

既存不適格住宅の耐震補強促進策のための長期地震予知情報の利用について

東京大学大学院

学生会員 吉村 美保

東京大学生産技術研究所 正会員 目黒 公郎

1. はじめに

わが国の地震予知情報の公開体制は、大規模な地震が高い確率で予知されることを前提としており、万一予知が空振りに終わった場合に社会的影響の大きい対応措置が定められている。その結果として予知の空振りが許容されにくい環境と不確実性の高い情報の公開を困難とする状況が生まれている。東海地域の大規模地震対策特別措置法に基づく体制はその典型である¹⁾。一方、地震調査研究推進本部によって、東海地震が30年・50年・100年以内に発生する確率が、各々36.7%、55.9%、84.3%であるとの試算結果が公表されている²⁾が、現状ではこれらの地震予知情報を工学的に生かす方法論は全く議論されていない。このような状況を考えると、今後は予知精度の向上を図るとともに、不確実性を伴った予知情報の活用方法を検討することが重要と考えられる。そこで本研究では、わが国の地震防災上の最大の課題が既存不適格構造物の耐震化であることを踏まえ、数年から数十年以内の地震発生を予測する長期地震予知情報に着目して、地震予知情報の既存不適格構造物の耐震化促進への利用をまず考えた。すなわち、地震発生確率を用いて耐震補強対策の実施効果を評価する手法を提案するとともに、東海地震への適用結果から提案手法の利用可能性を検討した。

2. 研究の方法

まず、2000年から2030年までに前述の試算結果の発生確率で東海地震が発生するという長期地震予知情報が公開され、静岡県において木造住宅に対して耐震補強対策が実施されるというシナリオを想定する。このシナリオの下、建築年と予想入力地震動の異なるそれぞれの木造住宅に対して耐震補強を実施した場合の対策効果を、地震予知の対象期間と地震発生確率に応じた耐震補強による費用対効果の期待値の変化に着目して評価する。対策の効果をはかる指標として用いる、対策による費用対効果の期待値は、式(2)に示すように事前対策による期待損失軽減額を対策費用で割る

ことで算出する。期待損失軽減額は、式(1)のように、的中時の被害軽減額の期待値と空振り時の被害軽減額の期待値の和として表現する。

$$E(V) = \sum_{i=1}^N \underbrace{(D_0^i - D_1^i + R_0^i - R_1^i) * P^i}_{\text{的中時の損失軽減額の期待値}} + \sum_{i=1}^N \underbrace{(D_0^i - D_1^i + R_0^i - R_1^i) * (1 - P^i)}_{\text{空振り時の損失軽減額の期待値}} \quad (1)$$

<費用対効果の期待値>

$$E(M) = \frac{E(V)}{C} \quad (2)$$

ただし、 D_1^i : 年目における有対策時の被害額、 D_0^i : 無対策時の被害額、 R_1^i : 有対策時の復旧費、 R_0^i : 無対策時の復旧費、 C^i : 対策費
 P^i : 年目の地震発生確率 (添え字の i は 年目の地震発生を表す)

費用対効果の期待値の算出には、まず2000年から2030年までの各年度について、3章に記す被害関数から想定地震動の強度に応じた住宅の被害率を予測し、対策実施による家財と建物の全半壊被害軽減額と復旧費用の軽減額を足し合わせた損失軽減額を推計する。その後、この損失軽減額と地震発生確率を用いて、式(2)より対策の費用対効果の期待値を算出する。ここで、新築の木造構造物の資産価値は15万円/㎡³⁾とし、25年間で50%の価値に減価償却される(年平均約2.7%)³⁾ものとした。

3. 劣化現象を考慮した建物被害関数

耐震補強対策の効果を長期的に見るには、構造物の劣化現象を考慮に入れる必要がある。精度の高い既存の被害関数の一つとして兵庫県南部地震の被害分析に基づく村尾・山崎の被害関数⁴⁾があるが、この関数は建築年代区分ごとの関数であるため、年代区分内での建物強度差が評価されていない。よって、兵庫県南部地震における神戸市灘区の1棟ごとの建物被害データを建築年別に整理し、これにタイムウィンドウをかけて被害率を算出することにより、建築年、地震動強度(ここでは地表最大速度、PGV)、被害率を3軸に持つ建物被害関数の3次元曲面を作成した(図1)。この図を見ると、経年による劣化や建築基準法改正の被害率への影響を調べることができる。

図1は全壊率の曲面であり、下半分のグラフは曲面

キーワード：地震予知、耐震補強、耐震改修、地震危険度、建物被害関数、災害情報

連絡先：〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学生産技術研究所 B棟 目黒研究室，
 Tel. 03-5452-6437, Fax. 03-5452-6438

