

地震保険を利用した建築構造物の地震リスクマネジメント

Seismic Risk Management of Architectural Structures with Earthquake Insurance

学籍番号 46818

氏名 岡村 祥子 (Okamura, Shoko)

指導教員 神田 順 教授

1 はじめに

地震危険度が高い日本においては、地震による建物の大損害を回避するために住宅に対する地震保険への加入が有効である。地震保険の活用は、大地震時のリスク分散に加え、建物の地震リスクに対する意識の向上を促進することにも繋がる。地震保険によって個人の持つ地震リスクをまとめてばらつきの大きさを低減し、その上で建物の耐震性能を適切に設定することが望ましいと考えられる。

現在の地震保険制度は、その公共性の高さから政府による再保険システムを保険金支払いの裏付けとして運用されている。しかし現在のところ、保険料の高さや制度の認知不足により 2005 年 3 月で加入率は 18.5%¹⁾にとどまっており、リスク分散という効果は十分に発揮できていない。

本研究では現行地震保険制度の問題点を指摘、新しい地震保険について検討するとともに、これを活用した地震リスクマネジメントの手法を提案する。

2 地震保険制度

現行地震保険の概要は以下の通りである。補償対象は地震による家屋の倒壊・火災等の被害。火災保険の特約で、その 30~50% の額まで加入できる。保険料は地震リスクによって都道府県ごとに異なり、構造性能によって 1 割~3 割の割引がある。1 回の地震での総支払限度額は 5 兆円となっている。この制度には、いくつかの問題点が挙げ

られる。まず政府が再保険を引き受けることに起因する、支払い限度額、加入限度額の制限である。これによって保険加入者は、被災時に十分な補償を受けられないリスクを負っている。また、加入者が増加することは保険会社・政府にとって大地震時の支払額が増大するのみであり、地震保険への国民の加入促進はほとんど行われていない。さらに、耐震性能によって異なる地震リスクも、保険料に十分反映されていない。

こうした問題点を改善し、地震リスクマネジメントに有効な制度にすることを目的として、ここでは地震保険料の新たな設定法を提案する。

2.1 新しい地震保険料の提案

本研究ではまず、地震時の支払い体系を見直し、新しい地震保険料の設定手法を提案する。

現在の地震保険料率は、過去約 500 年に発生した地震データに基づいて算出された地震被害額の期待値を元にして定められている。ここでは最近の研究成果に基づいた詳細な地震リスク評価を行い、より実状に合った保険料設定を行う。そのために地震ハザード・フラジリティ・保険手数料・再保険料等の条件について考慮する必要があり、以下でそれらについて検討する。

2.2 地震ハザード

地震ハザードは、対象地域における地震動強さの発生確率を評価したもので、その

結果は、図 1 のような地震ハザードカーブによって表されることが多い。本研究では、地震リスク評価における精度の点から判断して、研究室における研究に基づく建物の構造性能評価プログラム²⁾を使用することとした。

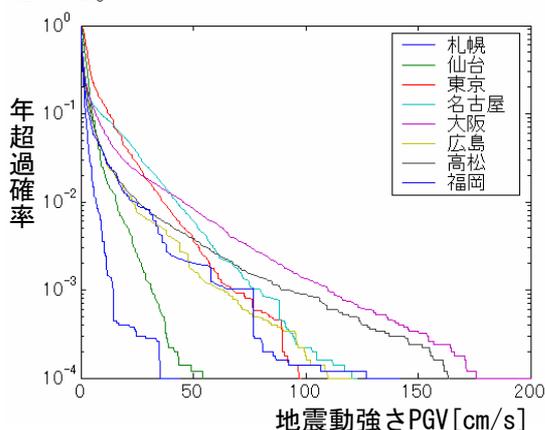


図 1 地震ハザードカーブ

2.3 フラジリティ関数

個々の建物の地震動による破壊確率を示したものが、フラジリティ関数である。これは実際の地震被害調査データを元に推定される関数であり、本研究では、被害レベルの定義や元になるデータからみて適切と思われるものを選択した。式(1)は RC 造に対するフラジリティ関数である³⁾。ここで、 P は地震動強さ v に対する、小破・中破・大破などの被災度 i ごとの被害発生確率であり、建物ごとの耐震性能の違いは耐震性能指標 I_s 値を変数として式に導入されている。 $\Phi(x)$ は累積標準正規分布を表す。

