

フラッシュオーバーに関する研究(その7)

-Study of Flashover(Series 7)-

旧病院施設を使用した実大火災実験

-The full-scale fire tests were conducted-

平 沢 正 己*
武 田 松 男*
大神田 郁 夫**

概 要

実大建物のフラッシュオーバー発生に至るまでの火災の進展状況及び煙・炎の噴出状況を把握することを目的に、廃止済み病院施設を使用して実大規模火災実験を実施した。実験は開口条件及び一部天井の内装を変えて4回行なった。

その結果から、開口部から火炎噴出とフラッシュオーバーの発生との関係、点火から火炎噴出までの時間と開口因子との関係及び天井材の燃焼性がフラッシュオーバーの発生におよぼす影響を求めた。

The full-scale fire tests were conducted four times to study the development of fire and the outpour of flame and smoke before the flashover.

The findings were revealed from the tests.

They were the relations between the outpouring flame from the openings and the outbreak of flashover and those between the factors of opening area and its height and the time that took from the ignition to the outpour of flame and the effect of the inflammability of ceiling materials on the outbreak of flashover, etc.,.

1 はしがき

フラッシュオーバー等の危険な火災現象から消防隊員の安全を守るために、現在までに6畳の約3分の1の小型燃焼室を使用し、それらの現象の性状の把握と発生危険を予測するための実験を実施してきた。その結果、フラッシュオーバー発生前には、火災室内の天井下には数百度の高温気体(煙)が蓄積し、その高温層が次第に厚みを増し、また、開口部から流出する煙の温度も同様に高温となっていること等から、煙の蓄熱状況からある程度、発生危険を予測できることが分かっている。

今回、フラッシュオーバー発生に至るまでの火災の進展状況及び煙・炎の噴出状況を把握することを目的に、廃止済病院の病室を使用して、小規模な部屋における実大火災実験を実施したのでその結果を報告する。

2 実施日及び場所

平成5年7月19日、20日

東京都多摩市内 旧病院施設

3 実験室概要

実験に使用した部屋は、簡易耐火造2階建ての病棟の病室であり、間口2.58m×奥行き3.45m×天井高2.28m(床面積8.9m²)で、壁は木毛セメント板にモルタル塗り、天井は、石こうボード張りとなっている。

開口は、廊下側に入口扉(幅81cm×高さ178cm)、入口扉に面する外壁に引き違い窓(幅163cm×高さ135cm、窓下端の床面からの高さ約71cm)が設けられている。

窓ガラスは、網入りガラスでパテ止めとなっている。

入口扉は、フラッシュドアであったため、扉の燃え抜けによる他への延焼防止のために、廊下に面する側に厚さ12mmの珪酸カルシウム板を張った。

4 実験条件

(1) 開口・内装条件及び収容物

実験1～4の開口条件、内装条件及び収容物量を表1に示した。

(2) 点火源及び点火方法

点火源は、杉材(20mm×20mm×600mm)を12本づつ桁状に5段積み(60本)にし、最下段の隙間にメタノール500ccを含浸させたインシュレーションボード(厚さ

*第一研究室

**北多摩西部消防署

10mm×幅15mm×長さ600mm、11本)を挿入し、これに点火した。

点火源と壁との距離は10cmとし、点火源の位置は、図1に示した。

5 測定項目及び測定方法

測定項目及び測定方法を表2に、各測定位置を図1に示した。

温度・床面受熱量は、共にデータ集録機(YHP3497A)で、集録速度20点/秒、集録間隔4秒で読み取り、パーソナルコンピュータ(YHP332CMA)で記録・処理した。

ガス濃度は、火災室から燃焼ガスをポンプで連続的に吸引してガス分析器に導き、分析値を温度等と共にデータ集録機で5秒間隔で読み取り、パソコンで記録・処理した。

表1 実験条件

		実験 1	実験 2	実験 3	実験 4
開口条件		窓 1/8 開放	窓 1/4 開放	窓 1/2 開放	
内装	天井	9mm普通合板*			石膏ボード
	壁	9mm普通合板*			
	床	5.5mm普通合板*			
収容物		たんす2、机1			
可燃物量	固定	170kg			130kg
	積載	55kg			
	火災荷重	25.3kg/m ²			20.8kg/m ²

* 合板は、既存の天井・壁・床の上に直張りした。

表2 測定項目および方法

測定項目	測定方法	測定点数	測定範囲
温度	ガラス被覆熱電対 (K線、線径0.65mm)	37点	
ガス濃度	ガス分析器 (光明理化MDU-9000) O ₂ : ガルバニ電池式 CO、CO ₂ : 非分散型赤外線式	3点	O ₂ : 0~25% CO、CO ₂ : 0~40%
床面受熱量	水冷式熱流束計 (メドサーム64-0.5-20)	1点	0.5W/cm ² (超過可能範囲500%)

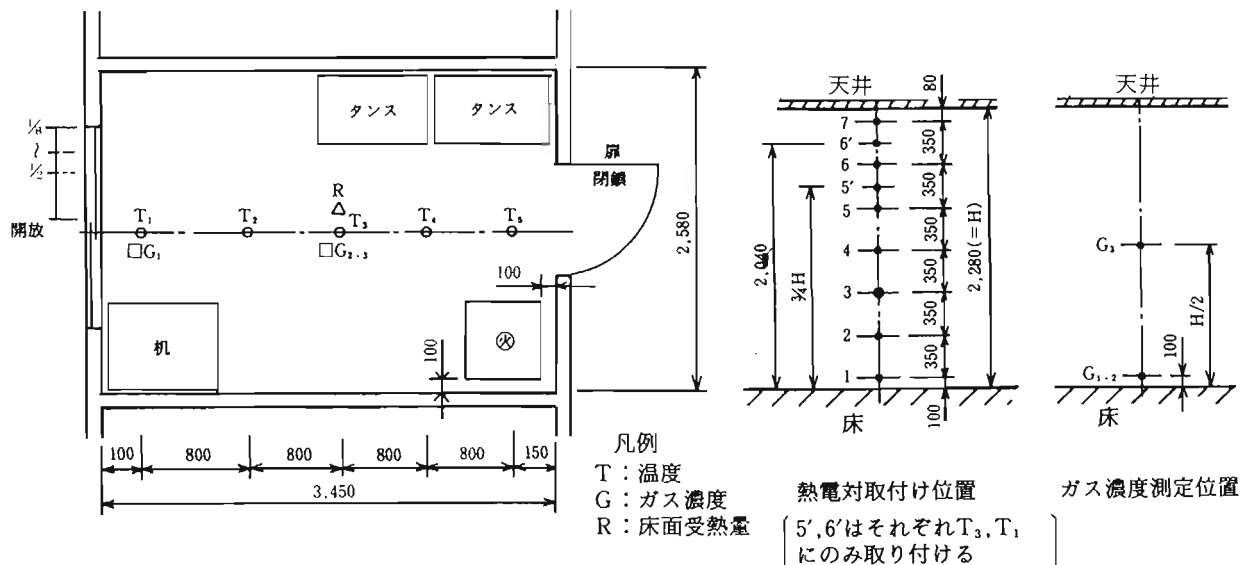


図1 実験室の設定状況

6 結果

(1) 気象

	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4
実施日	7月19日			7月20日
天気	小雨	小雨	小雨	小雨
気温	23.7°C	22.4°C	23.1°C	22.6°C
風向	北	北北東	静穏	東
風速	0.3m/s	0.6m/s		0.6m/s

