

グラウト注入型回転貫入杭の載荷試験

(株) ケー・エフ・シー 正会員

渡邊 直人, ○奥野 稔

秋田県立大学大学院 正会員

ハザリカ ヘマンタ

(有) エム・システム

黒澤 仁悦

1. はじめに

近年、環境問題の軽減を目的とし、低騒音、低振動、無排土で施工可能な回転貫入杭の施工例が増加しつつある。グラウト注入型回転貫入工法は、予め先端に羽根を設けた鋼管を回転させることにより地盤中に貫入させ、また、杭先端の羽根を介して支持層へ荷重を伝達することから、比較的大きな押込み・引抜き支持力性能を有することが知られている。グラウト注入型回転貫入工法は、特に、小口径鋼管を用いることによって、マイクロパイル工法の一種として位置づけ、回転貫入後、鋼管に等間隔で設置した逆止弁より、加圧されたグラウトを噴出させ、従来、考慮されなかった中間層の周面摩擦力をも支持力効果に取り入れるべく改良を行ったものである。

本論文では、開発の一環として、千葉県内の砂質地山において実施した載荷試験の結果を報告するものである。

2. 工法概要

図-1a,b に示すように、当該工法は、先端羽根径 $\phi 204\text{mm}$ 、鋼管径 $\phi 114.3\text{mm}$ 、厚さ $t=4.5\text{mm}$ (STK400)の従来の回転貫入杭をベースとし、鋼管に 750mm ピッチの節突起加工と 600mm ピッチの逆止弁付バルブ加工を行ったものである。貫入は従来型回転貫入杭と同様に行った。グラウト注入は、 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ を目標とした配合とし、杭頭に加圧注入ヘッドを取り付け、1~2MPa 程度の注入圧力で実施した。また、確実にグラウト改良体区間を形成するためにリーク防止を兼ねた上部羽根 径 $\phi 300\text{mm}$ を設置している。

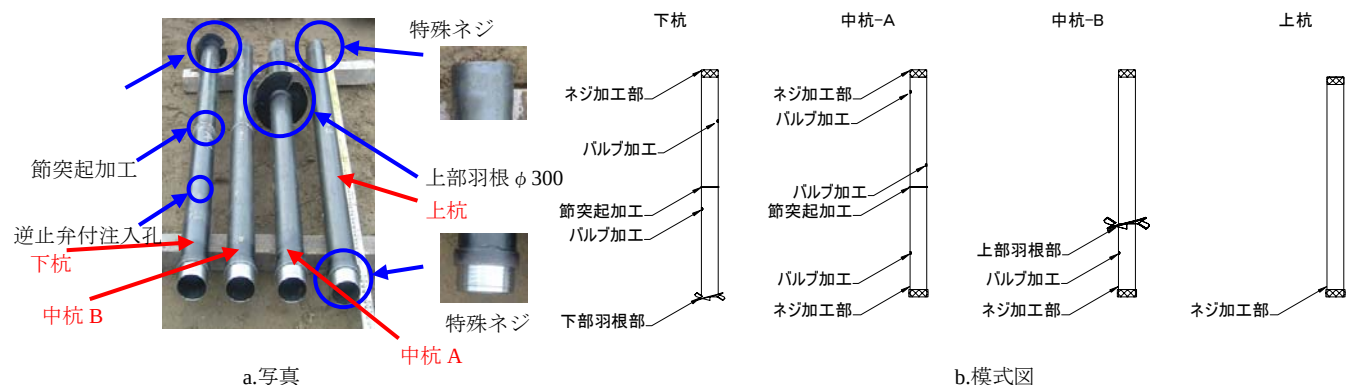


図-1 グラウト注入型回転貫入杭

3. 試験概要

グラウト注入型回転貫入杭の支持力を評価するために、押込み力の比較に従来型回転貫入杭（先端羽根径 $\phi 204\text{mm}$ のみ加工）、引抜き力の比較に、従来型回転貫入杭と鋼管杭素管（先端羽根無し）を使用した。試験は、文献¹⁾に準拠して実施した。載荷方法は連続載荷方式（1~2サイクル）とし、反力装置は押込み載荷においては反力アンカーの引抜き抵抗力を、引抜き載荷においては地盤の押込み抵抗力を反力として用いた。

3-1 地質条件

試験地は、第四紀更新世下総層群成田砂層で構成される砂採掘場である。現地での事前のスウェーデン式サウンディングの結果では、砂採掘後ということもあり、表層から換算N値で $N>30\sim40$ を示した。試験地盤としてはやや強固であるため、表層 4.0m 程度を大型バックホーで掘り返し、その後、均等に転圧埋め戻しを行い、 $N=5$ 前後の人工地盤を形成した。

キーワード 回転貫入杭, 載荷試験, マイクロパイル, グラウト注入

連絡先 〒135-8073 東京都江東区青海 2 丁目 45 番地タイム 24 ビル (株)ケー・エフ・シー TEL 03-3570-5182

人工地盤形成後の換算平均 N 値は、以下の通りである(図-2 参照)。

深度 0.00～4.25m	換算平均 N 値	4 (人工地盤)
深度 4.25～4.50m	換算平均 N 値	10 (人工地盤)
深度 4.50～5.00m	換算平均 N 値	30

