

1) 科学研究費助成事業

1) - 1 縮小模型火災実験による市街地火災性状予測の検証法

【安全・安心】

Verification method of city fire estimation using reduced model fire experiment

(研究開発期間 平成 28~30 年度)

住宅・都市研究グループ
Dept. of Housing and Urban Planning岩見 達也
Tatsuya IWAMI

We tried to reproduce a full scale fire experiment with a reduced model. By selecting the material and thickness of the opening member so as to satisfy the similarity of fire spread time inside the building, it has been confirmed that the progress of fire spread inside can be reproduced.

【研究開発の目的及び経過】

都市防災分野における最近の市街地火災研究は、現実の火災ではなくシミュレーション等による仮想的な火災に基づいて行われ、その成果は地域防災計画の基礎データとしても用いられている。しかしそのシミュレーションは、近年市街地大火がほとんど発生していないことから現実の火災と比較した検証が困難で、対象地域が広大であるために実験での再現も困難であり、予測精度の検証は数十年前の実際の市街地火災を検証データとして実際とシミュレーションによる延焼動態を比較する以外に方法がない状況である。しかし市街地火災が頻発した頃と現代では市街地の状況に大きな違いがあり、現代の市街地の構造を十分反映した検証にはなっていない。

本研究では建築火災分野、燃焼工学分野における相似則に関する成果を踏まえて、過去に行われた実大の延焼火災実験を縮小模型実験で再現することで、縮小模型を用いて現実の火災の延焼性状の評価可能性を検討するとともに、現代の市街地の火災安全性の把握を行うことを目的とする。

【研究開発の内容】

過去に実施された実大規模の建築物 1 棟を対象とした火災実験を原型として、これを 1/10 スケールに縮小した模型実験により再現を試みた。

1. 原型実験の設定

原型の実験は、1984 年 9 月 10 日に建築研究所屋外火災実験場において実施された「建築物の防火設計法の開発のための木造住宅火災実験」¹⁾とした。実験建物は在来工法 2 階建木造住宅（各階床面積 29.81m²、延床面積 59.62m²）で、内装をすべて不燃化し、1 階壁体内は燃え抜け及び壁体内を経由する 2 階への延焼が生じにくいようロックウールまたはグラスウールを充填している。

また、開口部のいくつかは延焼防止のため乙種防火戸仕様の網入りガラス窓となっている。点火は 1 階南西にある厨房食事室内の間仕切壁に近い部分であった。

2. 模型実験の条件設定

各室の面積や配置、天井高、開口部の面積や位置はなるべく原型の条件を再現するよう模型を製作（図 1）し、2019 年 1 月に建築研究所実大火災実験棟内で実験を行った。実験に用いた構成材を以下に示す。

(1) 外壁及び間仕切り壁

構成材は、熱伝導率と模型製作の容易性を考慮して 25mm 厚セラミックファイバーボードを用いた。

(2) 外壁開口部

普通ガラス窓は 1mm 厚ポリカーボネート板（透明）（以下、「ポリカ」という。）を選定した。乙種防火戸は市販のアルミ箔（11 μ m 厚）に重りをつけて開口部上端からつり下げた。ただし、原型実験で人為的に破壊した 2 階階段室の開口部はセラミックファイバーボードをはめ込んで閉鎖し一定時間後に取り外すようにした。

(3) 室間ドア

室間のドア材は木材とし、燃え抜け時間は相似則を考慮して材質・材厚を選定した。

(4) 床・天井・屋根

床材は 9mm 厚合板、天井材は 6mm 厚ケイカル板とした。各階天井材の上には床組及び小屋組として杉材クリブ（小口径 15mm \times 521mm、7 本 \times 2 段（床組）又は 3 段（小屋組））を設置した。小屋組の上に野地板を想定した 5mm 厚合板を載せ、さらにその上に屋根材として 49mm 角に切断した 6mm 厚ケイカル板 144 枚を並べた。なお、階段室の界床に 110mm \times 80mm の開口を設けた。

(5) 収納可燃物

収納可燃物は図 1 に示すように、小口径 16mm \times 長さ

80mm 又は 144mm の杉材片を 16mm 間隔で形状に組み上げてクリブを作成し、105℃環境で十分乾燥させた上で、厨房食事室、居間、寝室 1 及び寝室 2 は 5 段組×2 個、水廻及びスタジオは 6 段組 1 個、階段室は 1 階に 3 段組 1 個、2 階に長さ 144mm 木片 3 本を配置した。クリブ 1 段あたりの重量はおおよそ 40g であった。