(2) 目視結果

目視観測結果を表3に示した。

(3) 温度変化

実験1～4の温度の測定結果を図2に示した。

ア 火災室中央部では、天井着火直後から、天井で急激な温度上昇を示し、その後、その下方の温度も次第に上昇してくる。

イ 開口条件に係わらず、開口部から流出する煙の温度は600～700°C、火災室内温度は床上80cmの高さでも300°C以上に達している。

ウ 息継ぎ現象が発生している時期に、火災室内には温度が激しく変動している部分が存在する。

(4) 火炎・煙噴出に伴う室内燃焼状況の変化

ア 連続的な火炎の噴出

図3に実験2、3における連続的な火炎噴出前後

の火災室内の温度分布を示した。

(ア) 開口部が小さく換気が不良の場合 (図3-1)

a 火源に近い壁・天井壁付近にあった燃焼部位が、火炎噴出20～30秒前に急速に開口部側に移動して、開口部付近に移り、火炎を噴出する。

b 火炎噴出後の火災室内は、開口付近の温度が奥の温度に比べて高く、主に開口部付近で燃焼している。

(イ) 開口部が大きく換気が良好な場合 (図3-2)

a 火源付近の壁体と天井下にあった燃焼部位が、開口部側に向かって床面を燃え広がりと同時に、天井面から覆いかぶさるように急速に燃え広がり、火炎を噴出する。

b 火炎噴出40秒後の火災室内は、一様に600～700°Cとなっており、火炎噴出後も室内全体が燃焼している。

イ 一時的な火炎噴出

図4に実験3の天井着火直後の一時的な火炎噴出に伴う火災室内の温度分布を示した。

(ア) 火源上の天井に着火した直後、天井下の燃焼面が急激に開口部側に進み、天井全面に燃焼が拡大するとともに、天井下の高温ガス層が厚みを増して、火炎の噴出に至る。

(イ) 室内温度は、床付近でも僅か30秒の間に50～60°Cから200～300°Cに上昇する。

ウ 息継ぎ現象

図5に実験1における息継ぎ発生時の火災室内の

表3 観察結果

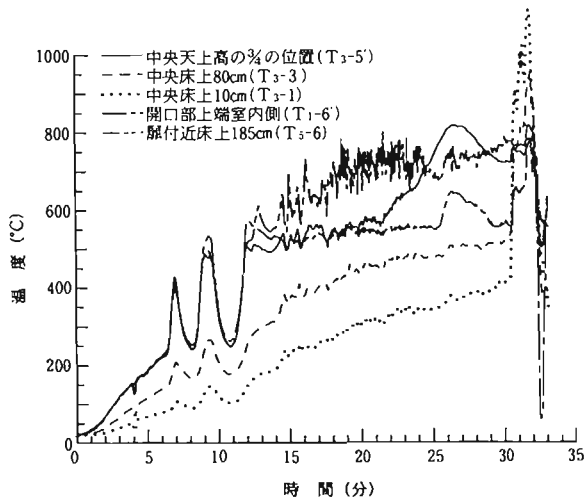
	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4
天井着火	6分30秒～6分40秒	5分0秒～5分10秒	4分5秒～4分10秒	4分30秒頃 ¹⁾
一時的な火炎の噴出 ²⁾			4分40秒～5分15秒	5分20秒～6分55秒
連続した火炎の噴出 ³⁾	30分40秒頃～	11分0秒～	6分15秒～	7分15秒～
消火開始	32分頃	11分50秒	6分55秒	9分10秒
備考	17分30秒～24分頃に数秒～10数秒間隔で息継ぎをした。 実験中天井が一部燃え抜け落下した(時間は不明)	7分36秒に開口部全面から煙を噴き出す		断続的および連続した火炎の噴出は開口部前面からではなく片側半分からのみであった

1) 天井が不燃材で着火しないため、炎が天井面を這うようになった時間を示す。

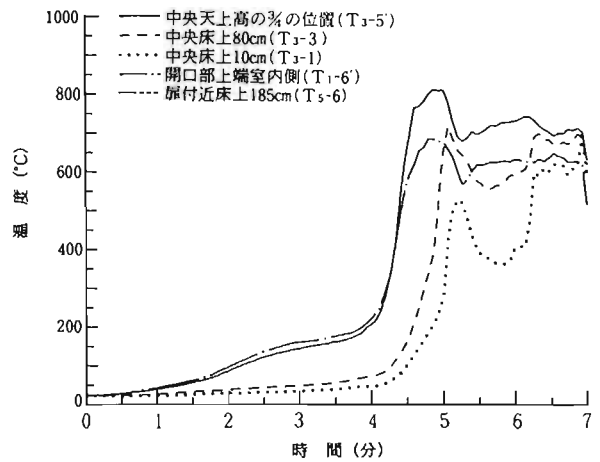
2) 天井着火直後、一時的に開口部から火炎を噴出した時期

3) 連続した火炎を開口部から噴出し始めた時間

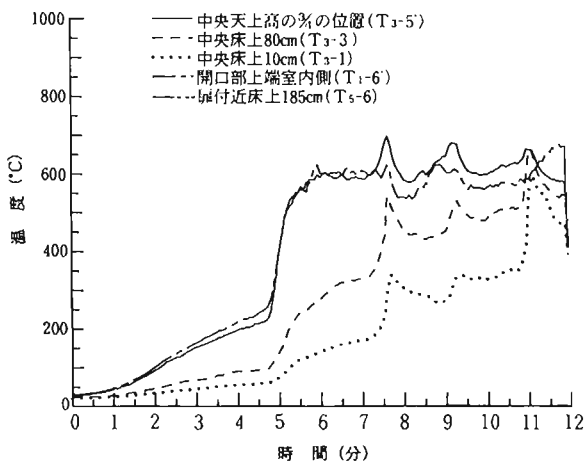
※ 各実験とも、窓ガラスは実験終了後も落下していない。



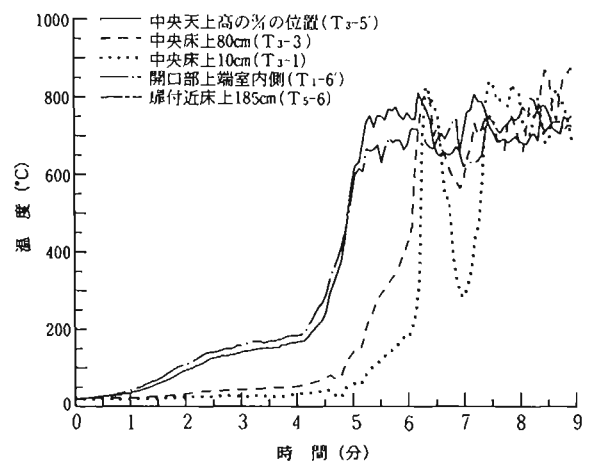
2-1 窓 $\frac{1}{8}$ 開放 (実験 1)



