

ナイル・ジンジャ高架橋建設工事(その3)に伴う杭の押込み試験

場所打ち杭
押込み载荷試験 杭の支持力

○地盤試験所 正会員 亀井 秀一 Professor Jackson A. Mwakali
オリエンタルコンサルタンツグローバル Kasule Robert
銭高組 町田 裕 地盤試験所 正会員 高野 公作

1.はじめに

ウガンダ共和国のナイル・ジンジャ高架橋建設工事¹⁾では斜張橋の建設進められている。この基礎杭の支持力を確認するためA1橋台(杭径:φ1,500mm),P2橋脚(杭径:φ2,000mm)の本杭を用いて押込み試験(Static Axial Compressive Load Test:以下でSLTと呼ぶ)を実施した。なお、P2橋脚杭にはヒズミ計等を取り付けて先端支持力と周面摩擦力の分離を図った。本論文では、この内のSLTについて支持力とその解析内容について発表する。または文献²⁾で発表した杭の急速载荷試験(Rapid Load Test:以下でRLTと呼ぶ)と支持力の比較結果も合わせて発表する。

2.試験概要

2.1 地盤概要と試験目的

試験を実施したA1橋台の杭配置図と試験位置を文献¹⁾に,P2橋脚のそれを文献²⁾に示す。土質柱状図と杭の根入れ状態を図1に示す。

杭の設計は文献²⁾に基づいて実施された。表1に設計支持力と試験荷重を示す。

A1橋台は杭頭の荷重と変位量の関係から杭の支持力確認を、P2橋脚は杭にヒズミ計等を設置して周面摩擦力度と先端支持力を求め設計値の妥当性の検証を行った。

	設計支持力	試験荷重
A1橋台	5400kN	8100kN
P2橋脚	21000kN	31500kN

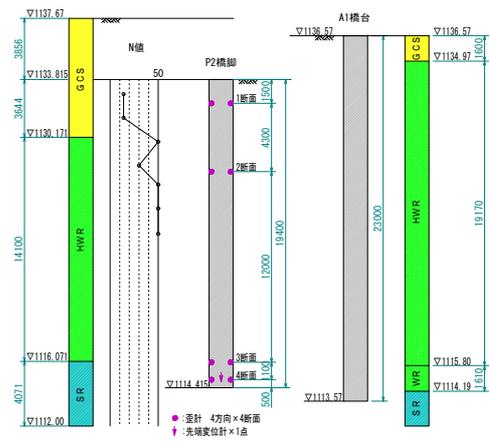


図1 土質柱状図と杭の根入れ状態

2.2 载荷試験装置

SLTの試験杭および反力杭とも本杭を用い、A1橋台は反力杭2本、P2橋脚は4本用いた。载荷試験装置を図2,図3に示す。

2.3 加力装置と計測装置

A1橋台は5000kNジャッキを4台、P2橋脚は5000kNジャッキを8台用いて载荷した。試験杭の変位は杭頭変位計を4点、先端変位計(P2橋脚)を1点設置し荷重と変位量の関係から支持力を評価した。

反力杭は変位計を1点ずつ取付け試験中の安全を確保した。载荷試験中は基準バりに直射日光が当たらないようシートで養生するとともに内部は温度計を取付け試験中の温度計測を実施した。

2.4 試験方法

試験方法はASTM³⁾に基づき、試験最大荷重は設計支持力の1.5倍で計画した。荷重段階は設計荷重の25%を1段階として、6段階多サイクル方式で実施した。設計支持力(第4段階)では12時間、最大荷重(第6段階)は24時間、その他の新規荷重は1時間荷重を保持した。荷重段階を図3に示す。

試験地点は1日の寒暖差が15℃程度あるため、温度変化で基準バりが伸び縮み杭頭変位に誤差が生じる。そこで試験前日に変位計と温度計を配置し24時間の温度計測を行った。温度と基準バリ変位の関係を相関させ、その結果で载荷試験結果を補正した。

