

特殊防火衣に関する研究 (第2報)

赤 荻 勇*
大 山 繁 之*

1. はじめに

近年都市の建築物は、深層化及び高層化が一般的となり、当庁においてもこれらの対象物に対する消防活動対策を強力に進めているところであるが、ひとたびこのような対象物が火災になった場合は、濃煙と熱気により屋内侵入はさまたげられ、かりに侵入出来たとしても長時間の作業は困難をきわめている。このことから現在よりいくらかでも高温の屋内に侵入することが可能となり、さらには侵入が可能な温度下において、長時間楽に作業が出来るようにすることを目標に特殊防火衣を試作したものである。

51年度は着用対象を救助、検索に従事する隊員としたので、その行動範囲が限定されないよう冷水循環式としたが、今回のものは放水隊員を対象として、冷水通水式とした。以下この特殊防火衣の構造及び実験結果について報告する。

2. 構造

この特殊防火衣の研究にあたっては、対象物が耐火建築物であることから、一応長時間防ぎよをしいられることを予想して第一に軽量であること、第二に火災雰囲気温度が70℃程度であっても内部温度を長時間作業が可能と言われている35℃以下に長時間保てること、第三として装着が容易に出来ることを基本構想とした。冷媒としては放水隊員が常時所有しているホース内の消火水を利用し、冷却を終った水は循環させることなく外部に放出する「冷水通水方式」をとった。構造部品として防火服、フード、冷水マット、採水用媒介金具、定流量弁、分流器及び接続ホースがあり、これらの詳細は次のとおりである。

(1) 防火服

防火服は当庁で採用しているものと同じノーマック

ス繊維製品を使用し、上腕部、背部、胸部及びすそ部の内側に冷水マットがセット出来るよう押ホックを設けた。また腰部には分流器を取付けられるようにした。

(2) フード

フードは頭部冷水マットの保護及び頭部に熱気が侵入してくるのを防止するためのもので、防火服と同じノーマックス繊維で出来ており、フードの内側には押ホックで冷水マットがセット出来るようにした。また頂部に設けたバンドにより、ヘルメットとも一体に出来るようにし、着装性を良くした。

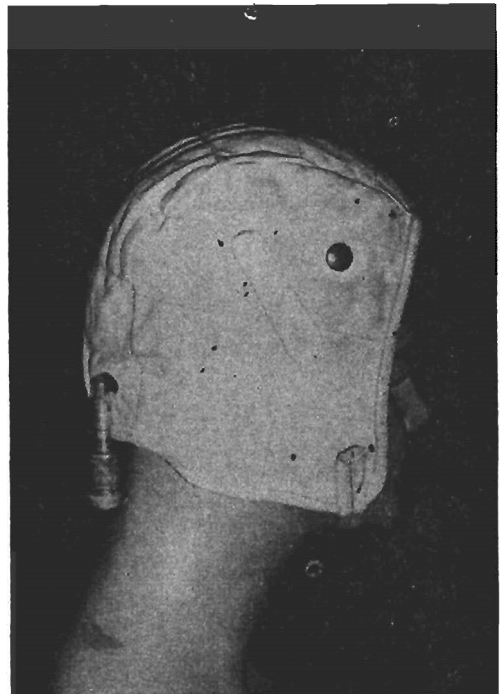


写真1 フード

(3) 冷水マット

冷水マットは51年度に試作した冷水循環式特殊防火

* 第一研究室

衣に用いたものの形状及び冷却水出入口の位置等を一部変更して使用した。このマットは頭部、両腕部、胴前部、胴後部及び脚部に分れており、各部はフード及び防火服と一体となるよう、要所に押ホックが設けられている。また各部の冷却水出入口部にはワンタッチでホースが接続出来るようにカプラーが設けられている。なお頭部冷水マットにはヘルメット及び呼吸器面体のひもの締つけによる配管のつぶれを防止するため、管内にビニール製の細いパイプが通してある。各冷水マットの形状等については、消防科学研究所報第14号「特殊防火衣に関する研究」を参照されたい。

