

高発ぼうによる耐火建築物の消火実験について

坂 本 英 胤*
 大 熊 順 三**
 立 澤 繁*

1. 実験目的

耐火建築物の火災時には、地階、高層階を問わず消火対策には苦慮しており、その打開策の一つとして高発ぼうによる消火法が用いられているが、まだ十分な経験と資料を駆使する域に至っていないのが実状である。

すでにこの種火災に際しては、高発ぼうにより消火効果をあげた例はあるが、必ずしも成功とは云えない例もあり、市街地構成上からも今後ますます対象物が多くなり火災の増加も考えられる。

今回の実験は、地階、高層階にあわを送ほうした場合等のような流動状況を示し、火災の熱や煙をどの程度抑制することが出来るか等を知ることが主眼として行なったものである。

2. 実験日時

昭和46年10月31日

第1実験(地下), 午前6時0分~7時5分

第2実験(3階), 午前7時45分~8時25分

3. 実験場所

東京都千代田区内神田二丁目2

昭和産業株式会社, (第1図, 参照)

4. 実験建築物規模等

実験に使用した建築物は地下1階, 地上6階, 建築面積356.4㎡, 延面積2,193.3㎡で昭和25年に建てたもので比較的新しい建築物である。その状況は写真1のとおり。

5. 実験組織

主催, 消防科学研究所

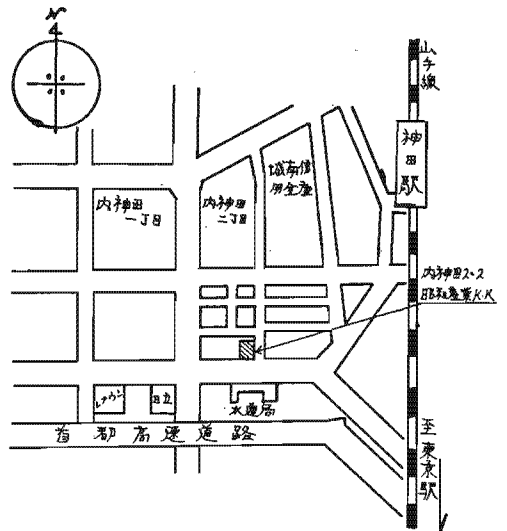
協力, 警防部, 予防部, 機械部, 第一消防方面本部, 神田消防署等

昭和産業株式会社

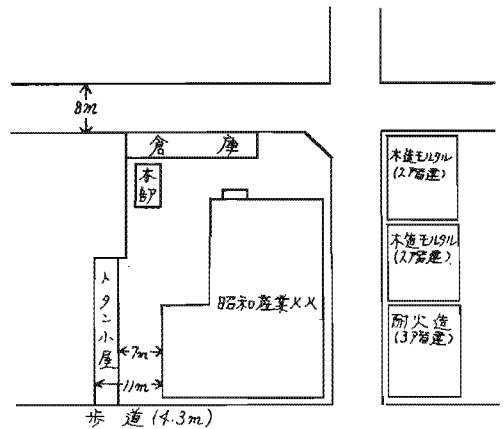
* 第一研究室

** 芝消防署

第1図 火災実験場付近図



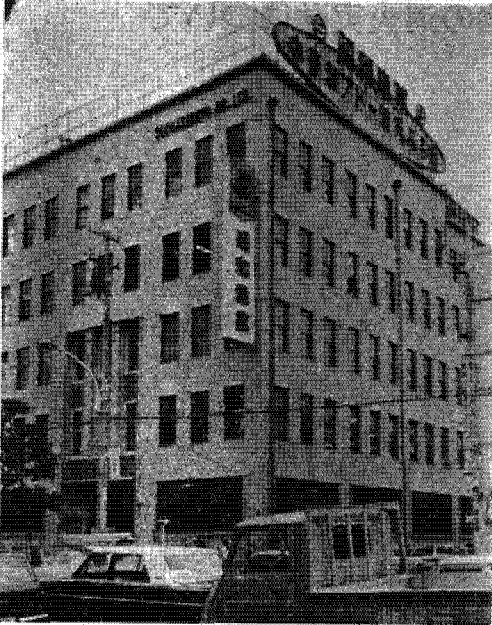
第2図 建物付近図



6. 参加車両

化学車4台, 空中作業車3台, ポンプ車2台, 排煙車(エンジン駆動式高発ぼう器積載車)1台, 警戒隊4台

写真1 火災実験建築物



7. 使用発ぼう器および性能等

実験に使用した発ぼう器およびその性能は第1表のとおりである。

第1表 発ぼう器性能

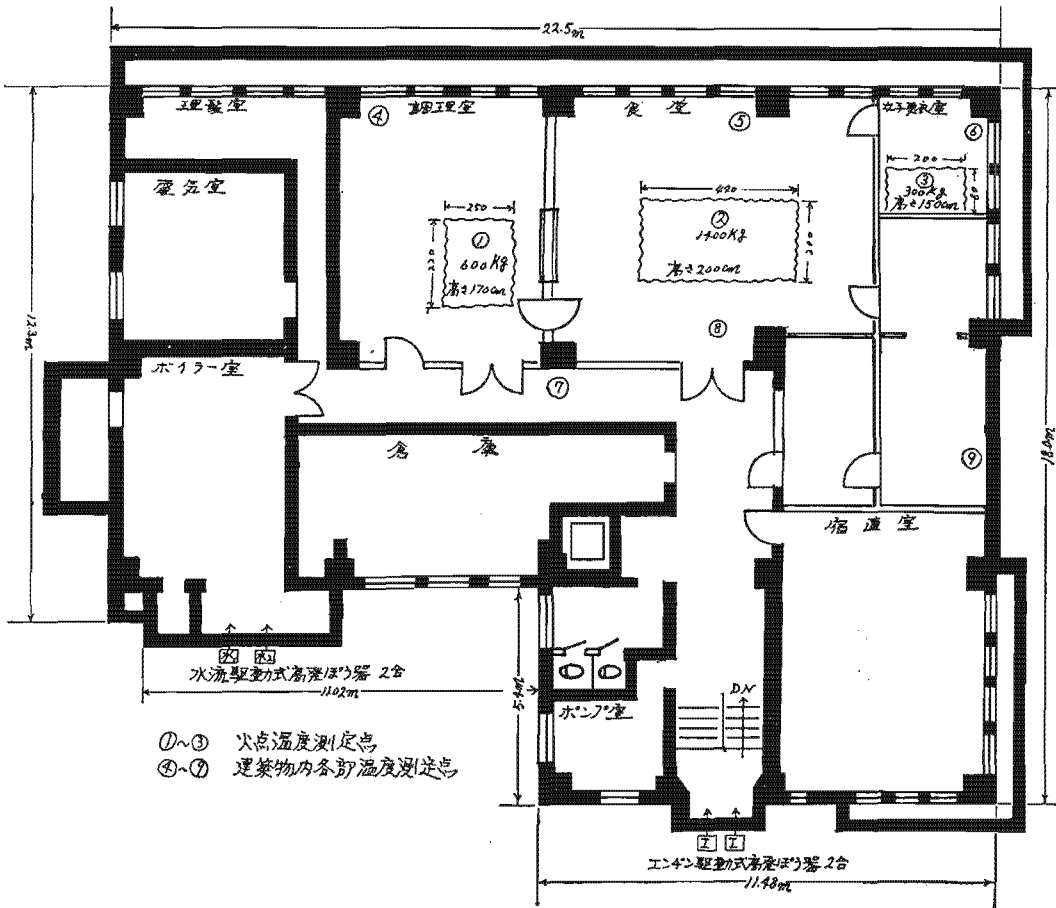
器種	使用台数	項目	水容量 ℓ/min	発ぼう量 mf/min	倍率
エンジン駆動式 高発ぼう器	2		200(1.0kg/cm ²)	110	500
水流駆動式高発 ぼう器	2		130(5.0kg/cm ²)	50	380
簡易発ぼう器	4		500(3.0kg/cm ²)	約70	約140

