

Ⅲ-A115 簡易な繰返し载荷モデルを用いた地盤の動的解析に関する一考察

群馬大学 正 若井 明彦
群馬大学 正 鶴飼 恵三

1. はじめに

地盤の地震時挙動を予測するために様々な繰返しモデルが提案されてきた。しかし複雑なモデルではパラメータの決定法などに未解決の点が残されている場合が多く、実務での利用はなかなか進んでいない。従って重要な構造物の設計を除き、今後も簡易な繰返しモデルによる解析が広く用いられるものと考えられる。

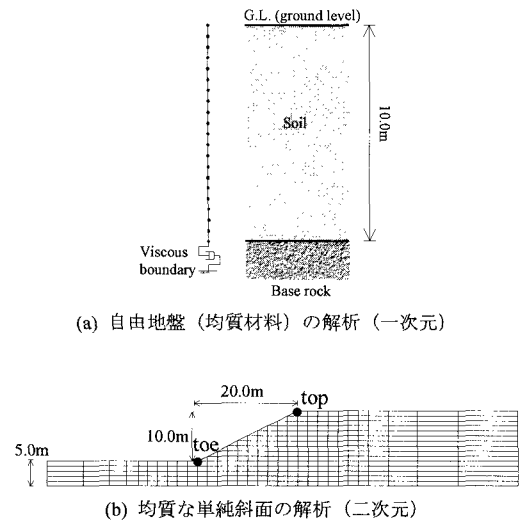
本研究では簡易な繰返し载荷モデルの例として、修正 Ramberg-Osgood (R-O) モデルおよび修正 Hardin-Drnevich (H-D) モデルをとり上げ、これらの解析上の問題点を指摘するとともに、両者の欠点を改良した新たな非排水繰返し载荷モデル¹⁾（以下、図中では“U-W モデル”と略）の有効性を比較検討した。

2. 構成モデルの概要

新たなモデル¹⁾についてのみ、R-O、H-D モデルとの相違点に着目しながら簡単に紹介する。

本モデルは R-O モデルのように非排水繰返し载荷試験に基づく $G-\gamma, h-\gamma$ 関係を再現するとともに、H-D モデルのように骨格曲線が漸近線（せん断強度 τ_f ）を有するよう、改良されたモデルである。応力ひずみ ($\tau-\gamma$) 関係の骨格曲線には H-D モデルと同様に双曲線を、履歴ループにはループの囲む面積を自由に調節しうる高次分数式を適用する。詳細な定式化については文献¹⁾を参照されたい。ただし、繰返しにより履歴特性が大きく変化するような挙動は考慮しないため、液状化現象などは評価できないことに注意されたい。

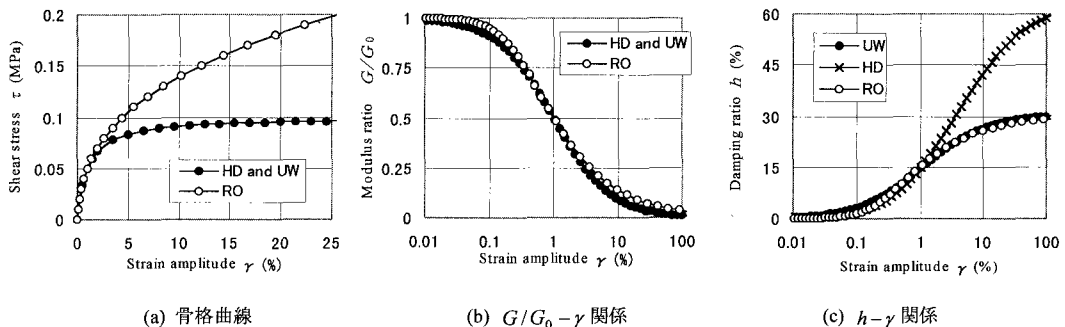
なお本解析では高周波数域における減衰などを考慮して、Rayleigh 減衰（3%程度）を併用した。



