

拡大根固め部を有するウォータージェット併用バイプロハンマ工法の開発（その2）

調和工業株式会社	正会員	○高橋 健二
独立行政法人港湾空港技術研究所	正会員	菊池 喜昭
新日本製鐵株式会社	非会員	山下 久男
新日本製鐵株式会社	正会員	田中 隆太
調和工業株式会社	正会員	横山 博康

1. はじめに

近年、港湾地域で必要とされている鋼管杭の騒音・振動対策工法として、ウォータージェット工法の掘削性能に併せて、先端にソイルセメント根固め部を築造し、かつ杭周面にセメントミルクを注入することで、周面抵抗力和先端抵抗力を確保する工法の開発に取り組んだ。本論文では、本工法の施工性について検証した結果を述べる。

2. 施工性の検討

本工法の施工性を確認するため、径の異なる3種類の杭を用いて、施工試験を行った。根入れ深度は約20mで、杭径は600mm, 800mm, 1,000mmであるが、本報告ではφ600mmの杭の施工性確認について詳細を述べる。

(1) 施工方法

本工法の施工手順を図-1に示す。リブプレート付き先端開放鋼管杭の先端部を、ウォータージェットを噴射することで掘削しながらバイプロハンマの振動力を併用して杭を所定の深度まで沈設する(①～③)。

支持層に鋼管径の3倍程度貫入後(③), 先端抵抗力を得るために杭先端でセメントミルクの高圧噴射とバイプロハンマ振動を行いながら杭を上下させ、セメントミルクと地盤を攪拌混合して根固め部を築造する(④～⑥)。

ウォータージェットによる周辺地盤の緩みを回復させるために、杭周面部にもセメントミルクを注入充填し(⑦, ⑧), 確実な軸方向抵抗力を有する杭を築造する。

(2) 地盤条件

施工地点でのボーリング結果を図-2に示す。地盤は、GL-12.8mから $N \geq 50$ の砂質土層となる。

この施工試験では、GL-12m～GL-16.4mまでの周面抵抗力を確認するため、この層を貫通して杭を打設し、GL-16.4m～GL-18.2mまでを支持層として根固め部を築造した。

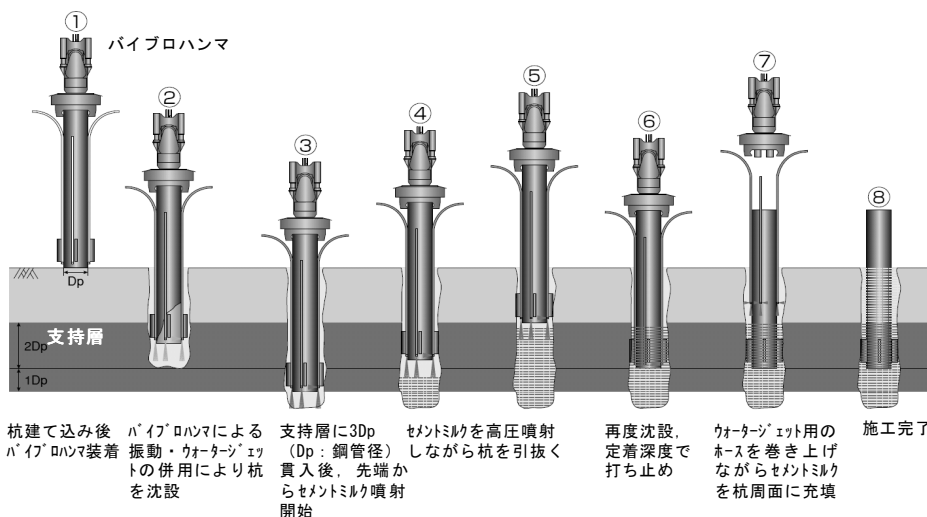


図-1 施工手順

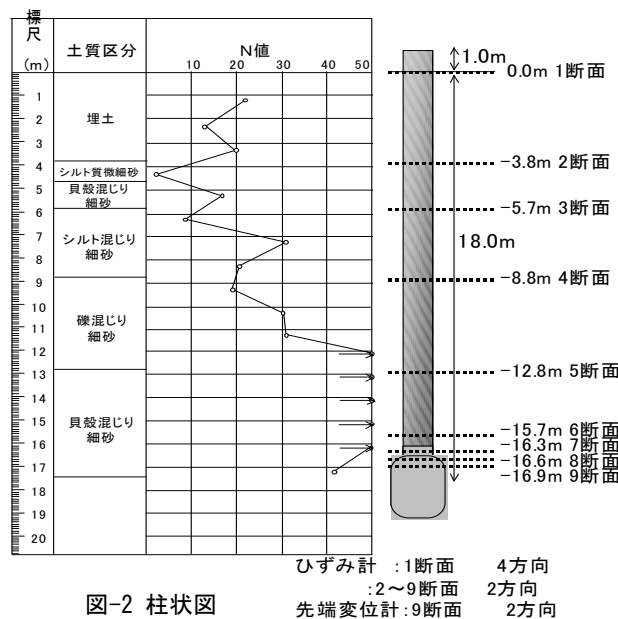


図-2 柱状図

キーワード 先端抵抗力, 周面抵抗力, 拡大根固め部

連絡先 〒141-0032 品川区大 1-6-4 調和工業株式会社 工法技術部 TEL03-3779-7871

(3) 杭諸元

φ 600mm×19mm×19.0m(規格：SKK490)の鋼管杭を1本、φ 600mm×12mm×19.0m(規格：SKK400)の鋼管杭を4本打設した。

鋼管杭の先端にはリブプレート(600mm(高さ)×250mm(幅)×19mm(板厚))およびずれ止めを3段(D13(径), SD295A(材質))を取り付けてある。ジェットホースもリブプレートと同数の4本使用した。図-3及び写真-1に、杭の先端形状を示す。また、図-4に、鉛直方向と内側方向に同時噴射できるジェットノズルの仕様を示す。

