

耐熱服用フードレンズの改良について

赤 荻 勇*

1 はじめに

ガソリンや重油などの危険物を多量に用いる一般の事業所や、これらを貯蔵又は取扱う施設などが火災になった場合、消防隊員は耐熱服という、一般火災に対処する際に着る防火服よりさらに遮熱効果を高めた特殊な服を着用して消火活動にあっている。現在当庁で使用している耐熱服は、石綿布にアルミ蒸着したフィルムを貼合せることにより熱の反射性能を持たせ、さらに中間地としてガラスネオシート、裏地としてモケット布を使用して、三層構造にすることにより空気層を設け、さらに繊維の厚みにより遮熱効果を高めているが、フードレンズ部分は樹脂製で厚さ4mmと2mmの2枚の亚克力板を使用しているため、表面にアルミ蒸着を施して熱反射効果を与えているにもかかわらず、繊維三層構造部分に比較して遮熱効果が劣っている。このことは火点への接近に影響するため、効果的な消防活動を図るために、これらの問題を改善する目的で、レンズの材質別

及び表面処理方法の面に配慮したレンズを用いて実験を行い、その結果をえたので報告する。

2 実験方法

図1に示す熱通過試験装置を用い、4に記載した各種レンズを試し、その表面に0.1、0.2及び0.3cal/cm²secの放射熱を4分間放射し、各種レンズ裏面への通過熱量と裏面温度を測定した。

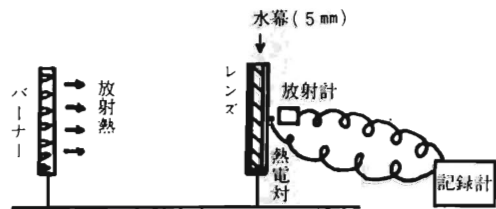


図1 熱通過試験装置

3 供試材料材質特性

供試材料及びその材質特性は表1のとおりである。

表1 供試材料材質特性

供 試 試 料	板 厚 (mm)	蒸 着 厚 (Å)	可視光透過率(%)	色
片面アルミ蒸着亚克力板	4	100	44.7	銀
ア ク リ ル 板	4	—	93.5	透明
片面金蒸着亚克力板	0.1	80	—	金
〃	0.1	190	—	〃
塩 ビ 板	2	—	93	透明
熱線吸収ガラス(サンプルー)	3	—	51	薄青色
熱線反射ガラス(サンカット)	6	—	61.5	銀

* 第1研究室

4 レンズの種類

実験に使用したレンズは表2のとおりで、前記3に記した供試試料を単独又は組合せた他に、薄い箱型にして水幕を設けたもの等を使用した。

5 実験結果

実験によるレンズ裏面への熱通過量、裏面温度及び材質の変化等については、表3、図2及び3に示すとおりである。

裏面上昇温度をみると、 $0.1\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ の放射熱を4分間受熱した場合、当庁耐熱服仕様に定める熱通過試験の基準温度である 25°C （但し受熱放射量は $0.3\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ である。）以上の温度上昇を示したのは、ガラスのサンプル、サンカット及び現有のアルミ蒸着レンズであった。なお、サンプルは受熱3分40秒後に破損している。 $0.2\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ の放射熱を受熱した場合、サンカット、アルミ蒸着レンズ及び透明アクリルレンズが 25°C 以上温度上昇し、サンカットレンズは受熱後2分45秒で破損している。 $0.3\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ の放射熱を受熱した場合は、透明アクリルレンズ、アルミ蒸着アクリルレンズ及び金蒸着レンズ(190\AA 、 80\AA)が 25°C 以

