

フェノール系繊維製耐熱服について

赤 荻 勇*
大 山 繁 之*

1. はじめに

危険物火災の防ぎよには石棉製の耐熱服が使用されているが、この耐熱服は重量が重く、活動性が劣り、かつ、石棉粉末による公害問題も発生しているため、これに替わるべき軽量の耐熱服について検討していたが、この度軽量で耐熱性に富んだフェノール系繊維を用いた耐熱服を試作したので、その試験結果について報告する。

2. 試験項目

- (1) 5,000 及び 7,000kcal/m²h の放射熱を 5 分間受熱した時の耐熱性について
- (2) 5,000 及び 7,000kcal/m²h の放射熱を 5 分間受熱した後、5 分間放置したときの蓄熱性について

3. 試験日時及び場所

昭和51年 5 月 24 日～昭和51年 5 月 25 日
消防科学研究所 防火力実験室

4. 試験方法及び設定

写真 1 に示すようにマネキンに耐熱服を着せて、都市ガスを熱源とした加熱炉前に置き、5,000 及び 7,000 kcal/m²h の放射熱を 5 分間受熱させて耐熱性を調べ受熱停止後 5 分間放置して服内の蓄熱性を測定した。

また耐熱服各部の温度測定には熱電対を用い、図 1 に示すように耐熱服の内部及び外部に測定点 24 点を設け、デジタル温度計を用いて測定した。

5. フェノール系繊維製耐熱服の使用材料及び重量

- (1) 使用材料

写真 1

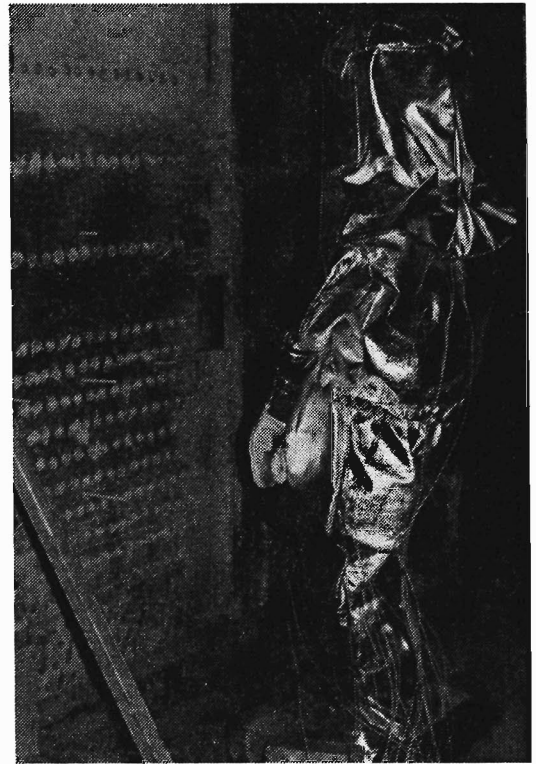
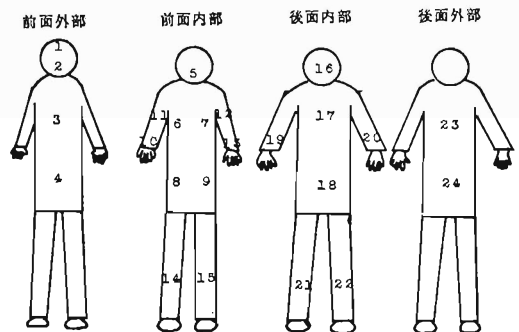


図 1

耐熱服温度測定点設定位置図



* 第一研究室

表地

項目	種類	フェノール系繊維	伸度(%)	経緯	15.7
					16.2
基	織組織	平織	引裂強力	経緯	12.8
					6.9
布	糸番手	2/6mm	縫目強力(kg)	経緯	41.0
	組成	フェノールガラス交換	アルミ接着性	経緯	28.1
					剝離なし
	目付(g/㎡)	590	熱遮断率(%)		95.8
	厚み(mm)	1.10	45°残炎(秒)		0
	巾(cm)×長(cm)	95×30乱	残じん(秒)		0
	引張強力(kg)	経緯 81.8	炭化面積(cm ²)		17.7
					25.1