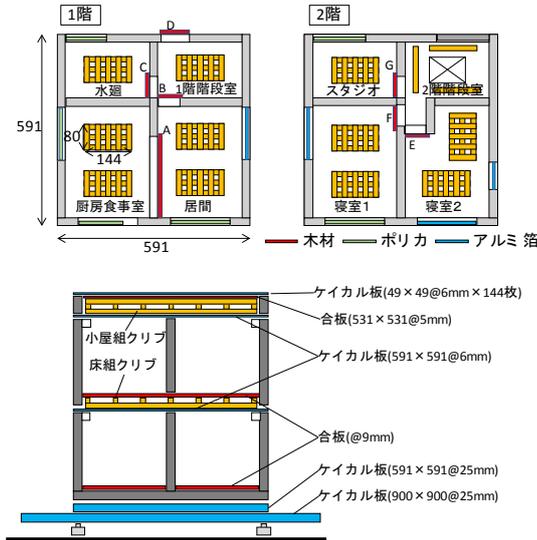


図 1 模型の平面図及び断面図

【研究開発の結果】

1. 計測項目

重量減少、発熱速度、各室中央付近 2 点（床から 110mm 及び 180mm）の温度、ドア材中央裏面（被延焼室側）温度、各室床材裏面及び天井材裏面温度、床組内及び小屋組内温度、屋根材裏面温度、周囲の熱流束の計測を行った。その他、赤外線カメラによる撮影を行った。

2. 実験結果

表 1 は原型と模型の火災進行の経過を示したものである。経過の流れは概ね再現されているものの、時間は模型実験の実時刻が原型に近い時刻となっており、実大に換算した時刻では、模型実験の火災進行が遅い結果となった。また、火災の進行に伴って 2 階床や屋根が燃え落ちることを想定していたが結果として天井材として選定した 6mm 厚ケイ酸カルシウム板はクラックは入るものの崩壊までは至らなかった。

図 2 は各室の温度の履歴を示したものである。全般的な傾向としては模型の温度上昇の勾配が緩やかで温度の最大値も原型に比べて小さくなっている。水廻及びスタジオの温度履歴は比較的良好に一致している。

表 1 実験経過一覧

原型実験		模型実験	
時刻	経過	時刻	経過
0'	点火	0'	(0') 点火
3'	食事室南ガラス破損	3'40"	(11'36") 同左
4'	食事室南窓火炎噴出	4'45"	(15'01") 同左
6'	居間出火	6'24"	(20'14") 居間クリブ出火
6'30"	寝室1 南ガラス破損	6'48"	(78'25") 寝室1 ポリカ溶ける
7'15"	居間FO	7'03"	(22'18") 同左
32'	階段2 ガラス割る	10'	(31'37") 階段2 窓開ける
33'	階段室FO	13'	(41'07") 同左
42'	寝室1 火炎猛烈	25'18"	(80'00") 寝室1 FO
60'	寝室1 床燃え抜けか	-	-
62'	寝室2 火が入る	35'	(110'41") 寝室2 東窓開ける
64'	寝室2 盛んに燃える	-	-
65'	居間可燃物落ちる	-	-
66'	食事室可燃物落ちる	-	-
68'	寝室2 窓落ち火炎噴出	36'42"	(116'03") 寝室2 南窓脱落
74'	外側仕上げ剥落盛ん	-	-
80'48"	倒壊	-	-

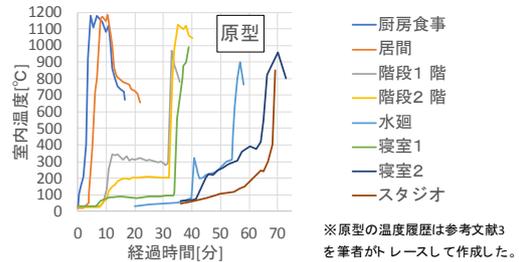


図 2 室内温度履歴

3. まとめ

実大火災実験の縮小模型による再現を試みた。開口部材の材質及び材厚については室間延焼時間の相似性を満足するように選定することで室間延焼の経過を再現できる可能性が確認できた。一方で模型では温度上昇が緩慢で最高温度も低くなった。構成部材の熟物性値（断熱性）の違い等が影響していると考えられ、今後の検討が必要である。

本研究は、JSPS 科研費「縮小模型火災実験による市街地火災性状予測の検証法」（挑戦的萌芽研究（16K14363））の助成を受けた。

【参考文献】

1) 建設省建築研究所：「建築物の防火設計法開発のための木造住宅火災実験」報告書、建築研究資料 No.54、1985.9

※原型の温度履歴は参考文献3を筆者がトレースして作成した。