

微動アレイ観測による S 波速度構造の推定

- S 波速度構造モデルの修正に関する研究 -

荏本研究室 200502641 柳澤寿樹

1 はじめに

表層地盤の S 波速度構造は地盤の増幅特性などを推定する際に重要な要素である。PS 検層や N 値を用いた推定式などにより S 波速度を求めることができるが、前者は経済的な理由から高密度に行うのが困難であったり、後者は式により推定値にばらつきがあったりという問題が報告されている。そのような中で比較的手軽に行える微動アレイ観測とその解析から表層地盤の S 波速度構造を推定する方法が用いられるようになった。

本研究では推定した表層地盤の S 波速度構造のモデル(以下「モデル」という)の解析結果を実測値に近づけるためモデルを修正する際の根拠として、修正したモデルの伝達関数の理論値を算出しアレイ観測点中心の微動記録の H/V スペクトル(以下「H/V」という)と比較することで修正モデルが観測地の表層地盤の実状に適した解析結果を得られるのかを検討する。また強震記録の H/V も算出し微動記録と同様にモデルの修正をする際に利用できるかも検討する。

2 微動アレイ観測

2.1 観測地

白幡小学校、駒林小学校、末吉中学校の 3ヶ所を選定。選定理由として伝達関数との比較を容易にするため強震計設置施設で PS 検層データがあり周辺にボーリングデータが存在することが挙げられる。

2.2 観測方法

サーボ型速度計を二重三角形型(図. 1)に配置しアレイ半径は 25m、12.5 mとした。サンプリング周波数を 100[Hz]とし、各アレイ半径につき 20 分観測を行った。また微動の 3成分観測をアレイの中心で行った。

