

地震リスク評価における不確実性の分布について Study on Distribution of Uncertainty of Seismic Risk Evaluation

○佐伯琢磨・西嶋一欽・松島信一

○Takuma SAEKI, Kazuyoshi NISHIJIMA, Shinichi MATSUSHIMA

In this study, specific examples of aleatory and epistemic uncertainties in seismic risk evaluation are indicated with the purpose of providing information for decision makers of disaster prevention measure and research investment. Procedure of seismic risk evaluation are separated into several modules and uncertainty is divided into aleatory or epistemic in each module. It turned out that these two uncertainties cannot be clearly divided. Then, seismic risk evaluation for the next Nankai Trough Earthquake is conducted considering epistemic uncertainty. The influence of each module is analyzed, and the methodology to integrate the differences of the evaluation of uncertainties between modules is investigated.

1. はじめに

本研究では、地震リスク評価における偶発的不確実性 (Aleatory uncertainty) と認識論的不確実性 (Epistemic uncertainty) の具体的例題を示し、防災対策や研究投資などの意思決定者の判断材料に資する情報を提供することを目的とする。

まず、地震リスク評価の手順をいくつかのモジュールに分けて考え、それぞれについて、内在する不確実性を偶発的不確実性と認識論的不確実性に分類する。これらの分類は、目的とする意思決定や文脈に依存し得ることを示し、目的に応じた分類について考察する。

今回は、認識論的不確実性を考慮した地震リスク評価事例およびそのばらつきの分布を中心に報告する。

2. 認識論的不確実性を考慮したリスク評価事例

本報告では、地震リスク評価を、(1) 震源過程、(2) 強震動予測、(3) 浅部地盤構造、(4) 建物構造被害予測、(5) リスク評価の5つのモジュールで行うこととする。

5つのモジュールのうち1つの不確実性のみ除いてモンテカルロシミュレーションしたものについて、ばらつきを比較したところ、(2) 強震動予測モジュールを除いた時のばらつきが小さくなった。このことから、(2) 強震動予測モジュールが持っていた認識論的不確実性が最も大きかったことが推測され、防災対策や研究投資などの意思決定に与える影響が最も大きいと考えられる。

なお、(3) 浅部地盤構造モジュールでは、式中にばらつき ϵ が与えられている場合が多いのに対し、(2) 強震動予測モジュールでは、予測式を複数用いることにより、ばらつきを得ている。このような各モジュールの認識論的不確実性評価手法の違いを考慮した、最終的なリスク評価に伴う認識論的不確実性に対する公平な感度分析手法を検討することについても課題である。

3. ばらつきの分布について

例えば、(2) 強震動予測モジュールでは、司・翠川 (1999)、Kanno et al. (2006)、佐藤 (2010)、Morikawa and Fujiwara (2013) の model 1, 2 の5つの距離減衰式を用いている (図1)。

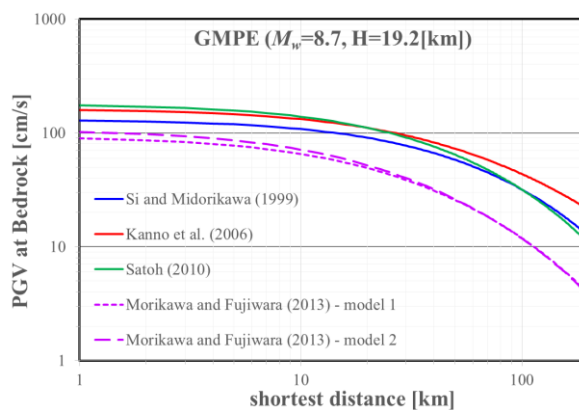


図1 本研究で用いた5つの距離減衰式

図2のように最終的なアウトプット (予想損失額) の頻度分布を描くと、アウトプットの下限值

(0%) 付近では、小さめの基盤速度を算出する距離減衰式 (Morikawa and Fujiwara の model1 および 2 など) による結果が多くカウントされる。一方、アウトプットの上限值 (今回は、罹災証明の定義に基づき、「全壊」を経済的被害が 50~100%の被害としているので、その中間値である 75%が上限) 付近では、大きめの基盤速度を算出する距離減衰式 (Kanno et al.など) による結果が多くカウント

される。これは、小さめの基盤速度は、小さめの PGV, 建物被害さらには予想損失額を与え、大きめの基盤速度は、大きめの PGV, 建物被害さらには予想損失額を与えるためである。