(4) 採水用媒介金具及び定流量弁

採水用媒介金具は50mm及び65mmホース内の水を採るための媒介金具で、ホースとホースの間またはホースと筒先との間にセットするものである。写真-2は採水用媒介金具と定流量弁をセットしたもので、媒介金具の水取り出し口にセットされたものが定流量弁である。定流量弁は採水用媒介金具で採った冷却水の流量を一定にする弁で、ポンプ圧の変動により生ずる流量の多寡による冷却効果の変化と、過流量による冷水マ

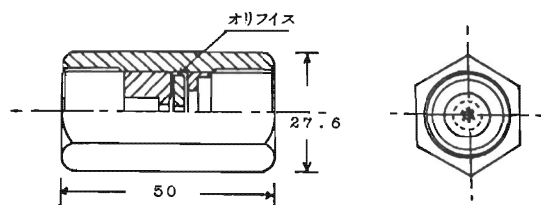


図-1 定流量弁

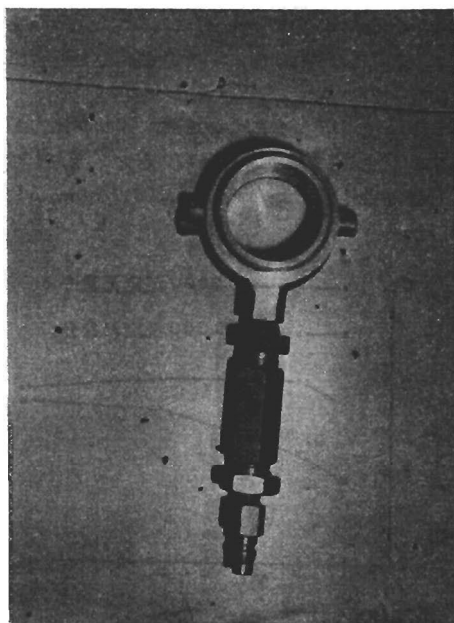


写真2 採水用媒介金具及び定流量弁

ットの破損を防止するものである。定流量弁は図-1のような構造をしており、真鍮製のケーシングとゴム製のオリフィスで構成されている。ゴムオリフィスはケーシング内にセットされ、ポンプ圧力が変化するとベンドし、オリフィス穴径を変化させて流量を一定に保つものである。なお詳細については消防科学研究所報第11号「定流量器の開発について」を参照されたい。

(5) 分流器及び接続ホース

定流量弁によって一定の水量になった冷却水は、分流器及び接続ホースを通して各部冷水マットに送られる。分流器は冷却水を各部の冷水マットに分流する器具で、ここで頭及び両腕部、胴前部、胴後部、脚部の4方向に分けられる。分流器の冷却水出入口部には、写真-3のように接続ホースがワンタッチで取り付けられるようにカプラーが設けられている。

接続ホースは防火服ベルト及び呼吸器ベルト等により閉塞されないよう、ナイロン芯入りビニールホース

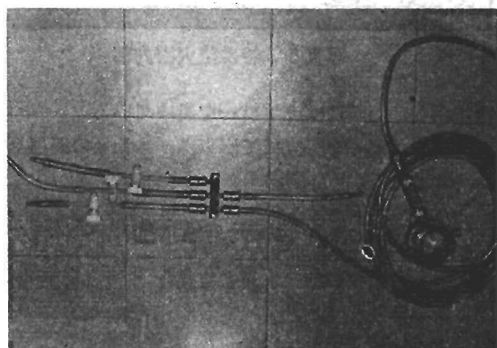


写真3 分流器



写真4 特殊防火衣外部



写真5 特殊防火衣内部

を使用し、両端にはカプラーを設けている。

上記の各部品を組立てて出来あがったものが写真4、5である。

3. 諸 元 性 能

- (1) 冷却方式 冷却水通水方式
- (2) 通水系統 4系統
- (3) 通水流量 ア. 1300ml/min
イ. 2000 //
- (4) 冷却能力 1,000~2,000kcal/h
- (5) 重 量 4.2kg

