

# 消火活動における消火剤の有効性に関する研究 (その4. 実大建物火災消火実験2)

渡邊 茂男\*, 根本 昌平\*, 齋藤 仁\*\*, 飯田 明彦\*, 野村 敏幸\*\*\*

## 概 要

本報告は、消火活動における消火剤の有効性に関する研究(その1. 基礎実験)、(その3. 実大火災実験)の結果を踏まえ、取壊し予定の共同住宅においてその3の実大火災実験時の面積が約2倍の面積の燃焼室を用い、普通火災用界面活性剤系消火剤(フォステック)の濃度0.1%における消火効果を確認したものである。その結果、次のことが明らかとなった。

- (1) 放水量は、水のみの場合の63%であった。
- (2) 放水による室内温度の低下は、水のみの場合と比較して放水量が少ないにもかかわらず、水のみの場合とほぼ同等であり、顕著な火勢抑制効果が認められた。
- (3) 室内の $O_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ 濃度や放射受熱量の回復は、室内温度と同様に、水のみの場合と比較して放水量が少ないにもかかわらず、水のみの場合と同等であった。

また、実大建物火災消火実験1と実大建物火災消火実験2の放水量及び放水時間を比較した結果から消火効果を推測すると、フォステックの濃度0.3%と濃度0.1%には大きな差はなく、フォステックの濃度が0.1%でも十分な消火効果が認められた。

## 1 はじめに

本実験は、その3. 実大建物火災消火実験1においてフォステック消火剤の濃度が0.3%で有効性が確認されたため、今回の実験は火災室面積が約2倍、消火剤濃度が0.1%での有効性を確認したものである。

## 2 実験日等

### 2.1 実験日

平成13年6月5日

### 2.2 実験場所

実験場所は、武蔵村山市伊奈平一丁目26番の日産三ツ木家族アパート2号棟1階の3戸を燃焼させて消火実験を実施した。

## 3 実験設定等

### 3.1 燃焼室

燃焼室は、図1に示す共同住宅(写真1参照、鉄筋コンクリート造5階建て)である日産三ツ木家族アパート2号棟の1階にある11住戸のうち、3住戸(住戸床面積38.07 $m^2$ )を使用した。この住戸内には、南側に6畳間和室2室、北側にホール及び台所があった。

6畳間和室の天井及び壁はコンクリートに塗装したものであり、床は畳張りであった。またホール及び台所の天井及び壁は6畳間和室と同様にコンクリートに塗装し

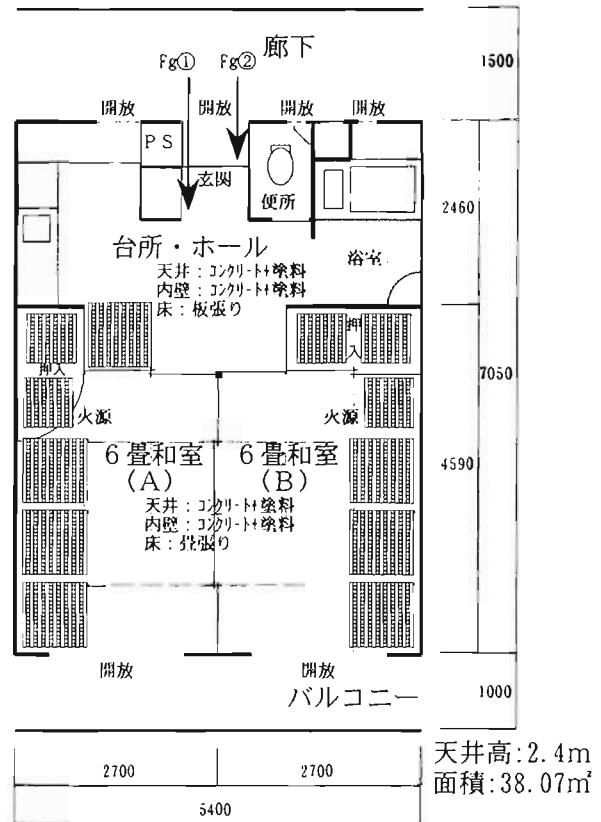


図1 燃焼室内の状況

\* 第一研究室 \*\* 志村消防署 \*\*\* 施設課



写真1 実験棟の状況(南側)