(註) 上記数字は標準性能を示す

8. 実験内容

今回の実験はあわの流動状況、あわ発ぼうの倍率と室内充満量ならびに消火効果等を主体とするものであるから特定なものを除き、温度の測定のみとした。
(火点階層の床面から天井付近まで等間隔に測定点を設定、地下火災実験42点、3階火災実験38点)

第2図 地下の間取燃料、温度測定点、発ぼう等の位置



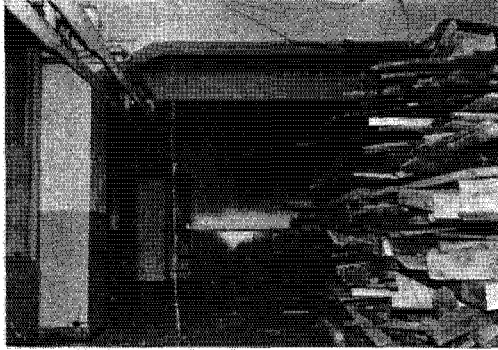
9. 火災室等の状況

(1) 第1実験(地下)

ア、窓および間切りの状況

地階部の窓および間切りの状況は、第2図に示すとおりであるが東側および南側にはドライエリアがあり構造は半地下式の状態である。外壁上部には明り取り用の小窓があり一般の地下とは相違するところもあるが実験時には一般地下階と同様送ほうは2

写真2 地下火災実験燃料状況



箇所を除いて各窓は全部トタンで密閉した。地下階内部のドアは避難者の避難後であることを想定し開放した。

イ、火災荷重および火点の位置等

天井および床面はコンクリートたきとなっており内部壁体の一部が木張り、しゅくい塗および木製であり可燃物は比較的少ない。燃料は一般耐火建築物の火災荷重と同程度の25~30kg/m²の廃材を写真2のように設定した。燃料は調理室、倉庫、更衣室に合計2,300kg積み、点火は調理室、食堂(燃料には灯油10ℓかけ)同時に着火した。

(2) 第2実験(3階)

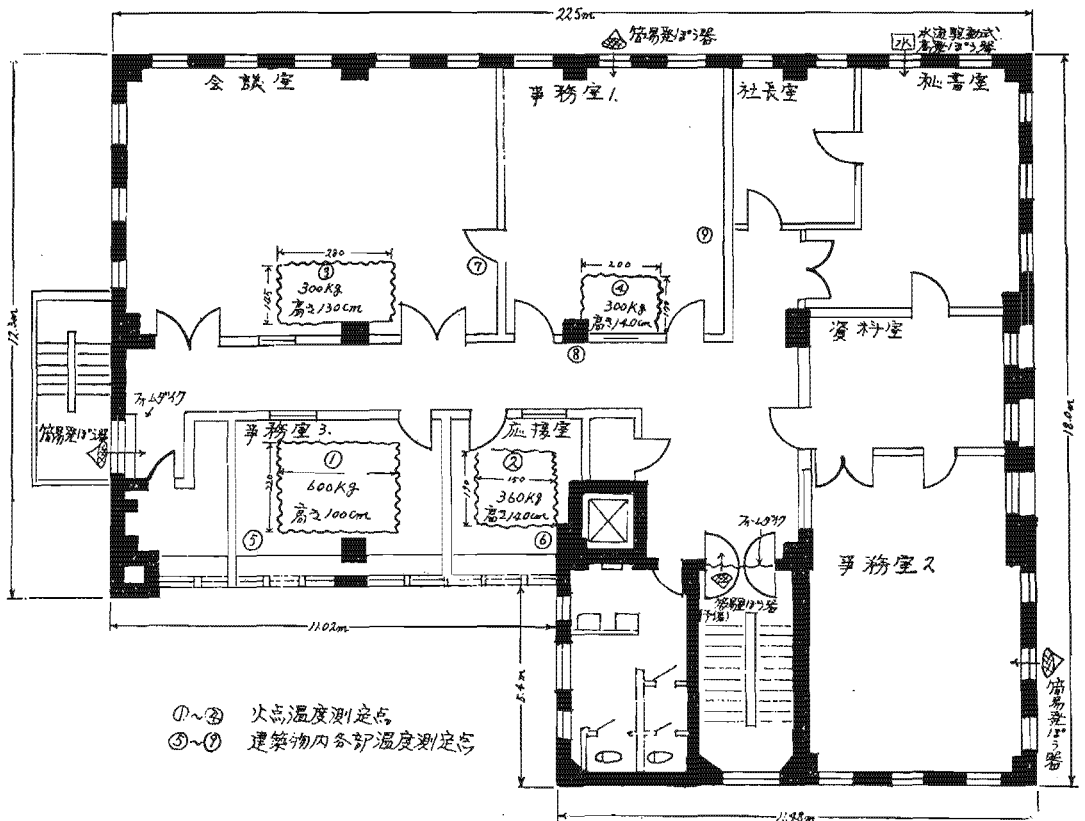
ア、窓および間仕切りの状況等

3階の窓および間仕切りの状況は第3図に示すとおりであり実験時には送ほうする窓、半分を除いた各窓は密閉した。3階内部のドアは地下火災実験と同様に全部開放の状態とした。

イ、火災荷重および火点の位置

床面は会議室、事務室1、社長室、秘書室、資料

第3図 3階の間取、燃料温度測定点、発ぼう等の位置



①~② 火点温度測定点
③~⑥ 建築物内各部温度測定点

室、事務室2は木製タイル張りとなっており他の部分はコンクリート研き出しとなっている。また各ドアーは外周部を除き全部木製で会議室、事務室1、社長室秘書室、資料室および事務室2の内壁部分には腰高2.15mの木製材が張り付けられている。火災荷重は事務室3および応接室を主に一般事務室と同程度の25~30kg/m²となるように会議室、事務室1、事務室3、応接室に合計1560kgの廃材を積み4箇所（各燃料には灯油10ℓかけ）同時に着火した。

10. 消火の方法等

(1) 第1実験（地下）

消火にはエンジン駆動式高発ぼう器2台、水流駆動式高発ぼう器2台、計4台使用し第2図に示す位置から点火後11分に発ぼうを開始した。残火の消火は21型ノズルを使用し水噴霧により消防隊員が進入して行なった。

(2) 第2実験（3階）

消火には水流駆動式高発ぼう器1台、簡易発ぼう器3台（同予備1台）計4台使用し第3図に示す位置から点火後15分に発ぼうを開始した。残火の消火は21型ノズルを使用し水噴霧により消防隊員が進入して行なった。

