

プレキャストコンクリート住宅火災実験の結果について

長谷川 浩 治*
 小島 正 臣**
 鳥井 四 郎***
 加藤 尊 明****

はじめに

近年における建築技術の進歩は誠にめざましいものがある。この技術革新は、単に、高層ビルを対象としたものばかりではなく、一般に『プレハブ』と呼ばれている工業化住宅の製造技術にも如実に現われ、従来の住宅建築に比較して工期の短縮、性能の安定、価格の安さ、居住性の良さ等の向上をもたらしている。プレハブ住宅が市井に姿を見せてすでに十数年になり、今後は、この種のもが主流を占めようとする傾向にある。コンクリート系プレハブ住宅は、全国で年間15万～16万戸新築されており、更に増加することが予想される。

一方、住宅火災はビル火災のように多数の焼死者がでる大惨事になるわけでもなく、世論の高まりもないことから、とかく忘れられがちであるが、年間の出火件数並びに人的及び物的損害額では最も多く、しかも火災防ぎよする上で遭遇する確率が最も高い。特に、新技術で建てられたこの種の住宅の火災性状等については、吾々消防人ですら未知な点が多く、消防対策上のあい路となっていると思われる。

これらの背景から、家具、収容物等全てを居住者の実生活に合せて配置した状態でプレキャストコンクリート住宅の火災実験を実施したものであり、次にその概要について報告する。

1. 実験実施日時

昭和52年9月18日(日)午前6時～8時

2. 実験場所

新宿区西新宿二丁目4番地 旧新宿西口住宅展示場内

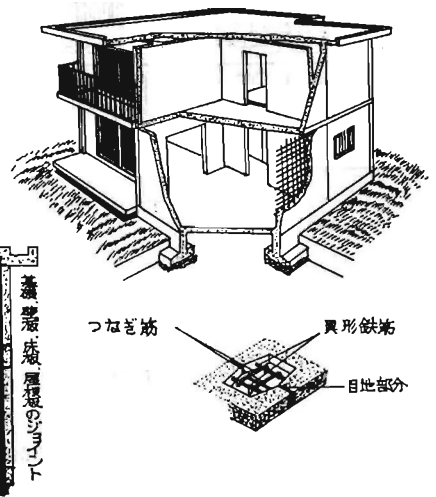


図1 実験建物状況

3. 実験建物の概要

当該建物は、鉄筋軽量気泡コンクリートを主材とした版構成建物でコンクリート系プレハブ住宅の一種である。建築工法としては、コンクリートパネルをジョイントしながら組立てていく標準的なパネル工法である(図1参照)。又、居住性を高めるために内装面で特別な配慮がなされている(表1参照)。建物状況の詳細は次のとおりである。

- 1) 構造……耐火造(建設大臣性能認定工業化住宅一C-1374-3)
- 2) 種別……二階建独立住宅(立面図図2, 平面図図3, 断面図図4参照)
- 3) 可燃物量……表2参照

4. 条件設定

今回の実験では実際の住宅火災を実現させるため、

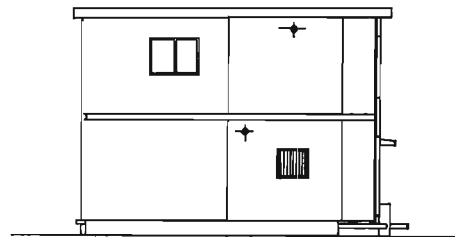
* 装備部管理課 ** 日本橋消防署 *** 第一研究室 **** 調布消防署

表1 室内仕上状況

部分	床	巾 木	壁	天 井	備 考
居 間 (6帖大)	タ タ ミ 敷	木製タタミ寄せ	化 粧 プ ラ ス タ ー ボ ー ド	インシュレー ションボード	押入・天袋・床の間
厨 房	プラスチック タイル	硬質塩化ビニル	テラオール準不燃材 建設省認定 No-2005号	ジプトン(ア9mm) 準不燃材第2005号	
階 段 室	木製 化繊敷物		プリトン合板	インシュレー ションボード	
洋 室 (6帖大)	化 繊 敷 物	硬質塩化ビニル	化 粧 プ ラ ス タ ー ボ ー ド	インシュレー ションボード	