たものであり、床は板張りであった。和室間、和室とホール間および押入れは、ふすまで仕切られている。なお、屋外に面する開口部は全て開放とし、バルコニー側の引違いガラス戸は取りはずした。

### 3.2 積載荷重等

実験1～実験3とも燃焼物は、同じ火災荷重及び配置として設定し、積載火災荷重は25.0kg/m<sup>2</sup>であった。

燃焼物は、表1のとおり、火源である1単位クリブ、模擬家具である2段積2単位クリブ、押入収容物である1単位クリブ等とした。

### 3.3 火源

火源は、6畳和室(A)、(B)の2室にそれぞれ設置したクリブ下にオイルパンを置き、ガソリンを各々0.5リットル、計1リットル入れた。

## 4 実験方法

### 4.1 概要

実験は、共同住宅の1住戸を燃焼室として模擬家具を配置し、火源を着火、燃焼させ、燃焼室が最盛期になった時に第1線が廊下側の玄関外側から消火活動を実施し、第1線が6畳和室に放水すると同時に第2線は廊下側の玄関外側から消火活動を実施した。

この時の室内温度、室内の燃焼生成ガス等の発生量及び開口部から放射受熱量、放水量等を測定した。

### 4.2 放水器具等

#### (1) 放水器具

実験に使用した放水器具はフォッグガンであり、その仕様は、放水形状がフォッグ40度、放水圧力1.2Mpa以上の時、毎分180リットル以上の放水量とした。

#### (2) 消火剤

実験に使用した消火剤は、表2に示すとおり、フォスチェックであり、その使用濃度は、0.1%、0.3%の2種類とした。

#### (3) 消火剤の混合方法

消火剤の混合は、実験前に簡易型防火水槽(容量:5l)内に所定量の消火剤を投入して良く攪拌して行った。

### 4.3 筒先配備

消火実験用筒先は、図2に示すとおり、まず実験用ポ

表1 燃焼物

	燃焼物	収容物
6畳和室(A)	火源	1単位クリブ(W73×D73×H73)×1
	助燃材	ガソリン0.5リットル
	模擬家具	2単位クリブ2段積(W90×W90×H180)×3
	押入内	1単位クリブ(W73×D73×H73)×2
6畳和室(B)	火源	1単位クリブ(W73×D73×H73)×1
	助燃材	ガソリン0.5リットル
	模擬家具	2単位クリブ2段積(W90×W90×H180)×3
	押入内	1単位クリブ(W73×D73×H73)×4
台所	模擬家具	2単位クリブ2段積(W90×W90×H180)×1

