

水噴霧による熱しゃ断実験について

松 川 涉*
小 島 正 臣*

ま え が き

大震時において火災が多発し、合流した場合、住民の生命に危険をおよぼすことが予想され、消防としても全力をつくして避難者の安全確保と防ぎよにあたらなければならない。しかしながら、避難路の確保、ならびに消防隊の防ぎよ行動を容易にするための必要な水幕等が、火災による放射熱をどの程度しゃ断しうるかは、今だ究明されていない状況である。

このような実情にかんがみ、防災拠点の消防設備という問題をも併せて考えて本研究の運びとなったわけである。

本実験の究極的な目標は効率的な水噴霧発生装置の開発および、それにもとづいて防災対策の一助なるものを見い出すことにある。その段階として、第一実験は基礎資料を得るための実験であり、水噴霧が放射熱の強さをどの程度減衰させるものか水噴霧の質(粒径層)、量を変えた場合の放射熱の減少を測定し、その傾向を見い出し、第二実験は基礎実験の結果にもとづき小規模な建物を熱やし、火災熱の水噴霧介在による変化を実測し、しゃ断効果の把握を目的としたものである。

第 一 実 験

1. 実験概要

(1) 実験日時

昭和46年11月10日～昭和47年2月25日

(2) 実験場所

東京都渋谷区幡ヶ谷一丁目13番地
消防科学研究所 研究実験場

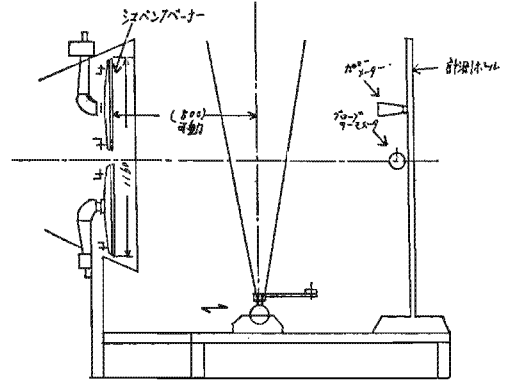
(3) 実験装置

水噴霧により放射熱がどのように減少するかを実験するために使用した装置およびノズル等は次のとおりである。(第1図参照)

ア 熱源装置(シュバンク赤外線ガスバーナー)

ガスバーナーの熱放射面積 3,776cm²
総熱量 46,080Kcal/H

第1図 実験概要図



表面温度 850℃

イ 水噴霧発生装置

水噴霧発生装置は、水噴霧を均等に噴射するようパイプ長さ約1,300mmのところにノズル取付け部を9個設けた。また扇形ノズルの場合に限り、方向を変える必要があるため、噴霧ノズルの回転操作レバーを設け、偏向角度を0度から90度まで変えることができるようにした。また水圧パイプは、取付台上、熱源方向に対し移動できるようにした。

噴霧ノズルは株式会社「いけうち」製の精度の高い、そして熱しゃ断効果の認められるものを5種選び使用した。

ウ 計測装置(カロリーメーター2基)

第1表 噴霧ノズル性能

(圧力: kg/cm²)

| 項目 ノズル 圧力 | 噴量(l/min) | | | | 噴角(度) | | |
|-------------------|-----------|------|------|------|-------|----|----|
| | 3 | 5 | 7 | 10 | 3 | 7 | 10 |
| 型式 | | | | | | | |
| ノズルNo. 1 (扇形) | 0.50 | 0.65 | 0.76 | 0.91 | 50 | 61 | — |
| ノズルNo. 2 (扇形) | 0.50 | 0.65 | 0.76 | 0.91 | 50 | 61 | — |
| ノズルNo. 3 (空円錐) | 0.48 | 0.62 | 0.73 | 0.88 | 50 | 55 | — |
| ノズルNo. 4 (空円錐) | 0.50 | 0.64 | 0.76 | 0.91 | 70 | 75 | — |
| ノズルNo. 5 (空円錐) | 0.45 | 0.51 | 0.69 | 0.80 | 73 | 80 | 80 |

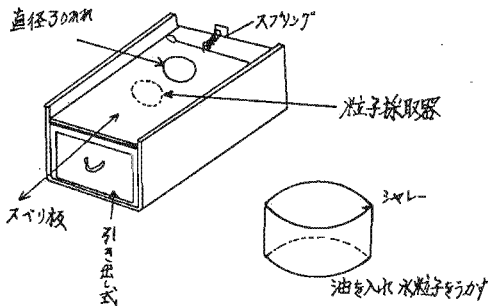
* 第一研究室

正確を期すため、カロリメーター2基を使用した。
またレンズ部(受熱部)が水でぬれると正確な値とならないので先端に円錐形のフードを写真1のようにつけ保護した。

エ 水噴霧採取器

第2図に示すように、これはアルミ製の容器であり、内部にはシャーレーが収められており、上蓋を一定速度でスライドさせることにより、必要な水噴霧を採取することができるようになっている。

第2図



(4) 実験項目

- ア ガスバーナーの特性把握
- イ 各種噴霧ノズルの特性把握
- ウ 熱しゃ断効果の測定

2. 実験方法および結果

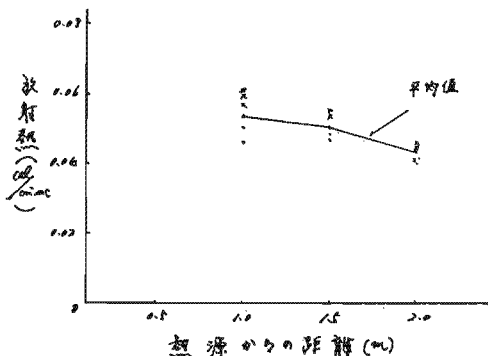
(1) ガスバーナーの特性把握

熱源装置の熱放射側(前方)1.0m, 1.5m, 2.0mの位置で、カロリメーター2基を使用し、それぞれ

第2表 ガスバーナーの特性

| 測定位置 | 放射計A | 放射計B | 両方の平均 |
|------|-------------------|-------------------|------------------------------------|
| 1.0m | 0.050 (3回の平均) | 0.061 (3回の平均) | 0.0555 cal/cm ² sec |
| 1.5m | 0.0535 (3回の平均) | 0.0555 (3回の平均) | 0.0545 cal/cm ² sec |
| 2.0m | 0.0475 (3回の平均) | 0.050 (3回の平均) | 0.04875 cal/cm ² sec |