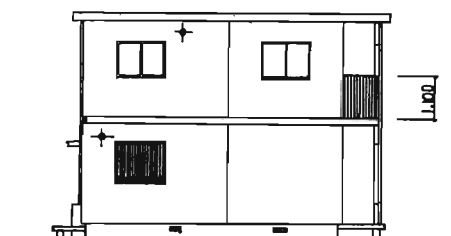
南側立面図



東側立面図



北側立面図



西側立面図

図2 建物立面図

表2 可燃物量

階 別	収納物荷重 (kg)	固定荷重 (kg)	荷 重 計 (kg)	平均火災 荷 重 (kg/m ²)
1	784.4	739.6	1524.0	32.9
2	1406.6	870.3	2276.9	49.1
計	2191.0	1609.9	3800.9	41.0

条件設定に細心の注意をはらった。まず同型式の住宅に居住している世帯を調査し、家族構成、部屋の使用方法、家具類や収容物の質、量及び配置状態を標準的な生活実態に合致させた。

- 1) 家族構成 夫婦及び子供二名の四大家族(50才前後の夫婦、高校生の長女と中学生の長男)

- 2) 部屋名及び家具配置等 図5参照

5. 点火条件

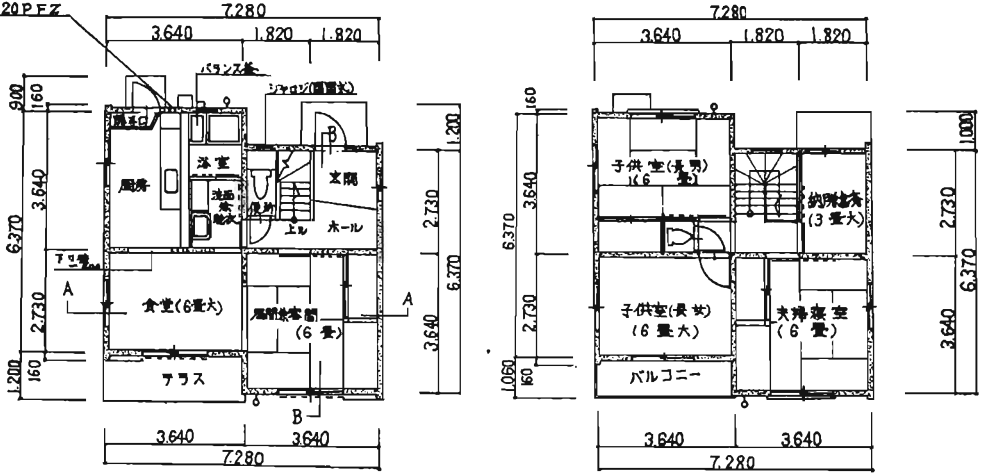
一階居間兼客間の北東側隅に松材(2×2×60cm)60本を6段の井桁状に組み、アルコールを500ml用いて点火した。

6. 計観測項目と規模

実施した計測及び観測項目と規模は次のとおりであった。

- | | |
|---------------------|------|
| 1) 温度(コンクリート内部温度含む) | 135点 |
| 2) 輻射温度 | 24点 |
| 3) 輻射熱量 | 2点 |
| 4) 煙濃度 | 33点 |
| 5) 差 圧 | 4点 |