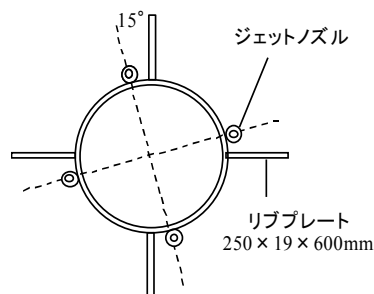


図-3 杭先端形状

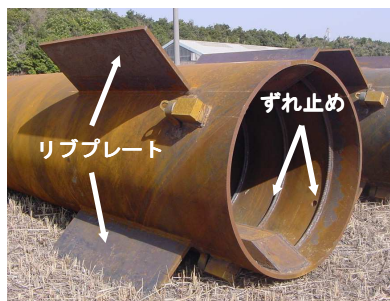


写真-1 杭先端形状

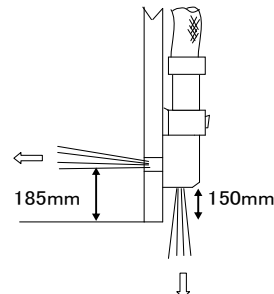
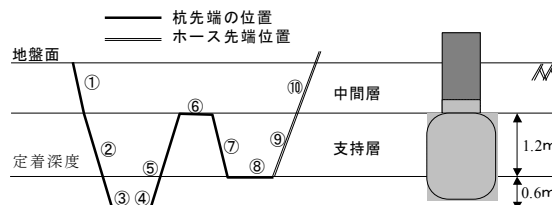


図-4 ジェットノズル仕様(鉛直及び水平方向に噴射)

(4) 根固め部築造工程

根固め部の施工管理は、バラツキの少ない根固め部を築造して確実な杭先端の抵抗力を確保するために、図-5に示す根固め部の築造工程の管理計画に従って行う。図-6に代表的な試験杭の施工結果を示す。

図-6に示すように、セメントミルク注入工程は目標値と実測値がほぼ一致しており、本工法の良い施工性が確認できた。なお、φ 800mmの杭については同様に良好な施工性が確認できているが、礫質土の支持層を対象に施工したφ 1,000mmの杭については、施工時にリブプレートが抵抗になり、計画通りの施工ができない不具合が生じた。そこで、1段階規格の大きなバイブロハンマを用いて打設性能を上げることや、リブプレートの上部を30°～45°の角度で斜めに切り落とし、施工時の抵抗を低減する等の工夫により計画に従った施工を完了させた。写真-2に根固め部の掘り起し状況を示す。



工程	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
工程	ウォータージェット掘削			先端ミルク注入					ホース 引上げ	周面 ミルク注入
時間 (秒)	30 (秒/m)	540	10	30	40	10	35	180	60	19 (秒/m)
圧力 (Mpa)	15			15					3	3
注入量 (m³)	8.1 (0.45m³/m)	19.2 (4.5m³/m)	0.025	0.30	0.40	0.10	0.35	0.42	0.13	4.6 (0.28m³/m)
W/C	—			65%						150%

図-5 根固め部築造工程計画

そこで、1段階規格の大きなバイブロハンマを用いて打設性能を上げることや、リブプレートの上部を30°～45°の角度で斜めに切り落とし、施工時の抵抗を低減する等の工夫により計画に従った施工を完了させた。写真-2に根固め部の掘り起し状況を示す。

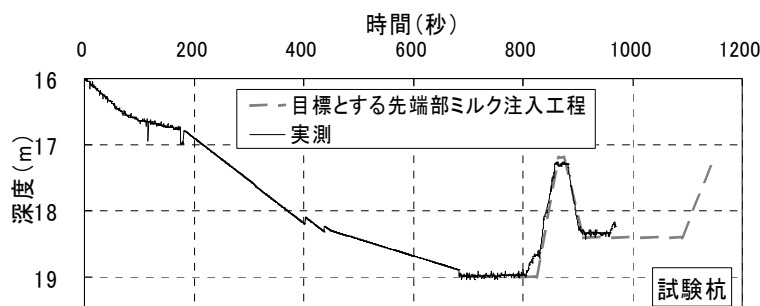


図-6 根固め部築造工程結果(先端深度の推移)



写真-2 根固め部形状

3. まとめ

本工法により砂質土主体の地盤でφ 600mmの鋼管杭の施工を実施した。その結果、打設、根固め部築造工程とも施工が可能であることを確認した。なお、φ 800mm、φ 1,000mmの鋼管杭についても同様に打設、根固め部築造工程とも施工が可能であることを確認している。

参考文献

- 国土交通省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説(下)，日本港湾協会，pp.588-589，2007。
- 地盤工学会編：杭の鉛直押込み試験方法・同解説，pp.19-59，2002。
- 日本道路協会(2002)：道路橋示方書・同解説 I 共通編 IV下部構造編，pp.353-363。