

Ⅲ - A101

杭基礎構造物の大型振動実験の数値シミュレーション

東京理科大学	学生会員	波多野正邦
東京理科大学	正会員	石原 研而
基礎地盤コンサルタンツ	正会員	ミシュコ チュプリノフスキー
大成建設技術研究所		船原 英樹
基礎地盤コンサルタンツ		亀井 祐聡

1、はじめに

大型振動台上に搭載した大規模なせん断土槽を用いて杭基礎構造物の振動実験が行われた¹⁾。この実験は深さ約6mという前例にない大規模なせん断土槽を用いており、実地盤の液状化現象とそれが杭基礎構造物および建物に与える影響を研究する上で重要なものである。本報告は有効応力FEM解析によってこの実験の数値シミュレーションを行い、実験結果との比較、考察を行ったものである。

2、実験の概要

図-1に実験と解析モデルの概要を示す。せん断土槽の大きさは幅12m×奥行3.5m×深さ6mである。地盤材料は霞ヶ浦産の川砂を用いた。杭基礎構造物は直径300mm、長さ6mのPC杭を用いた。それぞれの杭頭には幅2.5m×奥行2.5m×厚さ45cmの建物基礎模型が剛結されている。杭および建物基礎模型を土槽内に設置した後に、水中落下法で相対密度48%の飽和砂地盤を作製した。地盤の加速度と過剰間隙水圧、杭の加速度、また杭体に発生するひずみをそれぞれ計測した。図-1には検討の対象とした計測器、node、elementの位置のみを示す。入力地震波は兵庫県南部地震における神戸ポートアイランドのGL-32mの加速度記録を用いた。

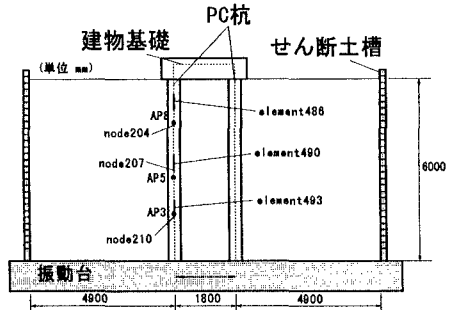


図-1 実験と解析モデルの概要

3、解析方法

土の構成則として「Stress-Density モデル」²⁾を用いた。モデルパラメーターは先に行われた地盤のみの有効応力解析¹⁾と同じ値を用いた。動的解析には二相系有限要素法プログラム「DIANA J-2」を用いた。地盤は12分割し、1層の厚さは0.5mである。PC杭は弾塑性の梁要素とした。図-2に杭のモデル化したM-φ関係を示す。図中の実線は杭の設計値を用いて計算したM-φ関係を示しており、点線はこの関係にフィットさせた双曲線で実際に解析計算に用いられた関係である。建物基礎模型は線形弾性の剛なフレームとした。境界条件はモデル底部を固定、左右境界の土と水の変位が等しいとした。

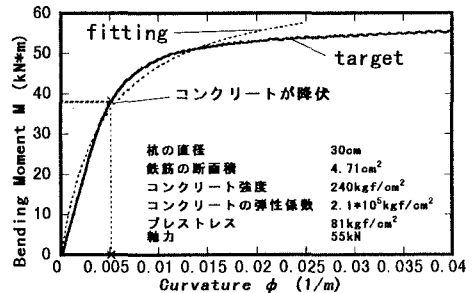


図-2 モデル化された杭のM-φ関係

4、解析結果

図-3に杭の加速度時刻歴を示す。実線は解析結果、点線は杭の表面に貼付された加速度計で計測された結果を示している。これらの結果は杭と地盤の相互作用の影響を含んでいると考えられるが、地盤の液状化の発生に伴う波の長周期化や振幅の低減などの特徴的な挙動が実験結果、解析結果ともに見られ、よい対応を示している。ただし、node204とAP8の比較においては実験結果に見られる応答振幅の増幅が表現できていない。

土の構成式、動的、有限要素法、杭

〒278 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 TEL 0471-24-1501(内線 4056) FAX 0471-23-9766

