

(株) 応用地質調査事務所 正会員 殿内啓司
 〃 〃 兼森孝
 〃 〃 ○山本正典

1. まえがき

地震時における地盤の液状化の可能性の判定に際して、地盤の地震時発生せん断応力を評価する必要がある。その大きさを見積る簡便な手法として、Seedの提案による方法がある。この方法によれば、地震時発生せん断応力 τ_d は、次式のように求められる。

$$\tau_d = (a/g) \cdot \sigma_v \cdot r_d \quad \text{----- (1)}$$

ただし、 a は加速度(ここでは地表面最大加速度を用いる)、 σ_v は上載圧、 g は重力加速度、 r_d は低減係数である。 r_d は、地盤を弾性体として取り扱うために必要な補正項である。既報¹⁾において、我々は、数多く実施してきた応答解析結果をもとに、低減係数 r_d について検討を加えた。今回は、その結果を踏まえ、問題点を整理するために、単純化した2層地盤モデルを設定し、 r_d に及ぼす、入力波形・地盤条件の影響について、検討を行なった。

2. 計算手法及び計算条件

r_d は、応答解析より求めた a 及び τ_d により、(1)式に基づいて算出した。ここで用いた応答解析手法は、水平成層構造地盤に対するS波の重複反射理論によるものである。

地盤モデルは2層構造とし、パラメータとして、インピーダンス比 α 、基盤から地表面までの走時 T_0 、減衰定数 β を考えた。ただし、 $\alpha = \rho_1 V_1 / \rho_2 V_2$ (ρ は密度、 V はS波速度)、 $T_0 = H / V_1$ (H は基盤の深度)である。 $1/4$ 波長則に基づく地盤の卓越周波数を f_0 とすると、 $T_0 = 1/4f_0$ であり、 T_0 は地盤の卓越周期に相当する量となっている。今回は、 $\alpha = 0.2, 0.5, 1.0$ 、 $T_0 = 0.1, 0.2, 0.5$ 、 $\beta = 0, 0.05, 0.1$ について、種々の組合せの計算を行なった。また、入力波形は、既報と同様の、図-1に示す5波形である。

3. 計算結果及び考察

既報において、地表面からのS波の走時について r_d を描けば、各入力波形毎にほぼ同一の分布曲線になることを明らかにした(図-2)。ところで、波動論に従えば、せん断応力 τ 、及び、加速度 a は、

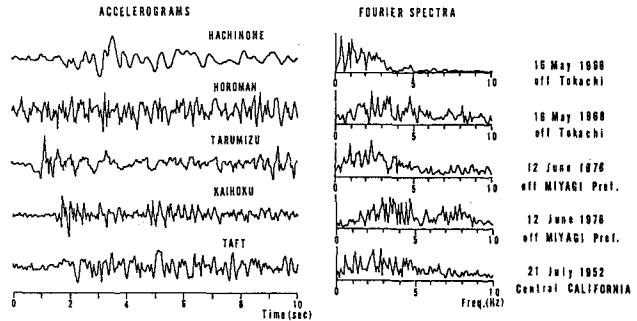


図-1 入力波形一覽

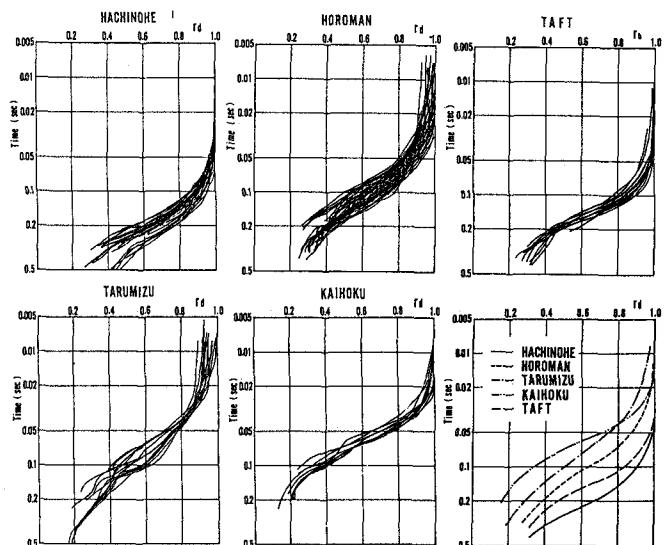


図-2 時間表現における r_d 分布

$$T = -(\omega/V_s) \cdot \mu \sin(\Sigma \cdot \omega/V_s) \cdot v \quad \mu: \text{剛性率} \quad \Sigma: \text{深度}$$

$$a = \omega^2 \cdot v \quad v: \text{変位}$$

であるから、 r_d は次式のように表わされる。

$$r_d = T \cdot g / a \cdot \sigma_r = \sin(\omega T) / \omega T \quad \text{-----} (2)$$