第3図 ガスバーナーの特性



熱放射量を測定した。

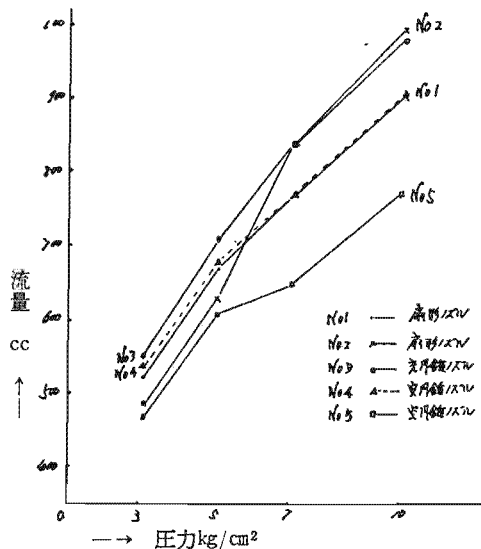
(2) 各種噴霧ノズルの特性把握

熱しゃ断を効果的にするためには散乱(減衰), 吸収さらには気化潜熱による冷却等を考えなければならない。それにはより多くの良質な噴霧を発生させることが必要であるので各種ノズルの放水量とホ粒子径を各ノズル圧力ごとに測定することとした。

第3表 各種噴霧ノズル流量 (cc/min)

| ノズル番号 | ノズル圧力 | | | |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | 3 kg/cm ² | 5 kg/cm ² | 7 kg/cm ² | 10 kg/cm ² |
| 1 | 520 | 670 | 770 | 910 |
| 2 | 480 | 630 | 840 | 1,000 |
| 3 | 551 | 710 | 840 | 990 |
| 4 | 533 | 680 | 770 | 910 |
| 5 | 465 | 610 | 650 | 780 |

第4図 各種噴霧ノズル流量



第4表 各種噴霧ノズル, 平均粒子径 (μ)

| 種類 | ノズル No. 1 | ノズル No. 2 | ノズル No. 3 | ノズル No. 4 | ノズル No. 5 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 3 kg/cm ² | 263 | 285 | 310 | 267 | 288 |
| 5 " | 294 | 293 | 244 | 188 | 271 |
| 7 " | 287 | 282 | 274 | 234 | 222 |
| 10 " | 262 | 283 | 257 | 264 | 220 |

第5表 各種噴霧ノズル, 水粒子分布率 (%)

| 種類 | ノズル 径(μ) 圧力 kg/cm ² | 100~200 | 200~300 | 300~400 | 400~500 | 500~600 | 600~700 | 700~ |
|--------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | (0.1mm) | (0.2mm) | (0.3mm) | (0.4mm) | (0.5mm) | (0.6mm) | (0.7mm) |
| ノズル No. 1 (扇形) | 3 | 31.4 | 48.5 | 14.2 | 5.7 | — | — | — |
| | 5 | 16.9 | 54.2 | 15.2 | 13.5 | — | — | — |
| | 7 | 41.0 | 46.1 | 5.1 | 5.1 | 2.5 | — | — |
| | 10 | 33.3 | 52.3 | 7.1 | 7.1 | — | — | — |
| ノズル No. 2 (扇形) | 3 | 43.4 | 30.4 | 17.3 | 8.6 | — | — | — |
| | 5 | 38.9 | 37.2 | 15.2 | 6.7 | 1.6 | — | — |
| | 7 | 38.8 | 33.3 | 20.0 | 7.7 | — | — | — |
| | 10 | 45.0 | 36.0 | 12.6 | 4.5 | 1.8 | — | — |
| ノズル No. 3 (充円錐) | 3 | 40.6 | 37.2 | 11.8 | 6.7 | 3.3 | — | — |
| | 5 | 60.3 | 41.5 | 13.2 | 3.7 | — | — | — |
| | 7 | 56.0 | 34.1 | 4.8 | 2.4 | 2.4 | — | — |
| | 10 | 50.7 | 41.5 | 7.6 | — | — | — | — |
| ノズル No. 4 (空円錐) | 3 | 37.2 | 44.0 | 11.8 | 6.7 | — | — | — |
| | 5 | 57.5 | 39.3 | 3.0 | — | — | — | — |
| | 7 | 47.0 | 42.6 | 7.3 | 2.9 | — | — | — |
| | 10 | 54.2 | 28.5 | 11.4 | 5.7 | — | — | — |
| ノズル No. 5 (空円錐) | 3 | 34.2 | 39.4 | 15.7 | 10.5 | — | — | — |
| | 5 | 30.5 | 47.2 | 16.6 | 5.5 | — | — | — |
| | 7 | 39.7 | 51.4 | 7.3 | 1.4 | — | — | — |
| | 10 | 39.2 | 53.5 | 5.3 | 1.7 | — | — | — |

(3) 熱しゃ断効果の測定

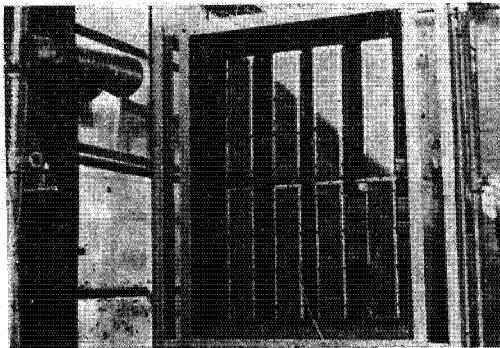
熱源装置(シュバシク赤外線ガスバーナー)の熱放射側(前方)1mの位置に各種ノズルを装着した水噴霧発生装置を取り付台に固定し、熱放射量の安定した時点を選び水噴霧を噴射して、順次水圧を3kg/cm²,

