

1 背景と目的

兵庫県南部地震では震災の帯と呼ばれる激震地域が発生し被害が集中した。この原因として堆積平野端部の基盤段差による直達波と回折波の干渉効果が挙げられている¹⁾。このような不整形地盤構造を持つ場所では、地震動の増幅特性を考える際に堆積層だけでなく、深部地盤の伝播特性についても考慮することが重要である。

このような背景から堆積平野の地下地盤構造を把握するために様々な物理探査が実施され、地震基盤以浅の堆積平野の波動伝播特性についての研究が盛んに行われている。その中で2次元・3次元の地盤モデルを設定した解析では、堆積層と地震基盤を区別した2~5層程度のモデルとし、各層では深さ方向に一定の速度を与えている場合が多い。しかし実際には各層内でも深さによって速度構造が変化しており、速度構造のモデルの設定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を把握しておくことは、適切なモデル化を行う上で重要である。

そこで本論では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って、表層地盤モデルの速度構造の違いによる地震動伝播特性への影響を考察する。

2 堆積層の速度構造と波動伝播特性

地震基盤以浅の堆積層の地盤モデルの違いが表面波の特性や伝達関数の特性にどのような影響を与えるかを検討する。

2.1 地盤モデルの設定

図1に検討に用いる地盤モデルを示す。層厚で重みづけした表層平均S波速度が1000m/sとなるように堆積層を分割したモデルを設定する。各モデルの物性値はS波速度をパラメータとしている。

2.2 レイリー波・ラブ波分散曲線

図2・図3に各地盤モデルのレイリー波・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。

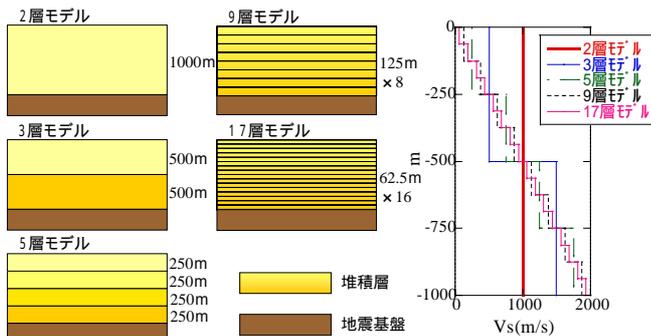


図1 地盤モデルとS波速度構造

2.3 レイリー波モード形

図4にレイリー波モード形を示す。各モードとも水平動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なり、表層と2層目との境界面より振幅が大きくなると考えられる。図は略したが、上下動はエアリー相(0.48Hz)において最大となり、その際の水平動は0になるという傾向が見られた。

2.4 伝達関数

図5に層毎の基盤との伝達関数 $2E/2E$ 、図6に伝達関数 $2E/E+F$ を示す。多層モデルになるほど伝達関数の1次ピーク振動数は長周期側にずれる傾向が見られた。層毎の増幅度を見ると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次ピークにおいては中間層の影響が大きいことがわかる。 $2E/2E$ では、最表層と基盤との速度差が大きくインピーダンス比も大きくなる多層モデルほど増幅度は大きくなっている。しかし多層モデルになるほど増幅度はインピーダンス比よりも小さな値となるが、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、2層モデル以外では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。

2.5 H/V スペクトル

図8にレイリー波H/Vスペクトルを示す。H/Vスペクトルの1次ピーク振動数と伝達関数($2E/2E$)の1次ピーク振動数は比較的对応が良いと言えるが、多層モデルになるほどH/Vスペクトルの1次ピーク振動数は長周期側にずれる傾向が見られた。

2.6 分散曲線と伝達関数の関連

レイリー波分散曲線(図2)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(図5)が対応している傾向が多層モデルほどよく見られた。さらにレイリー波モード形(図4)と、伝達関数の深さ方向の振幅分布(図7)の形状の対応がよいことが確認できた。表層の影響の大きい多層モデルになるほどモード形の対応が良くなると考えられる。

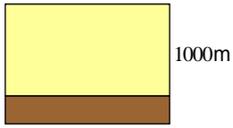
3 結論

これらの検討によって、地盤のモデル化により表面波の伝播特性、地盤の増幅特性に大きな影響があることを示した。しかしながら今回検討したモデルは、深さに比例し速度が大きくなる、限定された特性をもつ非常に単純な例である。よって今後は、実際の地盤の複雑な構造のモデル化についても検討を加える必要がある。堆積平野内の地震動予測のため、より精度の高い地盤モデルの設定を行い、さらに地盤の不整形性による伝播特性への影響も検討していくことが今後の課題である。

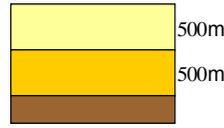
参考文献

1)川瀬博:兵庫県南部地震の際の神戸市内に震災帯を生成させた盆地端部でのエッジ効果の生成プロセスと深部地盤構造の関係に関する一考察、日本建築学会学術講演梗概集 pp.271-272.1996

2層モデル



3層モデル



5層モデル



17層モデル

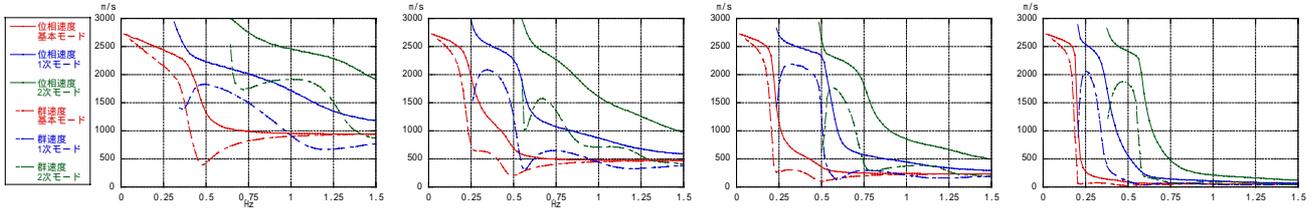
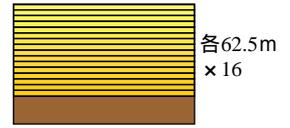


