

## 研究要約

表層地盤は地震動に大きく影響を与えるため、表層地盤特性を耐震設計に取り組むべきことが従来より認識されている。耐震設計において、表層地盤特性を評価する簡便法は大きく経験法と理論法に分けられる。経験法は地盤の分類と地震波の統計に基づいて提案されている。欧米を含め世界で殆どの耐震設計基準では、経験法を用いて、表層地盤特性を評価している。しかしながら、日本やメキシコのような地質が激しく変化する地域に対して、数種類の地盤で表層地盤特性を適切に表すことが難しい。また、香港のような地震波の記録が少ない地域において、地震波の統計を行うことが困難である。これらの地域に対して、経験法より理論法の方が適切であると考えられる。2000 年の日本限界耐力設計法やメキシコの耐震設計基準では、理論法が使われている。また、香港では、多くの研究により理論法が推奨されている。

今まで、表層地盤特性を簡便に評価する理論法が数多く提案された。これらの理論法の殆どは、表層 1 層地盤と工学的基盤からなる簡単な 2 層地盤モデルに基づいて提案されている。また、多層地盤の場合は、表層各層地盤のパラメータを平均することで、表層多層地盤を等価 1 層に置換する。しかし、簡略な平均を用いる方法では、地層の順次や地盤物性変化の度合を無視したため、地盤性質が不均一になるほど、計算誤差が大きい事が容易に想像される。また、多くの研究から、表層地盤内にインピーダンスが大きく変化する層が含まれる場合、平均を使う理論法は表層地盤の増幅特性を過小評価する恐れがあると指摘されている。

これらの問題に対して、本研究では、新たに、多層地盤に適用できる表層地盤特性の簡便評価法を提案する。本研究は六章によって構成されている。各章の内容を以下で簡単に説明する。

第一章では、本研究の背景、目的と構成を記述する。

耐震設計において、入力地震動を応答スペクトルの形で与える事が多いため、表層地盤の増幅特性が応答スペクトルの増幅率で表されることが一般的である。そのため、第二章では、表層 1 層地盤と工学的基盤からなる 2 層地盤モデルに基づいて、応答スペクトル増幅率の評価式を提案する。日本限界耐力設計法では、応答スペクトル増幅率を地盤増幅係数と呼ぶ。また、この評価式を提案するために、応答スペクトル増幅率とフーリエスペクトル増幅率の関係を明確にする必要がある。そのため、2.2 と 2.3 節では、それぞれ、統計とランダム振動理論を用いて、応答スペクトル増幅率とフーリエスペクトル増幅率の関係を検討する。

第二章で提案した地盤増幅係数の評価式は地盤の一次卓越周期とそれにおける増幅率によって決められる。第三章では、一次卓越周期とそれにおける増幅率について、二つの簡便評価法を提案することを試みる。最後に、表層二層地盤を連続で等価一層地盤に置換して、表層多層地盤を等価一層地盤に置換することで、一次卓越周期とそれにおける増幅率を評価する方法を提案する。また、いくつ実際の地盤を選択して、提案法で一次卓越周期とそれにおける増幅率を計算し、提案法の計算精度を検討する。提案法が精度よく一次卓越周期とそれにおける増幅率を計算できることが分かる。

地盤の非線形特性は地盤応答に大きく影響を与えるため、第四章では、表層地盤の増幅特性を評価するに当たって、地盤の非線形特性を考慮する方法を提案する。また、提案法で地盤の非線形特性を評価するには、地盤の一次モード形と刺激係数が必要となる。そのため、4.3 節では、地盤の一次モード形と刺激関数を評価する簡便法を提案する。そして、4.4 節では、選択した実際の地盤について、レベル 1 とレベル 2 の入力地震動を用いて、一次卓越周期とそれにおける増幅率を計算し、地盤非線形特性を評価する提案法の計算精度を検討する。また、4.5 節では、いくつ実際の地盤について、地表面での加速度応答スペクトルを計算し、非線形特性を考慮した表層地盤増幅係数の提案法の計算精度を検

討する。提案法が精度よく非線形地盤増幅特性を評価できることが分かる。

第五章では、第三章の地盤一次卓越周期とそれにおける増幅率の提案法の考え方を多質点系構造に適用し、多質点系構造の一次固有周期を求める簡便法を提案する。そして、幾つ多質点構造と実構造物を用いて、提案法の計算精度を検討する。提案法が精度よく多質点構造の一次固有周期を評価できることが分かる。

第六章では、本研究から得られた結論をまとめる。