5kg/cm², 7kg/cm², 10kg/cm²と4段階に増加させ、その熱しゃ断効果がどのように変化するか、カロリーメーター2基を用い測定することとした。

カロリーメーターによる測定位置は熱源より前方1mと2mの位置とした。

扇形ノズルの場合は、そのスプレーパターンが扇状となり、噴霧の層が得られないため、スプレーパターンに偏向角度(0度, 45度, 90度)を与え測定することとした。

写真1 実験状況

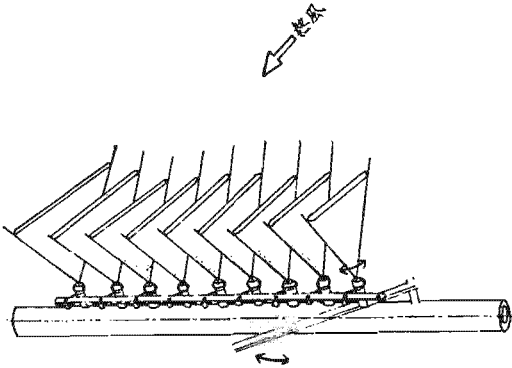


3. 実験結果の考察

(1) 考察するに際して

この水噴霧による熱しゃ断効果の基礎実験は約2か月間を費やし実施しているので、その間気象状況および熱源(ガスバーナー)の状況等に変化があり、実験始めとは多少の差があったことが認められる。しかし放射熱が安定した時点をとらえ、水噴霧を発生させ熱しゃ断効果を測定しているので測定結果にはさほどの

第5図 水幕装置

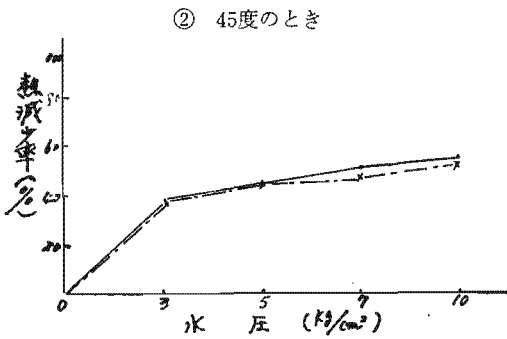
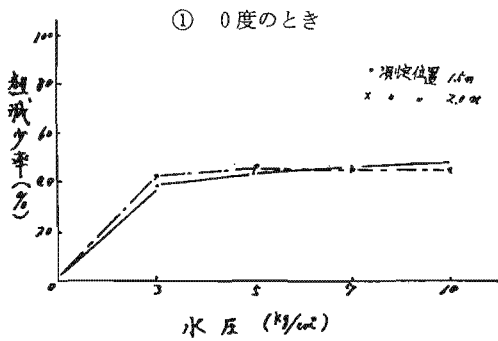


第6表 各種噴霧ノズルの平均熱しゃ断率

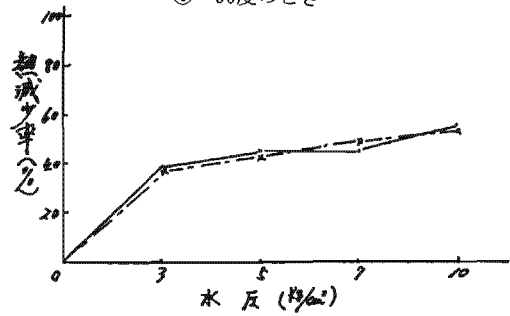
| ノズル番号 | 噴霧形状 | 水噴霧量 (5 kg/cm ²) | 平均熱 しゃ断率 |
|-------|------|---------------------------------|-------------|
| 1 | 扇形 | 670cc/min | 37~50% |
| 2 | 扇形 | 630 " | 40~60 |
| 3 | 充円錐 | 710 " | 36~50 |
| 4 | 空円錐 | 680 " | 44~58 |
| 5 | 空円錐 | 610 " | 37~64 |

