

広帯域における強震動予測のための浅部・深部統合地盤モデルの構築

防災科研	正会員	先名 重樹
防災科研	非会員	前田 宜浩
応用地質	正会員	松山 尚典
防災科研	非会員	藤原 広行

1. 目的

強震動予測を高度化するためには、0.1 秒から 10 秒程度の広帯域の地震動特性を評価できるような地盤モデルの構築が重要な課題の 1 つである。そのためには、これまで別々にモデル化を実施してきた浅部地盤モデルと深部地盤モデルを統合し、観測記録を再現できるようなモデルの作成を進めていくことが不可欠である。本研究の地盤モデル作成の取り組みによる、広帯域地震動予測用のスタンダードな地盤モデルおよび構築手法を構築・公開していくことで、今後の地盤モデルの研究等もスムーズに行っていくことが可能であり、本研究の最終的な目標としている。ここでは、南関東地域（東京都・埼玉県・神奈川県・千葉県・茨城県）の結果を中心に報告する。なお、本検討における「浅部・深部統合地盤モデル」の構築で対象としている地盤構造と周期領域の概略については図 1 に示す。上記に示す手法を実施することにより、工学的基盤周辺付近の地盤構造モデルが改善し、特に、周期 2.0 秒～0.5 秒の地震動の周期および増幅特性や、常時微動観測のピーク周期（固有モード）にある程度調和的となる結果が期待される。構築の流れを図 2 に示す。

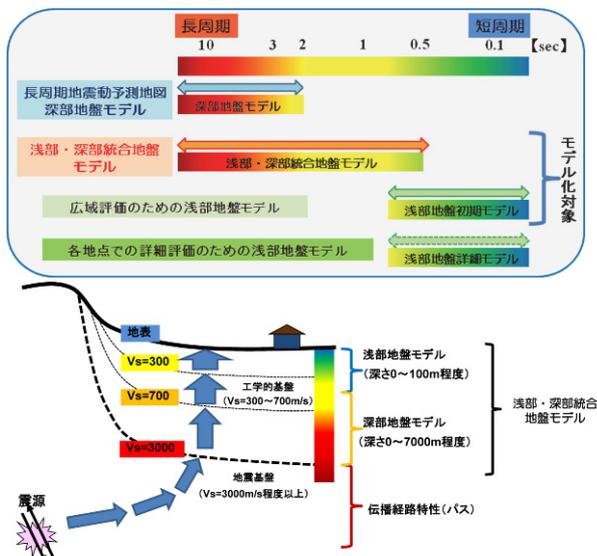


図 1 各地盤モデルの検討対象周期と日本の堆積平野における地盤構造の S 波速度と周期特性の関係概念図

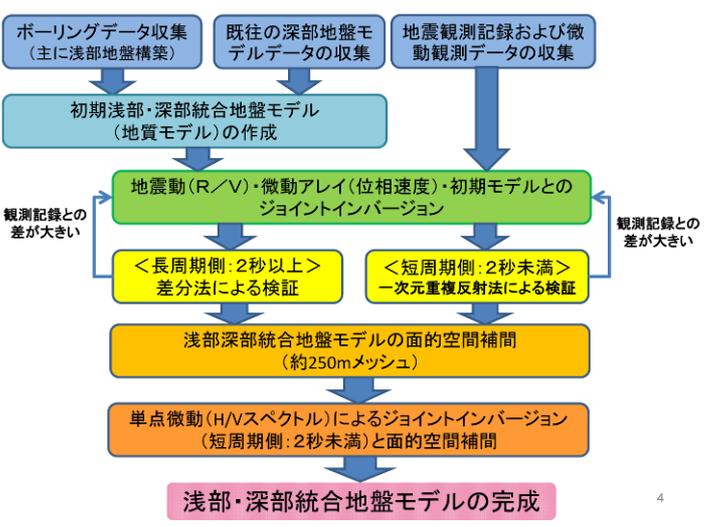


図 2 浅部・深部統合地盤構造モデル作成・検討の流れ

2. データの収集

地盤モデルを構築するために、ボーリングデータ・地震観測データ・微動観測データを収集した。ボーリングデータは、防災科研の「ジオステーション」による公開データと、改めて自治体単位で収集したボーリングデータを利用した。地震観測記録については、K-NET, KiK-net, 気象庁, 自治体（主に県）の観測記録を収集した。収集した期間は、2000年4月1日～2011年3月31日までのデータである。常時微動観測については、単点による観測と微動アレイ観測を実施している。観測は、主に小・中・高校の敷地を利用した単点による観測（2236地点）と、K-NET, KiK-net, 自治体の震度観測地点の微動アレイ観測（226地点）をそれぞれ実施した。観測には、水平2成分上下動1成分およびロガー(LS-7000XT)等が装備された、一体型微動観測装置JU215（白山工業社製）を用いた。微動アレイは、半径R=400m, 200m, 100mの大きさのほぼ正三角形のアレイと、それよりも小さな半径については、主に一辺75m, 50m, 25mのL字アレイを展開した。

3. 初期モデルの構築

本研究での初期の浅部地盤構造モデル(地質モデル)の作成方法の流れは以下の通りである。

-) 対象地域の地質層序を設定し、柱状図を地質で区分する。
-) 各柱状図から地層の連続性を読み取る。
-) 地層境界データの補間、メッシュへの割り振りにより、地質構造モデルを作成する。
-) ボーリングデータの標準貫入試験のN値からS波速度へ変換し、速度構造モデルを作成する。