11. 実験結果等

(1) 第一実験（地下）

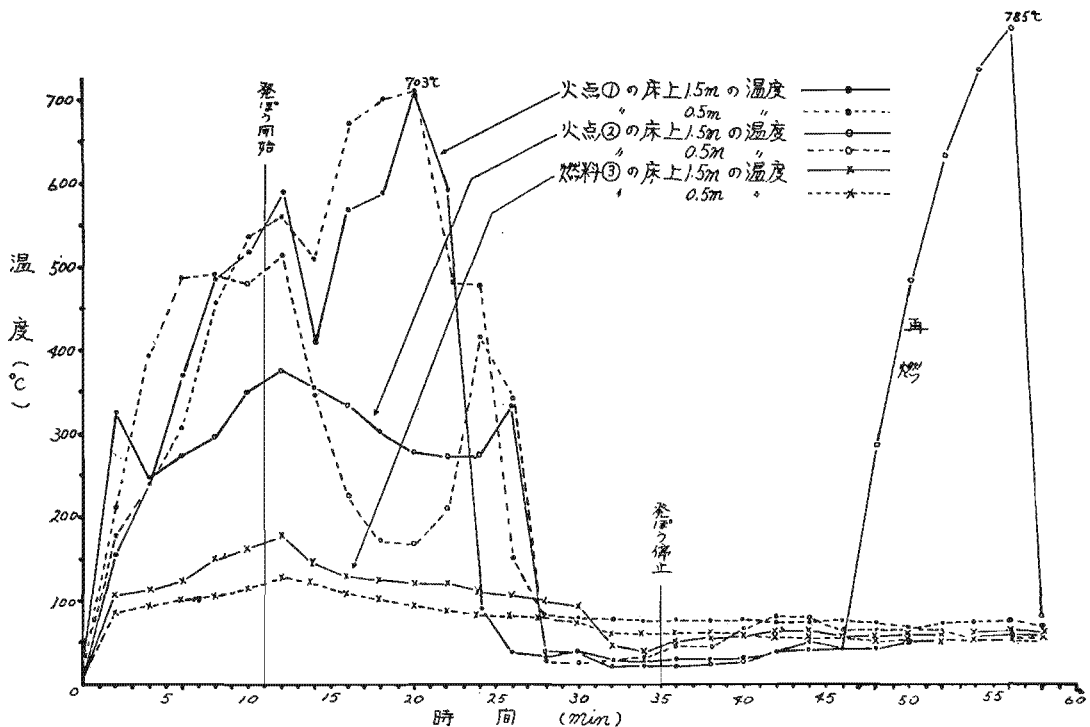
ア 燃焼等の状況

火災実験時の煙の状況は写真3のとおりであり実験後における燃焼状況は調理室の60kg、食堂1,40kgの燃料（廃材）は全焼（積み上げた薄板は完全に

写真3 地下火災実験時の煙状況



第4図～1 地下火災実験（火点①②③の温度変化）



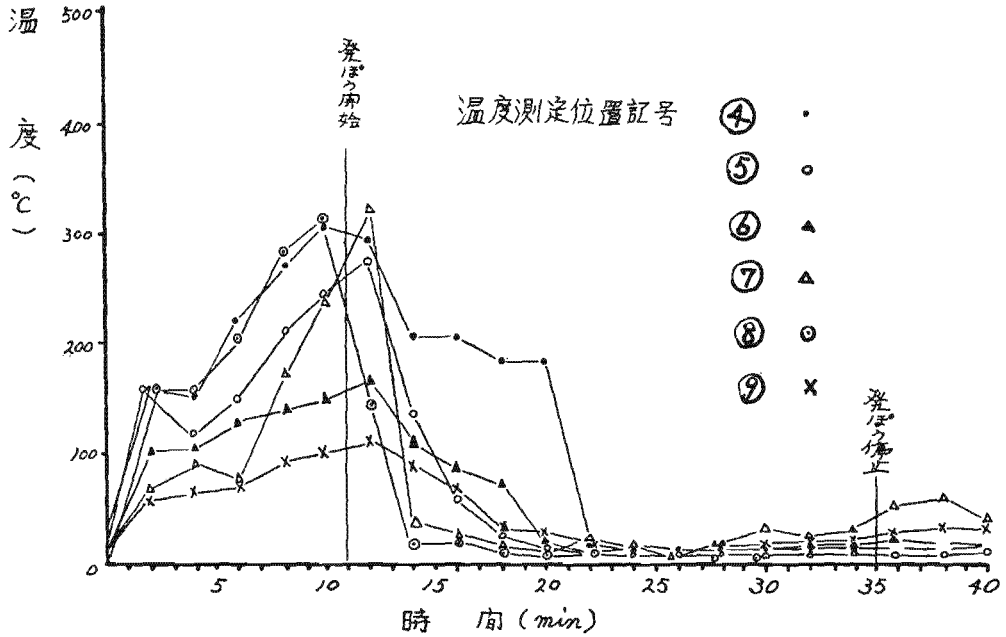
燃えているが角材は炭火が深いものの原形はかなり保っていた。)の状況であった。

イ、各室の温度測定点等の状況

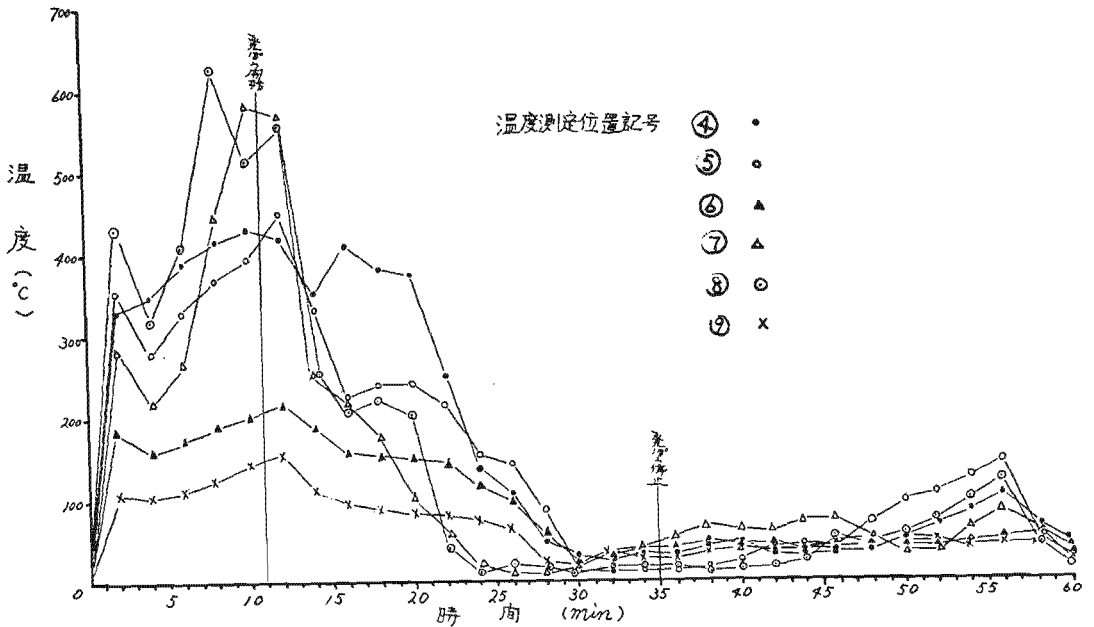
火災室および火災室付近の温度状況は第4図に示すとおりである。温度上昇状況は一般耐火建築物火災実験とはほぼ同じような傾向を示し点火2分後⑧