第6図 噴霧水圧と放射熱、減少率との関係

1) ノズルNo 1

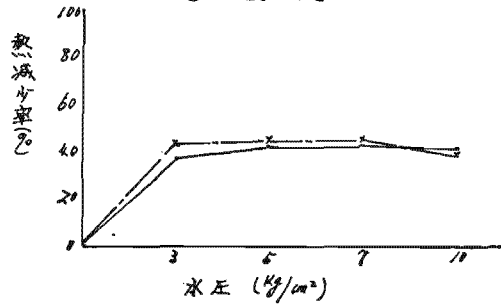


③ 90度のとき

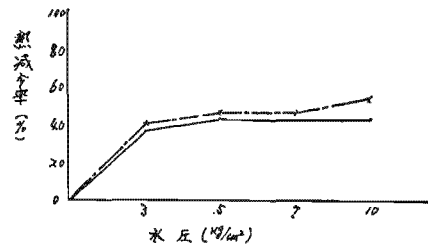


2) ノズルNo 2

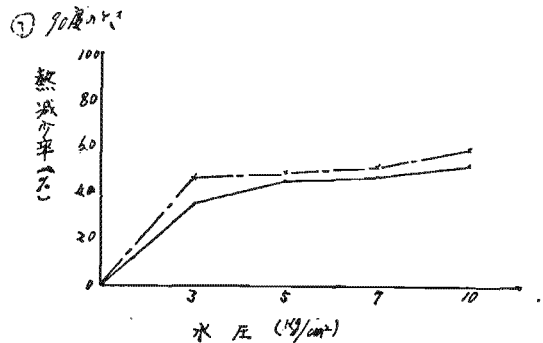
① 0度のとき



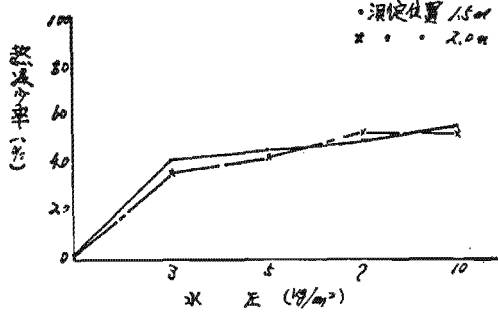
② 45度のとき



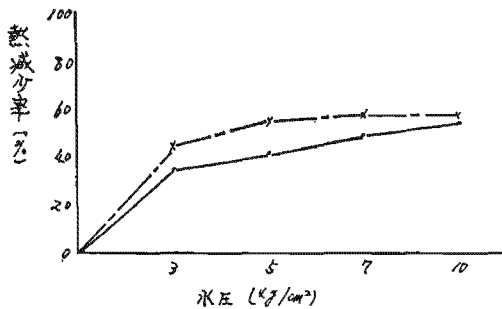
③ 90度のとき



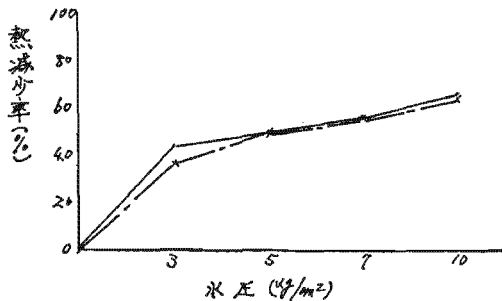
3) ノズルNo.3



4) ノズルNo.4



5) ノズルNo.5



影響はないものと考えられる。

(2) ガスバーナーの特性について

実験データは電圧感度の異なるカロリメーター、2基を並置し、熱源からの距離1.0m、1.5m、2.0mの場合の受熱放射量を測定したわけであり、この実験結果をシュバング、バーナーの単位面積当りの熱放出量 $2.378 \text{ cal/cm}^2 \text{ sec}$ と比較してみると、熱源より前方1m離れた位置の放射熱は $0.055 \text{ cal/cm}^2 \text{ sec}$ であり放射計先端にフードをつけたため77%の減少となっている。しかしこの減少は熱源から1m以上離れると少なくなり距離に反比例している。

(3) 各種噴霧ノズルの特性について

ア 扇形ノズル (ノズル No.1, ノズル No.2)

この種ノズルは小噴出量で微細な扇形噴霧を生じ、スプレーパターンは中央が強く両端にかけて次第に弱まっている。理想的なスプレーパターンは 3 kg/cm^2 のときに得られ、噴霧量をみると 3 kg/cm^2 、 5 kg/cm^2 のときはノズル No.1の方が多い。しかしノズル圧をあげ 7 kg/cm^2 、 10 kg/cm^2 とするとノズル No.2の方が多くなっている。

イ 充円錐ノズル (ノズル No.3)

このノズルは比較的低圧 (2 kg/cm^2) でも全円に均等なスプレーパターンが得られるが大小の噴霧粒子が混合しており、 3 kg/cm^2 の平均粒子径は 310μ という値を示し、霧化性能は良くない。しかし 5 kg/cm^2 以上時の噴霧状況は良好の状態である。またこのノズルは充円錐ノズルであることから使用した他のノズルに比べ、多量な噴霧量が得られるところに特徴を見出し、使用したノズルのうちでは最高値を出している。

ウ 空円錐ノズル (ノズル No.4, ノズル No.5)

このノズルは空円錐パターンを生じ、中心部には噴霧粒子の分布がみられない状況であるが霧化性能の良いノズルと思われる。

ノズル No.4は標準水圧を 3 kg/cm^2 とし、圧力にはほぼ比例した噴霧が得られる。それに反しノズル No.5は理想的なスプレーパターンを生ずるのに 7 kg/cm^2 程度の圧力を必要とし、それ以下では噴霧量にも変化をきたしている。

(4) 各種噴霧ノズルの特性比較について

噴霧量から比較すると、水圧 3 kg/cm^2 、 5 kg/cm^2 においてはノズル No.3 > ノズル No.4 > ノズル No.1 > ノズル No.2 > ノズル No.5 という順になっている。しかし実測値からすると多少の差がみられるだけで最大であるノズル No.3と最小であるノズル No.5との噴霧量の差は 100 cc/min 程度である。

圧力を次第に増加させ 7 kg/cm^2 、 10 kg/cm^2 とすると各種ノズルの噴霧量に変化が現れ、ノズル No.2 \geq ノズル No.3 > ノズル No.4 \geq ノズル No.1 > ノズル No.5 という順になっている。低圧であったときに比べ最大の噴霧量であるノズルと最小のノズルの差はひらき 200 cc/min (2倍) となっている。

理想的なスプレーパターンを生ずる各種噴霧ノズルの標準圧 (ノズル No.1~No.4 3 kg/cm^2 、ノズル No.5 7 kg/cm^2) を基にし、水粒子を比較すると、その粒径はノズル No.2 > ノズル No.1 > ノズル No.3 > ノズル No.5 > ノズル No.4 という順になり、空円錐であるノズル No.4、ノズル No.5が一番微細な水粒子を含む噴霧であるということになる。

(5) 熱しゃ断効果について

各種ノズル別等の比較を容易にするため噴霧圧、噴霧量、噴霧角度および水粒子等と熱しゃ断効果の関係を以下2項目に分けて考察する。

ア 噴霧ノズル形状等による比較

(ア) 扇形ノズル(ノズルNo.1, ノズルNo.2)

この種のノズルは噴霧偏向角度を0度, 45度, 90度とそれぞれ変化させ、熱しゃ断の状況をみたわけであるがノズルNo.1, ノズルNo.2とも同傾向を示し、その値に大差は生じていない。