上の温度上昇を示したが、水幕を用いたレンズは、いずれの放射熱を受熱した場合でも 25°C 以下の温度上昇しか示さなかった。

熱通過量についてみると、受熱量と熱通過量との関係は、上昇温度と同一傾向を示し、受熱量に比例して熱通過量も増加している。材質的にみるとガラスのサンプル、サンカットレンズとも、他と比例して高い熱通過量を示し、次に透明アクリルレンズであった。金またはアルミ蒸着を施したレンズ及び水幕を用いたレンズはかなり低い値しか示さず、特に水幕を用いたものは $0.003\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ 以下で、現有のレンズの半分以下であった。水幕の水温の変化を図4に示すが、透明アクリルレンズを用い $0.3\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ の放射熱を受熱した場合、水温は 85°C にも上昇した。また受熱した時の材質の変化をみると、アクリル樹脂を用いたレンズは金及びアルミ蒸着の有無にかかわらず変形し、特に $0.3\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ の放射熱を受熱すると約2分30秒後にレンズ表面が発泡し、4分後には発煙ははじめ、透明度が低下してくる。ガラスについては、前記したように 0.1 及び $0.2\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ の放射熱量で破損してしまった。

表2 面体レンズ種類

試料番号	レ ン ズ	
	供 試 試 料 組 合 せ	厚さ (mm)
1	現用アルミ蒸着アクリル板+アクリル板 (2mm)	6
2	アルミ蒸着アクリル板+水幕 (5mm)+アクリル板 (2mm)	11
3	アクリル板 (4mm)+塩ビ板	6
4	アクリル板 (4mm)+水幕 (5mm)+塩ビ板	11
5	アクリル板 (4mm)+金蒸着 (80\AA) アクリル板+塩ビ板	6.1
6	アクリル板 (4mm)+金蒸着 (80\AA) +水幕 (5mm)+塩ビ板	11.1
7	アクリル板 (4mm) 金蒸着 (190\AA) +塩ビ板	6.1
8	アクリル板 (4mm)+金蒸着 (190\AA) +水幕 (5mm)+塩ビ板	11.1
9	サンプル	3
10	サンカット	6

表3 熱通過量及び上昇温度測定結果

試料番号	$0.1\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$		$0.2\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$		$0.3\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$	
	通過熱量 ($\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$)	上昇温度 ($^\circ\text{C}$)	通過熱量 ($\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$)	上昇温度 ($^\circ\text{C}$)	通過熱量 ($\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$)	上昇温度 ($^\circ\text{C}$)
1	0.004	26	0.009	58	0.009	43
2	0.001	4.5	0.003	10	0.001	9
3	0.008	25	0.013	37	0.016	73
4	0.001	8	0.002	16	0.002	23
5	0.005	15	0.006	20	0.008	36
6	0.001	6	0.001	9	0.002	14
7	0.002	9	0.004	10	0.005	61
8	0.001	5.5	0.001	7.5	0.001	10.5
9	0.024	60	—	—	—	—
10	0.017	36	0.031	60	—	—