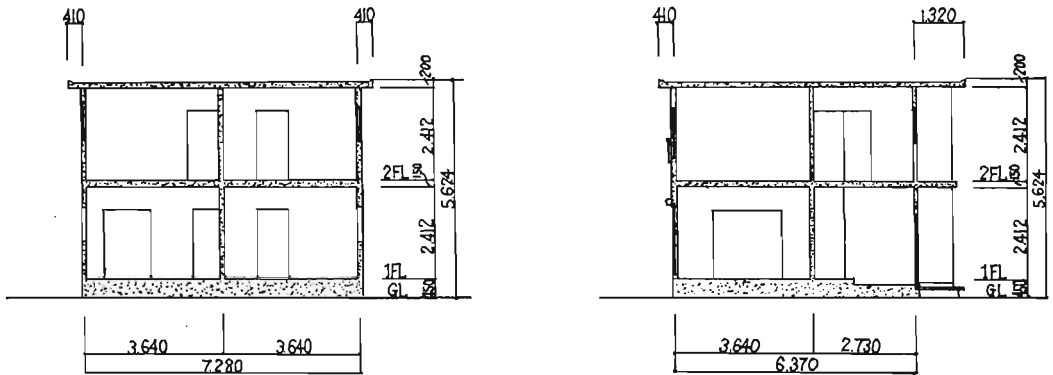
換気機：電動シャッター式
20C型
FV-20PEZ



1 階平面図

2 階平面図

図3 建物平面図



A-A 断面図

B-B 断面図

図4 建物断面図

- 6) ガス濃度 (CO, CO₂, O₂, HCN) 5点
- 7) マウスモニター 8点
- 8) 温度分布 (赤外線カメラCT-4B) 1台
- 9) 目視観測員 9名
- 10) 写真観測員 (35mmカメラ) 9名
- 11) 16mmムービカメラ 2台

