

佐藤工業(株) 古田 望, 中村 晋, 辻野 修一

1. はじめに

原子力関連施設のような大規模重要構造物では、耐震設計上有利である硬質地盤の立地難から、軟質地盤上の立地も検討されつつある。このような重要構造物では、単に水平動のみならず上下動も考慮し耐震設計を行わねばならない。また、軟質地盤上に構築される場合には、実体波のみならず表面波の影響も考慮し耐震設計を行う必要がある。このような観点から本報告では、水平動と上下動の両成分を有する表面波であるRayleigh波に着目し、軟質地盤の応答性状、特に分散特性および増幅特性を評価するため、せん断波速度、ポアソン比等の地盤の力学特性をパラメータとした計算を行い地盤の応答特性に及ぼす影響を検討した。

2. 解析手法および解析地盤モデル

Rayleigh波伝播時における多層地盤構造の分散特性を算出する手法には Haskellの手法¹⁾を用い、増幅特性の算出には HarkriderのMedium Response 算出手法²⁾を用いた。

検討の対象としたのは、図-1に示す2層地盤モデルで、基盤のせん断波速度を1000m/sec, せん断波速度に関する表層と基盤層の波動インピーダンス比を0.1, 0.2, 0.4の3ケースとし計算を行った。また、粗密波速度(V_p)は基盤ではポアソン比(ν)を0.3とし、表層では各波動インピーダンス比毎にポアソン比を0.3, 0.49の2ケースとし算出した。

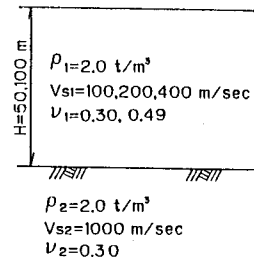


図-1 地盤構造モデル

3. 解析結果

図-2, 3に分散特性, 図-4, 5に増幅特性, 図-6, 7に周波数領域における水平変位成分と上下変位成分の比(H/V)を、波動インピーダンス比とポアソン比をパラメータとして示した。各図の横軸は、周期 T をせん断波速度の層厚に対する比(V_{s1}/H)で正規化している。

分散特性を見ると波動インピーダンス比が低下すると群速度の極値を与える周期が2つ存在すること、また、ポアソン比が低下すると群速度の極値を与える速度が低下することが分る。鉛直動に関する増幅度では、ポアソン比0.49の場合には波動インピーダンス比が小さい時、極値が2つ明確に存在し第2ピークを与える周期は群速度の第2ピークを与える周期とほぼ対応していることが分る。次に、水平変位と鉛直変位の比(符号+ : 水平動と鉛直動の位相 -90° (逆回転), 符号- : 位相 $+90^\circ$ (順回転))について見ると波動インピーダンス比が小さい場合、鉛直変位成分が0となり、変位の比が無量大となる周期が存在し、その周期を境としてRayleigh波のオービットが順回転から逆回転に移行していること、ポアソン比が増加すると図の縦軸の値(水平変位と鉛直変位の比)が小さくなり、鉛直動の影響が増加すること、波動インピーダンス比0.4, ポアソン比0.3の場合順回転波しか存在しないことなどが分る。また、図4, 6および図5, 7を比較すると鉛直動に関する増幅度の卓越周期は、粒子逆回転部に存在することが分る。

4. あとがき

本報告で得られた解析結果より、軟質地盤ではRayleigh波が伝播した時に鉛直動成分の割合が大きく、また、鉛直動と水平動に位相差が有るので表面波の影響は無視出来ないことが分る。特に、飽和状態(ポアソン比0.49)では、その影響は大きい。

参考文献

- 1) N.A.Haskell: The dispersion of surface waves on multi-layered media, Bull. Seis. Soc. Am, Vol.43, No.2, pp. 7-34, 1953
- 2) Harkrider, D.G.: Surface waves on multi-layered elastic media: Bull. Seis. Soc. Am, Vol. 60, pp. 1937-1970, 1970

