

III-425 先端強化場所打ち杭の載荷試験

横浜市交通局 萩野幸男 久保田泰雄

山口敏雄

(財)鉄道総合技術研究所 村田 修 ○奥村文直

1. まえがき

「先端強化場所打ち杭の計画と施工」²⁾(以下、関連報文と呼ぶ)で記述したように、横浜市高速鉄道の高架橋基礎に先端強化場所打ち杭を施工し、支持力の確認のために載荷試験を実施したので、その結果をまとめ報告する。

2. 杭の支持力算定法

土質は図2に示すようなもので、軟弱な粘性土層はネガティブフリクションを考慮し、また、支持地盤は土丹層でN値を100と評価している。単杭(杭径1m)の許容鉛直支持力 Q_a は、土質調査データをもとに、鉄道の設計の基準¹⁾に示す方法に従い、(1)式により算定した。

$$Q_a = \alpha_f Q_f + \alpha_p Q_p + \alpha_n \cdot (F_n + W_n) \quad (1)$$

ここに、 Q_a : 単杭の許容鉛直支持力(tf)(常時: 292tf)

Q_f : 単杭の最大周面支持力 (156tf)

Q_p : 単杭の基準先端支持力 (472tf)

F_n : ネガティブフリクション (219tf)

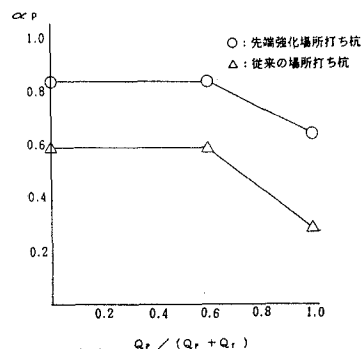
W_n : 中立点より上方の杭の自重 (27tf)

α_f : Q_f に対する安全係数(常時: 0.3)

α_p : Q_p に対する安全係数(常時: 0.78) 図1 参照

α_n : F_n に対する安全係数 (0.5)

本工法の α_p の値は、図1に示すように、従来の場所打ち杭よりも40% 程度大きい値としているが、先端支持力の比率が大きい($Q_p / (Q_f + Q_p) = 0.75$)ことから若干低減した値としている³⁾。これは、周面支持力が小さい場合の先端支持力性状の信頼性を考慮したものである。



3. 載荷試験

試験杭は杭長30.5m で、反力杭(4本)は本設の基礎を利用していることから、試験杭と反力杭との離れは杭心で2.475m(杭径1m)とやや小さい。試験の主な目的が杭先端の荷重～沈下の関係を求めることから、杭の軸力を求めるための鉄筋計は図2に示すように、杭頭付近のほか、杭先端付近に2か所設置し、また、先端沈下計を2か所設置した。

試験方法は、土質工学会「クイの鉛直載荷試験基準—同解説」に示す、多サイクルA載荷法により実施し計画最大荷重を850tfとした。

杭頭荷重(P)～杭頭沈下量(S)を両対数で整理した結果を図3に示す。この図からは杭頭での降伏荷重は640tf程度と判定できるが、 $P \sim S$ 、 $S \sim \log t$ 、 $P \sim \Delta S / \Delta \log t$ 等を総合的に判断すると、降伏荷重は500tf程度となる。