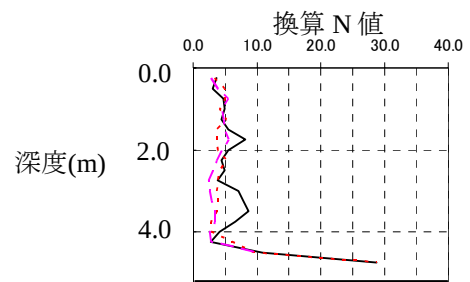


図-2 スウェーデンサウンディング結果図

3-2 打設状況

本試験では、ロータリー式ボーリングマシンを使用し、深度 5.0m まで貫入を行った。グラウト注入型回転貫入杭は、深度 1.5～5.0m 間を目標注入区間とした。従来型回転貫入杭も同様に、深度 5.0m まで削孔した。鋼管杭素管（羽根無し）は、呼び径 $\phi 115$ のロータリーパーカッションマシンで、深度 5.0m まで掘削、グラウト材で孔内を満たした後、挿入した（表-1 参照）。

表-1 試験杭仕様

試験杭	杭種類	載荷
改-1	グラウト注入型回転貫入杭	押込み
改-2	グラウト注入型回転貫入杭	押込み
従-1	従来型回転貫入杭	押込み
従-2	従来型回転貫入杭	押込み
改-3	グラウト注入型回転貫入杭	引抜き
改-4	グラウト注入型回転貫入杭	引抜き
従-3	従来型回転貫入杭	引抜き
従-4	従来型回転貫入杭	引抜き
素-1	鋼管杭素管（羽根無し）	引抜き
素-2	鋼管杭素管（羽根無し）	引抜き

4. 試験結果

図-3 に押込み試験の荷重-変位量曲線を示す。押込み試験時の極限支持力は、文献¹⁾に従い、変位量が羽根外径の 10%に到達した値で評価した。

押込み試験結果によれば、グラウト注入型回転貫入杭は、従来型回転貫入杭と比較して、バラツキはあるものの、1.5～3.2 倍程度の極限支持力が得られた。

図-4 に引抜き試験の荷重変位量曲線を示す。引抜き試験による引抜き極限支持力においても、文献¹⁾から変位量が、羽根外径の 7%に達した時の値で評価した。

引抜き試験結果では、同じグラウト注入型回転貫入杭でも大きなバラツキが発生した。試験杭改-4 に比べ、改-3 は、40%程度の引き抜き極限支持力しか得られていない。これは、グラウトが早い段階（計画注入量に達する前）で地上にリークしたため、十分にグラウト改良体が形成されていなかったことによる。十分な改良がなされていれば、従来型に比較し、2.9～3.6 倍程度の引抜き極限支持力が得られることが判明した。なお、鋼管杭素管（先端羽根無し）では、回転貫入杭に比べ僅かな変位で極限值となっている。

5. おわりに

本研究では、従来型の回転貫入杭と比較し、中間層におけるグラウト注入が押込みあるいは引抜きに関しても、支持力に大きく寄与することが判明した。今後は、リーク防止の上部羽根の効果を含めて、試験・解析を継続していく予定である。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：杭基礎設計便覧（平成 18 年度改訂版），平成 19 年 1 月

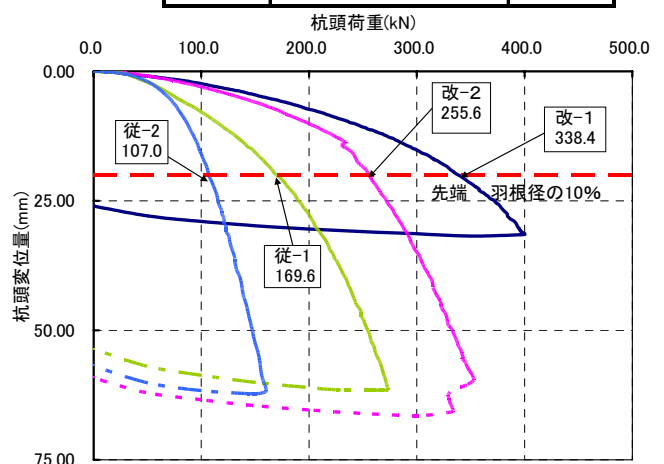


図-3 荷重-変位量曲線（押込み試験）

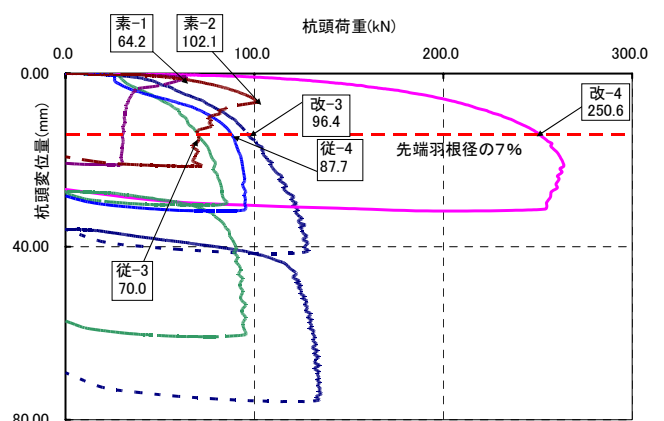


図-4 荷重-変位量曲線（引抜き試験）