

I - B 396

地盤と杭の間に発生する隙間が応答特性に与える影響

武蔵工業大学 学○伊藤和也 正 片田敏行 正 末政直晃
東急建設（株） 正 沢沢重彦 正 中村和之

1. はじめに

近年、臨海地域に多くの土木構造物が建設されている。この様な臨海部は一般的に軟弱な沖積地盤や埋立地盤であることが多い。この臨海地域における橋梁等の土木構造物の基礎には杭基礎が多く用いられている。このような軟弱地盤上の構造物が地震荷重を受けると大きな地盤変位が生じ、杭頭付近では地盤と杭の間に隙間が発生するなどその地盤反力—変位関係は複雑な挙動を示すことが予測される。そのため数値解析においては精度良い地盤反力—杭変位関係モデルを用いることが重要となる。

そこで、本研究では円筒押し抜け理論（以下 CEM）¹⁾を用いた地盤反力バネを用いて杭—地盤間の隙間が杭—地盤系の応答特性に与える影響を数値的に解析した。

2. 解析方法

1) 地盤反力バネの履歴規則

本研究で用いる地盤反力—杭変位関係モデルの特徴は、地盤反力の弾性領域から塑性領域までを考慮できる点、杭の前面・背面を区別して考えることにより杭背面に生じる隙間を考慮できる点にある。今回は地盤反力—杭変位関係について、金丸ら²⁾が定式化した隙間発生モデル（図-1のA⇒B⇒C⇒D⇒C⇒E、図-2のA⇒B⇒C⇒B⇒D）、杭と地盤が付着するモデル（図-1のA⇒B⇒C⇒F⇒G、図-2のA⇒B⇒F⇒G⇒H）の2種類を用いる。図-1に杭前面側の履歴規則、図-2に杭背面側の履歴規則を示す。地盤反力は杭前面側と背面側の合土圧で表される。

2) 解析条件

表-1に杭、地盤、構造物の物性値を示す。解析にはバネ質点系モデルを用いた。なお、解析に用いた数値積分法はWilsonの θ 法（ $\theta=1.4$ ）、時間刻みは $\Delta t=0.01$ 秒とした。図-3に入力加速度波形を示す。隙間の大きさが応答特性に与える影響を調べるために最大加速度は100、50gal（周波数2Hz）の2種類を用いた。

3. 解析結果

図-4に地表面の応答波形、図-5に上部構造物の応答波形を示す。上部構造物の場合において隙間を考慮した場合（以下、隙間モデル）入力波が2秒付近から低減しているにも関わらず入力加速度50galでは2～10秒付近、入力加速度100galでは2～8秒付近までその応答は

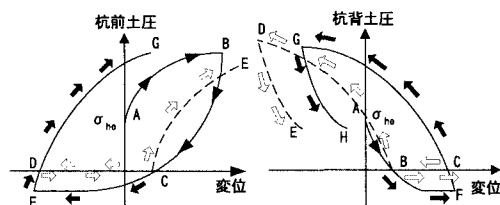


図-1 前面側履歴規則

表-1 杭・地盤・構造物の物性値

上部構造物重量(MN)		1
杭	杭径R(cm)	100
	単位体積質量 $\rho_p(g/cm^3)$	2.4
	弾性係数E(MPa)	2.1×10^3
地盤	単位体積質量 $\rho_s(g/cm^3)$	1.7
	N値	5
	非排水せん断強度 $C_u(kPa)$	32

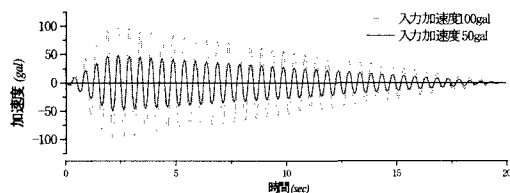


図-3 入力加速度波形

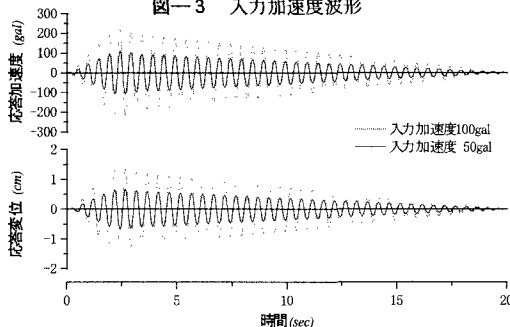


図-4 地表面応答

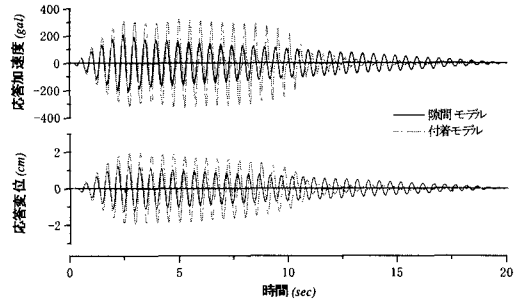
キーワード：杭、地震応答、地盤反力—杭変位関係、円筒押し抜け理論、動的相互作用、軟弱地盤