4. 性 能 実 験

(1) 実験項目

- ア. 定流量弁性能実験
- イ. 特殊防火衣耐熱実験

(2) 実験日時 昭和52年11月~昭和53年3月

(3) 実験場所 消防科学研究所総合実験室及び混合実験室

(4) 実験方法

ア. 定流量弁性能実験

50mmホース及び65mmホースの筒先とホースの間に採水用媒介金具と定流量弁をセットし、ポンプ圧力を順次上昇させていき、定流量弁通過後の水量を測定した。

イ. 特殊防火衣耐熱実験

マネキンに執務服、その上に特殊防火衣を着せ、さらに呼吸器面体を着装させて実験室内に置き、室温を

60℃以上にして通水したときの各部位の温度を熱電対を用いて測定した。測定点は次のとおりである。

(ア) 温度測定位置

- a 室内（頭部、腰部） 2点
- b 特殊防火服及び防火服内部 7 //
- c 執務服内部 6 //
- d 呼吸器面体内部 1 //
- e 冷却水入口温度 1 //
- f // 出口 // 1 //

(5) 使用器材

ア. 定流量弁性能実験

- (ア) メスシリンダー
- (イ) 50mm及び65mmホース
- (ウ) 筒先及びノズル
- (エ) ストップウォッチ

イ. 特殊防火衣耐熱実験

- (ア) デジタル温度計
- (イ) 0接点補償器
- (ウ) メスシリンダー
- (エ) ポット型石油ストーブ

(6) 実験結果

ア. 定流量弁性能実験

50mm及び65mmホースを使用して、隊員が保持可能なポンプ圧力までの定流量弁の性能実験を行ったところ、図-2及び3のような結果を得た。これによると2000型の定流量弁についてはポンプ圧力が1kg/cm²で1,750ml/minと規格より250ml/min程少ない値であったが、ポンプ圧力が2kg/cm²以上になると流量は2,000ml/minと規格どおりの値を示した。また筒先を閉じた場合（ポンプ圧力15kg/cm²）においては1,500ml/minであった。この値は50mmホースを使用した場合においても同一であった。

1,300型の定流量弁については、ポンプ圧力が上昇するにしたがって流量も上昇し、ポンプ圧力1kg/cm²では900ml/min、3kg/cm²では1,300ml/min、5kg/cm²

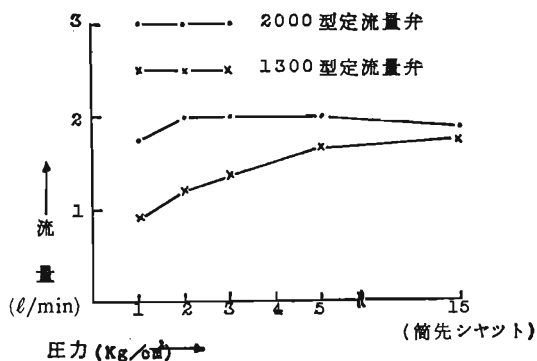
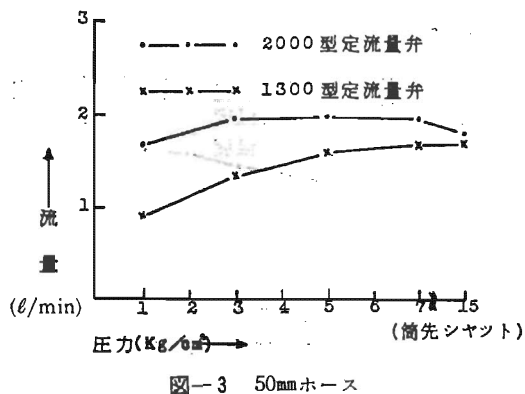


