

## 粘弾性地盤のSH波動応答

広島大学工学部 正 員 佐 藤 誠  
 広島大学工学部 学生員 ○田 村 吉 広

### 1. はじめに

粘弾性多層地盤の震動応答を振動数領域解析を経由して求める時、波動伝播特性を表わす2つのパラメータ、減衰factor  $Q^{-1}$  および均質波の位相速度  $C_H$  は、一般に地震波に含まれる振動数範囲(0.01~100 Hz)では振動数に独立であるとして解析される。しかし粘弾性解析においては臨界角を越えた弾性波入射の場合と同様に、振動数応答関数の位相特性により、時間領域の応答を求めるとき因果律(causality)が乱される。これに対処する方法の一つは、上記の2つのパラメータが振動数依存であることを考慮することである。

そこで本解析は、粘弾性解析において水平動のみに注目する場合には、SV波動応答より大きな応答を生じるSH波動応答について、Lomnitz<sup>1)</sup>により提案された上記のパラメータに関する振動数依存式を用いて時刻歴応答解析を行ない、応答特性を明らかにする。

### 2. 解析地盤モデル

ここでは波動応答特性を簡明に把握できるように、第4種地盤に属する2層地盤モデルを対象にする。表層厚は50m、密度は表層と基盤で等しくし、ポアソン比は表層と基盤でそれぞれ0.45および0.40とした。その他のパラメータは表-1に示す。また多層実地盤例として、道路橋示方書に掲載されるL9)地盤に弾性横波速度  $C_T$  から推定した横波に対する  $Q_s^{-1}$  を加え解析した。

表-1 地盤モデルと層定数

| 地盤モデル       |    | 2層地盤 | L9) 地盤 |
|-------------|----|------|--------|
| $C_T$ (m/s) | 表層 | 200  | 243    |
|             | 基盤 | 500  | 500    |
| $Q_s^{-1}$  | 表層 | 0.25 | 0.33   |
|             | 基盤 | 0.10 | 0.05   |

注: L9) 地盤は基盤上の全層を平均化した値

入射波形は周期が  $T=0.1s$ 、 $1.0s$  の2種類の正弦一波とし、時刻歴応答解析は高速フーリエ変換を用いデータ数  $N=2048$  で計算する。図-1にそれぞれの正弦一波に対する入射波のスペクトルを示す、ここで最初のピーク形成する部分を主要スペクトルと呼ぶ。

### 3. 解析結果

図-2に入射角と最大応答  $\eta'$  の関係を示す。 $\eta'$  は振動数応答関数の 0~20Hzの範囲の最大応答と弾性解析の垂直入射時の第1次固有振動数の最大値との比である。一般にSH波は上下動を生じないため水平動は垂直入射以外では常にSV波より最大応答は大きく、またP波の臨界角に無関係であるため<sup>2)</sup>最大応答曲線は入射角に対して急変しない。

Lomnitzにより提案された振動数依存式を使う場合、基準振動数の設定が問題となる。本解析では基準振動数として 1)一般によく用いられる 1Hz、2)入射波のスペクトルが最大となる振動数 ( $T=0.1s$  のとき10Hz) の2つを選ぶ。

それぞれの基準振動数に対して、図-3に  $Q^{-1}$  と  $C_H$  の振動数依存の関係を示し、図-4に2層地盤に対する振動数応答関数を示す。これらより基準振動数の影響は、1)では 2Hz以降、2)では10Hzまでに顕著に現われる。

図-5に  $T=0.1$  および  $1.0$  の2層地盤の時刻歴応答、図-6に  $T=0.1$  の実地盤のそれを、それぞれ上記パラメータが振動数に依存する場合と振動数に独立な場合とに対して示す。

振動数に独立な場合は応答パルスの立ち上がりが不明瞭で、振動数に依存する場合は、基準振動数にかかわらず立ち上がりは明瞭である。特に1)では前者の場合に比べ応答は早く現われ振幅は小さく、2)ではピークの到達時間が等しく、最初の正のピークが大きい、正負のピーク間の振幅の差は前者の場合と等

しい。

これらの結果より、Lomnitzにより提案された振動数依存式を使う場合、基準振動数は入射波のスペクトルが最大となる振動数に対応させる場合がよいと思われるが、一般に地震の入射波形は未知であり、応答スペクトルを基準にすることも考えられる。また主要スペクトルの振動数範囲が狭い場合は、振動数に依存する場合と独立の場合で大きな差を生じないので本解析の場合、振動数に独立として解析してもよいと思われる。