実験セット等を考慮すると危険と思われるがノズルNo.2, 測定位置2mのときには完全に偏向角度による差が認められ、90度>45度>0度の順となっている。このような結果が得られたことは水粒子の分布密度および水噴霧層の厚みの変化によるものと思われる。何故なら、その条件を備えた噴霧偏向角度90度, 45度としたときの熱しゃ断効果が0度時に比べ良い結果となっているからである。

熱しゃ断効果は噴霧圧および噴霧量に比例するものと思われる。しかしノズルの特性あるいは気象(風等)による影響のためか一定した熱しゃ断効果の増減は見られず、測定結果を総合してみるとノズルNo.1の熱しゃ断範囲は37~55%, ノズルNo.2は37~60%となっている。水圧3kg/cm²時における熱しゃ断率を平均してみるとノズルNo.1は38.0%, ノズルNo.2は40.1%となっている。

(イ) 充円錐ノズル(ノズルNo.3)

このノズルは他のノズルに比し噴霧量が多いので熱しゃ断効果を期待したところであるが、そのような傾向はみられず、その範囲は36%~53%であり、水圧3kg/cm²時の熱しゃ断率は38.6%となっている。

(ウ) 空円錐ノズル(ノズルNo.4, ノズルNo.5)

ノズルNo.4はノズルNo.5に比べ、7kg/cm², 10kg/cm²時とも約120cc/min程度、噴霧量が多いにもかかわらず熱しゃ断効果は、その逆となり、ノズルNo.5の方が5~9%程度良い値となっている。このことはノズルNo.5は噴霧角度がノズルNo.4に比し5度ほど広くなっているので噴霧層による影響と思われる。また、この空円錐ノズルの熱しゃ断率は他の扇形ノズル、充円錐ノズルに比し全般的に良い結果となっており、平均して10%程度よい。

ノズルNo.4の熱しゃ断範囲は34~58%, ノズルNo.5は37~63%であり、水圧3kg/cm²時における熱しゃ断率を平均してみるとノズルNo.4は39.1%, ノズルNo.5は40.4%となっている。

イ 噴量および水粒子径による比較

熱放射に影響を与える因子は吸収と散乱によるものと思われ、吸収あるいは散乱の値が大きくなれば透過

する波長は少くなり、熱しゃ断率は大きくなるはずである。本実験に使用した噴霧ノズルは、いずれも、その噴霧粒径が200~300μの範囲内に属しており、水粒子径は波長(ガスバーナー、3μ程度)に比べ相当大きな値となっている。このことは文献等によれば反射屈折による散乱の領域に属し、水粒子径が大きいほど散乱は少なくなり、吸収はほとんど起らないとされている。このようなことから実験結果を考察するに噴霧圧が低い場合は水粒子が少なく、噴霧圧が次第に高くなるに従って、その径は小さくなる傾向にあり、特にノズルNo.5の水圧7kg/cm², 10kg/cm²時は測定値でも一番小さい粒子となっており、熱しゃ断率もこの付近が一番大きく、各種ノズルの熱しゃ断効果の順位は水粒子径に作用され、粒径の小さい順となっている。

(6) 結論

最後に実験結果を総合して検討、考察すると次のようなことが言える。

ア 熱しゃ断効果の大きいノズル

扇形ノズル、充円錐ノズル、空円錐ノズルとそれぞれ特徴があり、大きな差は認められなかったが一番熱しゃ断の大きな値を示したノズルは空円錐ノズル(ノズルNo.5)である。総合的な熱しゃ断率の値はノズルNo.5……52.7%, ノズルNo.4……49.45%, ノズルNo.3……46.25%, ノズルNo.2……45.4%, ノズルNo.1……45.55%即ちNo.5>No.4>No.3>No.1≧No.2である。

イ 使用状況からみたノズル

空円錐ノズルは噴霧角度が他のノズルより大きく水粒子が比較的小さいため噴霧距離の必要な場合等は無理であると思料される。

充円錐ノズルは水粒子が比較的均的な大きさであり、また熱しゃ断効果も比較的よく、噴霧距離も大きいので一般的使用には良いと思われる。

扇形ノズルは、そのスプレーパターンが扇状であることから噴霧偏向角度(45度, 90度)を考慮して使用すれば水圧10kg/cm²時における熱しゃ断率60%という実験結果が示すように相当な効果も期待できるであろうし、噴霧距離も大きい。

第二 実験

1. 実験概要

(1) 実験日時

昭和47年1月20日

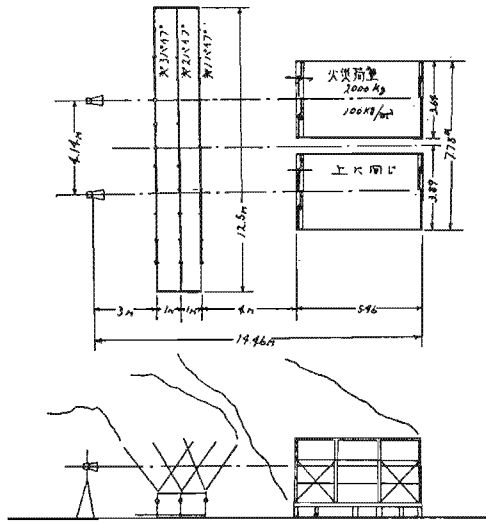
(2) 実験場所

東京都江東区有明町先13号埋立地

(3) 実験装置

ア 実験建物(2むね)……構造および規模

第7図 実験概要図



屋根および外壁、トタン板張りの鉄骨プレハブ平家建、建築面積20m²の建物を2むね並設し、屋内に火災荷重として、それぞれ2,000kg (100kg/m²) の木材をそう入し、これを燃焼させ、熱源にすることとした。

イ 水噴霧発生装置

建物の風下、地上1mの高さに3列のノズルパイプを持った噴霧設備を設けたわけであり、このパイプライン (全長12.5m) 1列には水噴霧が均衡に噴射できるようにノズル圧5kg/cm²にて6ℓ/minの放水量をもつ噴霧ノズルを11個 (ノズル間隔1m) 取付けた。