3) 室内温度状況

熱電対 (CA線0.65mmφ ガラスウール被覆) を使用して測定した。各室の平均温度の推移状況は図6に示すとおりであった。

4) 輻射温度

木片上に取り付けた黒色銅板 (5cmφ, 0.3mm原) の温度上昇を輻射温度とした。図7は火点室南側3mの位置にポールを立てて測定した結果である。

5) 煙濃度

減光式煙濃度計を用いて測定した煙濃度でCs値0.7 1/mの避難限界濃度に達した各室の時間は表4のとおりであった。

6) 火災の拡大径路とフラッシュオーバー現象

7. 結果概要及び考察

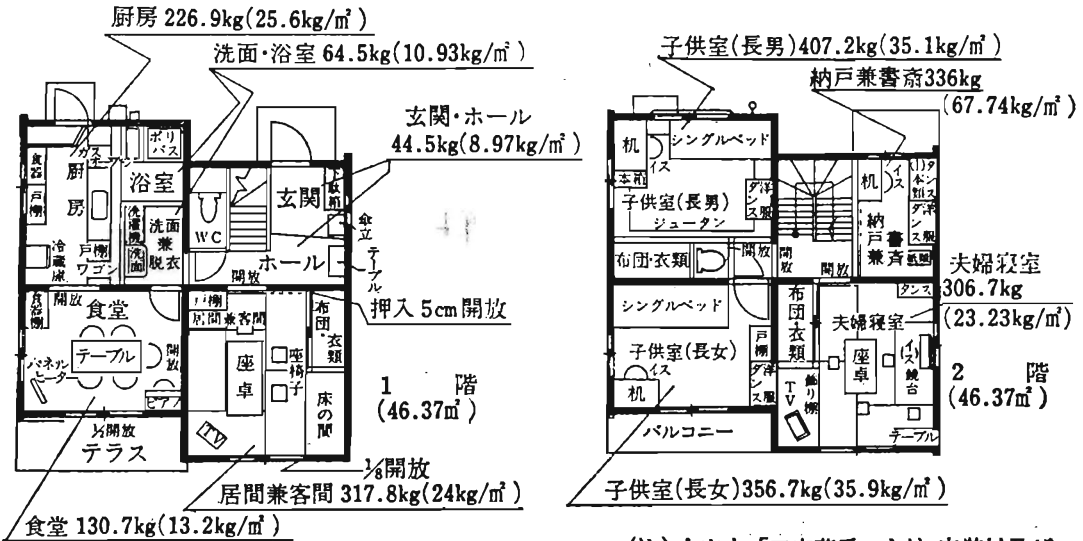
1) 気象

天気晴, 気温21~23°C, 相対湿度66~78%, 北寄りの風1.4~4.0m/秒

2) 火災進行状況

表3の目視観測結果を参照されたい。

「開放」と記入のない開口部は、すべて閉鎖した。



(注) 上表中、「固定荷重」とは、内装材及び押入等を示す。
プラスチック類の荷重は2倍とした。

図5 家財等(火災荷重)配置図

表3 目視観測結果

点火後	観測記録	点火後	観測記録
0 00	点火		煙が流出。
26	クリブ上段燃えあがる。	3 00	点火室、開放部から炎、猛烈に上昇し、2階ガラス戸をなめる。
40	襖に着火。		食堂南側ガラス戸ひび割れする。
55	天井に炎、燃えあがる。		厨房換気口より黒煙、急激に噴出。
1 05	黒煙ガラス戸、開放部から出る。		厨房西側上下部より白煙噴出。
40	黒煙ガラス戸、中段まで下がる。	10	階段室窓より黒煙さかんに出る。
	食堂窓開放部から薄い黒煙が噴出。	15	長男室、西側窓上下部より白煙噴出。
50	食堂窓開放部上部約20cm程度まで黒煙噴出。	20	点火室、窓ガラス完全に割れ落ち、アルミ窓枠、溶け始める。
	階段室窓上下端のすき間から黒煙若干出てくる。		納戸北側窓上下部のすき間から煙がうっすらと出てくる。
2 00	点火室(食堂兼居間)、黒煙床面上約10cmまで下がる。	30	夫婦寝室、南側窓、点火室より上昇する炎にあおられ割れ火が入る。
08	点火室、ガラス戸開放部より炎、勢いよく出る。	50	夫婦寝室、東側窓より若干煙が出てきた。
10	食堂窓、開放部上端から下方約80cm程度まで黒煙噴出。	4 00	浴室窓より黒煙。
	階段室内部、うっすらと赤くなり、黒煙の量やや多くなる。		長男室、西側窓上下部から噴出する煙は白煙から黒煙に変わる。
2 20	食堂内、一部に火炎認む。	05	納戸換気口より煙が出てきた。
25	食堂窓、開放部全面から黒煙噴出。	10	庭に生きている芝、熱のため燃える。
30	階段室内部炎が見えかくれる。	15	食堂南側窓一部破損。
	点火室、窓ガラス音を立てて割れる。	20	点火室、燃焼最盛期で、炎が南側方向に2~3mたなびき、建物から15m離れていても居られないくらい熱く、火の粉や灰が飛んできた。アルミ窓枠完全にくずれる。
	厨房出入口上部ダクトより黒煙、浴室窓より黒煙。		
	玄関出入口上部ガラス窓、開放より白ばい黒		