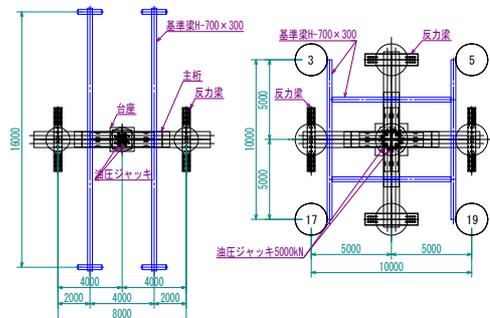


図2 A1 载荷試験装置図 図3 P2载荷装置図

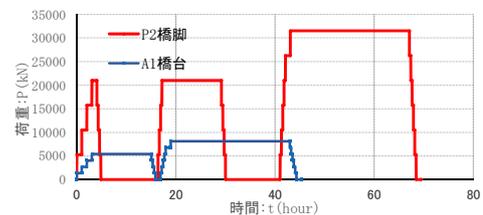


図4 荷重段階

3.载荷試験結果

3.1 杭頭の支持力の判定

A1橋台の杭頭荷重と変位量の関係を図6に,P2橋脚のそれを図7に示す。これらの図が示すように、A1橋台は8,100kN 載荷時の杭頭がS=4.66mm、P2橋脚は31,500kN 載荷時の杭頭でSo=5.98mm,杭先端でSp=0.66mmと小さい変位量であった。この結果を、ASTMの基準で評価した結果を表2に示す。杭の支持力は設計値を十分に満足する結果であった。

事前に計測した、A1 橋台の温度と基準バリの計測結果を図 5 に示す。載荷装置仮囲い内部の温度は 20℃～32℃であり、基準バリは 2.2mm の変位が生じている。

各杭の S～Logt 曲線を図 8 と図 9 に示す。この A1 橋台の図 8 で温度変化による影響が見うけられたので、温度補正を実施したが取り除けなかった。そこで P2 橋脚の計画最大荷重は開始時と終了時を朝方と夜間に計測出来るよう AM6:00 から載荷した。その結果、図 9 に示すように載荷開始から 40 分間と経過時間が 13～24 時間の計測は、支持力判定に重要な試験最大荷重時の変位量と残量変位量を測定誤差の少ないデータで取得し判定の精度を高めるようにした。

3.2 杭先端支持力と杭周面摩擦力度の評価

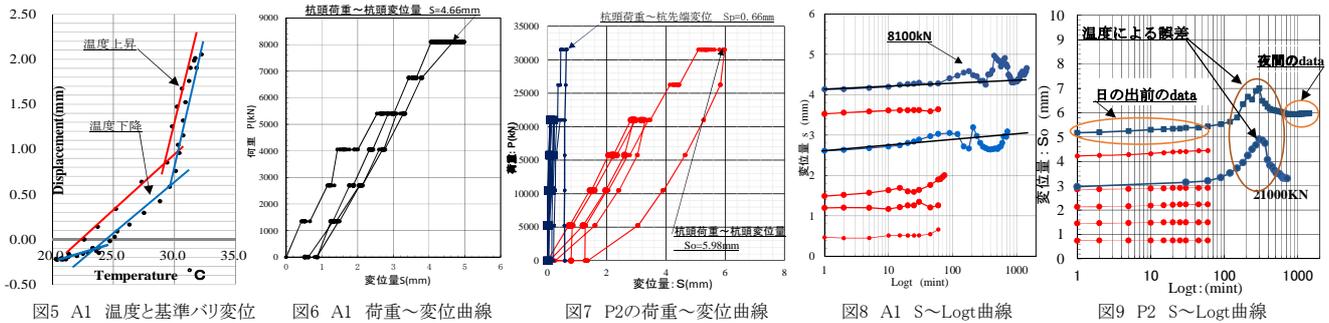


図5 A1 温度と基準バリ変位

図6 A1 荷重～変位曲線

図7 P2の荷重～変位曲線

図8 A1 S～Logt曲線

図9 P2 S～Logt曲線

P2 橋脚のヒズミ計の測定結果に基づき軸力分布と杭周面摩擦力度を求めた結果を図 10 および図 11 に示す。図が示すように最大荷重時でも杭先端には荷重伝達していない。一方、GCS、HWR 層の杭周面摩擦力度は設計値 ($\tau = 133 \text{ kN/m}^2$) の 2 倍以上の 280 kN/m^2 値が確認された。支持層の SR 層は設計摩擦力度を確認出来るまで杭先端に荷重が伝達出来なかった。

