

## 論文内容要旨

論文題目：構造物の性能規定型耐震設計のための設計用地震動の設定に関する研究  
—信頼性理論に基づく断層モデルの決定—

氏名： 大淵 正博

本研究の目的は、構造物に求められる多様な性能と、その性能レベルに応じた設計用地震動（時刻歴波形）の一貫した作成方法を行なうため、地震学の最新知見である断層モデル・強震動予測手法に基づいて設計用地震動波形を求める。具体的には、これまで決定論的に用いられてきた断層モデル・強震動予測手法に対し、予測に伴う不確定性を適切に取り扱う確率論に立脚した信頼性理論を導入することによってさまざまな要求性能に応じた設計用断層モデルの評価手法が提案されている。本研究の成果として得られる手法は、このように様々なレベルに応じて断層モデルを設定でき、設計者が自らの工学的判断に基づいた断層モデルを自由に設定でき、設計・設計者にとって非常に重要な手法である。一般建築物のみならず原子力施設や土木構造物などの様々建造物に応用可能である。また、このような確率論的強震動予測手法が提案されたことにより、決定論的強震動予測を確率論的に応用するための研究が促進されると考えられる。

本論文は合計 6 章からなり、各章の内容は以下のようなものである。

**第 1 章:** 設計レベルという工学的な視点と説明精度という理学的な視点から設計用地震動の既往研究全般の背景について議論し、信頼性理論に基づいた強震動予測手法・設計用断層モデルの意義を説明する。

**第 2 章:** 本章では、設計の要件を工学から検討し、①設計レベルを確率的に規定すること、②その性能を満足しない確率を十分小さくすること、の 2 段階から構成されると総括した。このような確率に基づいた設計法として信頼性設計法があり、本章では信頼性設計法について解説し、レベル 2 信頼性設計法を採用することを決定した。

**第 3 章:** 本研究で用いた理論・用語の解説を行なっている。特に本研究の要である強震動予測手法と 1 次元 2 次モーメント信頼性手法の理論式が本章で説明されている。

**第 4 章:** これまで決定論的に用いられてきた強震動予測手法に確率論・信頼性理論を導入するため、統計的解析を行っている。各断層パラメタについて不確定性を考慮するか否

かを検討し、考慮するパラメタについてはその確率分布と相関を評価している。このように評価された確率分布に基づいて断層モデル・強震動予測手法に関するモンテカルロシミュレーションを行い、統計解析を行った。この統計解析の結果、設計レベル・地震動に与える影響は回帰誤差以上にアスペリティ特性の不確定性が影響している事が判明した。

**第5章:**設計用断層モデル設定法を提案した。まず、断層モデルの信頼性評価と各断層パラメタの関係をまとめ、次に設計レベルに基づいた設計用地震動を作成した。設計用地震動作成において震源断層の生起確率の違いによる影響を検討するため、生起確率のみが大きく違うという仮想的な条件下で断層モデルを確率論的に評価した。その結果、生起確率以外の全ての断層パラメタが同一であったとしても、設計に考慮すべき地震動レベルが生起確率によって大きく異なることが示された。具体的には、レベル2地震動（再現期間2500年）に対し、震源の生起確率50年10%のケースでは、断層モデル信頼性指標 $\beta=0.8$ 、PGA=723(gal)、Sa(0.1)=544(gal)であったのに対し、震源の生起確率50年50%のケースでは断層モデル信頼性指標 $\beta=1.9$ 、PGA=545(gal)、Sa(0.1)=1102(gal)となった。本研究手法を用いれば、生起確率の違いも設計レベルに反映する事が可能となる。このことは生起確率の大きく異なる活断層型とプレート境界型を同一理論での比較を可能とする。さらに、完全な確率論的設計用断層モデル評価手法として、地震ハザード・再分解と本研究を連結した手法も行なった。この手法では、まず地震ハザード評価結果と地震動再現期間から目標設計レベルを決定し、その設計レベルに対する再分解によって対象断層を選定する点は従来の研究手法と同一である。しかし、従来の研究では対象断層の断層パラメタが強震動予測レシピによって決定されてしまうために、波形合成された地震動が目標設計レベルと必ずしも一致するとは限らなかった。本研究はこの点を改良し、目標設計レベル $\beta$ に応じて断層パラメタを決定する手法を提案した。既往研究結果の地震ハザード評価と再分解を基に使用限界としてPGA=230(gal)、損傷限界としてPGA=330(gal)に対応する設計用断層パラメタと設計用地震動を作成した。

**第6章:**本研究で得た知見に関してのまとめを行い、今後の展望を述べる。