

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	地盤の平均 S 波速度を用いた地盤増幅率の推定手法の高度化
Title(English)	
著者(和文)	山口亮
Author(English)	unknown unknown
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9645号, 授与年月日:2014年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:翠川 三郎,盛川 仁,元結 正次郎,山中 浩明,松岡 昌志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9645号, Conferred date:2014/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)

## 論 文 要 旨 (和文2000字程度)

(Summary)

報告番号	乙 第	号	氏 名	山口 亮
------	-----	---	-----	------

## (要 旨)

一般的に、地震動の振幅は、やわらかく堆積した表層地盤により増幅する。特に軟弱な表層地盤では地震動の増幅が大きく、建物等構造物に深刻な被害をもたらすことがあり、地震動評価において表層の地盤増幅率を適切に考慮することは重要である。地盤増幅率を推定する方法には、地盤のせん断波速度や減衰などの層構造の情報に基づく数値解析による手法と、より簡便な地質や地形などの情報に基づく手法の2通りがある。前者は計算に必要な情報の入手が相対的に困難であることから、特定サイトにおいて高い精度の地震動評価が必要な局面で利用される場合が多く、後者は略算であるものの、計算に必要なデータが比較的容易に入手可能であることから、広域の地震動評価を行う際に利用される。後者に関し、近年では、地質や地形よりも定量的、客観的な地盤の指標として、深さ30mまでの地盤の平均せん断波速度 (AVS30) を用いる地盤増幅率の推定手法が広く利用されている。本研究は、この手法の改良を目的とし、AVS30の違いによる地盤の周期特性の変化と、大きな地震動を受けた際の地盤の非線形性による地盤増幅率の変化を考慮することにより、その推定精度の向上を図るものである。

本研究では、近接する2地点であれば地震動に含まれる震源特性や伝播経路特性が等しいという考えに基づいて、30km以内で近接する2地点で観測された加速度応答スペクトル等の地震動指標の比により当該2地点間の地盤増幅率を算出した。得られた地盤増幅率と当該2地点のAVS30からなるデータセットを、多数の地点、地震による記録から作成し、AVS30と地盤増幅率の関係を分析した。従来の地盤増幅率の推定手法において、AVS30が減少すると地盤増幅率が增大する傾向は、両対数軸上で一定の傾きの線形関係に近似されていたが、分析の結果、AVS30に対する地盤増幅率の傾きは、AVS30および地震動の周期に依存して変化することが確認された。すなわち、周期0.5秒程度までの短周期では、AVS30が大きい場合に傾きが大きく、AVS30が小さい場合に傾きは小さくあるいは逆勾配 (AVS30が減少しても地盤増幅率は増大しない) となり、逆に、周期0.5~1秒程度までのより長い周期では、AVS30が大きい場合に傾きが小さく、AVS30が小さい場合に傾きが大きくなる。その原因として、AVS30が大きい地盤では短周期が卓越し、AVS30が小さい地盤では長周期が卓越することが多いことによるものと考察した。この分析結果に基づき、AVS30と地盤増幅率を線形の関係ではなく、曲線で近似するモデル化を行った。さらにこの推定手法では、従来の手法に比べてAVS30の大きさに依存して変化する地盤の卓越周期をより忠実に再現でき、また短周期の推定精度が改善されることを示した。

次に、地盤の非線形による地盤増幅率の変化をモデル化した。ここでの検討では、先と同様に近接する2地点間で観測された地震動指標の比を地盤増幅率としたが、その際、2地点のうち、片方には地盤特性がフラットで非線形性状が現れにくい基盤上の観測点 (基盤観測点) を選び、片方には震源近傍での強震動の記録が得られている比較的軟弱な地盤上の観測点 (地盤観測点) を選んだ。この結果、12組の観測点ペアを作成し、それら観測点ペアで複数の地震に対して地盤増幅率を求めた。地盤の非線形性状の程度を説明するための指標には、既往研究を参考に、地盤の疑似有効ひずみを用いた。地盤観測点における疑似有効ひずみと地盤増幅率の関係を分析したところ、多くの観測点ペアで、地盤観測点の疑似有効ひずみが0.03%を超えると、地盤増幅率が低下し始めることを確認した。この結果に基づき、各観測点ペアの地盤増幅率を、疑似有効ひずみが小さく地盤の非線形性の影響がみられないひずみレベルの地盤増幅率で除して基準化増幅率を算出した。基準化増幅率は、疑似有効ひずみによる地盤増幅率の変化を表す指標であり、地盤の非線形性を抽出したものと考えられる。得られた基準化増幅率と疑似有効ひずみのデータを分析した結果、周期0.1秒~0.3秒程度の成分に関しては疑似有効ひずみが0.03%を超えると基準化増幅率が有意に低下することが確認された。これらの結果に基づき、疑似有効ひずみをパラメータとして、地盤の非線形性による地盤増幅率の低下をモデル化した。

最後に、震源近傍の軟弱地盤上で観測された大振幅の強震動の応答スペクトルと、本研究で提案した手法により推定した応答スペクトル、および既往研究の手法により推定した応答スペクトルの3者を比較した。この際、基準地盤の応答スペクトルを距離減衰式からと地中観測記録からの二通りで求め、両者の場合とも周期1秒以下において本手法が既往の手法より精度が向上していることを示し、大振幅時の地震動の推定における本手法の有効性を確認した。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(論文博士)

## 論 文 要 旨 ( 英 文 )

(300語程度)

報告番号	乙 第	号	氏 名	山口 亮
<p>( 要 旨 )</p> <p>In estimating strong ground motion, it is important to take properly into account site amplification factors. Site amplification factors estimated by average shear wave velocity of the ground down to 30 m (AVS30) are often used in evaluating seismic hazard in broad area. Since AVS30 is available as index of ground with relative ease, AVS30 is highly useful for estimating the site amplification factor. The objective of this study is to improve the method for estimating the site amplification factor with consideration of dependency of its frequency characteristics on AVS30 and nonlinear behavior of soil response.</p> <p>In existing equations, the site amplification factors are modeled by linear functions of AVS30 on log-log diagram. Therefore coefficients of the equations are assumed to be constant. Relations between AVS30 and site amplification factors derived from strong motion records are analyzed. The results showed that the coefficients of the equations vary with change of AVS30. Based on this analysis, a new regression equation for estimating site amplification factors for response spectra is proposed considering the dependency of the coefficient on AVS30.</p> <p>Secondly, Analysis of relations between site amplification factors and levels of strain in soils is conducted using large amplitude strong motion records. In consequence, it is shown that the amplification factors decrease when effective strain exceeds 0.03%, and these decrease are significant for the period range of 0.1 to 0.3 seconds. A simple model for estimating the nonlinear amplification factors is proposed in accordance with the consequence.</p> <p>Response spectra calculated by the proposed model and an existing model are compared with observed strong motions at soft soil sites, and the proposed model shows improvements in estimating accuracy.</p>				

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).