

# 表層地盤の速度構造のモデル化の違いによる地震動伝播特性への影響に関する研究

正会員 山田芳人\*1 同 福和伸夫\*2  
同 飛田 潤\*3 同 中野 優\*4

速度構造 分散曲線 伝達関数  
レイリー波 ラブ波

## 1. はじめに

一般に地盤の地震応答解析では地盤を水平成層にモデル化し、各層内の速度を一定にした解析が行われている。近年、大規模堆積平野の3次元応答解析が行われるようになってきたが、その場合も地震基盤以浅の堆積層を2~5層程度のモデルとし、各層では一定の速度としている場合が多い。しかし実際には各層内で拘束圧効果などにより、せん断波速度は漸増していると考えられる。そこで本論では速度構造のモデル化の違いが地震動伝播特性にどの程度の影響を及ぼすのかについて基礎的な検討を行う。堆積層と地震基盤からなるモデルを対象に、堆積層の速度変化の設定の異なるモデルを比較することにより、表層地盤の速度構造のモデル化の違いによる地震動伝播特性への影響を考察する。

## 2. 地盤モデルの設定

図1に検討する地盤モデルを示す。層厚で重みづけした平均S波速度が1000m/sとなるように堆積層を分割し、物性値はS波速度をパラメータとするモデルを設定する。

## 3. 検討

図2・3にレイリー波・ラブ波分散曲線を示す。分散曲線には速度変化の顕著な振動数域があり、この振動数域での変化は、基盤と最表層のS波速度の差が大きくなる多層モデルほど傾きが顕著なものとなっている。これは表面波の分散曲線が基盤と表層のS波速度に大きく依存していることを示している。また、短周期になるにつれ高次のモードが現れ、多層モデルになるほど低い振動数で複数のモードが存在していることが確認できる。

図4にレイリー波・ラブ波モード形を示す。各モードとも水平成分の振幅は最表層で大きく変化しており、表層と2層目との境界面より深い深度では振幅は0に収束している。表面波は表層内で反射を繰り返しエネルギーが伝わる波であるために、表層より深い深度にはエネルギーが伝わらず振幅は小さく、表層と2層目の境界面より振幅が大きくなることが確認できる。レイリー波ではエアリー相(0.48Hz)において上下成分が最大となり、その際の水平成分は0になるという傾向が見られる。

図5・6に層毎の伝達関数を示す。多層モデルほど1次ピーク振動数は長周期側となる傾向が見られた。層毎の増幅度は、1次ピークには表層の物性が大きく寄与しているが、2次・3次ピークでは中間層の影響が大きいことが

わかる。最表層と基盤とのインピーダンス比が大きくなる多層モデルほど増幅度は大きくなるが、その値はインピーダンス比よりも小さな値となる。これは、多層モデルになると各層での増幅しやすい振動数が異なってくるためと判断できる。また、2E/E+F(図6)では1次ピークより2次ピークが大きな振幅を示す場合も認められる。

## 4. 実体波と表面波の関連

レイリー波分散曲線の各モードにおいて、速度変化の勾配の大きな振動数と、伝達関数の卓越振動数が対応している傾向が多層モデルほどよく見られた(図7)。さらにレイリー波モード形と、伝達関数の深さ方向の振幅分布の形状の対応がよいことが確認できた(図8・9)。これは多層モデルになるほど表層の影響が大きくなるために、実体波と表面波の特性がよく対応してくると思われる。

## 5. 結論

表層地盤の層分割とモデル化が表面波伝播特性、地盤の増幅特性に与える影響について検討した。本検討で用いたモデルは単純な例であるため、今後は実際の地盤の複雑な構造のモデル化について検討を加える。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、工学院大学久田研究室にて公開されているプログラムを使わせて頂きました。ここに感謝の意を表します。