$$P_{fils} = \Phi\left(\frac{\ln(v) - \lambda_{ils}}{\zeta_{ils}}\right) \quad (1)$$

$$\begin{cases} \lambda_{ils} = \ln(V_{0i} \cdot I_s / I_{s0}) \\ \zeta_{ils} = 0.6, I_{s0} = 0.4 \end{cases}$$

2.4 年期待損失費用

以上のデータより地震による損失費用の分布が求められ、ここから年期待損失費用 $E(L)$ が算出される。 $E(L)$ は、地震リスクに基づく保険料の基本的な値となる。

$$E_L = \int_0^{\infty} f(v)L(v)dv \quad (2)$$

$$L(v) = \sum_{i=1}^{0.4} (P_{fi}(v) - P_{f(i+1)}(v))C_i + P_{f5}(v)C_5 \quad (3)$$

ここで、被災度は 5 段階としている。

2.5 保険手数料

保険料には、純保険料の他に手数料として、事務経費・被害等調査費・利益が含まれている。現行の地震保険では、制度自体が公共的な性格を持つものであるとして、これらのうち利益が除外されているが、本提案では公的な要因を排除した議論とするため、他の保険と同様に利益も考慮して保険手数料を算出する。火災保険等の保険料を参考にして、手数料を加えた保険料と純保険料の比 S を $S=(1+1)/1=2.0$ とした。

2.6 再保険料

再保険を民間再保険会社によるものとし、リスクに見合った再保険料を支払うことにより、加入限度額や支払い限度額などの制限のない保険制度を提案する。そのため、保険への加入割合に応じた再保険料分を保険料に付加する必要がある。ここでは一回の地震による被害が保険会社が設定した限度額を超過した場合、超過分を再保険会社が支払うシステムとする。

再保険料は、現在の地震保険加入件数を元にして、一件当たり、建物建設費用の $x\%$ 分加入したと仮定して被害額をシミュレーションし、再保険支払い相当分の期待値 $R(x)$ を算出した。そこに手数料を加えたものが再保険料となり、再保険料と $R(x)$ との比を $S_R=5.0$ とする。

2.7 提案される地震保険料

以上のような要因を全て考慮した上で保険料 Ins が算出される。

$$Ins = E \times S + R(x) \times S_R \quad (4)$$

式(4)に基づいて算出された保険料は、現状の保険料と比較すると図 2 のようになる。

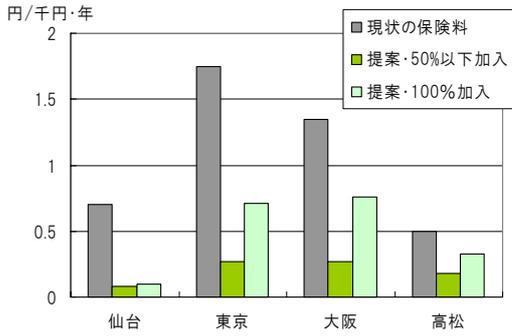


図2 保険料の比較

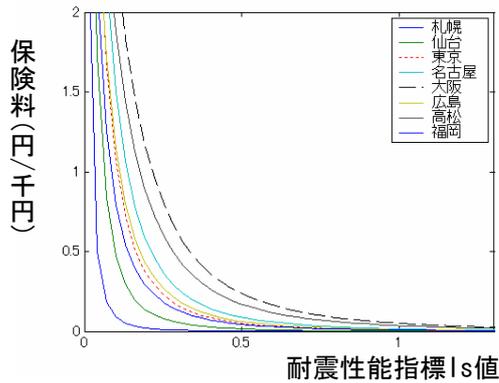


図3 耐震性能と保険料の関係

また、耐震性能による保険料の違いを示したのが図3である。

現状の保険料と比較して十分低く抑えた上で、現在設定されている各種制限を無くした合理的な地震保険料を設定することができた。従って提案した地震保険では現行のものよりも保険加入の促進が期待される。