表2 消火剤

品名	主成分	カタログ濃度(%)	実験使用濃度(%)
フォスチェック	界面活性剤系	0.1~1.0	0.1、0.3

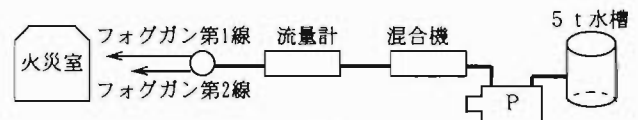


図2 放水体系

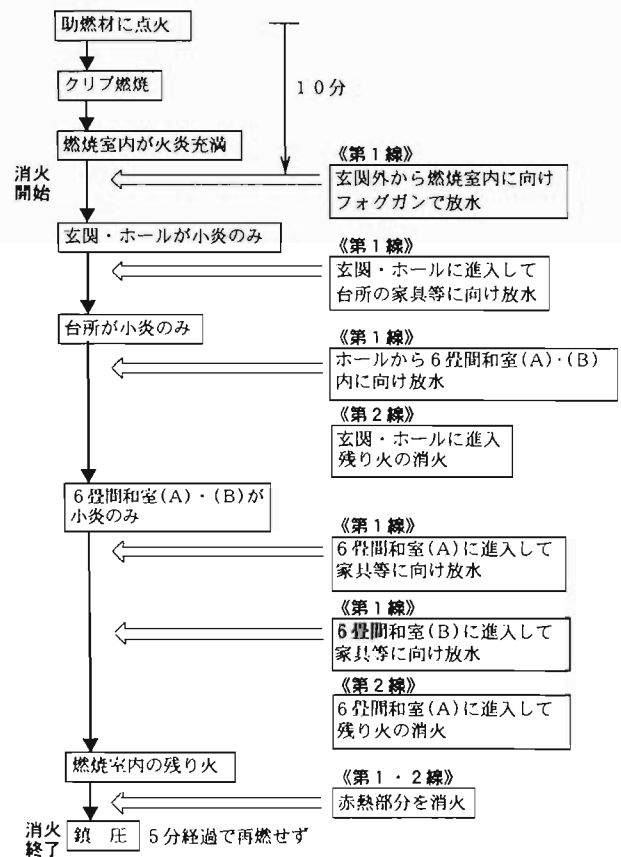


図3 消火フロー

ンプ車から65mmホース1線(途中に流量計を設置)を延長した。そして、燃焼室廊下側敷地内で二股分岐から隊員3名編成により、40mmホース2線を燃焼室に延長した。

燃焼室上階の2階、3階への警戒筒先は、支援ポンプ車(出場不能隊)から65mmホース1線を延長し、屋外階段入口付近で二股分岐により40mmホース2線に分岐して各階に延長した。また、燃焼室両隣戸への警戒筒先は、支

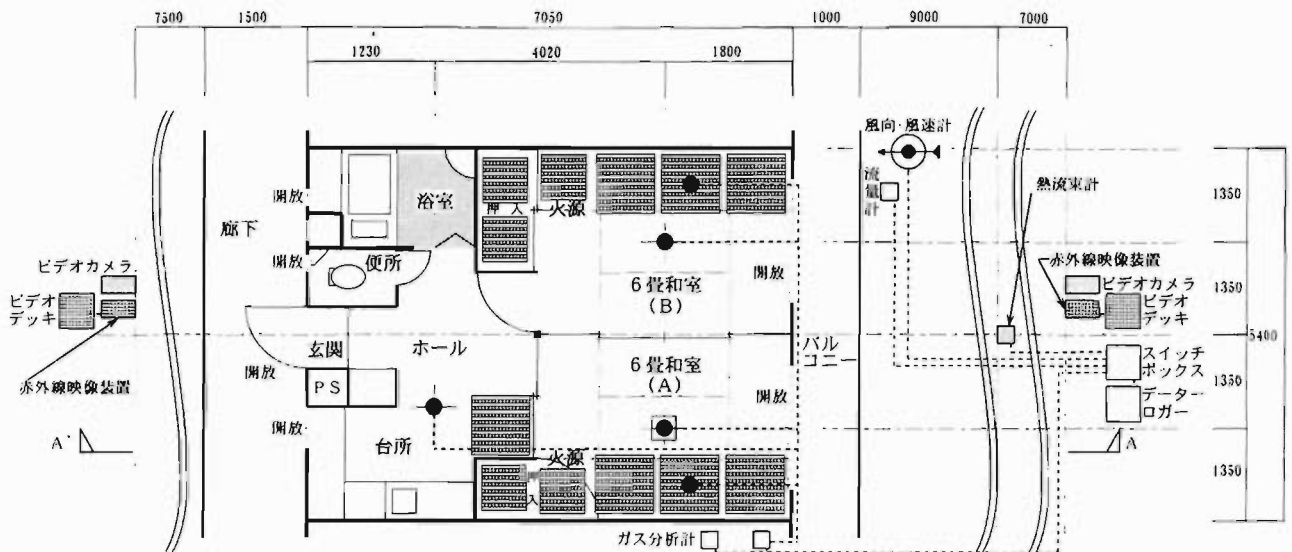


図4 測定機器等の配置図(平面図)

援ポンプ車(出場不能隊)から65mmホース1線を延長し、燃焼室廊下側敷地内で二股分岐により40mmホース2線に分岐して各戸に延長した。

#### 4.4 点火方法

点火は、前3.3のオイルパン内のガソリン0.5リットルにほぼ同時に着火して行った。

#### 4.5 消火方法

消火はフォグガン第1線(Fg①)及び第2線(Fg②)で行い、点火10分後に第1線が廊下側の玄関外側からホール等に放水を開始し、屋内進入が可能となった時点で内部進入して、台所内を消火させた。その後、ホールから6畳間和室内に放水して消火させ、6畳間和室内に進入可能となった時点で進入して残り火(赤熱含む)を消火した。

第2線は、第1線が6畳間和室内に放水を開始した時に廊下側玄関から屋内進入して台所内の残り火を消火し、第1線が6畳間和室内に進入したら6畳間和室内に進入して第1線とともに6畳間和室内の残り火を消火した。

