

(株)オリエンタル コンサルタンツ 正員 田中 努

1. まえがき

耐震設計上の基盤面より上の表層地盤(以下、単に地盤という。)の固有周期は、通常の設計々算では簡易式によって算定されている。簡易式としてよく用いられる式は次に示す(1)式で、これは道路橋示方書・同解説Ⅶ耐震設計編(1980)において、地盤種類の区別に用いている地盤の特性値 T_0 と同じものである。

$$T_1 = \sum_{i=1}^n \frac{4H_i}{V_{si}} \quad (1)$$

ここに、 T_1 ; 地盤の1次固有周期(sec)

H_i ; i 番目の地層の厚さ(m)

V_{si} ; i 番目の地層の平均せん断波速度(m/sec)

この式は、地盤の各地層の V_{si} にあまり大きな差がない場合には、 $V_{si} \div \bar{V}_s$ より

$$T_1 = \sum_{i=1}^n \frac{4H_i}{V_{si}} = \frac{4\sum H_i}{\bar{V}_s}$$

となるので、せん断振動をする均質な弾性体の1次固有周期を表わす式となる。

筆者は、東京湾のある地質の地盤について、(1)式の簡易算定法による固有周期と、FEMによる固有値解析結果とを比較する機会があった。この地盤の地層構成は、地表面から約20mが N 値=0~2の沖積粘性土層、その下の約45mが N 値=15~20の洪積粘性土層(一部砂質土層をはさむ)になっている。耐震設計上の基盤面は、洪積層の下の才三紀層上面に設定されている。2つの方法による固有周期は次のとおりであった。

$$(1)式による固有周期 \quad T_1 = 2.4 \text{ sec}$$

$$FEMによる固有周期 \quad T_1 = 1.5 \text{ sec}$$

両者の計算条件は少し異なるものであるが、周期の差は大きく、(1)式の適用が難しい地盤条件になっているのではないと思われる。

そこで筆者は、このような簡易算定法による固有周期が、どういう地盤条件の場合に大きな誤差を生ずるようになるかを調べ、簡易式を用いる時の1つの注意点を知る目的で、以下のような検討を行った。

2. 討方法

検討する簡易算定法として、(1)式の他に、地盤の平均せん断波速度 $\bar{V}_s$ を求めてから固有周期を算定する方法、つまり次の式を用いる方法をとる。

$$\bar{V}_s = \frac{\sum(H_i V_{si})}{H} \quad (2-a)$$

$$T_1 = \frac{4H}{\bar{V}_s} \quad (2-b)$$

また、真の値に近いものとして、多層地盤がせん断振動をする場合の自由振動の方程式から求まる1次の固有周期を採用する。これら3種類の固有周期が、地盤条件の違いによってどう変化するかを調べる。地盤条件は、2層地盤を考え、上・下各地層の層厚とせん断波速度とをパラメータとする。

3. 結果

結果の詳細と考察については当日発表させていただきたく、この稿では一部分を報告する。

(1) 層厚の影響

各層のせん断波速度 V_{s1} , V_{s2} と単位体積重量 γ_1 , γ_2 と全層厚 H を固定し、上・下層の層厚の比を変化させた場合、3種類の固有周期の関係は図-1のようになっている。

$$V_{s1} = 100 \text{ m/s}$$

$$V_{s2} = 200 \text{ m/s}$$

$$\gamma_1 = 1.5 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_2 = 2.0 \text{ t/m}^3$$

なお、図-1の縦軸は、上・下層が等しい層厚 ($H_1/H_2 = 1.0$) の時の(1)式による固有周期 T_0 に対する比を示している。この関係は全層厚 H の大きさに左右されないようである。

