

木造密集地域の耐震性向上施策に関する研究

その2：事業モデルの実現可能性

正会員 ○福島誠一郎*¹
 正会員 新井伸夫*²
 正会員 矢代晴実*³

都市政策 資金調達 市場原理
 木造密集地域 耐震補強 火災

1. はじめに

本研究(その1)で提案した防災事業の経費負担の枠組みを用いて、当該事業の実現性を検討する。

2. 検討の概要

事業化対象区域として、都市内の老朽木造密集地域を想定する。事業化対象区域の建物の耐震性を上げることがモデル事業とし、これにより出火の程度を当該地域内での初期消火可能なレベルに抑え、周辺地域への延焼拡大を阻止するという効果を得る。

試算にあたっては、まず、延焼火災による被災リスクについて検討する。延焼火災による被災リスクの分布を求めたのち、耐震性向上にかかる費用の負担配分について検討し、その実現性について考察する。

3. 延焼被害の想定

(1) 都市の耐震性能と想定地震動強さ

都市は図1に示すような21×21の区域からなるものとし、中央の区域を事業化対象の老朽木造密集地域とする。

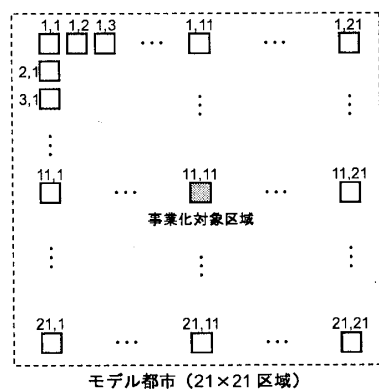


図1 試算に際して設定した都市と区域

都市を構成する各区域の耐震性能は、福島・矢代¹⁾を参考に表1のように設定した。ここでは、耐震性能を入力加速度の大きさで定義し、当該加速度の地震動が作用した場合に所与の損傷レベルに達するものとした。なお、区域の耐震性能は、その区域を構成する建物の耐震性能に等しいと仮定している。事業化対象区域の耐震性能は、周辺区域に比較し著しく劣るものとした。

入力地震動レベルは800Galと設定した。当該地震動強

度に対して、事業化区域は倒壊、周辺地域は大破となる。

表1 仮想都市における区域の耐震性能

損傷レベル	耐震性能 (Gal)	
	周辺区域	事業化対象区域
小破	150	100
中破	450	300
大破	750	500
倒壊	1050	700

(2) 区域の出火と周辺区域への延焼拡大

出火炎上は事業化対象区域である老朽木造密集地域から発生するものとした。

延焼過程のシミュレーションを実施するにあたって、区域の耐火性能喪失確率を表2に示すように設定した。耐火性能喪失確率は、当該区域の周辺に火災が発生した場合に、当該区域が延焼する可能性を表したもので、損傷レベルの程度に対応し、その確率が大きくなると仮定した。耐震性能の場合と同様、区域の耐火性能はそれを構成する建物の耐火性能に等しいとした。

延焼によるリスクは、モンテカルロシミュレーションにより評価することとした。設定した都市を構成するそれぞれの区域の耐火性能の有無を耐火性能喪失確率として評価し、延焼に至った試行数を全試行数で除して区域毎の延焼確率とすることとした。なお、モンテカルロシミュレーションの試行数は1000とした。

表2 仮想都市における区域の耐火性能喪失確率

損傷レベル	耐火性能喪失確率
小破	0.0
中破	0.3
大破	0.6
倒壊	0.9

(3) 区域ごとの延焼リスク

図2にモンテカルロシミュレーションにより得られた延焼確率の分布と延焼確率ごとの区域数を示す。同図でピークに対応しているのが事業化対象区域である。延焼が、広範な地域まで広がっていることがわかる。

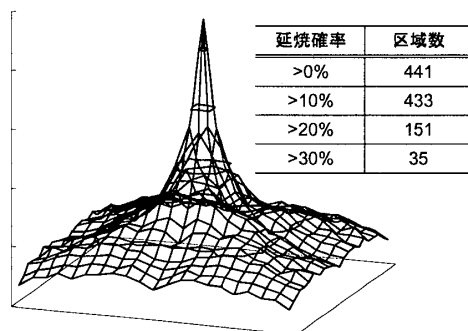


図2 事業実施前の延焼による被災リスク

4. 事業実現性の検討

(1) 事業費の負担

老朽木造密集地域の耐震性を向上させたとき、当該地域では、倒壊および延焼のリスクが低減し、周辺地域では延焼による被災リスクが低減する。ここでは、事業化対象地域と周辺地域の負担配分を検討した。