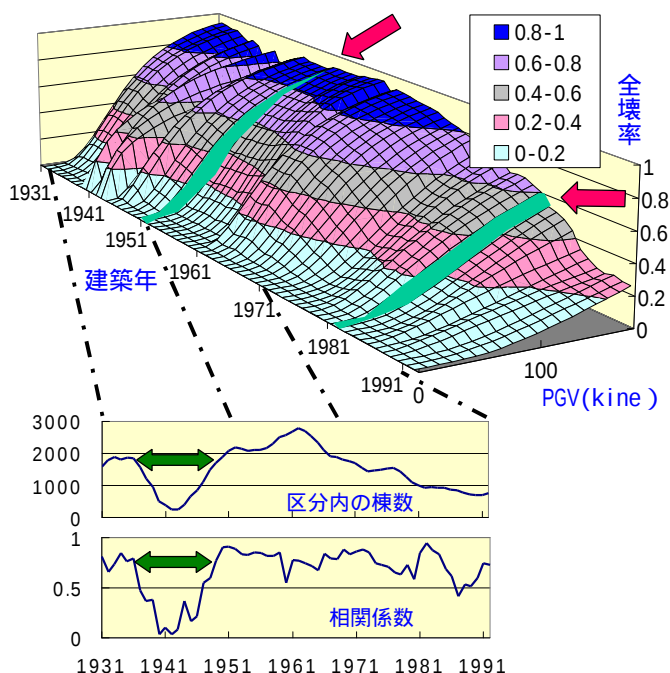


図1 全壊率曲面

を成す1本1本の被害率曲線の建築年とタイムウィンドウ内の建物棟数の関係,および建築年と相関係数の関係を表す。これより,新しい建物ほど全壊率曲面が低下すること,1950年の建築基準法制定および1981年の新耐震設計法の実施以降には曲面上に不連続面が見られること(図1中の矢印),戦時中は新規建築数が減少し関数の相関係数が低下するため,曲面に凸凹が見られることなどがわかる。耐震補強の費用対効果の期待値を検討する際には,経年劣化による建物強度の低下を被害率曲面を経過年数分ずらした曲面を用いることにより表現し,耐震補強を行った建物は現行基準による構造物と同等の強度を有するものと考えた。

4. 個々の住宅に対する耐震補強対策の効果

2000年から2030年までの地震発生確率を文献2)の試算結果の通りに36.7%とすると,1960年,1975年,1985年に建築された木造住宅を2000年に耐震補強した場合の対策による費用対効果の期待値は,住宅の所在地のPGVに応じて表1ようになる。費用対効果の期待値が1.0を下回るケースでは,この地震発生確率の場合には耐震補強を実施する効果が高くないと考えられる。この表から,建築年代が古いほど,大きなPGVが予想される地域に建つ住宅ほど耐震補強を実施した際の費用対効果の期待値が大きく,対策実施のメリットが大きいことがわかる。新耐震設計法の施行前に建築された1960年建築の住宅は特に効果が高いといえる。

表1 耐震補強実施の費用対効果の期待値

建築年代	PGV (kine)				
	10	20	30	40	50
1960	0.23	1.18	2.56	4.34	6.28
1975	0.09	0.72	1.85	3.26	4.75
1985	0.04	0.30	0.72	1.23	1.80

次に,2000年に耐震補強を行った場合に,地震予知の対象期間と予知情報の精度に応じて耐震補強の費用対効果の期待値がどのように変化するかを,等高線グラフを用いて表現した(図2)。これにより,ある地震予知対象期間と地震発生確率を有した情報が公開された場合に,耐震補強実施により期待される費用対効果を住宅所有者自身が視覚的に把握することができる。また,公開値前後の地震発生確率の場合や時間経過により地震発生切迫性が変化した場合についても耐震補強効果を検討できるため,どの時点で自分が耐震化すべきかを判断する際の情報として利用できる。

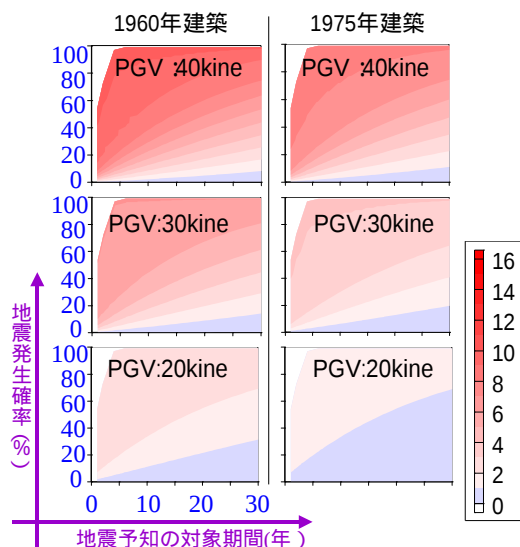


図2 地震発生確率・予知期間・費用対効果の関係

5. おわりに

本研究では,地震発生確率を用いて耐震補強効果を評価する手法を提案し,静岡県へ適用した。本評価結果は,耐震補強を実施すべきかを検討する際の大きな手助けになると考える。今後は,県下の住宅所有者に対し評価結果に関する意識調査を行い,より実践的な情報の活用方法を検討したい。

参考文献

- 1) 日本総研 Japan Research Review, Vol.5, No.3, pp.68-87, 1995.
- 2) 地震調査研究推進本部 地震調査委員会:(改訂試案)長期的な地震発生確率の評価手法について,1998
- 3) 村尾修:兵庫県南部地震の実被害データに基づく建物被害評価に関する研究,東京大学博士論文,1999.
- 4) 建築行政研究会 建築物の耐震改修の促進に関する法律の解説,大成出版社,1996.5.