

礫質土地盤における杭基礎構造物の模型振動実験及びそのシミュレーション

株式会社ニュージェック 正会員 ○平井 俊之, 片山 周平
 関西電力株式会社 正会員 岡市 明大, 大江 一也
 京都大学防災研究所 正会員 井合 進

1. はじめに

礫質土によって埋め立てられた地盤に杭基礎構造物を設計するにあたって、地震によって液状化した埋立土、及びその影響を受けた杭の挙動を把握することは重要であるが、このような研究はまだ少なく、液状化した礫質土地盤が杭に及ぼす影響が明確でない。また、砂を対象として開発されてきた有効応力解析手法の礫質土への適用性についても検討する必要がある。そこで、礫質土の埋立地盤に建設する杭基礎構造物を対象とした遠心模型振動実験を行い、その再現解析を二次元有効応力解析手法 FLIP により行った。

2. 模型振動実験

模型の寸法及び計器配置図を図-1 及び図-2 に示す。遠心加速度は 50G で、模型のサイズは横 1.95m (97.5m) × 奥行 0.8m (40m) × 高さ 0.52m (26m) とした (括弧内は実物換算値)。杭はステンレス製で $\phi=20\text{mm}$, $t=1\text{mm}$, 長さ 502mm である。上部工はフーチング部および建屋部の 2 階建て構造とした。埋立地盤の粒度分布は図-3 に示すように最大粒径 9.5mm, 非塑性性細粒分含有率 7.9%, 相対密度 103% である。

入力地震動は図-4 に示すように、地盤の液状化過程を詳細に把握するため継続時間が長い 2003 年十勝沖地震の釧路港で観測された波形を振幅調整して用いた。

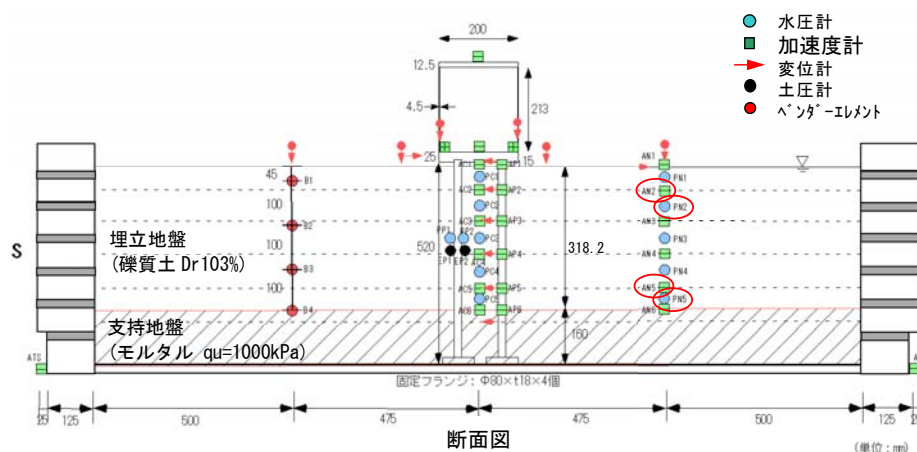


図-1 模型の寸法及び計器配置図 (○印は解析と比較した点)

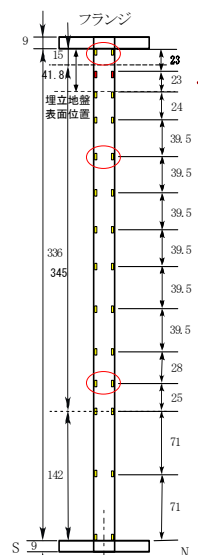


図-2 ひずみゲージ配置図 (○印は解析と比較した点)

