

建設省土木研究所 正員 岩崎敏男

建設省土木研究所 正員 川島一彦

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正員 森本 蔵

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～ヒズミ関係を正確に評価することが重要である。本解析では土の応力～ヒズミ関係をランバグ・オズグット・モデル(以下R-Oモデル)によって表現した力学モデルを使って地盤の非線形応答解析を行ない、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。土のせん断剛性及び減衰定数のヒズミ依存性は粘性土に関しては原位置で採取した試料の動的三軸試験及び共振土質試験結果を、また砂質土に関しては直接試験結果がないため既往の研究成果¹⁾を用いた。一方土の応力～ヒズミ関係を規定する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、R-Oモデルのパラメータ C_1, C_2, β に関して龍岡²⁾は次のような決め方を提案している。

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

ここで G_{max} は $\gamma=0$ の時のせん断剛性率、 $\gamma_{0.5}$ は $G/G_{max}=0.5$ となるせん断ヒズミ、 h_{max} は $\gamma \rightarrow \infty$ の時の減衰定数である。R-Oモデルによって表現される $G/G_{max} \sim \gamma$ 、 $h \sim \gamma$ 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。両者は低ヒズミ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最長期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, $M=6.6$)による板島橋地表橋軸方向の記録を基盤地震動に変換した記録の2種類(図-4)とした。なお入力地震動の最大加速度値は100, 200, 300 galの3種類とした。

4. 解析手法

地盤を離散型バネマス系モデルに置換え、その復元力は上記R-Oモデルに従うものとして土研で開発した計算機プログラム「NONSOIL」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を図-5に、またその加速度応答スペクトル倍率 β を図-6に示す。また図-7は加速度、変位の最大値の深さ方向の分布を示した結果である。

6. まとめ

R-Oモデルを用いて表層地盤の地震応答解析を行ない、地盤の剛性ならびに減衰定数のヒズミ依存性を等価線形の解析法よりもう一步詳細に計算に取り入れた場合の効果について検討した。その結果、このような方法を用いることにより従来の等価線形の解析法に比べて土の非線形性がより著しく現れることがわかった。今後さらに従来の解析法との違いについて検討していきたいと考えている。

最後に地盤の資料を提供していただいた日本道路公団東京湾横断道路調査室の方々に感謝致します。

<参考文献> 1) T. IWASAKI et al (1978), 'SHEAR MODULI OF SANDS UNDER CYCLIC TORSIONAL SHEAR LOADING', SOILS AND FOUNDATIONS Vol 18, No. 1