4. 押込み試験 (SLT) と急速載荷試験 (RLT) の比較

SLT は荷重保持時間が長いので荷重保持中に変位が進行するので、RLT の荷重と変位量を単純に比較出来ない。

そこで、RLT と比較のため SLT の結果は目標荷重に到達した直後の変位量で整理した。比較結果を図 12 に示す。図が示すように A1 橋台では良く一致する結果を示している。P2 橋脚では SLT の変位が若干少ないが概ね良く一致していると言える。

図 13 の軸力分布図では RLT の方が杭先端に荷重が若干多く伝達している。この要因は、個々の試験杭の支持力(杭先端支持力と杭周面摩擦力の和)の差によるものと推測する。

このように、同一サイトで実施した SLT と RLT の結果の比較から、文献²⁾で提案した杭頭変位量が少ない場合の RLT の解析方法は一質点系モデルが成立しないとする手法が適切であると確認できた。

4. おわりに

ウガンダ共和国においてオールケーシング工法の場合打ち杭が初めて採用されたが、載荷試験を通じて高支持力の杭が築造されている事が確認できた。今後、他のアフリカ地域において今回実施した試験方法が支持力管理の参考になれば幸いである。

最後に、本試験のご指導とご協力を頂いたオリエンタルコンサルタンツグローバル Kasule Robert 氏を始め関係各位に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) ナイル・ジンジャ高架橋建設工事(その 1)に伴う杭の品質管理, 第 51 回地盤工学研究発表会 (投稿中)
- 2) ナイル・ジンジャ高架橋建設工事(その 2)に伴う杭の急速載荷試験, 第 51 回地盤工学研究発表会 (投稿中)
- 3) ASTM D_7383-08

表2 設計支持力の判定

判定内容	試験地点	判定方法	試験結果	判定
設計荷重の1.5倍載荷時の変位量は杭径の1.5%以下	A1橋台	1500mm×1.5/100 =22.5mm	4.66mm	ok
	P2橋台	2000mm×1.5/100 =30.0mm	5.98mm	ok
設計荷重の1.5倍載荷時の残留変位量は杭径の0.75%以下	A1橋台	1500mm×0.75/100 =11.25mm	0.52mm	ok
	P2橋台	2000mm×0.75/100 =15.0mm	1.37mm	ok

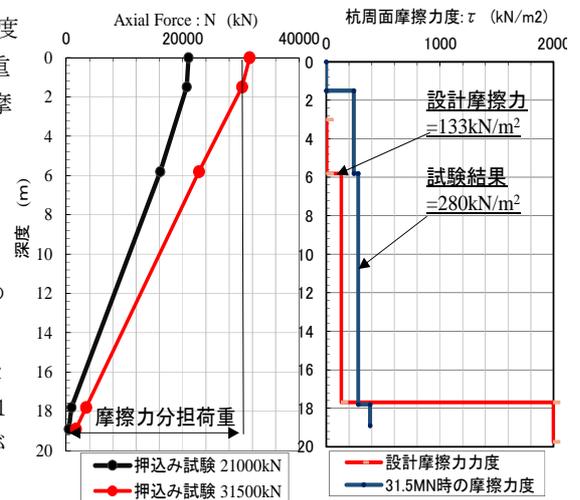


図10 軸力分布図

図11 摩擦力度分布図

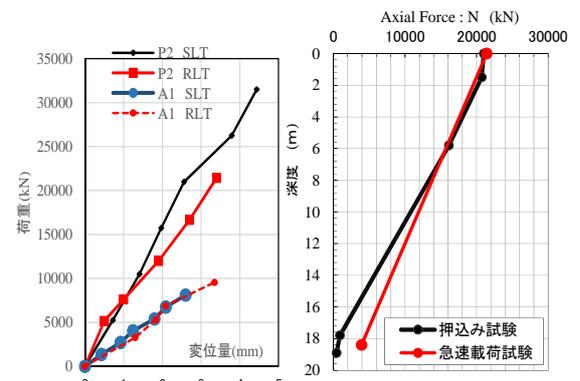


図12 荷重～変位量の比較図

図13 軸力の比較図