

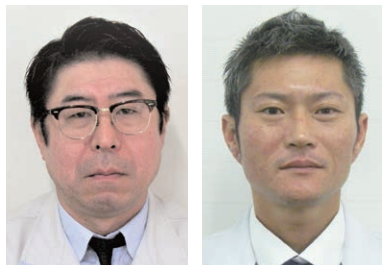
コンステックHD テクニカルレポート

CONSTEC HOLDINGS TECHNICAL REPORT



狭あい地に適用する地盤改良機の開発 (スーパーナロー工法の開発)

グランテック 氷見事業本部 グランテック 高岡営業所
永井 理之 高橋 隆



概要

狭あい地や高台の敷地において、鋼管杭工法による地盤改良工事に適用できる軽量、小型の施工機器(スーパーナロー専用施工機)を用いる工法を開発した。本工法は、主として戸建て住宅などの小規模建築物、および設計地耐力 60kN 以下の土木構造物に適用することができるものである。開発した専用施工機の全幅は 1311mm であり、傾斜角が 20 度以内であれば階段を自走して狭あい地に進入することができる。また、全自重を鋼管に載荷できる構造であり、油圧回転を併用することにより、軽量・コンパクトでありながら大型機並みの押圧力と施工速度を実現している。

本工法は、使用する鋼管杭を安価で容易に入手できる市販の建築用単管としているほか、専用施工機を用いることで運搬、施工、品質管理をワンマンで実施することができるため、省力化や大幅なコストダウンを図ることができる工法である。

キーワード：地盤改良、狭あい地、コンパクト、コストダウン、施工機

1. はじめに

地盤改良工事の工法には、柱状改良工法、表層改良工法、鋼管杭工法などがあり、その施工には一般に大きな地盤改良施工機が使用される。しかし、都市部や戸建て住宅の工事では、敷地が狭く地盤改良施工機が設置できないことがあるほか、高台では敷地に余裕があっても地盤改良施工機を搬入することができないこともある。それらの場合、敷地の外から大規模なクレーンを用いて地盤改良工事を行わなければならないが、道路を占有しなければならないことがある。すると、費用を要するばかりでなく、通常の安全への対策に加えて、第三者に危害を及ぼさないための対策が必要となる。

そこで、狭あい地や高台の敷地において、鋼管杭工法による地盤改良工事に適用することができる軽量、小型の施工機器(スーパーナロー専用施工機：以下専用施工機 写真 1 参照)を開発した。本報では、開発した施工機を用いた地盤改良工法「スーパーナロー工法」について述べる。