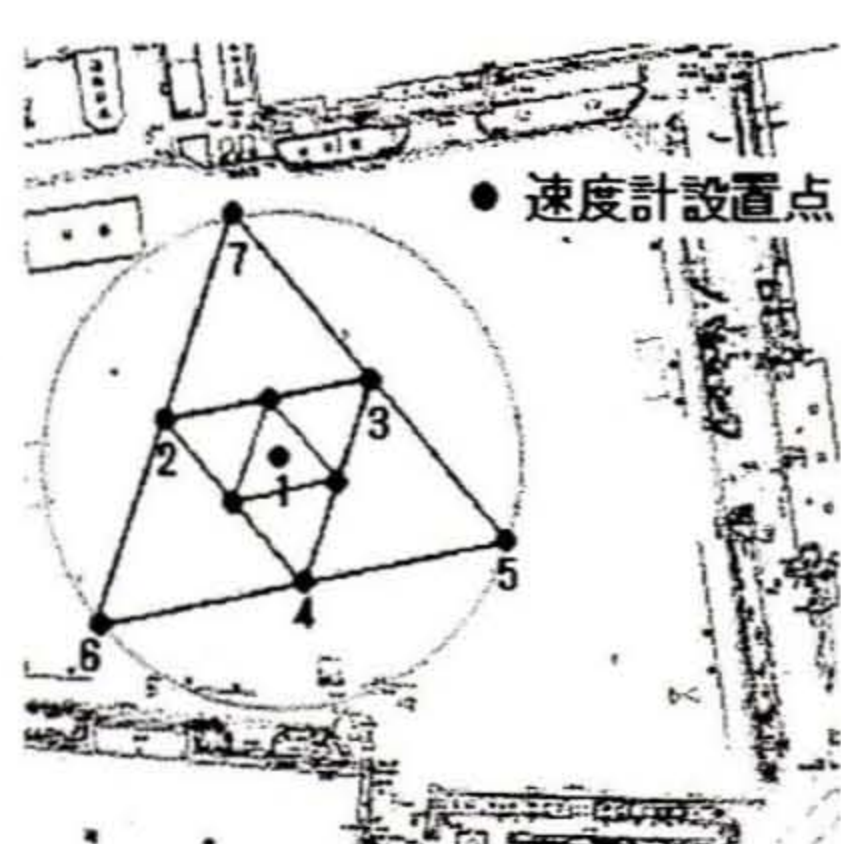


図.1 白幡小学校二重三角形型アレイ配置図

2.3 解析方法

アレイ観測の解析に今回は SPAC 法(空間自己相関法)を用いた。ここでは簡単に位相速度分散曲線(以下「分散曲線」という)の算出までの流れを図. 2 に示す。

下「分散曲線」という)の算出までの流れを図. 2 に示す。

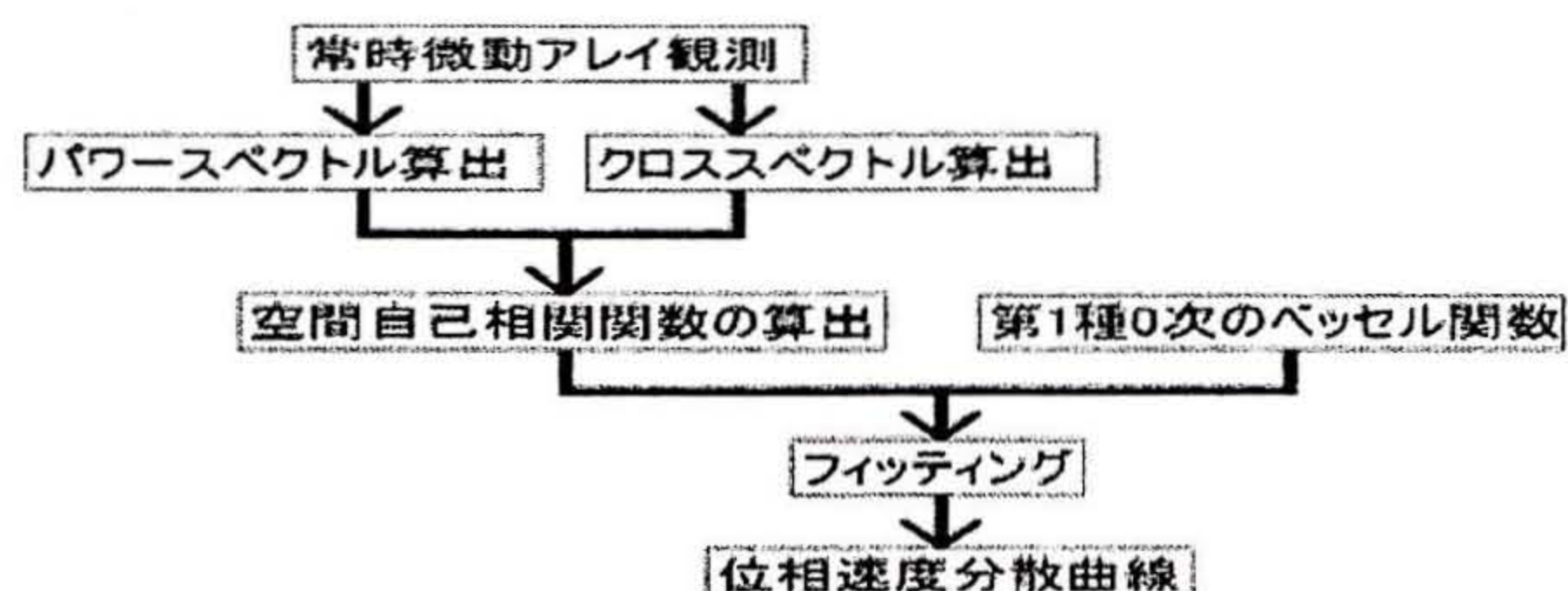


図.2 SPAC 法による解析の流れフローチャート

3 強震記録の解析

強震記録は横浜市強震ネットワークの 3 成分の加速度記録を使用した。強震記録は参考文献 9) を参考に地盤の非線形性の影響をほぼ無視できる強震記録を震源地が東京湾、千葉県北西部、伊豆半島東方沖の 3 方向から各 2~6 つのデータを選択し、本研究では S 波到達付近とコーダ波の 2 つの範囲の H/V を算出した。

各地点の強震記録の S 波到達付近の H/V の周期特性は確認しづらく、コーダ波の H/V では微動記録の H/V 同様周期特性が確認できた。またコーダ波の H/V は震源別に見ても周期特性にほぼ変化はなかった。また微動の H/V に近づくことから微動記録の H/V 同様に扱えると考え以下のモデル作成において利用した。