(a) 自由地盤（均質材料）の解析（一次元）

(b) 均質な単純斜面の解析（二次元）

Fig.1 解析対象とした問題。



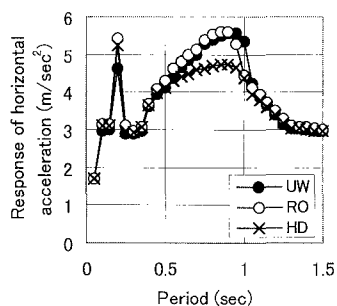
(a) 骨格曲線

(b) $G/G_0-\gamma$ 関係(c) $h-\gamma$ 関係

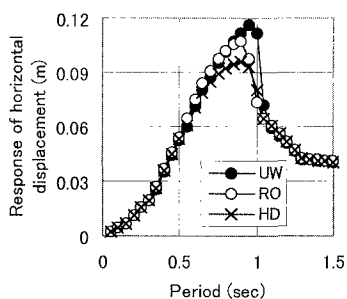
Fig.2 本解析で用いた三種類の繰返しモデルの履歴特性。

Keywords : 繰返し载荷, 履歴, 非排水, 地震時, 動的解析

連絡先 : 若井 明彦 (群馬大学建設工学科, 〒376-8515 桐生市天神町 1-5-1, Phone&Fax.0277-30-1624)



(a) 地表面位置の加速度応答曲線



(b) 地表面位置の変位応答曲線

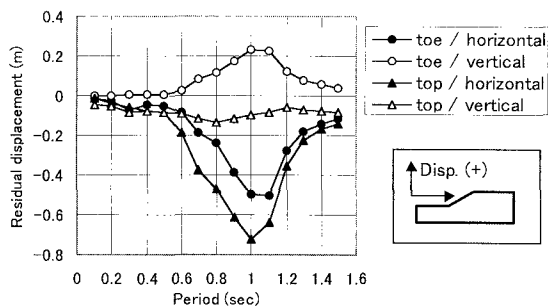
Fig.3 入力正弦波の周期を変えた自由地盤の一次元応答解析結果。

3. 解析結果とその考察

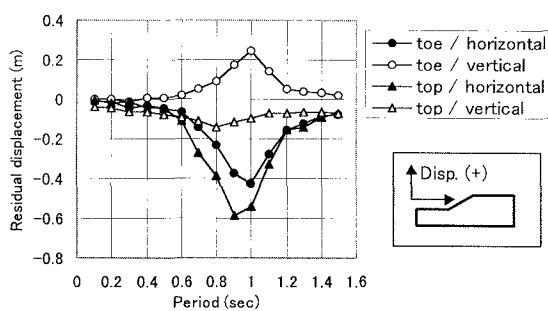
解析対象を Fig.1 に示す。Fig.1(a)は自由地盤、(b)は単純斜面の事例であり、いずれも均質な土で構成されている。入力波は水平加速度振幅 200gal の正弦波を 10 波とし、周波数を変えた一連の解析を行った。

土の構成則は、H-D モデル、R-O モデル、それらの改良モデル (U-W) の 3 種類を用いた。H-D および R-O モデルでは Masing 則を仮定した。各モデルの履歴特性を Fig.2 に示す。R-O モデルは骨格曲線に漸近線を有しないため大ひずみ時に強度が過大となり、H-D モデルは大ひずみ時に減衰率が過大となる。

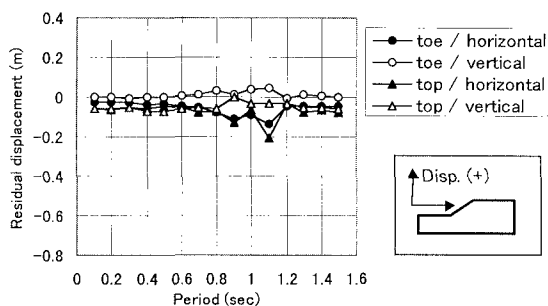
自由地盤の解析結果 (Fig.3) では、一次固有周期付近の入力に対して H-D モデルが加速度・変位ともに過小な応答値を与えている。また応答変位については改良モデルより R-O モデルの方がやや小さな応答を示した。



(a) 改良モデル¹⁾



(b) H-D モデル



(c) R-O モデル

Fig.4 各ケースの地震後の斜面の残留変位量の比較。

Fig.4 は各ケースの地震後の法尻と法肩の残留変位量の比較である。H-D モデルは自由地盤の解析と同様に、改良モデルよりやや小さい変位となっているが、R-O モデルでは極端に小さな変位が得られている。これは斜面の残留変位量が土のせん断強度に強く依存することを意味し、自由地盤の結果とは対照的である。改良モデルはいずれの場合にも適切な解を与えることが示唆された。

参考文献

- 1) Wakai, A., Ugai, K., Li, Q., Matsuo, O. and Shimazu, T. (1997): Dynamic elasto-plastic analyses of the sliding displacement during earthquake, Proc. Deformation and Progressive Failure in Geomechanics, pp.635-640, 名古屋。