測定点の温度は600°C、4分後700°C、12分後740°Cを記録したが火災室等の天井部より下方になるにしたがい温度が低い値を示している。発ぼうは火災の最盛期の点火11分後に開始し1~2分であわの影響により温度は降下始めたが調理室は発ぼう後も燃焼を続け、あわが到達したと思われる9分後に急激

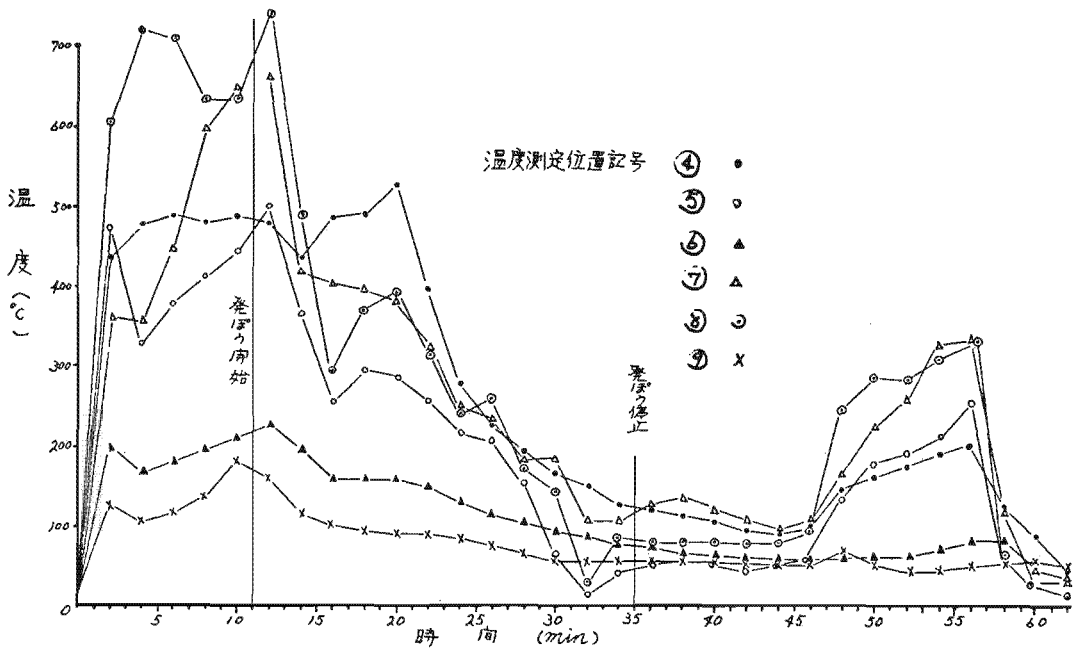
第4図~2 地下火災実験(④⑤⑥⑦⑧⑨)の床上500mmの温度



第4図~3 地下火災実験(④⑤⑥⑦⑧⑨)の床上1.5mの温度



第4図～4 地下火災実験（④⑤⑥⑦⑧⑨の床上2.5mの温度）



に下がっている。

ウ 発ぼう等の状況

発ぼうの状況は水流駆動式高発ぼう器2台，エンジン駆動式高発ぼう器2台，計4台を使用して行なったがエンジンの不調等により計算上の発ぼう量より低い値を示した。その発ぼう状況は第2表のとおりである。

第2表

項目 器種	発ぼう開始から停止までの時間	計算上の発ぼう量		実験時の発ぼう量	
		総発ぼう量	1分間当りの発ぼう量	総発ぼう量	1分間当りの発ぼう量
水流駆動式高発ぼう器2台 エンジン駆動式高発ぼう器2台	24分	7680 m ³	320 m ³	3238 m ³	132 m ³

実験時の総発ぼう量3,238m³は、地階要充ほう空間（調理室，食堂，女子更衣室等）が約920m³であるため、あわの投入倍率は約3.5倍となっている。

エ、あわ充満等の状況

発ぼう停止時の地階あわ充満状況（床面から天井までの高さ3.3m）は第5図に示すとおりである。

階段部から食堂まで2.5m以上，調理室2.0m以上，ボイラー室2.5m以上，他の部分は1.5m以上の高さに積っている。

(2) 第二実験（3階）

ア、燃焼等の状況

実験後の燃焼状況は会議室の300kg，事務室1の300kgの燃料（廃材）は全焼（地下実験と同程度の）状況であり，応接室の360kg，事務室3の600kgの燃料は部屋が狭く外周窓を閉め切っていたために酸素不足を生じ部分焼の状態であった。

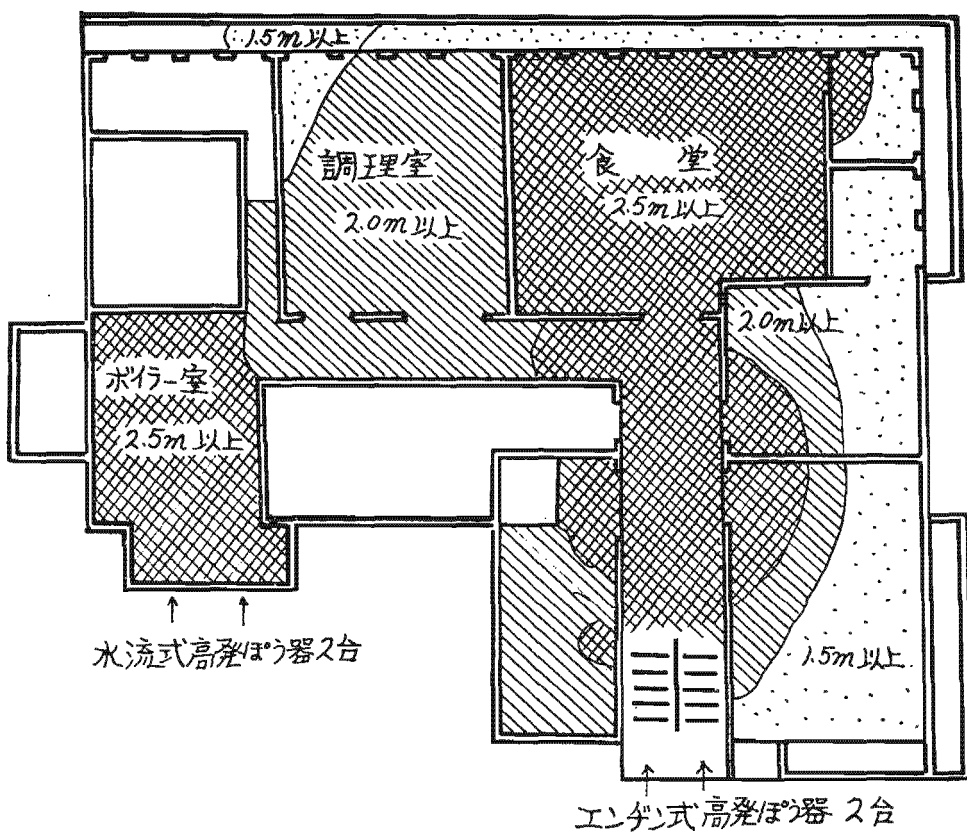
イ、各室温度測定点等の状況

火災室および火災室付近の温度状況は第6図に示すとおりである。温度上昇状況は地下実験と同じような傾向を示し点火1分後火点④測定点（床上1.5m）の温度は350°C，2分後730°C，12分後875°Cを記録したが火災室等の天井部より下方になるにしたがい温度が低い値を示している。火点②測定点の温度は点火後2分で275°Cまで上昇したが以後燃焼せず温度が下がっている。発ぼうは火災最盛期の点火15分後に開始したが事務室1の温度は発ぼうと同時に急激に下がり間接消火の会議室は発ぼう開始後5～8分で下がっている。