この時の消火手順は、図3のとおりである。

なお、消火作業は、室内全体に赤熱部分が無くなり、放水終了後5分経過しても再燃しなかった時点で終了した。

#### 4.6 測定項目と測定機器

測定項目は、フォグガンによって消火した時の放水量、点火から消火後までの室内温度(12点)及び模擬家具内温度(2点)、6畳間和室(A)内の燃焼生成ガス等の発生量(1点)、開口部からの放射受熱量(1点)について行うとともに、この時の燃焼、消火状況等を撮影した。

測定には、次の機器等を使用し、設定位置は、図4に示したとおりである。

##### ア 流量計

流量計は、K社製の電磁流量計を用いた。

##### イ 温度測定機器

室内温度は、K熱電対(JIS C 1602規格品、素線径0.65mm)で測定し、模擬家具内温度は、シース型K熱電対(JIS C 1605規格品、外径1.6mm素線径0.3mm)で測定した。

##### ウ ガス分析機器

O<sub>2</sub>濃度の測定には、M社製OXYGEN METERを使用し、CO、CO<sub>2</sub>濃度の測定には、F社製Infrared Gas Analyzerを使用した。

##### エ 放射受熱量測定機器

放射受熱量の測定には、熱流束計(M社製、最大放射受

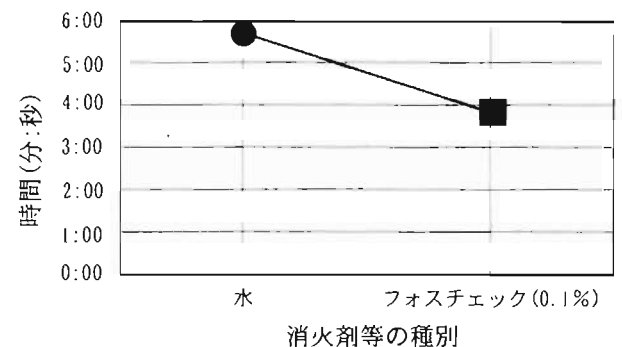


図5 消火活動時間

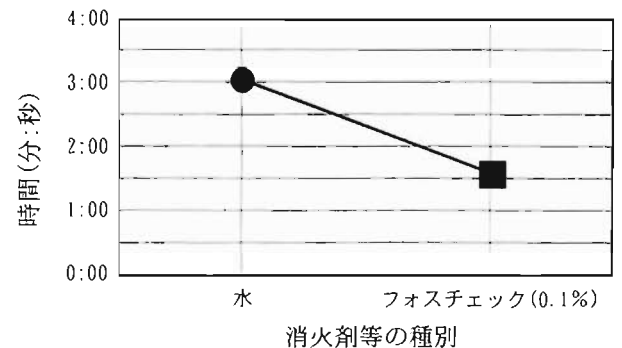


図6 放水時間

熱量  $2\text{W}/\text{cm}^2$ )を用いた。

#### オ データ収録器

データは、ノートパソコン(N社製 PC9801N)とスイッチボックス(T社製 DL-9060)を使用してインターバル 2秒で収録した。

#### カ 撮影機器等

燃焼状況、消炎までの状況、消火までの状況等は、デジタルビデオカメラ、赤外線映像装置を用いて撮影した。

## 5 実験結果

### 5.1 消火活動状況

実験は、実際の消火活動と同様に消火状況を確認しながら内部進入可能となるまで放水したのち、内部の状況を 20 秒間観察した。その後、内部進入し未消火部分に対して断続的な放水を必要最小限に行い消火活動を終了した。

#### (1) 消火活動時間

消火活動時間は、図 5 のとおり、水単独の場合は 5 分 43 秒であり、フォスチェックの場合は、3 分 50 秒であったが、これは実際に放水している時間のほか、放水を中断して室内の残火状況を確認する時間を含んでいるため不確定な要素が大きく、この時間の多少については消火効果を考えるうえであまり参考とならないと思われる。

#### (2) 放水時間

放水時間についてみると、これは放水量と特に関係あるものであり、図 6 のとおり、フォスチェックが 1 分 36 秒であったのに対して、水単独の場合は 3 分 02 秒とフォスチェックより 1 分 26 秒長く放水した。