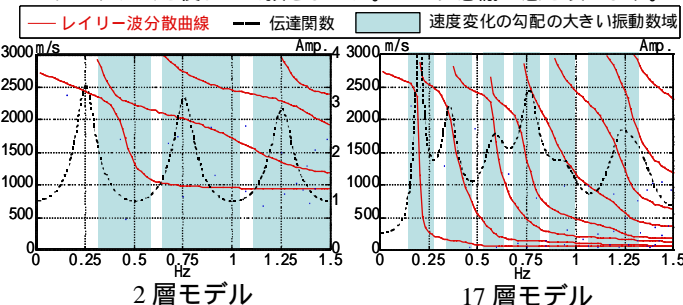


図7 分散曲線と伝達関数の相関

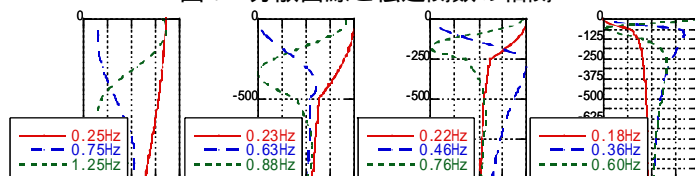


図8 卓越振動数におけるレイリー波モード形

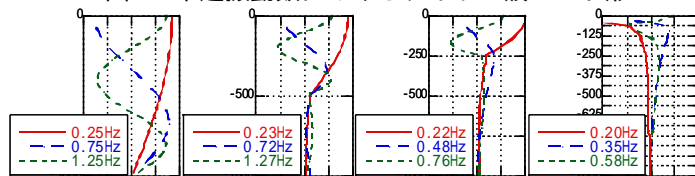


図9 卓越振動数における深さ方向の振幅分布

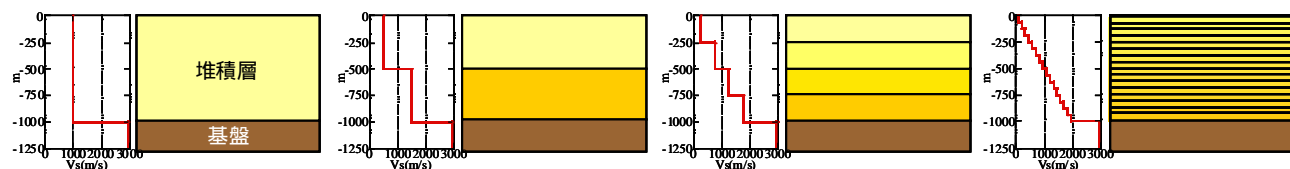


図1 地盤モデルとS波速度構造

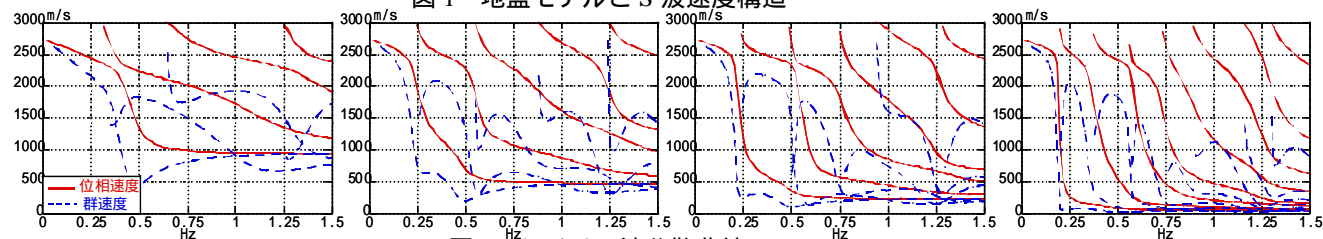


図2 レイリー波分散曲線

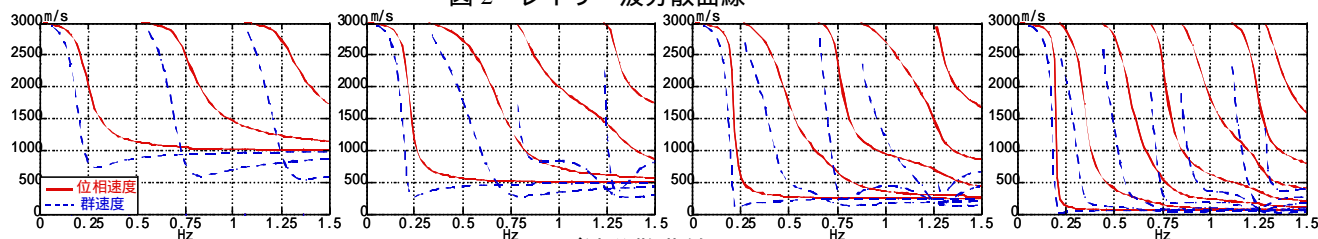


図3 ラブ波分散曲線

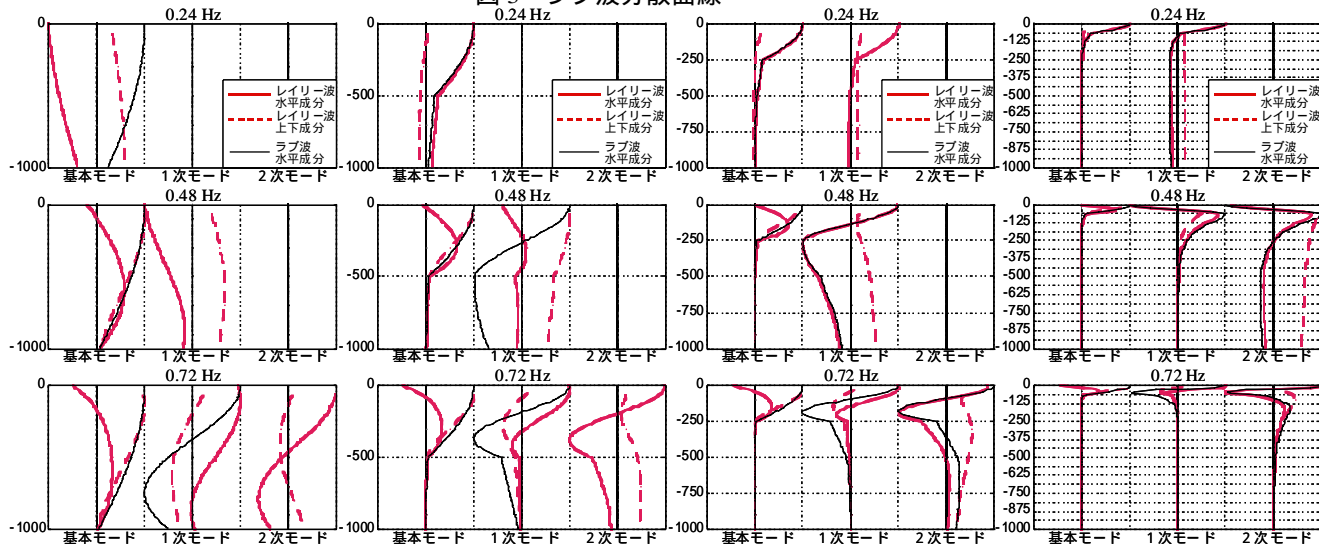


図4 レイリー波・ラブ波モード形

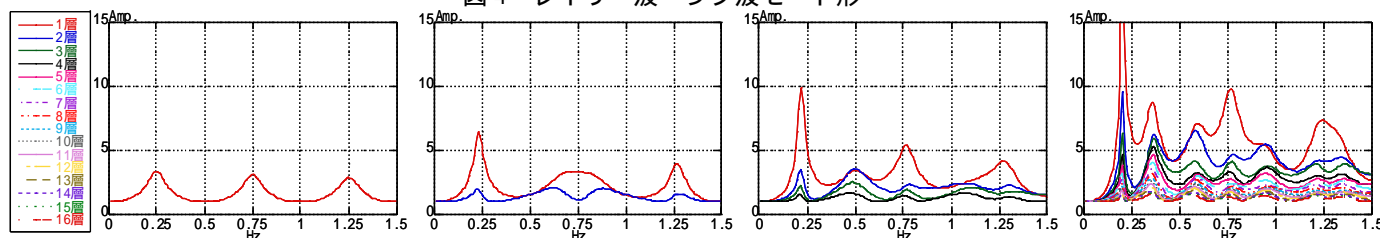