写真 1. スーパーナロー専用施工機

2. 工法の概要

2.1 スーパーナロー工法の概要

スーパーナロー工法の設計フローを図 1 に示す。

本工法が適用できる構造物は、文献^[1]で定められている小規模建築物、および設計地耐力 60kN 以下の擁壁、

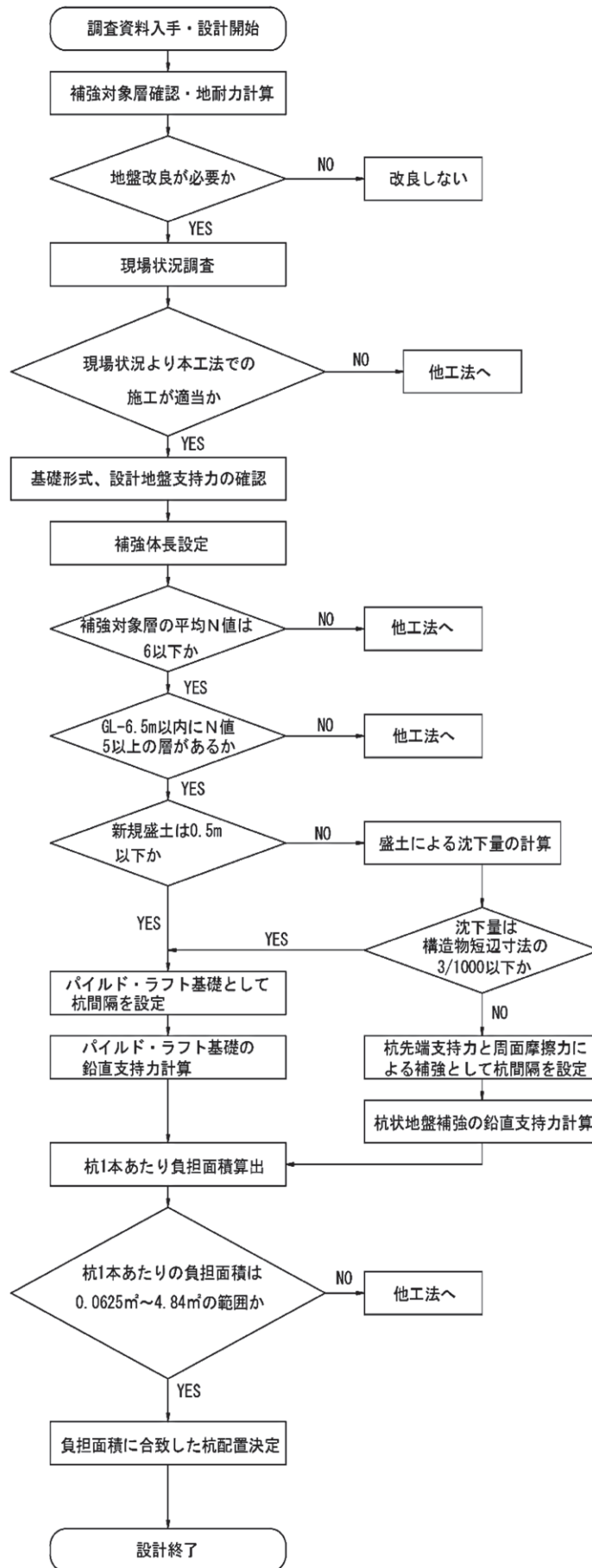


図 1. 設計フロー

地下室、山留め、水路構造物、コンクリート床版等の土木構造物としている。鋼管杭に用いる鋼管の仕様は、表 1 に示す市販の建築用単管(φ48.6mm)であり、その長さは標準で 6 m、最長で 7 m である。これらの鋼管は容易に安価で入手できるものである。

また、本工法を適用することができる土質は、粘性土および砂質土であり、スウェーデンサウンディング試験(以下、SWS 試験)による鋼管杭先端から下方 1 m の換算 N 値の平均が 6 以下、杭先端上部 0.5m、杭先端下部 0.25m の範囲の地盤の換算 N 値の平均が 4 以上の地盤としている。SWS 試験以外の試験方法による場合は、支持力が同等であることを確認した地盤でもよい。なお、適用することができる深度は、表層から 7 m までである。

2.2 専用施工機の概要

専用施工機の概要を表 2 および図 2 に示す。

専用施工機は、以下のコンセプトのもとに設計したものである。

- ① 人力で資材を搬入できる敷地であれば、可能な限り専用施工機も自走で敷地内に進入できるようにする。そこで、クローラーの全幅を 1311mm とし、通路幅が 1500mm 以上あれば自走で進入することができるようにした。また、ゴムクローラー式キャリアダンプとしたため、傾斜角が 20 度以内であれば階段を走行するこ

表 1. 鋼管の種類と仕様

鋼管の種類	外径(mm)	肉厚(mm)	メッキ
一般構造用炭素鋼鋼管 (S T K 500)	48.6	2.4	亜鉛メッキ (標準)
配管用炭素鋼鋼管 (S G P 40 A)	48.6	3.5	なし
一般構造用炭素鋼鋼管 (S T K 400)	48.6	3.5	なし

表 2. 専用施工機の概要

名称	スーパーナロー専用施工機
ベースマシン	ゴムクローラー式キャリアダンプ
機械寸法	長さ2795mm 幅1311mm 高さ2032mm (作業時高さ約4000mm)
機械概略質量	作業時 2200kg 吊上げ時 2000kg
登坂能力	20°
最大押圧力	18.3 kN(10 t)