2-3 窓 $\frac{1}{8}$ 開放 (実験 3)



2-2 窓 $\frac{1}{8}$ 開放 (実験 2)



2-4 窓 $\frac{1}{8}$ 開放 [天井:石こうボード] (実験 4)

図 2 火災室内の温度変化

温度分布を示した。

息継ぎが発生している時、火災室内では、700°Cの等温線に示されるように、天井から火源側壁面にかけて局部的に、数秒間隔で燃焼が成長・衰退を繰り返している。

(5) ガス濃度

ガス濃度の測定結果を図 6 に示した。(実験 1、3 は、ガス採取用配管の不具合により中央部床上のガス濃度は、測定できなかった。)

ア 室内中央部天井高の 1/2 の位置 (中性帯の上側) においては、各実験とも、天井着火直後から急激な濃度変化を示し、火炎噴出直前には、O₂濃度は 1~2%、CO濃度は 10~15%、CO₂濃度は 20%以上の濃度に達した。

イ 床上 10cm の位置 (中性帯の下側) では、開口部が狭いほど点火後早い時期に急速に変化し始めた。

ウ 床上 10cm の位置のガス濃度は、連続的な火炎噴出

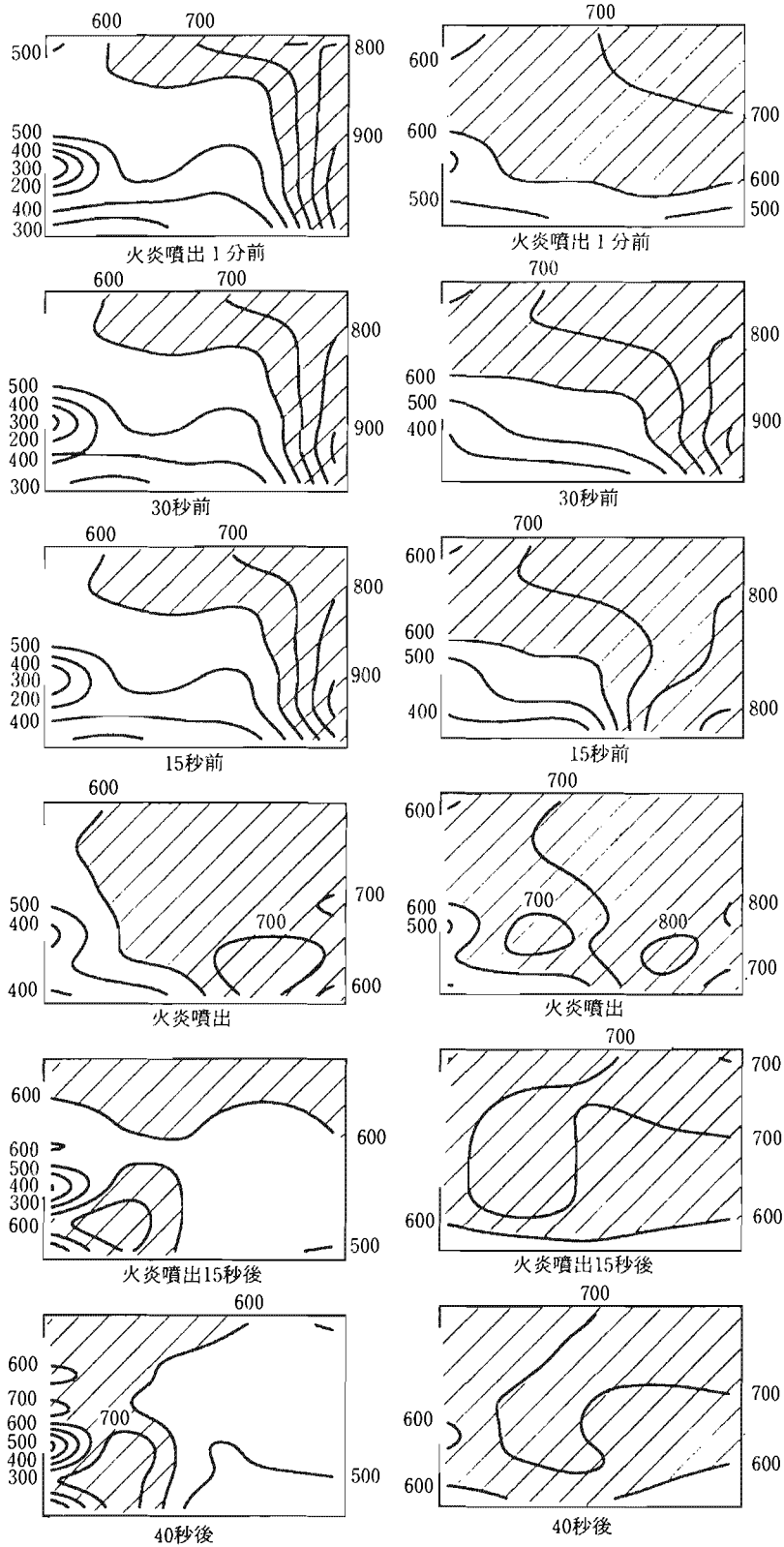
前には、いずれの実験も O₂、CO₂濃度は 10%前後、CO濃度は 5%前後で推移し、火炎噴出とともに急激に変化し、O₂濃度は 0~2%、CO濃度は 10%以上、CO₂濃度は 20%以上となり、部屋中央のガス濃度とほぼ同じ値となった。

エ 室内中央床上と窓際の床上では、室内中央部が窓際に比べ幾分、O₂濃度が低く、CO、CO₂濃度が高くなっている程度で、著しい相違は認められなかった。

(6) 床面受熱量

火災室中央部床上における受熱量の変化を図 7 に示した。(実験 1 は 25 分以降熱による損傷のため、実験 3 は配線不良のため 5 分まで測定できなかった。)