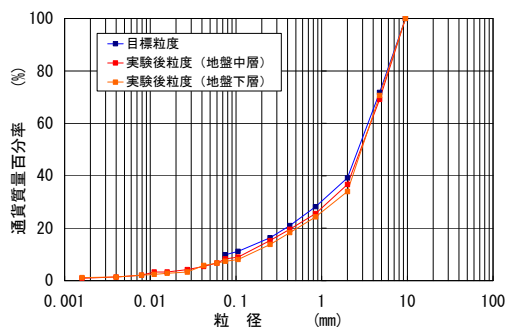


図-3 埋立地盤の粒度分布

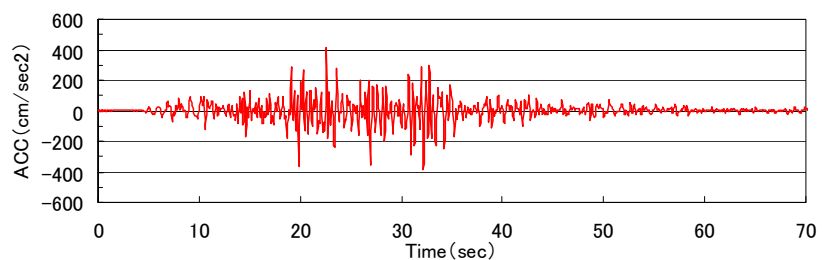


図-4 入力波形

キーワード 礫質土, 液状化, 杭基礎, 遠心模型振動実験, 有効応力解析

連絡先 〒531-0074 大阪市北区本庄東 2-3-20 株式会社ニュージェック 港湾・海岸グループ TEL 06-6374-4038

3. 模型振動実験の再現解析

模型実験の再現解析にはFLIPを用いた。埋立土はマルスプリング要素でモデル化し、液状化特性を表すパラメータは図-5に示すように別途実施した繰返し三軸試験(φ100mm, h200mm)結果にフィッティングするよう設定した。杭および上部工は非線形はり要素でモデル化した。図-6に過剰間隙水圧比の時刻歴波形を示す。以降、解析結果と実験との比較は実スケールで行っている。解析結果は負圧の発生などがよく再現されているが、実験よりも上昇が早い傾向にあることが分かる。これは、模型実験で作成された地盤と繰返し三軸試験の供試体とで若干物性値の違いが生じていた可能性が考えられる。図-7に地盤変位の時刻歴波形を示す。過剰間隙水圧比の傾向から予想されるように、解析では10秒付近で早くも液状化するため、以降の変位は実験よりも大きめに算出されている。図-8に杭の曲げモーメントの時刻歴波形、図-9に20秒付近のスナップショットを示す。杭頭で最も曲げモーメントが大きい。解析結果と実験は若干差違が認められる。図-10に上部工慣性力と杭頭曲げモーメントとの関係を示す。解析結果は実験と概ね整合しているといえる。

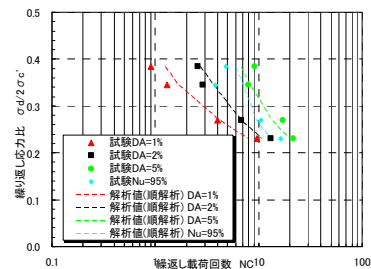


図-5 繰返し三軸試験結果と要素シミュレーション

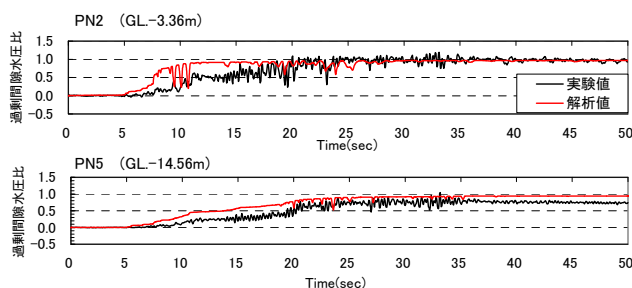


図-6 過剰間隙水圧比の時刻歴波形

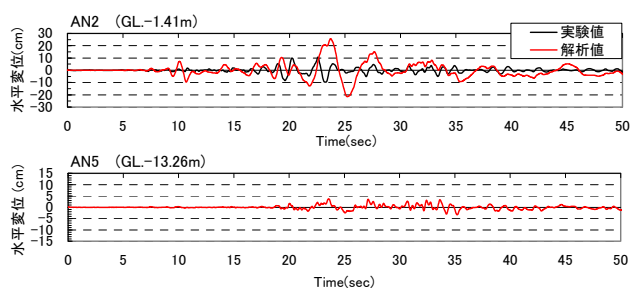


図-7 地盤変位の時刻歴波形

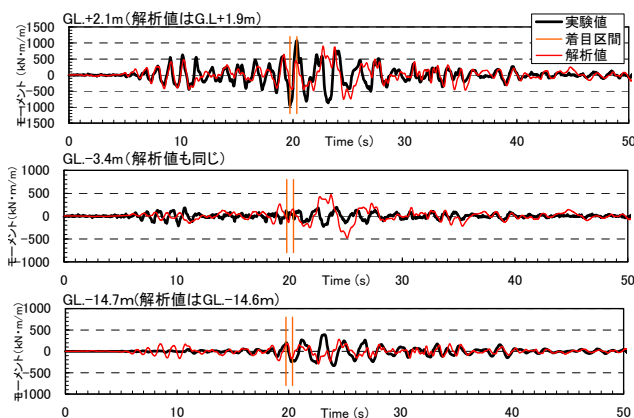


図-8 杭の曲げモーメントの時刻歴波形

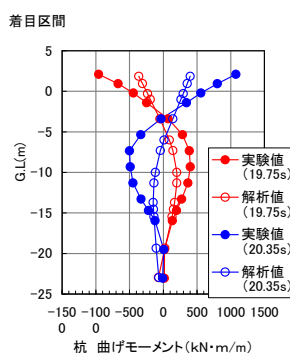


図-9 杭の曲げモーメントのスナップショット

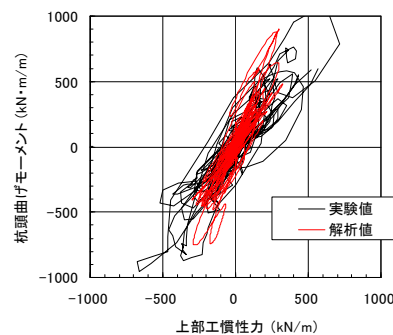


図-10 上部工慣性力と杭頭曲げモーメントとの関係

4. おわりに

液状化が想定される礫質土地盤における杭基礎構造物の遠心模型振動実験を行い、その挙動を別途実施した繰返し三軸試験結果を基に有効応力解析によって再現した。過剰間隙水圧比の上昇に差違が認められるもののFLIPは礫質土地盤の液状化解析に対しても有効である見通しを得た。今後、模型振動実験での過剰間隙水圧比の上昇をターゲットにして設定した液状化パラメータで再現解析を行うことで、より模型振動実験の再現性を向上させることができると考えられる。

参考文献

- 1) 森田年一, 井合進, Hanlong liu, 一井康二, 佐藤幸博: 液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメータの簡易設定法, 港湾技研資料, No. 869, 1997.