

## 審査の結果の要旨

氏名 友澤 裕介

将来発生が予想される地震に対して、その地震動特性を高い説明性をもって予測することは、建築物等の工学システムの耐震性評価における重要な課題である。本論文では、近年蓄積されてきた強震観測記録を活用して、地震波の伝播経路特性について減衰構造の空間的な不均質性を考慮したブロックインバージョン解析手法を提案するとともに、提案手法を用いて強震観測記録を震源特性・伝播経路特性・サイト増幅特性に分離する形で地震動予測の精度向上を行うことにより、地震動予測の工学的活用について新しい考え方を提示するものである。

本論文は、第1章「序論」と第6章「まとめと今後の展望」を含む6章で構成されている。

第1章では、既往の地震動予測手法を含む既往研究についてその課題を分析するとともに、強震観測記録の有効活用の必要性を指摘した上で、地震波の伝播経路特性について減衰構造の空間的な不均質性を考慮した地震動予測手法を構築することを本論文の目的として提示している。

第2章では、伝播経路特性の領域分割に着目したブロックインバージョン解析手法の基本的な考え方を提案している。提案手法は伝播経路の領域分割について、統計的な意味づけに基づく分割を行い、伝播経路の不均質性とデータ数に応じた分解能で不均質減衰構造を推定できる手法である。提案手法を用いて2008年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺を対象とした解析を行うことで、伝播経路特性が複雑な火山帯で発生した地震について、観測記録を震源特性・伝播経路特性・サイト増幅特性に分離する際には、伝播経路特性の適切なモデル化が重要であるとの結論を得ている。

第3章では、第2章で構築した手法の広域の減衰構造推定への拡張について、広域の不均質減衰構造を求め徐々に最小ブロックサイズを小さくして段階的により詳細な不均質減衰構造を推定すること、震源近傍と遠方での幾何減衰の違いを考慮すること、解析における拘束条件に用いる基準観測点を複数設定することで実現することを提案している。提案手法を用いて、九州地方の伝播経路

特性の領域分割と不均質減衰構造を推定することで、手法の妥当性を示している。また、赤池情報量規準を用いて得られた結果を統計的な観点から分析することで、評価対象領域における伝播経路特性の不均質性の特徴と用いる強震観測記録の量的特徴に応じた詳細さでの不均質減衰構造の推定を行うことができることを確認している。

第4章では、第2章、第3章で提案した減衰構造の水平方向の空間的な不均質性の推定手法について、深さ方向の不均質性の推定に拡張している。特に、プレート形状を陽に与えてプレートごとにその内部を伝播する地震波の減衰特性を適切にモデル化することの必要性について、陸のプレートの下に太平洋プレートとフィリピン海プレートが沈み込む複雑なプレート構造を有する関東地方を対象に検討を行っている。地震動の予測精度について分析することで、これらのプレート形状を考慮した不均質減衰構造の推定が地震動の予測精度の向上に重要であることを示している。

第5章では、本研究の提案手法を用いて強震観測記録を分析することで得られる伝播経路の不均質減衰構造、震源特性、サイト増幅特性の活用について、統計的グリーン関数法を用いた強震動予測と、地震動強さの統計的な予測である地震動予測式の二つの手法について、その高精度化の枠組みと新たな展望を示している。地震動予測式の高精度化については、九州地方を例に、第3章で推定した不均質減衰構造を取り入れた予測を行うことで、その予測誤差について、空間的な偏りも含めた分析を行っている。その結果、特に地震動の短周期成分において、地震内誤差と地震間誤差が統計的にも有意な形で低減することを確認している。

第6章では、第2章から第5章の結果をとりまとめ、本論文で得られた結論を総括している。その上で、震源特性の推定と地震動予測の高精度化とその工学的活用について、本研究で得られた成果に基づき今後取り組むべき重要な課題を指摘している。

以上から、本論文は、地震動予測の工学的活用について新しい考え方を提示することに成功しており、新規性、有用性、学術的価値の観点から、地震工学及び建築構造工学に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。