

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正員 森本 巖
建設省土木研究所 正員 川島 一孝

1. はじめに

地震時の地盤の応答を求めるためには土の応力～ひずみ関係を適確に表現することが重要である。本解析では土の剛性及び減衰特性のひずみ依存性を表現する手法としてランベルグ・オズグットモデルを用い、その結果を従来使われている等価線形モデルの結果と比較し土の非線形性が地盤の応答に及ぼす影響について検討した。

2. 地盤モデル

解析の対象としたのは図-1に示す地盤である。土のせん断剛性率及び減衰定数のひずみ依存性は粘性土に関して原位置で採取した試料の動的三軸試験及び共振法土質試験結果を、また砂質土に関しては既往の研究成果を用いた。一方土の応力～ひずみ関係は規定するランベルグ・オズグットモデル(以下R-Oモデル)の骨格曲線と履歴曲線は図-2に示す通りである。ここでパラメーター C_1 , C_2 , β に関して龍岡らは次のような決め方を提案している。

$$C_1 = 1/G_{\max} \quad C_2 = \left(\frac{2}{0.5 \cdot G_{\max}} \right)^{\beta} \quad \beta = 2\pi h_{\max} / 2 - \pi h_{\max}$$

ここで $G_{\max}$ はせん断応力 $\tau=0$ の時のせん断剛性率、 0.5 は $G/G_{\max}=0.5$ となるせん断ひずみ、 $h_{\max}$ は $\tau \rightarrow \infty$ の時の減衰定数である。R-Oモデルによって表現される $G/G_{\max} \sim \gamma$, $\gamma \sim \delta$ が実験値とどの程度一致するかを示した1例が図-3である。両者は低ひずみ領域を除けば全体としてよく一致していると考えられる。

3. 入力地震動

入力地震動としては比較的長周期成分の卓越する地震波として伊豆半島沖地震(1974年, $M=7.0$)による観音崎地下80m(E-W成分)、短周期成分の卓越する地震波として豊後水道沖地震(1968年, $M=6.6$)による板橋橋地表面橋軸方向の記録を基盤地震動に変換した記録の2種類とし(図-4)、入力最大加速度は100, 200, 300galとした。

4. 解析方法

土の応力～ひずみ関係をR-Oモデルで表現した地震応答解析には土研で開発した震算プログラム“NONSOIL”を用いた。一方等価線形モデルの応答解析には“SHAKE”を用いた。

5. 解析結果

計算により求められた地表面における応答加速度波形を図-5に、その振動特性を図-6に示す。またR-Oモデルと等価線形モデルの地表最大加速度の比を表-1に示す。これらの結果から次のような傾向があることがわかった。i) 図-5, 6に示すように長周期成分を多く含む地震動に比べて短周期成分が卓越する地震動を入力した場合の応答の差異が大きい。すなわち短周期地震動を入力した場合、等価線形モデルが比較的入力の振動特性を反映した応答を示すのに対して、R-Oモデルでは表層地盤の振動特性を反映した応答を示す。これに対して長周期成分を多く含む地震動ではやはり短周期成分の減りはみられるものの両者の差は著しいものではない。ii) 表-1に示すように、等価線形モデルに対してR-Oモデルの最大加速度倍率は小さく、その比は長周期地震動入力の場合には0.8前後、短周期地震動入力の場合には0.4~0.5程度である。

6. まとめ

等価線形モデルを用いた計算では最大加速度と短周期領域でのスペクトルレベルと実際よりも大きく評価している可能性がある。今後これらの点について検討してゆく必要がある。