点火後	観測記録	点火後	観測記録
4 37	食堂、カーテンに着火し、火炎の噴出始める。	25	長男室北側窓ガラスにひびが入り、黒煙の量急に多くなる。
5 00	夫婦寝室、戸袋（南側）に火がつく。	30	玄関出入口、小窓ガラスほとんど破損落下。
	厨房室西側窓下部から白煙が出る。	00	WC内部、時々火炎確認できる。
20	食堂南側ガラス戸より噴出する炎、2階まで達する。	30	長男室、西側窓ガラス一部ひび割れする。
48	食堂南側ガラス戸大部分が割れ、炎大量に噴出。	00	1F玄関出入口より火炎噴出、木製ドアは骨組だけ残る。
6 40	階段室ガラス割れ、一部分が落下する。	30	WC窓ガラス半分くらいひびが入ると同時に破損落下。
48	1F玄関東側窓ガラスひび割れする。	14 00	長女室南側窓割れるような音がする。炎が噴出してきた。
7 00	食堂南側窓全面破損。	10	WC窓ガラスほとんど落ちる、内部はさかんに延焼中。
	夫婦寝室南側窓より炎が約2m上昇。	20	納戸北側窓ガラスにひびが入る。
	厨房室西側窓ガラス中央部分割れる。同時にその部分から黒煙噴出する。	40	夫婦寝室東側窓ガラス割れ落下する。
	長男室、室内は黒煙充満。階段室窓ガラスのすき間から内部、全面に炎が見える。	15 00	長女室の窓枠ガラス(南側)は完全に破損し、炎が約4m上昇。
10	階段室、窓ガラス割れたすき間から、時々炎が出始める。	20	納戸北側窓より、内部に炎が見えてくる。
8 00	輻射熱測定用ポール（最前のもの）先端燃える。	45	長女室西側窓ガラス破損。
10	食堂、床面壁面等全面炎に包まれる。	16 00	納戸北側窓ガラス落下。
20	長男室西側窓からの黒煙の噴出激しくなる。	20	長女室西側窓開口全面から炎噴出。
45	1F玄関窓ガラス、若干割れて落ちる。	30	納戸北側窓より、炎が急激に噴出し、屋根面まで達する。
9 00	玄関小窓ガラス若干ひびが入り、割れる。	17 00	厨房室東側窓水平に5本のひびが入り、そこから猛煙が出る。
15	階段室窓ガラス割れ落下し、全面開放状態となる。	10	長男室西側換気口より火炎噴出、西側窓からは炎が若干噴出。
	内部延焼中であるが炎噴出せず。	18 00	長男室内部全面にうす赤黒く見える。
10	長男室西側窓ガラス茶褐色に変色。	05	長男室全面火炎に覆われる。
30	長男室西側換気口からの煙の色、灰色となる。	15	長男室北側窓ガラス落下一気に火炎噴き出す。
10 00	輻射熱測定用ポール先端から100cm位まで燃えている。	19 00	厨房ダクトより黒煙噴出中、西側より炎が噴出。
	夫婦寝室南側窓より炎約4m上昇。	21 00	厨房ダクトより火炎若干噴出。
10	室内に爆発音。		爆発音発生
30	階段室窓より、ものすごい勢いで火炎が噴出。	25 30	浴室窓ガラスひびが入る。
43	1F玄関東側窓ガラス全部割れて落ちる。	26 00	浴室窓ガラス急激にひびが入り破損し、内部は激しく延焼中。
50	夫婦寝室東側窓ひび割れが入る。		(以下60分まで実験を実施する)
11 10	1F玄関全面炎に包まれる。		