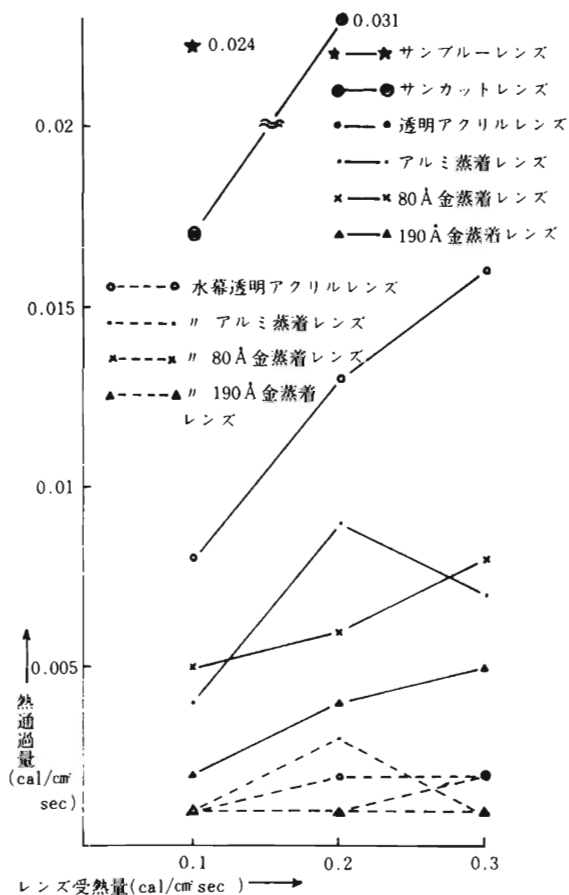


図2 熱通過量変化図

6 考 察

今回実施した実験の結果、得られた裏面温度上昇率及び熱通過の状況は図5及び6のとおりである。裏面温度の上昇率は裏面温度変化と同一の傾向となっているが、熱通過率については、受熱量が上昇していくにしたがって熱通過率が下がっている。現在使用しているアルミ蒸着アクリルレンズの熱通過量と裏面上昇温度をみると、熱通過量においてはアルミ蒸着による反射効果により、透明アクリルレンズより熱通過量は少ないが、裏面上昇温度については、逆にアルミ蒸着アクリルレンズのほうが高い値を示している。これは蒸着面の保護のため受熱側アクリル板(4mm厚)の内側にアルミ蒸着を施してあるため、裏面(2mm厚)のアクリル板とサンドイッチになり、受熱により蓄熱作用が働いたためと思われる。

今回の実験結果から耐熱服面体用レンズとして適するものを総合的に判断すると、ガラスについ

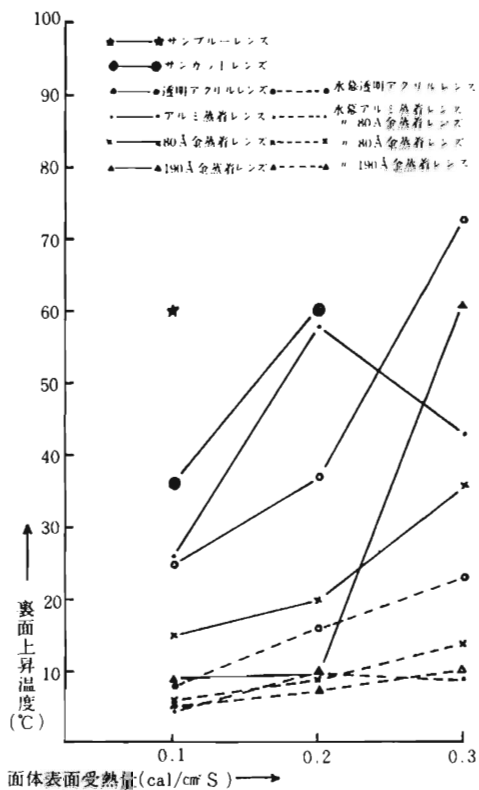


図3 裏面上昇温度変化図

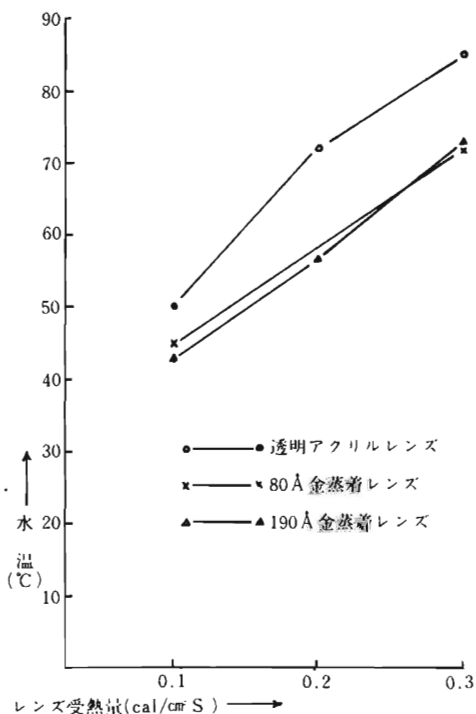


図4 水幕レンズ内水温変化図

ては今回用いたものは、熱線吸収ガラス（サンプル）及び熱線反射ガラス（サンカット）であるが、いずれも裏面温度が60℃以上上昇した時点で破損しており、熱通過量及び裏面温度上昇も高くそのうえ加工及び取扱いがやっかいなことから、レンズとしては不向きと思われる。またこれを耐熱ガラス等に変更しても熱による破損温度を幾分あげることは可能と思われるが、他の欠点をなくすることは困難であろう。金蒸着レンズについては、現在のレンズより裏面上昇温度及び熱通過量ともに良い値を示しているが、耐熱服服地仕様に定める熱通過試験の基準温度である25℃より高い温度上昇を示しており、価格も高価で、しかも蒸着面の保護が困難であり、アルミ蒸着と同様、長期間の使用により蒸着面が酸化し、可視光透過率が悪

