

鋼管群杭の大変形水平載荷試験(その4 三次元 FEM によるシミュレーション解析)

大林組 正会員 佐藤 立 日本原子力発電 富樫 勝男
 日本原子力発電 正会員 青砥 一浩 大林組 正会員 尾形 隆永

1. 序

同名論文(その1~その3)[1]で、試験及び試験結果の概要と梁ばねモデルによるシミュレーション解析結果を報告した。その4では、群杭の三次元効果のシミュレーションを目的として実施した、三次元弾塑性 FEM 解析結果について報告する。

2. 解析モデル

実施した6水準8試験体のうち、単杭相当の2本杭(杭間隔 7.5D ; Dは杭直径、D=318.5mm)と9本群杭(杭間隔 2.5D)を対象として、汎用コード ABAQUS により三次元 FEM シミュレーション解析を実施した。2本杭と9本杭の解析モデルを図-1と図-2に示す。地盤のモデル化領域は、加力方向に約 20m、加力方向と直角方向(奥行方向)に約 20m、深さ方向に 14.0mとした。境界条件は、底面地盤を固定、遠方側面地盤は鉛直ローラーとし、対称条件を考慮した 1/2 モデルとした。地盤の非線形特性については、試験サイトで実施した PS 検層と動的変形試験結果から、相当応力 - 相当塑性歪み関係を図-3に示すとおり算定した。杭は、SHELL 要素を用いて全長をモデル化し、鋼材の降伏強度を用いて Bi-linear でモデル化した。コンクリートフーチングは弾性とし、試験と同一の形状でソリッド要素によりモデル化した。

3. 解析結果

2本杭と9本杭の荷重 - 変位曲線と歪分布について、試験結果と解析結果の比較を図-4~図-7に示す。

荷重 - 変位曲線の比較では、単杭相当の2本杭、群杭の9本杭ともに水平耐力は解析結果が試験結果より一割程度大きい結果となったが、水平剛性(荷重 - 変位曲線の傾き)は良く一致している。

歪分布の比較は、杭が弾性域にあるケース(2本杭 : P=40t、9本杭 : P=189t)と塑性域にある

ケース(2本杭 : P=120t、9本杭 : P=409.5t)について実施した。2本杭、9本杭とも、杭が弾性域にあるか塑性域にあるかにかかわらず、解析結果は試験結果と比較して、歪量が多少小さめとなるものの、歪のピーク位置も含めて両者の結果は、概ね良好に一致した。さらに、杭位置による歪分布の比較から、各杭に作用する軸力の違いによる歪み分布の違いを適切に評価できていることがわかる。

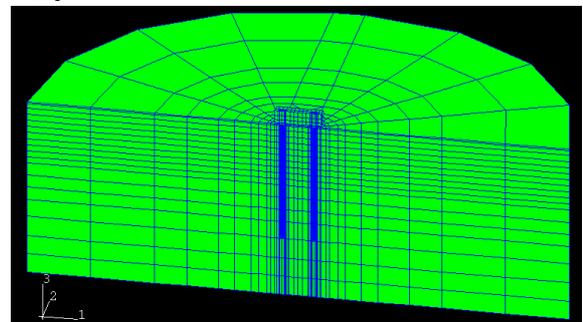


図 - 1 解析モデル(単杭相当2本杭)

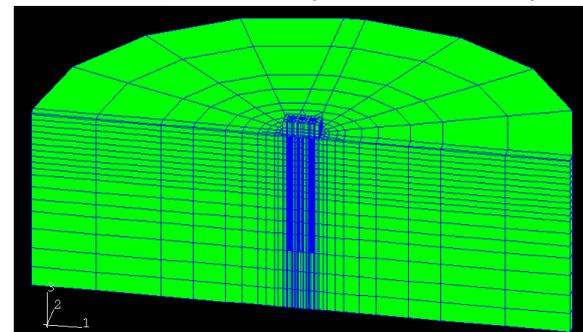


図 - 2 解析モデル(9本杭)

