

I-497

有効応力法による摩擦杭基礎をもつ構造物の動的応答解析

清水建設
同

大崎研究室

正員
正員○ 楠本 太
近藤 司

1. はじめに

近年、軟弱地盤立地構造物で支持杭によらず摩擦杭を用いた中低層構造物が建設されている。これらの構造物では長期的な沈下が最大の関心事となっているが、地震時においても地盤の剛性低下による杭と地盤の摩擦力の低減や杭先端の挙動および過剰間隙水圧の消散にともなう地盤の沈下など検討しておくべき項目が多く見られる。著者らは有効応力法による軟弱地盤-構造物系の解析コードを開発しており、このコードをもちいて摩擦杭基礎をもつ構造物の動的解析を行ったので報告する。

2. 解析コード⁽¹⁾

動的解析に用いる地盤の運動方程式はBiotらによる二相系モデル⁽²⁾で定式化する。地盤の構成則^{(3),(4)}は非関連流れ則を用い、降伏関数は応力比一定の関数を、塑性ポテンシャルは指数関数、硬化関数は双曲線を用いている。

3. 解析モデル

図-1に解析モデルを示す。構造物は高さ20mの中層建物を対象とし摩擦杭として場所打ちRC杭(L=15m)を3列配置した。また、杭は表層の軟弱地盤内に先端がある形状とした。地盤は表層とその下の比較的硬い地盤の2層とし、下層の地盤は線形挙動をするものとした。構造モデルおよび地盤の定数を表-1に示す。入力地震波はEL-CENTRO,N-S成分とし、入力最大加速度は150galとした。

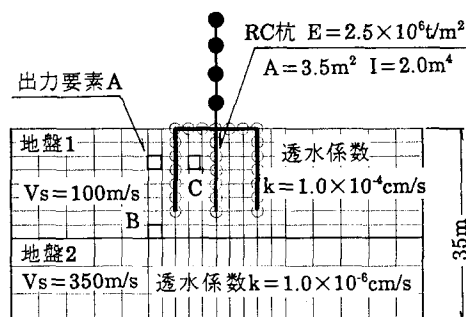


図-1) 解析モデル

表-1) 解析に用いた定数

構造物の重量・バネ定数			地盤1の地盤定数	
①	350 t	15 000 t/m	γ_s ; 2.6 t/m ³	
②	400 t		γ_f ; 1.0 t/m ³	
③	500 t	25 000 t/m	ν ; 0.40	
		35 000 t/m	η_f ; 1.2	
600 t	C^* ; 1.0		α^* ; 1.0	
B	1200 t	45 000 t/m	n ; 0.44	

4. 解析結果

図-2に構造物上端の加速度・変位波形および周辺地盤の加速度波形を、時刻2.5秒の加速度および変位分布を図-3、(4)に示す。図-5)に4.0秒の過剰間隙水圧を示し、図-6)に同じく4.0秒の流速分布を示す。さらに図-7)に杭間地盤要素および同じ深さにある周辺地盤の有効応力経路およびせん断応力・せん断ひずみの関係を示す。

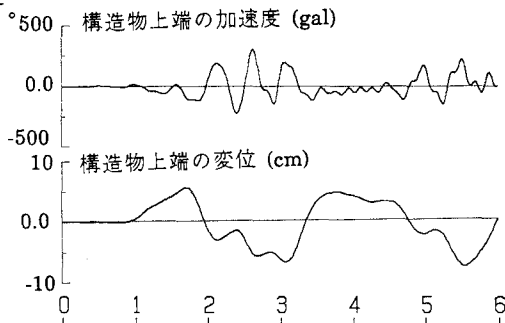
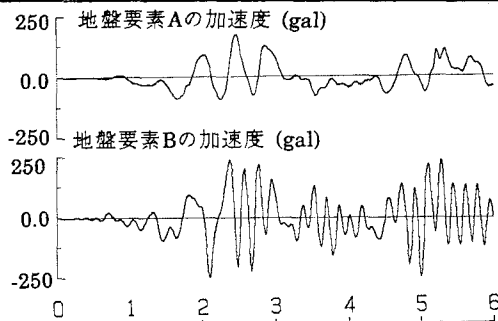