<参考文献>

- 2) 龍岡, 福島(1978), “砂のランダム繰返し入力に対する応力～歪関係のモデル化について(1)”, 建研院630649

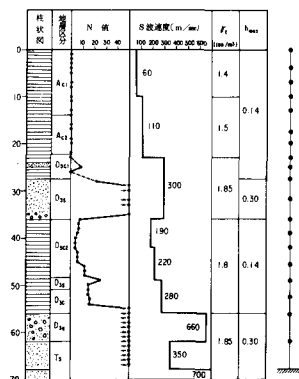


図-1 地盤モデル

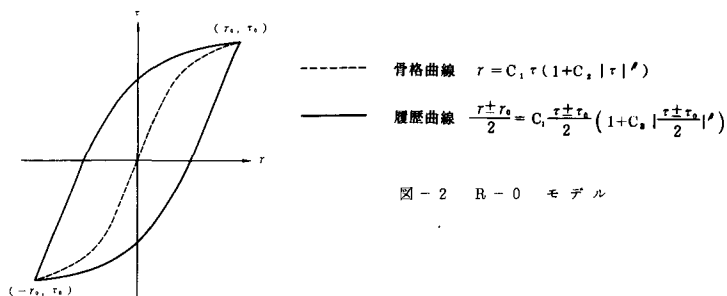


図-2 R-O モデル

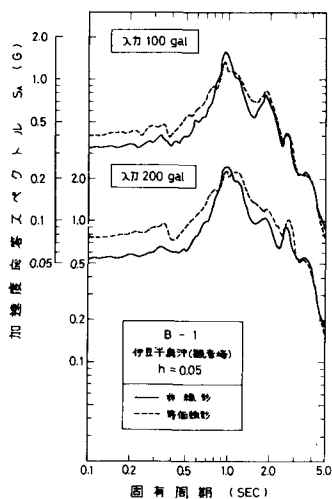
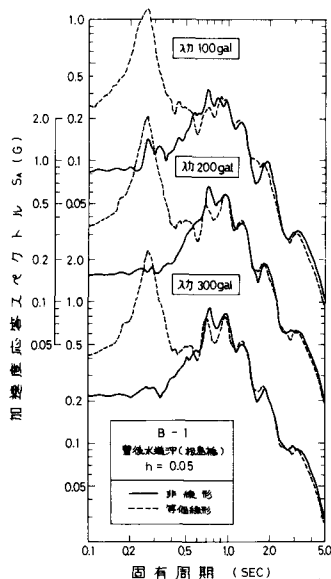


図-6 地表面応答スペクトルの比較

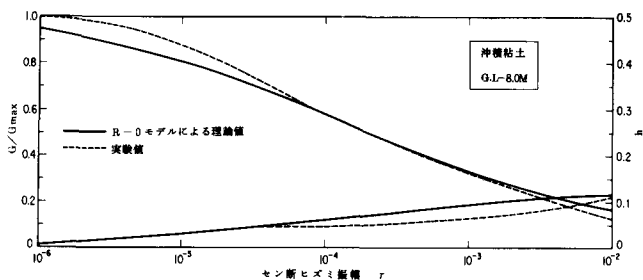


図-3 $G/G_{max} \sim r, h \sim r$

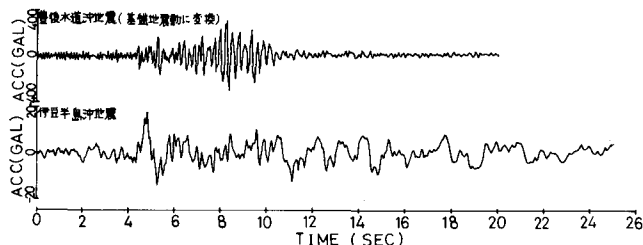


図-4 入力地震波形

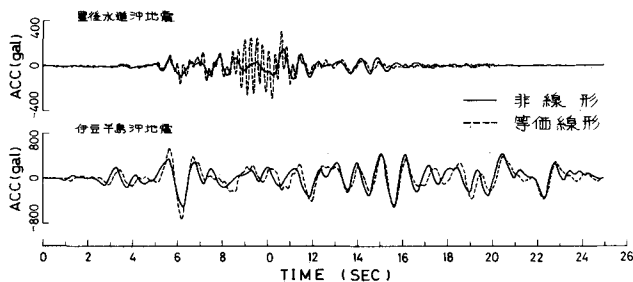


図-5 地表面応答加速度波形の比較

表-1 地表面最大加速度の比

地震名 入力加速度	R-Oモデル / 等価線形比	
	豊後水道沖	伊豆半島沖
100gal	0.406	0.828
200gal	0.497	0.732
300gal	0.547	