

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	伝播経路のランダム速度不均質が近距離の地震動に及ぼす影響
Title(English)	
著者(和文)	佐藤吉之
Author(English)	Yoshiyuki Sato
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10844号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:翠川 三郎,盛川 仁,山中 浩明,元結 正次郎,松岡 昌志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10844号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻:	人間環境システム	専攻	申請学位 (専攻分野):	博士	(工学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学生氏名:	佐藤 吉之		指導教員 (主):	翠川 三郎	
Student's Name			Academic Supervisor (main)		
			指導教員 (副):		
			Academic Supervisor (sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx. 2000 Japanese Characters)

本論文は「伝播経路のランダム速度不均質が近距離の地震動に及ぼす影響」と題し、以下の 5 章より構成されている。

第 1 章「序論」では、本論文の背景と目的について述べ、地震動への伝播経路の影響や伝播経路の不均質性に関する既往の研究を概観している。伝播経路の不均質性については、ランダム媒質での波動方程式の近似解から検討が行われてきたが、近似解では近距離に対する評価は適用範囲外であり、地震工学上重要な近距離の地震動に対する影響がほとんど検討されていないことを示し、数値シミュレーションに基づいて、近距離での不均質媒質の散乱効果について検討を行うことの意義を述べている。

第 2 章「不均質媒質の数値モデル化と計算手法」では、伝播速度のランダム不均質モデルの作成法および波動の数値計算手法について説明している。ランダム不均質性については、不均質の強さおよび相関距離の 2 つをパラメータとしたガウス型分布に基づいて伝播速度の 3 次元不均質モデルを発生させる手順について説明している。数値計算法については 3 次元差分法プログラム GMS に修正を加えたものを用いていることを述べている。その上で、異なる不均質パラメータを持つ不均質モデルに対して地震動の数値シミュレーションを行い、不均質媒質における散乱減衰の大きさや振幅のばらつき等の基本的特性について整理し、伝播経路の不均質性の影響を定量的に議論するためには適切な不均質パラメータの設定が重要であることを指摘している。

第 3 章「地震観測記録に基づく伝播経路の不均質パラメータの推定」では、観測記録に基づいて伝播経路での不均質パラメータを推定している。すなわち、近距離での不均質媒質の影響を適切に評価するために、震源距離 10~50km 程度の観測記録をデータとして、観測記録の包絡形に理論包絡形を適合させることで不均質パラメータの推定を行っている。観測記録については地震基盤相当層に設置された地中地震記録から堆積層の影響を除いたはぎ取り波を用いている。その結果、観測記録の包絡形の全体的な性状を説明できる不均質モデルを構築している。

第 4 章「近距離での地震動シミュレーションに与えるランダム不均質媒質の影響」では、3 章で推定した不均質パラメータに基づいて数値シミュレーションを実施し、伝播経路の不均質性が近距離の地震動の距離減衰特性、振幅のばらつき、振幅の方位分布、継続時間、断層破壊伝播効果に与える影響を検討している。地震動の距離減衰特性については、計算された振幅の平均値が幾何減衰に相当する距離の -1 乗よりもやや大きく減衰し、これを Q 値に換算すると、既往の観測記録から推定されている値とおおむね対応することから、不均質媒質での散乱で観測記録にみられる距離減衰特性が説明可能であることを示している。振幅のばらつきについては、近距離か

から見られ、対数標準偏差で 0.2 前後であり、既往の距離減衰式での地震内誤差と同程度の値であることから、不均質媒質での散乱で距離減衰式での地震内誤差が説明可能であることを示している。振幅の方位依存性については、均質媒質でのものに比べてやや弱まるものの大きな違いは示さず、短周期では振幅の方位依存性が弱まるという既往研究の結果を不均質媒質での散乱で説明することは困難で、他の要因を考える必要があることを示している。地震動の継続時間については、計算波の継続時間は距離とともに増加し、その値は近距離の観測記録に基づく既往の継続時間モデルとはほぼ一致することから、不均質媒質での散乱で近距離の観測記録にみられる継続時間の距離依存性が説明可能であることを示している。振幅の断層破壊伝播効果については、均質媒質でのものと大きな相違はみられず、不均質媒体においても震源近傍での断層破壊伝播効果が強く現れることを確認している。

第 5 章「結論」では、本研究で得られた成果を総括している。

以上を要するに、本論文では、数値シミュレーションに基づいた解析を実施して、伝播経路のランダム不均質性が近距離の地震動に与える影響について検討したものである。その結果、距離減衰式に見られる振幅の減衰特性およびばらつき、震源距離による継続時間の増加が伝播経路の不均質性で説明可能なことを指摘し、また、不均質媒体においても断層破壊伝播効果が強く現れることを確認し、従来検討されていなかった近距離の地震動に対する伝播経路の影響について、地震動評価の精緻化につながる新たな知見を得ている。

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 1 copy 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).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	人間環境システム	専攻
Department of		
学生氏名：	佐藤 吉之	
Student's Name		

申請学位(専攻分野)：	博士	(工学)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員(主)：	翠川 三郎	
Academic Supervisor(main)		
指導教員(副)：		
Academic Supervisor(sub)		

要旨(英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The purpose of this study is to evaluate the effect of random velocity inhomogeneity in the propagation path on seismic ground motion at short distance. The effect has been studied by approximation of wave equations, but the approximation is not applicable for short distance region. Although the propagation effect in short distance region, where strong ground motion emerges, is an important problem in engineering seismology, studies on the effects has rarely existed. In this study inhomogeneity effects in short distance region is evaluated by using numerical simulations in 3D random inhomogeneous medium.

First 3D inhomogeneous models are generated and a double-couple type point source is located in the models. Then the finite difference method applied to the models to obtain velocity records at observation points on the ground surface. As a result even in relatively short distance, such as several tens of kilometer, the effects of inhomogeneity in velocity records has shown to cause change of amplitude and its fluctuation from those in homogeneous medium. The effects change depending on inhomogeneity strength and correlation length. Inhomogeneity parameters appropriate for short distance are needed. Then the parameters are inferred based on seismic ground motion records.

Finally numerical simulations using above parameters are performed to investigate the properties of seismic waves in random inhomogeneous medium. As a result, the attenuation rate, variation of amplitude and duration in observed strong motion can be explained by the propagation effects in random inhomogeneous medium. The directivity effect caused by rupture of a seismic fault has shown to appear in random inhomogeneous medium as strongly as in homogeneous medium. These findings can lead to more precise seismic ground motion evaluation in future.

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).