そしてノズルパイプに連結する送水パイプの一端には開閉バルブを設け、各1列ずつ単独または同時に放水できるようにした。

ウ 噴霧ノズル

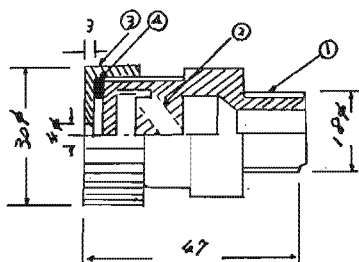
第一次実験の結果にもとづき、熱しゃ断効果の大きい空円錐ノズルを使用したわけであり、その性能および形状等は次のとおりである。

エ 水噴霧採取器および撮影装置

第一実験に同じ

オ 計測装置

第8図 噴霧ノズル



- ① ノズル
- ② スプレッパ
- ③ オリーブ
- ④ パッキン

第7表 噴霧ノズル性能表

| 噴霧量 ℓ/min | | | | 噴霧角度 | | ノズル射程 |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 3 kg/cm ² | 5 kg/cm ² | 7 kg/cm ² | 10kg/cm ² | 3 kg/cm ² | 7 kg/cm ² | 7 kg/cm ² |
| 約4.6 | 6 | 6.8 | 約7.8 | 75° | 80° | 90cm |

カロリーメーターおよびそのセットスタンド、ペン書式自動記録計

(4) 測定項目

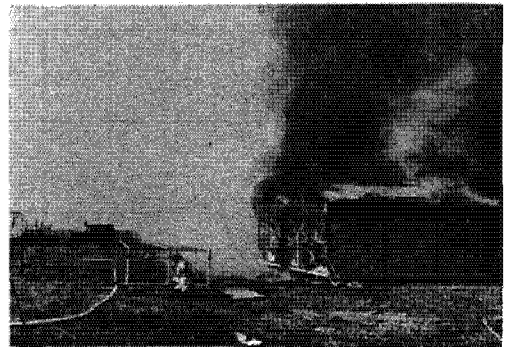
- ア 熱しゃ断効果の測定
- イ 水噴霧粒子径の測定

2. 実験方法および結果

(1) 熱しゃ断効果の測定

建築面積20m²のプレハブ平家建、2むねを同時に燃焼させ、放射熱が一定なる時機をみはからって、風下地上1mの位置にある3列のノズルパイプをもった水噴霧発生装置より、水圧7kg/cm²でもって1列のみ、1, 2列, 1, 2, 3列同時というように断続的に水噴霧を発生させ、この放水幕による放射熱のしゃ断状況自動記録計により測定した。

写真2 実験状況 (水噴霧発生装置1.2列放水の状態)

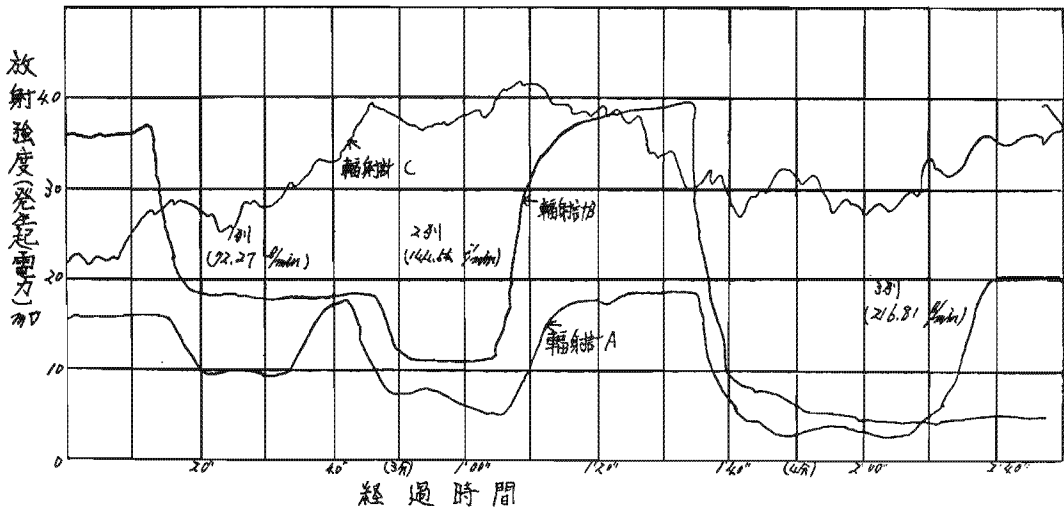


建物前面から各パイプラインまでの距離は、それぞれ4, 5, 6mとし、カロリーメーターは地上高さ1.5mの位置に、建物と相対するように建物前面より9m (水噴霧発生装置より3m) の距離に設けた。