受熱量は、燃焼が急速に拡大する天井着火や火炎噴出時に急激な上昇を示した。開口部全面から煙が噴出した際 (実験 2、7 分 40 秒頃) にも、一時的な受熱量の増加が見られた。この時期には、図 2-2 に示されるように室内温度も一時的に急激な上昇を示しており、



3-1 窓 $\frac{1}{2}$ 開放 (実験2)

3-2 窓 $\frac{1}{2}$ 開放 (実験3)

図3 連続的火炎噴出に伴う火災室内の温度変化
(/// : 600°C以上の高温域)

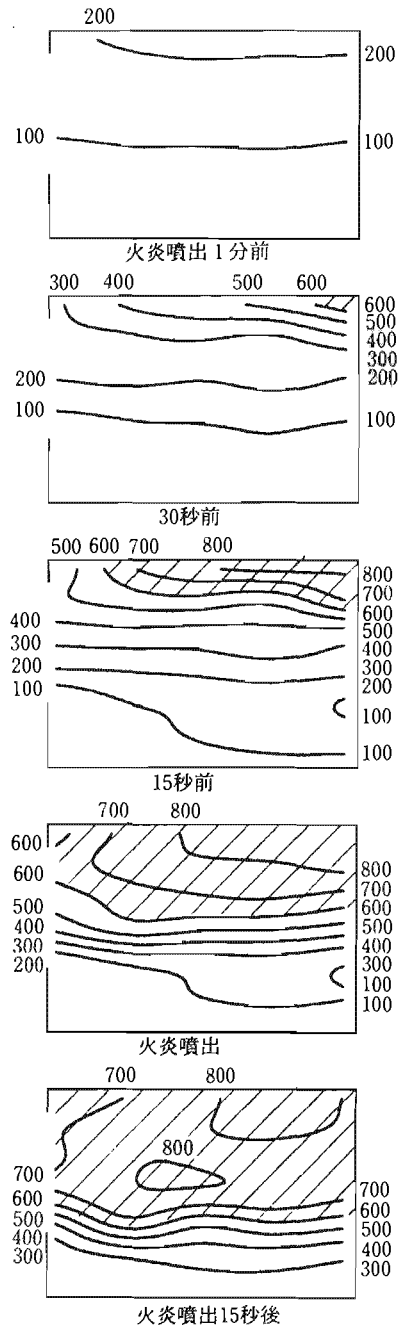


図4 一時的火炎噴出に伴う火災室内の温度変化

[窓 $\frac{1}{2}$ 開放 (実験3)]
 /// : 600°C以上の高温域

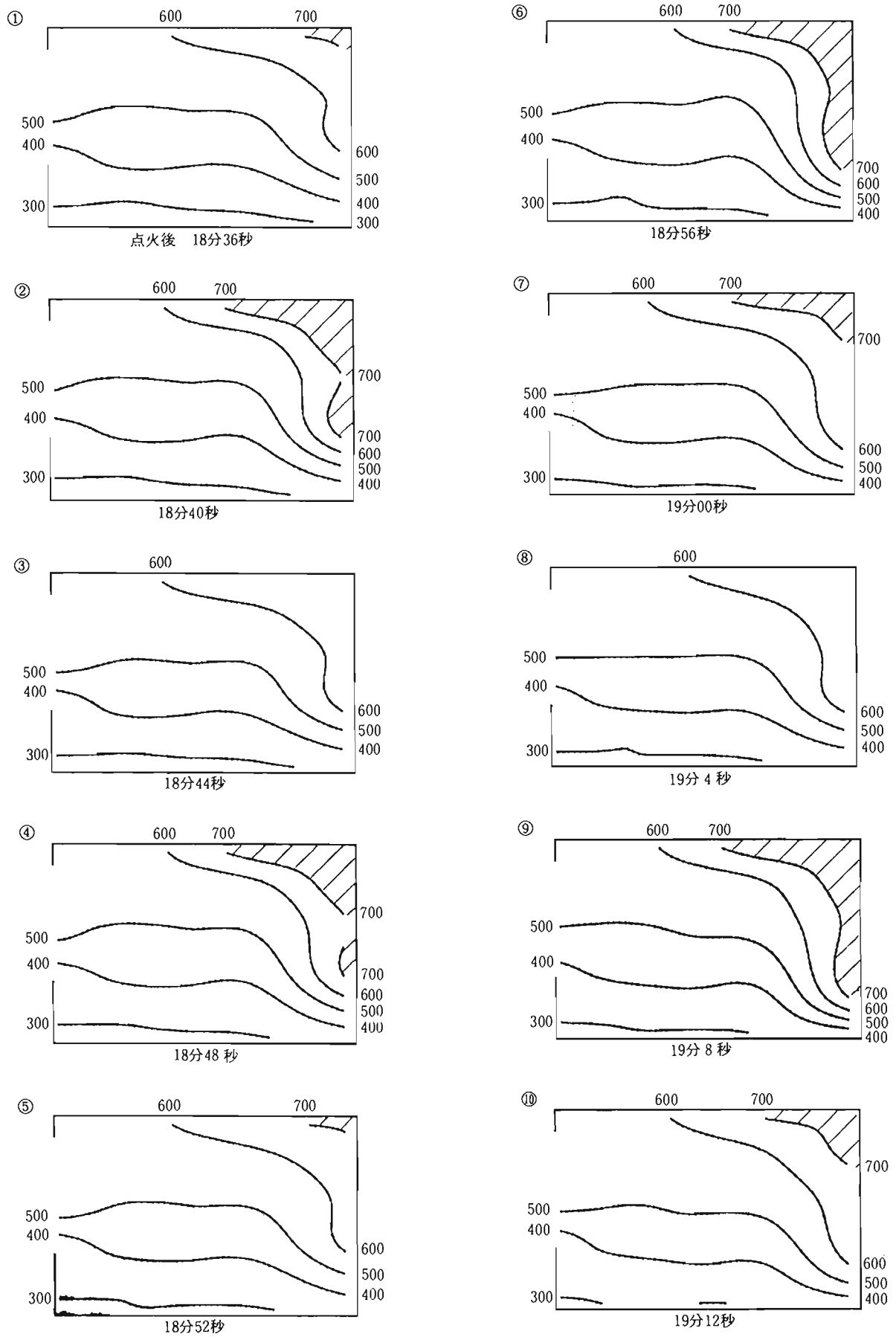
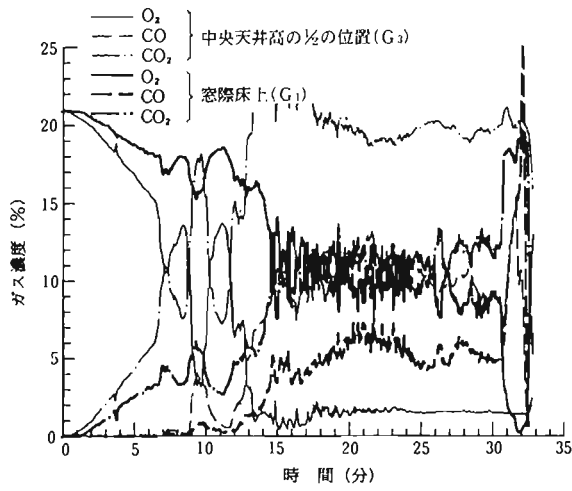
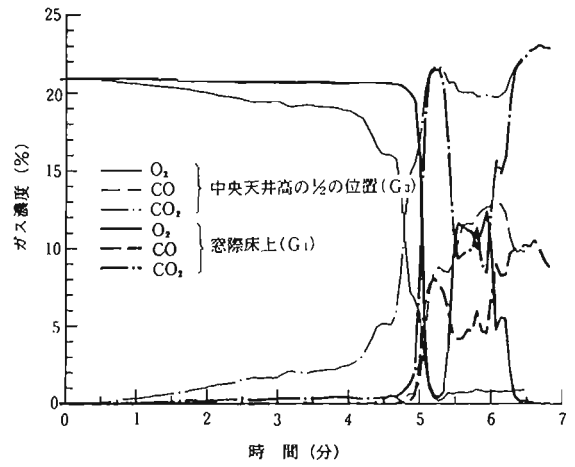


