間浸漬し、50±2°C、湿度10% R.H.の状態に24時間乾燥してから、シリカゲル入りのデシケーター中に放置し、室温まで冷却する。供試体の寸法は31cm×22cmとし、5枚選択するよう定められている。

試験方法は、前処理をした供試体を45°に傾斜した試験体架にゆるみのないように張り、あらかじめ炎の長さを調節したアルコールランプを、供試体下面から炎の先端までの鉛直距離が3mmになるように定められた位置におき、加熱する。加熱時間は2分間とし、2分後、アルコールランプを取り出し、炭化面積をプランメーターで測定する。結果は供試体の総数の平均値をcm²で表示し、次の規準にもとづいて判定する。

判定規準は、供試体の外観を観察し、比較のための未処理の布地と比べ、著しい吸湿性、変色等の異状を呈しないもので、かつ燃焼試験にあって炎の大きさが著しく大きくなく、また炎の形状が甚だしく異状を呈しないものであるとともに、火焰を伴う熔融物が落下しないも

のであることとし、判定等級として、A級とB級とに区分している。

A級は炭化面積が 35cm^2 以下、残炎時間が1 sec以下とし、B級は炭化面積が $36\sim 40\text{cm}^2$ 、残炎時間が3 sec以下としている。

これらは、難燃処理以外の目的をもって布地に処理した附着物の燃焼による残じんが、空気を送ることにより炎に発展するものであってはならないとしている。



写真一1 消防庁規格の試験装置

B. 防衛庁規格

試験は耐火度と防火度との2種に分かれ、耐火度試験は写真二のように、純エタノール1 ccを口径の内径15mm、深さ7mmの容器にとり、その容器の口より3 in (75mm)の距離に水平に供試体を置き、アルコールが完全燃焼し終わった後、供試体の炭化面積の最大直径を測定し、判定規準にもとづいて判定する。

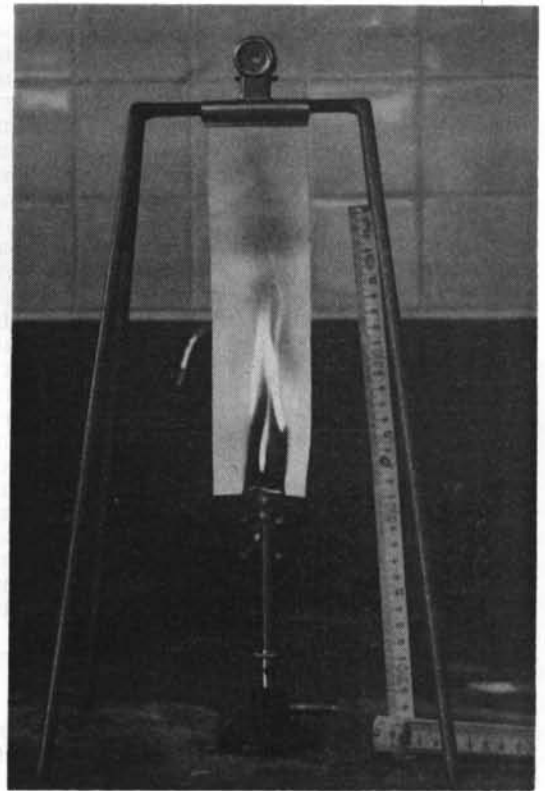
防火度試験は写真三のように、口径 $\frac{3}{8}$ in (9.4mm)のガスバーナーを用い、炎の長さ $1\frac{1}{2}$ in (37.5mm)、そのうち長さ $\frac{3}{8}$ in (18.7mm)が還元焰になるように調節する。供試体は、幅 $2\frac{1}{2}$ in (62.5mm)、長さ10 in (250mm)の大きさのもので、ガスバーナーの先端から $\frac{3}{8}$ in (18.7

mm)の個所に供試体の下端がくるように垂直につり下げる。次に、ガスバーナーの炎を接し、12秒間後バーナーを取り去り、規定以上の炎が揚ってはならないとしている。

判定は表一五の通りである。



写真二 防衛庁規格の耐火度試験



写真三 防衛庁規格の防火度試験

呼称	耐火度	防火度
1 級	3"(75mm)以内	2 sec 以内
2 級	4"(100mm) "	4 "
3 級	5"(125mm) "	6 "
4 級	6"(150mm) "	7 "
5 級	7"(175mm) "	8 "

