

堆積盆地内における表面波伝播特性の推定に関する研究

国際地震工学センター 研究員 林田 拓己

I はじめに

三次元的に不均質な地下構造は、地震波の伝播過程や増幅作用に大きく影響を与える。このため、長周期地震動の励起・伝播特性および増幅特性を定量的に把握する際には、堆積平野およびその周辺の地震波速度構造を適切にモデル化することが重要となる。現在、日本列島の三次元地震波速度構造モデル高度化の一環として、堆積平野部を中心に各種物理探査が実施されている。しかし、現実には都市部や港湾域などのように既往の探査が難しい領域もあり、地下構造情報の空間分布には疎密がある。したがって、探査データの乏しい領域での三次元的な地下構造モデルの空間精度を検証し、信頼性を確保することが災害予測高度化に向けた今後の大きな課題である。

近年、2地点で記録された常時微動の相互相関処理によって堆積盆地内を伝播する表面波（長周期地震動の主成分）の波動特性を検討する手法（地震波干渉法）が地震学・物理探査分野等において着目されており、三次元速度構造モデル検証のための有力なツールとして適用されはじめている（図1参照）。原理的には任意の地点で常時微動を観測するのみで地震波速度構造の検討が可能となるため、有感地震が少ない地域や、地盤調査に多額の費用を割くことが難しい開発途上国などにおける応用も期待できる。ただしその一方で、データ処理やモデルの検証手法に不確実性が含まれているなど、実用化に向けて種々の問題を抱えているのも事実である。

本研究は、「堆積平野における長周期地震動伝播特性の評価手法に関する研究（H25-27 実施）」の一環として実施しており（図2）、既往および新規の観測データを用いた解析手法の検討と併せ、数値実験に基づく検証作業を重ねることにより同手法の適用性を検証することを目的としている。

II 研究成果の概要

1) 既往の観測データに基づく解析手法の検討

地震波干渉法によって抽出される相互相関関数は、一定の条件下において観測点間のグリーン関数（地下構造の情報を

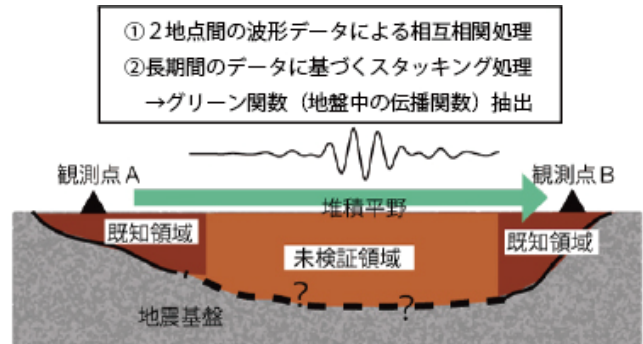
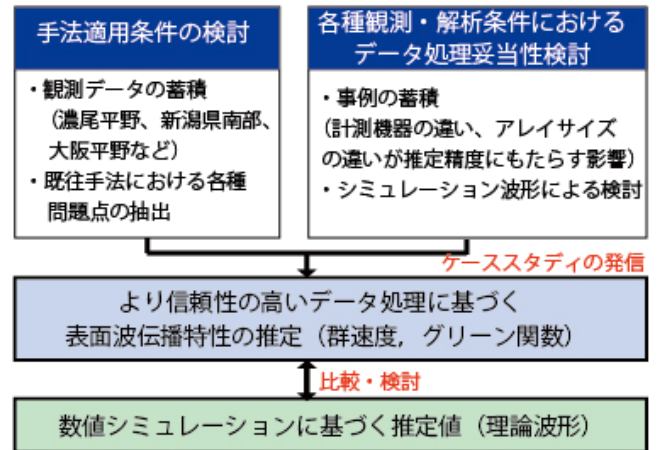


図1 地震波干渉法に基づく処理の概要

① 既往の観測データに基づく解析手法の検討



② 数値計算に基づく既往地下構造モデルの検討

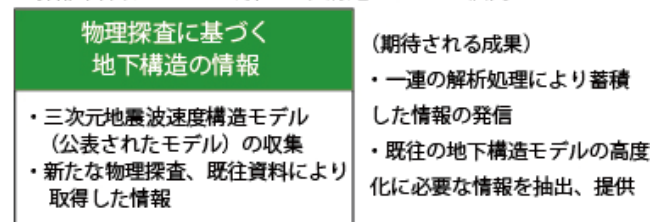


図2 研究内容と期待される成果

持つ伝播関数）に相当することが知られている。本研究ではまず、複数の地域における既往の地震観測記録（広帯域観測記録、短周期記録）を収集し、地震波干渉法解析によって導出される相互相関関数の波群の明瞭性について検討を重ねた。その結果、本来は1Hzよりも高周波帯域での観測に特化した

地震観測網の機器特性を補正することにより、比較的長周期の帯域（10 秒程度）において同手法による地下構造情報の抽出を可能ならしめることを示した（図3）。また、波群の明瞭性と観測期間との対応や、微動源の季節性に起因する観測誤差要因などについても検討を重ねた。現在、これらの検討結果を踏まえ、地下構造モデルの定量的検証が可能となる周波数帯域の整理を行っている。

