

地震火災における出火機構と建物特性の関連

Relationships between the Mechanism of the Outbreak of Fire following Earthquake and Building Characteristics

○村田 明子¹, 北後 明彦², 室崎益輝²Akiko MURATA¹, Akihiko HOKUGO² and Yoshiteru MUROSAKI²¹ 清水建設 (株) 技術研究所

Institute of Technology, Shimizu Corporation

² 神戸大学 都市安全研究センター

Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University

In this paper, we analyze the relationship between the mechanism of the outbreak of fire following the 1995 Hyogo-ken Nambu Earthquake, and the characteristics of the building including building use and structures, and discuss the factors related to the spread of fires from fire-resistant buildings.

In conclusion, this paper shows that seismic damage to building structures, building use and the origin of fire are related to the extent of fire damage to fire-resistant buildings.

Key Words : Earthquake fire, Outbreak of fire, Building Characteristics, Fire-resistant buildings Hyogo-ken Nambu earthquake

1. はじめに

(1) 背景・目的

兵庫県南部地震のような大地震後の火災では、耐火造建物で出火して集団火災に至った事例や、耐火造建物であっても類焼し全焼した事例が見られており、都市の火災安全性を考える上で、耐火造建物の出火や延焼に関わる要因を解明することは重要である。

既存の地震時出火件数予測手法は、木造建物等において、使用中の火気器具から地震直後に出火し延焼する、という関東地震や福井地震当時の社会や生活様式をふまえたものであった。ところが、兵庫県南部地震では、出火が地震後長期間に渡って発生する傾向や、季節・時刻に依存しない出火パターン増加の傾向が見られた。こうしたことから既存の予測手法では、現代社会における地震火災の実態と合わなくなってきており、建物構造の変化や出火機構の変化が影響していると考えられる。

筆者らは、1995年兵庫県南部地震後の火災における出火・延焼機構解明のため、既稿¹⁾で地震時の出火機構について論じた。しかしながら、既稿では火元建物特性と地震時出火機構の関わりの有無について、検討されていない。

そこで本稿では、構造や用途等の火元建物特性と地震時出火機構との関わりを明らかにするとともに、耐火造建物における出火機構に関する知見を得ることをねらいとして、兵庫県南部地震における火災データベースに基づいて、分析・考察を行う。

(2) 研究方法

兵庫県南部地震後10日間に発生した火災事例情報に基づいて集計・分析を行った。火災事例情報は消防局や複

数の研究機関がデータ収集を行っており、対象地域が広く火災情報が詳しい文献²⁾をもとに、火元建物情報が詳しい文献³⁾ 4) の情報を加え、消防局へのヒアリング調査により文献³⁾ 4) の対象外の地域の情報を追加、および情報確認可能な事例について確認を行った。

(3) 分析対象データ

1995年1月17日～26日の10日間の建物火災及び建物倒壊による火災で、文献²⁾の出火原因不明の事例を消防局の推定および住民ヒアリング情報で補充したデータとした。既稿¹⁾では出火原因情報(火源・経過・着火物の一部)が得られた181件のみを対象としているが、本稿では非木造建物データの母数が少なくなりすぎると分析が困難になることを考慮して、出火原因情報不明のデータを含む308件とした。なお、図の表現上、火源等の各出火原因情報が不明のデータを母数から除外して図示した場合があり、その旨を図中、もしくは本文中に記した。

ここで言う耐火造建物とは、主要構造部がRC造(鉄筋コンクリート造)、SRC造(鉄骨鉄筋コンクリート造)の建物を指している。準耐火造建物とは上記以外の建築物で、主要構造部がS造(鉄骨造・軽量鉄骨造)の建物を指しており、主要構造部に木造を用いた建物は含まれない。

分析対象とした耐火造建物の大部分はRC造であり、分析対象とした木造の大部分は防火木造である。以後の分析では構造種別を、RC造・S造・木造に分けて示すこととした。

出火に関わる要因として、火源や熱源発生要因があり、延焼に関わる要因として、火元建物構造があると考えられる。火元建物の構造被害は、地震の衝撃による熱源の発生段階に関連があると同時に、構造被害発生に伴う防