表一五 耐火度および防火度

(注) 蒸溜水 60°C に 15 分間浸漬したのち
常態に乾燥後試験する。

§ 4. 市販シートの難燃性試験

表一六 に示す市販シート44種類の試料に対し § 3. に記す難燃性試験を行った。この試験は昭和31年4月ごろから開始したものであって、当時消防庁規格の制定がなかったため、すべて防衛庁規格にもとづいて実施した。結果は表一六の通りである。表のうち、防火度とは炭化面積部分の最大直径をもって示す。(表中下線のある数字は当社社内規準案に不合格のもの、当社社内規準案は多数の試験結果から経験的に表一六に附記した如く定めた。)

試料番号	材 質	難 燃 性 処 理	引張強さ(kg/cm ²)		伸 び 率(%)		耐火度 (mm)	防火度 (mm)	残炎時間 (sec)
			タテ	ヨコ	タテ	ヨコ			
1	綿	塩バテ法	41.9	37.9	33.3	14.7	49	75	0
2	ス	塩ビ法	39.9	26.7	26.2	8.3	36	72	0
3	ビニロン	〃	36.0	32.4	40.5	18.4	37	68	0
4	ス	〃	39.6	28.6	39.0	20.8	46	100	0
5	ビニロン	〃	45.6	38.6	18.9	24.7	34	140	20.3
7	〃	〃	54.4	41.2	49.5	22.5	45	41	0
8	混紡ビニロン	〃	34.5	19.6	33.0	11.5	51	51	0
9	ス	〃	49.3	40.8	24.0	15.4	43	59	0
10	〃	〃	28.4	35.3	13.2	15.4	45	49	0
11	ビニロン	〃	94.3	63.3	27.0	36.0	40	98	8.5
12	ス	〃	54.0	41.5	30.7	27.0	45	66	0
13	ビニロンとス	〃	49.5	43.3	27.3	41.4	54	60	0
14	〃	〃	48.3	38.4	33.7	29.8	40	62	0.9
15	〃	〃	37.6	34.3	22.4	34.0	45	47	0
17	ビニロンと綿	〃	37.9	31.7	23.1	21.6	46	75	0
18	ナイロン	〃	32.3	33.9	24.2	30.2	45	83	0
19	〃	〃	39.5	30.1	31.8	39.1	32	91	0.3
20	ビニロンと綿	〃	69.5	53.9	38.7	34.3	66	50	0
22	ス	〃	73.6	69.9	23.5	20.7	52	85	0
23	ビニロン	〃	61.0	32.5	16.4	15.9	47	62	0
24	ス	〃	75.2	58.0	23.0	18.9	45	55	0
25	ビニロン	防火処理無し	45.2	36.6	23.7	46.7	30	51	0
26	ナイロン	塩ビ法	31.3	36.6	26.4	38.0	36	105	0
27	塩化ビニール	—	41.1	13.2	19.7	34.4	34	101	0
28	〃	—	45.7	26.8	20.4	24.3	39	86	1.4
29	〃	内部に防炎剤のみ	17.9	9.5	12.9	25.8	37	81	0
30	〃	(アルミ蒸着)	19.6	25.9	14.0	27.9	33	66	0
31	〃	防水処理のみ	37.7	35.0	59.3	31.8	49	86	0
32	〃	〃	62.7	56.0	58.8	34.9	41	69	0
33	ビニロン	塩ビ法	69.3	28.3	28.3	40.4	37	45	0
34	〃	〃	62.7	36.3	36.3	41.9	29	46	0
35	塩化ビニール	防水処理のみ	52.9	42.0	48.7	27.6	55	70	0
36	ビニロン	塩ビ法	69.0	63.9	50.6	26.8	59	65	0
37	ス	〃	51.3	50.2	36.6	30.4	50	64	0
38	ビニロンとス	〃	42.8	34.1	24.1	30.7	52	67	4.3
39	ガラス繊維	防水処理のみ	169.2		8.5		17	21	0.4
40	〃	〃	73.6	48.7	6.1	4.0	19	18	0.3
41	綿	無処理	—	—	—	—	22	22	0
42	石綿繊維	〃	—	—	—	—	0	0	0
43	〃	鉄線メッシュ入り、無処理	20.1	10.3	25.1	12.3	0	0	0
44	〃	無処理	9.4	5.8	30.0	15.1	0	0	0
社 内 規 準 (案)			40以上	30以上	25以上	15以上	50以下	80以下	1以下