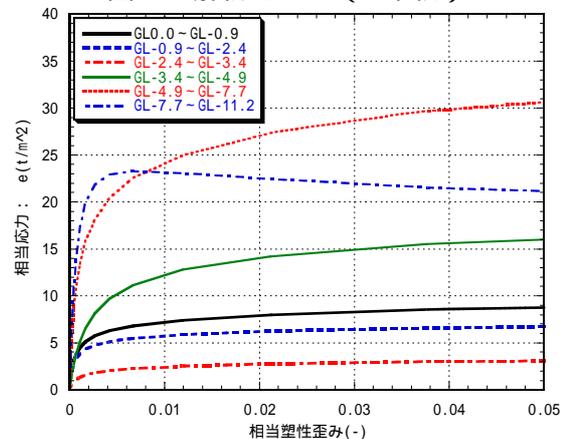


図 - 3 地盤の相当応力 - 相当塑性歪み関係

鋼管群杭、水平載荷試験、三次元 FEM、歪分布

日本原子力発電 : 〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-6-1、TEL03-3201-6631, FAX03-3212-8463
 大林組 : 〒131-8510 東京都墨田区堤通 1-19-9、TEL03-5247-8573, FAX03-5247-8681

4.まとめ

- 1) 地盤の非線形特性をPS検層及び動的変形試験結果を用いてモデル化した三次元弾塑性FEM解析により、単杭及び群杭の大変形挙動を良好にシミュレートすることができた。
- 2) 各杭に作用する軸力の違いによる歪み分布の違いも適切に評価できることから、群杭の大変形挙動を評価する上で、三次元弾塑性FEM解析が有効であることを確認した。

参考文献

[1]青砥他、「鋼管群杭の大変形水平載荷試験(その1~3)」、土木学会第55回年次学術講演会講演概要集、III-B6~III-B8、平成12年9月

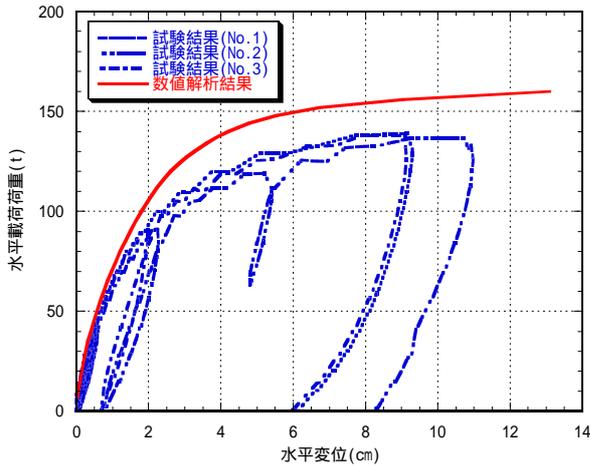


図-4 荷重-変位曲線の比較 (単杭相当2本杭)

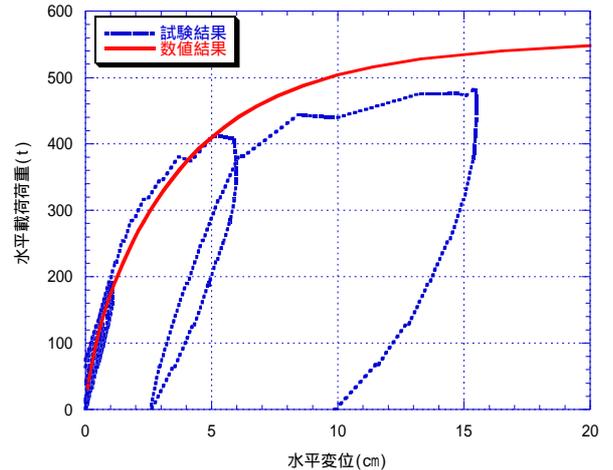


図-6 荷重-変位曲線の比較 (9本杭)