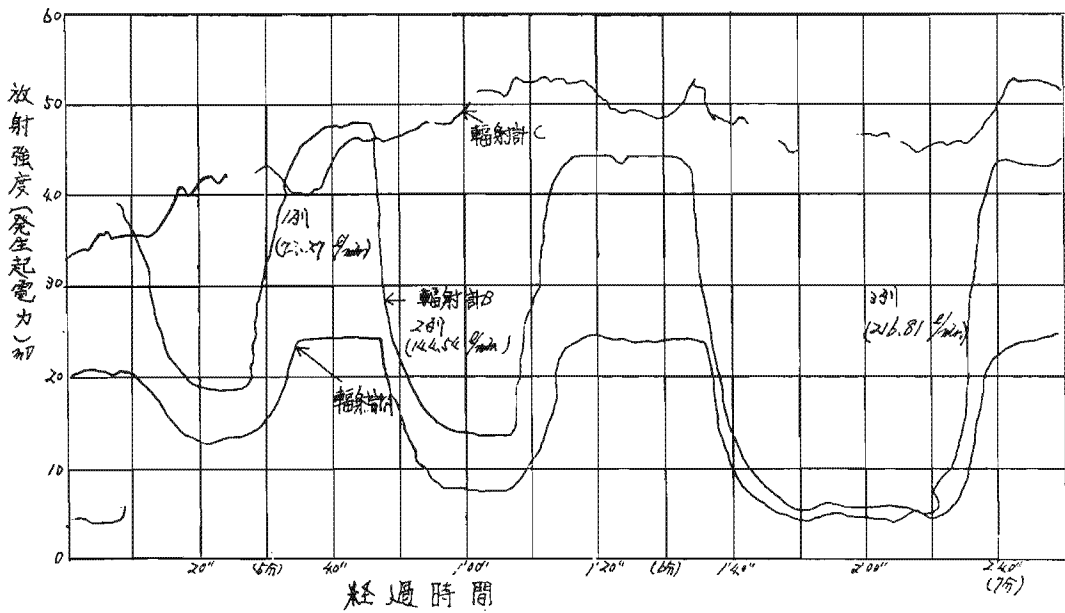
この実験による火災温度は一般火災の温度標準曲線と同様の傾向を示し、室内温度は点火後8分~10分に最高温度に達した。一般的には温度下降が早いのであるが本実験では廃材等の関係から温度も横ばいの状態であったため4回実験測定することができ、正確な測定値を得ることができた。延焼炎もほとんど無風の状態であったため前半は水噴霧発生装置側に幅5m、高さ7m、程度の炎が窓および入口より噴炎し、一般火災と同じようであった。水噴霧は水圧7kg/cm²で発生

第9図 水噴霧、熱しゃ断による放射熱の変化 (自記記録計より)

実験 1



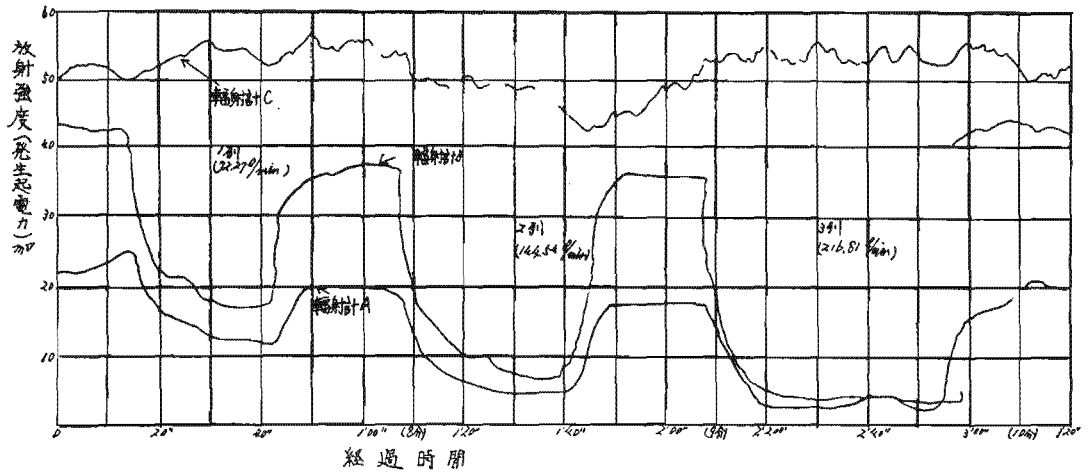
実験 2



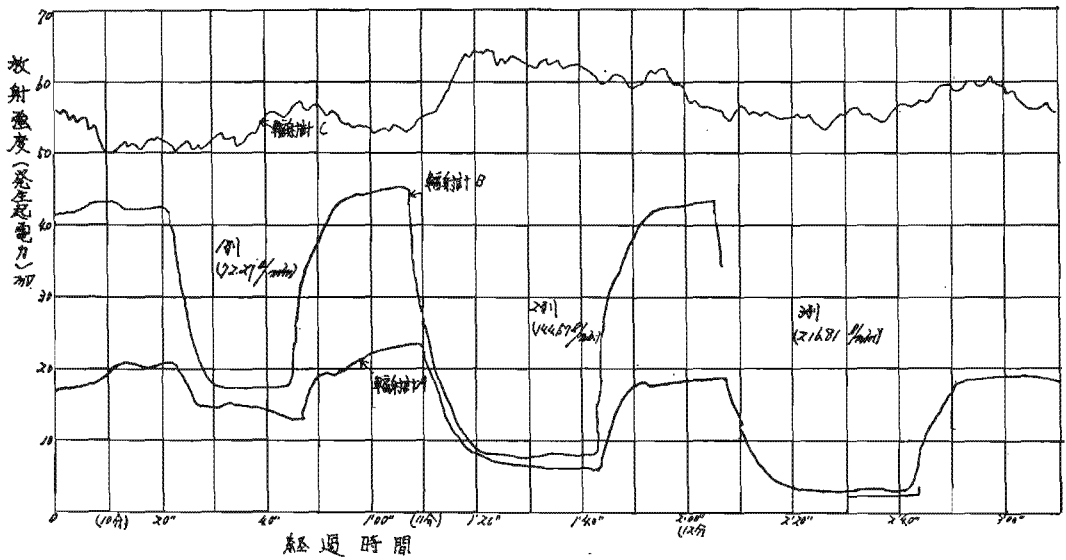
第8表 水噴霧による熱しゃ断率

| 回数 放射計 | 第 1 回 | | | | | | 第 2 回 | | | | | |
|-----------|---|---|------------|---|---|------------|---|---|------------|---|---|------------|
| | 放射計 A | | | 放射計 B | | | 放射計 A | | | 放射計 B | | |
| | Q ₁ (cal/ cm ² sec) | Q ₂ (cal/ cm ² sec) | 減少率 (%) | Q ₁ (cal/ cm ² sec) | Q ₂ (cal/ cm ² sec) | 減少率 (%) | Q ₁ (cal/ cm ² sec) | Q ₂ (cal/ cm ² sec) | 減少率 (%) | Q ₁ (cal/ cm ² sec) | Q ₂ (cal/ cm ² sec) | 減少率 (%) |
| 1 列 | 0.292 | 0.182 | 37.7 | 0.082 | 0.041 | 50 | 0.371 | 0.225 | 39.4 | 0.109 | 0.043 | 60.6 |
| 2 列 | 0.311 | 0.109 | 65.0 | — | 0.027 | — | 0.424 | 0.145 | 65.8 | 0.102 | 0.031 | 69.6 |
| 3 列 | 0.335 | 0.057 | 83.0 | 0.085 | 0.013 | 84.7 | 0.429 | 0.086 | 80.0 | 0.036 | 0.012 | 87.5 |