事業経費（老朽木造密集地域における耐震性向上にかかる事業経費）を C とし、この経費の α 倍（ $0 \leq \alpha \leq 1$ ）を、倒壊リスクの低減という便益を直接享受する老朽木造密集地域の世帯が負担し、残りを延焼リスクの低減を享受する地域（老朽木造密集地域を含む）の世帯が、それぞれのリスク低減分に応じて負担するものとする。

延焼による被災リスクに応じた負担額を計算するにあたっては、図2に示した延焼確率の分布を基に、各区域の「持ち点」を定め、その持ち点に応じた負担とすることを考えた。延焼確率、区域数、設定した持ち点を表3にまとめる。

区域数と持ち点を乗じ、その総和をとることで持ち点の総計を得ることができ、その値で負担すべきコスト $(1-\alpha) \times C$ を除すと、持ち点1点あたりの負担コストが得られる。持ち点の総計は、6,260であることから、各ケースの区域あたりの負担経費は次のように求められる。

- ・老朽木造密集地域（持ち点：100）

$$\text{負担経費} = \alpha \times C + 100 / 6260 \times (1 - \alpha) \times C$$

- ・周辺地域（持ち点： X ）

$$\text{負担経費} = X / 6260 \times (1 - \alpha) \times C$$

表3 「持ち点」と区域数

延焼確率	区域数	持ち点
10%未満	8	0
10%以上, 20%未満	282	10
20%以上, 30%未満	116	20
20%以上, 100%未満	34	30
100%（事業化対象区域）	1	100

(2) 事業の成立性

事業の成立性を具体的に議論するため、事業化区域と周辺区域のいずれにおいても、区域を構成する建物数が等しいと仮定し、これまで展開してきた「都市とそれを構成する区域」についての検討を「街区とそれを構成する1棟単位の木造建物」に置き換えて考える。

事業をある木造建物1棟の耐震改修とし、事業経費を500万円と設定、事業経費の1/2を倒壊リスクの低減という便益を直接享受する耐震改修建物の所有者が、残りの1/2をその所有者を含む周辺の世帯が負担すると設定する。すなわち $\alpha = 0.5$ である。これより、各世帯の負担は、表4のようになる。同表の年間負担額は、返済期間14年、金利7%として求めたものである²⁾。

便益を享受する地域が広範にわたる場合には、耐震改修を実施する当事者の負担は、自治体の助成を考慮していないにもかかわらず、かなり軽減されることがわかる。仮に $\alpha = 0$ としても周辺の世帯の年間負担額は最高で4,500円に過ぎず、その場合、耐震改修建物の所有者も年々80,000円の年間負担で耐震改修が可能となる。

国土交通省の総プロ「まちづくりにおける技術開発における個別技術課題に対する調査報告」³⁾では、CVMを用いて防災まちづくり事業への住民としての寄与の可能性を支払意志額として調査しており、税金として徴収する場合には年額10,000円～15,000円程度を負担する可能性があることが示されている。したがって、周辺の世帯の負担額は、十分負担可能な範囲にあると考えられる。

表4 各世帯の事業経費の負担額

持ち点	負担額	年間負担額
10	4,000円	750円
20	8,000円	1,500円
30	12,000円	2,250円
100	2,500,000+40,000円	468,000円

5. まとめ

本研究（その1）で提案した防災事業の経費負担の枠組みを用いて耐震改修による周辺地域のリスクの低下を便益とした検討を行い、当該事業の実現性を確認した。

参考文献

1. 福島誠一郎, 矢代晴実: 地震ポートフォリオ解析による多地点に配置された建物群のリスク評価, 日本建築学会計画系論文集, No.552, pp.169-176, 2002
2. 新井伸夫, 矢代晴実, 福島誠一郎: 市場原理に則った防災まちづくり事業の推進に関する基礎的研究, JCOSSAR2003論文集, pp.91-96, 2003.11
3. 国土交通省: まちづくりにおける技術開発における個別技術課題に対する調査報告書, 2002

¹ 東電設計(株) 博士(工学)

² 財団法人日本気象協会 理修

³ 東京海上リスクコンサルティング(株) 博士(工学)

¹ Tokyo Electric Power Service Co., Ltd. Dr. Eng.

² Japan Weather Association M. Sci.

³ The Tokio Marine Risk Consulting Co., Ltd. Dr. Eng.