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

鉛直載荷試驗(報告3)

 一般社団法人コンクリートパイル建設技術協会 正会員 ○横山雅樹 正会員 津田和義 海老沢朗
(独)土木研究所 七澤利明 北浦光章

Bor-1

1. はじめに

筆者らは、プレボーリング杭工法で施工した杭に対し、数回の鉛直および水平荷重を与え、大地震時および大地 震後の支持力特性を調査した.2008年、2009年の年次報告では、その試験結果について①大地震後を想定した2 回目の載荷試験時には、支持力が減少すること、②1年経過後でも支持力の回復が期待できないことを報告した.

本報では計測したデータを詳細に整理し,得られた周面摩擦力や先端 支持力の変化について報告する.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共同研究の一環として取りまと めたものである.

2. 試験概要

試験地盤の土質柱状図と杭の設置状況を図1に示す. 杭の水平抵抗 に支配的とされる 1/β(≒2.5m)付近までは粘性土主体の地盤である. 杭先端部のN値は 30程度であり, 杭長は 15m, 杭先端を施工地盤面 から 14.5m, 根固め部先端を 15.0m とした.

試験体は、地盤改良体部の径と強度をパラメータとして4体を 設定した.図2に試験杭一覧を、表-1に載荷試験の工程を示す.

表-1 載荷試験の工程

Step	載荷パターン	載荷状態(最大時)
0	①鉛直載荷(0-1step)	常時許容鉛直支持力
	②水平載荷(0-2step)	杭頭変位10mm以内かつ地盤が降伏しない荷重
1	③鉛直載荷(1-1step)	杭頭沈下 40mm 以上(0.1D 以上)
	④水平載荷(1-2step)	4δyに達する荷重(1δy:降伏変位)
	⑤鉛直載荷(1-3step)	杭頭沈下 40mm 以上(0.1D 以上)
1ヶ月程度待機		
2	⑥鉛直載荷(2-1step)	杭頭沈下 40mm 以上(0.1D 以上)
	⑦水平載荷(2-2step)	④の最大変位量に達する荷重
6ヶ月以上待機		
3	⑧鉛直載荷(3-1step)	杭頭沈下 40mm 以上(0.1D 以上)
	⑨水平載荷(3-2step)	④の最大変位量に達する荷重

設計

画

実測



図1 土質柱状図

Bor-2

3. 載荷試験結果

本研究では,ボーリング調査を 2ヶ所実施しており, No.1 杭 No.2 杭は Bor-2 が, No.3 杭 No.4 杭は Bor-1 が近接している.そこで, 道路橋示方書に示される杭の支 持力推定式の値と実測値との比率 の観点から,地盤改良体部の径や強



度の違いが、支持力やその経時変化に与える影響について考察をした.

図 3~5 に極限支持力,および極限支持力時の周面摩擦力,先端支持力の設計値に対する比率の変化を示す.先端 支持力は, No.4 杭が他と比較して若干高い比率を有しているが,パラメータによる大きな差異は認めらない. どの

キーワード プレボーリング杭工法,鉛直載荷試験,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 TEL03-5733-5881

試験体も,大変形を繰り返し受け る事により先端支持力は増加する 傾向がある.極限支持力の傾向は 周面摩擦力の傾向と類似している ことから,周面摩擦力の影響が大 きい事がわかる.周面摩擦力は, 地盤改良体部の外径の違いによる 影響は見られないが、地盤改良体 部の強度が高い方が設計値に対す



軸力分布図

500 1000

-2

Ê -6 海HGL-

-12

-14 -16

図 8

1500

2000 2500

No.2杭1-3ステップ

軸力(KN)

3000 0

500 1000 1500 2000

1000 1000 ģ

ě 90

ě

る実測の比率は高い. どの試験体も1回目の水平載荷試験の直後に行った1-3ステップで周面摩擦力および極限支 持力は減少する.周面摩擦力は1ヶ月の養生後では、ほぼ横ばいか若干減少し、6ヶ月以上の養生後に若干回復す る傾向がある(No.2 杭を除く). 各杭について, どの区間の摩擦力が変化しているのかを図 6, 図7に整理した.

【2-5 区間】地盤改良体部が 0.5N/mm²の No.1, No.2 杭と比較すると, 2.0N/mm²の No.3, No.4 杭の方が大きい周面 摩擦力を発揮している.1回目載荷試験直後の1-3ステップでは、全ての杭で周面摩擦力を失っている.

【5-8 区間】No.1, No.2 杭では、ステップを経る毎に周面摩擦力が低下している. No.3, No.4 杭でも低下傾向では あるが、設計値を下回るには至っていない. 3-1 ステップ時には 2-1 ステップ時と同等もしくは若干増加している杭 も認められる.

4. 杭頭部付近の周面摩擦力が失われる範囲

1-3 ステップ以降の軸力分布図に 1-1 ステップの最終 荷重の軸力分布図を重ね、軸力分布の傾きが1-1ステッ プ時と比較して急勾配な範囲を調べた.例として, No.2 杭および No.4 杭の 1-3 ステップ時の軸力分布図を図 8, 図9に示す.周面摩擦力が発揮されていない範囲はNo.2 杭では GL-5.5m までであるのに対し, No.4 杭では

GL-2.5m までである. 同様に他の杭についても調査したところ, 地盤改良体部の強度を高く設定した方が, 周面摩 擦力が失われる範囲は狭い傾向があった.

5. 地盤改良体部の変状

図 10 に No.4 杭 1-1, 3-1 ステップ時の杭頭変位と地盤改良体部の変位を 示す.1-1 ステップ時には地盤改良体部と杭とが一体となって挙動してい るが、3-1 ステップ時には一体性は弱い.しかし、No.4 杭の杭頭部付近の 周面摩擦力は、3-1 ステップ時にも設計値程度の摩擦力は有していること が確認された(図7).一方,地盤改良体部の強度が低い試験体は,1-3ス テップ時で,既に杭との一体性が弱く周面摩擦力も低い結果となっていた.



軸力分布図

999

図 9 No.4 杭 1-3 ステップ

8

2500

3000

6. まとめ

本試験の結果、大地震を想定した大変形を数回繰り返すことで、杭頭部付近の周面摩擦力が低下することがわか った.しかし、No.4 杭のように地盤改良体部の外径や強度が大きい場合は、その低下の程度は限定的であることが わかった. 今後の課題としては、今回と異なる地盤や他工法で、地盤改良体部の状態を含めた大変形挙動後の支持 力特性が周辺地盤に応じて変わるのかどうか明らかにすることが挙げられる.

参考文献 1)鳥畑ほか: 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

参考文献 2) 岡田ほか: 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1~2, 土木学会第64回年次学 術講演集, pp.207-210, 平成 21 年 9