実験 3



実験 4



第8表 水噴霧による熱しゃ断率

| 回数 | 放射計 | 第 3 回 | | | | | | 第 4 回 | | | | | |
|----|-----|---|---|------------|---|---|------------|---|---|------------|---|---|------------|
| | | 放射計 A | | | 放射計 B | | | 放射計 A | | | 放射計 B | | |
| | | Q ₁ (cal/ cm ² sec) | Q ₂ (cal/ cm ² sec) | 減少率 (%) | Q ₁ (cal/ cm ² sec) | Q ₂ (cal/ cm ² sec) | 減少率 (%) | Q ₁ (cal/ cm ² sec) | Q ₂ (cal/ cm ² sec) | 減少率 (%) | Q ₁ (cal/ cm ² sec) | Q ₂ (cal/ cm ² sec) | 減少率 (%) |
| 1 | 列 | 0.437 | 0.232 | 46.9 | 0.096 | 0.041 | 57.3 | 0.340 | 0.241 | 29.1 | 0.093 | 0.039 | 58.1 |
| 2 | 列 | 0.362 | 0.100 | 72.4 | 0.084 | 0.020 | 76.2 | 0.384 | 0.141 | 63.3 | 0.097 | 0.019 | 80.4 |
| 3 | 列 | 0.331 | 0.057 | 82.8 | 0.079 | 0.008 | 89.9 | 0.329 | 0.063 | 89.9 | 0.097 | 0.006 | 93.9 |

させ、そのときの噴角は80度、噴霧射程は90cm程度であった。

(2) 水粒子径の測定

第一実験(3)実験装置の項に記載した水噴霧採取器を使用し、ノズルより発生する水粒子を採取して、写真撮影により粒径を測定した。

第9表 水噴霧の粒子径及び分布率

(1) 水噴霧粒子径

| ノズル圧力 kg/cm ² | 3 | 5 | 7 | 10 |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 種類 | | | | |
| 粒子径 μ | 386 | 482 | 302 | 271 |

(2) 水粒子分布率 (%)

| ノズル圧力 kg/cm ² | 粒径(μ) | | | | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| | 100~200 | 200~300 | 300~400 | 400~500 | 500~600 | 600~700 | 700~ |
| 3 | 25.4 | 26.4 | 18.6 | 18.6 | 4.9 | 3.9 | 1.9 |
| 5 | 29.3 | 27.3 | 13.3 | 9.3 | 4.0 | 2.6 | 4.0 |
| 7 | 32.1 | 37.9 | 20.6 | 6.8 | 2.2 | | |
| 10 | 45.5 | 30.8 | 17.6 | 5.8 | | | |

3. 実験結果の考察

これは第一実験にもとづき、その規模をスケールアップした実験であり、測定結果をみるにプレハブ建物を2むね燃焼させたときの放射熱は建物風下9mの位置では0.08~0.10cal/cm²sec程度の値を示している。しかし水噴霧を介在すると急激な減少が見られ、第3回目に実施した実験結果をあげるならば1列放水の場合0.041cal/cm²sec、1、2列放水の場合0.02cal/cm²sec、3列同時放水の場合0.008cal/cm²secというように放射熱は減衰している。この放射熱の減衰を熱しゃ断率であらわすと57.3%、76.2、89.9% (第8表参照) という値になり、噴霧列の増加に従って13~18%しゃ断率の向上がみられる。このことは合計4回実施した実験結果を平均してもほぼ同様な結果が得られる。

使用した空円錐ノズルより発生する水噴霧粒子径は採取方法およびその測定等の誤差により正確な測定値を期待することは疑問であるが実験時の放水圧7kg/cm²時の平均粒子径は302μであり、400μ以上の水粒子が9%以上認められた。しかし大半は100~400μの範囲内に属している。

次に放射熱に対する人間の耐性について述べるならばアメリカのファイヤー、リサーチ、スペシャル、レポートによると刺子着用で消防活動できる放射熱の許容限界は0.06cal/cm²secであり、そして皮膚を露出させていて長時間耐えられるのは0.03cal/cm²secとされている。このような観点から実験結果をみると水噴霧発生装置(3列のノズルラインからなる)の1列のみを放水した場合は0.041cal/cm²secという値が得られたことから刺子を着用すれば十分消防活動できる範囲内であり、さらに1、2列を放水すると0.02cal/cm²sec、3列同時放水すると0.008cal/cm²secという値であり、皮膚を露出させていても長時間耐えることのできる許容限界内で良い結果を得ることができた。

ま と め

この実験を段階的に進めるため第一実験と第二実験とに分け、実施したわけであり水噴霧が火災による放射熱をどの程度しゃ断するものか一応目安なるものは見出すことができた。しかし熱しゃ断率を向上させるためには熱放射に影響を与える因子である吸収と散乱を考えなくては行けないであろう。

本実験に使用した噴霧ノズルより発生する水粒子径はいずれも300μ前後であり、Mieの散乱理論の成立する範囲である。本実験の究極的な目標とする水噴霧発生装置(ノズル等)を開発するためには反射屈折による散乱を考えなくては行けないであろう。このためには適当な水粒子径をもつノズル、しかもより多くの噴量を得られ、そして広い噴霧層という条件を具備したものを開発しなくては行けないであろうし、また合流火災等から避難民を防護するという観点に立てば広い範囲を覆うことのできるための方策もさらに研究する必要があると思考される。