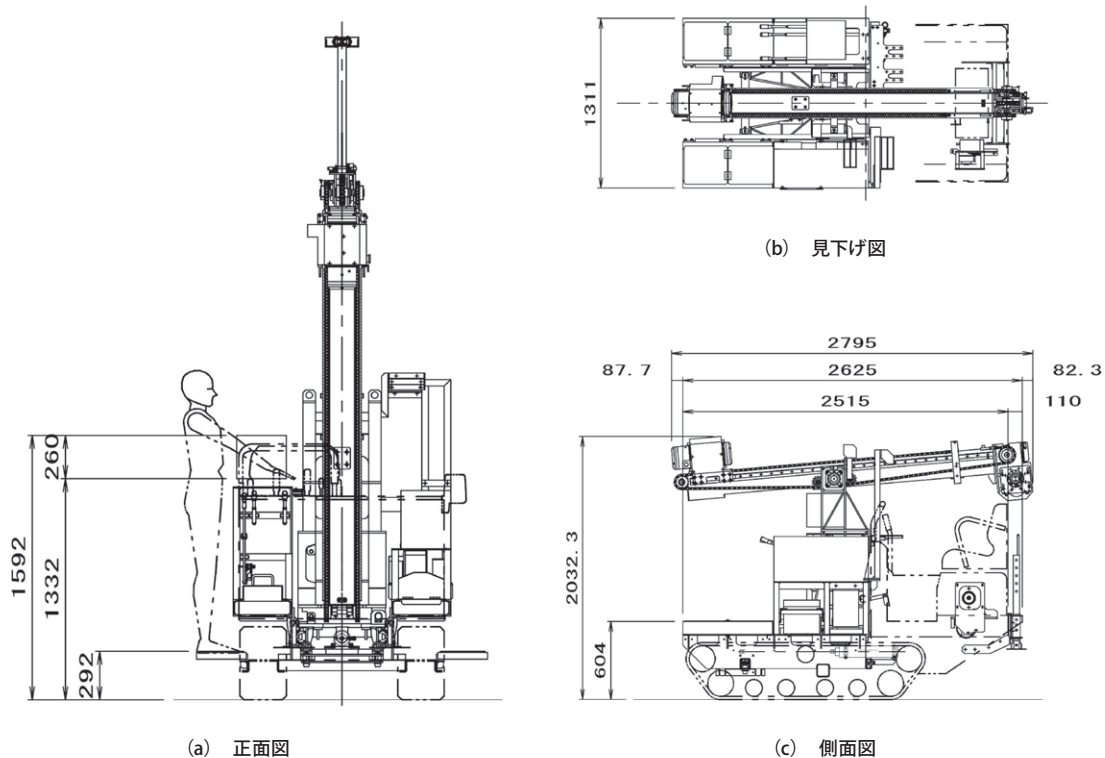


図 2. 専用施工機の概要図

とができ、高台の敷地にも対応することができるようにした。

- ② 専用施工機が自走で敷地内に進入できない場合は、別のクレーンで吊り上げて搬入できるように、質量を約 2000kg とした。また、機械と材料のすべてを積載重量が 3t ～ 4t のクレーン付きトラック 1 台で運搬することができるようにした。
- ③ 鋼管杭の打込み作業のすべてを、専用施工機のステップ上のオペレータ 1 人で行うことができるようにした。また自動品質管理装置を搭載することにより、複数名を要していた品質管理業務をオペレータが行えるようにした。なお、専用施工機で 1 日に施工できる量は、深さ 6 m の鋼管杭で最大 50 本程度である。

3. 施工手順

スーパースロー工法の施工手順を図 3 に示す。各手順における要領は以下のとおりである。

① 専用施工機および資材の運搬と搬入

専用施工機および資材の搬入状況を写真 2 に示す。専用施工機の運搬には、積載重量が 3 ～ 4t のクレーン付きトラックを用いる。積込みの要領として、荷台の片側に施工機を、もう片側に鋼管杭(単管)を、反力ウエートや付属品、工具類の上に積載するとよい。これにより、専用施工機を吊り上げたときにクレーン付きトラックの転倒を防止することができるとともに、作業半径を大きくすることができる。なお、施工箇所まで専用施工機を自走させることができない場合は、別のクレーンを用いて所定位置に吊り降ろす必要がある。