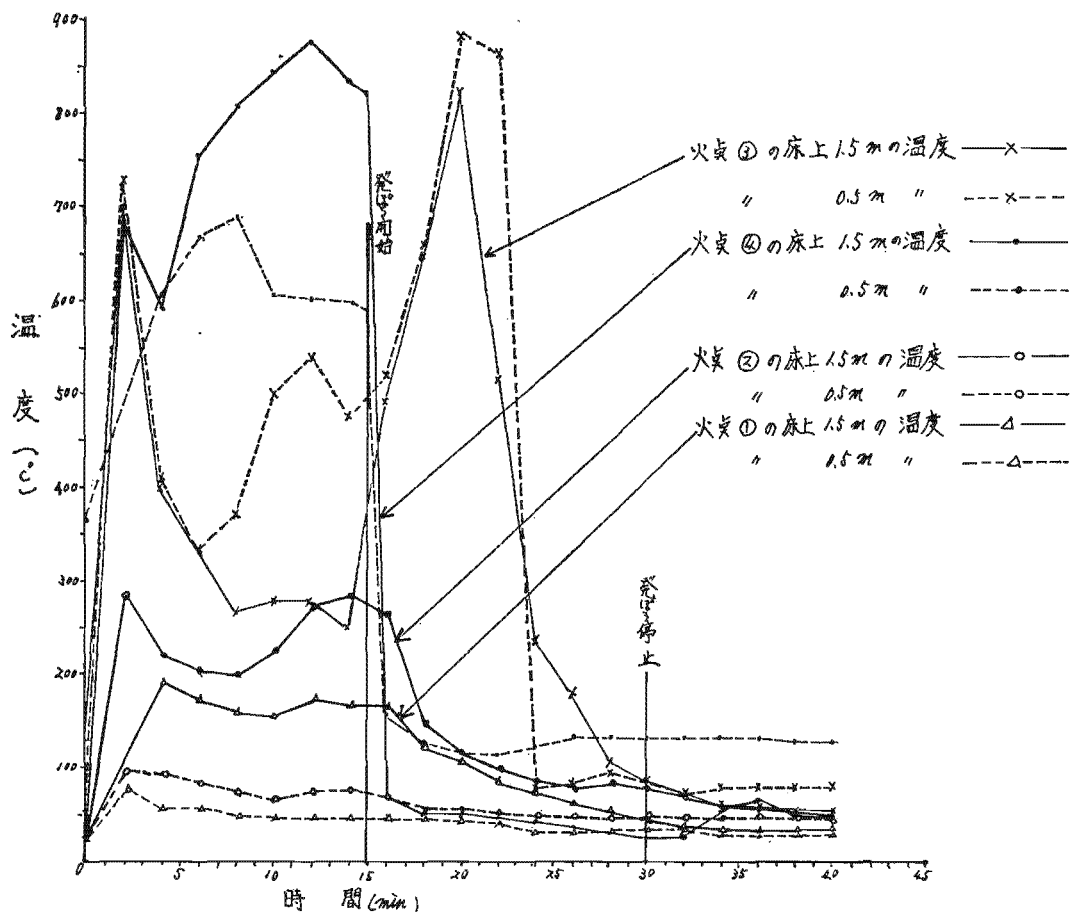
ウ、発ぼう等の状況

発ぼうの状況は、水流駆動式高発ぼう器1台，簡易発ぼう器3台計4台を使用して行なった。水流駆

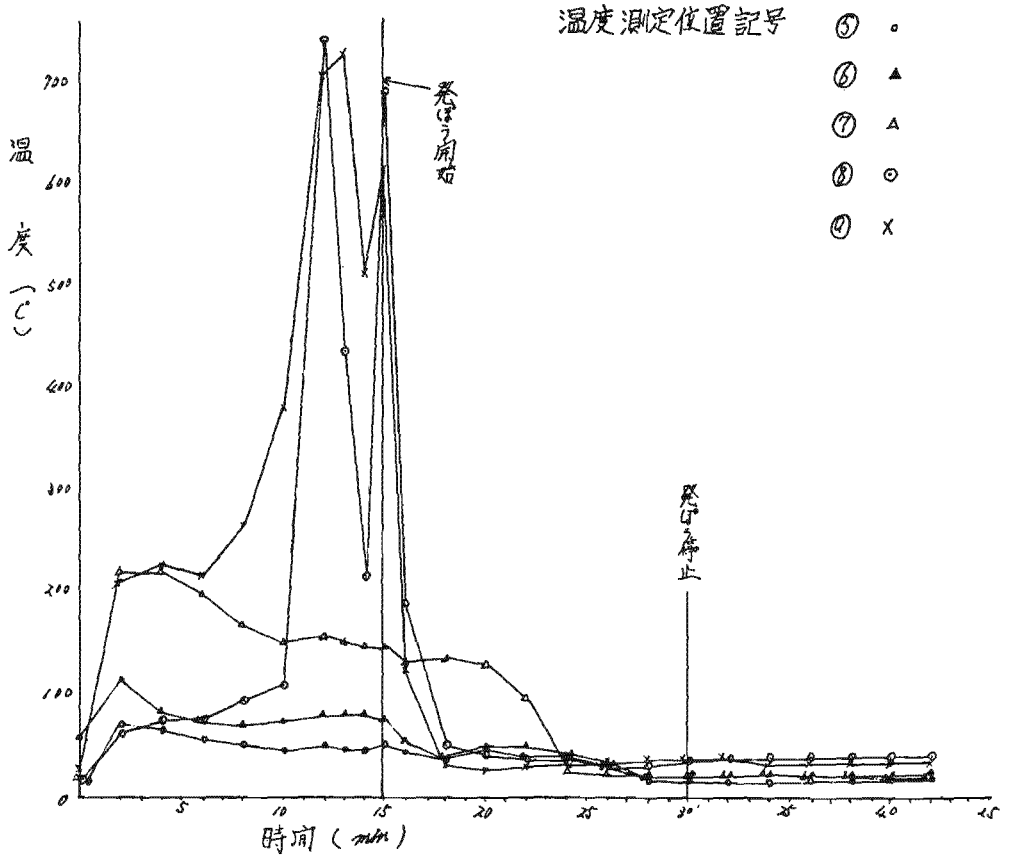
第5図 泡の充満状況