図8は火災の拡大径路を室内からの噴炎が確認された時間と窓ガラスの破壊を確認した時間並びに室内温度変化から推定して図示したものである。長女室はガラスが破壊すると同時に噴炎が確認され、室内温度も急上昇し(図6参照)、典型的なフラッシュオーバーが観測された。他方、夫婦寝室ではガラスの破壊が起きた時と室内からの噴炎が確認された時とに大きな時間的ずれがあった。このタイムラグはガラスの破壊が内

部からの加熱によって生じたものではなく、比較的早い時期に一階火点室から外部へ噴き上げる火炎によって生じたためにみられたものである。このことは、ガラスが破壊した時点での室内温度が極めて低いことからもうかがうことができる。夫婦寝室での燃焼はガラスが破壊したため徐々に炎上してゆく加熱延焼型となった。各室の室内が炎上する直前の火炎雰囲気をもとめると、概ね次のとおりであった。

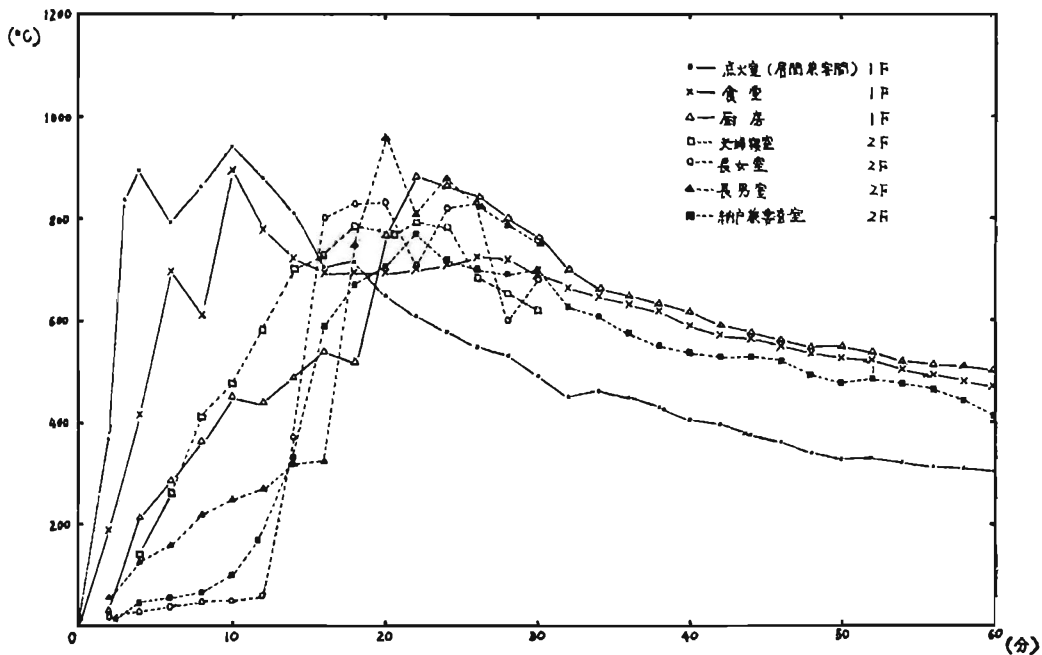


図6 各室平均温度

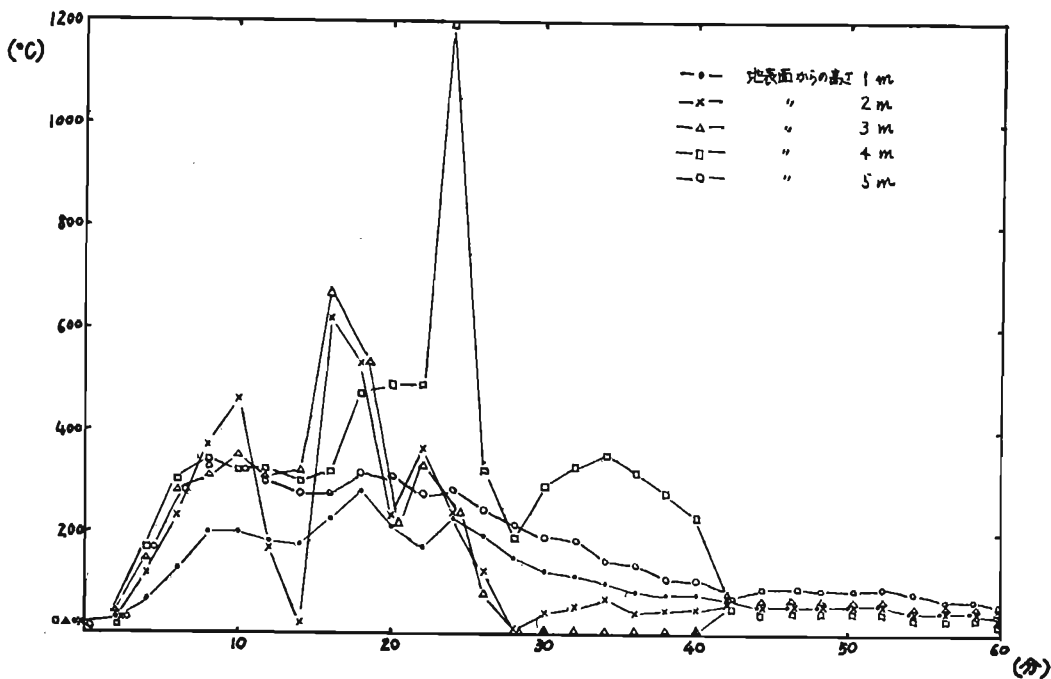
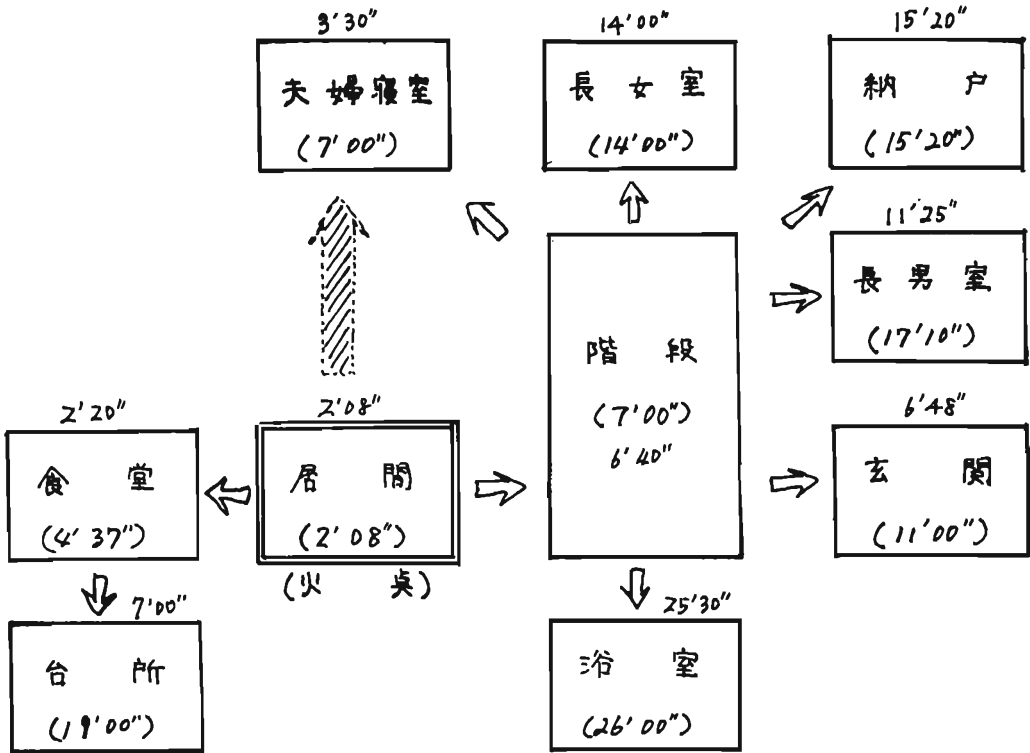