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)', 生産研究 Vol 30, No. 9

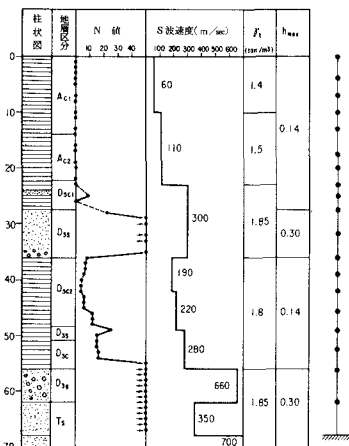


図-1 地盤モデル

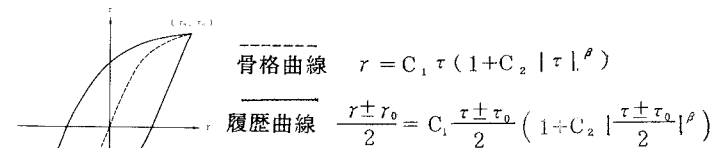


図-2 R=0 モデル

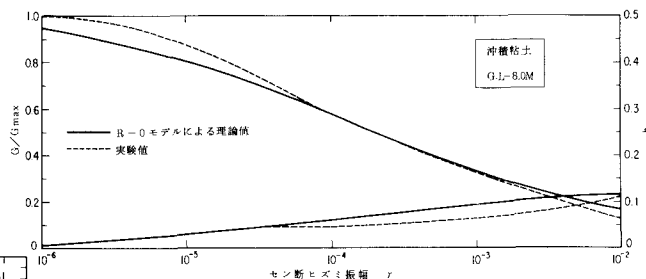


図-3 $G/G_{max} \sim r$, $h \sim r$

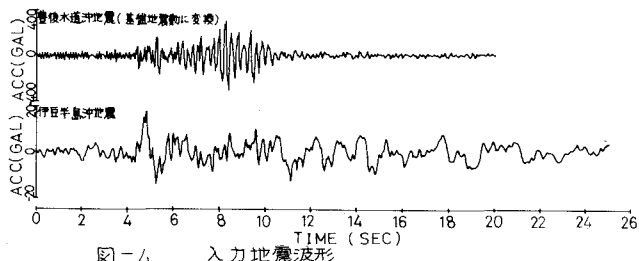
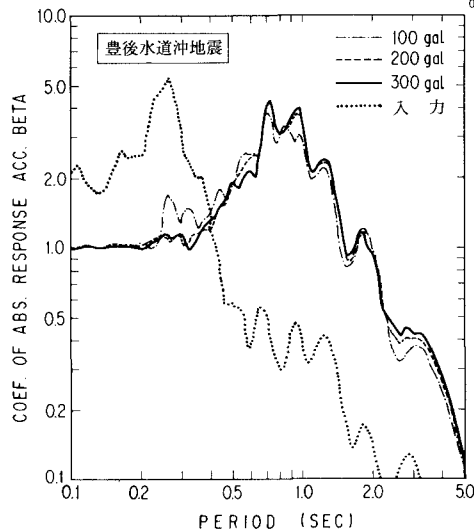


図-4 入力地震波形

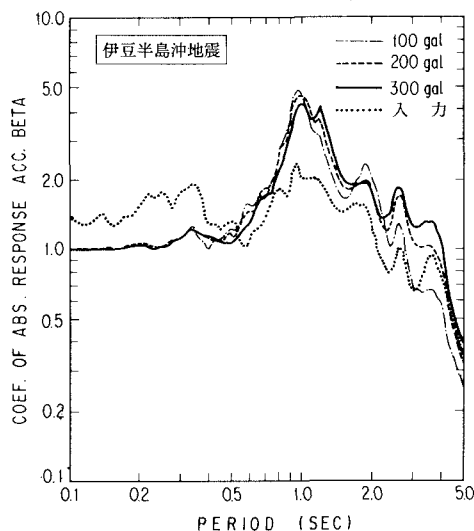


図-6 応答スペクトル ($h=0.05$)

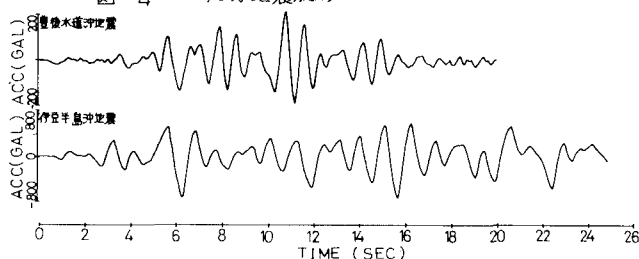


図-5 応答加速度波形 (入力 300 gal)

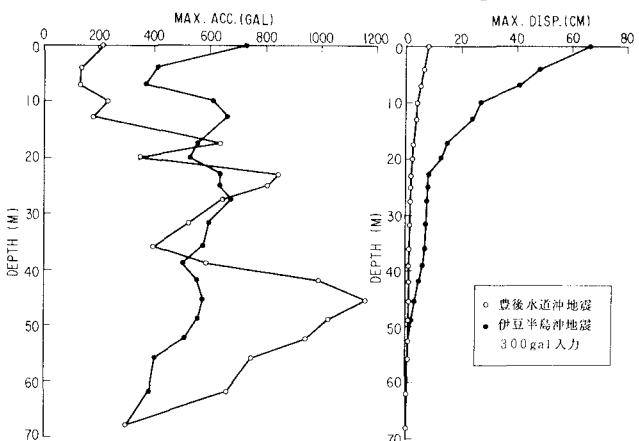


図-7 加速度, 変位最大値深度分布