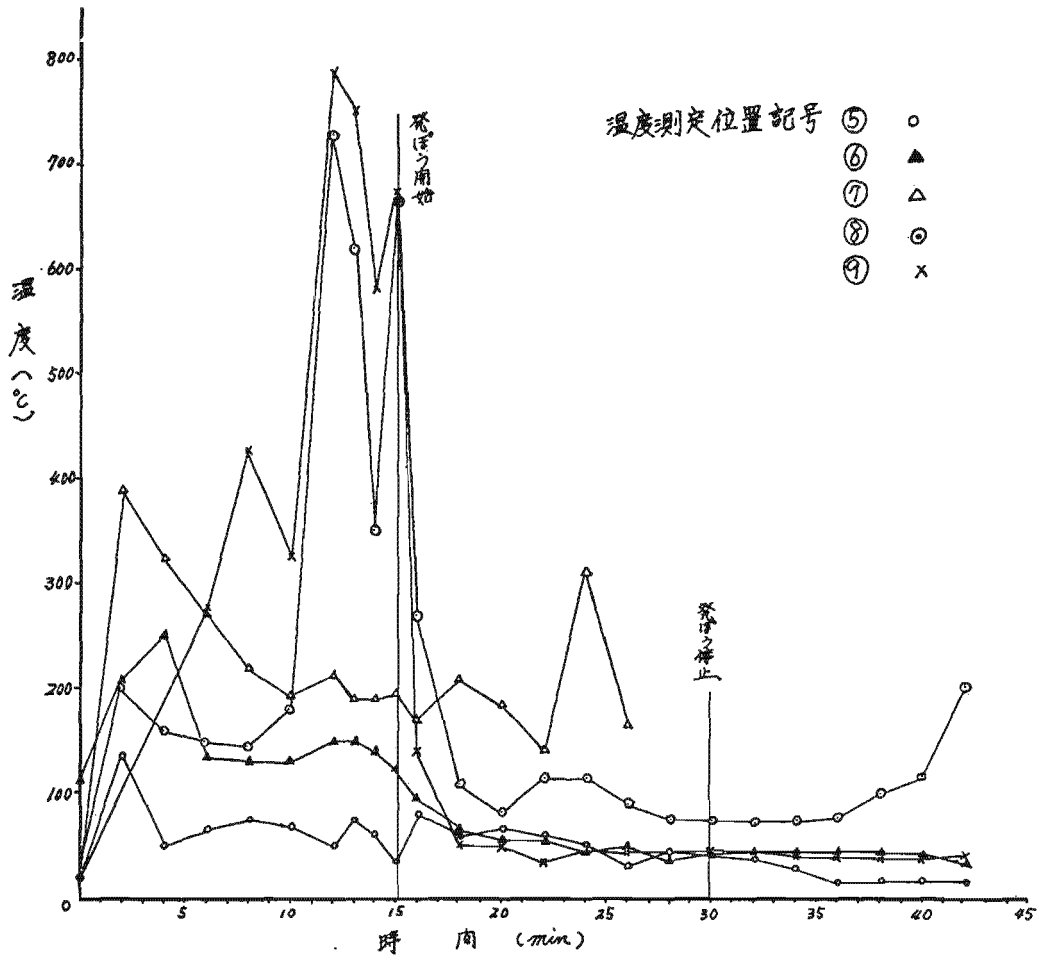
第6図～1 3階火災実験（火点①②③④の温度変化）



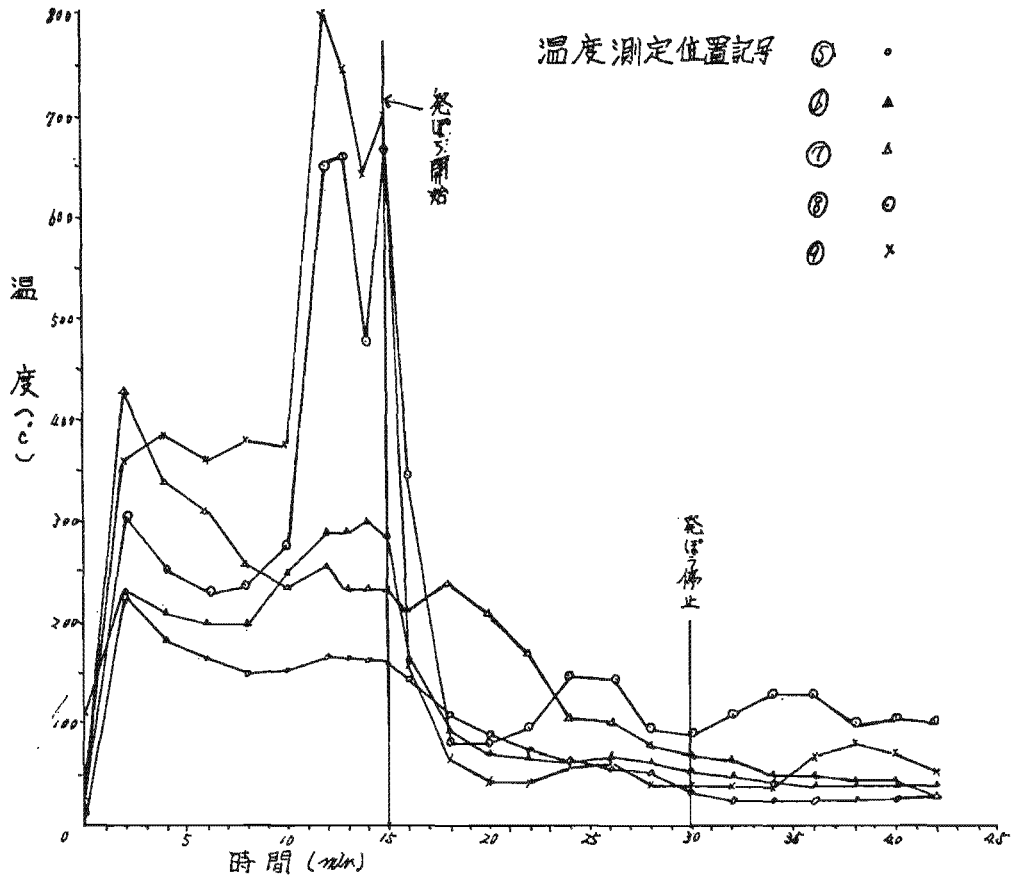
第6図~2 3階火災実験(⑤⑥⑦⑧⑨の床上0.5mの温度)