図7 副射温度 (建物端から水平距離3m)

- | | | |
|---------|---------------------------------------|---|
| ア. 室内温度 | 天井面 400~500°C | O ² 9.3~12.3% |
| | 床面 80~90°C | HCN 2.0~7.0ppm |
| イ. 煙濃度 | Cs 値 5 ¹ /m以下 (見透距離0.5m以下) | 7) 固定可燃物と火災性状 |
| ウ. ガス濃度 | CO 3.2~3.9% | 表5は、固定可燃物について、公団住宅3DKと実験建物とを比較したものである。この内で、特に差が見られるのはインシュレーションボード使用の有無で |
| | CO ² 7.4~11.4% | |



- ・ 数値はガラスが割れた時間
- ・ ()内は噴炎が認められた時間

図8 燃焼経路図

表4 煙濃度

室名	煙濃度が $C_s=0.7/m$ になった時	$C_s=0.7/m$ になった時の煙層の厚さ
点火室	(分)(秒) 1. 33	(m) 天井面から下へ2. 1
玄関ホール	1. 39	2. 1
食堂	1. 57	2. 1
長男室	1. 57	1. 2
夫婦寝室	2. 10	1. 2
2階廊下	2. 12	1. 2
点火室出入口	2. 18	1. 6
長男室出入口	2. 39	1. 6
1階階段上り口	3. 15	0. 3
厨房	3. 45	1. 2
長女室	5. 30	2. 1

ある。このインシュレーションボードは紙材をプラスチックで固めたもので天井に5~10cm厚で接着されている。このため、天井面への着火が速く、可燃性ガスの発生による延焼拡大が耐火構造物としては予想外にすみやかであった。図9は火点室の温度変化を各火

表5 固定可燃物の材料比較

可燃物種別	建物別		住宅公団	
	kg	kg/m ²	kg	kg/m ²
木材	585	6.3	1258.9	24.7
インシュレーションボード	501.4	5.4		
タタミ	432	4.6	258.4	5.4
プラスチック類	55.7	5.4	53.5	6.1

災温度標準曲線と比較したものであるが、これを見ると、初期の温度上昇は木造住宅に近いが、区画が断熱効果の高いコンクリートパネルで造られている関係上、内部で蓄熱現象が生じ、最盛期が長くなっている。又、火災の外観的特徴は、建物の構造区画が燃え落ちず、開口部が比較的多く且つ広いため、この部分から炎を水平に噴出し、さながら『燃焼炉』のように燃えることがあった。

8) 室内ドア閉鎖の効果

室内ドアを閉めておいたときと開いておいたときとどのような違いが生じるかを調査するため、二階の長女室のフラッシュドアのみを閉鎖しておいた。図10は煙濃度の変化について長女室と夫婦寝室及び長男室とを