火性能低下が延焼拡大につながるため、分析に用いた。使われている火源や構造との関連が強い要素として建物用途を分析に用いた。また、最終的な火災被害量を表す要素として焼損規模を用いた。以上より、建物構造、構造被害、建物用途、火源、熱源発生要因、焼損規模等を主なパラメーターとして分析を行った。

2. 火元構造・被害と熱源発生要因、焼損規模

まず、建物特性のうち建物構造の観点から検討する。

(1) 構造および被害別にみた熱源発生要因

火元構造別にみた構造被害と熱源発生要因の関連を図1、図2に示す。図1に構造被害が全・半壊の事例を、図2に構造被害が軽微・なしの事例を示す。

図2より、RC造やS造では構造被害が軽微・なしの場合、木造同様に熱源ありタイプの割合が最も高くなっている。同時に、地震の衝撃による熱源発生タイプや、衝撃+通電による熱源発生タイプの割合が、木造に比べて高い傾向がある。

一方、図1より、構造被害が全・半壊のRC造やS造では、地震の衝撃による熱源発生タイプや、衝撃+通電による熱源発生タイプの割合が、木造に比べて非常に高い傾向がある。

(2) 構造・被害・熱源発生要因別の焼損規模

熱源発生要因別の焼損規模について、構造毎に図3～図5（熱源発生要因不明の事例を除く）に示す。

図3より、RC造で集団火災や全焼に至る事例は、熱源発生要因不明の場合が多い。集団火災や全焼に至った事例は、衝撃+通電による熱源発生タイプ、熱源ありタイプ、衝撃による熱源発生タイプにおいてもわずかに見られる。

図4より、S造で集団火災に至る事例は熱源発生要因不明の場合が多く、その他に、衝撃による熱源発生タイプで見られる。

図5より、木造でも、RC造やS造と同様に、集団火災に至る事例は熱源発生要因不明の場合が最も多いものの、熱源発生要因タイプ毎の焼損規模の違いは明らかではない。

図3～図5を比べると、木造の火災は集団火災や全焼

火元建物被害が全・半壊の事例
(熱源発生要因不明の事例を除く)

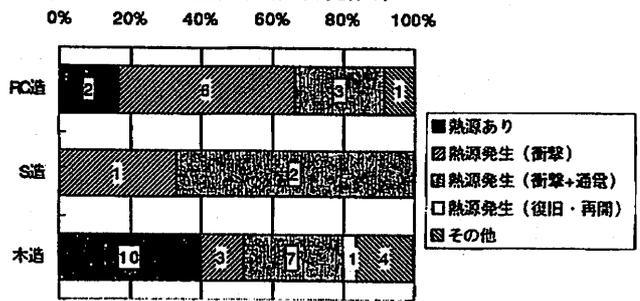


図1 全半壊事例の熱源発生要因 (火元構造別)

火元建物被害が軽微・なしの事例
(熱源発生要因不明の事例を除く)

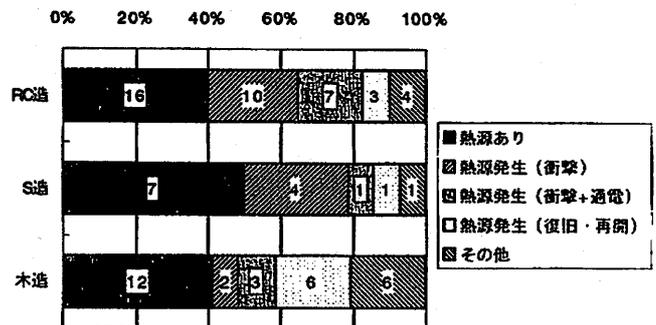


図2 構造被害が軽微・なしの事例の熱源発生要因 (火元構造別)

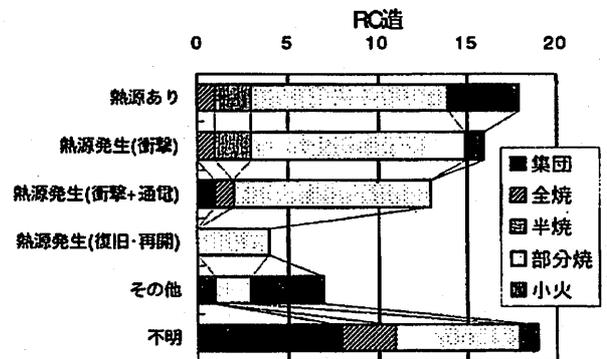


図3 熱源発生要因別にみた焼損規模 (RC造)