なお、深部地下構造の初期モデルについては、全国一律に評価された地下構造モデル(J-SHISモデル)を使用することとした。浅い地盤モデルと結合することで、初期の浅部・深部統合地盤モデルとしている。

4. 微動観測記録と地震観測記録によるモデルの修正

地震記録のR/V, 微動による観測位相速度, および前節の初期地盤モデルから得られる理論値(R/Vおよび位相速度)を用いて, 逆解析によりS波速度構造を求めた。逆解析は, 近傍の強震観測点において観測された地震波形のSコーダ波を用いてR/Vスペクトルを求め, 微動の観測分散曲線と同時逆解析を実施した。図3には逆解析のフローを示す。上記の処理で, 観測と理論の残差を小さくすることで, 最終的な速度構造を決定している。なお, 位相速度は基本モードで, 観測R/Vスペクトルは, レイリー波の基本モードから1次モードを考慮した理論計算で行った。ジョイントインバージョンの結果例を図4に示す。この結果より, 計算された理論H/Vスペクトル比は, 観測R/Vスペクトル比と良く合い, 殆どの観測点で結果が良くなった。これらの結果を空間的に補間した上で最終的な地盤モデルを作成した。作成した地盤モデルによるAVS30(m/s)を図5に示す。

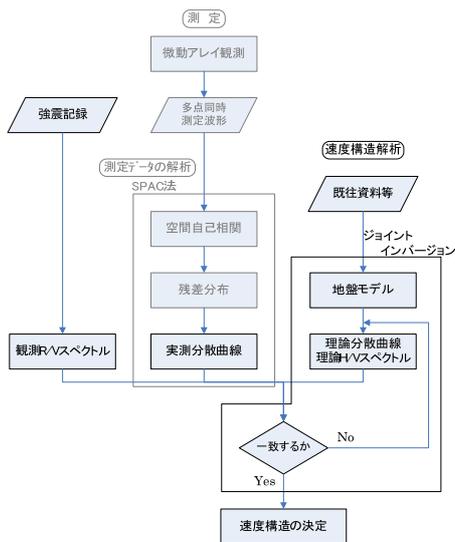


図3 地震記録とのジョイントインバージョンのフロー

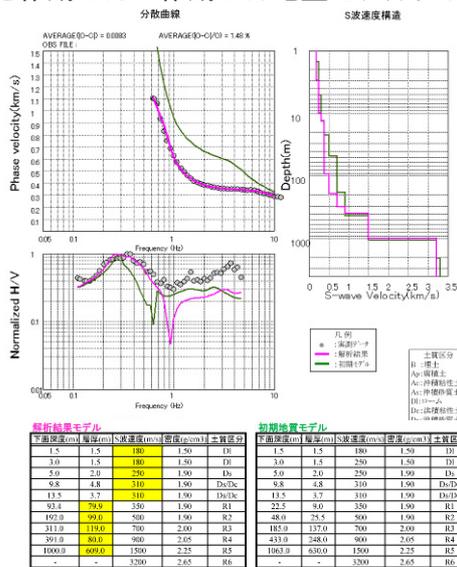


図4 ジョイントインバージョン修正結果例(茨城県旭総合支所)

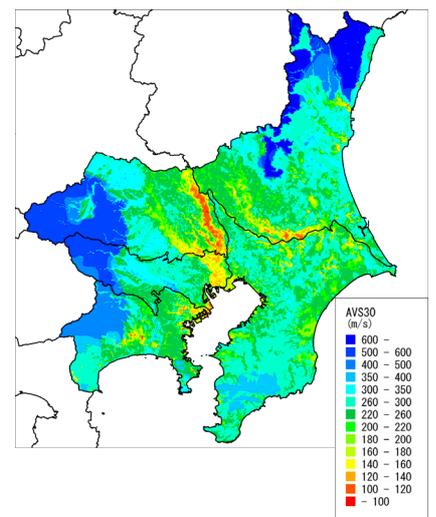


図5 作成した地盤モデルから計算された AVS30(m/s)

5. まとめ

本研究では, 初期地質モデルを作成し, 地震および常時微動観測記録にて速度構造のチューニングを行い, 浅部・深部統合地盤モデルを作成した。本研究のモデルは, 既往の地下構造モデルと比較すると, 広帯域全域の周期・増幅特性が改善されており, 特に防災の観点で重要な周期1秒付近において大幅に改善された。この結果は, 微動観測による位相速度と周期特性(H/Vスペクトル比)等の評価によって, より精度が高くなったものとする。なお, 初期地盤構造モデルを作成する際に, ボーリングデータ収集の粗密により, 地域によっては作成が難しくなる(品質にばらつきが出る)という点では, まだ若干の検討および改善の余地は残る。今後, さらに関東地方全域および日本全国への展開を視野に検討していく予定である。

キーワード 広帯域地震動予測, 地盤モデル, 微動探査, ボーリングデータ, S波速度構造
 連絡先 〒305-0006 茨城県つくば市天王台 3-1 (独)防災科学技術研究所 TEL 029-863-7860