

自然泥水条件のアースドリル杭試験施工(その 2 押込み試験)

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○三木 隆史
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 山本 信弘

1. はじめに

鉄道構造物において、場所打ち杭の設計条件は、自然泥水を用いた施工とベントナイト泥水を用いた施工で異なる¹⁾。特にアースドリル工法は、施工速度や機械の大きさ等での優位性がある一方、ベントナイト安定液の使用に伴う品質管理上の不安定さがあることから、これまで土木分野ではあまり採用されていなかった。

そこで今回、ベントナイト濃度 3 % 未満のポリマー系安定液(自然泥水条件)を用いたアースドリル杭の適用性検討、および施工管理手法の確立を目的として、試験施工²⁾及び押込み試験を行なった。本論文は押込み試験から得られた周面支持力、先端支持力について述べる。

2. 押込み試験概要

1) 試験概要

押込み試験は、試験杭(L=26.2m, ϕ =1.0m)周囲へ 4 本設置した反力杭(L=28.0m, ϕ =1.0m)の抵抗力を利用する、反力杭載荷方式とした。この反力杭は、将来本杭として利用されるもので、あらかじめリバース工法(TBH 工法)によって施工したものである。

載荷装置は、14MN 油圧ジャッキ 1 台と載荷梁から構成されている。載荷装置の概要を図-1 に示す。

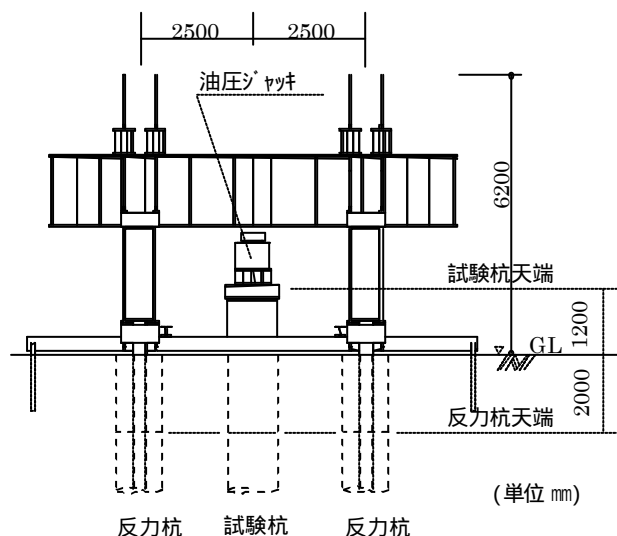


図-1 試験装置概要図

2) 測定項目

試験杭に働く各断面での軸力は、載荷荷重に対する杭の軸方向ひずみの関係から算出することとした。なおひずみの測定は、杭の鉄筋籠中に設置した鉄筋計で行った。鉄筋計は軸方向に 5 箇所設置し、第 1 断面は試験杭杭頭から 3.2m 下がった位置、第 5 断面は杭先端付近、中間断面は N 値の大きく変化する地点に設置した。各鉄筋計位置を表-1 に示す。

表-1 各鉄筋計の位置

鉄筋計	試験杭杭頭からの位置(m) (GL からの位置(m))	主な土質 性状	平均 N 値
第 1 断面	-3.2 (-2.0)	-	-
		粘性土	5.6
第 2 断面	-7.1 (-5.1)	粘性土	3.5
第 3 断面	-14.8 (-12.8)	砂質土	32.8
第 4 断面	-17.4 (-15.4)	砂質土	32.8
第 5 断面	-25.7 (-23.7)	粘性土	4.7

この他の測定項目は、試験杭頭部および先端部、反力杭の変位である。

3. 最大周面支持力度

ひずみ測定結果から求めた各層の中間変位量 δ と周面摩擦力度 τ_n の関係を図-2 に示す。押込み試験による最大周面支持力度 r の算定方法は既往の研究³⁾と同様、中間変位量に対して周面摩擦力度 τ_n がピークを超過しほぼ一定になるになるか、あるいは杭径の 10% (=100mm) の変位量が生じた時点での周面摩擦力度 τ_n のうち、いずれかの小さい値とした。なお、今回の押込み試験は、載荷荷重により周面摩擦力の降伏点を求める条件で行ったため、杭径の 10% までの変位量を加える前に杭頭反力がピークを越えた。そのため、この時点での周面摩擦力度 τ_n は、直前の τ_n - δ 関係を直線補完し定めることとした。