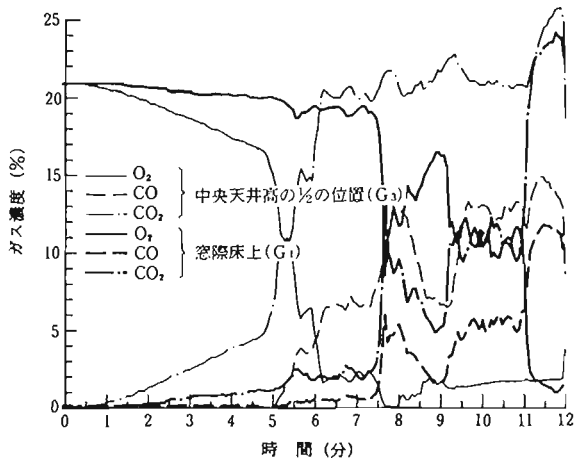
図5 息つき現象発生時の火災室内の温度変化
 [窓 $\frac{1}{8}$ 開放 (実験1)]



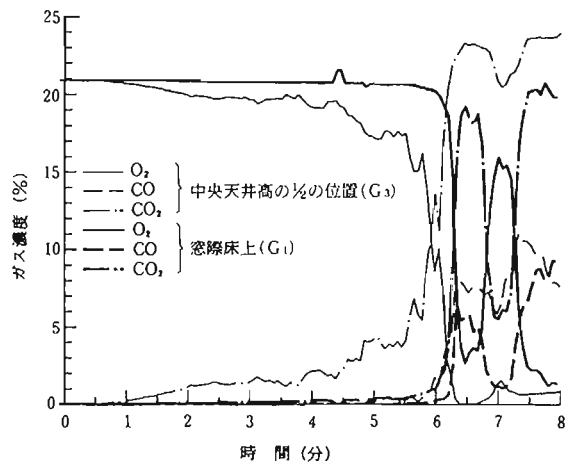
6-1 窓 \times 開放 (実験 1)



6-3 窓 \times 開放 (実験 3)



6-2 窓 \times 開放 (実験 2)



6-4 窓 \times 開放 (天井: 石こうボード) (実験 4)

図 6 火災室内のガス濃度変化

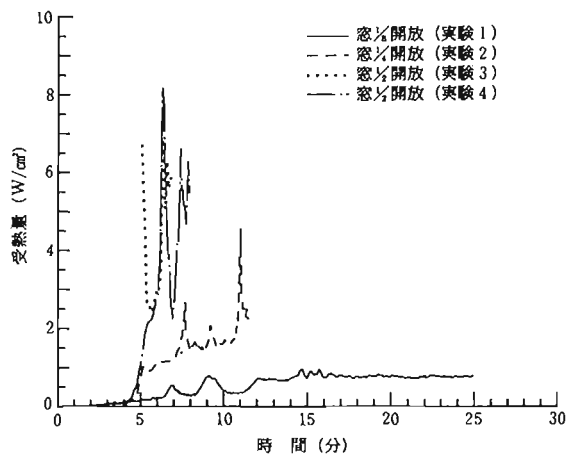


図 7 火災室中央床面上の受熱量の変化

濃煙のため室内の様子は確認できなかったものの、室内で燃焼が一時的に急速に拡大したことを示している。

火炎噴出前の中央部床面における受熱量は、最も受熱量の少ない場合(実験1)でさえ、 $0.7\sim 0.8\text{W}/\text{cm}^2$ であった。

7 考察

(1) 火炎噴出とフラッシュオーバーの関係

フラッシュオーバーは、火災の成長期から最盛期(火盛り期)に移行する過程で発生する現象であり、ISO防火試験用語(ISO3261)では、「区画内の可燃性材料の全表面が火に包まれるようになる遷移現象」と定義され、また、フラッシュオーバーの発生時期に関しては、実験結果などに基づく報告を集約したISO DP9122では、通常の居室のような場合は、区画内の平均温度が 500°C 前後あるいは床面の放射受熱量が $2\sim 4\text{W}/\text{cm}^2$ 程度、 O_2 濃度 10% 、 $\text{CO}_2/\text{CO}=150$ に達した時分に起こるとしている。

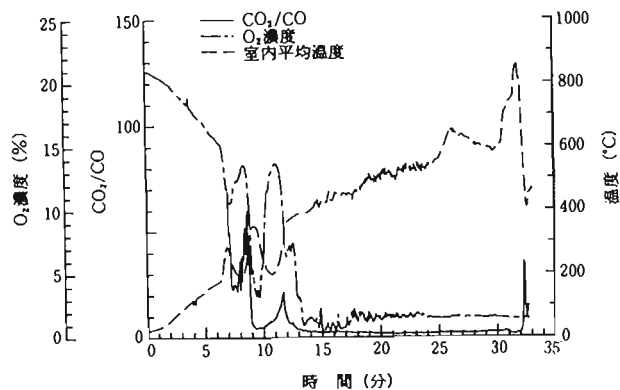
各実験の火災室内中央部の酸素濃度、 CO_2/CO 及び

室内平均温度(格子状に設置した35点の温度の平均値)の変化を図8に示した。(図中、 CO_2/CO は、 CO 濃度 0.1% 以下の部分は分析器の誤差の範囲内であり、信頼性に欠けるため除いた。)