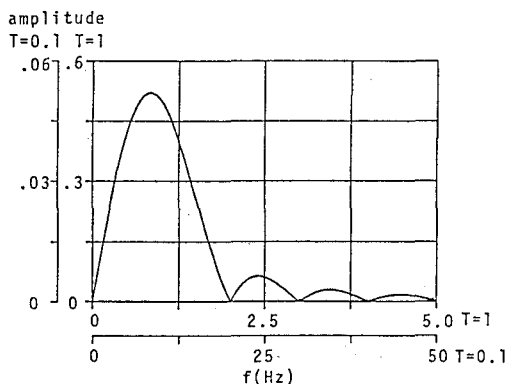


図-1 入射波のスペクトル

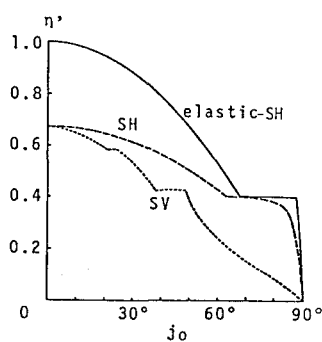


図-2 入射角と最大応答

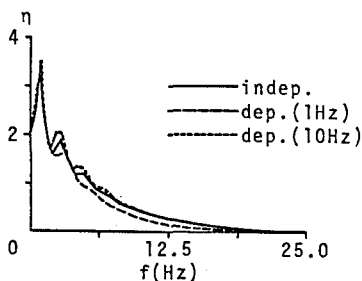


図-4 振動数応答関数(2層地盤)

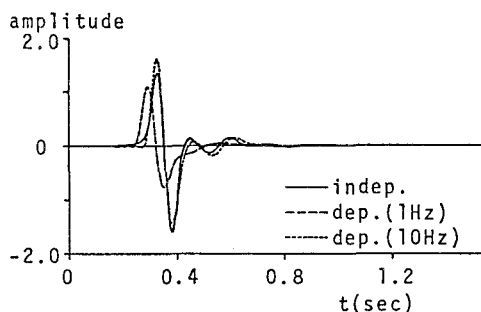
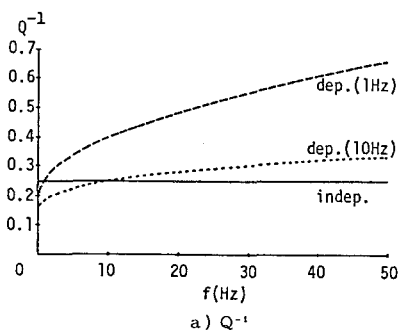
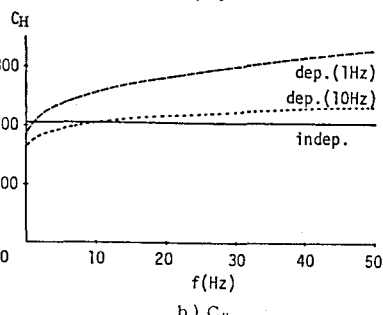


図-6 時刻歴応答(L9)地盤)

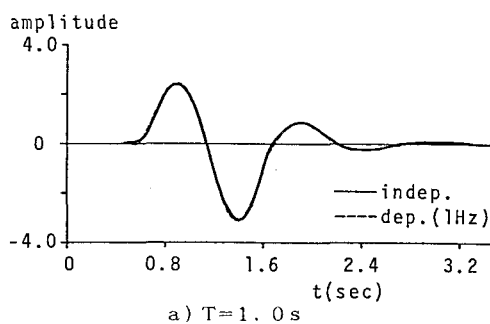


a)  $Q^{-1}$

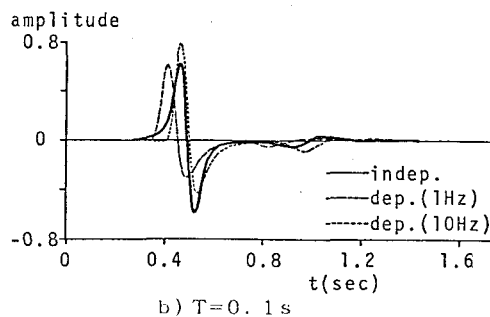


b)  $C_H$

図-3 振動数に対する parameter の変化



a)  $T=1.0s$



b)  $T=0.1s$

図-5 時刻歴応答(2層地盤)

参考文献 1) Lomnitz, C., Linear dissipation in solids, J. Appl. Phys., 28, 201~205, 1957.

2) 佐藤 誠, 粘弾性地盤の調和SV波動応答, 土木学会第42回年次学術講演会, pp.978~979, 1987.