

杭先端改良型回転貫入杭の载荷試験

(株) ケー・エフ・シー 正会員
秋田県立大学大学院 正会員
システム計測 (株)

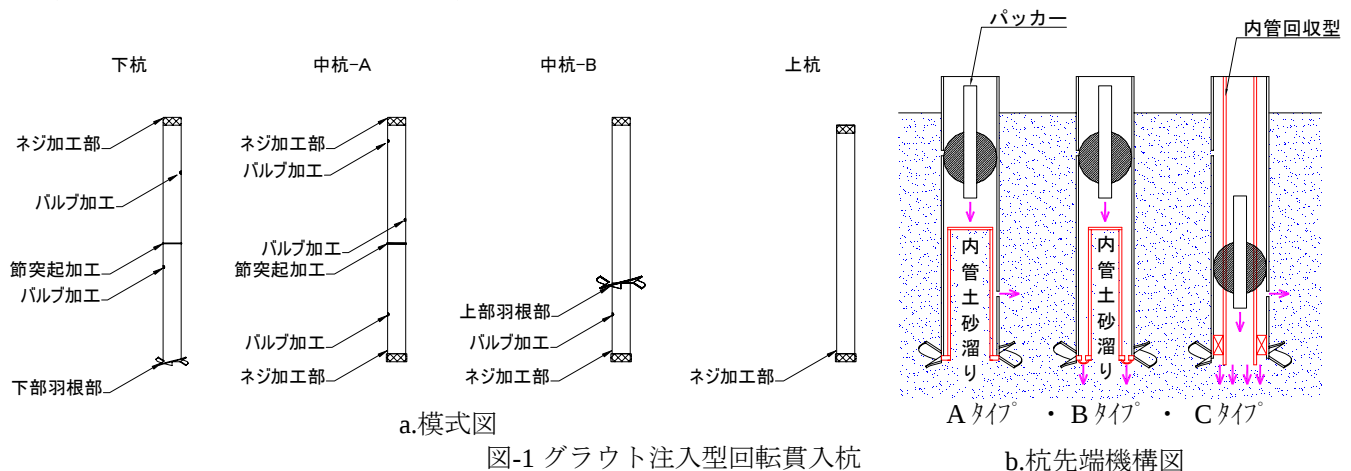
○渡邊 直人, 井上 武
ハザリカ ヘマンタ
藤澤 秀樹

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。筆者ら^{1), 2)}は、回転貫入杭にグラウト注入による地盤改良効果を加え、より支持力性能の高い杭工法として開発を行っている。グラウトによる中間層の周面摩擦性能改良を施したグラウト注入型回転貫入杭は、従来型と比較して、载荷試験の結果、1.5～3.2 倍程度の押し込み極限支持力が得られることを示した。しかしながら、開端杭であるため、掘削時の管内土の侵入により、支持層部におけるグラウト改良は不可能であった。このため、今回は、3タイプの杭先端機構を考案し、支持層部のグラウト注入による改良を実施するものとした。本論文は、千葉県内の砂質地山において実施した杭先端改良を施した各タイプの载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。グラウト注入は、 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ を目標とした配合とし、各深度のバルブからグラウトを確実に注入できるように、パッカーを用いた杭下端からのステップアップ注入方法を採用した。また、中間層グラウトの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。杭先端機構図におけるAタイプは、 $\phi 89.1\text{mm}$, $t=3.2\text{mm}$ の鋼管を内管とした二重管構造であり、杭先端底部を閉塞し、杭先端部における周面のグラウト改良を考慮したもの。Bタイプは、 $\phi 76.3\text{mm}$, $t=3.2\text{mm}$ の鋼管を内管とし、下部羽根底部のグラウト改良を考慮したもの。Cタイプは、地質調査用の $\phi 85$ のコアチューブを掘削時に内管として使用し、削孔後、コアチューブ管内土を含め回収し、その後、グラウト注入を実施したもので、下部羽根底部および杭周面の改良を考慮したものである。



a.模式図

図-1 グラウト注入型回転貫入杭

b.杭先端機構図

3. 試験概要

支持力を評価するために、押し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）を使用した。

試験は、文献³⁾に準拠し、軟クッション重錘落下方式による急速载荷試験を実施した。载荷は、多サイクル方式とし、サイクル数は6段階以上を目標とした。支持力解析には、除荷点法を用いて静的支持力を求めるものとした。

キーワード 回転貫入杭, 载荷試験, マイクロパイル, グラウト注入, 先端改良

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

3-1 地盤条件

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 $N > 10 \sim 40$ を示した。試験地盤としてはやや強固であるため、表層 2.0～4.0m 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、 $N=3$ 前後の人工地盤を形成した。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)。