中間地

裏地

材質	フェノール100%	材質	フェノール100%
厚さ	2mm	厚さ	0.2mm
重量	300g/㎡	重量	195g/㎡

重量

フード	2.0kg	手袋	0.4kg
上衣	2.7kg	長靴	2.0kg
ズボン	2.1kg	合計	9.2kg

6. 試験結果

(1) 5,000kcal/㎡hの放射熱を受けた場合

耐熱服各部の温度は、加熱炉からの放射熱を受けはじめると同時に上昇し、耐熱服前面の外部温度は5分後に面体部で101.8°C、胴部で96.0°Cを示したが、後面の外部温度は17.3°Cで受熱前の温度より5.3°Cしか上昇しなかった。内部温度の変化は受熱開始後徐々に増加し、5分後には耐熱服面体部前面で26.4°C、胴部で41.5°C（4点の平均値）腕部で19.2°C（4点の平均値）及び脚部で28.7°C（4点の平均値）の温度を示した。また、受熱停止後の温度変化をみると、受熱停止時、面体前面内部温度は26.4°C、胴前面内部温度は41.5°Cであったが、放置5分後には、面体前面内部温度は32.0°Cと5.6°C上昇しているが、胴前面内部温度は逆に38.9°Cと2.6°C下がっている。後面内部温度は面体部で4.6°C上昇している他はほぼ横ばいであった。

試験結果は表1で示す。

(2) 7,000kcal/㎡hの放射熱を受けた場合

耐熱服前面の外部温度は受熱開始と同時に急上昇し5分後には面体部で115.0°C、胴部で127.9°Cを示した。また後面の外部温度は24.1°Cと7.1°C上昇して

表1 (5,000kcal/㎡hの放射熱を受熱した場合における測定位置各部の温度変化) (室温 12°C)

項目 測定位置	項目		項目 測定位置	項目	
	放射5分後	放置5分後		放射5分後	放置5分後
1	66.1	32.6	13	23.6	28.6
2	101.8	55.5	14	38.9	31.3
3	97.0	46.4	15	18.5	19.7
4	96.0	42.3	16	22.2	26.8
5	26.4	32.0	17	20.1	20.9
6	38.7	37.9	18	15.1	16.2
7	43.4	38.9	19	16.5	16.5
8	43.0	40.4	20	17.2	17.7
9	40.9	38.8	21	14.5	15.6
10	16.1	18.1	22	17.2	18.4
11	17.2	19.5	23	18.6	16.1
12	20.0	22.4	24	16.0	16.0

表2 (7,000kcal/㎡hの放射熱を受熱した場合における測定位置各部の温度変化) (室温 17°C)

項目 測定位置	項目		項目 測定位置	項目	
	放射5分後	放置5分後		放射5分後	放置5分後
1	86.8	53.6	13	36.0	42.8
2	115.0	63.5	14	46.9	38.5
3	124.1	53.0	15	27.8	30.0
4	127.9	60.4	16	33.5	38.0
5	36.5	42.2	17	23.7	28.9
6	50.6	56.5	18	22.5	25.3
7	66.3	66.4	19	24.5	26.6
8	60.8	59.1	20	23.1	24.3
9	67.6	62.4	21	20.9	22.1
10	24.6	26.5	22	18.0	23.7
11	26.2	28.8	23	22.7	23.7
12	33.1	35.4	24	24.1	24.3

いる。内部温度の変化には、受熱5分後で耐熱服面体部前面では36.5°C、胴部前面で61.3°C（4点の平均値）、腕部で29.9°C（4点の平均値）及び脚部で37.3°C（4点の平均値）であった。受熱停止後の温度変化をみると、面体前面内部温度は受熱停止時36.5°Cであったが、放置5分後には42.2°Cと5.7°C上昇している。これに対し胴前面内部温度は0.2°C逆に下がっている。しかし途中の温度変化をみると、放置2分後までは上昇カーブを画いている。後面内部温度は、全測定箇所とも上昇しており、面体部では4.5°C上昇して38°Cを示した。

試験結果は表2で示す。

7. 考 察

今回試作したフェノール系繊維製耐熱服に5,000 kcal/m²hの放射熱を放射すると、前述の結果のとおり、耐熱服内部の最高温度は受熱5分後で43.4°C、7,000kcal/m²hの場合66.3°Cはであった。一般に人間が高温雰囲気内で作業した場合に耐えられる時間と温度の関係は図2に示すが、消防活動に相当する作業であるR.M.R. 6の作業を、温度30°C、湿度70%の雰囲気内で行った場合の作業可能限界時間は10分以下であり、これを試験結果の温度変化と比較すると、5,000kcal/m²hの放射熱を受熱した場合には4分間で7,000kcal/m²hの放射熱を受熱した場合には1分20秒間で38°Cに達しており、それ以後の温度上昇を考えた場合、この試作した耐熱服を着装して、これらの放射熱を受けた場合の作業可能時間は5,000kcal/m²hの受熱で5分間、7,000kcal/m²hの受熱で2分間が限度と思われる。

