杭基礎の大変形挙動後における支持力特性に関する研究-その2

水平載荷試験 (報告3)

(一社)コンクリートパイル建設技術協会	正会員	〇吉川那穂	津田和義	
	非会員	佐藤 聡	大段 孝	本間裕介
(独)土木研究所	非会員	七澤利明	北浦光章	

1. はじめに

本報では杭体の曲げひずみ分布をもとに解析を行った結果について報告する.実験概要等については文献 1), 2) を参照されたい.なお,本研究は,(独)土木研究所および(一社)鋼管杭・鋼矢板技術協会との3者共同研究の一環と して取りまとめたものである.

2. 解析方法

各物理量 (たわみ角 θ ,水平変位y,曲げモーメントM,せん断力Qおよび水平地盤反力p)の算出は文献 3)で提案された方法に基づいて行った.まず,各測点で得られた曲げひずみより,曲率 ϕ を式 (1)で求めた.

$$\phi_i = \frac{\left|\varepsilon_{ci}\right| + \varepsilon_{ii}}{D} \tag{1}$$

ここで、 ε_{ci} は*i*断面における圧縮側のひずみ、 ε_{ii} は*i*断面における引張側のひずみ、Dは杭径である.

ついで,ある区間の曲率 φ が式 (2) の 2 次曲線で表されると仮定し, 未定係数 *a,b* および *c* を 3 つの連続した断面の曲率を用いて決定した. 式中の *z* は杭頭からの距離を示す.

$$\phi_{i} = az^{2} + bz + c$$

$$\begin{cases} a \\ b \\ c \end{cases} = \begin{bmatrix} z_{i-1}^{2} & z_{i-1} & 1 \\ z_{i}^{2} & z_{i} & 1 \\ z_{i+1}^{2} & z_{i+1} & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{cases} \phi_{i-1} \\ \phi_{i} \\ \phi_{i} \\ \phi_{i+1} \end{cases}$$
(3)

これらの係数値を式(2)に与え,積分によりたわみ角のを求めた. さらに,水平変位yに関しても同様な方法で算定した.曲げモーメントM は曲率¢に曲げ剛性EIを乗じて算出し,曲げモーメント分布値に基づいてせん断力Qと,水平地盤反力pを算出した.曲げ剛性EIは模擬試 験杭気中試験(静曲げ試験)で得られた M-¢関係をトリリニア型でモデ ル化したものを用いた.

変位量y (mm) -60 -40 20 40 60 80 -80 -20 0 0 ᅕ 2 4 6 (E 送展 8 1-2ステップ 10 - 1-2ステッフ 2-2ステップ 12 2-2ステップ 実線:正方向 14 3-2ステップ 破線:負方向 H 16



-200

実線:正方向

破線:負方向

-400

0

2

4

6

10

12

14

16

深度 (m)

曲げモーメントM (kN・m)

0

200

400

2-2ステップ

2-2ステップ

3-2ステップ

- 3-2ステップ

-0-

図 2 曲げモーメント分布図(No.4 杭)

3. 解析結果

代表例として,大変形(荷重変位曲線の折れ点にあたる変位の4倍)を 与えたステップ1-2,2-2,3-2の試験における,No.4杭(地盤改良体の厚 みが50mm, 圧縮強度が2.0N/mm2)の水平変位分布を図1に,曲げモー メント分布を図2に,せん断力分布を図3に示す.

水平変位は深度 4m 以深においてほぼ発生していないことから,深度 4m 以浅の地盤による抵抗が主体的だったと判断される.曲げモーメント 分布は,各ステップにおいてほぼ同じ分布形状を示した.せん断力分布 は,ステップ 1-2 に比べてステップ 2-2 は杭頭部のせん断力が低下し, ステップ 3-2 ではステップ 2-2 と同じ分布となった.

キーワード プレボーリング杭工法,水平載荷試験,地盤改良体

連絡先 〒105-0013 東京都港区浜松町 2-7-15 日本工築 2 号館 3F (一社)コンクリートパイル建設技術協会 TEL. 03-5733-5881

麴

勘

地盤反力(kN/m)

次に, No.4 杭における各ステップの地盤反力 p と水平変位 y の関係 を図4,5に示す.図4は深度2.0m,図5は深度2.5mの位置のp-y関 係である. 深度 2.0m では1回目の大変形を与えたステップ 1-2 では, 変位の小さい段階から地盤反力が発生しているが、2、3回目の大変形 を与えたステップ 2-2, 2-3 では変位の小さい範囲では地盤反力が発生 しておらず,水平変位10mm 前後から地盤反力が発生している.深度 2.0m 以浅においても同様の傾向であった. これに対して深度 2.5m で は、ステップ 2-2、3-2 においても変位の小さい範囲から地盤反力が発 生している. 深度 2.5m 以深も同様の傾向であった.

続いて、地盤反力の初期勾配に着目して検討を行った. 全試験杭の 深度 2.0m と 2.5m における初期勾配のステップごとの変化を図 6,7 に示す. 初期勾配は設計値との比率で表している. 各深度ともに ステップ 1-2 では設計値よりも大きな地盤反力が発生している.2 回目の大変形を与えた際に地盤反力が大きく低下し、3回目の大 変形を与えた際は2回目と同等程度の地盤反力となる傾向はどち らの深度でも同じであった.設計値に対する比率を見ると、深度 2.0m では 2 回目で設計値を下回ったが, 深度 2.5m では設計値を 上回る結果となった. 深度 2.0m 以浅では深度 2.0m と同じ傾向で あった. 地盤改良体部の幅や強度に違いがあっても地盤反力が低 下する範囲は同じであることが確認され、この深度は本試験杭の 1/B区間長 (2.5m) に近い値であった.

4. まとめ

杭体ひずみの解析結果から,大変形を繰り返し受けた際の地盤 反力の低下が、杭頭から 1/βの範囲内であることが確認され、本 試験の範囲では地盤改良体部の厚さ,強度による違いは見られな かった.地盤反力の低下の原因が,地盤改良体部もしくは杭周辺 地盤のどちらの変状によるものかの特定には至らなかった. 今後 の課題としたい.

参考文献 1)鳥畑ら: 杭基礎の大変形挙動後における支持力特性に関する 研究-その1~3, 土木学会第63回年次学術講演集, pp.231-236, 平成20

年9月.2)吉川ら: 杭基礎の 大変形挙動後における支持 力特性に関する研究-その2 水平載荷試験(報告 2), 土木 学会第 64 回年次学術講演集, pp.209-210, 平成 21 年 9 月. 3) 冨永ら: 杭頭自由および固 定の単杭が終局状態に至る までの水平挙動性状に関す る理論と実験,構造工学論文 集, Vol.37B, 99.1-10, 1991.



