

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（逆解析編）

株式会社ニュージェック 正会員 ○片山 周平, 平井 俊之

関西電力株式会社 正会員 大江 一也, 吉田 次男, 岡市 明大

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。筆者らは、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力場模型振動実験およびその再現解析を二次元有効応力解析手法 FLIP により実施している。本稿では、前回¹⁾の順解析結果の続編として逆解析結果について報告する。

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)×奥行き 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φ=20mm, t=1mm, 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。模型地盤材料の粒度分布は図-3 に示す。地盤の密度は $D_r=103\%$ 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 年十勝沖地震の鉏路港で観測された波形を振幅調整して用いた。

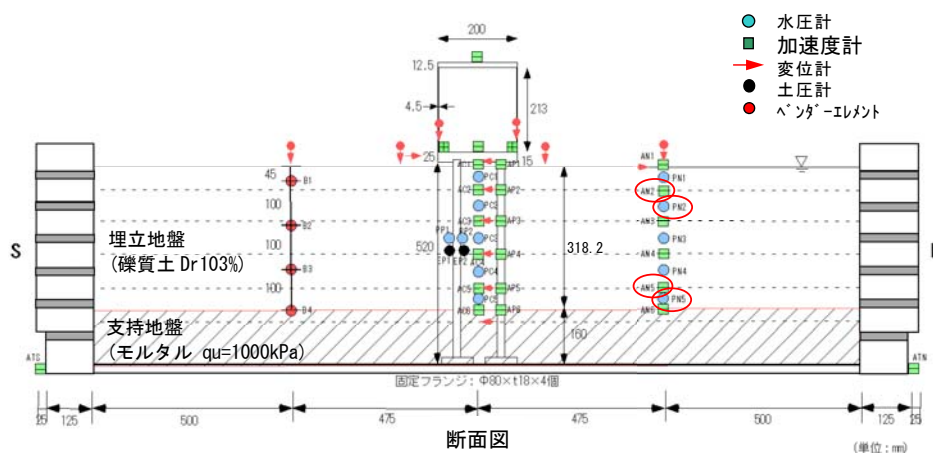


図-1 模型の寸法及び計器配置図(○印は解析と比較した点)

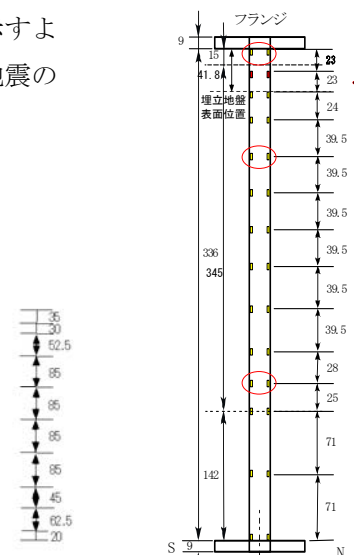


図-2 ひずみゲージ配置図(○印は解析と比較した点)

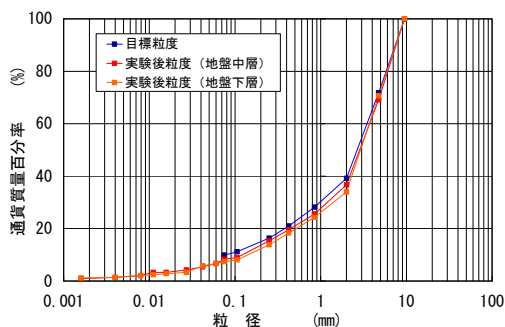


図-3 埋立地盤の粒度分布

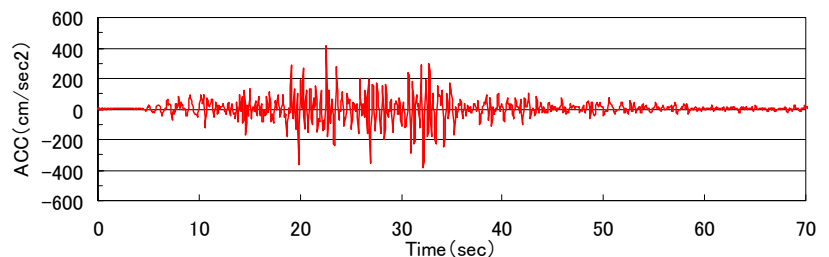


图-4 入力波形

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 港灣・海岸グループ TEL 06-6374-4038

3. 模型振動実験の再現解析

逆解析は、模型振動実験での過剰間隙水圧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実施している。図-5 に非排水繰返し三軸試験と逆解析によって求めた液状化強度曲線を示す。逆解析で得た液状化強度は試験および試験結果にフィッティングさせている順解析と比べて過大である。図-6 に過剰間隙水圧比の時刻歴波形を示す。以降、解析と実験との比較は実スケールで行っている。逆解析では水圧上昇過程が精度良く再現されている。図-7 に地盤変位の時刻歴波形を示す。逆解析は液状化に至る 20 秒付近までは実験の再現性が良い。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。これも順解析と比べ逆解析での再現性が向上している。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。逆解析は実験と良く整合していると言える。

