

氏 名	え じり じょう じ 江 尻 譲 嗣
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3643 号
学位授与の日付	平 成 14 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	構造物の耐震設計と地震防災における強震動の諸特性に関する研究

論文調査委員 (主 査)
教 授 土 岐 憲 三 教 授 佐 藤 忠 信 教 授 小 野 紘 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、地震観測記録と数値シミュレーションに基づき構造物の耐震設計や地震防災計画において考慮すべき強震動の諸特性の検討を行っている。諸特性としては、主にディレクティビティ、主軸の方向性、距離減衰、統計的波形合成法による強震動予測、不整形地盤等である。

本編は7章からなっている。以下、本論文の内容の要旨を示す。

第1章では、1995年兵庫県南部地震以降に改訂された指針類に対して調査を行い、それらの設計地震動に含まれている強震動の諸特性について述べている。それと、本論文の構成について記している。

第2章では、まず、1995年兵庫県南部地震において観測された地震動の最大加速度の距離減衰特性の分析から、震源断層に観測点が近づくにつれて最大加速度が頭打ちとなり一定値に収束することを示した。つぎに、同じく1995年兵庫県南部地震において観測された地震動の最大加速度の距離減衰特性の地域的分布を分析することにより、断層走向方向の領域における最大加速度が断層走向直角方向の領域のそれよりも約1.5倍大きいことを示した。これは横ずれ断層の震源放射特性と断層面上での破壊進行が複合して生じる地震動のディレクティビティによるものである。つぎに、地震動の最大水平加速度と最大水平速度の既往の距離減衰式に、明な形でディレクティビティを導入した。既往の距離減衰式により予測された最大水平加速度や最大水平速度に、ディレクティビティ効果係数を乗ずることによりディレクティビティを考慮した最大水平加速度や最大水平速度の予測が可能となる。さらに、1989年ロマプリエタ地震、1994年ノースリッジ地震、1995年兵庫県南部地震、1999年台湾集集地震、2000年鳥取県西部地震の5つの地震において地震動の主軸を求めた。主軸は加速度波形のRMS値が最大となる方向である。以上の地震は、横ずれ断層や逆断層、逆断層成分を持った横ずれ断層等断層の破壊様式はさまざまであるが、断層近傍の地震動の主軸方向はほとんど断層線に直交する方向に向いている。

第3章では、地震基盤に相当する岩盤における稀少で貴重な独自の地震観測の概要を述べるとともに、それによる地震観測記録を基に、地震基盤における最大加速度や加速度応答スペクトルの距離減衰式を提案している。

第4章では、断層面の広がりや震源断層の破壊過程が考慮できる統計的波形合成法(統計的グリーン関数法)の概説を行うとともに、この手法を用いて1995年兵庫県南部地震の波動伝播の様子を示した。波動伝播は、震源放射特性に強く影響を受けることがわかった。つぎに、1995年兵庫県南部地震の断層モデルにより断層走向延長上5kmの地点において、兵庫県南部地震の3個の断層それぞれの破壊開始時間をパラメータとした100個のシミュレーションを行い、破壊開始時間が地震動に及ぼす影響が大きいことを明らかにした。また、統計的波形合成法の小地震波(グリーン関数)をシミュレートする1手法として、時系列理論を用いた地震動のモデル化も行っている。

第5章では、統計的波形合成法により1923年関東地震を想定して120km*120kmの首都圏(一都三県)の地表面地震動の広域予測を実施した。深層地盤構造や浅層地盤構造による増幅を考慮しての首都圏の主要地域の地表面における震度、最大加速度、最大速度、加速度応答スペクトル等を推定した。さらに被害から推定された1923年関東地震の震度分布や木造家屋の倒壊率の分布の比較を行った。その結果、予測された地表面地震動の地域的分布は、1923年関東地震の被害から推定さ

れた震度分布や木造家屋の倒壊率の分布と調和的であることがわかった。

第6章では、まず、統計的波計合成法により有馬高槻断層が活動した場合の大阪天神橋地点の地震基盤地震動をシミュレートした。さらに、上町断層の活動により生じた深層不整形地盤にこの地震動を入力し2次元有限差分法により地表面地震動を算定した。地表面地震動は、深層不整形地盤の影響を受けて上町断層の西側（堆積層が厚い側）0.5 km の範囲で地震動が大きくなることがわかった。

これは、1995兵庫県南部地震の際に幅約2 km の震災の帯が生じたのと同じ現象である。

つぎに、浅層不整形地盤の地震動に及ぼす影響を2次元有限要素法により地盤構造や物性を変えたパラメトリックスタディを実施することにより検討した。これらから求められた浅層不整形地盤の応答特性を実務設計において簡便に利用できるように増幅関数（軟弱地盤地表面と解放基盤の応答スペクトル比）をモデル化した。

第7章は結論であり、本論文の研究結果をまとめるとともに、今後の研究課題として、深層・浅層の地盤構造や物性を調査することが重要であることを述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、地震観測記録や数値解析により、構造物の耐震設計や地震防災において考慮すべき強震動め諸特性について詳細な検討を行い、構造物への入力地震動の設定や地震防災において重要な広域的な地表面地震動の予測について、基礎的研究に基づき実用的な成果を挙げている。

本論文において得られた主な研究成果は以下の通りである。

1. 1995年兵庫県南部地震で観測された最大加速度の距離減衰特性の地域的分布を分析することにより、横ずれ断層の震源放射特性と断層面上での破壊進行が複合して生じる地震動のディレクティビティ効果が見られることを明らかにし、断層走向方向の領域における最大加速度がそれに直行する方向の領域でのそれより約1.5倍大きいことを示した。
2. 最大水平加速度と最大水平速度の既往の距離減衰式に、ディレクティビティの影響を明示的に導入する手法を示した。また、1989年ロマブリエタ地震を初めとする、近年発生した5つの地震において地震動の主軸方向を定めた。これらの地震の破壊様式は様々であるが、断層近傍での地震動の主軸方向はほぼ断層線に直交する方向であることを明らかにした。
3. 震源断層の破壊過程や広がりやが考慮できる統計的波形合成法を用いて、1995年兵庫県南部地震の波動伝播過程を再現して手法の妥当性を検証し、これを1923年関東地震を起こしたものとほぼ同じ断層を想定して、首都圏の地表面地震動の広域予測を行なった。予測された地表面地震動の地域分布は、1923年関東地震の被害から推定された震度や木造家屋の倒壊率の分布と調和的であった。
4. 上町断層の活動により生じた深層不整形地盤に地震動を入力し、2次元有限差分法により地表面地震動を算定した結果、深層不整形地盤の影響を受けて、堆積層が厚い上町断層の西側の約0.5km の範囲では、他の領域よりも地表面地震動が大きくなることを明らかにした。
5. 浅層不整形地盤が地震動に及ぼす影響を、地盤構造や物性を変えた有限要素法によるパラメトリックスタディにより検討し、得られた浅層不整形地盤の応答特性を実務設計において用いることを目的として、解放基盤面と軟弱地盤地表面での応答スペクトルの比を与える関係式を提案した。

以上、本論文は、地震観測記録と数値解析結果に基づいて、地震基盤面での強震動特性と広域の地表面地震動に関して見るべき知見を得ており、これらは構造物の耐震設計や地震防災計画の策定に大きく貢献するものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成14年1月25日に論文内容とそれに関する試問を行った結果、合格と認めた。