#### (3) 放水量

放水は、いずれの実験においても、放水開始から消火状況を確認しながら放水し、室内に進入可能となった状況で一旦停止し、約 20 秒間内部状況を確認した後から内部進入し、断続的に放水した。この時の放水量は、図 7 に示すように、水単独の場合は、進入可能となるまで約 2 分間の放水を行い、406 リットルを放水した。その後、内部進入し未消火部分に断続的に放水し、消火活動終了までの総放水量は 462 リットルとなった。

一方、フォスチェックの場合は進入可能となるまで約 1 分間の放水を行い、228 リットルを放水した。その後内部進入し未消火部分に断続的に放水し、消火活動終了までの総放水量は 290 リットルであり、水と比べて 63%の量であった。

なお、床面積  $37.08\text{m}^2$  に対する単位面積当たりの放水量は、水単独の場合が  $12.1\text{リットル}/\text{m}^2$ 、フォスチェックが  $7.6\text{リットル}/\text{m}^2$  であった。

### 5.2 燃焼室内の温度

燃焼室内の温度は、模擬家具の中心付近温度を含めて 14 点計測した。ここでは、消火活動に最も関係が深いと思われる各室内の中心部の温度変化について述べる。

#### (1) 台所の中央高さ 150 cm 付近の温度

台所に進入するまでの放水時間は、水の場合 2 分 04 秒であり、フォスチェックの場合は 1 分 04 秒であり、台所の中央高さ 150cm 付近の温度変化は、図 8 に示すとおり示すとおりである。