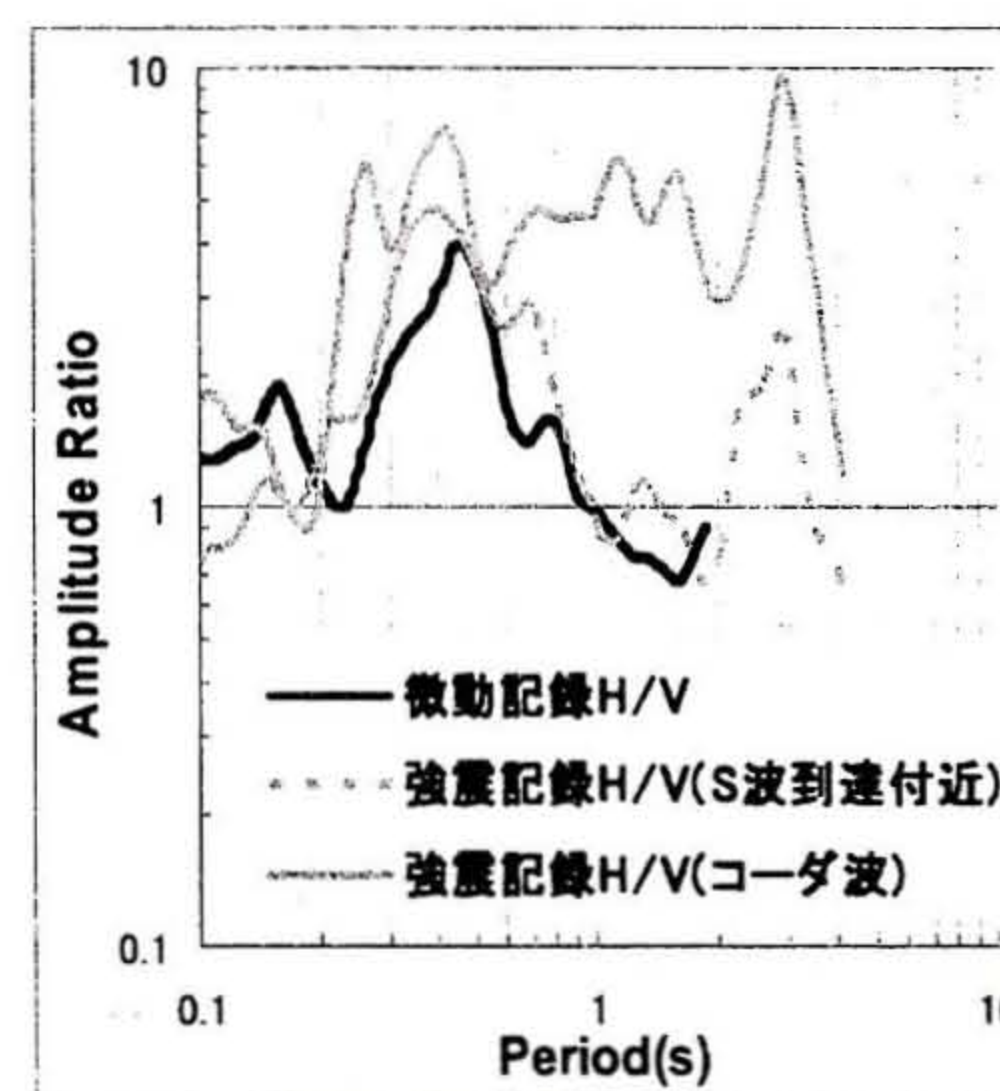


図.3 末吉中学校 H/V スペクトル比較例

4 推定 S 波構造モデル

各観測地の PS 検層データから初期モデルを作成し分散曲線と伝達関数の理論値を算出して微動アレイ観測による分散曲線と微動、強震動記録の H/V とを比較するとともに周辺のボーリングデータも参考に修正する。

5 解析結果の比較

5.1 分散曲線との比較

白幡小学校では分散曲線の実測値では 2~4[Hz]

に分散しているのに対し初期モデルの理論値では 2~10[Hz]に分散し大幅なずれが生じた(図. 4 右上)。白幡小学校の推定断面から観測地点で急激な地盤構造の変化が認められておりこのような地盤構造の地点ではアレイ観測の適用が困難であることがわかった。

駒林小学校は初期モデルと観測結果の分散曲線に若干のずれがあり。モデルの伝達関数と強震記録の周期特性も一致しなかったため周辺ボーリングデータを比較検討し強震計付近のボーリングデータに合わせモデルを修正したところ分散曲線の理論値と実測値がほぼ一致した(図. 4 左下)。

