

Ⅲ-B10

高品質アースドリル杭の載荷試験（その1：支持力特性）

千代田化工建設（株） 正 立木 廣一 日本鉄道建設公団 正 小原 唯司
 日本鉄道建設公団 正 青木 一二三 日本鉄道建設公団 正 米澤 豊司
 （株）国土基礎 住 義雄

1. まえがき

土木分野における場所打ち杭はオールケーシング工法とリバース工法が一般的で、アースドリル工法は特別な場合に採用されている。この理由として、アースドリル工法はベントナイト泥水を使用するため杭の有効径や杭体の強度が低く評価されていることが挙げられる。このような現状に鑑みてポリマー安定液を使用した高品質アースドリル杭3本を施工し、杭の周面摩擦力と先端支持力を確認するために鉛直載荷試験を行った。本論文は3本の載荷試験から得られた高品質アースドリル杭の支持力特性について述べる。

2. 地盤概要

図-1に土質柱状図と試験杭を示す。

GL-3.4 m から 8.9 m にかけて締まった礫層があり、また、その下部には中位に締まった砂層が GL-15 m 位まで堆積している。GL-14.8 m から 22.7 m まで粘土、シルトおよび細砂の互層となり、この下部によく締まった細砂と礫混じり細砂層が GL-24.6 m まで続いている。これ以深が N 値 50 以上の礫である。試験杭はこの礫層に 1.4 m 根入れされた。

3. 試験杭の仕様と施工

試験杭は ϕ 1000, ϕ 1200 および ϕ 1500 の3本で、杭長は全て 26 m である。

試験杭の施工に先立って、孔壁保護、マッドフィルム厚さの最少化や適正配合量の設定を目的として安定液の予備実験を行った。ファンネル粘性値が 26~30 秒の範囲に入る適正なベントナイト配合量は 2.5% で、ポリマー添加量は 0.25 % であった。この配合の新液は、比重が 1.015, ろ水量が 11~12 ml であった。試験杭はこの値を管理値として用いた。

スライムバケットによる一次スライム処理後のファンネル粘性は試験杭3本とも 27.5~27.8 秒とほぼ一定であったが、砂分量は 0.2~0.5 % のバラツキがあり深層ほど多くなる傾向が見られた。掘削時の安定液は比重 1.015~1.025, ろ水量 8 ml, マッドフィルム厚さ 0.8 mm と良好であった。スライムクリーナーによる二次スライム処理を約 20 分行った結果、砂分量が 0.1% に激減しポリマー安定液の効果が顕著であった。

掘削直後、一次処理後および二次処理後に計測した沈殿量と経過時間の関係を図-2に示す。掘削後 2 時間で約 100 cm の沈殿があり、一次処理後には約 20 cm/30 分に減少し、さらに、二次スライム処理後には 1 cm/30 分に激減している。二次処理後の検尺で、孔底の礫や玉石を容易に確認でき、スライムクリーナーによる処理効果を改めて実感した。

4. 載荷試験の概要と結果

GL-3.4 ~ 8.9 m によく締まった礫層があるため相当大きな周面摩擦力が予想され、杭頭から載荷する試験では非常に大規模な反力装置が必要となる。このため杭先端近傍にジャッキを装着して載荷する相反載荷試験を採用した。

杭先端から 1 m 上にジャッキを装着して先端支持力を直接に測定した。 ϕ 1500 試験杭は先端支持力が周面キーワード：先端支持力、周面摩擦力、アースドリル杭

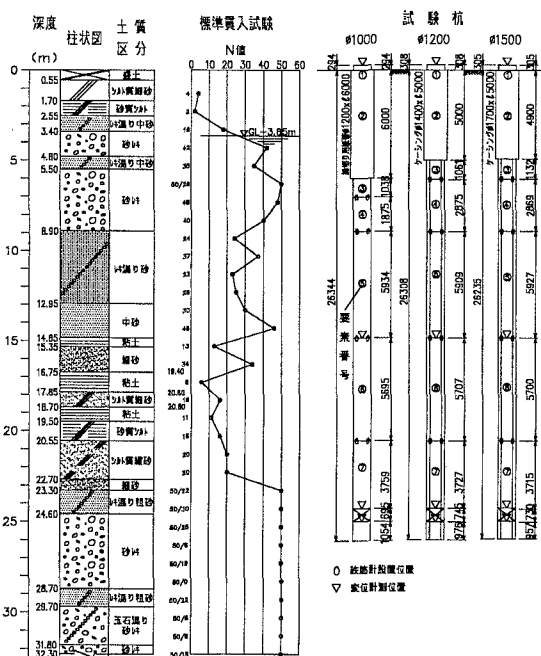


図-1 土質柱状図と試験杭

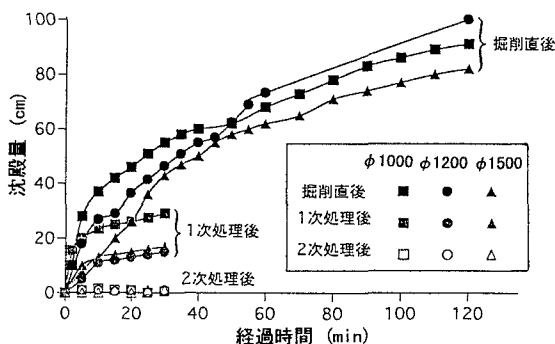


図-2 沈殿量と時間の関係

摩擦力より大きいと予想されたので、不足分を $\phi 1000$ と $\phi 1200$ 試験杭の引き抜き抵抗力で補う反力杭併用方式とした。このため $\phi 1000$ と $\phi 1200$ の試験を先に行った。