2) 数値計算に基づく既往地下構造モデルの検討

1) で導出した相互相関関数と既往の地下構造モデルから理論的に導出される波動伝播特性（表面波群速度の分散性、グリーン関数）とを比較検討することで、モデルの信頼性を確認するとともに、改良が必要な領域の抽出を行っている。表面波群速度に関しては、適切な条件下においてデータ処理を施すことで、地下構造の複雑さを反映した地域性のある傾向が見られた（図3、図4）。これらは理論値とも比較的良好に対応していることから、地下構造モデルの有益な検討材料に資するものと考えられる。

表面波グリーン関数に関しては、現在、平行成層を仮定した簡易的な地下構造モデルを用いて、地盤内を伝播する理論伝播関数の導出を行い、観測値との比較を行っている（図5）。

III 今後の取り組み

今後はより複雑さを考慮した地下構造モデルを基に表面波波動特性の理論的検討を行い、観測値との対応を議論する。地盤構造モデルの検証作業の実例を提示することで、国内はもとより、開発途上国などにおいて地震動想定の高高度化を図る際の基礎的な検討材料として活用を図る。

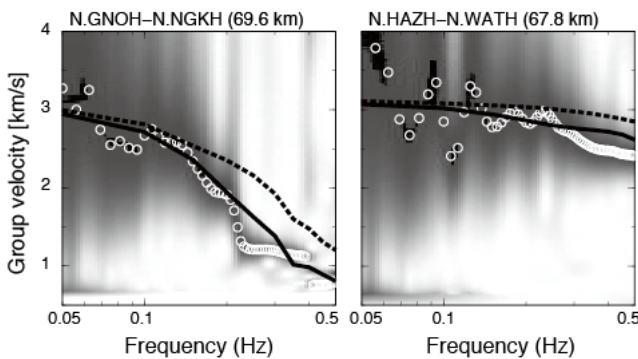


図3 相互相関関数より推定された2地点間の表面波群速度（白丸）と既往モデルによる理論分散曲線（実線、波線）との比較

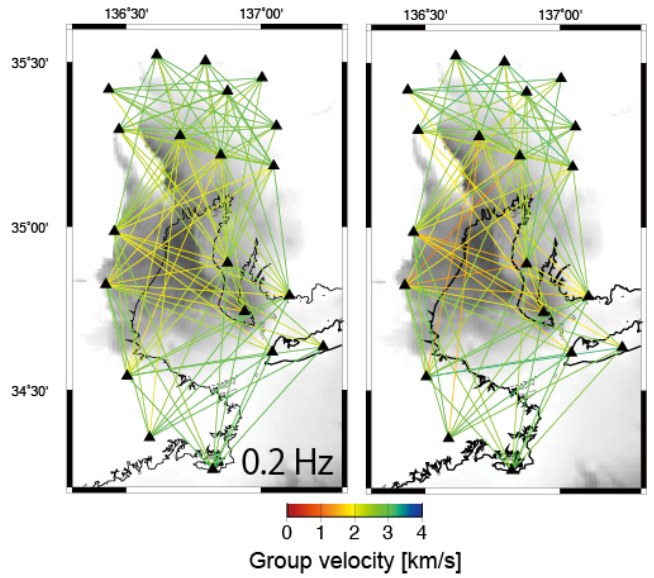


図4 0.2Hz 帯における、相互相関関数より推定された2地点間の表面波群速度（左）と既往モデルによる理論値（右）との比較

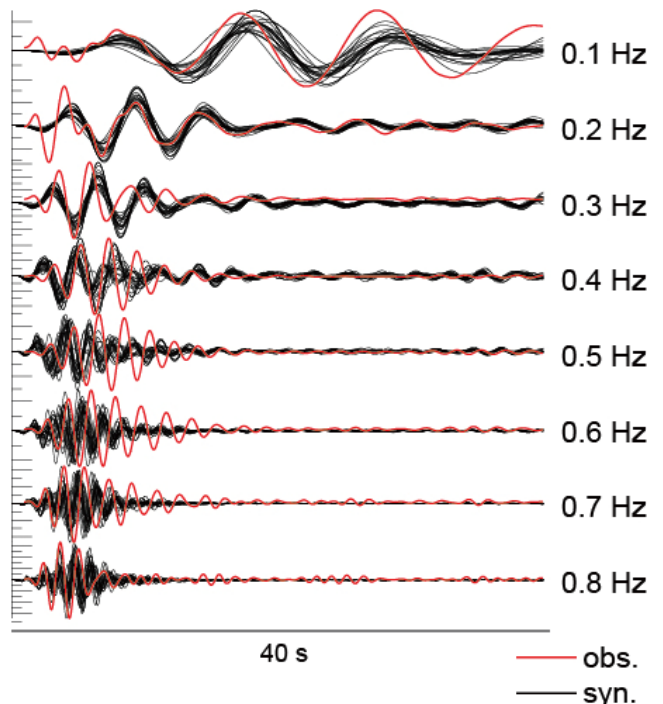


図5 周波数帯毎に導出した相互相関関数（赤）と、モデルにより導出した理論グリーン関数（黒）との比較。グリッドサーチにより、観測値を説明する最適なモデルを導出する。