末吉中学校は、初期モデルと観測結果の分散曲線がほぼ一致した。修正モデルは初期モデルよりも実測値に近づいた(図. 4 右下)。

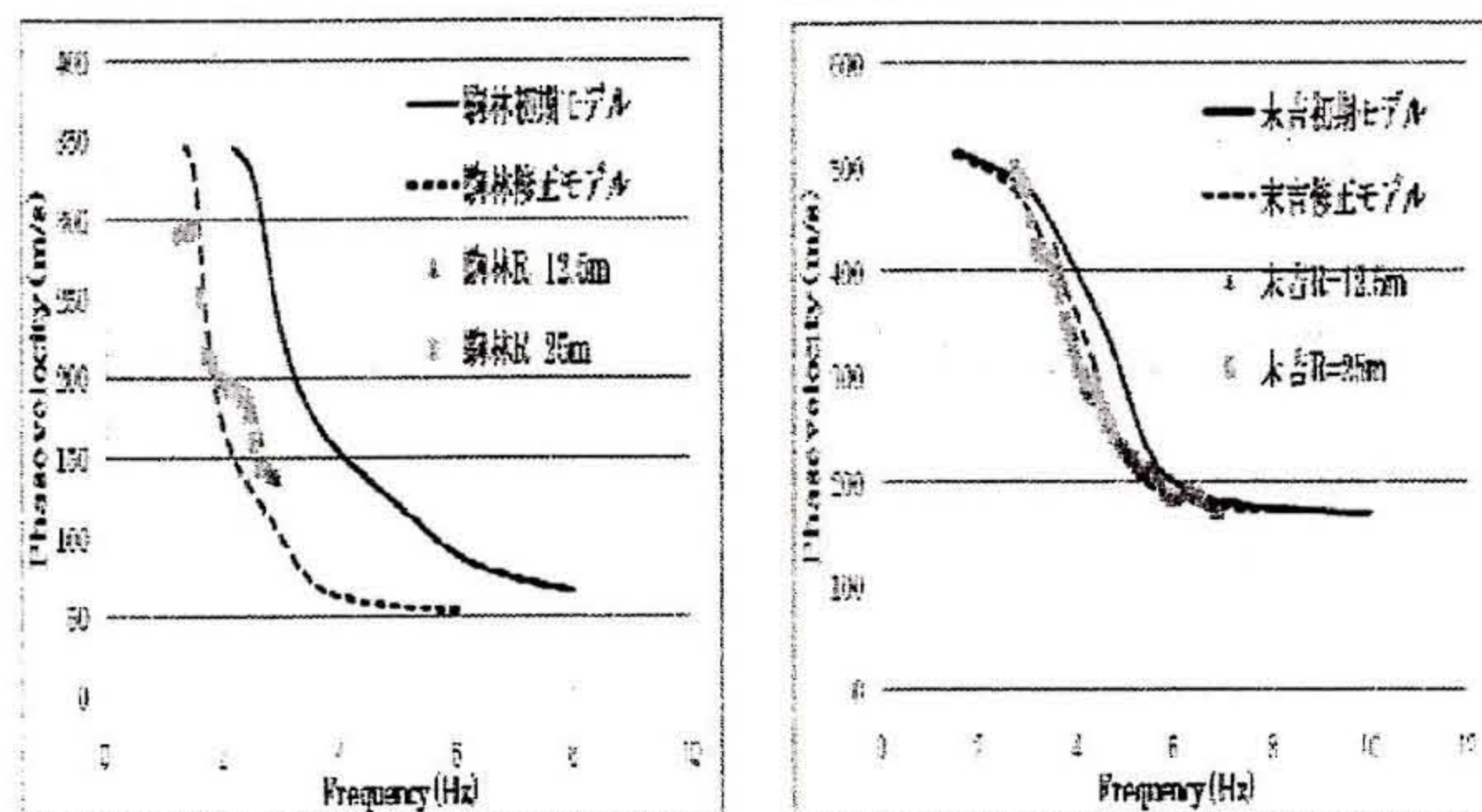


図.4 速度分散曲線比較

5.2 伝達関数と H/V スペクトルの比較

駒林小学校と末吉中学校の各修正モデルの伝達関数と H/V の周期特性はほぼ一致し伝達関数の周期特性を H/V のものに近づけることで適した推定モデルが得られることがわかった(図. 6, 7)。

6 まとめ

地盤の非線形性の影響をほぼ無視できる強震記録の H/V スペクトルはコーダ波の解析をすることで周期特性が読み取りやすくなり、また震源の方向による変化はほぼ認められなかったため微動の H/V スペクトル同様モデルの修正に利用できると考えられる。