② 機械の組立てと打設順序の決定

専用施工機に、反力ウエート、上部クランプ、昇降ステップ、および脱着フレームを組付け、リーダーを直立させる。専用施工機の組立状況を写真 3 に示す。続いて杭の打設順序を決める。

③ 杭芯の確認とリーダー位置の設定

施工する杭の付近に専用施工機を設置し、杭芯を確認してリーダー位置を決める。杭芯の確認状況を写真 4 に示す。なお、リーダーは最後方(機械重心に最も近い位置)が標準位置であるが、既設構造物に近接して施工する場合に、標準位置では施工が困難となるため、前後に 600 mm の範囲でスライドすることができる構造となっている。ただし、リーダー位置を変更する場合は、反力によって機械が転倒しないように注意する必要がある。

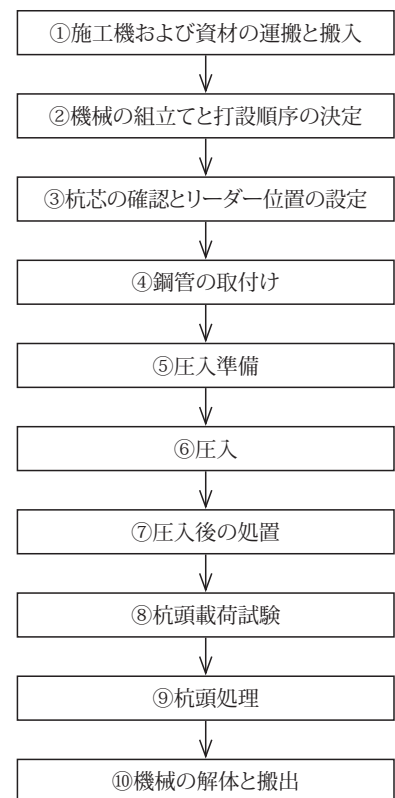


図 3. 施工手順



写真 2. 専用施工機および資材の搬入状況



写真 3. 専用施工機および資材の搬入状況

④鋼管の取付け

専用施工機に鋼管(単管)をセットする。セット方法は、まず、専用施工機のリーダー上部にあるクランプに鋼管を押しあてて保持し、鋼管を持ち上げてチャック部に挿入する。続いて圧入装置を上昇させて、最上部付近でチャックを閉じて鋼管を固定する。

⑤圧入準備

鋼管下端を杭芯の地表面高さに合わせ、鉛直を確認する。確認後、品質管理装置に必要な情報を入力して品質管理を開始する。

⑥圧入

圧入を開始し、圧入装置がリーダーの最下端に位置する(地表面から約1mの高さ)まで続ける。

圧入状況を写真5に示す。圧入方法は設計押圧力による押込みによることとするが、押込み中に圧入が困難となった場合には回転も併用する。なお、本工法は、鋼管の周面摩擦力を期待して支持力を定めているため、地盤をできるだけ乱さずに鋼管を挿入しなければならない。

圧入装置がリーダーの最下端に位置した後、圧入装置のチャックを開放して鋼管上端に「低位置押込みロッド」を接続する。圧入装置を上昇させ、「低位置押込みロッド」を圧入装置にチャックで取り付ける。

「低位置押込みロッド」を右に回転させながら、再び設計押圧力で圧入し、圧入ができなくなるまで続ける。なお、「低位置押込みロッド」は、右回転するときは鋼管と一体になるのに対し、左回転するときは鋼管と分離する構造となっている。