表一六 防衛庁規格による試験結果

§ 5. ウェザーメーター曝露および

屋外自然曝露シートの難燃性試験

シートの難燃性処理剤は、その処理方法によって耐久性に著しく影響する。市販品は特に塩化ビニール処理を行ったものが多いため、塩化ビニールの太陽光線による劣化を考慮しなければならないし、塩化ビニールが布地にどの程度うまく浸透しているかどうかを、確かめなければならない。

このため、シートの品質判定のために、一定期間のウェザリング後の難燃性をも試験しなければならない。

購買部の調査によれば、難燃シートとして1年間の有効期間があればよいとされているため、1年間に相当する自然曝露とウェザーメーター試験機によるウェザリングを行った。試料に対し、§ 3. Bに記す方法による試験をさらに行った。

その結果は図-1、図-2、図-3 のようになる。

用いた試料は表-6中の36, 37, 38のものである。(36, 37は表-6中の7, 12とそれぞれ同種のもの。)

試験において、自然曝露は昭和36年11月29日から昭和37年11月29日まで、研究所越中島分室にて1ケ年大気中曝露をしたものであり、ウェザーメーター曝露は東洋理化学製2燈掛ウェザーメーターを用い、シートの表面温度が31~41°Cになるように#1スプレーノズルで200時間水を連続噴霧して実施した。

結果に示すように、試料36, 38については自然曝露とウェザーメーター曝露との関係がよく一致しているが、試料37については耐火度試験と防火度試験において相当なひらきを示している。この理由は、塩化ビニール処理液に問題があるのではなからうかと思われる。

