

IV-57 震災火災の延焼シミュレーションに関する研究

応用技術 正会員 矢野公一
応用技術 非会員 松井武史
近畿大学工学部 正会員 高井広行

1. はじめに

兵庫県南部地震により構造物、各種都市機能が甚大な被害を受け、神戸市内各地で多くの火災が発生した。地震の発生より僅かの間に60件の火災が発生し、その日のうちに100件以上の火災が発生している。焼損延べ面積が10,000㎡以上の大規模火災が11件も発生し、火災現場での死者も500人以上となっている。

大規模火災の発生と延焼に関する研究も多くなされてきているが、実際の過去の事例が少ないことが大きなネックとなっていた。今回の地震により大きな教訓と多くの研究課題が残された。

地震や大規模火災への対策や防災計画を検討するにあたって、延焼シミュレーションの利用が有効であるが、一般には詳細な延焼シミュレーション等がよく利用されているとは言い難い。

ここでは、建物1棟毎を取り扱うミクロな延焼シミュレーションモデルを構築し、実際の火災の延焼動態との比較検討を行ったので報告する。

2. 延焼モデル

延焼モデルは、個々の地域の詳細な建物状況、特性や、建物の倒壊等による影響が陽に反映されるように、建物一棟ごとに延焼を拡大させるモデルとした。例えば、建物の倒壊は、建物高さの低下、隣接距離の減少、着火条件の変化等としてモデルに反映される。

このモデルでは火災の延焼過程を、建物の燃焼過程、隣接建物等との関係で定まる伝播過程、および着火過程に分けて捉えた。また、出火および飛火は、出火イベントとして条件として与えた。

(1) 建物の燃焼過程

燃焼過程では、建物の燃焼状態を延焼力の観点からモデル化を行った。

延焼力は、火災高さ、建物規模、消防力で定義した。

火災高さは、建物高さと同時間面積当りの燃焼重量で表現し、建物の燃焼重量は建物の火災荷重と延べ床面積の積とした。また、建物の着火からの燃焼状態は、燃焼比率を着火からの時間のロジスティック型関数で近似し、燃え落ちるまでの時間は風速と建物規模の関数とした。

建物規模は、建物一階床面積に比例するとし、建物が出火あるいは着火してから窓から炎が噴出し始めるまでの時間を5分間として、それまでの時間は延焼力はないものとした。

消防力は、建物の燃焼重量を減少させるものとして表現した。

なお、延焼力算定の基準条件として、火災荷重120kg/㎡の100㎡の木造一階建ての建物が、風速2m/sで燃える状態を想定した。

(2) 伝播過程

伝播過程の要因を伝播係数で表し、伝播係数を二つの建物の隣接状態、建物高さと同風向、風速の関数で定義した。

隣接建物間の関係を表す項目として、二つの建物の最短距離及び見通し角の大きさをとった。

風向、風速影響項は、見通し角と同風向の最小角度と同風速の関数で表した。

伝播係数を算定する際の基準条件としては、10m角（100㎡）の一階建物が1mの間隔で面している状態とし、風速を2m/sとした。

(3) 着火過程

着火過程は、未燃焼隣接建物の着火判定で捉えた。

建物の着火状態を判定する変数としては、その建物の累積延焼影響量、単位時間延焼影響量、単位時間最大延焼影響量をとった。

建物の着火のし易さの要因としては、建物構造（木造、防火、耐火）、全体の火災規模、消防力とした。

3. シミュレーション事例

(1) 対象地域

今回の震災火災のなかでも大規模な火災のひとつである長田区水笠公園周辺地区（焼損面積 14.3万㎡、焼損棟数約1300棟）をシミュレーション事例の対象地域とした。

建物の位置、配置は1/500の地図よりデジタイザにより読取り作成し、建物構造、延べ床面積、建物階数等の属性は、神戸市消防局によるものを用いた。また、気象データについては、神戸海洋気象台のデータを補正したものを用いた。

対象地域では、17日9時00分頃に火災現場の南東部から出火し、同日19時00分頃にかけて南西方向へ延焼拡大し、18日14時20分に鎮圧状態となった。当地区では出火直後の延焼速度は10～30m/hと小さいかったが、7m道路を挟んだ西側に拡大してからは延焼速度が大きくなり、16時から18時の間には80～100m/hとなった。また、飛び火による延焼もみられた。

(2) シミュレーション結果

焼損家屋数と時刻の関係は図1に示すとおりである。焼損家屋数のみにしてみると、シミュレーションでは時間と焼損家屋数がほぼ比例しているのに対して、実際の火災においては延焼初期には焼損域の増加は少なく、徐々に増加率が大きくなる傾向がある。

図2に15時における延焼シミュレーション結果を示す。延焼動態について見ると、9時00分に地区東部から出火し、徐々に周辺へと延焼し、12時には321棟が焼損している。その後、南東からの弱い風の中、火災は西方向へと拡大し、15時には741棟が焼損している。17時には飛び火のため、火災はさらに拡大し、18時には969棟が焼損している。更に19時にも飛び火があり、最終的には18日午後2時に1155棟の建物が焼け落ちて、鎮火している。

出火直後の遅い延焼過程は再現されていないが、西方向への延焼パターンは概ね再現されている。

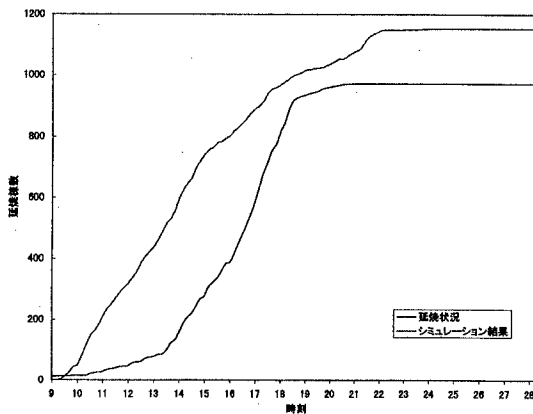


図1 延焼棟数の比較



図2 延焼シミュレーション結果

4. おわりに

今回の延焼モデルについては、個々の過程のモデル化やパラメータ等でまだ検討が十分でないものが残されている。これらについては今後検討を重ねてゆきたいと考えている。

また、消防力の効果等については他地域の事例研究を通して検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 坊池、上村、矢野、松井、高井：神戸市における震災火災の出火と延焼状態に関する一考察 土木学会震災シンポジウム、平成8年1月
- 2) 矢野、松井、高井：震災による大規模火災の延焼シミュレーション、神戸市消防局、平成8年3月