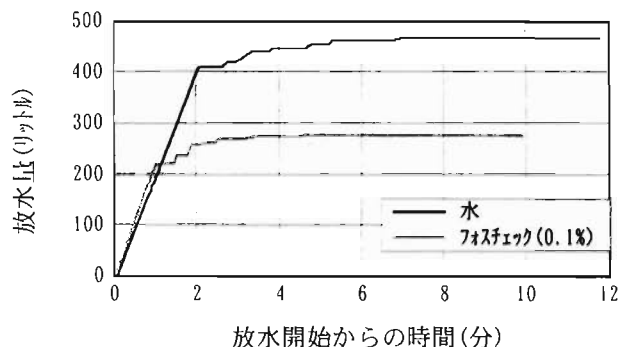


図 7 放水量の推移

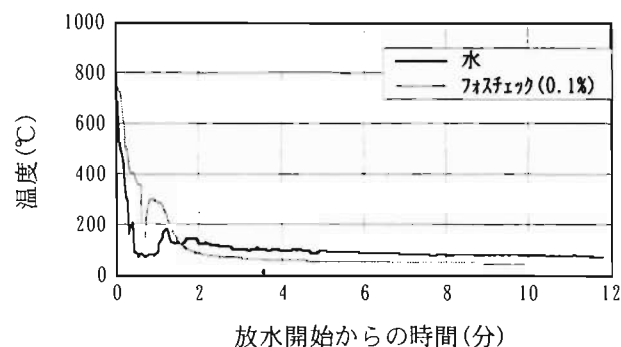


図 8 台所の温度変化

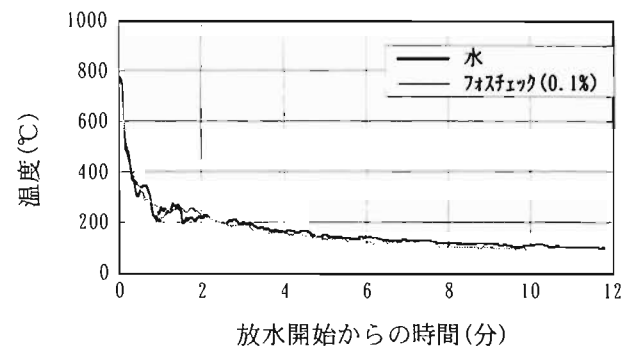


図 9 6 畳間(A)の温度変化

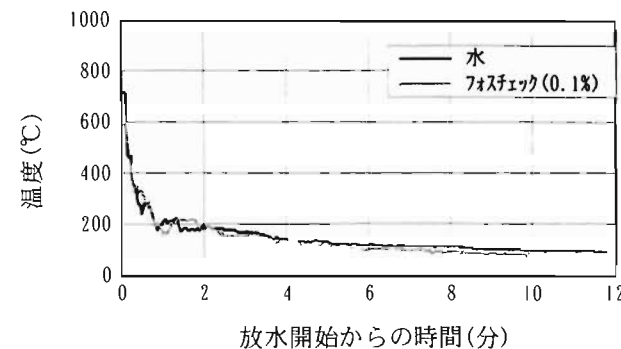


図 10 6 畳間(B)の温度変化

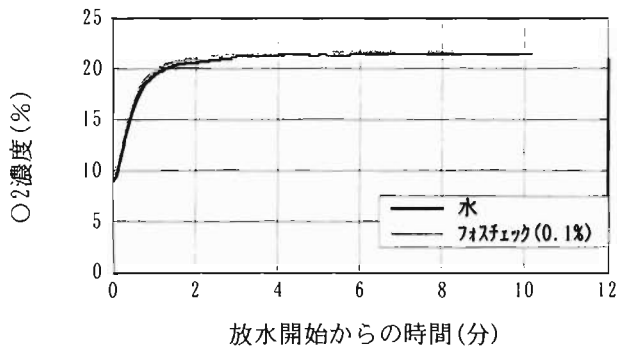


図 11 O<sub>2</sub>濃度の変化

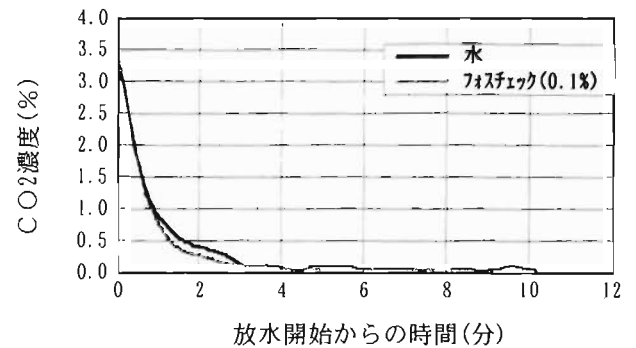


図 13 CO<sub>2</sub>濃度の変化

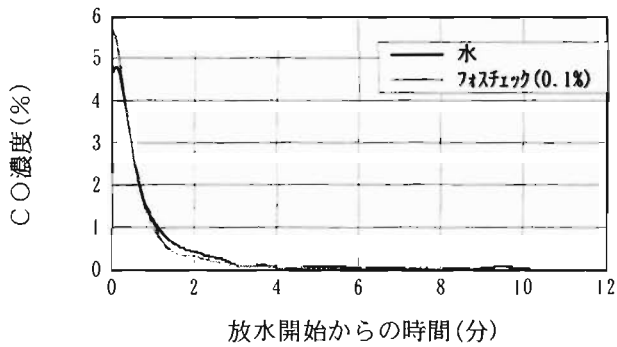


図 12 CO濃度の変化

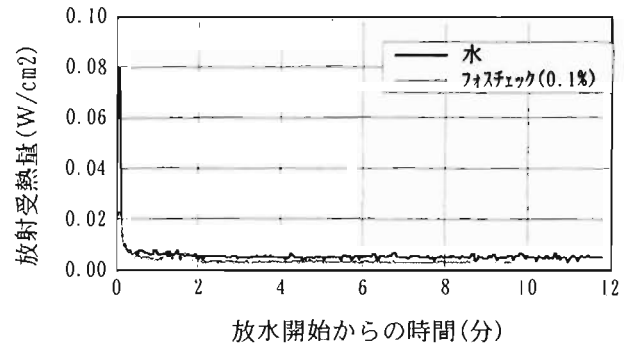


図 14 放射受熱量の変化

温度変化は、水の場合、2分間の継続した放水のため急激に低下した。

フォスチェックは1分間の放水であったが（水に比べ約半分の放水量であったが）、放水終了後も温度は低下を続け、放水後2分以降の温度変化は、水単独による場合よりも低く推移した。

(2) 6畳和室(A)の中央高さ150cm付近の温度

6畳和室(A)の中央高さ150cm付近の温度変化は、図9のとおり、水とフォスチェックを比較した差は、ほとんど見られず同じ傾向を示した。

(3) 6畳和室(B)の中央高さ150cm付近の温度

6畳和室和室(B)の中央高さ150cm付近の温度変化は、図10のとおり、6畳和室(A)と同様に、水とフォスチェックを比較した差はほとんど見られず同じ傾向を示した。