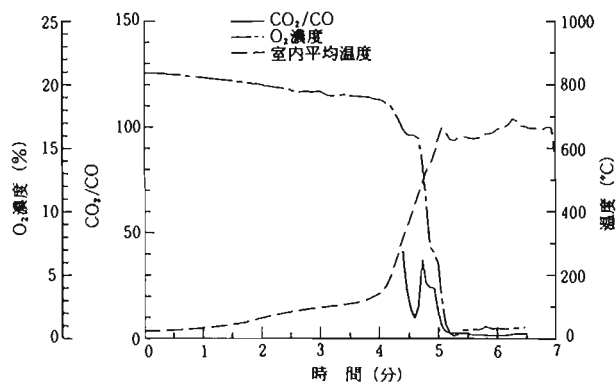
同一実験でも温度、 O_2 濃度、 CO_2/CO の値が、ISO DP9122に示すフラッシュオーバーの状態に到達する時間はかなり差があるが、温度、 O_2 濃度、 CO_2/CO の値が全てフラッシュオーバーの状態を満足するようになった時間は、実験1では点火後約20分、実験2は約7分30秒、実験3は約4分50秒、実験4は約6分となる。この時分は、開口幅が大きい実験3、4では、火炎が開口部から噴出し始めた時点とほぼ一致している。しかし、開口幅が狭い実験1では火炎噴出の約10分前、実験2では約3分30秒前に室内の燃焼は、既にフラッシュオーバーの状態となっていたことになる。

このことは、開口部が狭い程、開口部から煙が噴出している状態であっても、室内は既に火盛り期の状態となっている可能性が高いことを示している。

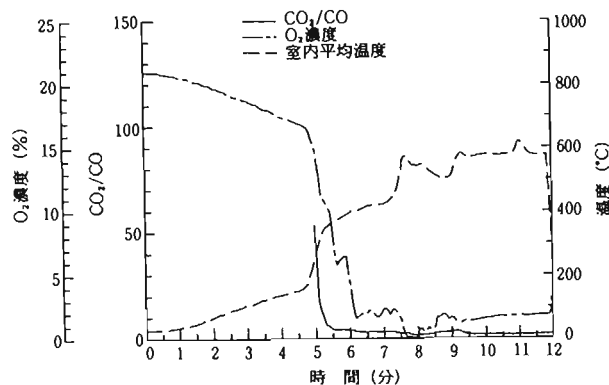
実験1、実験2のように開口が小さい場合の火災初期から火盛り期への移行時期が、消防火見地からする



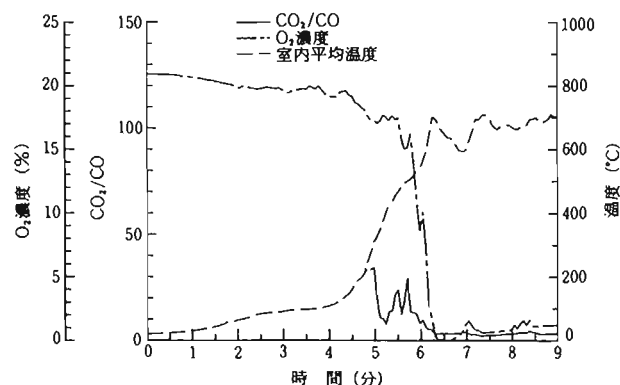
8-1 窓 \times 開放(実験1)



8-3 窓 \times 開放(実験3)



8-2 窓 \times 開放(実験2)



8-4 窓 \times 開放(天井:石こうボード)(実験4)

図8 火災室内燃焼状況の変化

とフラッシュオーバーと呼べるか疑問の余地はあるが、ISOに示す状態をフラッシュオーバーの目安とするならば、今回の実験結果から明らかになったように、開口部からの火炎の噴出とフラッシュオーバーの発生とは必ずしも結びつくものではないと言える。

(2) 火炎の噴出等について

ア 開口が大きく換気が良好な場合

噴出火炎は、区画内の熱分解が盛んになることにより、区画内で燃焼しきれない可燃ガスや煙が開口部の外で新鮮空気に触れて、ガスの組成およびエネルギー条件（濃度・温度等）が満足されれば燃えて形成され、その発生限界は、熱分解速度と流入空気量とのバランスから決まると考えられている。

実験3、4に見られた天井着火直後の一時的な火炎噴出および連続的な火炎の噴出の発生過程は、次のように考えられる。

実験3、4では、開口部が大きく換気が良好であったため、点火後の燃焼（発熱）速度が大きく、天井着火前、既に天井面や上部の壁面が十分に加熱・予熱された状態にあったこと。また、着火直後は材料表面に形成された炭化層の厚さが薄いため熱分解速度が大きいことから、着火後は、燃焼が天井や上部壁面を急速に拡大していったと考えられること。一方で、開口部から空気の流入量が、急速な熱分解の増加に対応できるだけ増加できなかったことから可燃性分解ガスが室内で燃焼しきらず、未燃ガスが開口部から流出し、噴出火炎を形成したと考えられる。

なお、開口部の垂壁が火炎の噴出を抑える効果があると考えられているが、本実験に使用した部屋の開口部上部の垂壁部分の深さ（開口上端から天井面まで）の深さが24cmと浅かったことも炎が噴出し易かった一因と考えられる。

その後、更に燃焼が進むと、材料表面の炭化層が厚くなり、炭化層の断熱効果により材料内部の熱分解領域での受熱量が低下して、熱分解が抑えられ、分解ガスの発生量が少なくなる。そのため、分解ガスが室内で燃焼してしまい、未燃ガスの開口部からの流出が少なくなり、火炎の噴出が一時的に停止したと考えられる。

ここで、図6-3、6-4に示されるように、実験3、4ともに床直上のO₂濃度が、一時的な火炎の噴出に伴い1～5%まで低下し、火炎噴出中断後、急速に10～10数%まで上昇していることを考慮すると、天井着火後の急激な燃焼拡大のため、火災室内が一時的に酸欠状態となり、燃焼が衰退したことも考えられる。しかし、その後の連続的な火炎噴出の際には、床上のO₂濃度が0～1%まで低下しているにも

係わらず、火炎の噴出が継続している。このことから、火炎噴出の中断を単に酸欠のみで説明することは困難であり、分解ガス発生量の減少を考慮しなければならないと考えられる。

火炎噴出中断後、天井下の高温層（煙）からの放射により、天井面や上部の壁面ばかりでなく、室内下方にある未燃焼物が加熱されて温度が上昇すると、室内の全ての可燃物が盛んに熱分解を始めるようになる。そのため、室内の全可燃物から発生する熱分解ガスの発生量が流入空気量を上回るようになり、室内で燃焼しきれなくなった分解ガスが、開口部から流出して燃え、噴出火炎を形成したと考えられる。

