

フラッシュオーバーに関する研究 (その1)

— 実大火災実験でのフラッシュオーバー現象発生に係る考察 —

Study on the flashover phenomena in a building (Part 1)

— The consideration of flashover phenomena by experiments with real scale model. —

鈴	木	唯	一	郎*
北	岡	開	造**	
村	上	利	章*	
武	田	松	男*	
熊	倉	孝	行*	
田	中	康	之*	

We report the factor of flashover phenomena by means of the past real scale experiments. Through these experiments we could find clues as follow.

- 1 The influence of radiant heat by spread of fire to ceiling.
- 2 The process of oxygen inflow to burning room.

1. はじめに

フラッシュオーバー現象(以下「F・O」という。)については、当研究所開設(昭和36年)以来27年間、機会あるごとに実大火災実験をとおして、実験項目の一つとして発生状況を把握してきたところである。

従来、この現象は当研究所に限らず他の防災機関等においてもまだ未解明な点が多く、概念的にしか把握されておらず、物理的内容も今日なお明確にされていない状況にある。

このようなことから、当研究所では、昭和61年度から東京消防庁長期計画により、F・O発生メカニズムを解明し、有効な対策を樹立することを目的として研究に着手したところである。本報告は、当該研究に着手するにあたり、近年実施した実大火災実験におけるF・O発生状況を把握し、今後の研究推進に反映させるため調査したもので、その概要を報告する。

2. 近年の実大火災実験からの傾向について

近年の実大火災実験におけるF・O発生状況をまとめると表に示すとおりである。

また、実大火災実験における外部からの目視状況の一部を写真1～9に示す。写真1～3は、F・Oの発生時の状況である。

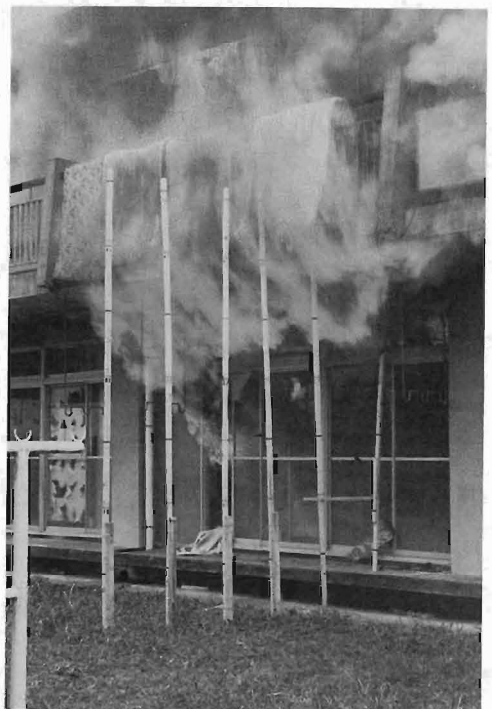


写真1 F・O発生に伴う火炎の噴出状況(東村山実験)