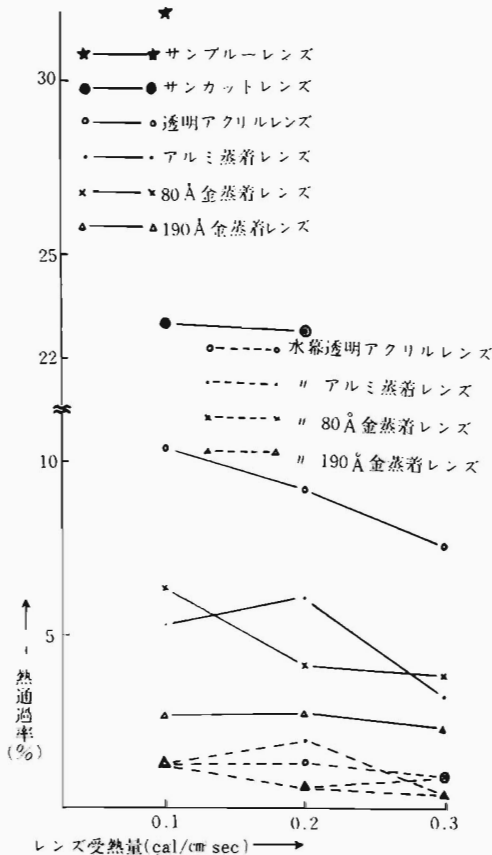


図5 熱通過率変化図

くなるなどの欠点を有しているところから、これらの点を改良しないかぎり使用はむずかしいと思える。一方各種材質の間に5mm厚の水幕を設けたレンズについてみると、透明アクリル板を用いたものでさえ0.3cal/cm²secの放射熱を4分間受熱後

においても、23℃と熱通過試験の基準温度より低く、熱通過量にいたっては現在のアルミ蒸着レンズと比較して半分以下と、かなり良好で、さらに樹脂を用いているため比較的加工及び取扱いも容易であるという利点を有している。難点としては、結果にも記したように耐熱的に若干劣るほか、水幕を設けるため面体の重量が増すという点である。これらの点で改良を加えていけば、耐熱服面体用レンズとして十分使用可能と思われる。

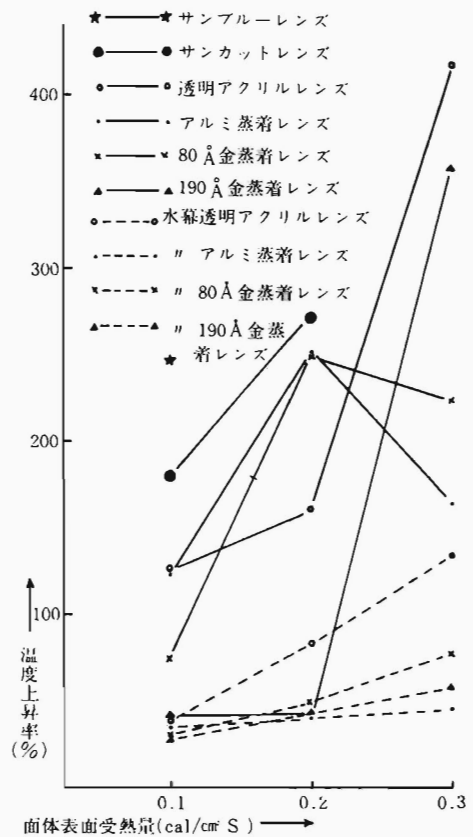


図6 温度上昇率変化図

7 おわりに

今回の研究により、耐熱服の欠点であったレンズ部分の熱的強化についての改善の見通しを得たが、エネルギー資源の確保が叫ばれている現在、備蓄のための石油タンクなどは年々大型化している。当該施設等の安全を考えると、個人装備である耐熱服に課せられた役割は今後増々重大になるものと思われるため、さらに耐熱性及び機能性に優れた装備の開発に努力したい。