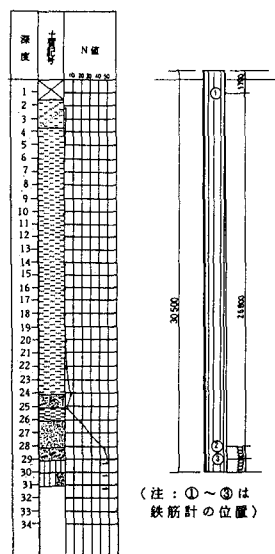


図2 土質柱状図および試験杭

軸力の測定結果から周面摩擦力を推定すると、杭頭荷重700tf程度で周面摩擦力は最大値に達している。

載荷試験時は、軟弱な粘性土層も正方向の摩擦力が発揮するのに対して、構造物完成後には、負方向の摩擦力となるとして設計していること、本工法が先端支持力を改善することを目的としたものであることから、先端支持力に着目して整理する。軸力の測定結果から杭先端荷重を推定し、杭先端荷重（ P_F ）～杭先端沈下量（ S_F ）を両対数で整理した結果を図4に示す。また $P_F \sim \Delta S_F / \Delta \log t$ を図5に示す。これらの図から、先端地盤の降伏荷重は180tf程度であると考えられるがこの値は3分割したコンクリートリングの貫入荷重の合計150tfにほぼ等しく、履歴荷重の効果と考えられる。許容先端支持力 $\alpha_F Q_F = 0.78 \times 472 = 368\text{tf}$ が杭先端に作用した時の沈下量は、図4から23mm程度となる。また関連論文²⁾の図6から、本工法のように履歴荷重を与えない時に368tf（469tf/m²）が杭先端に作用した時の沈下量は10cm以上となると考えられ、本工法の先端支持力改善効果が十分あることが分かる。

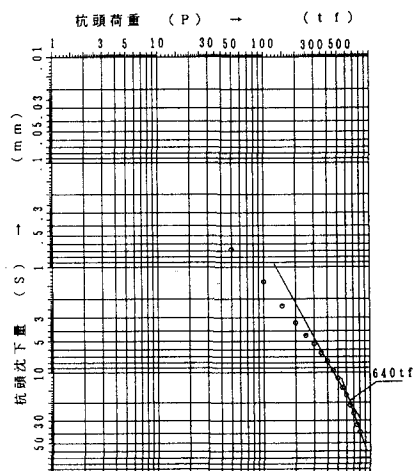


図3 $\log P \sim \log S$

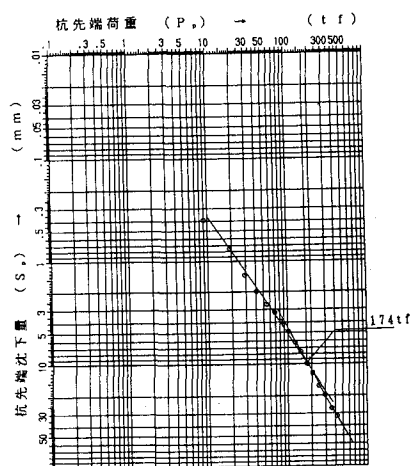


図4 $\log P_F \sim \log S_F$

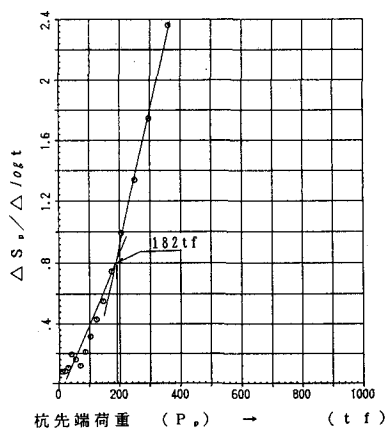


図5 $P_F \sim \Delta S_F / \Delta \log t$

4. あとがき

本工法の支持力は、別途実施した従来の杭との実物大の比較載荷試験により先端支持力が50%程度以上増加することを確認している。また、J R 北海道の高架橋基礎にも本工法が採用されている。今後、施工実績を積重ねる中で施工法の合理化等を進めていきたいと考えている。

なお、載荷試験の実施にあたっては、熊谷組の菱沼登、坂英昌、三井建設の福島弘文、伊藤達男の各氏には大変お世話になっている。末筆ながら深甚の謝意を表します。

（参考文献）

- 1) 日本国有鉄道：「建造物設計標準 基礎構造物」、1986.3
- 2) 萩野幸男、久保田泰雄、山口敏雄、村田修、奥村文直：先端強化場所打ち杭の計画と施工、第47回土木学会年次学術講演会、1992.9
- 3) 村田修、館山勝：場所打ち杭の支持力性状についての統計的考察、鉄道総研報告、1990.7