

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3）

新日本製鐵株式会社	正会員	○田中 隆太
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
調和工業株式会社	正会員	鈴木 勇吉
調和工業株式会社	正会員	横山 博康

1. はじめに

近年の港湾地域で騒音・振動問題に着目し、低騒音・低振動工法であるウォータージェット併用バイプロハンマ工法（JV 工法）を改良し、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、軸方向抵抗力を確保する工法の開発に取り組んだ。本論文では、軸方向抵抗力性能の確認について述べる。

2. 軸方向抵抗力性能の確認（押込み試験）

本工法の開発において、実地盤で本工法によって施工した杭の軸方向抵抗力特性を確認するため、これまでに、鋼管径 600mm, 800mm, 1,000mm の 3 種類の径について押込み試験を実施した。ここでは $\phi 600\text{mm}$ の鋼管杭での押込み試験について詳細に述べる。

(1) 試験概要

試験杭打設位置でのボーリング結果及びひずみゲージの貼付位置、先端変位計の取り付け位置は図-1 に示すとおりである。各地層での周面抵抗力度 τ (kN/m^2) を求めるためには、各地層上端下端面でのひずみ量を計測することが必要となる。そこで、ひずみ計は各地層の境界面に取り付けた。

(2) 杭諸元

$\phi 600\text{mm} \times 19\text{mm} \times 19.0\text{m}$ (規格：SKK490) の鋼管杭を 1 本、 $\phi 600\text{mm} \times 12\text{mm} \times 19.0\text{m}$ (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を 4 枚 (PL-600mm (高さ) $\times$ 250mm (幅) $\times$ 19mm (板厚)) 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。

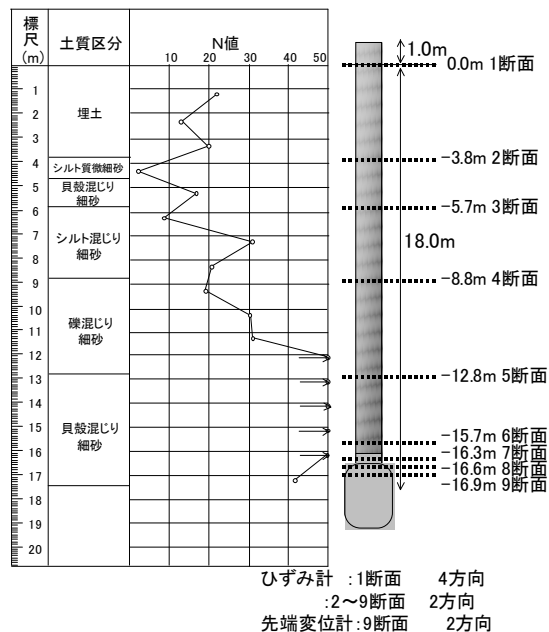


図-1 柱状図とひずみ計取り付け位置

3. 押込み試験結果

図-2 に荷重-沈下曲線を示す。

また、各載荷荷重時のひずみ計測結果から求めた軸力分布図を図-3 に示す。

この軸力分布から求めた各層の周面抵抗力度を表-1 に示す。なお、表中の周面抵抗力度の試験結果は、試験中の最大値を示してある。この表に示すように、本工法の砂質土における周面抵抗力度は、全層において 8.8N (N:N 値) 以上の抵抗力度を示すことが分かった。

杭先端の抵抗力は、根固め部を築造してある鋼管先端より 2D 上方部分までを一体として評価することとした。

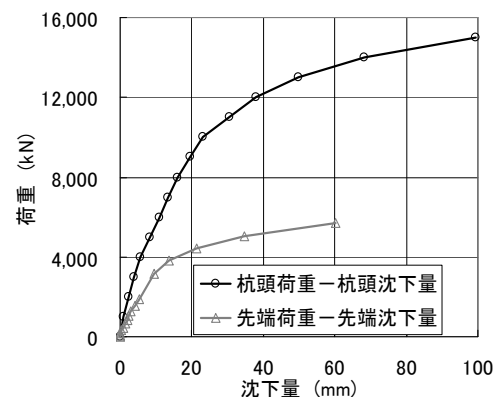


図-2 荷重-沈下曲線

キーワード 先端抵抗力, 周面抵抗力, 拡大根固め部

連絡先 〒100-8071 東京都千代田区大手町 2-6-3 新日本製鐵株式会社 建材開発技術部 TEL 03-3275-7208

押込み試験結果から、杭の先端抵抗力度(q_d)、および先端抵抗力度係数(α)を求めた。杭の先端抵抗力度 q_d 、先端抵抗力度係数 α は、式(1)、式(2)に従って求めた。

$$q_d = P_p / A_p \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (1)$$

$$\alpha = q_d / N \quad (2)$$

ここに、 q_d ：杭の先端抵抗力度 (kN/m²)、 P_p ：先端極限抵抗力度、 A_p ：鋼管杭の閉塞断面積 (m²)、 α ：先端抵抗力度係数、 N ：杭先端地盤の N 値