### 5.3 燃焼室内の燃焼生成ガス等の発生量

6畳和室(A)の中央の高さ150cm付近のO<sub>2</sub>濃度、CO濃度、CO<sub>2</sub>濃度の3種類の測定結果は、次のとおりであった。

(1) O<sub>2</sub>濃度

O<sub>2</sub>濃度は、放水直前は8.7~9.3%でありそれ以降の変化は、図11のとおり水単独及びフォスチェックとも放水開始とともに急激に上昇し、ほぼ同じ傾向を示した。

(2) CO濃度

CO濃度は、放水直前は4.3~5.6%でそれ以降の変化は、図12に示すように、O<sub>2</sub>濃度の変化と対症的に推移し、水単独及びフォスチェックの場合ともに放水により急激に低下し、ほぼ同じ傾向を示した。

(3) CO<sub>2</sub>濃度

CO<sub>2</sub>濃度は、放水直前は3%程度でそれ以降の変化は、図13のとおりCO濃度の変化と同様に、水単独及びフォスチェックの場合ともに放水により急激に低下し、ほぼ同じ傾向を示した。これは前(1)、(2)とともに本実験が南側開口部及び北側玄関口の全面開放によるためと思われる。

### 5.4 放射受熱量

燃焼室から約10m離れた南側における放射受熱量は、図14のとおり、水単独の場合とフォスチェックによる場合とでは、明らかな差は見られなかった。これは本実験で

表 3 実験結果比較表

	消火剤等		放水時間 (分:秒)	放水量 (リットル)	単位面積 当たりの 放水量 (リットル/m <sup>2</sup> )	水を1とした 場合	
	種類	濃度 (%)				放水時間	放水量
実大建物火災 消火実験1	水	—	6:24	995	55.84	1.00	1.00
	普通界面系	0.3	4:12	455	25.53	0.66	0.46
実大建物火災 消火実験2	水	—	3:02	462	12.14	1.00	1.00
	普通界面系	0.1	1:36	290	7.62	0.53	0.63

表 4 燃焼室仕様比較表

	構造	床面積 (m <sup>2</sup> )	間取	内装		
				天井	壁	床
実大建物火災 消火実験1	準耐火造	17.82	6畳間	普通合板	木質系ボード	畳張り
			3畳間	普通合板	木質系ボード	畳張り
			階段室	普通合板	木質系ボード	板張り
実大建物火災 消火実験2	耐火造	38.07	6畳間	コンクリート塗料	コンクリート塗料	畳張り
			6畳間	コンクリート塗料	コンクリート塗料	畳張り
			台所	コンクリート塗料	コンクリート塗料	板張り

の火災室の燃焼が比較的緩慢で開口部からの火煙の噴出も弱かったためと思われる。

## 6 実大建物火災消火実験 1 との比較

基準となる水の消火活動時間、放水時間、放水量及び単位面積当たりの放水量は、表 3 に示したとおり、実大建物火災消火実験 1 の値が実大建物火災消火実験 2 をどれも上回っており、消火剤の濃度による比較はできない。

このように実大建物火災消火実験 1 に対して実大建物火災消火実験 2 の燃焼が緩慢になった原因として、表 4 に示した構造、間取、内装等の違いがあげられる。内装仕上げの違いによる室内の火災温度については、図 15 に示す実験結果<sup>1)</sup>がある。これによると、合板(ベニヤ板)の場合は、短時間で火災温度が上昇しそれ以降火盛り期も長く激しい火災性状を示すが、内装なし(コンクリートむき出し)の場合は、火災温度の上昇は内装が合板(ベニヤ板)の場合と比べて緩慢であり、火盛り期も短くなる。このことから、内装仕上げは、燃焼室の燃焼に大きな影響があったと考えられる。

そこで消火剤の濃度による消火効果を比較するため、実大建物火災消火実験 1 と実大建物火災消火実験 2 における水による消火の放水量を 1 とした場合の放水量を算出した。

その結果、水 1 に対してフォスチェック濃度 0.3% では 0.46、濃度 0.1% では 0.63 であった。また同様に、放水時間についても水を 1 とした場合の結果、濃度 0.3% は 0.66、濃度 0.1% は 0.53 であった。

