

氏名	杉戸真太 すぎとまさた
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第2025号
学位授与の日付	昭和62年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	EARTHQUAKE MOTION PREDICTION, MICRO-ZONATION, AND BURIED PIPE RESPONSE FOR URBAN SEISMIC DAMAGE ASSESSMENT (地震動予測・マイクロゾーニングと地中埋設管の地震応答 ——都市域の地震災害評価のための工学的手法の開発——)
論文調査委員	(主査) 教授 後藤尚男 教授 土岐憲三 教授 山田善一

### 論文内容の要旨

地震による都市域での被害を推定し、それに対する合理的な地震防災対策を立案するためには、(i)対象とする都市域での地震の危険度の評価、(ii)想定される地震による着目地点での地震動の推定や地域での地震動強度分布の推定、(iii)推定された地震動に対する種々の都市施設の直接的・間接的被害の推定、さらに、(iv)様々な形で関連する個々の都市施設相互の依存性や火災等の2次災害の影響も考慮した復旧過程の計画案策定、というプロセスが不可欠である。本論文は、このような多くの情報と知見とを必要とする合理的な都市地震防災のためにとくに重要な地震動の予測とマイクロゾーニングの手法の開発、および都市の重要な施設の一つである水道施設の主な構造形式である地中埋設管の地震時挙動について考察したものであり、7章から成っている。

第1章は緒論であって、本論文の意義と内容の概要、および本論文に関連した過去の論文の概要について述べている。

第2章では、工学的基盤での地震動予測モデルの開発の重要性を述べ、そのための91成分より成る基盤地震動データセットをわが国の主な強震記録に基づいて作成している。ここでは、このような地震動の解析のために有用な耐震工学のための数値データベースシステムの重要性を示し、新しく開発したSERM-IIデータベースシステムの概要について述べている。

第3章では、強震記録に含まれる表面波成分を原記録から簡易的に分離する手法を提案し、その工学的意義について述べている。また、本手法をわが国における主な強震記録340成分に適用し、地震動表面波の工学的特性について検討している。

第4章では、第2章で得られた地震動データセットに基づき、工学的基盤での非常地震動の予測モデルおよび基本的な地震動パラメータの推定式を提案している。地震動の予測モデルは、(i)与えられたマグニチュードと震央距離から推定するモデル(EMP-IB)、および(ii)大規模な断層の広がりや破壊のパターン、破壊伝播速度が与えられた場合の推定モデル(EMP-IIB)の2つを提案している。

第5章では、地震動のマイクロゾーニングの手法として、工学的基盤のレベルでの地震動の強度を堆積層を有する地表面での地震動に簡易的にしかも地盤の非線形増幅特性を考慮して変換する方法について提案している。

第6章では、現実の上水道システムの埋設管路の構造特性を詳細に調査し、それより得られた2つの典型的な応答解析モデルに基づいて種々の入力条件に対する管路の応答量を算出している。この結果に基づいて、(i)入力のパラメータとしては管軸方向の最大地盤ひずみと入射波の管軸方向のみかけの波長のみを考えればよいこと、(ii)管路の応答量とこれら入力パラメータの関係を結びつける関係式、を示している。

第7章は結論であって、本研究の成果をまとめて示すとともに、将来の研究に対する提言を行っている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、合理的な都市地震防災対策を実施するうえでとくに重要な地震動の予測とマイクロゾーニングの手法の開発、および主要な都市施設の一つである水道システムをとり挙げ、その主な構造形式である地中埋設管の地震時挙動について考察したものであり、その主たる成果を要約すると次のとおりである。

1. 工学的基盤を定義し、この基盤レベルでの地震動予測の工学的意義について示すとともに、地震動予測モデル開発のための基盤地震動のデータセットをわが国における主な強震記録に基づいて作成した。

2. 強震記録における表面波・実体波の簡易的な分離法を提案するとともに、その工学的な意義について考察した。本手法は上記のデータセット作成にも応用されている。

3. 上記1.で得られた地震動データセットに基づき、工学的基盤における非定常地震動の予測モデルを提案した。その内容は、(i)マグニチュードと震央距離から推定するモデル (EMP-IB)、および(ii)大規模な断層の広がりや破壊パターン等が与えられた場合のモデル (EMP-IIB)、の2種のモデルから成る。さらに、基本的な地震動パラメータに関する推定式を与えた。

4. 地震動のマイクロゾーニングにおいては、局所的な地盤特性の影響を有効に取り入れることが重要である。このための手法として、工学的基盤と堆積層を有する地表面での地震動の変換係数を提案した。ここでは、比較的容易に得られる2つの地盤パラメータと基盤での地震動の関数として変換係数を定義し、地盤の非線形増幅特性の影響も考慮した地震動マイクロゾーニングに有効な手法として示した。

5. 都市の地震防災を考えるうえで、各都市施設の地震に対する直接的・間接的被害を正確に予測することは基本的な課題である。ここでは、主な都市施設の一つである水道システムをとり挙げ、その主たる構造形式である地中埋設管路の地震時挙動について検討した。地震応答解析では、現実のシステムの構造特性の詳細な調査に基づく典型的なモデルを対象とし、その解析結果より入力地震動と管路の各応答量とを関係づける式を提示した。

以上要するに本論文は、有効な都市地震防災を遂行するうえで必要な地震動予測モデルの開発とマイクロゾーニング手法の開発、および主要な都市施設の地震時挙動について検討したものである。地震動予測モデルの開発にあたっては、基盤レベルでの予測の工学的意義についての検討、表面波成分の簡易分離法、大規模な地震による予測にも対応したモデルの提案など種々の重要な考察がされている。また、提案されたマイクロゾーニング手法には、地盤の非線形増幅特性を取り入れるなどの新しい工夫がされている。さ

らに、現実のライフラインシステムを詳細に調査したうえで解析モデルを設定し、その地震応答解析を行っている。このように、本研究の成果は、都市地震防災を遂行するうえで極めて重要なものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また昭和62年1月19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。