載荷試験はコンクリート打設後 4 週間の養生を行った実施した。

ジャッキの荷重と上・下方向の変位量の関係を図-2 に示す。上の図中の数字は最大周面摩擦力を、下の図中の数字は杭径の 10% に相当する沈下量とその時のジャッキ荷重（基準先端支持力）を示している。ジャッキ荷重と下向き変位量の曲線の形状は各杭とも良好でスライムの少ない健全な杭が造成されていることを示している。また、各杭とも 20~40 mm の変位で周面摩擦力が最大限に発揮されていることが分かる。

5. 最大周面摩擦力

図-4 に上部礫層（要素④）、砂層（要素⑤）、シルトと粘土の互層（要素⑥）および下部礫層（要素⑦）の周面摩擦力と変位の関係を示す。礫層の周面摩擦力に若干の差があるが、礫層部の杭径の測定精度やコンクリートの弾性係数の推定精度を考えると、3 本の周面摩擦力はよく合っていると思われる。

図-5 は最大周面摩擦力と N 値との関係で、鉄道構造物設計標準（鉄道標準）の設計値を実線で表示している。同図から実測値は鉄道標準を上回っており、十分な周面摩擦力を有する健全な杭であることが分かる。

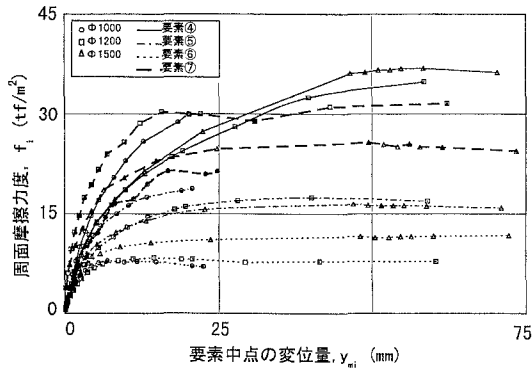


図-4 f_i-y_{mi} の関係

6. 基準先端支持力

基準先端支持力を杭先端の断面積（超音波孔壁測定結果とコンクリートの打ち込み記録から求めた杭径から算定）で除した基準先端支持力度 (q_p) をさらに N 値で除した q_p/N と杭径 (D) の関係を図-6 に示す。白抜きはジャッキ荷重から求めた q_p/N で、黒塗りは先端 1 m の周面摩擦力を 50 tf/m^2 と仮定して求めた杭先端の q_p/N である。ここで、N 値は支持層の換算 N 値が 110 程度であるので鉄道標準に準じて上限値の 75 とした。鉄道標準の設計値を一点鎖線で表示しているが、実測値はこれを上回り、十分な支持力を有している事が分かる。なお、 $\phi 1500$ の q_p/N が若干小さいのは、掘削時の観察から礫層が他より若干緩かったことに起因しているためと推定される。

7. まとめ

ポリマー安定液の適性な配合により、ベントナイト濃度 2.5% でも砂礫層の崩壊や逸水もなく、また安定液中の砂分の沈降が速い高品質なアースドリル杭を施工することができた。3 本の試験杭を施工して相反載荷試験を実施した結果、周面摩擦力度も基準先端支持力度も鉄道標準の設計値以上で、十分な支持力を有する健全な杭が造成されていることを確認できた。

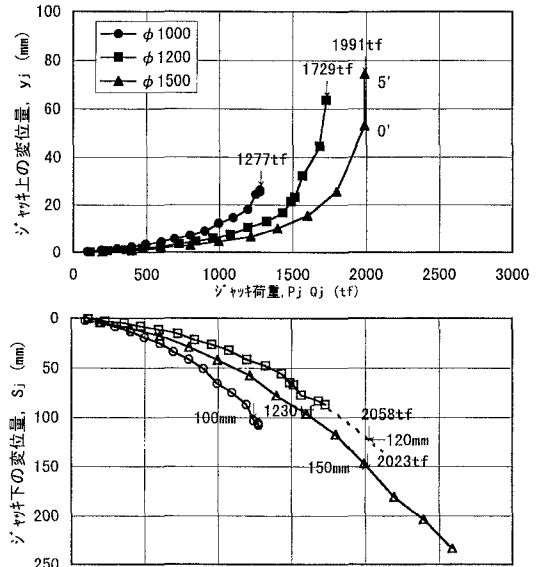


図-3 ジャッキ荷重と変位量の関係

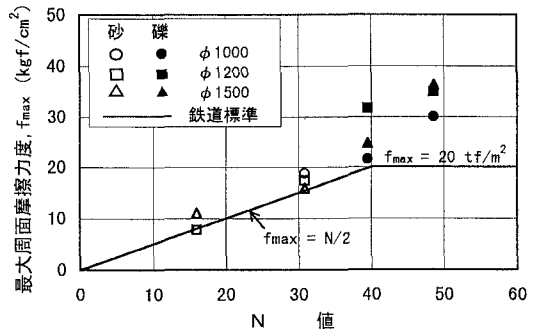


図-5 f_{max} と N 値の関係

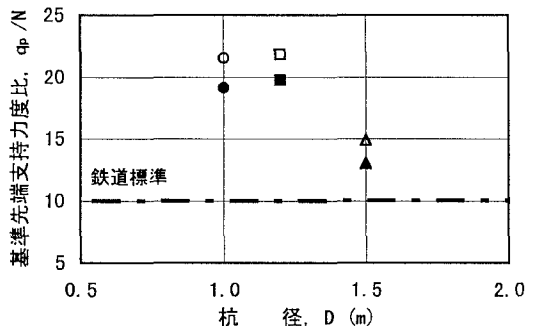


図-6 q_p/N と D の関係