

氏名	えん こう し ろう 圓 幸 史 郎
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2099 号
学位授与の日付	平成 13 年 11 月 26 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 生 活 空 間 学 専 攻
学位論文題目	震源および地盤の不均質フラクタル性を考慮した地震動評価に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 河野 允 宏 教授 家村 浩 和 教授 鈴木 祥 之

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、地震動を規定する3つの重要な要因である震源、波動伝播経路地盤、表層付近の局所地盤それぞれの特性を、不均質・フラクタル性を考慮した新しい観点からモデル化する手法を提案し、実地震動が示す時・空間構造特性の評価について研究した結果を纏めたものであり、序論、4つの章から成る本論および結論で構成されている。

序論では、研究の背景と問題の所在、目的、研究の概要を述べている。

第1章では、断層面での破壊過程に不均質フラクタル性を導入した震源モデルを提案している。まず時・空間相関関数を用いて、フラクタル分布に基づいた断層面での動的な滑り場を実現し、周波数および波数に対する震源スペクトルを破壊伝播速度や立上り時間など、共通の物理的パラメータで統一的に表現することを可能にしている。次に破壊過程のサンプル関数を用いた解析的検討から、滑り分布と観測点の位置関係に依存する特徴的なパルス波形やスペクトル特性を表現出来ること、観測記録に見られるマグニチュードに依存した卓越周期やパルス波を再現出来ることを示し、震源近傍における地震動の広帯域の周波数特性や経時特性を合理的に評価出来ることを示している。

第2章では、1994年ノースリッジ地震と2000年鳥取県西部地震の観測記録に対する多点、同時シミュレーションを行っている。ノースリッジ地震については、過去に提案された断層面不均質滑り分布モデルを用い、均質な層地盤構造に対するグリーン関数との合積によって理論地震動を解析的に求め、解析結果と観測記録の整合性から、地盤モデルおよび解析手法の妥当性を確認している。次に両地震について、巨視的断層パラメータと破壊性状を規定する最小限の動的パラメータに基づいたフラクタル震源モデルを複数個作成し、モンテカルロ・シミュレーションで求まる上下動を含めた3成分のスペクトル特性および継続時間が、観測事実を説明できることを示している。すなわちフラクタル震源モデルを用いた広帯域強震動の確率統計的な予測がより実用的であることを検証している。

第3章では、第2章で作成した地震動モデルとノースリッジ地震の観測記録を比較し、距離減衰特性の観点から両地震動の性状の違いを分析している。観測された地震動振幅の方位特性は、理論的に示されているラディエーションパターンのように明瞭ではなく、また震源から遠ざかるにつれて観測波が示す振幅の低下は、理論的に予測される距離衰よりも緩やかである。そこで媒質の不均質変動を示す空間での相関距離にフラクタル性を導入した地盤モデルを提案し、観測記録を用いた逆解析結果との整合性から、波動伝播経路に依存する地盤の減衰係数や地震動振幅の距離依存性を、この地盤モデルによって有効に表現出来る可能性を示している。

第4章では、高密度アレー地震観測記録を分析し、実地震動が有する時・空間構造のフラクタル性について検討している。波動伝播の効果がきわめて小さいと考えられる局所域での千葉アレー・データと、数キロメートルに渡る広域での台湾 SMART-1アレー・データを用いて、地震動振幅が示す相互相関関数の非定常性と距離依存性を評価し、複合ランダム過程の概念を導入したフラクタル時・空間相関モデルの適用性を検証している。またフラクタル性を有する地震動の空間分布を定量的に評価するためには、観測記録に基づく局所的な相関関数と平均化されたスペクトル密度関数を併せて用いる必要

があることを指摘している。

結論では、本論文で得られた成果について要約している。

以上を要するに本論文は、震源や地盤の物理的特性を、不均質・フラクタル性を考慮した新しい観点からモデル化する手法を提案し、地震動の時・空間構造特性を合理的に評価することを可能にしている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、地震動を規定する3つの重要な要因である震源、波動伝播経路地盤、表層付近の局所地盤それぞれの特性を、不均質・フラクタル性を考慮した新しい観点からモデル化する手法を提案し、実地震動が示す時・空間構造特性の評価について研究した結果を纏めたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 断層面での動的な滑り場に不均質フラクタル性を導入した震源モデルを提案し、周波数および波数に対する震源スペクトルを破壊伝播速度や立上り時間など、共通の物理的パラメータで統一的に表現出来ること、および震源近傍における地震動の広帯域の周波数特性や経時特性を合理的に評価出来ることを示した。
2. 不均質フラクタル震源モデルを用いてノースリッジ地震および鳥取県西部地震観測記録に対する多点、同時シミュレーションを行い、水平・上下地震動のスペクトル特性や有効継続時間が観測結果と整合することを検証し、提案した震源モデルの有効性を示した。
3. 媒質の不均質変動を示す相関距離にフラクタル性を導入した地盤モデルを提案し、高密度アレー地震観測記録を用いた逆解析結果との整合性から、波動伝播経路に依存する地盤の減衰係数や地震動振幅の距離依存性を、提案した地盤モデルによって有効に表現出来る可能性を示した。

以上を要するに本論文は、震源や地盤の物理的特性を、不均質・フラクタル性を考慮した新しい観点からモデル化する手法を提案し、地震動の時・空間構造特性を合理的に評価することを可能にしており、学術上、實際上寄与するところが少ない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年7月30日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。