一般に、ウェザーメーター曝露による試験の方が自然曝露より、結果がシビアにでているため、ウェザーメーター曝露試験のみで判定してよいと思われる。

試料中には、3ヶ月程度の曝露で不合格となるようなものがあるため、この試験は是非併行して行わねばならない。

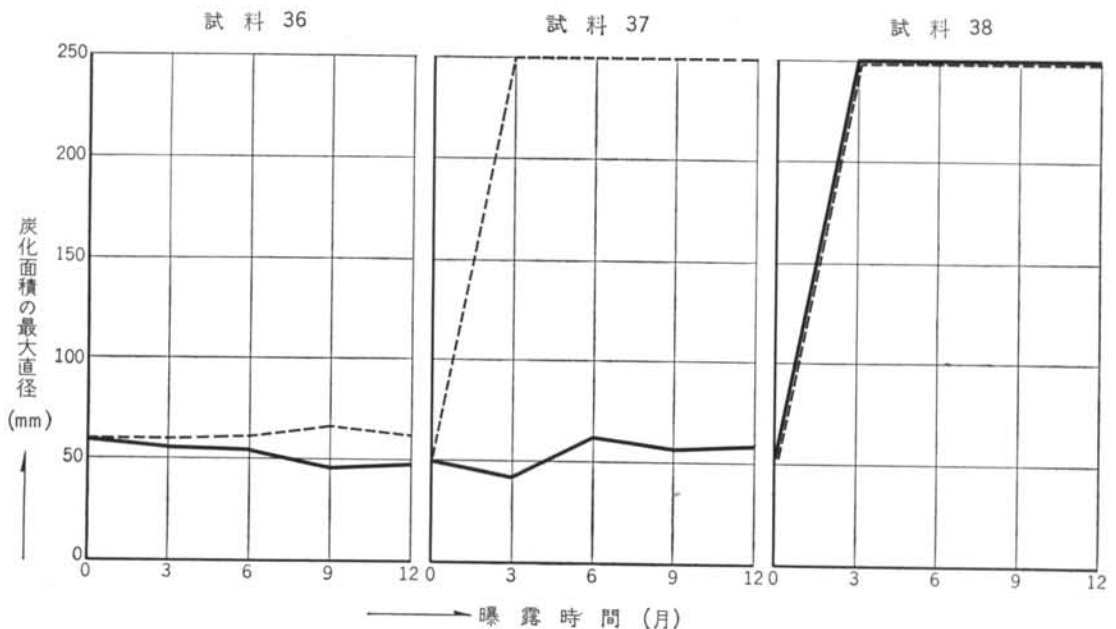


図-1 ウェザリングと耐火度

凡例：自然曝露 ———
促進曝露 - - - -

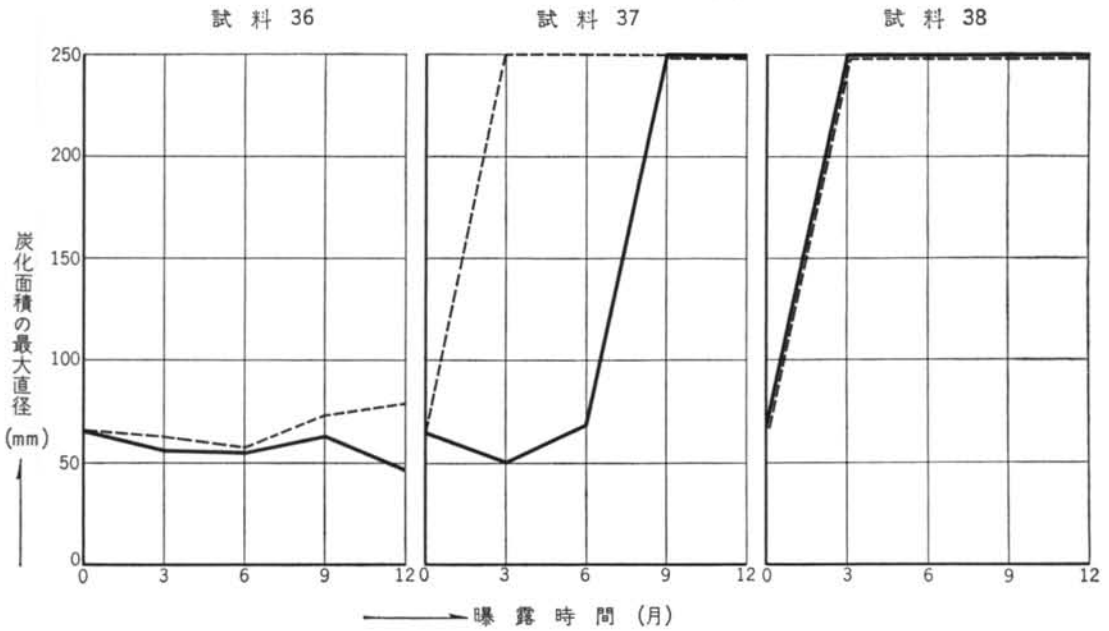


図-2 ウェザーリングと防火度

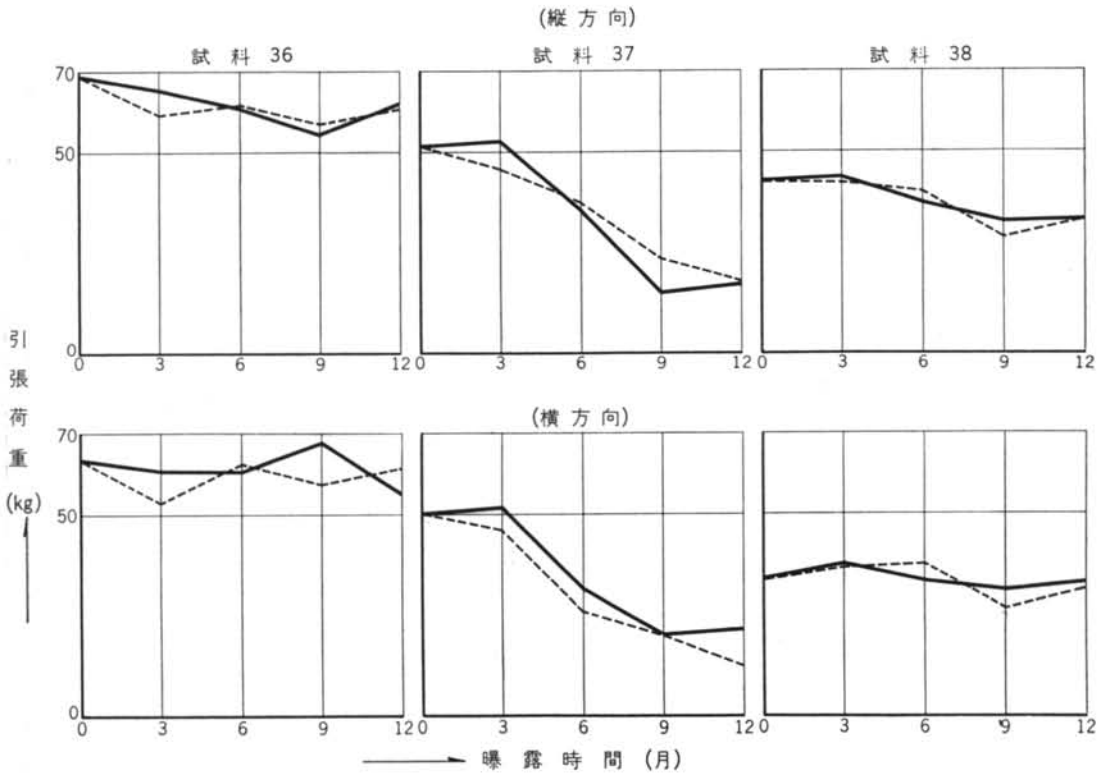


図-3 ウェザーリングと引張荷重

§6. 赤熱リベットによる

シートの被損試験

東京消防庁の統計によれば、熔接・熔断の火花、赤熱リベットによる火災が多いため、このような落下物をシートで阻止できるかどうかを考慮しなければならない。

このため、次のような実験を行った。すなわち、重量300gのリベットを1200°Cに加熱し、これを30cm×30cmの木製枠に張付けたシートの上のせ、赤熱したリ

ベットによってシートが燃焼するかどうか、あるいはそれが落下してしまうかどうかを観察した。

実験の結果は写真-4、写真-5に示す。すなわち、石綿繊維シート以外の難燃シートはいずれも発火し、リベットを落下せしめる。試料は表-6中の37、40、43を用いた。写真-4に示すように、従来のシートでは赤熱リベットの落下を防ぐことはできない。したがって、このような目的の場合は無機質シート、すなわち鉄線メッシュ入り石綿繊維シートを用いなければならない。