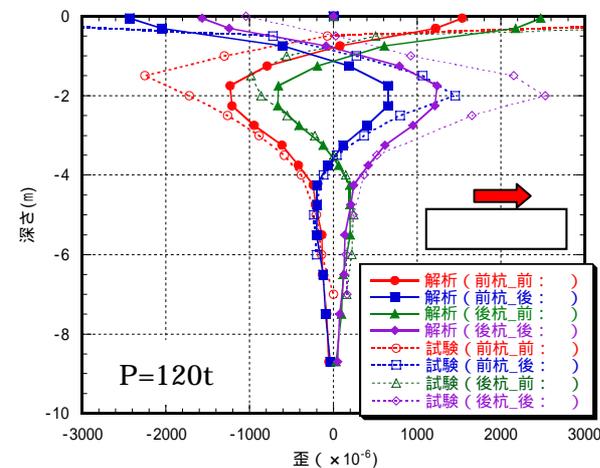
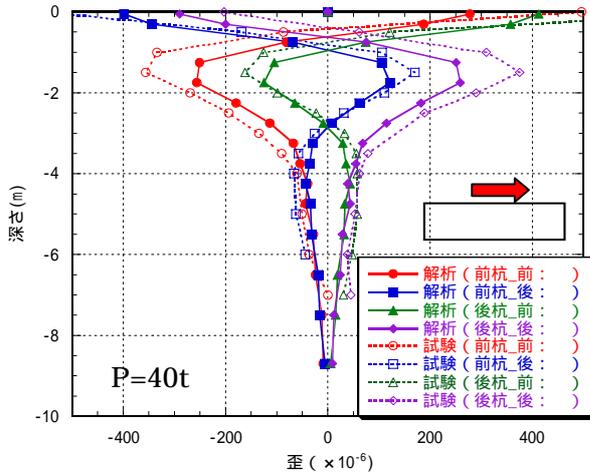


図-5 歪み分布の比較

(単杭相当2本杭, 上図 P=40t, 下図 P=120t)

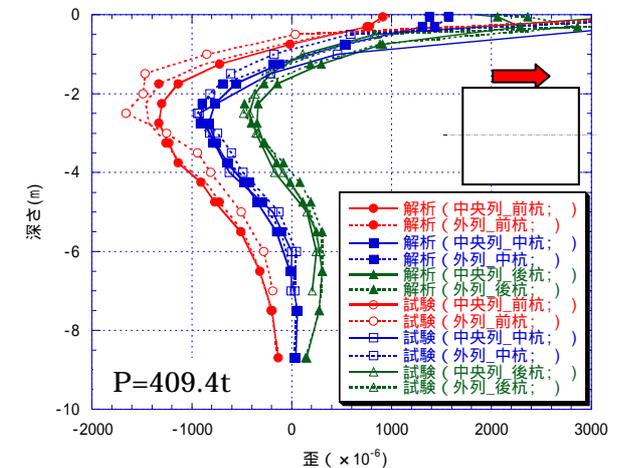
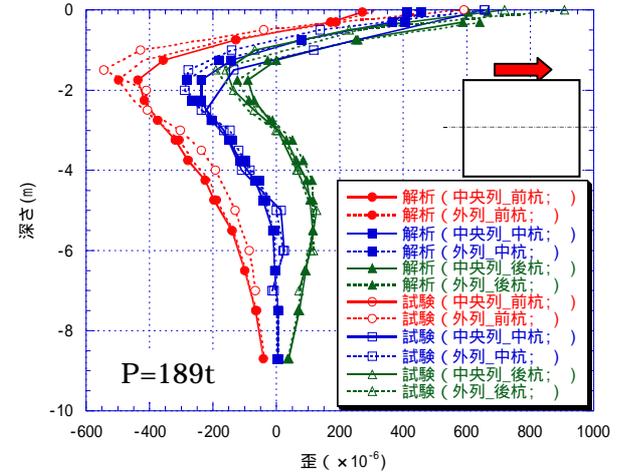


図-7 歪み分布の比較

(9本杭, 上図 P=189t, 下図 P=409.5t)