

地震時における液状化地盤中の杭挙動に関する研究（その２：応答変位法の適用性）

東電設計(株) 正会員 石川 利明 正会員 佐藤 正行
東京電力(株) 正会員 佐藤 博 正会員 嶋田 昌義

1.はじめに

地震時の応答変位法による杭基礎の設計法については、「鉄道構造物設計標準・同解説（耐震設計）」¹⁾等にも示されているが、液状化地盤への適応性については、地盤変位分布や地盤ばねの評価方法などまだ課題が残されていると考えられる。そこで、本稿では前報（その１）²⁾で実施した遠心模型実験の数値シミュレーションを、実験結果から得られた地盤変位及び地盤ばねをパラメータとして応答変位法により行い、液状化地盤における応答変位法の適応性について検討を行った。

2.実験概要

実験模型を図-1 に示す。なお、実験モデルおよび実験方法の詳細内容については、前報（その１）²⁾を参照されたい。

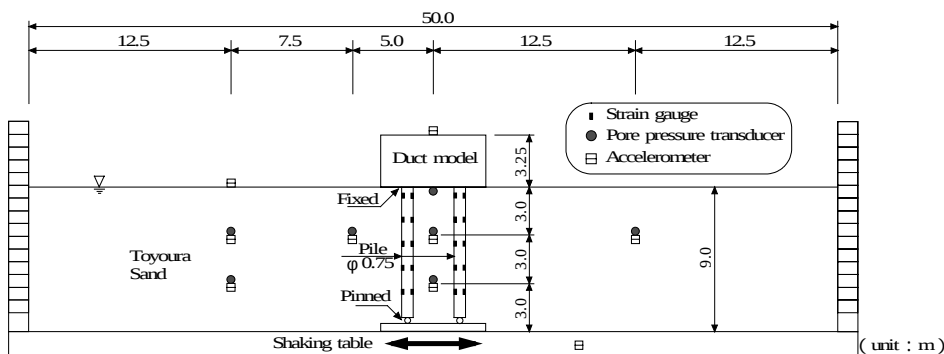


図-1 実験概要

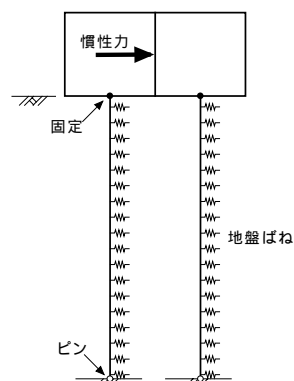


図-2 解析モデル

3.応答変位法の解析

実施した応答変位法は、図-2 に示す解析モデルを用いて地盤変位分布と地盤ばね値の低減を従来の設計方法によるものと実験結果によって得られた値を組み合わせ、これをパラメータとして実施した。表-1 に応答変位法の検討ケースを示し、以下に検討で用いた地盤変位分布および地盤ばね値の低減方法について説明する。

表-1 応答変位法の検討ケース

	地盤変位分布	地盤ばねの低減
Case1	余弦関数分布	F_L 値
Case2	実験結果の分布	F_L 値
Case3	実験結果の分布	過剰間隙水圧比

地盤変位分布については、実験で得られた模型地盤の地表面最大変位（ ag ）を、深度方向に余弦関数分布（ $f(z) = ag \times \cos \pi z / 2H$ ）で作用させる方法と模型実験結果の地表面変位が最大となる時刻の地盤変位分布を作用させる方法について検討を行った。図-3 に余弦関数による地盤変位分布と実験結果による地盤変位分布を示す。地盤ばねは地盤材料の室内試験結果から算定し、低減方法については、模型地盤の液状化抵抗率（ F_L 値）から地盤ばねの低減を行う方法¹⁾と実験結果の地盤変位分布を用いた同時刻の模型地盤の過剰間隙水圧比から図-4 の澤田ら³⁾によって示された関係式を用いて地盤ばねの低減を行う方法について検討を行った。図-5 に模型地盤の F_L 値による地盤ばね値の低減係数と過剰間隙水圧比による地盤ばね値の低減係数を示す。なお、ダクトの慣性力は、実験結果からダクトに設置した加速度計の最大値(170gal)にダクト質量を乗じた値(14.2tf)を地盤変位分布と同方向に作用させた。