## 7 まとめ

消火剤(フォスチェック 0.1%濃度)を使用することにより以下に示す効果が確認できた。

- (1) 放水量は、水単独の場合と比べて約 2/3 の量であった。
- (2) 放水による室内の温度降下は、放水量が少ないにもかかわらず水単独による場合とほぼ同程度であった。
- (3) 室内の $O_2$ 濃度の回復状況や、CO、 $CO_2$ の低下状況、さらに放射受熱量の変化は、水単独の場合とフォスチェックによる場合を比較すると差が見られなかった。

また、実大建物火災消火実験 1 と実大建物火災消火実験 2 の放水量及び放水時間を比較した結果から、フォスチェックの濃度 0.3% と濃度 0.1% にはそれなりの相異が出ているが、この差が直ちに「濃度差による消火効果の差異」と云うことではない。燃焼室の大きさ、間取りの差異による燃焼性状や放水面の広がりによる微妙な差異とも考えられるが、いずれにしてもフォスチェック消火剤は水に比べて放水量で 2/3 から 1/2 程度の消火効果があると言える。

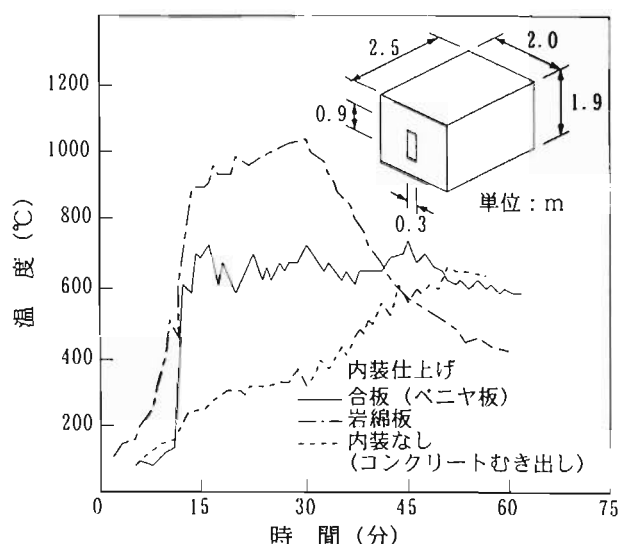


図 15 内装の仕上げと火災温度

[引用文献]

- 1) 日本火災学会：火災便覧 第3版、共立出版、1997年

# STUDIES ON THE EFFECTIVENESS OF EXTINGUISHING AGENTS IN FIRE FIGHTING

(Series IV, Full-scale Building Fire Extinguishing Test 2)

Shigeo WATANABE\*, Shohei NEMOTO\*, Hitoshi SAITO\*\*

Akihiko IIDA\*, Toshiyuki NOMURA\*\*\*

## Abstract

Following on the results of the two test series of studies on the effectiveness of extinguishing agents in fire fighting (Series I, and Series III, Full-scale Building Fire Extinguishing Test 1), the Series IV, Full-scale Building Fire Extinguishing Test 2 was conducted in an apartment house that was slated to be demolished. The area burned was twice as large as that in the Series III test and the effectiveness of PHOSCHEK, a surface-active extinguishing agent for ordinary fires at 0.1% concentration, was confirmed.

The results of the test were as follows:

- (1) The amount of water needed to extinguish the fire with the PHOSCHEK agent was 63% of the water that would have been needed without any extinguishing agents.
- (2) Although less water was used to extinguish the fire with PHOSCHEK, the interior temperature went down almost as quickly as it did when the fire was extinguished only with water. This indicates that the extinguishing agent was markedly effective in controlling the intensity of fire.
- (3) Although less water was used, the recovery rate of  $O_2$ , CO,  $CO_2$  concentrations and the amount of radiant heat indoors was almost the same as when only water was used.

A comparison of the amounts of water sprayed and the time required to spray water for the Series III (Full-scale Building Fire Extinguishing Test 1) and the Series IV (Full-scale Building Fire Extinguishing Test 2) revealed no major differences in the effectiveness of PHOSCHEK at 0.3% and 0.1% concentrations. This confirmed that PHOSCHEK at 0.1% concentration was fairly effective in extinguishing the fire.

---

\*First Laboratory \*\*Shimura Fire Station \*\*\*Installation Section