写真に示していないが、ガラス繊維シートでは熔融して、リベットが落下する。

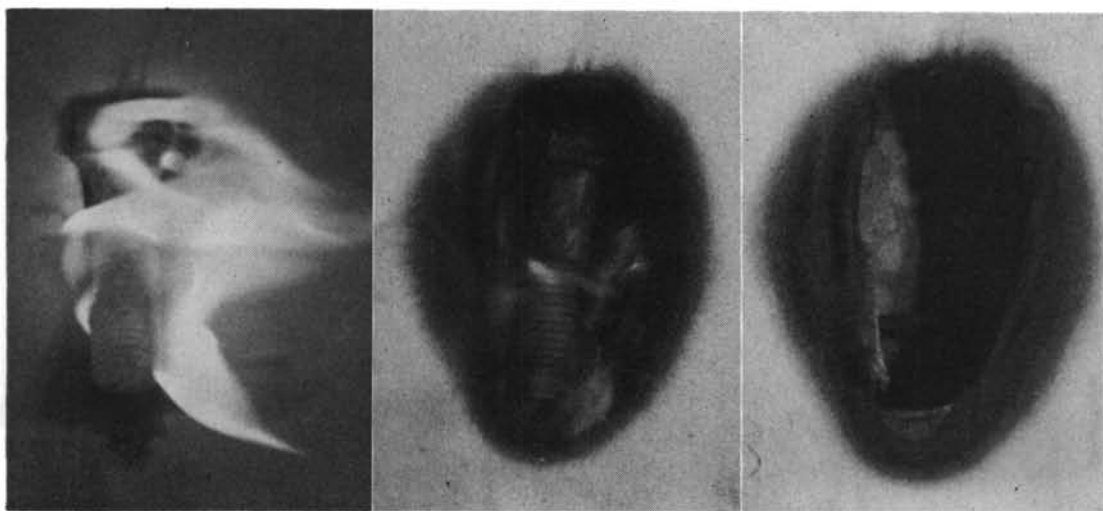


写真-4 スフ難燃シートの赤熱リベットによる試験（初期に発火し、リベットが落下する。しかし延焼しない。）

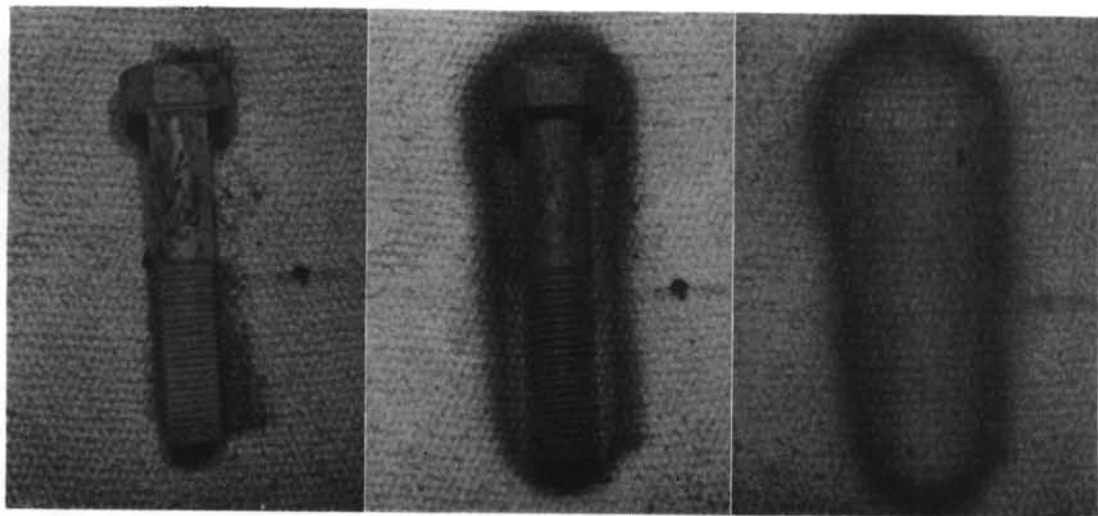


写真-5 石綿シートの赤熱リベットによる試験（発火なく、リベットは落下しない。）

§7. 総 括

実験結果を総括すると、次の点があげられる。

(a) 防衛庁規格に準拠して行った試験の結果、社内規準案に合格するものは、試料番号7, 12, 14, 32, 34の5種類のものである。(現在、当社購入のものは試料番号7のものである。)

(b) ウェザーメーター曝露と屋外自然曝露との関係は、ウェザーメーターの方が多少シビアな結果を示すが、一般に相関関係があるとみてよく、判定はウェザーメーター曝露試験のみで行ってよい。

試料番号36と試料番号7のものは同一製品であり、したがって試料番号7のものはウェザーリング試験に合格し、1ケ年の有効を保証することができる。

(c) 赤熱リベットによる被損試験では、現在のところ石綿繊維シート以外に有効なものはない。有機質の難燃シート、ガラス繊維シートでは、その落下を阻止することはできない。

§8. 所 見

以上のように、購買部購入シートは1ケ年保証の難燃性を有するものである。しかし、あくまでも難燃性であって、不燃性という意味のものではない。外に火気が存在する以上、燃焼する。ところが自己消炎性を有し、シート自体では燃焼しない。

無機質シート、例えばガラス繊維、または石綿繊維シートは不燃性であり、上記の心配はない。ただし、ガラス繊維シートは600°C程度で熔融し、赤熱リベットのよなものの落下物は防ぐことができない。

また、石綿繊維シートは鉄線メッシュを入れなければ引張強さが小さい。しかし、不燃性については最も良好である。

一般に、これらの無機質のものは防水処理をしていないので、直接外部での使用はできないことに注意しなければならない。

シートの火災の原因は熔接・熔断の火花による場合が多く、張ってあるシート下部のたるみ(写真-6のような)や、巻込み部に火花が落ち、着火燃焼を起こすものと考えられる。

この対策として、巻込み部はガラス繊維シートや石綿繊維シートを使用するか、あるいは熔接・熔断の部分にのみそれらを用いるよう考慮すべきである。

なお、シートは風圧による破損も多く、写真-7のように突起物などにより破損することもある。このため、引張強さも十分検討しなければならないし、このようなことのないよう張るべきであろう。

社内購入規格(案)として表-6末に記したが、この程度のものでは一応シートとしては十分であると考えられる。

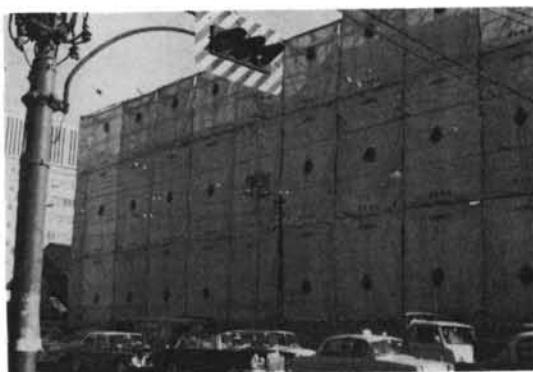


写真-6 シートのたるみ



写真-7 突起物によるシートの破損