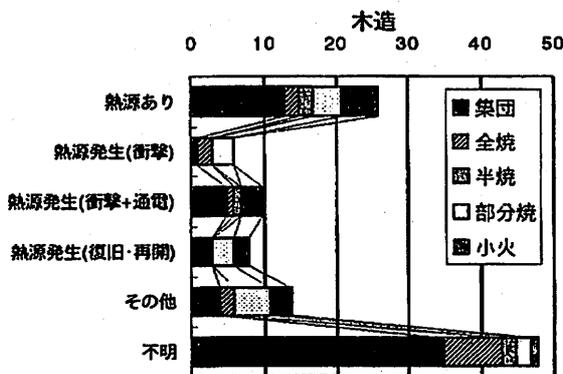


図5 熱源発生要因別にみた焼損規模 (木造)

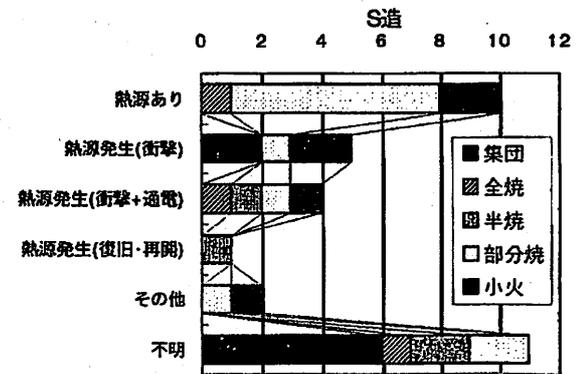


図4 熱源発生要因別にみた焼損規模 (S造)

に至る割合が、総じて高い傾向がある一方で、RC造の火災は、熱源発生要因タイプによらず、部分焼・小火にとどまったケースが多い。RC造の火災で焼損規模が大きくなった事例については火源等熱源発生要因が不明の場合がほとんどであるが、構造被害の大きさとの関連が強いと推定される。

そこで、構造および被害と焼損規模の関連についてみると（図6・図7）、RC造は構造被害が軽微な場合、大部分は部分焼以下にとどまる傾向がある一方で、全・半壊した場合は全焼及び集団火災に至る割合が高い。木造は構造被害にかかわらず集団火災や全半焼の割合が高いが、特に、全半壊した木造の大部分は集団火災か全半焼に至っている傾向がある。

3. 火元用途・被害と熱源発生要因、焼損規模

前節では火元建物特性のうち構造種別を中心にみてきたが、建物の火災に対する特性をさまざまな面で包含する要素として建物用途があり、以降は建物構造および用途の観点から検討を行う。

(1) 構造・用途と熱源発生要因の関連

火元構造別に建物用途構成をみると（図8）、木造では戸建住宅が半数を占め、次に共同住宅、即ち、長屋やアパート等が多い。RC造は共同住宅が半数以上を占める。S造では多い順に共同住宅、工場、戸建住宅の順になっている。

木造の主な用途別に熱源発生要因をみると（図9）、戸建住宅では共同住宅に比べ、地震前に熱源ありタイプが多い傾向がある。一方、RC造の主な用途別熱源発生要因をみると（図10）、RC造共同住宅では木造戸建住宅同様に地震前に熱源ありタイプが多い傾向がある。しかしながら、同じ熱源ありタイプであっても、火源の違いが焼損規模の大小に関わると考えられるため、次節で火源および焼損規模について述べる。

(2) RC造の用途・火源と焼損規模の関連

RC造の用途別焼損規模に関して、最も多い用途である共同住宅の火災(46件)は部分焼(34件)と小火(8件)

