

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	地震動評価に用いる深部地盤構造モデル構築のための波形逆解析に関する研究
Title(English)	A study on waveform inversion for construction of S-wave velocity structure of deep sedimentary layers for earthquake ground motion evaluation
著者(和文)	笠松健太郎
Author(English)	Kentaro Kasamatsu
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11521号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山中 浩明,元結 正次郎,松岡 昌志,盛川 仁,佐藤 大樹,海江田 秀志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11521号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	笠松 健太郎		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	山中浩明	教授	審査員	佐藤大樹	准教授
	審査員	元結正次郎	教授		海江田秀志	特任教授
		松岡昌志	教授			
		盛川 仁	教授			

論文審査の要旨（2000字程度）

本論文は「地震動評価に用いる深部地盤構造モデル構築のための波形逆解析に関する研究」と題し、以下の7章により構成されている。

第1章「序論」では、地震動評価において対象地点の地盤増幅特性を把握することの重要性を示し、とくに、長周期地震動の主成分となる表面波の評価には、震源から対象地点に至る広域の深部地盤のS波速度構造モデルが必要であることを述べている。つぎに、地震動評価のための深部地盤のモデル化に関する既往の研究をまとめ、従来のモデル化手法の多くが一次元構造を仮定した理論に基づくものであることを指摘している。また、大規模な平野では、蓄積された調査結果から深部地盤の三次元モデルが提案されているが、平野端部ではモデルの精度が低くなっていることを指摘し、それらの地域では、地盤の不整形性の影響が明瞭に現れる波形全体を用いた逆解析が有効となる可能性を示唆している。以上の既往研究の成果を踏まえて、深部地盤の二次元S波速度構造モデルを推定するための波形逆解析法を開発するという本研究の目的を述べている。

第2章「ラブ波を用いた波形逆解析による深部地盤の二次元S波速度構造推定法の提案」では、二次元S波速度構造モデルを推定するための波形逆解析法について説明している。はじめに、関東平野で得られている地震観測記録を用いて波動伝播の二次元仮定の妥当性を確認することが重要であると指摘し、地震記録の水平成分の主軸解析による粒子軌跡の卓越方向に基づいた指標によって、二次元性を仮定できる観測記録を周期毎に選別し、それらを逆解析に用いることを提案している。さらに、周期毎に選定した観測記録のラブ波成分を用いた波形逆解析により、二次元S波速度構造モデルを推定する手法について説明している。

第3章「数値実験による提案法の検証」では、第2章で述べた二次元モデル推定法の妥当性を数値実験により検証している。既存の関東平野の深部地盤の三次元モデルを用いた三次元地震動シミュレーションによって模擬地震記録を作成し、その模擬地震記録に提案手法を適用した結果を計算に用いたモデルと比較している。両モデルはよく一致し、本手法によって二次元S波速度構造モデルを推定できることを確認している。また、二次元性の仮定を確認しない場合や長周期成分のみを用いる場合の波形

逆解析を行い、従来の手法では正しいモデルを十分に再現できないことを示し、本手法の利点を明らかにしている。

第4章「関東平野を対象とした深部地盤の二次元S波速度構造推定」では、提案手法を関東平野西部の5つの測線での地震観測記録に適用している。推定した二次元S波速度構造モデルを既存のモデルと比較し、平野端部で両者に顕著な差異があり、本研究の結果では、境界面が急傾斜になることなどを明らかにしている。また、反射法地震探査による地層断面や地震波干渉法による表面波群速度などの既往の調査結果とも比較し、本手法によるモデルによって、観測結果をよりよく説明できることを示している。これらの結果に基づいて各測線での結果を既存の三次元速度構造モデルに組み入れ、モデルの修正も行っている。

第5章「深部地盤の三次元S波速度構造モデルの修正結果が地震動評価に及ぼす影響」では、第4章で修正した三次元S波速度構造モデルを用いて、逆解析に用いていない中小地震の地震動シミュレーションを行い、地震観測記録と比較することによって、モデル修正の効果を評価している。上述の5つの測線近傍の多くの地点では、観測記録の再現性が向上することを明らかにしている。また、平野端部で生じる表面波の特性の差異によって、測線の延長線上のモデルを修正していない地域でも観測記録の再現性が向上することを示し、提案手法の適用によって地震動評価のための適切な深部地盤のS波速度構造モデルを推定することができるとしている。

第6章「小規模な堆積平野の深部地盤の二次元S波速度構造推定」では、周囲を山地に囲まれた強い不整形性を持つ小規模な堆積平野に対する提案手法の適用性を明らかにするために、新潟県小千谷市を対象として深部地盤の推定を行っている。この地域では、地震観測記録が少ないことから、連続微動観測を行い、地震波干渉法により得られた相互相関関数から抽出したラブ波に提案手法を適用している。小千谷市の強震観測点付近において堆積層が局所的に厚くなることなどの二次元S波速度構造モデルの特徴を明らかにしている。推定したモデルによって、既存の微動探査によるレイリー波位相速度が再現でき、強震観測記録にみられる特徴的なピークも再現できることなどを示し、強い不整形性を持つ小規模な堆積平野に対しても提案手法が十分に適用可能であると述べている。

第7章「結論」では、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、地震観測記録のラブ波を用いた波形逆解析により深部地盤の二次元S波速度構造を推定する手法を新たに提案し、数値実験と実記録への適用により、地震動評価のための深部地盤の精度の高いモデルを構築する本手法の有用性を示したものであり、これらの成果がもたらす地震工学上の貢献は大きい。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として十分価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」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。