図5 伝達関数 2E/2E

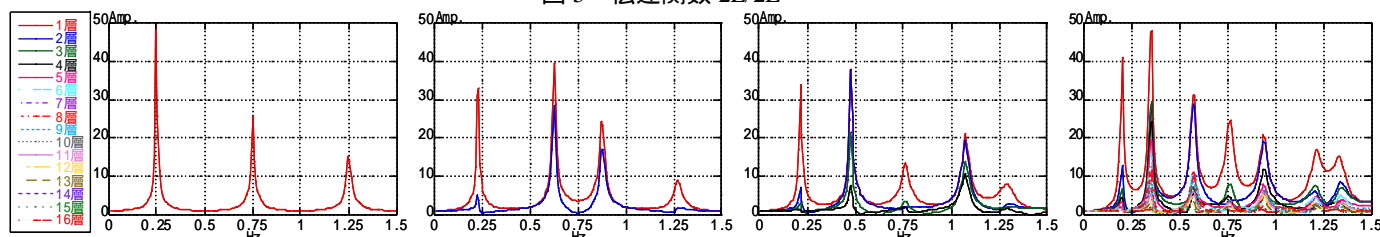


図6 伝達関数 2E/E+F

\*1 名古屋大学大学院環境学研究科 大学院生  
 \*2 名古屋大学大学院環境学研究科 教授・工博  
 \*3 名古屋大学大学院環境学研究科 助教授・工博  
 \*4 名古屋大学大学院環境学研究科 助手・博士(理学)

\*1 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.  
 \*2 Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.  
 \*3 Assoc. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.  
 \*4 Associate Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.