このように、強震動予測モジュールの各距離減衰式の特徴が、最終的なアウトプットである予想損失額の分布に影響を与えていることが明らかとなった。

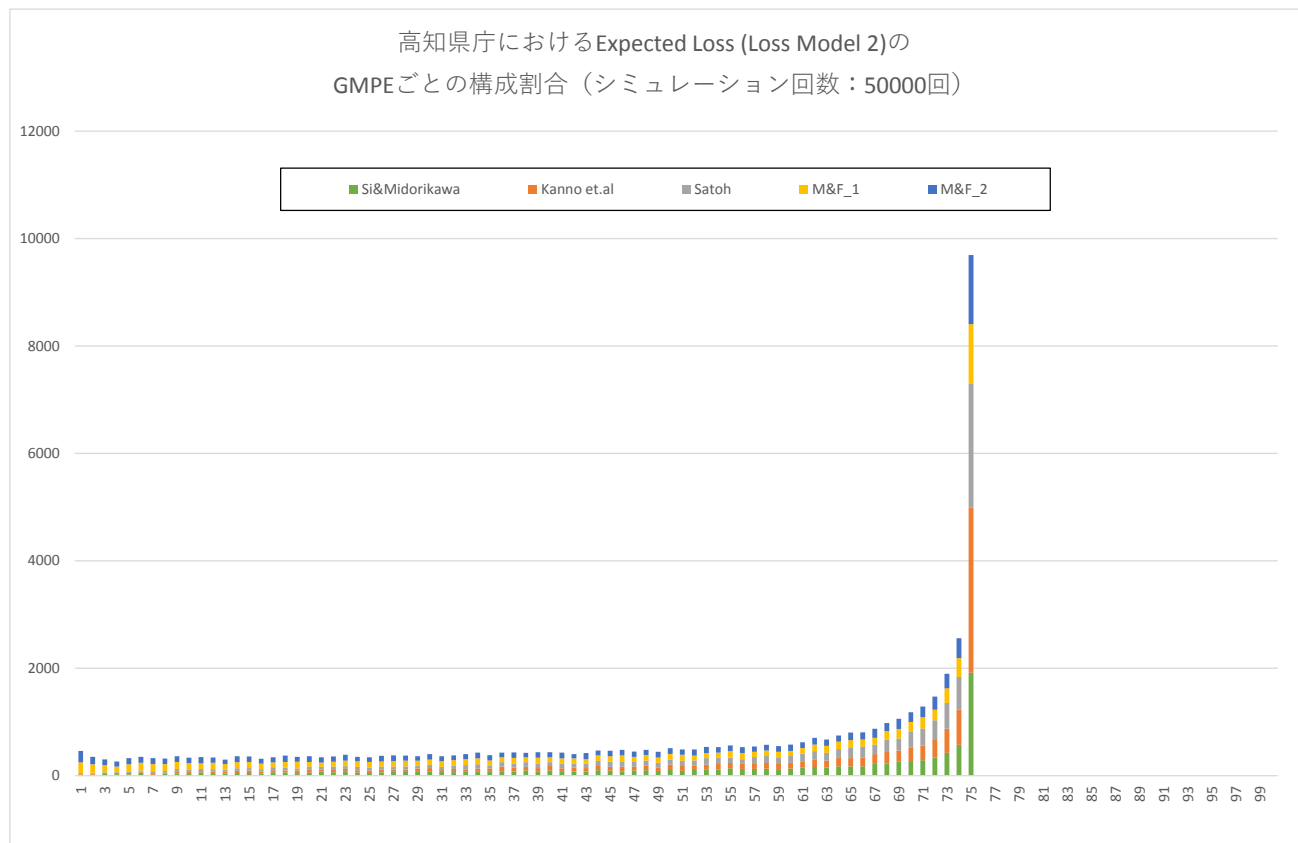


図2 高知県庁に位置での予想損失額分布における各距離減衰式の構成割合

<参考文献>

- 1) Lee, S. H., Nishijima, K. and Matsushima, S. : Investigation of possibilities to reduce uncertainties of seismic risk evaluation for Nankai trough earthquakes, 5th IASPEI / IAEE international Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion, August 15-17, 2016, Taipei, Taiwan.
- 2) 司宏俊, 翠川三郎: 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第 64 巻, 第 523 号, pp.63-70, 1999.
- 3) Kanno, T., Narita, A., Morikawa, N., Fujiwara, H. and Fukushima, Y. : A new attenuation relation for strong ground motion in Japan based on recorded data, Bulletin of Seismological Society of America, Vol. 96, No. 3, pp. 879-897, 2006.
- 4) 佐藤智美: 日本のスラブ内地震とプレート境界地震の水平・上下動の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第 75 巻, 第 647 号, pp.67-76, 2010.
- 5) Morikawa, N. and Fujiwara, H. : A new ground motion prediction equation for Japan applicable up to M9 mega-earthquake, Jour. of Disaster Research, Vol. 8, No. 5, pp. 878-888, 2013.