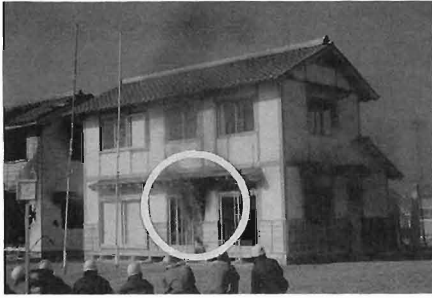


写真2 F・O発生に伴う火炎の噴出状況（潮見・大壁実験）



写真3 F・O発生に伴う火炎の噴出状況（潮見・第二実験）

写真4～9は、区画ごとに発生するF・Oの状況で、その前後をそれぞれ比較したものである。

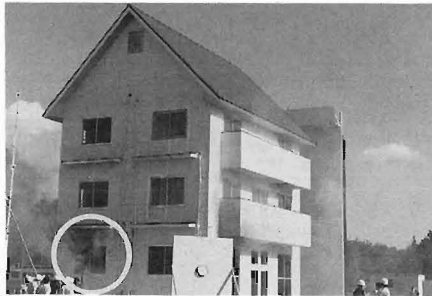


写真4 一階居室F・O発生前（開口部より黄色味を帯びた煙が噴出している状況）



写真5 一階居室のF・O発生後の状況

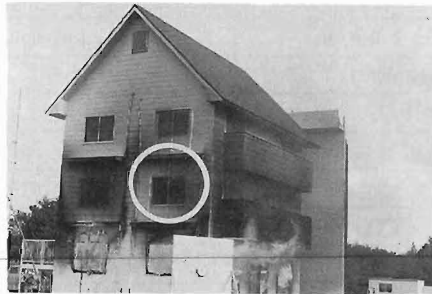


写真6 二階居室F・O発生前の状況



写真7 二階居室F・O発生後（開口部のガラスが落下すると同時に火炎が噴出している状況）



写真8 三階居室F・O発生前（開口部から褐色の煙が大量に噴出している状況）



写真9 三階居室のF・O発生後の状況（写真4～9は、つくば火災実験）

表 近年の実大火災実験における

火災実験名		旧都立第一老人ホーム (東村山) ⑥		木造住宅 (潮見) ⑦					
				大壁型		真壁型			
実施年月日		昭和58年8月10日		昭和61年1月28日		同左			
建物概要		耐火造 2/0 老人ホーム 建築面積 321.0m ² 延べ面積 626.0m ²		木造 2/0 住宅 建築面積 61.9m ² 延べ面積 109.2m ²		木造 2/0 建築面積 61.9m ² 延べ面積 109.2m ²			
外壁		鉄筋コンクリート モルタル吹きつけ		石綿ケイ酸カルシウム板 8mm下地, 防火サイディング 8mm張り仕上げ		合板 9mm下地, ラスモルタル 20mm塗り仕上げ			
点	面積開口条件 (H×W)	1階居室 20.3m ² 天井高 2.4m 1階居室南側に開口部 (1.8×0.9)m ²		1階居間 12.1m ² 天井高 2.4m 1階居間南側に開口部 (1.8×0.45)m ²		1階居間 12.1m ² 天井高 2.4m 1階居間南側に開口部 (1.8×0.45)m ²			
		積載荷重①		25.4kg/m ²		25.2kg/m ²		25.1kg/m ²	
火室	内装材料	床	畳		複合フローリング		複合フローリング		
		壁	コンクリート下地 ジュラク塗り		強化石膏ボード12mm ビニルクロス張り		ラスボード 9mm下地 プラスター 30mm塗り		
	天井	ベニヤ張り		石膏ボード 9mm下地 化粧石膏ボード 9mm張り		2階の床板40mm現し			
点火方法		杉クリブ20×20×500mm 1段5本5段積みメタノール1ℓを散布し点火		エゾ松クリブ20×20×600mm 1段12本5段積みメタノール含浸インシュレーションボードを挿入し点火					
気象条件	天気	くもり		晴れ		晴れ			
	気温	30~33°C		5.0~6.4°C		6.6~7.5°C			
	湿度	70~75%		47~60%		43~50%			
	風位	南又は南西		北北西		南			
	風速	0.4m/sec		1.0~2.0m/sec		0.8~3.0m/sec			
フラッシュオーバー発生	時刻②	5分10秒		13分20秒		18分30秒			
点火室の温度	直前 直後	H③	1.5m	2.4m	1.8m	2.4m	1.8m	2.4m	
		直前	740°C	690°C	700°C	560°C	500°C	550°C	
		直後	850°C	820°C	800°C	800°C	580°C	610°C	
点火室内のガス濃度	O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂
		0	5.0%④	10%④	未測定		未測定		
点火室の温度変化 (室中央で H=1.8m 但し、「旧都立第一老人ホーム」では H=1.5m) ③	F・O発生								
ガラス落下⑤	4分20秒 550°C		13分15秒 510°C		17分45秒 500°C				

① 家具, 書籍, 衣類その他の収容物。(積載可燃物と同じ発熱量の木材量に換算したもの。ここでは, 壁, 床, 天井等の固定可燃物は考慮していない。)

② 点火してからの経過時間。

③ 床面から測定点までの垂直距離。

④ 測定器の許容範囲を超え, 示した数値以上の値となる。

⑤ 点火室の外壁側開口部のガラスが, 全面にわたって落下するまでの, 点火からの経過時間及びその時の点火室内平均温度。

フラッシュオーバーの発生状況一覧表

木造3階建(3戸連続長屋形式)住宅(潮見) ⑦		総3階建2×4住宅(つくば) ⑧						
第一実験	第二実験							
昭和62年1月19日	同左	昭和62年11月17日						
木造3/0長屋 1住戸の床面積 9.94m ²	木造3/0長屋 1住戸の床面積 9.94m ²	木造3/0住宅 建築面積 64.8m ² 延べ面積 194.4m ²						
石綿ケイ酸カルシウム板4mm下地, 防火サイディング16mm張り仕上げ	石綿ケイ酸カルシウム板4mm下地, 防火サイディング16mm張り仕上げ	パルプ混入軽量セメント押し出し成型板18mm						
1階居間 18.2m ² 天井高 2.4m 1階居間南側に開口部 (1.8×0.45)m ²	1階居間 18.2m ² 天井高 2.4m 1階居間南側に開口部 (1.8×0.45)m ²	1階台所 10.0m ² 天井高 2.4m 1階居間南側に開口部 (1.8×0.45)m ²						
28.2kg/m ²	27.4kg/m ²	28.2kg/m ²						
合板15mm	合板15mm	ALC37mm下地カーペット張り(ウール)						
石綿ケイ酸カルシウム板12mm張り	石綿ケイ酸カルシウム板8mm下地ビニルクロス張り	石膏ボード12mm下地ビニルクロス張り						
同上	石綿ケイ酸カルシウム板10mm下地ビニルクロス張り	石膏ボード12mm下地ビニルクロス張り						
同左		同左						
晴れ	晴れ	晴れ						
5.2°C	8.5°C	13.0°C						
54%	55%	56%						
北西	北	西北西						
2.3m/sec	1.5m/sec	1.5~4.5m/sec						
9分30秒	6分30秒	10分30秒						
1.2m	2.4m	1.2m	2.4m	2.0m				
800°C	800°C	800°C	800°C	500°C				
680°C	810°C	900°C	900°C	900°C				
O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂
0.5%	7.4%	17.9%	0.7%	5.2%	16.5%	2.5%	1.5%	10.0%
8分10秒 530°C		5分40秒 550°C		9分51秒 500°C				

