

市街地における震後延焼火災に対する消防能力照査

東京都市大学 学生員 野村謙太
京都大学 正会員 小池 武
東京都市大学 正会員 丸山 收

1. はじめに

今日、東海地震、東南海・南海地震をはじめとする巨大地震の発生が危惧されている。首都直下型地震では同時多発的に火災が発生し、それに伴い、多くの住民が死傷する恐れがあると推定されており、震災による火災被害に対する軽減策が求められている。

本研究では、延焼危険度が高い地域において、その地域の延焼シミュレーションと、地震時の道路閉塞を考慮した消防車・可搬ポンプの到達度評価延焼シミュレーション、さらに防火水槽の消防能力照査から対象地区の消火の可能性について検討し、有効な対策についても検討を行う。

2. 対象地区

対象地区の特徴について図-1で示す。対象地区は東急池上線と東急大井町線の2本の路線と、環状七号線で約その半分を囲まれ、これらを超えて火災が広がることは無いと考えられる。一方で、地域内は車が通行できない幅員の狭い路地が多く、火災の延焼を遮断できるような道路は少ない。



図-1 対象地区

3. 道路閉塞率の算定

3-1. 算定式

既往の研究によれば、i 番目の道路における道路閉塞率は要素構造物の倒壊確率と、その構造物が道

路側に倒れる確率によって求められる要素構造物影響値 $P[DC(R_i)K(R_i)]$ と、道路幅員などに影響される道路影響値 $P[K(R_i)]$ で表すことができる。

$$P[DC_i(EQ)] = P[K(R_i)] \cdot P[DC_i(EQ)K(R_i)] \quad (1)$$

要素構造物影響値 $P[DC(R_i)K(R_i)]$ に関しては、その道路上に存在する構造物（家屋、塀、自動販売機、電柱、看板）のそれぞれの影響値より算定することができる。

$$P[DC(R_i)K(R_i)] = 1 - (1 - P[H(R_i)]) \times (1 - P[E(R_i)]) \times (1 - P[C(R_i)]) \cdot (1 - P[D(R_i)]) \cdot (1 - P[W(R_i)]) \quad (2)$$

3-2. 要素構造物のフレンジカーブ

要素構造物の倒壊確率は次式で定義することができる。

$$p_x(a) = 1 - \frac{1}{1 + \alpha_x \left(\frac{a}{A_{cr}^x} \right)^{\beta_x}} \quad (3)$$

α_x 、 β_x はフレンジカーブを制御するためのパラメータ、 A_{cr}^x は要素構造物の倒壊する限界加速度、 a は当該地の地震加速度となっている。

要素構造物毎のフレンジカーブを図-2に、当該地震加速度 500gal の計算結果を図-3に示す。

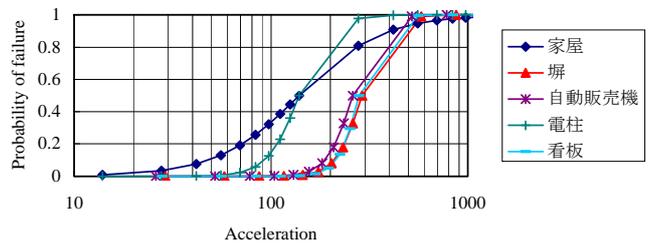


図-3 道路閉塞率 (500gal)

4. 延焼シミュレーション

4-1. 対象地区の家屋分布

現地調査により作成した道路調査表を基に、対象地区の家屋の分類を行った。分類は、鉄筋造(新築)、鉄筋造(旧築)、木造(新築)、木造(旧築)の大きく4つにした。次に、分類した家屋に対して耐火造率を設定し、10mメッシュで色分けした。耐火造率の設定は、鉄筋造(新築)=0.9、鉄筋造(旧築)=0.7、木造(新築)=0.6、木造(旧築)=0.4とした。

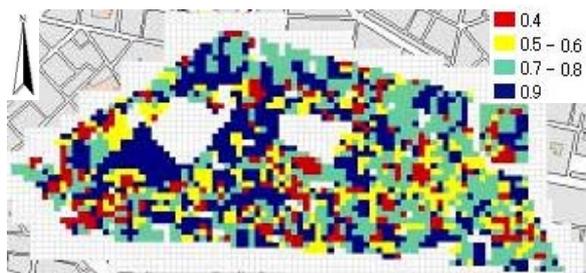


図-4 対象地区の耐火造率分布

4-2. シミュレーション結果

対象地区のデータを用いて延焼シミュレーションを行った(図-5)。耐火率の低い地域で出火させ、風向は東の風とした。風速は東京都の平均風速である5mとし、延焼時間は8時間までとした。

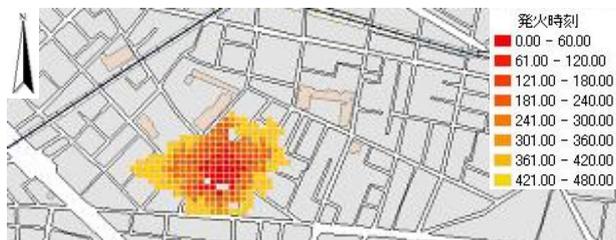


図-5 シミュレーション結果

シミュレーション結果から、耐火造率の低い地域で延焼が拡大することを確認した。

5. 防火水槽の消防能力

5-1. 計算手順

消防力照査を行う際の計算手順は以下のとおりである。

- ① 火災発火点指定
- ② 延焼シミュレーション
- ③ 時刻tでの消火点ノード抽出
- ④ 全防火水槽から消火点ノードのルート探索
- ⑤ 3ブロック以上のルート排除
- ⑥ 道路閉塞ルート排除

⑦ 到達ルート確認

手順⑥、⑦に関してはモンテカルロシミュレーションにより、繰り返し計算を行う。

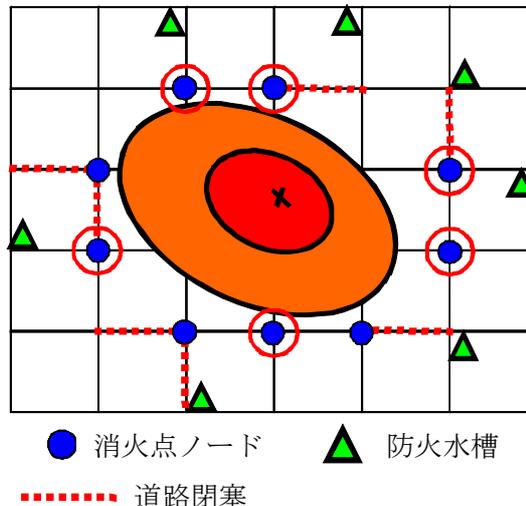


図-6 計算モデル概略図

まず、地震が発生してから消防団が実際に動き出せるまでの時間(この時間について複数パターン検討を行う)と、既往の研究より可搬ポンプの移動・起動時間の10分を合わせた時間を消火活動開始時間とする。

5-2. 防火水槽の消火確率

ある時刻の到達可能消火点ノードにおける消火確率は式(4)、式(5)より定義できる。

$$P_i = \frac{n \times q}{Q} \quad (4)$$

n: 到達可能消火点ノード数

q: ポンプ1台の排水量(m³/min)

Q: ある時刻の火災の消火必要水量(m³/min)

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N} \quad (5)$$

N: 繰り返し計算数

6. まとめ

現在、防火水槽による消火活動には可搬ポンプの性能や設置位置等の問題がある。さらに、消火活動は住民が行うものと想定するため、より現実的なモデルを検討し、効果的な対策を提案したい。