

小規模構造物の基礎に用いる小口径鋼管杭の支持力

極東興和 正会員 ○稲富 芳寿
極東興和 中古賀健吾

1. はじめに

近年、狭隘条件に適した杭基礎工法として、小口径杭工法の需要が増えている。これらの小口径杭工法には、大別すると回転埋設方式と削孔・グラウト併用方式（以下グラウト方式）の2つのタイプがある。回転埋設方式は、回転圧入機を使用して鋼管を直接地盤に圧入するものであり、無排土施工や中間層での支持が可能であるなどの特徴を有している。この方式は、小規模構造物の基礎としてしばしば用いられているが、粒径の大きな礫・玉石層への適用が困難であるなど、地盤適性面での課題がある。一方、グラウト方式は、ボーリングマシンを用いて地盤を削孔する際、高強度鋼管（杭部材）をケーシングとし、所定の深度まで埋設した後、グラウトを加圧注入して地盤に定着するものであり、礫・玉石層の削孔が可能であることや杭径に比して大きな摩擦支持力を発揮できるなどの特徴を有している。この方式は、支持層への定着を基本としているため、小規模構造物の基礎に適用する場合、杭耐力に大きな余裕が生じるなど、構造バランス面・コスト面での課題がある。

両方式におけるこれらの課題を緩和する一方策として、一般構造用鋼管を用いたグラウト方式の適用が考えられる。本報では、小規模構造物の基礎に用いる小口径鋼管杭の支持力性能に関して、中間層に定着されたグラウト方式による小口径鋼管杭の鉛直載荷試験について報告する。

2. 杭の施工方法

回転埋設方式では、地盤条件や杭長に応じて施工時荷重に耐えうる断面性能（径・肉厚・強度）から鋼管諸元が決定される場合がある。これに対して、一般構造用鋼管を用いたグラウト方式においては、鋼管径よりひと回り大きなケーシングを使用して削孔し、ケーシング孔内に鋼管を建込む方法を標準としているため、施工時の荷重が鋼管に作用することがなく、構造上必要な断面性能のみで鋼管諸元を決定することができる。図1に本方式における施工フローを示す。

3. 試験概要

(1) 目的

グラウト方式の小口径杭工法として代表的なマイクロパイル工法は、高強度鋼管を良質な支持層に定着させることで、高耐力・高支持力を発揮する工法である。そのため、中間層に定着された杭の載荷試験結果はほとんど報告されていない。そこで、一般構造用鋼管を用いて中間層に定着されたグラウト方式による小口径鋼管杭の支持力性能を確認するため、鉛直載荷試験を実施した。

(2) 試験杭仕様

試験杭は、 $\phi 114.3\text{mm}$, $t6\text{mm}$ の一般構造用鋼管 (STK400) を使用し、図2に示すような杭長が異なる4種類とした。

また、造成方法の違いによる支持力性能への影響を調べる

ため、供試体 G7.5 および供試体 G11.5 は標準施工（ケーシングを用いた泥水削孔）にて造成し、供試体 G5.5 はケーシングの回転圧入、供試体 NG7.5 は鋼管本体の回転圧入（グラウト無し）にて造成した。各試験杭の仕様一覧を表1に示す。本試験では、計画荷重（極限支持力）の算定に用いる周面摩擦強度は、道路橋示方書

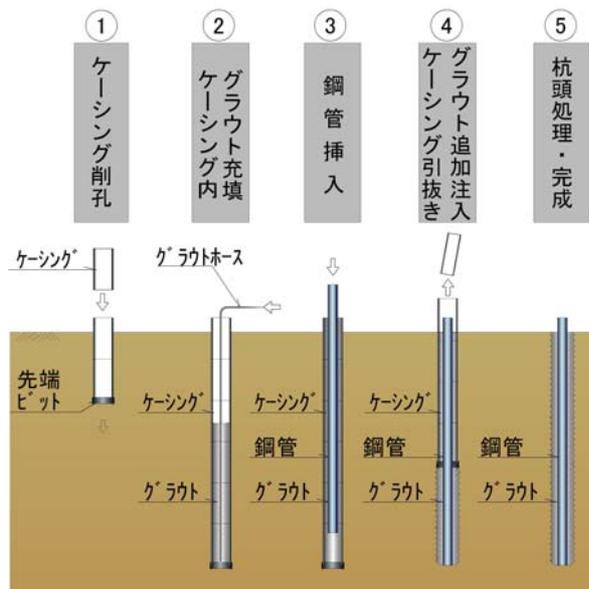


図1 施工フロー

キーワード 小口径鋼管, グラウト, ケーシング削孔, 支持力

連絡先 〒114-0023 東京都北区滝野川 7-2-13 極東興和 (株) TEL 03-5974-5150

IV下部構造編に準じて評価し、グラウト方式は場所打ち杭，先端羽根を設けない回転埋設方式は打込み杭によった。また，先端支持もある程度発揮できると考え，N値10以上の地盤のみ10Nにて評価した。