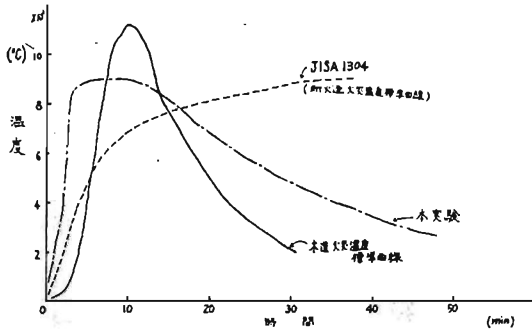


図9 火災温度曲線比較 (火点室)

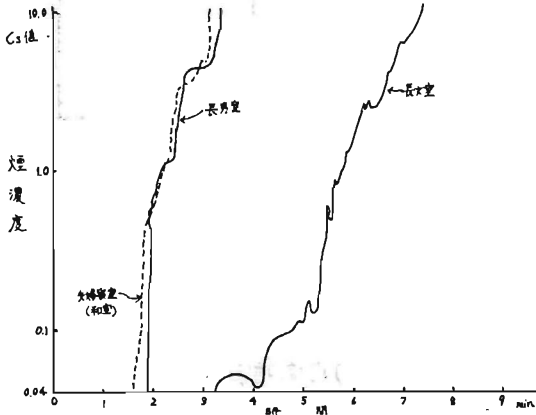


図10 煙濃度

比較したものである。これによれば、ドアが開放されていた長男室及び夫婦寝室は1分30秒過ぎでから濃煙度が急速に上昇しているのに対し、ドアが閉鎖されていた長女室では4分過ぎから徐々に煙濃度が増している。

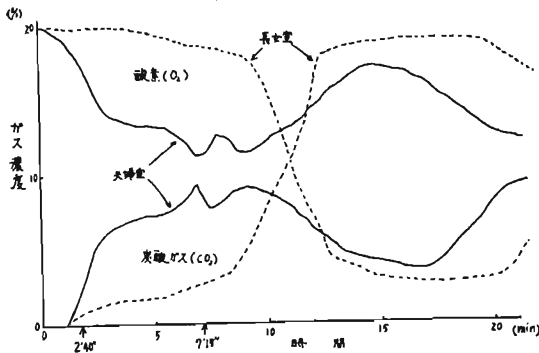


図11 ガス濃度変化

る。図11はガス濃度の変化について比較したものである。この図によると、ドアが閉鎖されていた長女室では点火後2分に一酸化炭素 (CO)、炭酸ガス (CO₂) の発生が見られたが、夫婦寝室のように急速には上昇しなかった。居住者の生命危険性を調べるため各室中央にマウスを配置していたが、長女室のマウスの行動が停止したのは点火後7分15秒経過時であり、一方、ドアが開放されていた夫婦寝室は点火後2分48秒経過時であった。これらの現象を総合して判断するならば、単なる木製のフラッシュドアでも閉鎖しておくだけで、延焼拡大の遅延並びに避難時間及び救出可能時間の延長にかなりの効果があることを示している。

まとめ

今回の実験結果から、この種の住宅火災の特徴をまとめると次のとおりである。

- 1) 各室毎に順次延焼拡大していく。
- 2) 断熱効果の高い不燃材で囲まれているため、内部での熱の蓄積が生じ、長時間にわたり高温を維持する。
- 3) 開口部が比較的大きいため、空気の流入が良く燃焼的に燃え、開口部からの炎の噴出が激しい。
- 4) 居住性向上のため、内装材が多く使用されており、可燃性ガスの発生が多く、延焼拡大速度が速い。
- 5) コンクリート爆裂現象が発生しやすい。

さらに、マンションや公営住宅の様に比較的広い空地に建てられているのとは違い、一般住宅が市街地の密集部に建てられている可能性が多いため、この種の建物が火災になると開口部から噴出炎を出す『燃焼炉』と化し、隣棟への延焼危険が大きくなることが懸念される。

おわりに

本実験は東京大学工学部建築学科谷研究室と合同で実施したものである。又、実施にあたり、司令部、第四本部、第四方面本部内各消防署、大森消防署の方々の御協力を戴いた。ここに記して感謝の意を表する。