推定 S 波構造モデルは伝達関数と微動の H/V スペクトルの周期特性を整合するように修正することで、実測値に近い位相速度分散曲線を得られることがわかった。

以上のことから微動の H/V スペクトルとアレイ観

測による位相速度分散曲線の整合性を取ることでより有用な S 波速度構造を推定することが可能となることがわかった。

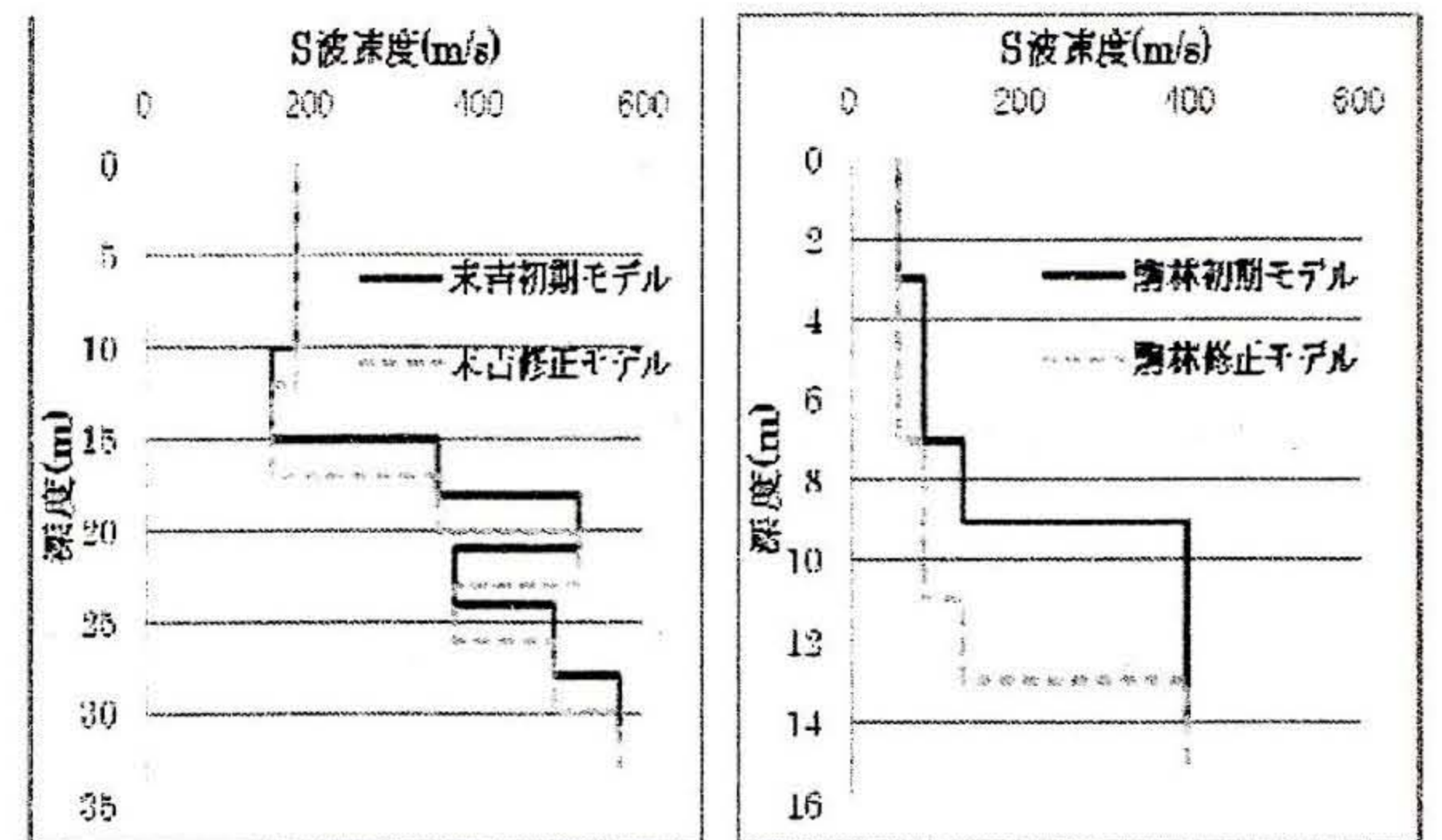


図.5 推定 S 波速度構造モデル

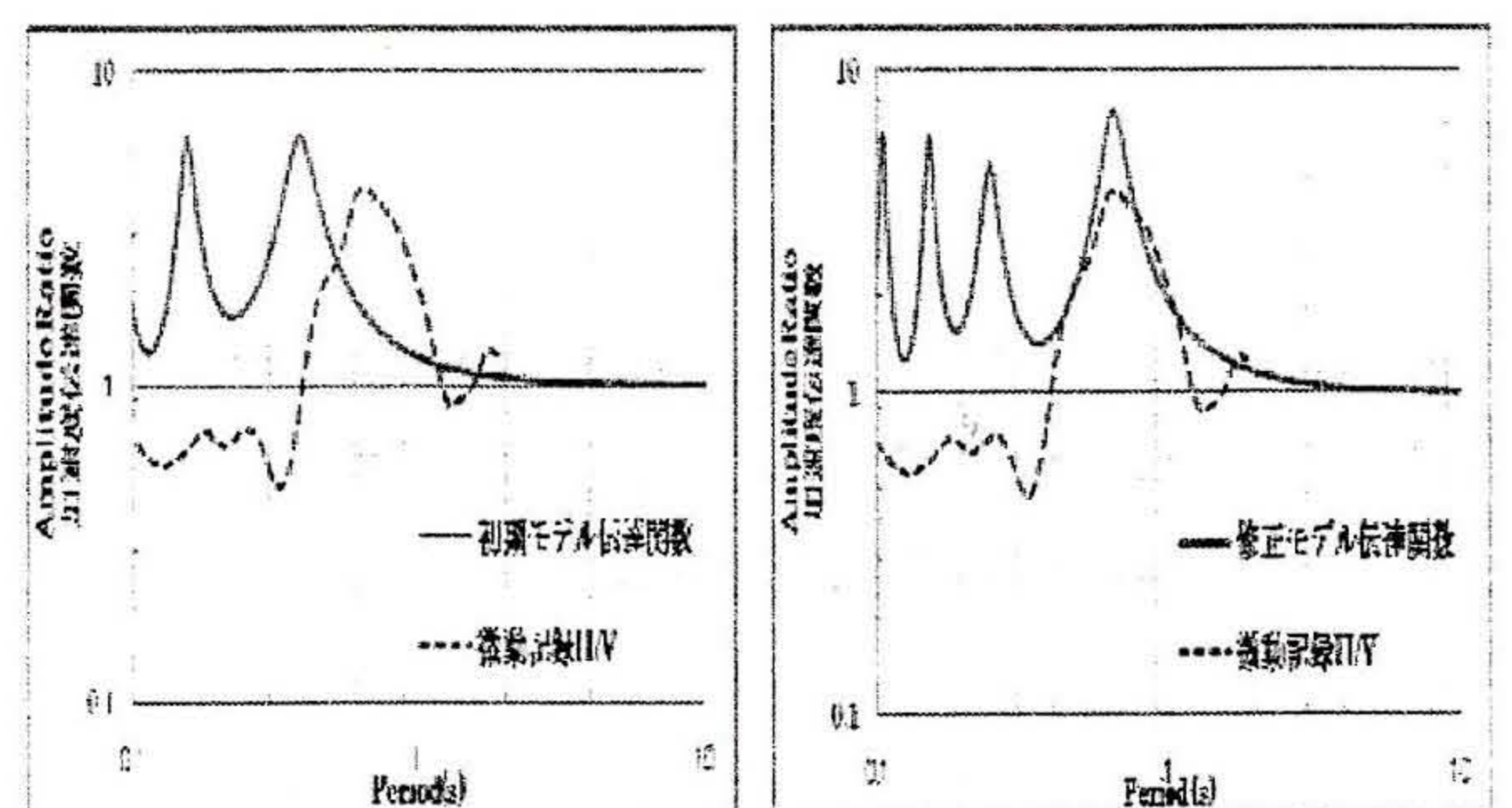