キーワード：液状化地盤、杭基礎、応答変位法

連絡先：〒110-0015 東京都台東区上野 3 丁目 3 番 3 号・TEL(03)4464-5617・FAX(03)4464-5595

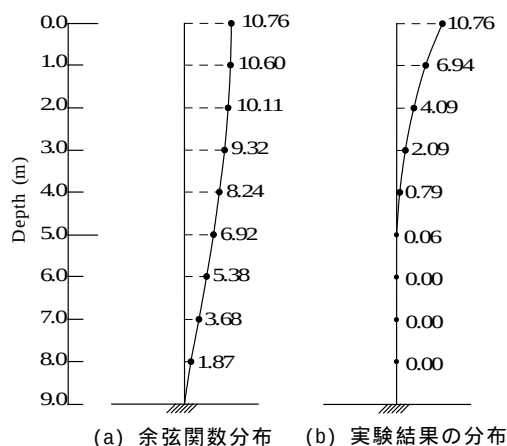


図-3 地盤変位分布

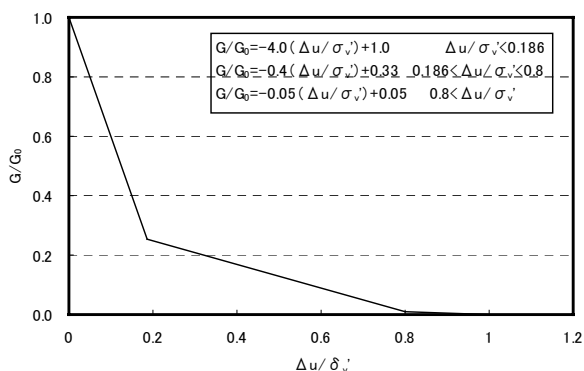


図-4 地盤剛性～過剰間隙水圧比

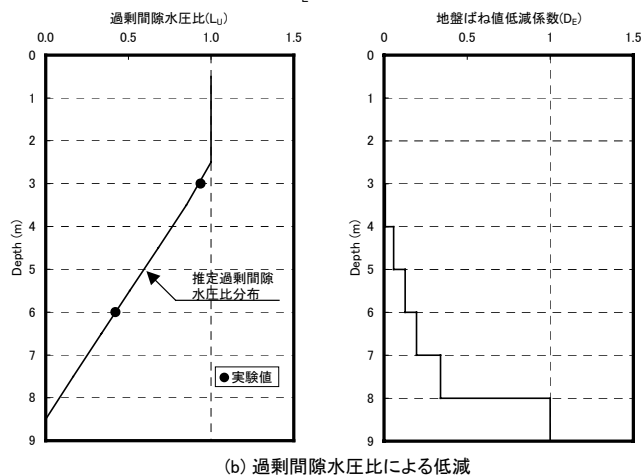
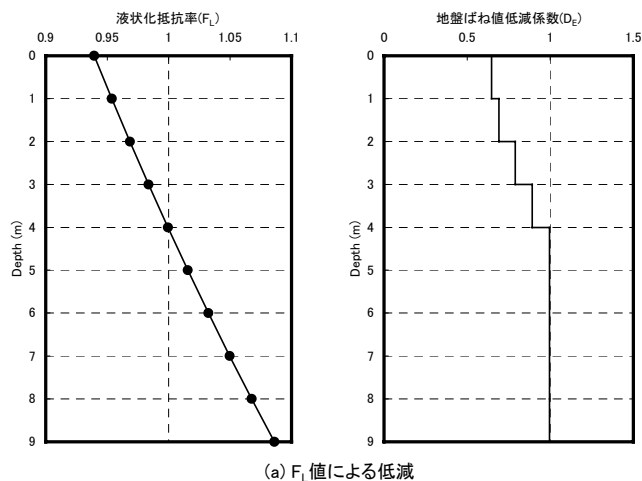


図-5 地盤ばね値の低減

5. 解析結果

図-6 に Case1～Case3 の解析結果および杭頭モーメント最大時の実験結果のモーメント分布を示す。Case1 では、杭のモーメントの値は正のみとなりモーメント分布のモードに整合が見られなかった。Case2 では、分布のモードは実験結果と同様となったが、値は実験結果よりもかなり大きなものとなった。Case3 では、杭のモーメント分布のモードおよびモーメント値ともに実験結果と概ね一致する傾向が見られた。

6. まとめ

以上の結果から、今回の実験のように上部構造物の慣性力があまり大きくない場合の液状化地盤中の杭基礎の設計法として、液状化地盤の地盤変位分布および過剰間隙水圧比による地盤ばね値の低減を正確に評価することが出来れば、応答変位法は十分適応可能であると考えられる。今後は、上部構造物の慣性力が大きくなる場合や上部構造物の慣性力と地盤変位が位相を持つ場合及び杭の非線形性を考慮する場合等の検討を行っていく方針である。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, 1999
- 2) 佐藤・石川ら：地震時における液状化地盤中の杭挙動に関する研究（その1：実験結果の分析）, 土木学会第55回年次学術講演会 2000
- 3) 澤田・西村：液状化地盤中の基礎構造物の動的挙動に関する研究, 第10回日本地震工学シンポジウム, 1998

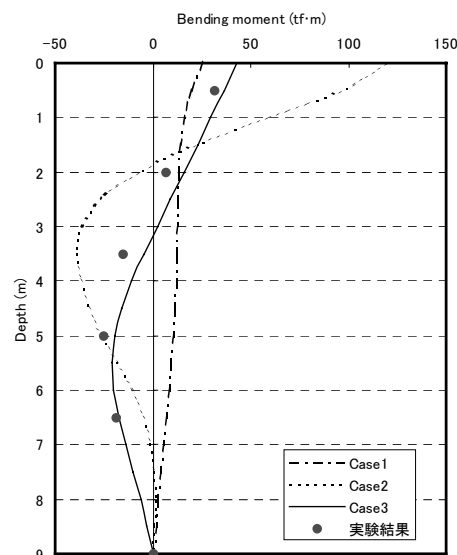


図-6 解析結果と実験結果の比較