図2 レイリー波分散曲線

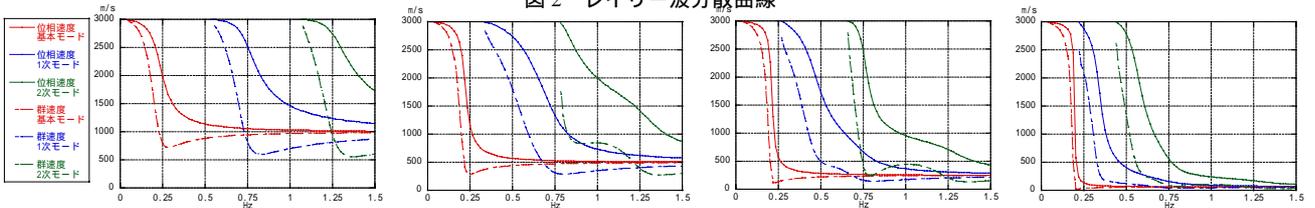


図3 ラブ波分散曲線

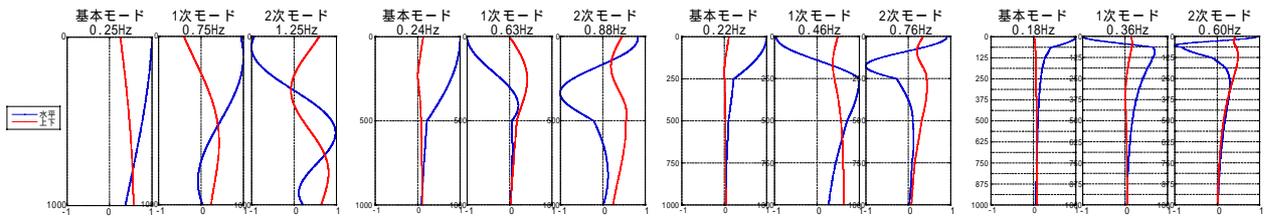


図4 レイリー波モード形

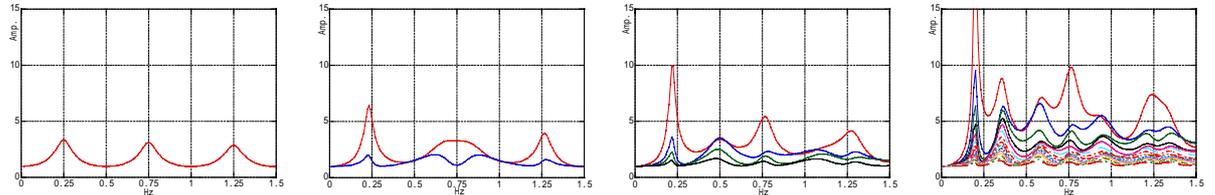


図5 層毎の伝達関数 2E/2E

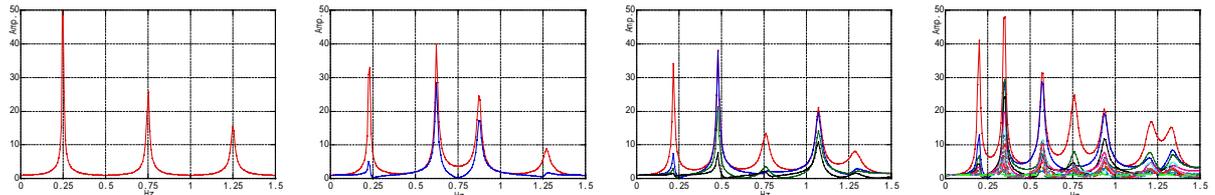


図6 層毎の伝達関数 2E/E+F

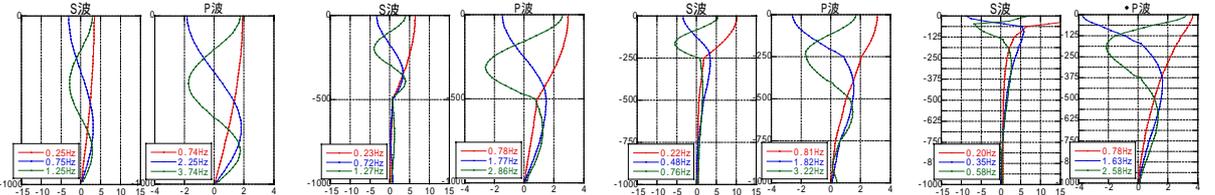


図7 卓越振動数における深さ方向の振幅分布

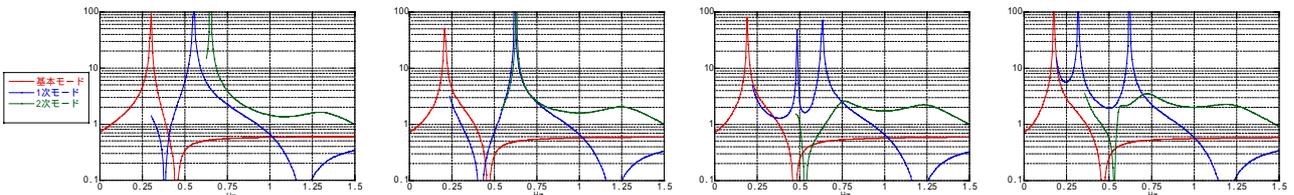


図8 レイリー波 H/V スペクトル