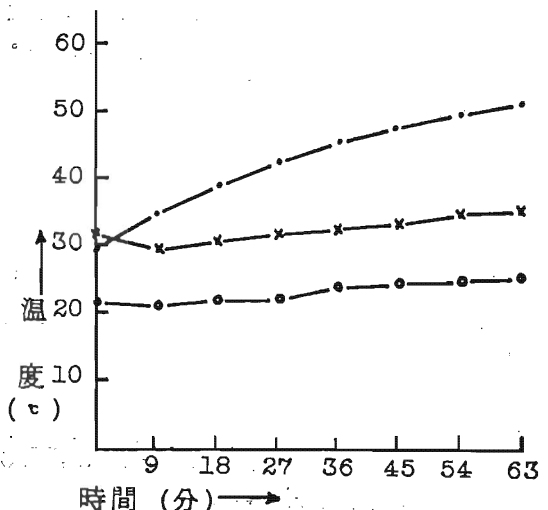
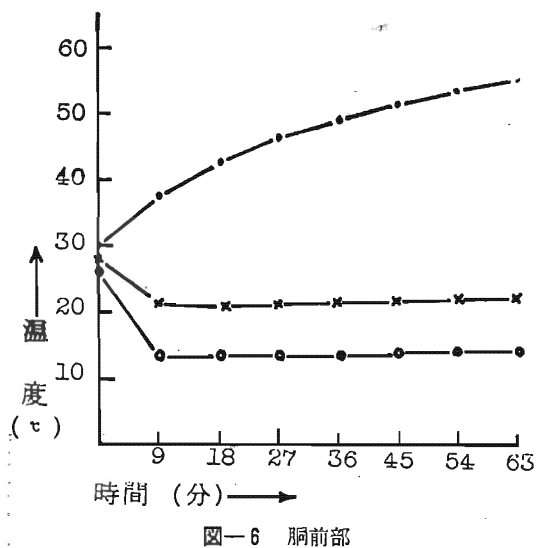
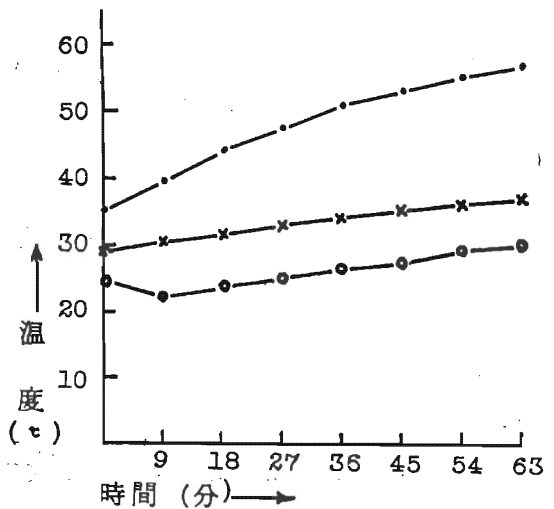
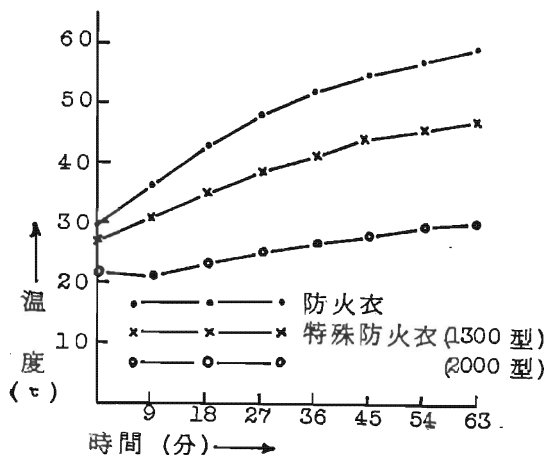
図-2 65mmホース



では1,500ml/min及び筒先を閉じた場合(ポンプ圧15 kg/cm²)においては1,750ml/minであった。これらの流量の規格に対する割合は30%を示している。

イ. 特殊防火衣耐熱実験

平均70℃の雰囲気温度内に特殊防火衣を着装させて1,300ml/min及び2,000ml/minの冷却水を通水したマネキンと、防火服を着装させたマネキンを置き、各部の温度を測定したところ、図-4から図-8までのような結果を得た。防火服の場合内部温度は各測定箇所とも徐々に上昇し、63分経過時には50℃以上の温度となり、最高は頭部の59℃、最低は胴後部の52℃であった。一方2,000ml/minの冷却水を通水した特殊防火衣では、最高温度を示した脚部においても33℃、最低温度を示した胴前部においては14℃と、防火服と比較して27℃から38℃の差があった。また1,300ml/minの冷却水を通水した場合には、最高温度を示した頭部で47℃、最低温度を示した胴前部で22℃であり、防火服の場合と比較して13℃から30℃の差があった。冷却水量の差による内部温度の差は2,000ml/minの方が、1,300ml/minより8℃から14℃低くなっていたが、脚部においてはほぼ同一の温度を示していた。