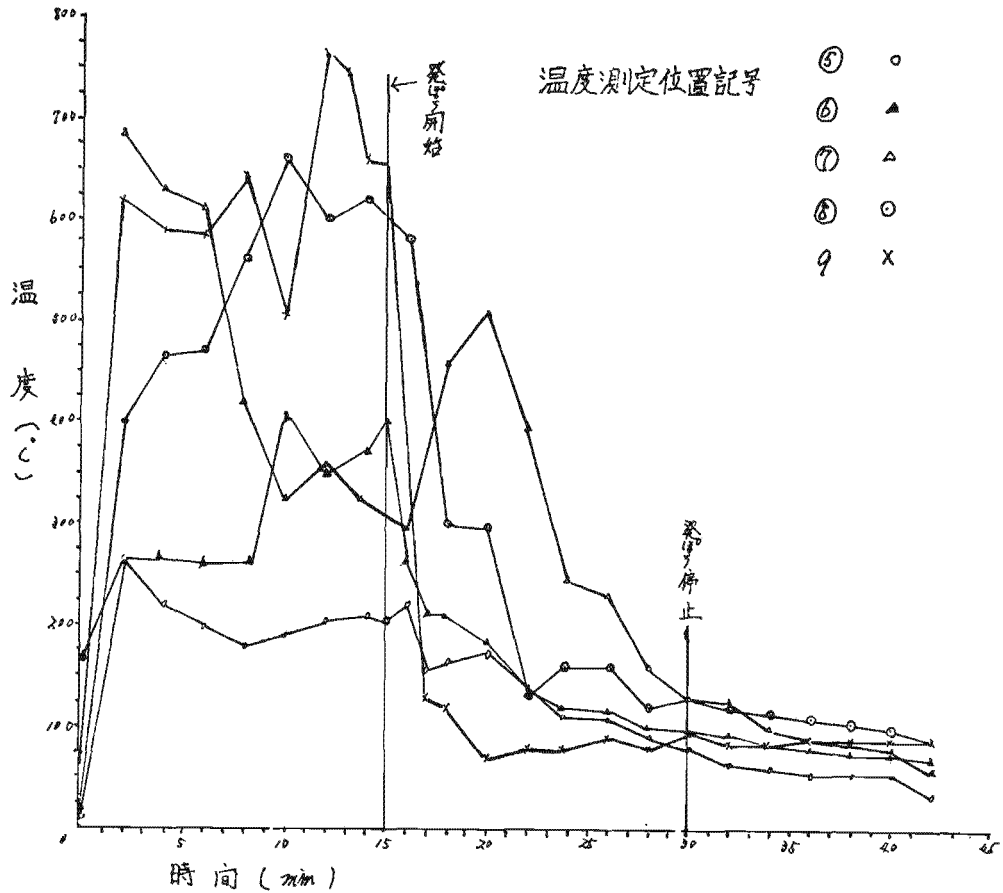
第6図～3 3階火災実験(⑤⑥⑦⑧⑨の床上1.0mの温度)



第6図～4 3階火災実験（⑤⑥⑦⑧⑨の床上1.5mの温度）



第6図～5 3階火災実験(⑤⑥⑦⑧⑨の床上2.5mの温度)



動式高発ぼう器は良好な発ぼう状態であったが簡易発ぼう器は一時不調となり計算上の発ぼう量より低い値を示した。その発ぼう状況は第3表のとおりである。

第3表

項目	発ぼう開始から停止までの時間	計算上の発ぼう量		実験時の発ぼう量	
		総発ぼう量	1分間当りの発ぼう量	総発ぼう量	1分間当りの発ぼう量
簡易発ぼう器3台 水流駆動式高発ぼう器1台	15分	3900 m ³	260 m ³	2670 m ³	178 m ³

実験時の総発ぼう量2,670m³は3階要充ほう空間(会議室, 事務室1, 事務室3, 応接室等)が, 約1,110m³に対してあわの積り状況は, 2m程度であ

るためあわの投入倍率は約4倍となっている。

エ, あわ充満等の状況

発ぼう停止時の3階あわ充満状況(床面から天井までの高さ3.3m)は第7図に示すとおりである。

秘書室, 事務室1の一部は2.5m, 事務室2, 事務室3, 応接室の一部は2.0~2.5m, 他の部分は1.5~2.0m, 会議室の半分(窓側)は1m程度あわが積っている。

12. 考 察

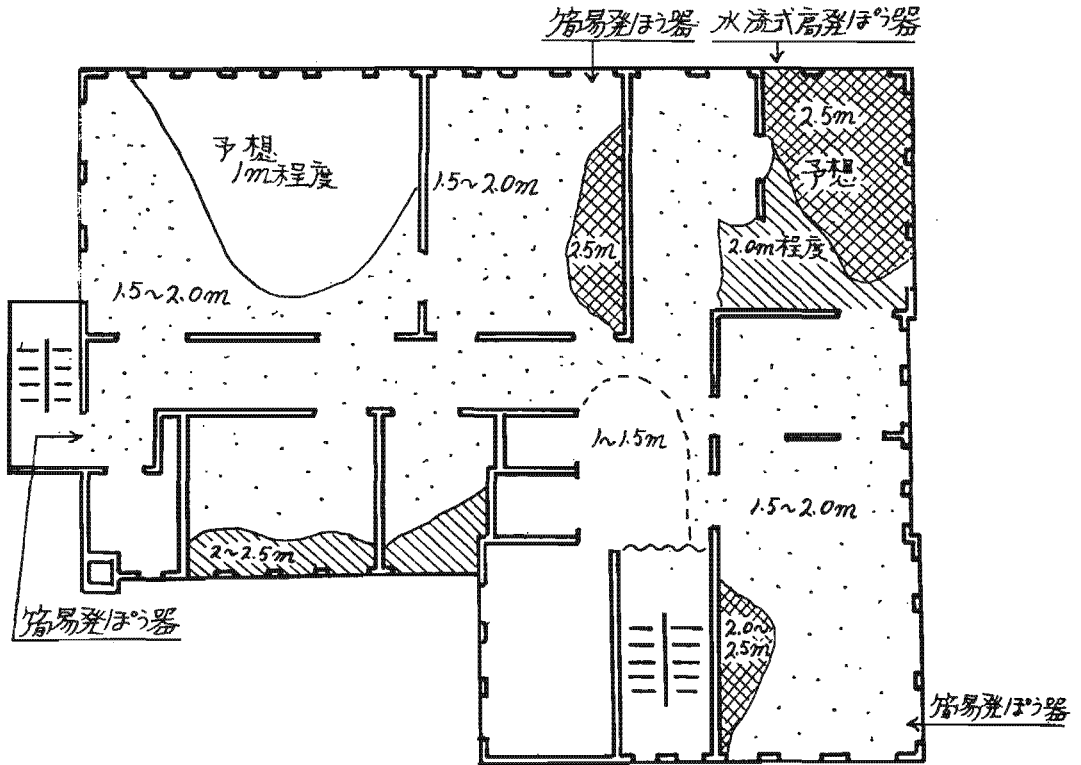
(1) 第1実験(地下)

ア, 火災規模と消火方法

本実験の火災規模は実火災と比較すると大規模とはいえないが, 地下面積356.4m², 火災荷重25~30kg/m²の中型ビル地下火災という点からは, 実火災に即応した実験であるといえる。

また消火方法は地下の最も奥に当たる室に火災を発生させ, 屋外西側から水流, エンジン駆動式高発ぼう

第7図 泡の充満状況



う器4台で送ほうしあわの流動性を利用した消火実験であり、消防隊員の進入困難を想定したものであって実火災の消活動に合致したものである。

さらに送ほうを一方に設定したこと、2種類の発泡器4台としたことは、一般地下建築物の入口等も少なく送ほうする場所等も限定されるところから器数を制限したことは、消火状況等からも妥当なものであった。水流駆動式高発泡器による発泡状況は写真4のとおりである。

写真4 水流駆動式高発泡器による発泡状況



イ、あわの流動状況と拡散

現在使用されている界面活性剤発泡器とあわ倍率をみると

水流駆動式高発泡器	倍率 380倍
エンジン駆動式高発泡器	倍率 550倍
簡易発泡器	倍率 140倍

となっている(いずれも標準性能)。あわの状況をみると平面的な拡散は水分の多い低発泡器が大きく、またあわの積り状況すなわち上部への立体的拡散をみると高発泡器の方が大きい。実験結果からあわが天井まで充満しなかった理由として次のことが考えられる。