イ 開口部が狭く換気が不良の場合

実験1・2では、開口小さく、空気（酸素）の供給量が少ないことから、燃焼速度（発熱速度）が小さく、室内の可燃物の温度の上昇速度も緩やかになったと考えられる。そのため、火災は、天井着火後も燃焼拡大ができずに点火源付近の燃焼の留まっていることになる。燃焼の継続により、室内の未燃の可燃物の温度が着火温度にまで上昇し、燃え始めると、空気の供給がより容易な開口部側へと酸素を求めながら燃焼部位が急速に移動し、主たる燃焼部位が開口付近となり炎を噴出するようになったと考えられる。

ウ 息つき現象

過去の模型実験の結果では、開口部が小さく換気条件が悪い場合、火災が成長し、可燃物の熱分解が盛んになると、分解ガスの発生量に見合うだけの空気室内に供給できなくなり、燃焼が一時的に停滞することが確認されている。また、燃焼が停滞すると、室内の酸素濃度は次第に増加してくるが、その際、一部に小さな炎が火種として残っていると、局部的に燃焼範囲に入る混合ガスが少量形成された段階で、火種の火が引火して燃焼し、室内を火災が広がり、その膨張圧により開口部から煙を噴出するというような現象が周期的に発生することも確認されており、今回の、実験で見られた息継ぎ現象もおそらく同じような状況により発生したものと考えられる。

なお、この時点で火災室内温度が既に500°Cを越えていることを考慮すると、この時、窓ガラスが割れたり、開口部を開放すると、室内に溜まっている可燃性分解ガスに新鮮な空気が供給されるために、急激に燃焼拡大することが予想される。

(3) 火炎噴出前の火災室内の状況

火災室内では、天井着火後30～1分で、床上60～80cmの位置で、雰囲気温度は、既に150～200°C、床面の放射受熱量は、0.5～1W/cm²に達している。

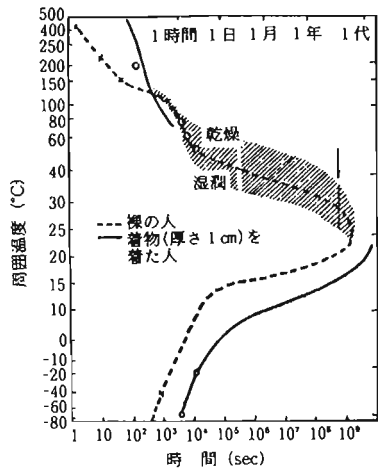


図9 周囲温度と耐容時間

図9に示すように、高温環境下における耐容時間は、風がなく湿度が低い場合、130°Cで15分、200~250°Cで5分とされており、空気中に水分が多い場合は、発汗が抑えられるので、飽和蒸気下では50°Cでも数分しか耐えられないとされている。また、皮膚が放射熱を受けた場合、0.7W/cm²の受熱量では数秒で熱による痛み、20数秒でひどい火傷を負う(図10)とされている。

このようなことから、天井着火から僅か1分も経過しないうちに、火災室内は、床付近においてさえ、既に熱的に耐えがたい状況下にあると言える。

(4) 火炎噴出時間と換気条件の関係

各実験の開口因子 $A\sqrt{H}$ (A:開口面積、H:開口部の高さ)と点火から火炎噴出までの時間を図11に示した。

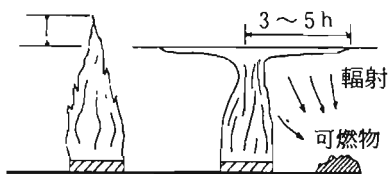
なお、同図中にはほぼ同規模の部屋で、同条件で実施した消防学校第2校舎火災実験結果も◎で示した。

ほぼ同規模、同条件(内装・可燃物量・点火位置・点火方法)の部屋では、開口因子の増加につれて火炎噴出時間が双曲線的に減少する傾向が見られる。(図中、X軸は無次元数でないため、規模の異なる部屋にはそのまま適用できないと考えられる。)

(5) 天井材の燃焼性の影響

実験4では、天井が不燃材であること以外、実験3と全く同じ条件で実施した。

一般的に、天井材を燃えなくすることが、フラッシュ



火災面積の増大による熱の広域化

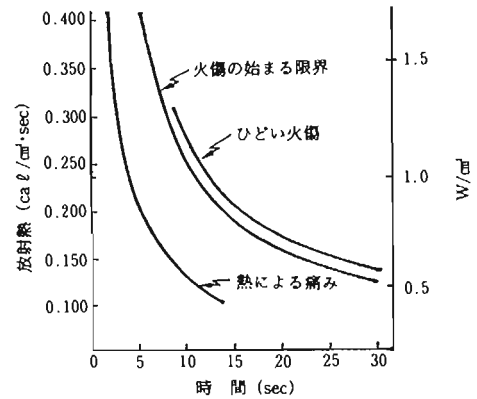


図10 放射熱と耐容時間

オーバー防止のために最も効果があるとされている

しかし、今回の実験結果からわかるように、6畳程度の小部屋では、火炎噴出時間は、天井材が不燃材の場合であっても可燃材の場合に比べ僅かに遅れる(発生時間が約1.15倍になる)程度であった。

これは、下図に示されるように、天井にぶつかった火炎が、天井面を這う性質を有するため、実験に使用した6畳程度の狭い部屋では、天井が不燃材であっても、壁内装材が燃焼し、その炎が天井に達すると、天井下を這って天井面をほぼ覆い尽くし、天井が燃焼し

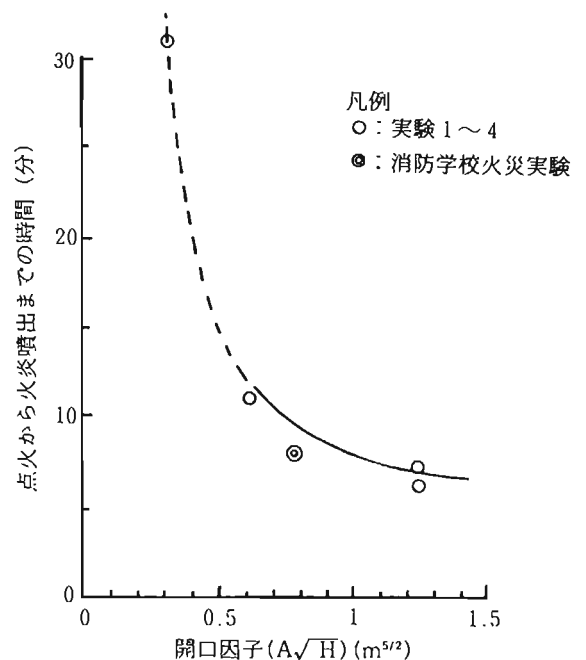


図11 点火から火炎噴出までの時間と開口因子との関係

た場合と同じように天井下高温層からの熱放射の効果
があらわれたためと考えられる。また、石こうボード
の表面のボード紙の一時的な燃焼による小さな発熱の
影響も若干はあったものと考えられる。