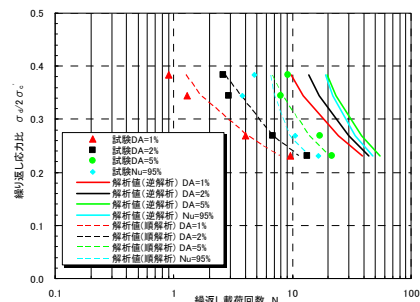


図-5 繰返し三軸試験結果と要素シミュレーション

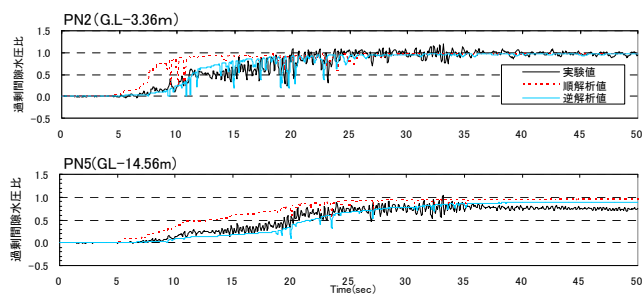


図-6 過剰間隙水圧比の時刻歴波形

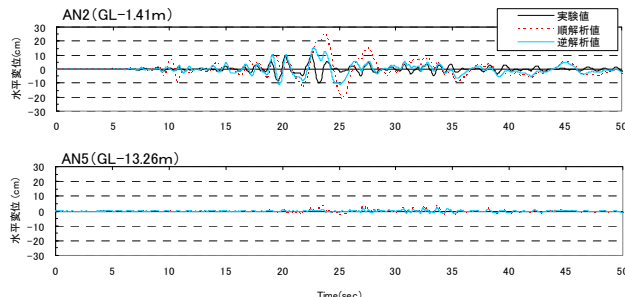


図-7 地盤変位の時刻歴波形

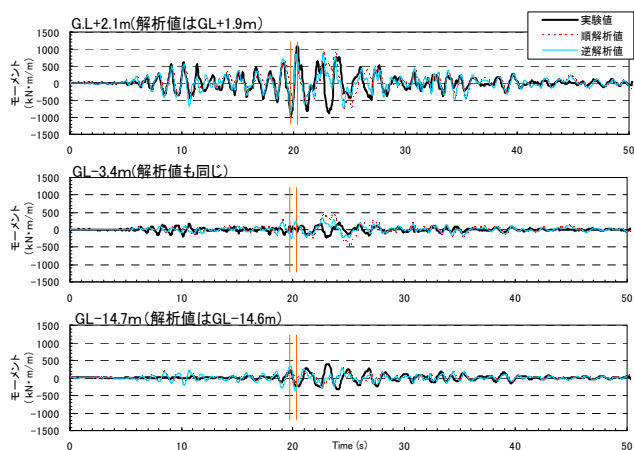


図-8 杭の曲げモーメントの時刻歴波形

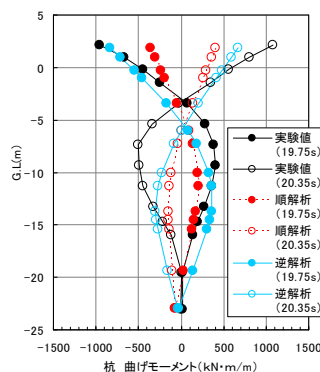


図-9 杭の曲げモーメントの スナップショット

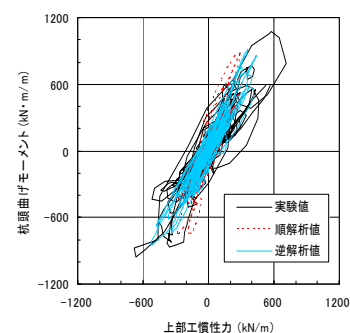


図-10 上部工慣性力と杭頭曲げモーメントとの関係

4. おわりに

模型振動実験の過剰間隙水圧の上昇をターゲットにして液状化パラメータの設定を行った FLIP による再現解析 (逆解析) を実施し実験および順解析結果と比較した。解析結果より、模型実験での過剰間隙水圧の上昇過程を忠実に再現することで地盤変位や杭の曲げモーメントについても実験結果の再現性が向上することがわかった。今後の課題としては、順解析結果と逆解析結果の差異である。この差異の原因としては、繰返し三軸試験供試体と模型実験の地盤の密度の違いと繰返し三軸試験でのメンブレンペネトレーション補正の影響による液状化強度の過小評価が考えられる。これらを適切に評価し、繰返し三軸試験結果から設定する解析パラメータに反映させることで順解析においても逆解析に近い挙動の再現が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 平井ら：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，土木学会第 64 回年次学術講演会，PP. 485-486，2009