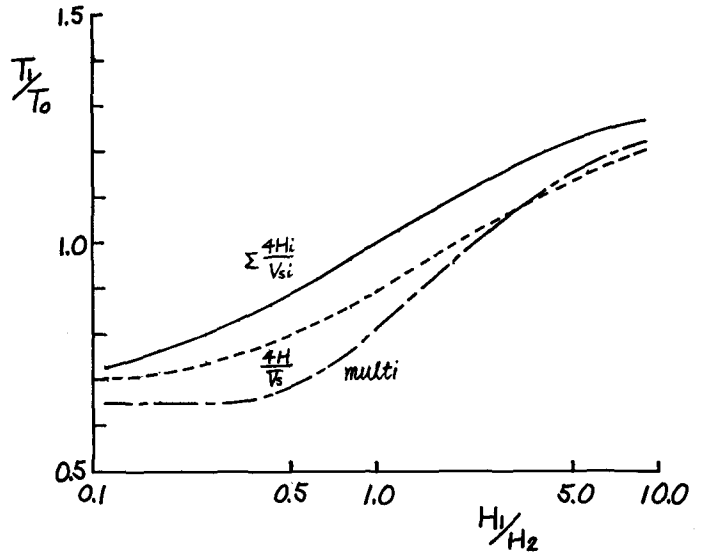


図-1 層厚の変化

(2) せん断波速度の影響

各層の層厚の比 H_1/H_2 と単位体積重量 γ_1 , γ_2 と下層(オ2層)のせん断波速度 V_{s2} を固定し、上層(オ1層)のせん断波速度 V_{s1} を変化させた場合、3種類の固有周期の関係は、図-2,3のようになっている。

図-2; $H_1/H_2 = 1/3$, $\gamma_1 = 1.5 \text{ t/m}^3$, $\gamma_2 = 2.0 \text{ t/m}^3$, $V_{s2} = 200 \text{ m/s}$

図-3; $H_1/H_2 = 1$, " " " "

なお、図-2,3の縦軸は、上・下層のせん断波速度が等しい ($V_{s1}/V_{s2} = 1.0$) の時の(1)式による固有周期 T_0 に対する比を示している。

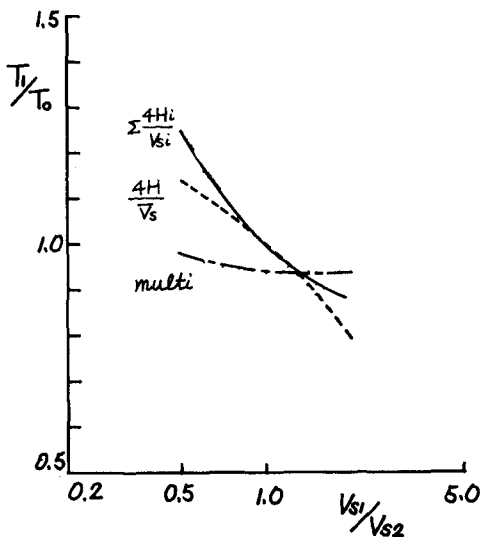


図-2 V_s の変化 ($H_1/H_2 = 1/3$)

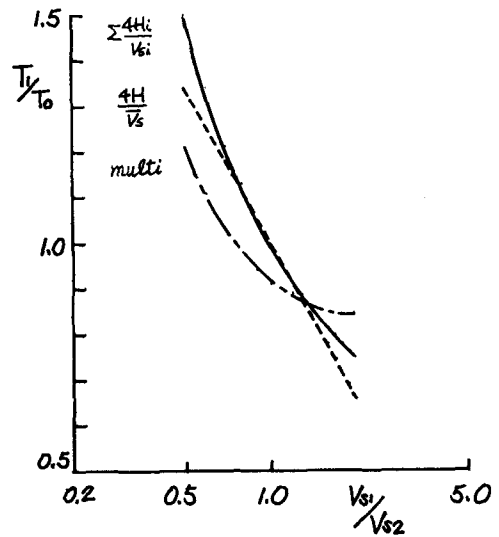


図-3 V_s の変化 ($H_1/H_2 = 1$)