4. 試験結果

載荷試験から得られた荷重-沈下曲線を図3に示す。供試体 G7.5 および供試体 G11.5 は，それぞれ計画荷重の1.5倍の荷重である180kN，300kNに達した段階においても，荷重-沈下曲線はほぼ線形性を保持しており，最大荷重を確認するに至らなかった。さらに，同一荷重レベルにおける杭頭変位量を供試体 G5.5 および供試体 NG7.5 の結果と比較した場合，供試体 G5.5 に対して約1/3，供試体 NG7.5 に対して約1/2と小さくなっており，沈下に対する抵抗性が高いことが分かった。これは，グラウトで拡大された杭周面とN値10~15程度の範囲における地盤の摩擦抵抗が有効に作用した結果であると考えられる。

一方，計画荷重が72kNと同値であった供試体 G5.5 および供試体 NG7.5 は，最大荷重がそれぞれ174kN，165kNとほぼ同値（計画荷重の2.3倍程度）であり，計画荷重を十分に超過する結果であった。この結果より，道路橋示方書の支持力推定式に準じ，造成方式に応じた摩擦強度を用いることで，簡便な支持推定が可能であることが分かった。また，本試験の地盤条件においては，グラウト方式とすることで，先端羽根を設けない回転埋設杭と同じ支持力を得るための必要杭長を2.0m程度短くできることが分かった。

5. まとめ

本研究では，小規模構造物に用いる小口径鋼管杭の支持力性能を確認する目的で，一般構造物鋼管を用いて中間層に定着されたグラウト方式による小口径鋼管杭の鉛直載荷試験を実施した。本試験で得られた結果を以下に要約する。

- (1)中間層に定着された小口径鋼管杭の支持力は，道路橋示方書の支持力推定式に準ずることで，簡便な推定が可能である。
- (2)杭長条件が同じであれば，グラウト方式の方が先端羽根を設けない回転埋設杭に比べ支持力および沈下抵抗性が大きい。
- (3)必要支持力が同じであれば，グラウト方式の方が先端羽根を設けない回転埋設杭に比べ杭長を短くできる。

6. 今後の課題

地層構成やN値分布および液状化の有無などの地盤条件に留意する必要があるが，中間層に定着された小口径鋼管杭においても，一定の支持力性能を有することが確認できた。今後は，載荷試験結果の蓄積による支持力算定式の検討や施工管理手法の確立などが課題であると考えられる。

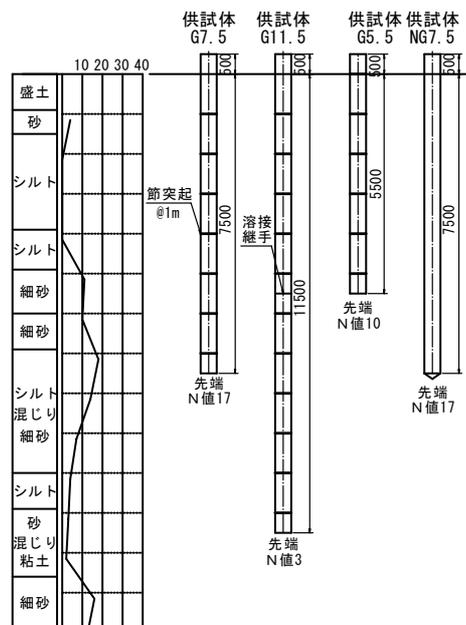


図2 試験杭構造図

表1 試験杭仕様一覧表

供試体	地中部杭長 (m)	施工方法	計画荷重 極限支持力 (kN)	支持力算定条件	
				先端支持力	周面摩擦
G7.5	7.5	ケーシング 泥水削孔	120	グラウト面積 10Nで考慮	グラウト径 場所打ち杭準拠
G11.5	11.5	ケーシング 泥水削孔	200	無視	グラウト径 場所打ち杭準拠
G5.5	5.5	ケーシング 回転圧入	72	グラウト面積 10Nで考慮	グラウト径 場所打ち杭準拠
NG7.5	7.5	杭鋼管 回転圧入	72	鋼管面積 打込み杭	鋼管径 打込み杭準拠

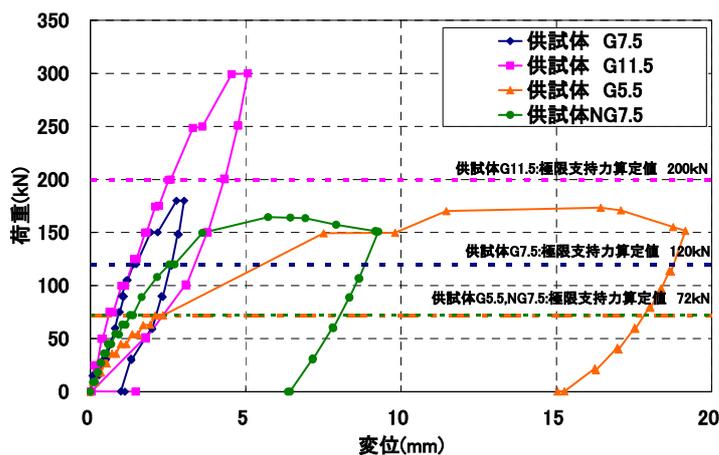


図3 荷重-沈下曲線