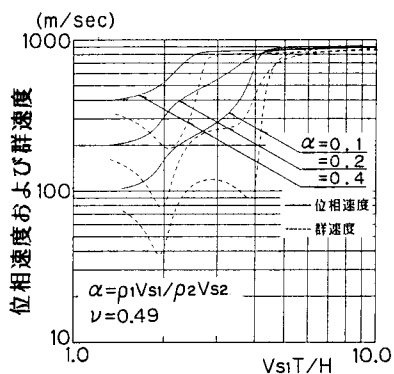


図-2 基本モードに関する分散特性
($\nu = 0.49$)

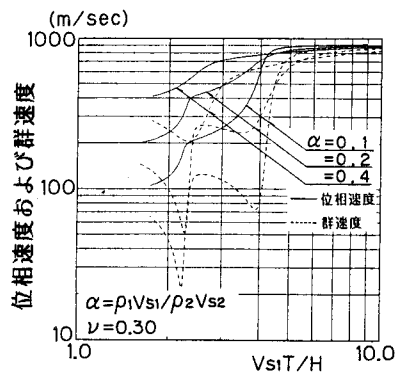


図-3 基本モードに関する分散特性
($\nu = 0.30$)

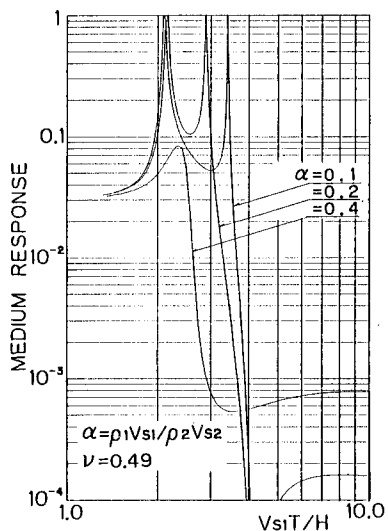


図-4 基本モードに関する鉛直動の
増幅特性 ($\nu = 0.49$)

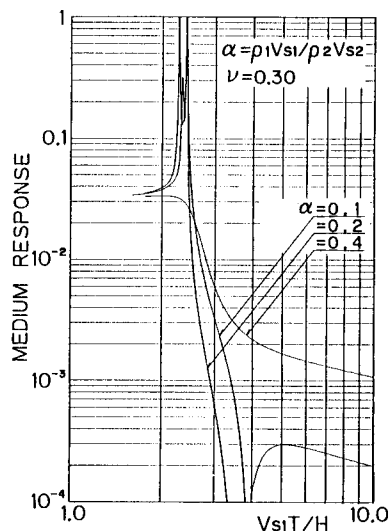


図-5 基本モードに関する鉛直動の
増幅特性 ($\nu = 0.30$)

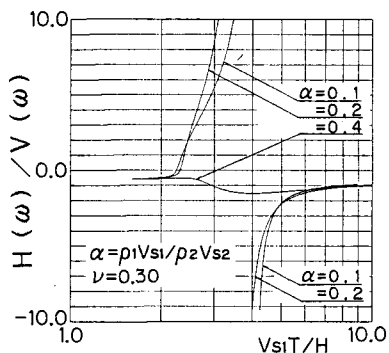


図-6 基本モードに関する水平変位と
鉛直変位の比 ($\nu = 0.49$)

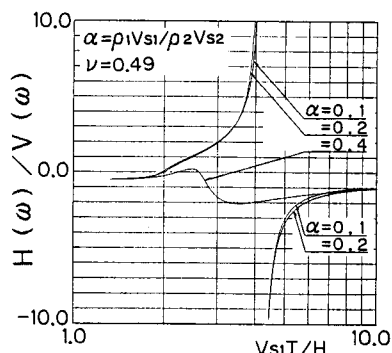


図-7 基本モードに関する水平変位と
鉛直変位の比 ($\nu = 0.30$)