連絡先：武蔵工業大学 地盤工学研究室 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL&FAX 03-5707-2202

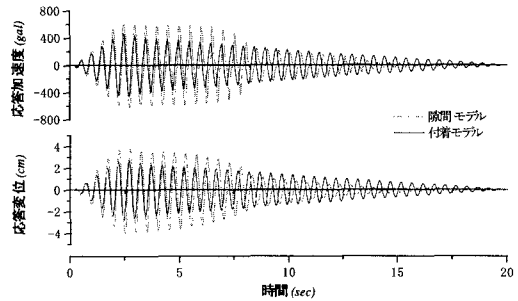
低減しなかった。また、応答加速度及び応答変位の最大値も隙間を考慮しないモデル（以下、付着モデル）に比べて1.4倍程度大きくなった。次に杭頭部での地盤反力—杭変位関係を図—6に示す。隙間モデルにおける最大相対変位は、入力加速度によらず付着モデルの約2.5倍となった。これを検討するために、地盤と構造物の応答加速度の位相関係を調べた。図—7に入力加速度100galにおける上部構造物の加速度応答倍率—地盤の加速度応答倍率関係を示す。まず付着モデルでは全時間において傾き1の軸を中心とした楕円を描いている。対して隙間モデルでは加振初期（0～5秒）においては付着モデルと同様な挙動をしているが、時間が経過するに従い長円方向の両端部分がへこむような形で形状が変化し、最終的に傾き-1の軸を中心とする瓢箪形の形状を描いた。このことから隙間モデルは時間の進行と共に隙間が拡大し、地盤—杭系の固有周期が変化したため位相差も変化したのではないかと考えられる。

4. まとめ

本報告は軟弱地盤での杭基礎構造物の地震時応答を杭周りに発生する隙間を考慮した場合としない場合での応答の違いを検討した。その結果、隙間モデルは付着モデルの約1.4倍の応答加速度及び変位が生じた。それは地盤と構造物の間に位相差が生じ、相対変位が大きくなったためであると考えられる。今回のモデルでは、繰り返しによる地盤の剛性低下について考慮していない。今後はこの様なモデルを構築し、一体解析を行う予定である。

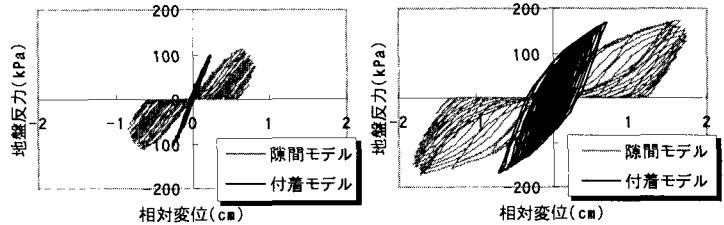


(1)入力加速度 50gal



(2)入力加速度 100gal

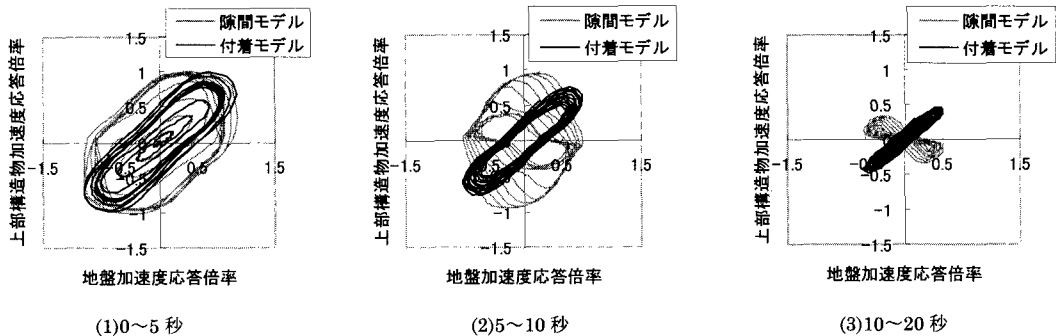
図—5 上部構造物応答



(1)入力加速度 50gal

(2)入力加速度 100gal

図—6 地盤反力—変位関係



(1)0～5秒

(2)5～10秒

(3)10～20秒

図—7 地盤の加速度応答倍率—構造物の加速度応答倍率関係（入力加速度100galの場合）

〈参考文献〉1)G.T.Houlsby et al: Analysis of the cone Pressuremeter test in clay, Geotechnique, Vol38, No.4, pp.575-585, 1988

2)金丸ら:軟弱な粘土地盤中の杭の地盤反力特性（その2—定式化—）, 第33回地盤工学研究発表会講演集, pp.1509-1510, 1998