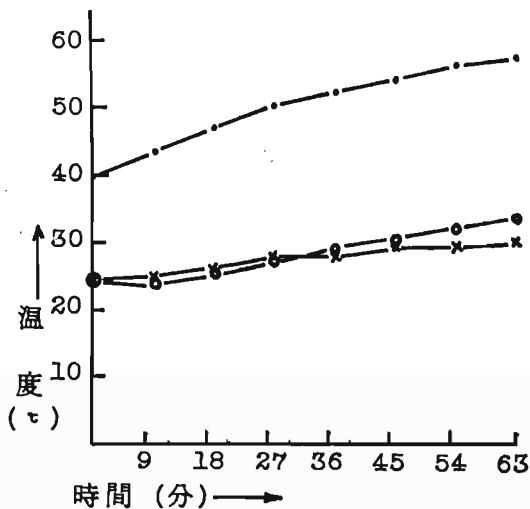


図-8 脚部

冷却水の入口温度と各部冷水マットからの出口温度の測定結果を図-9及び10に示すが、この結果をみると温度変化の状況は1,300ml/min及び2,000ml/minの冷却水を通した場合ともほぼ同一の傾向を示し、頭部及び両腕部の冷却水出口温度は時間とともに徐々に上昇し、63分後には29℃及び32℃の温度となり、冷却水入口温度より20℃以上上昇している。その他の冷却水出口温度は横ばい状態で、温度も16℃以下であった。