図-2) 応答波形



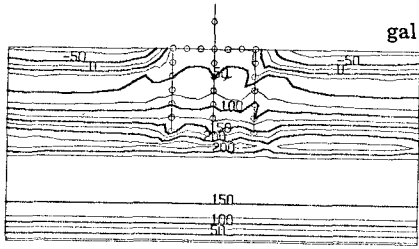


図-(3) 加速度分布 (t=2.5秒)

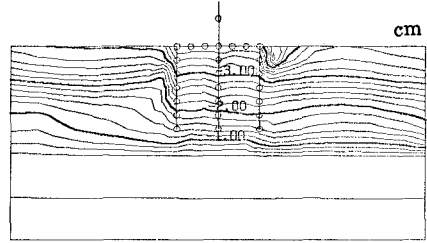


図-(4) 変位分布 (t=2.5秒)

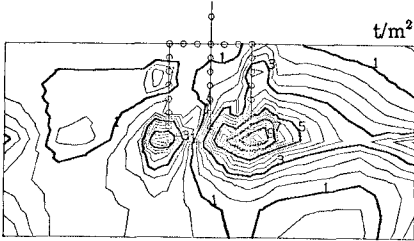


図-(5) 過剰間隙水圧分布 (t=4.0秒)

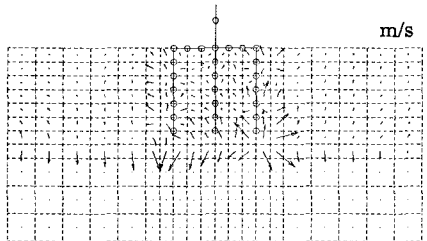
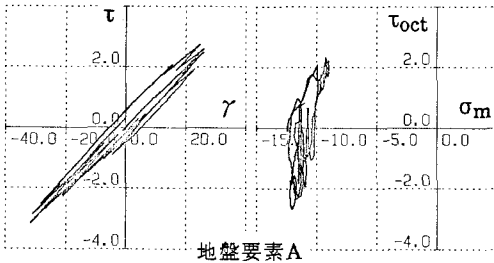
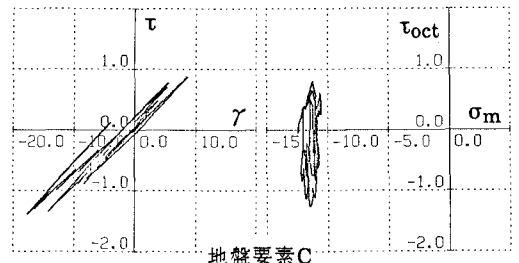


図-(6) 流速分布 (t=4.0秒)



地盤要素A



地盤要素C

図-(7) 有効応力経路および応力~ひずみ関係

以上の結果より、まず、地表面に近づくにしたがって加速度波形において長周期成分が卓越する傾向がみられ、構造物はこの影響により長周期成分が卓越する振動を示す。つぎに間隙水圧分布より、杭先端地盤に過剰間隙水圧の顕著な蓄積がみられ、流速分布と対応させてみると杭先端で間隙水の移動が大きいことおよび杭に沿って鉛直上方向に移動する傾向があることなどがわかる。これらのことより、このような構造物については杭先端での液状化の発生ならびに地震終了後の地盤の沈下などについて十分な検討が必要であると考えられる。

5. おわりに

今後、このような構造物の模型実験を計画しており、実験結果のシミュレーションをとおして摩擦杭をもつ構造物の地震時安定性を明らかにしていく予定である。

参考文献

- 1) 近藤・楠本；“有効応力法による軟弱地盤—構造物の動的解析手法について”，第43回土木学会年次学術講演会，1988
- 2) Biot, M., A., ; “Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid”, J. Acoustic Soc Am, 28(2), 168-170, 1956
- 3) Poorooshasb, H., B., et al; “Modeling of liquefaction and cyclic mobility effects in sand”, Numerical Methods in Geomechanics Nagoya Addition, 1985
- 4) Akai, k., et al; “Constitutive Equations for Geomechanical Materials based on Elasto-Viscoplasticity”, Constitutive Equations of Soil; Preprints of Specialty Session 9, 9th ICSMFE(1977), PP1~10