3 地震保険と総費用

以上のように提案された保険料による地震保険制度を運用するにあたり、ここで、保険に全額入るべきか、また建物ほどの程度の耐震性能に設定すべきであるかの判断について、建築主それぞれの立場や考え方と合わせて、その評価法を提案する。

3.1 地震保険料と地震危険度

地震保険料と実際の地震リスクの間には、図4のような関係がある。すなわち地震被害期待値と保険料を比較すると、手数料の分だけ地震保険は割高であると言える。

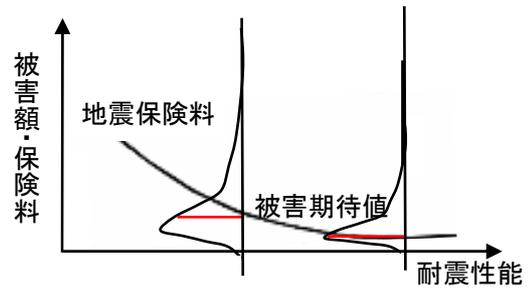


図4 地震被害額の分布と地震保険料

しかし、地震保険に加入すると大きな被害が起きた場合でもかかる費用が保険料以上にならないことから、地震保険の効果は、被害額のばらつきを無くし、地震リスクを低減することであると言える。すなわち、建築主が注目するレベルの地震リスクが低減されるか否かが、地震保険加入の是非を判断しているということがわかる。

3.2 パーセンタイル値と予想最大費用

そこで、地震リスクのパーセンタイル値と保険料の比較によって、保険による地震リスク低減効果を評価し、さらに最適加入割合、最適設計点を導出することを考える。

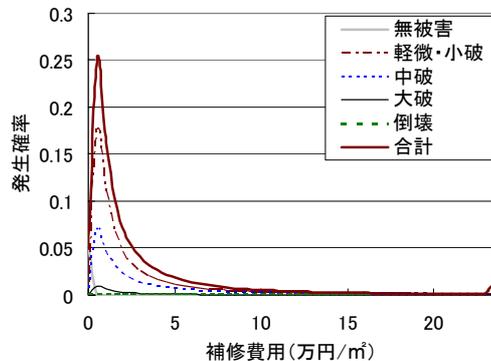


図5 供用期間中の地震被害額の分布

図5は、実際に判定された被害レベルごとの補修費用データ⁴⁾を元に、地震被害の発生確率に基づいて求めた地震被害額の発生確率分布である。供用期間は50年とする。

この分布におけるパーセンタイル値 $L(x)$ を用いて、地震リスクを供用期間における建物の予想最大費用 C_T によって評価する。

$$C_T(x, p) = C_I + E_L + Ins(p) - E_{Ins}(p) + L(x) \quad (5)$$

式(5)は、初期建設費用 C_I 、保険加入割合 p に対する、 x パーセント点における C_T を表す。ここで、初期建設費用は荷重係数 $\gamma=1$ のとき 23.5 万円/m²とした。その値は荷重係数に対して一定割合で増加することが確認されている⁵⁾。

