T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Uncertainty in shallow S-wave velocity model from surface-wave inversion using the Markov-chain Monte Carlo method for estimation of variability in soil amplification
著者(和文)	SAIFUDDINfuddin
Author(English)	Fuddin Sai
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11317号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山中 浩明,田村 哲郎,盛川 仁,松岡 昌志,淺輪 貴史,海江田 秀志
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11317号, Conferred date:2019/9/20, 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

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

別　紙　1（論文博士）

論文審査の要旨及び審査員

（2000字程度）

報告番号	乙 第　　号	学位申請者	Saifuddin	
論文審査員	氏　　名	職　名	氏　　名	職　名
	主査　山中浩明	教授	浅輪貴史	准教授
	田村哲郎	教授	海江田秀志	特任教授
	盛川　仁	教授		
	松岡昌志	教授		

本論文は、「Uncertainty in shallow S-wave velocity model from surface-wave inversion using the Markov-chain Monte Carlo method for estimation of variability in soil amplification」と題し、以下の７章により構成されている。

第１章「Introduction」では、表層地盤のＳ波速度構造探査法に関する既往研究を概観し、表面波を用いた探査における位相速度の逆解析において、位相速度の観測誤差が推定結果に及ぼす影響が十分に評価されていないことなどを指摘し、レイリー波位相速度の観測誤差を考慮した位相速度の逆解析手法を構築するという本研究の目的を述べている。

第２章「Methodology」では、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて、レイリー波位相速度から水平成層モデルのＳ波速度と層厚を推定する手法を提案している。各周波数の位相速度の観測値と理論値の差を観測値の標準偏差で除した値の2乗和によって、地盤モデルの尤度を定義し、マルコフ連鎖モンテカルロ法に基づいて各地層のＳ波速度と層厚をサンプリングし、それらの頻度分布の平均値から推定モデルを得る手法について述べている。

第３章「Estimation of uncertainty in S-wave velocity profiles from surface-wave phase velocity inversion」では、提案手法の適用性を検討するために、表層地盤モデルを用いた数値実験を行っている。まず、仮定した表層地盤モデルに対して周波数0.5から20Hzの間で計算した基本モードのレイリー波位相速度にノイズを加えることによって疑似観測データを作成している。このデータに提案手法を適用し、Ｓ波速度と層厚の頻度分布から推定モデルを得ている。推定モデルと正解モデルが一致することを確認した後に、頻度分布の標準偏差によって推定モデルの精度を評価できることなどの提案手法の利点を明らかにしている。さらに、周波数範囲を限定した位相速度の数値実験も行い、位相速度の周波数範囲が不十分な場合には、推定モデルの精度が低くなることを指摘している。

第４章「Estimation of variability of soil amplification」では、第３章で得た地盤モデルの頻度分布を用いて、位相速度の観測誤差がＳ波増幅特性の変動に及ぼす影響を検討している。まず、上述の数値実験でサンプリングされたモデルに対して等価線形化手法を用いて１次元Ｓ波増幅特性を求めている。計算された増幅特性の振幅や卓越周波数などの頻度分布から、増幅特性の変動の特徴を評価している。入力地震動の振幅レベルが大きい場合には、表層の非線形効果によって減衰定数が増大し、高周波数成分が減衰するために増幅倍率の変動が小さくなることを示し、位相速度の観測誤差と増幅倍率の変動の大きさの間の定量的な関係も明らかにしている。

第５章「Variability of deconvolved bedrock motion」では、地表の地震記録から推定した工学的基盤での地震動特性の変動に関する数値実験を行っている。第３章で得られた地盤モデルを用いて、与えられた地表の地震記録から工学的基盤での地震動を逆算し、工学的基盤での最大加速度や応答スペクトルなどの頻度分布を求め、位相速度の観測誤差から工学的基盤での地震動特性の変動を評価できることを示している。

第６章「Application to actual data」では、2011年東北地方太平洋沖地震の際に大加速度の地震動が記録されたK-NET築館強震観測点周辺でのレイリー波位相速度に提案手法を適用している。まず、築館強震観測点とその周辺の５地点における微動アレイ記録から、レイリー波位相速度の観測値と標準偏差を求め、提案手法によって表層地盤モデルのＳ波速度と層厚の頻度分布を得ている。推定した地盤モデルが既存の手法による地盤モデルと類似していること、より深い地層のＳ波速度の推定精度が低下していることなどを明らかにしている。さらに、推定モデルを用いて、各地点での本震の地震動特性を評価している。推定地震動強さを既往の被害地震の地震動強さと比較し、この地域の全調査点では、周期0.3秒以下の帯域の地震動振幅は非常に大きいが、周期１～２秒の振幅が既往の強震記録よりも小さいことを示し、この特徴が対象地域で軽微な建物被害であったことの原因であると述べている。

第７章「Conclusions and future works」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、本論文では、レイリー波位相速度から地盤のＳ波速度構造を求めるために、マルコフ連鎖モンテカルロ法に基づいたサンプリングによって得られるモデルのＳ波速度と層厚の頻度分布を利用する逆解析手法を提案し、数値実験と実データへの適用から、位相速度の観測誤差と地盤増幅特性の推定精度の関係を定量的に評価できるという提案手法の有用性を明らかにしたものであり、これらの成果がもたらす応用地震学および地震工学上の貢献は大きい。よって、本論文は、博士（学術）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。