- (ア) エンジン駆動式高発泡器の送ほう管入口(階段付近)部を密閉できなかったため送ほう圧が下がらなかったこと。
- (イ) 水流駆動式高発泡器によるあわの状況は余りよい状態ではなく比較的低発泡器であったこと、またボイラー室から廊下へ出る部分にドアがあり天井からたれ下がり部分があったこと、である。

ウ、温度下階状況

温度測定状況は前述のとおりであるが全般的にみると次のことがいえる。

第4図から火点の温度は発泡開始直前、火点①550~600°C、火点②400~500°Cであったが送ほう後温度が上昇したことは、送ほう前の酸素の供給(エンジン駆動式高発泡器により送ほう前風を送

ったこと)によるものと思われる。

その後火点付近の温度は下降しはじめ送ほう開始6分に測定点④⑥を除き床上50cmは50°C以下となり全面的にあわが到達したと考えられる。また17分後に床上1.5mが同様に50°Cになりあわが到達したものと考えられる。火点①は発ほう開始9分後に床上50cm, 1.5m測定点の温度が低下し17分に鎮火の状態になった。

また火点②は発ほう開始2分後に床上50cmにあわが到達し170°Cまで下がったが、また400°Cまで上昇し13分後にふたたびあわにより下がり17分後に鎮火の状態になった。これは発ほう器のエンジン不調等により発ほう状態が断続的であったためと考えられる。

エ、再燃の状況および進入の容易性

発ほうを停止した11分後に、食堂中央の燃料が再燃し10分後に785°Cまで上昇した。

内部への進入は21型噴霧ノズルにより消ほうしつつ進むことができ温度も50°C以下になっており呼吸器を着装すれば容易に進入できることが確認された。

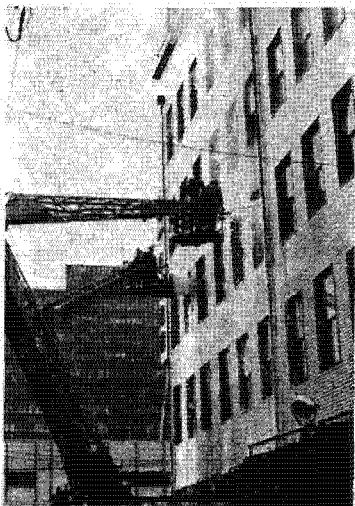
(2) 第二実験(3階)

ア、火災規模と消火方法

本実験は火点①②の火災を消火することが目的であったが酸表の不足等により燃焼しなかったため規模としては小規模火災実験となった。

消火方法としては、高所のため簡易発ほう器を主体に行なったもので水流駆動式高発ほう器はスノーケル車を活用した。水流駆動式高発ほう器、簡易発ほう器による発ほう状況は写真5のとおりである。

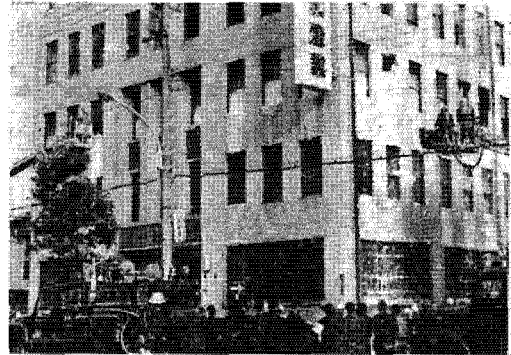
写真5 3階火災実験時の発ほう状況



イ、あわの流動状況と拡散

あわは通路およびドア等から各室内によく流入しあわの積り状況は1.5~2.0mであった。特に直接発ほうしない会議室等は1~1.5mの積り状態であった。外部からのあわ積り状況は写真6のとおりである。

写真6 3階火災実験時の発ほう後の状況



ウ、温度下降状況

温度測定状況は前述したが全般的にみると次のことがいえる。

第6図から燃料③は点火後急激に温度上昇し以後10分間下降をたどったがこれは点火時にかけた灯油が燃焼し、その後腐材にすぐ延焼しなかったためと考えられる。また発ほう後の温度上昇は空気の供給等により急激に燃焼したためと考えられる。

他の温度状況は、発ほう開始後3分に床上50cmの測定位置では⑦を除いてあわの到達によってほぼ全面的に50°C以下となった。

また8分後には床上1.5mの測定位置では⑦⑧を除いて50°C程度以下になりあわが拡散したものと考えられる。

発ほう停止は15分間送ほうした後に行なったが最終的には⑧を除いて全般的に温度が50°Cに低下しているところからあわの到達、またはあわの影響によるものと考察される。

本実験においては燃料が低面に集中していたことから消火が早く、上方の温度も消火時間と時間差こそあるが最終的には進入可能な温度に降下した。実火災では上方部分にもかなりの可燃物があり温度もこの実験のように急激に降下はしないと思われるが一般的には可燃物が下方に集中している場合が多いため実火災においてもこの方法でかなり火勢を弱めることができると思料される。

エ、再燃の状況および進入の容易性

再燃の状況ははっきりした兆候はみられないが⑧の位置では床上1m付近の位置が、発ほう停止後6

分あたりから徐々に温度が上昇し13分後には200°C程度となり付近の木部が一部再燃したものと考えられる。

また進入については、消火条件がよかったため鎮火の状態での進入は容易であった。

13. ま と め

(1) 第1実験(地下)

ア 火災の状況は燃焼が進むにしたがって熱気と濃煙により当然ながら進入はできない状態であったが、発ぼう器4台を使用し24分間送ほうした結果はほぼ鎮火の状態となった。この実験に発ぼうした総発ぼう量は3,238m³で、地階の要充ほう空間に対して約3.5倍のあわを流入したことになる。器種による性能上から考えると、発ぼう開始から順調に発ぼう器が作動すれば約10分程度で制圧したことになる。またあわの流下半減時間等を考慮すれば大量のあわを短時間に送ほうすればもっと消火効率がよかったものと思料された。

イ、ある程度大きな耐火建築物内の火災をあわで効果的に消火するには、初期の高温室に対して、水分の多い流動性のよい比較的倍率の低いあわを早期に火災室に到達させ、燃焼を緩慢にさせ、その後比較

的倍率の高いあわを送り火災熱の冷却と排煙の効果をあげる必要があると思料された。即ちこの種火災には低、高発ぼう器を併用すれば効果的であると考えられる。また本実験の再燃の状況からなるべく早い時期に内部進入し火源を確認して噴霧等により消火する必要があると思料される。

(2) 第2実験(3階)

この実験はあわの流動性を活用した間接消火の効果等をみることをねらいとしたが火点①②が殆んど燃焼しない状態で小規模の火災となり間接消火の状況を実際にとらえることはできなかった。しかし実験結果から簡易発ぼう器を使用して隣接室にあわを流動した場合、あわの積り状況は1~2m(窓側部は1m程度)であるところから短時間に火災室等上部の燃焼を完全に消火することは無理であり消防隊員の進入を可能にする手段として用いるべきと思料された。

14. あとがき

今回の実験では、地階、3階とも発ぼう器の不調等もあり正確なデータを得ることはできなかったが今回得た内容をもとにさらに研究実験を重ね、この種火災の効果的な防ぎょ方法の資料としたい。