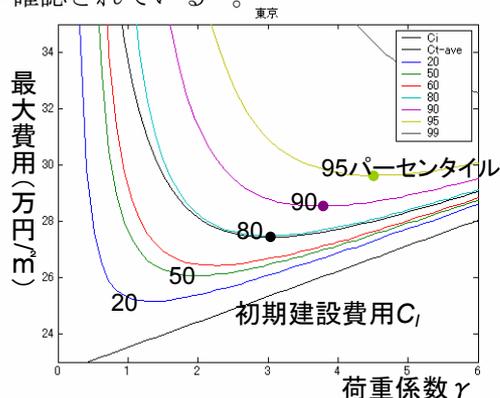


図6 パーセント値と最大費用

x による違いを表すと図 6 のようになる。どのレベルで地震リスクを評価するかは、建築主のリスク意識に応じて決まる。

4 地震リスクマネジメント

以上のような考え方に基づいて、建築主のリスク意識に基づいた地震リスクマネジメントの手法を提案する。ここでは、 C_T を最小化させる点を最適設計点とする考え方をを用いる。入力条件 x 、 p を変化させて予想される最大費用 $C_T(x,p)$ が最小となる場合を求めれば、それを与える x 、 p が求める最適条件である。

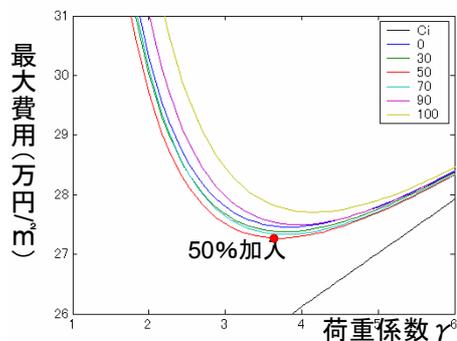


図7 加入保険割合による最大費用の違い

90 パーセント点について評価したのが図 7 である。この場合、地震保険に 50%

加入して荷重係数 $\gamma = 3.73$ に設定する時、最大費用 C_T が最小化されることがわかる。図 7 と同様の評価を様々なリスク意識レベルに相当するパーセント点ごとに行うと、最大費用と x 、 p との関係が図 8 のよう求められる。ここからリスク回避型・志向型に対する最適設計点の関係が読み取れる。また図 8 に示された関係は、対象地点や構造種別、設定する条件によって影響を受けることが確認されている。

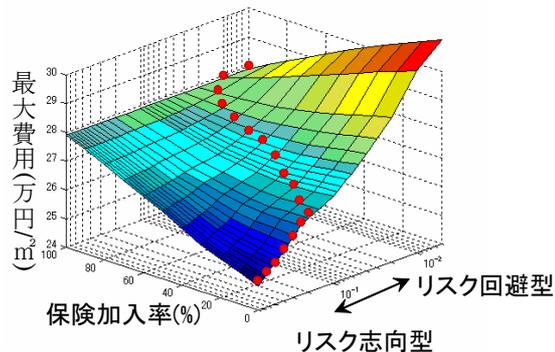


図8 最適設計点と最大費用

5 おわりに

本研究では、現在の地震保険制度が持つ問題点を明らかにした上でそれを改善した地震保険料のあり方を提案した。さらに、それを利用した地震リスクマネジメントの手法を提案し、その効果を定量的に示した。この考え方を適用することによって耐震性に関する意識が向上し、耐震改修の促進やリスクコントロールにより国全体としての地震リスクが低減される効果が期待される。

¹⁾ 損害保険料率算出機構編纂、「地震保険統計」, 2005.12.

²⁾ 建物構造性能評価, <http://ssweb.k.u-tokyo.ac.jp/>

³⁾ 林康裕, 鈴木祥之, 宮越淳一, 渡辺基史, 「耐震診断結果を利用した既存 RC 造建築物の地震リスク表示」, 地域安全学会論文集 No.2, 2000.11.

⁴⁾ 神田順ほか, 「損失費用モデルを用いた最適信頼性に基づく設計用地震荷重」, 1998.6.

⁵⁾ 神田順ほか, 「最適信頼性に及ぼす経済要因の影響評価」, 日本建築センター平成 5 年度研究助成報告書, No.9313, 1994.5.