図.6 駒林小学校伝達関数比較

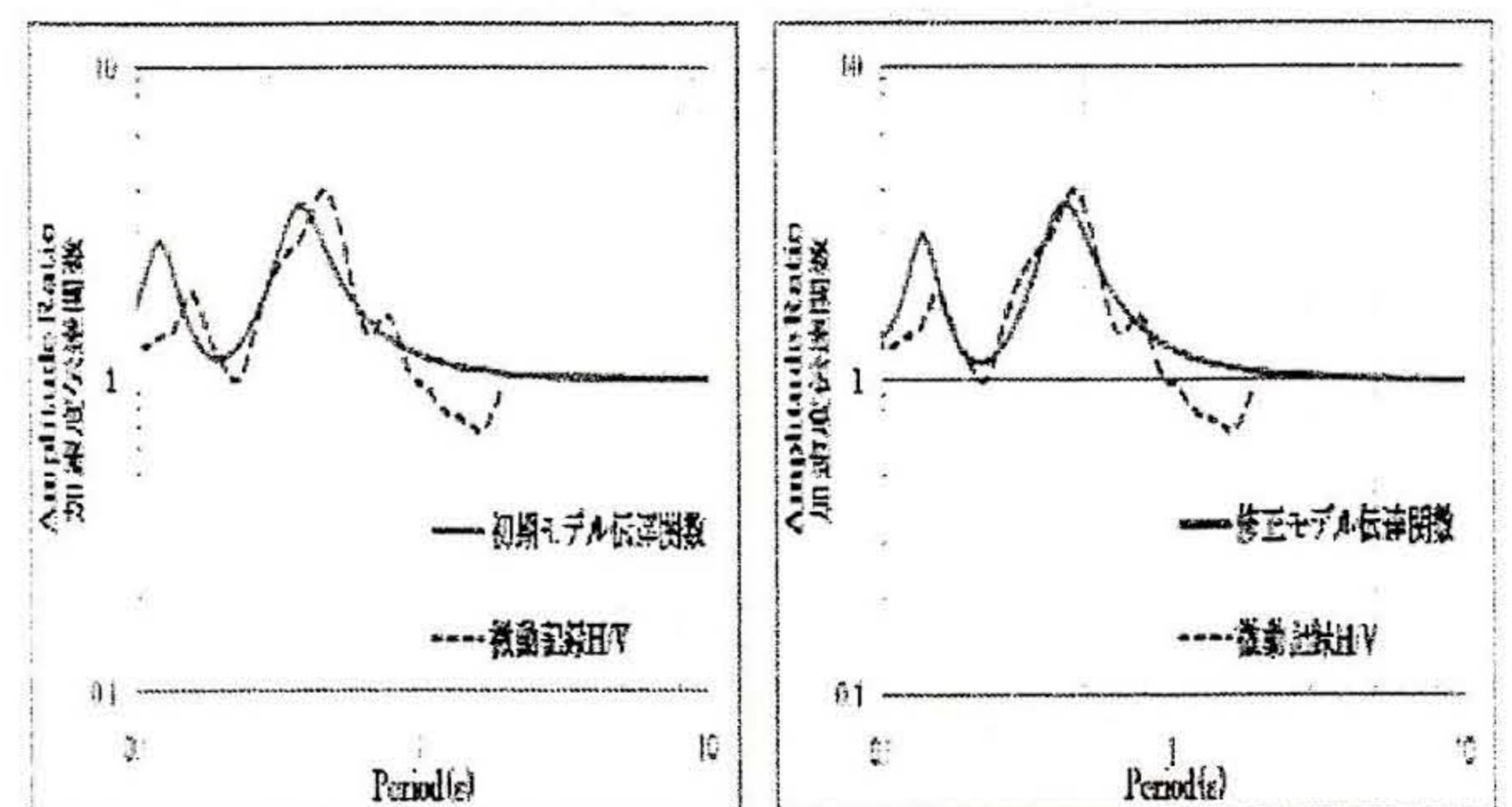


図.7 末吉中学校伝達関数比較

【参考文献】

- 1) 日本建築学会『地震動と地盤』1983
- 2) 岡田廣『物理微動探査法ワンデーセミナー』1997
- 3) 横浜市総務局災害対策室『横浜市域内における地盤・地質調査委託報告書』1997
- 4) 防災科学技術研究所 ウェブテキスト『強振動の基礎』(<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/gk/publication/index.html>)2000
- 5) 日本建築学会『地盤振動現象と理論』2005
- 6) 北野栄二郎「SPAC 法による地盤構造の推定に関する研究」2003
- 7) 新倉直明「微動アレイ観測による表層地盤の推定に関する研究」2005
- 8) 石井匠「短周期微動アレイ探査法による地盤構造の推定とその有用性に関する研究」2006
- 9) 翠川三郎、駒澤真人、三浦弘之「横浜市高密度強震計ネットワークの記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度との関係」2008