杭先端沈下量が鋼管径の10%の第二限界抵抗力度のときに、根固め部上端(杭先端より $2D$ 上方)での荷重は6,199kNであった。このときの先端抵抗力度 q_d は以下ようになる。

$$q_d = P_p / A_p = 6,199 / 0.2828 = 21,920 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

4. 押込み試験結果の考察

今回示した鋼管径600mmでの押込み試験結果と、鋼管径800mm, 1,000mmでの押込み試験結果をまとめて評価する。

(1) 先端抵抗力度の評価

図-4に各径での先端抵抗力度—先端沈下量/杭径の関係を示す。この図から、第二限界抵抗力度および最大荷重から先端抵抗力度係数 α を求めた結果を表-2に示す。この表が示すように先端抵抗力度係数 α は、 N 値 ≥ 50 の場合は、港湾の施設の技術上の基準・同解説¹⁾(以下、港湾基準)の打撃工法の $\alpha = 300$ を下回る。しかし、港湾基準に沿って上限値を $50 \geq N$ とした時は、いずれのケースでも300より大きな先端抵抗力度係数を示している。

(2) 周面抵抗力度の評価

表-3に試験より得られた周面抵抗力度をまとめたものを示す。砂質土地盤の周面抵抗力度については道路橋示方書³⁾に示されている場所打ち杭の周面抵抗力度 $5N$ を大幅に上回る平均 $12.7N$ の値が得られた。

粘性土地盤の周面抵抗力度についても、データ数が少ないものの、最大周面抵抗力度については $10N$ を大きく上回る平均 $66.4N$ の抵抗力度が確認できた。

表-2 先端抵抗力度係数 α のまとめ

鋼管径(mm)	600	800	1,000
先端沈下量 $0.1D$ 時の先端抵抗力度 q_d	21,920	17,440	16,942
N 値	43	68	82
N 値を使用したときの α	510	265	207
$N \geq 50$ のとき $N=50$ としたときの α	510	349	339

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。

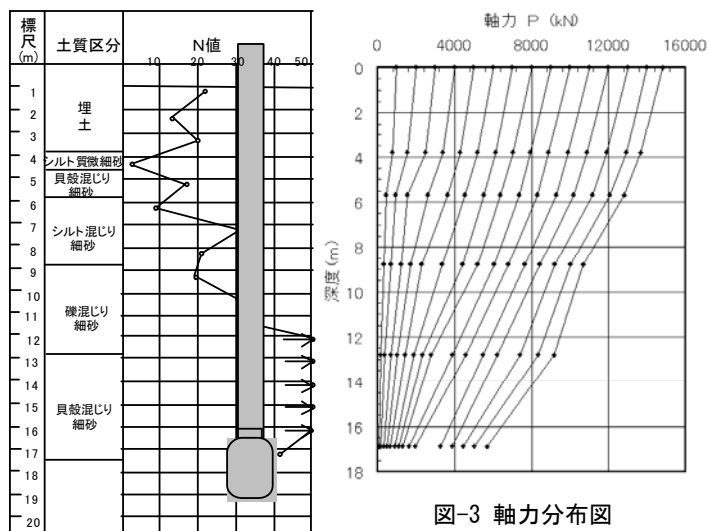


図-3 軸力分布図

表-1 杭の周面抵抗力度評価

断面	深度 (m)	層厚 (m)	土質	N 値	周面抵抗 力度 (kN/m ²)	周面抵抗 力度/ N 値
1-2	0.0~3.8	3.8	埋土(砂)	18	157.9	8.8
2-3	3.8~5.7	1.9	細砂	10	266.8	26.7
3-4	5.7~8.8	3.1	細砂	21	362.2	17.2
4-5	8.8~12.8	4	細砂	34	320	9.4
5-9	12.8~16.9	4.08	細砂	50	455	9.1

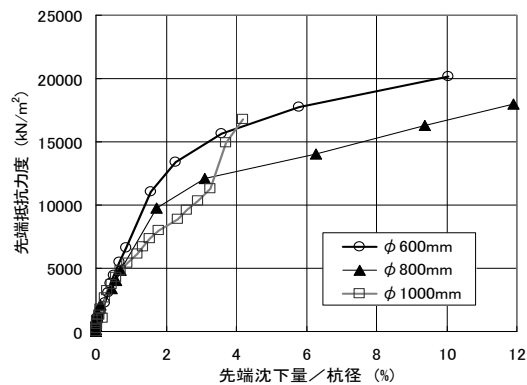


図-4 先端抵抗力度—沈下量関係図

表-3 周面抵抗力度まとめ

	データ数	周面抵抗力度
砂・礫質土	11	4.9~26.7N (平均12.7N)
粘性土	2	50.2, 82.6N (平均66.4N)