⑥ 東京消防庁消防科学研究所主催

⑦ 財団法人日本住宅・木材技術センター主催
東京消防庁消防科学研究所参画

⑧ 建設省建築研究所・財団法人日本ツーバイフォー建築協会主催
東京消防庁消防科学研究所参画

3. 調査結果及び考察

(1) F・O 発生時刻

表から F・O 発生時刻を見ると、概ね点火から 5～10分の間に集中して発生している。

表中における特異な事項としては、木造住宅火災実験での真壁型の結果で、F・O 発生時刻が点火から18分30秒という他の実験と比較して遅い結果となっている。これは、2階の床板（厚さ40mm）がそのまま1階の天井となっているため、天井材に着火する時刻が遅く、点火室内の未燃部分への放射熱の影響が少なかったことに起因しているものと推定される。

この結果として、天井材の材質及び厚さの違いが F・O 発生に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

(2) F・O 発生前後の室内温度

点火室内の温度は F・O 発生に向けて急激な上昇を示し、F・O 発生直後に90°C前後まで達している。この温度変化は、いずれの実験においても、ほぼ同様の傾向を示している。

(3) ガス (O₂, CO, CO₂) の濃度

いずれの実験でも、点火室内における O₂濃度は F・O 発生に向って急激に減少し、反面 CO 及び CO₂濃度は増加する傾向を示している。しかしながら、F・O 発生に至るガス濃度範囲を限定することはできない。

(4) その他

F・O 発生に至る上記以外の要因として、目視観測の結果から、点火室の外壁開口部のガラス破損について着目すると、開口部のガラスの大部分が破損落下してから 5～80秒の範囲で F・O が発生している。これは、当該室内に燃焼に必要な酸素が流入したことに起因するものと推定される。

また、F・O の発生は、建築物の構造が、木造、耐火構造に関係なく、区画火災ごとに発生している。

4. ま と め

以上、調査及び考察等の結果から、F・O 発生

要因についてまとめると、いずれも断定できる事項を見出すことはできなかったが、その発生要因に大きな影響を与えるものとして、次の二点が考えられる。

(1) 天井への延焼拡大に伴う、放射熱の影響

一般的に室内では火災発生に伴い、壁を伝わって天井面に炎が届き、その炎が拡大して天井面に着火すると、天井面から強い放射熱が室全体に照射するようになる。この現象について、壁、天井の内装材料を変化させ検討することが重要である。

(2) 燃焼に必要な酸素の流入過程

室内の延焼拡大に伴い、空気中の酸素が消費されると室内は徐々に酸欠状態となり、F・O 発生のためには酸素の流入が必要となる。それには、開口条件を変化させ F・O が発生するための酸素流入との関係を解明することが重要である。

5. おわりに

今回の調査により、F・O 発生を支配する要因について検討を行ってきたが、特に、火災室内のガス濃度変化 (O₂, CO, CO₂) に着目するとともに、合わせて、4に掲げる要因についても検証していく必要がある。

また、今後の研究課題としては、一定条件下でのデータ収集をすべく、模型実験等を実施し、F・O 発生メカニズム解明に全力を注いでいく予定である。

6. 参考文献

- (1) 東京消防庁消防科学研究所，東村山火災実験結果報告書，昭和59年3月
- (2) 財団法人日本住宅・木材技術センター，昭和60年度住宅部材安全性向上事業，実大火災実験編 第2部（大壁造），第3部（真壁造）
- (3) 財団法人日本住宅・木材技術センター，住宅部材安全性向上事業報告書，実大火災実験編 昭和62年3月。
- (4) 建設省建築研究所，財団法人日本ツーバイフォー建築協会，総3階建 2×4 実大火災実験共同研究報告書，昭和63年3月