火元建物被害が全・半壊の事例
0% 20% 40% 60% 80% 100%

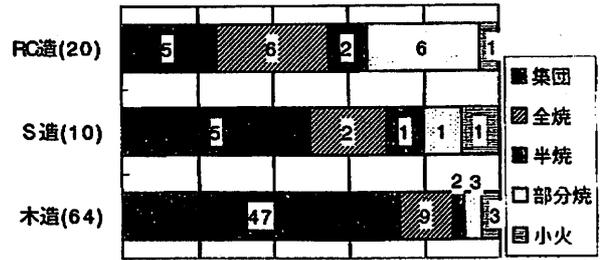


図6 構造被害が全・半壊事例の焼損規模（火元構造別）

火元建物被害が軽微・なしの事例

0% 20% 40% 60% 80% 100%

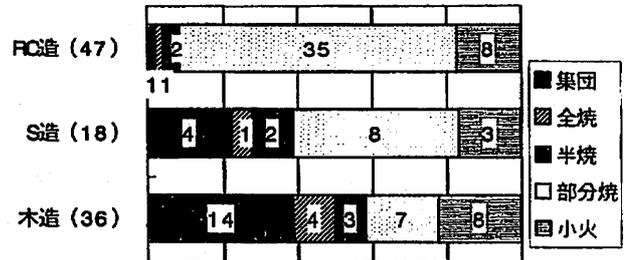


図7 構造被害が軽微・なしの事例の焼損規模（火元構造別）

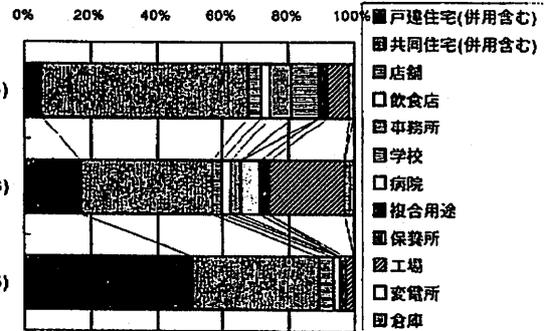


図8 火元構造別にみた建物用途構成

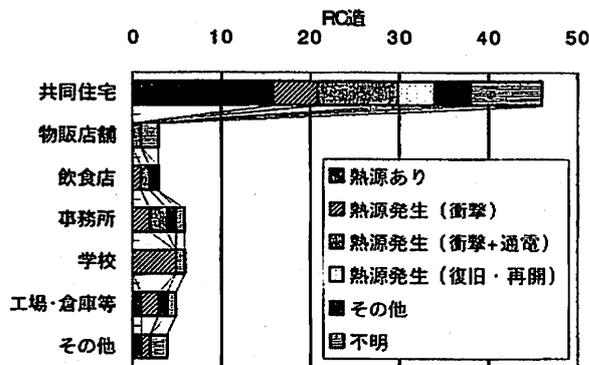


図10 建物用途毎にみた熱源発生要因（RC造）

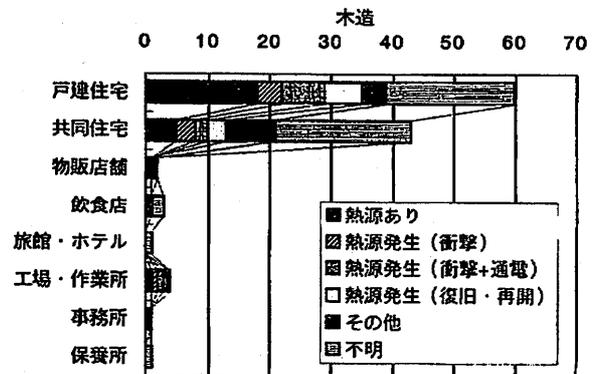


図9 建物用途毎にみた熱源発生要因（木造）

が大部分を占めており、木造に比べ焼損規模が小さい。

RC造共同住宅で部分焼の事例の火源は電気ストーブ(4)、観賞魚用ヒーター(4)等の移動可能な電熱器具が多く、次に電灯電話等の配線、電気機器が多く、電気関連の割合が高い。小火の事例の火源についても、電気ストーブ(2)や観賞魚用ヒーター(1)等、移動可能な電熱器具が最も多く、次いで煙草(2)となっている。一方、全半焼した共同住宅の火災事例は火源がガス器具もしくは不明である。

以上より、地震前に使われていたガス等の燃料の火気器具で発生した火災はRC造建物でも焼損規模が大きい傾向がある一方、電気による火災は部分焼以下の割合が高いことがわかる。RC造建物で電気関連の火源が多い理由の一つとして、賃貸マンション等では石油やガスストーブの使用が制限されている場合があることが考えられる。また、RC造共同住宅で焼損規模が小さい理由の一つとして、防火区画されていることの他に、戸建住宅に比べて築年が比較的新しい場合が多いと考えられ、持ち込まれた火気器具も耐震対策を備えた器具が多かったと考えられる。