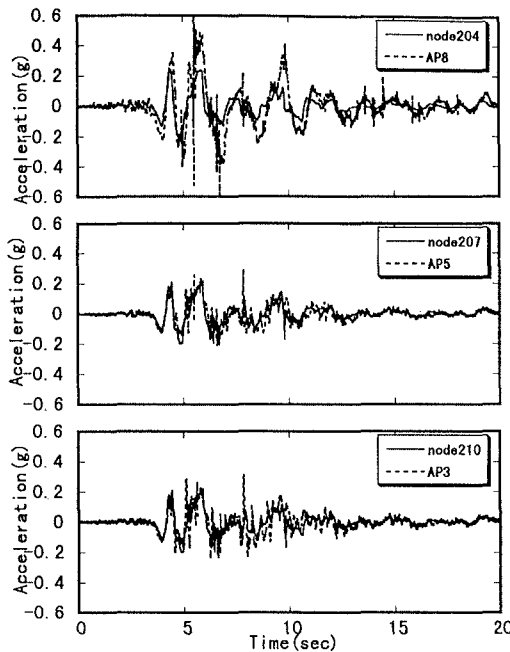


図-3 杭の加速度時刻歴

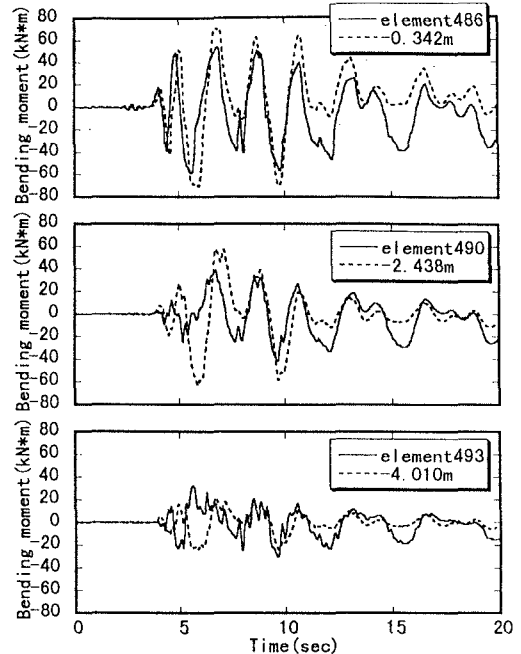


図-4 杭の曲げモーメント時刻歴

図-4に杭の曲げモーメントの時刻歴を示す。実線は解析結果、点線は実験結果を示している。実験結果は解析の曲率の最大値にあわせて図-2を用いて曲げ剛性EIを決定し、線形弾性計算で求めた値を示している。杭の上方ではモーメントの大きさと位相がよく対応している。下方になるにつれてモーメントの大きさは減少し、解析結果には短周期成分が見受けられる。また約7~8秒以降は解析と実験が対応しているがそれまでは解析と実験の位相が逆になる傾向が見られる。図-5に曲げモーメントの最大値を深さ方向にプロットしたものを示す。図の左のスケッチは実験で杭に生じたクラックであり観察されたクラック幅が併記してある。図-2に示したようにコンクリートが破壊に至る曲げモーメントは約38kN・mであるが、図-5を見ると実験、解析ともにこの値以上のモーメントが発生する部分と、杭のクラックが観察された部分がよく対応している。また杭の上方ほどクラック幅が大きくなっているがそれに対応してモーメントの最大値も大きくなっている。

5、まとめ

深さ6mの大規模なせん断土槽を用いた杭基礎構造物の大型振動実験を対象に数値シミュレーションを行った。弾塑性である杭の挙動を適切にモデル化し、そのパラメータを用いた有効応力FEM解析の結果は実験で観察された現象とよく対応し、モデル化と解析手法が妥当であることを示した。

参考文献 1)波多野、石原ら、基礎と地中構造物の大型振動実験(その4)大型せん断土槽を用いた模型実験に

おける地盤の液状化の数値シミュレーション、第32回地盤工学研究発表会(1997)

2)M. Cubrinovski、応力に依存する密度定数を用いた砂質土の構成モデル、東京大学学位論文(1993)

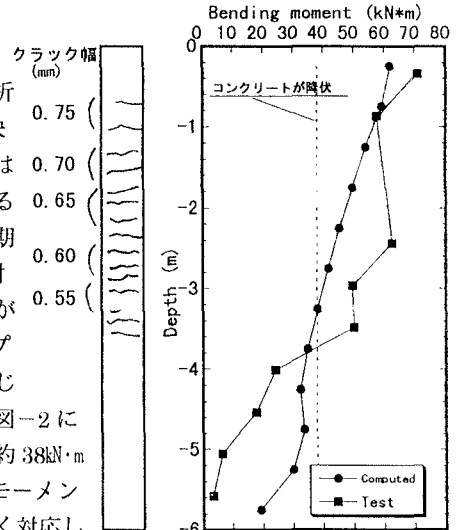


図-5 杭の曲げモーメントの深さ分布とクラック