ただし、 $T = \Sigma / V_s$ であり、深度を走時で表現したものである。このように、 r_d は T の関数として表わされ、(2) 式により、周波数について r_d 曲線を描けば、図-3 のようになる。

さて、今回はまず、半無限媒質の地盤モデル ($\alpha = 1.0$, $T_0 = 0.5$, $f = 0$) を設定し、入力波形による r_d 分布の違いを見た。図-4 にその結果を示したが、波形による差異が明らかである。これを図-3 と対照させると、 r_d 曲線は単一周波数では代表できず、入力波の様々な周波数成分に影響されていることがわかる。

また、図-4 の r_d 曲線は、各波形とも、図-2 に示した r_d 分布域の上限 (低減の大きい側) 付近に位置している。以下に条件を変化させた場合の結果を示す。まず、 α を変化させた場合には、 r_d 分布にほとんど変化がなかった。その例を図-5 に示した。次に T_0 を変化させた場合であるが、 r_d 分布はやや幅を持つものの、明確な傾向は認められない。その例を図-6 に示した。一方、 f を変化させた場合、 f が増すと、 r_d も増す傾向が見られる。特に HOROMAN においては、この傾向が顕著である。その例を図-7 に示す。上述の半無限媒質において、 r_d が上限に近い曲線となったのも、この傾向と一致している。

4. まとめ

以上の結果をまとめると、次のようになる。

- ① r_d は、地表面からの S 波走時について描けば、入力波形毎に、分布曲線が似た傾向を示す。
- ② r_d は、パラメータ α と T_0 の変化に対応した顕著な傾向は認められない。
- ③ r_d は、低減係数 f の増加に伴って、増す傾向がある。
- ④ よって、 r_d 分布曲線は、入力波形と f をパラメータとして表現できそうである。図-8 に、今回の結果から導いた、HACHINOHE, HOROMAN の r_d 曲線を示す。

今回は、やや理想化したモデル (2層モデル) について検討を行なったが、今後は、多層モデルへの適用も含めて、 r_d の適切な設定方法について、更に検討を進めて行きたいと考える。

5. 参考文献

- 1) 兼森・殿内・今井, 地盤の地震時発生せん断応力の評価
土木学会第35回年次学術講演会 (1980.9)

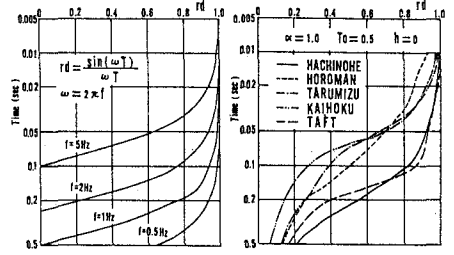


図-3 r_d 理論曲線

図-4 半無限媒質の r_d 曲線

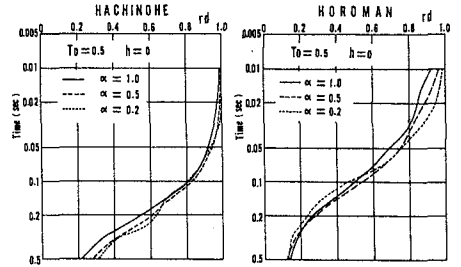


図-5 α による r_d の変化

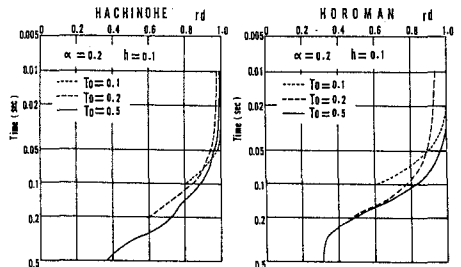


図-6 T_0 による r_d の変化

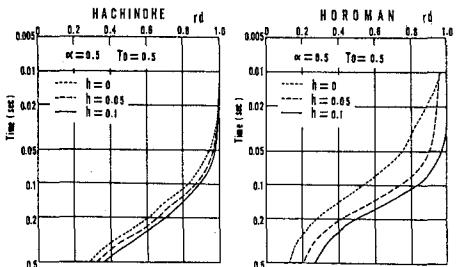


図-7 f による r_d の変化

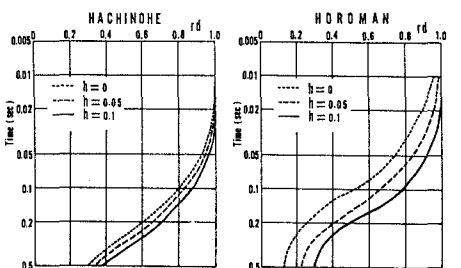


図-8 入力波形及び r_d 曲線