キーワード：アースドリル杭、押込み試験、支持力

連絡先：〒532-0011 大阪市淀川区西中島 7 丁目 16 番 116 号 TEL(06)6838-7131 FAX(06)6838-7132

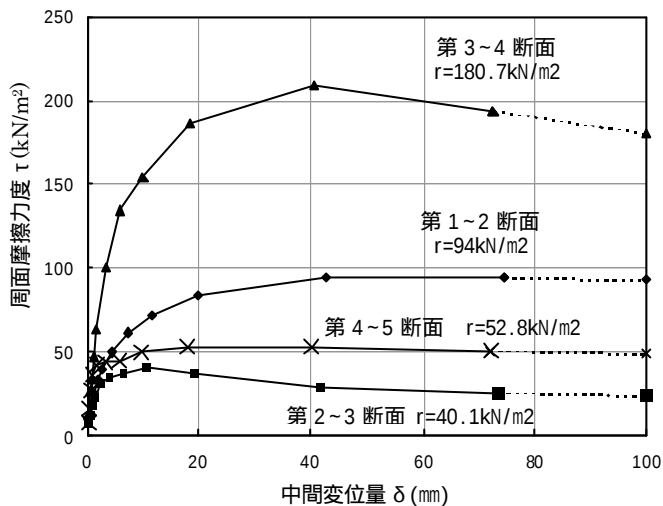


図-2 周面摩擦力度-中間変位量関係

一方、鉄道技術基準¹⁾によれば、自然泥水条件で施工された場所打ち杭の最大周面支持力度 r は、次式から算定される。

$$\begin{aligned} \text{砂質土} : r &= 5N \quad 200(\text{kN/m}^2) \\ \text{粘性土} : r &= q_u/2 \text{ または } 10N \quad 150(\text{kN/m}^2) \end{aligned} \quad (1)$$

これより算定された各層の最大周面支持力度と先に求めた最大周面支持力度(図-2)の関係を図-3 に示す。この結果、砂質土層において懸念されていた最大周面支持力度に低下はなく、式(1)を十分満たすことが確認された。また粘性土層においても、式(1)を満たす結果となった。

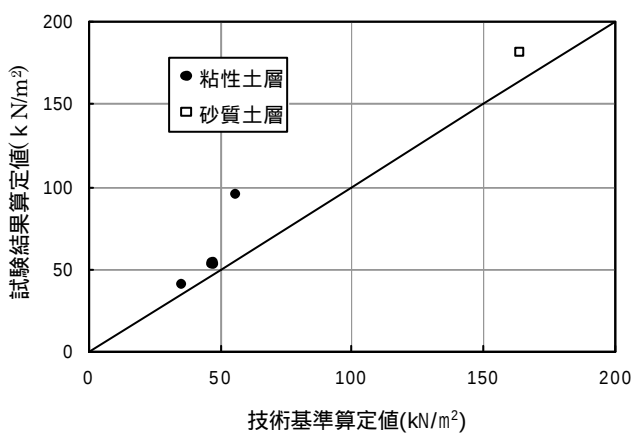


図-3 最大周面支持力度比較

4. 基準先端支持力度

各荷重における先端地盤反力度 q と先端沈下量 S の関係を図-4 に示す。荷重初期におけるこれらの勾配が一定であることから、スライム処理が十分行われたといえる。

また、押込み試験による基準先端支持力度 q_p の算定は、最大周面支持力度 r の算定方法と同様、先端沈下量 S に対して先端地盤反力度 q がほぼ水平になるか、あるいは杭径の 10% (=100mm) の沈下量が生じた時点での先端地盤反力度 q のうち、いずれかの小さい値とし、今回の試験では $q_p=1230 \text{ kN/m}^2$ となった。この値を杭先端部付近の地盤における一軸圧縮強度 q_u (=156 kN/m²) で除した値(q_p / q_u)は 7.8 となり、粘性土層における基準値 ($q_p / q_u=3$)¹⁾を上回ることから、想定以上の支持力が確保されていることが判明した。

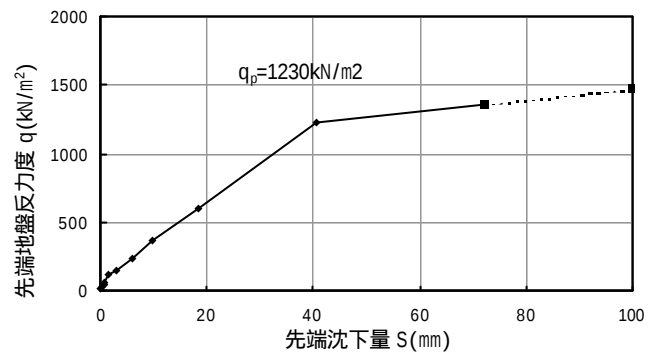


図-4 先端地盤反力度-先端沈下量関係

5. まとめ

今回の試験施工により、自然泥水条件におけるアースドリル杭の最大周面支持力度、基準先端支持力度については、いずれも基準値¹⁾より大きな値を得ることができた。このことから、ベントナイト濃度を 3%未満に抑えたポリマー系安定液を用い、かつ水中サンドポンプを用いて 2 次スライム処理を行なう方法により、他の場所打ち杭と同等の品質を持つ杭を施工できる、と考えられる。

今後は、安定液の管理項目測定の高頻度やスライムの 1 次処理～3 次処理のあり方、および押込み試験結果と地盤反力係数との関係をまとめる予定である。

最後に、今回の試験施工にあたり多大なる御助言をいただきました(財)鉄道総研神田副主任研究員、(株)鹿島建設関西支店岡野氏、(有)地盤テクノ小西氏に対して、この場を借りて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物、鉄道総合技術研究所編、2001.6
- 2) 山本 信弘・三木 隆史: 自然泥水条件のアースドリル杭試験施工 (その 1)、土木学会第 58 回年次学術講演会概要集, Vol. (投稿中)
- 3) 棚村 史郎・神田 政幸・池亀 真樹: 鋼管とソイルセメントによる合杭の鉛直載荷試験, RTRI REPORT Vol.3, pp.17-22, 2001.3