圧入ができなくなったら「低位置押込みロッド」の回転を止め、10秒程度設計押圧力を作用させた状態で全く貫入しないことを確認し、品質管理装置を一時停止する。

⑦圧入後の処置

「低位置押込みロッド」を鋼管から分離し、圧入装置のチャックを開放して取り外す。圧入完了後の状況を写真6に示す。以後、③～⑦を繰り返し、計画数量の施工が完了した後に品質管理装置を終了する。

⑧杭頭載荷試験

載荷試験方法は、設計プログラム「杭頭載荷試験基準」による。反力を専用施工機の荷重とする場合は、反力板を利用する。反力が不足する場合は反力ウエート上に土嚢袋等を乗せて荷重を補填する。



写真4. 杭芯の確認状況



写真5. 圧入の状況

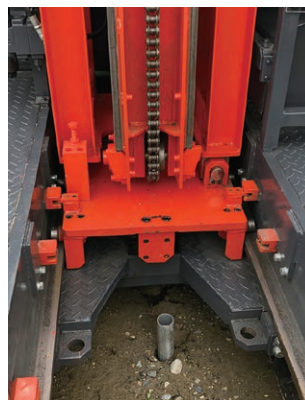


写真6. 圧入完了後の状況



写真7. 杭頭高さの確認状況



写真8. 施工完了時の状況

⑨杭頭処理

鋼管を支持層に貫入する場合は、支持層の状況により杭頭高さにばらつきが生じるため、設計基準高さ+0～-35mmの範囲になるように鋼管を切断する。つぎに鋼管内に土砂やコンクリートが入らないようにキャップを施す。杭頭高さの測定状況を写真7に、施工完了時の状況を写真8に示す。

⑩機械の解体と搬出

全ての打設作業の完了後、専用施工機に取り付けた反力ウエート、上部クランプ、昇降ステップ、脱着フレーム等を取り外し、クレーン付きトラックに積み込む。積込みの要領は、搬入時と同様とする。

4. 品質管理とその方法

専用施工機には、品質管理装置が装備されている。品質管理項目を表3に、品質管理装置のモニター画面を写真9に示す。モニター画面には、各種検出器から演算装置に送られた信号を換算した値が、測定値としてリアルタイムで表示される。また、プリンターが装備されており、必要に応じて印字することが可能である。

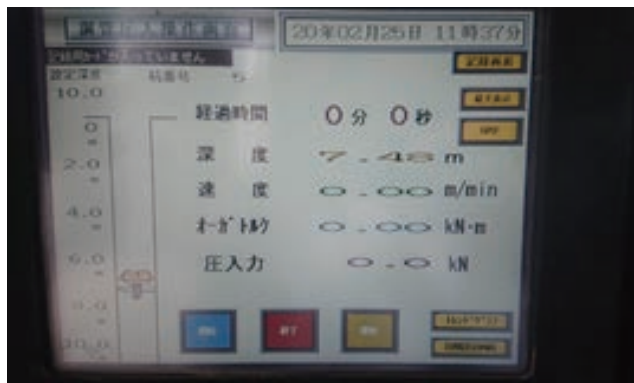


写真9. 品質管理装置の表示画面

表3. 品質管理項目とモニター表示内容

品質管理項目	表示内容
深度	鋼管杭先端の深度
速度	圧入速度
オーガトルク	瞬時のオーガトルク
圧入力	瞬時の載荷力

さらに、施工報告書に添付するデータとして処理することができるように、測定値をメモリーカードに記録してパソコンに取り込み、表やグラフを作成することができる。

5. まとめ

本報では、鋼管杭工法による地盤改良工事において、狭い敷地にでもワンマンで対応できる「スーパーナロー工法」の概要を述べた。人手不足が叫ばれる建設業界において、工法の省力化はひとつの大きな課題である。本工法は、狭あい地での施工に特化するだけでなく、運搬、施工、品質管理をワンマンで実施することができるため、省力化や大幅なコストダウンを実現した地盤改良業界での革命的な工法になりえる。来年度の市場導入に向けて、設計手法を確立して建築技術性能証明を取得し、専用機械を量産する所存である。

[参考文献]

[1] 小規模建築物基礎設計指針((社)日本建築学会発行) ,p.1,2014.9.25