RC造で焼損規模が大きい火災事例の概要を以下に示す。

全焼事例：

- ・地震により道路側に倒壊し、3階共同台所で炊事中のガスコンロから出火したと推定される築30年の5階建の店舗併用共同住宅(簡易宿泊所)。
- ・地震により1階部分が座屈し、都市ガス配管が破断され、漏洩ガスに何らかの電気的な火種により着火し出火したと推定される3階建の共同住宅(火源不明)
- ・地震により倒壊し、4階コンピューター室において電気系統から出火したと推定される5階建の事務所ビル
- ・全壊した5階建の事務所ビル(出火場所・火源不明)
- ・理科準備室の薬品棚から出火と推定される、構造被害のない4階建の学校

集団火災事例：

- ・全壊した7階建の店舗併用共同住宅(2階か3階住戸から出火と推定・火源不明)
- ・全壊した5階建の店舗(1階天井裏配線から漏電による出火と推定)
- ・全壊した5階建事務所(1階が工場で圧壊・火源不明)
- ・半壊した3階建の店舗(火源不明、商店密集地)
- ・半壊した4階建のゴム工場(4階プレス場から出火と推定、火源不明)
- ・構造被害のない2階建ゴム工場(出火場所・火源不明)
- ・構造被害不明の4階建の工場(出火場所・火源不明)

以上より、全焼した事例は構造被害が大きい中低層共同住宅等に多く、集団火災になった事例は、構造被害が大きく倒れ込んだ中層店舗・事務所や共同住宅、もしくは危険物を扱う工場が多い傾向がわかる。

5. おわりに

本稿では、複数の情報源から火災事例データを集約しデータベース化し、限られたデータに基づく分析ながら、

火元建物の構造や用途等の建物特性に着目し、地震時の出火機構を考察した。

木造建物の地震時出火機構については既に明らかになっており、言うまでもないが、耐火造建物等の出火機構について、兵庫県南部地震後の火災では以下のような傾向が示された。

RC造建物、即ち耐火造建物で発生した火災は、木造等に比べて、概して焼損規模が小さい傾向が見られた。その理由の一つは、出火したRC造建物の大半は中高層集合住宅であり、各住戸で区画されており、全半焼には至りにくい性質を持っていることがある。二つ目は、RC造建物の多くは、木造やS造に比べ、構造被害が軽微であったことである。その一方で、層崩壊や倒れ込み等大きな構造被害を受けた建物、もしくは危険物を扱う工場で起きた火災は集団火災や全焼に至っている事例が多い。三つ目に、出火したRC造建物の大半は中高層集合住宅であることとも関連が強いのだが、RC造建物の火災は火源が電熱器具等の電気関連である場合が多く見られ、電気による火災は比較的焼損規模が小さめにとどまることが挙げられる。

今後の課題として、同程度の震度の地域で出火しなかった耐火造建物を含め、木造、耐火造、準耐火造建物が混在した市街地における出火件数予測手法の検討等が残されている。

本研究の分析対象とした火災情報データには、筆者が神戸大学大学院博士課程在籍当時、実施した阪神間の各消防局へのヒアリング調査によって収集した情報が含まれている。

調査にご協力いただいた各消防局の関係者の方々に、改めて謝意を表します。

参考文献

- 1) 村田明子・岩見達也・北後明彦・室崎益輝：1995年兵庫県南部地震における出火機構の分析，日本建築学会計画系論文集，no. 548，pp. 1～8，2001年10月
- 2) 鈴木恵子，松原美之：1995年兵庫県南部地震後10日間の出火状況，消防時報，第49号，1995年
- 3) 神戸大学室崎研究室・(株)地域環境防災研究所：阪神・淡路大震災時の火災の延焼状況調査報告書，1995年3月
- 4) 建設省建築研究所：平成7年兵庫県南部地震被害調査中間報告書，pp. 495～514，pp. 618～662，1995年8月
- 5) 村田明子・横田英邦・北後明彦・室崎益輝：兵庫県南部地震時に出火した耐火造・準耐火造建物からの延焼要因，日本建築学会計画系論文集，第553号，pp. 1-8，2002年3月