佐藤工業㈱中央技術研究所 正員 吉田望 原子力室 田中勉,有沢裕 "

本報では,液状化を考慮した地盤の地震応答解析で,せん断応力(て)-せん断ひずみ 1. はじめに (r)関係に Ramberg-Osgoodモデル(R-Oモデル)を用いる手法を示すとともに, Hardin-Drnevichモデル (H-Dモデル) を用いた解析との比較を行う。本報で用いた有効応力解析の手法は, R-Oモデルを用いるこ とを除けば,石原等¹⁾の定式化を用いている。

2. R-Oモデルの定式化 有効応力(σ_v)の変化に伴い, 微小ひずみでのせん断弾性係数(Gt), 終局 強度(r_f)が変化する。これらの関係は次のように表わされる¹。

 $Gt = A \cdot \frac{(B-e)^2}{1+e} \left(\frac{1+2Ko}{3}\sigma'_V\right)^C , \quad \tau_f = c + \sigma'_V \tan\phi$

ここでA,B,Cはパラメータ,eは間隙比,Koは静止土圧係数,cは粘着力, Øは内部摩擦角である。 R-Oモデルの骨格曲線に原の修正式²⁾を用いることにより、上記の関係を満す定式化を行うことができる。

$$\tau = \frac{\operatorname{Gt} \tau}{1 + (\tau_{\mathrm{f}} \operatorname{Gt} / \tau_{\mathrm{f}} - 1) | \tau / \tau_{\mathrm{f}} |^{r-1}}$$

ここでアf(破壊ひずみ), rはパラメータである。

文献3)を参照し、図1に示す地盤を解析する。地震波は図3の加速度波の最大加速度を1/2 3. 解析例 にし,解析基盤(GL-52m)への入射波に用いる。材料の割線係数(G)と等価粘性減衰定数(D)のひず み依存性は同じく文献3)の砂の曲線を用い,これに対しR-Oモデルのパラメータを、①GCoをなるべく合 わせる $2r = r_f = 0.01 \circ G/G_0 \ge D$ を合わせる、の2つの方法できめる(Goは地震前の初期せん断弾性係数)。 H-Dモデルの規準ひずみアBはア=001でG/Goが一致するように決める。表1に解析ケース,図2に材料の非 線形を示す。解析の最大応答値を図1に,全ケースで液状化した第4層の応答の比較を図4~6に示す。

1) R-Oモデルに原の修正式を用いることにより,初期せん断弾性係数とせん断強度の時間 4. 考察 的変化を考慮した有効応力解析が行える。この方法ではひずみが破壊ひずみを越えるとせん断応力がせん断 強度より大きくなり不都合が生じる。しかし、一般にひずみが破壊ひずみを越えるのは完全液状化後である ことから、液状化の予測のために用いるような場合はこのような不都合は生じない。

2) HDとRO-1はG/Goの差が余り大きくなく,第4層は変相までは似た応答性状をしている。しかし,HD はこの後第2,第3層と続いて変相するのに対し、RO-1は第3層の変相が遅く、以後の挙動にかなりの差 が生じている。RO-2はこれらに比べC/Goの差が多く,第2層,第3層が液状化しないなど,応答性状にか なりの差がある。すなわち有効応力解析ではモデル化の差が応答性状に与える影響は全応力解析より大きい。 最大応答値では,全応力解析で得られた⁴⁾のと同様,液状化を生じていない層では最大ひずみ近傍までの G/Coを大きく評価すると、最大応答加速度、せん断力は大きく、最大応答変位は小さくなる傾向がある。

液状化の予測のためには実際により近いτーτ関係を用いる必要があるが, R-Oモデル 5. おわりに の定式化により選択の範囲が広がり、液状化予測の精度の向上が期待できる。完全液状化後は変形が大きく なるが、大ひずみ時のエーア関係はここで示したモデルで充分とは考えられず、液状化以後の挙動の精度を 上げるにはこのような点の改良が必要であろう。

本研究の遂行に際し、東京大学工学部石原研而教授から多大の御指導を得ました。記して謝意を表します。 謝辞

¹⁾ K. Ishihara and I. Tawhata . "One-Dimensional Soil Response Analysis during Earthquakes Based on Effective Stress 参考文献