人工地盤	換算平均N値	3
自然地盤	換算平均N値	30

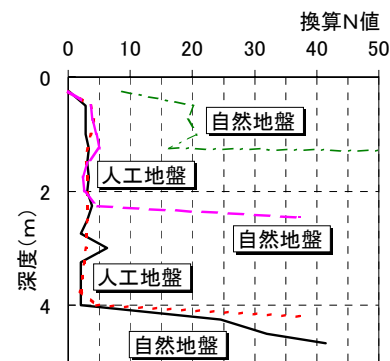


図-2 スウェーデンサウンディング結果図

3-2 打設状況

本試験では、0.1m³ のバックホウにオーガーを装着したものを削孔機として使用した。支持層への貫入量は、下部羽根径の約 2 倍の 0.5m、グラウト注入型回転貫入杭における注入区間は、杭先端から 2.0m間とした。(表-1 参照)。

表-1 試験杭仕様

試験杭	杭種類	杭先端機構	削孔長(m)
従-1	従来型	開端	4.5
従-3	回転貫入杭	開端	2.5
改A-1	グラウト注入型 回転貫入杭	二重管 Aタイプ	4.5
改A-2			4.5
改A-3			2.5
改B-1		二重管 Bタイプ	4.5
改B-2			4.5
改B-3			2.5
改C-1		二重管 Cタイプ	4.5
改C-2			4.5
改C-3			2.5

4. 試験結果

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

押し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、1.6～3.8 倍程度の極限支持力が得られることが判明した。杭先端機構の改良タイプでは、バラツキが大きい杭先端底部改良型の B,C タイプの支持力が高い傾向にある。さらに、改 B-1,C-1 杭では、第1限界抵抗力和第2限界抵抗力が同値となるなど、従-1 杭に見られるような一般的な回転貫入杭の荷重-変位特性(明確な極限支持力を持たず変位とともに荷重が増大する)とは、異なる傾向を示している。これは、C タイプに良く現れており、内管を回収した時点で測定し、杭内に管内土が残存した改 C-3 杭と管内土が残存していない改 C-1,C-2 杭では、荷重-変位量の初期段階で明瞭な相違が現れている。

このことは、杭先端底部にグラウトを注入することにより、掘削時の羽根底面の緩み(あるいは空隙)を改良した結果によるものと考えられる。支持層部における杭先端周囲のみを改良した A タイプは、従-3 杭と改 A-2,A-3 杭が、従-1 杭と改 A-1 杭が同様な傾向を示し、羽根底面を改良した B,C タイプとは異なることも興味深い。

5. おわりに

本研究では、従来型の回転貫入杭と比較し、杭先端底部におけるグラウト改良効果が押し込みに関して、荷重-変位特性に大きく寄与することが判明した。今回採用した急速載荷試験を含め、今後は、安定的な支持力確保とグラウトによる改良について、試験・解析を継続していく予定である。

参考文献 1)渡邊ら：グラウト注入型回転貫入杭の載荷試験，土木学会第 63 回年次学術講演会，2008

2)渡邊ら：グラウト注入型回転貫入杭の支持力特性について，土木学会第 63 回年次学術講演会，2008

3) (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

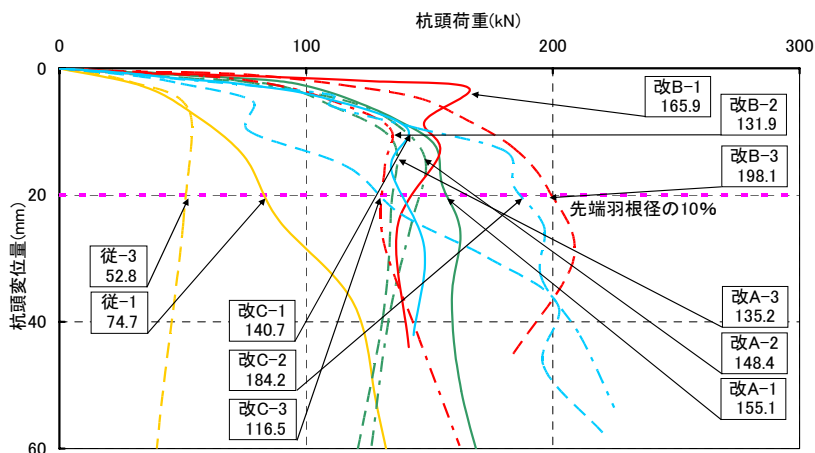


図-3 荷重-変位量曲線(押し込み試験)