またこれを15万ℓタンク(直径100m、高さ20m)の全面火災にあてはめ、受熱箇所別の放射受熱量を表3に示す。受熱箇所が地上面で受熱面との距離40mの場合には最高放射受熱量が4,960kcal/m²hであり、試作した耐熱服を着装すれば、この位置に5分間程度は接近可能である。しかし受熱箇所がタンク上面と同位置及び防油堤火災の場合には接近困難である。

放射停止後の蓄熱性についてみると、面部部においては、5,000又は7,000kcal/m²hとも放射停止時の温

図2 日本の高温労働より

高温に耐えられる時間

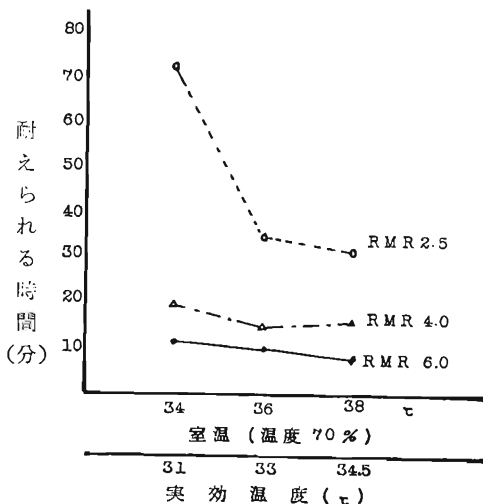


表3 (堺, 泉北臨海工業地帯防災対策の調査研究より)

受熱面がタンク上面と同じ高さの場合			受熱面が地上面の場合		
受熱面との距離(m)	補正形態係数 [$\rho \times k$] %	放射受熱量 $E = (\rho \times k) \times R_f$ kcal/m ² h	受熱面との距離(%)	補正形態係数 [$\rho \times k$] %	放射受熱量 $E = (\rho \times k) \times R_f$ kcal/m ² h
10	33.8	12,180	10	2.9	1,045
20	31.8	11,430	20	8.4	3,020
30	29.0	10,430	30	12.2	4,400
40	26.2	9,430	40	13.8	4,960
50	23.5	8,450	50	13.6	4,890
60	20.7	7,450	60	13.1	4,710
70	18.2	6,550	70	12.2	4,400
80	15.9	5,720	80	11.2	4,000
90	13.3	4,960	90	10.8	3,890
100	13.1	4,720	100	9.9	3,560
110	11.6	4,170	110	9.3	3,350
120	10.6	3,820	120	8.4	3,020
130	9.6	3,480	130	7.7	2,770
140	8.8	3,180	140	7.3	2,630
150	8.0	2,880	150	6.6	2,380
160	7.3	2,620	160	6.3	2,270
170	7.0	2,540	170	5.6	2,020
180	6.1	2,260	180	5.5	1,980
190	5.5	1,980	190	5.0	1,800
200	5.2	1,890	200	4.5	1,620

度より5°C以上上昇しているが、胴前面内部においては、5,000kcal/m²hの場合、5分後には2.6°C、7,000kcal/m²hの場合には0.2°C放射停止時の温度より下がっている。しかし7,000kcal/m²hの放射熱を受熱した場合には、放射停止後2分間は上昇傾向を示しており、5,000kcal/m²hの放射熱を受熱した場合より、7,000kcal/m²hの放射熱を受熱した場合の方が蓄熱性が大きいことを示していた。また重量的にみると、試作したフェノール系繊維製耐熱服は9.2kgで従来のアスベスト製耐熱服よりも3.3kg軽量化されているため、活動性については相当向上しているものと思える。

8. おわりに

今回試作したフェノール系繊維を使用した耐熱服は軽量化と耐熱性の向上を目的として試作したものであるが、軽量化についてはほぼ目的を満足するものである。しかし、耐熱性については、若干難点があるため、今後、繊維の組合せ方法等を検討して、より良いものに改良してゆく予定である。