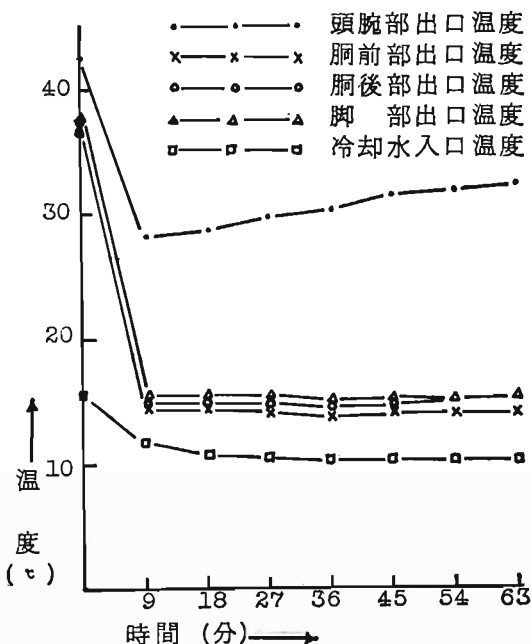


図-9 1300型定流量弁

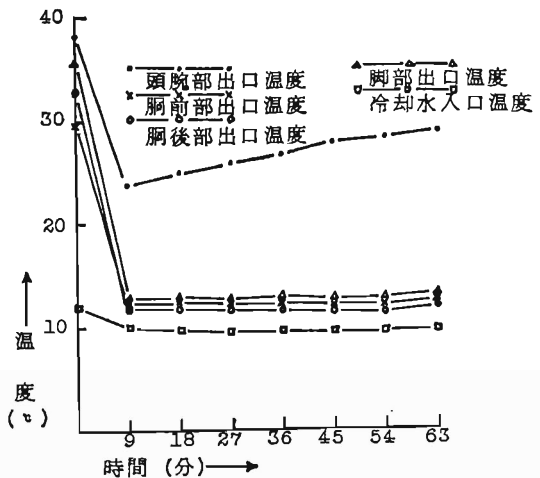


図-10 2000型定流量弁

5. 考 察

防火服を着装した場合における各部の温度測定結果によると、各測定点とも1時間後には50℃以上の内部温度を示し、熱が防火服内部に蓄積されることをはっきり示している。防火服は放射熱及び炎から身体を保護する効果は大きい、このように雰囲気温度が高い場所においては、大きな効果は期待できないことから、身体を冷やすんらかの必要がある。特殊防火衣を着装した場合においては、内部温度は2,000ml/minの冷却水を通水した場合、33℃以下と外温度度の2分の1以下となっており、1,300ml/minの冷却水を通水した場合には、頭部をのぞきやはり35℃以下の温度しか上昇せず、かなりの冷却効果を示している。各部分の冷却効果を熱吸収量で表わすと図-11及び12のようになる。この図によると脚部は他の部分に比べて熱吸収量が多いにもかかわらず、内部温度では胸前部より高くなっているのは、脚部が外気の影響を大きく受けるからで、この部分の冷却効果を高めるには、外気の侵入しない構造とすることが必要である。また頭部及び腕部の熱吸収量をみると、胸後部の熱吸収量と大きな差はないが、冷却水の温度がかなり上昇していることから、同一の内部温度にするには冷却水量を多くする必要があると思われる。これらの結果から特殊防火衣を着装して長時間作業が可能な温度を推定すると、人間が長時間作業が可能な温度は35℃以下とされているところから、2,000ml/minの冷却水を通水した場合には70℃以下であれば充分長時間作業は可能であるが、1,300ml/minの場合においては、70℃の雰囲気温度下では20分程度は作業可能と判断される。

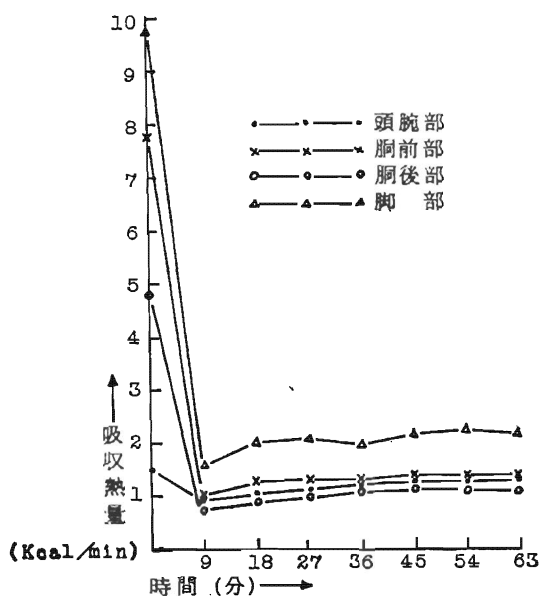


図-11 1300型定流量弁

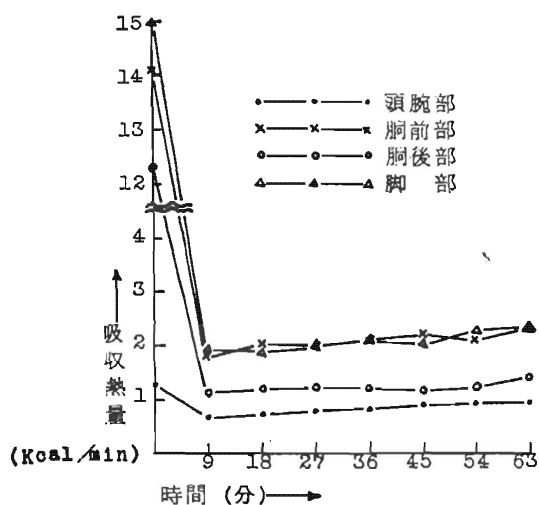


図-12 2000型定流量弁

6. お わ り に

今回開発した特殊防火衣の冷却効果については、前記したような結果を得たが、この実験は冬期でマネキンを使用した実験であったため、冷却水の温度の高い夏期や、人間の生理的影響が冷却効果にどのように作用するかについては研究のよちが残されており、また特殊防火衣の構造についても各部の温度差を無くし、冷却効果を向上させる必要があるが、これらについては今後機会をとらえて改良を図っていきたい。