このことから、狭い部屋では、天井が不燃材であつ
ても壁等が可燃材の場合には、フラッシュオーバーを
抑制する効果は少ないといえる。

(6) フラッシュオーバーの発生または火炎噴出の予測と 対応

図2、6、7に示したとおり、温度、ガス濃度及び
床面受熱量は、天井着火直後あるいは火炎噴出直後に
急激な変化を示しているものの、フラッシュオーバー
の発生直前や火炎の噴出直前には、顕著な変化が認め
られていない。このことから、温度、ガス濃度、受熱
量等の測定によるフラッシュオーバーの発生や火炎噴
出時期の正確な予測は難しいと考えられる。

しかし、火炎噴出前の火災室内上部の雰囲気(煙)
温度や、開口部上端付近の煙の温度が、既に500~700℃
に達していること。また、前7、(1)で示したように、
フラッシュオーバーの状態の目安として室内の中央上
部の熱気層の温度が500℃ないし600~650℃を採って
いること等から、室内で消防活動する際や、室内へ進
入する際に、危険性を判断するためには、室内上部の
煙の温度や開口部から流出する煙の温度を把握するこ
とが最も良い方法と考えられる。

実験1・実験2のように開口が小さく火炎噴出まで
の時間が長くなる場合には、火炎噴出のかなり前から
床付近の温度が200~300℃に上昇するので、室内で検
索活動しているような場合でも、室温の上昇に気付く
と考えられる。

実験3、実験4のように開口が大きく換気状態が良
好な場合、天井着火から火炎の噴出までわずか30秒
~1分程度であり、この間に室内下部の温度は、
70~80℃から200~300℃にまで上昇する。過去の実大
火災実験結果では、天井着火以前は、煙の発生量も少
なく室内の炎が良く見えている。そのため、消防隊員
にとっては、その時点で注水することにより、天井着
火後の急速な燃焼拡大にさらされる危険性は少ないと
考えられる。しかし、居住者等が初期消火に従事し、
消火に失敗したような場合には、急激な燃焼拡大のため、
避難する時期を失する危険性が多分にあると考えら
れる。

8 まとめ

(1) 火災性状

ア 天井着火直後から、天井下には数100℃の高温気体

層が形成され、上部煙層内は、既に温度・ガス濃度
とも火盛り期の状況と同じレベルに達する。その高
温気体層は次第に厚みを増してくるため、その下方
の温度も次第に上昇する。

イ 火炎噴出直前には、開口部から噴出する煙の温度
は、600~700℃に達し、また、火災室内は、天井下
の高温ガス層で600~800℃、床付近でも200~400℃、
部屋中央部床上の受熱量は最低でも0.7~0.8W/cm²
となっている。

ウ 火災室内のガス濃度は、天井着火以降火炎噴出ま
での間、室内中央部では酸素1~2%、一酸化炭素
10~15%、二酸化炭素20%以上、床付近で酸素、二
酸化炭素10%前後、一酸化炭素5%前後で推移し、
火炎噴出前に顕著な変化は見られない。火炎噴出と
ともに床付近のガス濃度は、急激に変化し、部屋中
央のガス濃度とほぼ同じ濃度に達する。

エ 開口部からの火炎噴出は、必ずしもフラッシュ
オーバーの発生と結びつかない。

オ 開口部から流れ出す煙の息つぎ現象は、火災室内
の空気が不足しているために、火災が成長・衰退を
繰り返している状況であり、この時期に、開口部を
開放すると急激に燃焼拡大する恐れがある。

カ 火炎噴出時間と開口因子($A\sqrt{H}$)の間には、双
曲線的な関係がみられる。

キ 一般に、天井材を燃えなくすることがフラッシュ
オーバー防止のために最も効果があるとされている
が、6畳程度の小規模な部屋では、天井が不燃材で
あつても壁等が可燃材の場合には、フラッシュオー
バーを抑制する効果は少ない。

(2) 発生予測・危険防止

ア 火災室から盛んに煙が噴出している場合、火災室
内は、既に天井着火以降の段階で、燃焼がかなり進
んでいると判断できる。

イ 火炎噴出直前、室温、流出する煙の温度及びガス
濃度等は、前兆となるような明瞭な変化を示さな
かった。しかし、前(1)、イで示した室内状況は、既
に、熱的に室内にいることはもちろん室内に進入す
ることが困難な状況になっており、室内で消防活動
する際や、室内へ進入する際には、室内上部に滞留
する煙や開口部から流出する煙の温度を把握するこ
とにより、フラッシュオーバー発生(火炎噴出)の
危険性を判断できる。

ウ 火災現場で、わずかに開放されている開口部から
煙が噴出しているような場合であっても、火災室内
は既に火盛り期の燃焼状況となっている可能性のあ
ることに注意し、不用意に開口部を開放したり、窓
ガラスを破壊したりしないことが重要となる。

9 あとがき

今回の実験結果から、小区画の部屋では、天井下に蓄積し、下降してくる高温の煙のため、フラッシュオーバー発生前に、既に、室内にいることが困難な状況になることが分かった。

しかし、天井が高く大きい区画の部屋では、消防隊員の頭上から天井下までの空間に高温の煙が蓄積しても、床面付近が、通常のフラッシュオーバーが発生する際の危険な状態には、なかなかならない可能性も考えられ煙の蓄熱状態からフラッシュオーバーの発生を判断することは、難しい場合も考えられる。そのため、今後、機会を得て、天井の高い大区画の部屋の実大火災実験を実施し、天井の高い大区画内でのフラッシュオーバーの発生状況を把握する必要があると考えられる。

10 参考文献

- (1) 齊藤・吉田「模型による室の燃焼挙動の定量化について」火災Vol.34、No.3 (150) (1984)
- (2) 菅原「火災時における煙の拡散と避難対策について」防火管理ゼミナール(上級)テキスト(平成4年10月)
- (3) 岸谷、齊藤「室火災モデルによる建築材料の発熱特性および煙毒性」火災Vol.37、No.3 (168) (1987)
- (4) 成瀬、林、菅原「区画内火災性状——単一開口モデルによる実験的考察(その1)——」火災学会発表会概要集(平成2年)
- (5)「フラッシュオーバーに関する研究(第5報)」消防科学研究所報 29号(平成4年)
- (6) 山下「火災から発生する高熱に対する生命危険」消防研報 第26号(1973)
- (7) 東京消防庁「消防学校第2校舎火災実験報告書」平成4年9月
- (8) 田中「室内火災の初期拡大について」建築研究所年報(昭和51年度)