

470

ソイルセメント合成鋼管杭工法と杭支持力について(その2:実杭の施工結果の報告)

NKK 正会員 岡本 隆
清水建設(株) 正会員 高木 肇
(株)間組 正会員 三反畑 勇
ライト工業(株) 千北俊吉
○(株)武智工務所 正会員 大杉 富美一

1. まえがき

ソイルセメント合成鋼管杭工法により、NKK福山製鉄所構内の薬品タンク基礎杭を施工した。本報は、杭の施工状況およびソイルセメントの品質に関する調査結果を報告するものである。今回の施工法を決定するに当り、文献¹⁾においてソイルセメントの攪拌方法等の検討を行なっている。また、杭の鉛直載荷試験も行なったが、この結果については文献²⁾を参照されたい。

2. 施工概要

地盤条件は、図-1に示す。上部には、当該敷地特有の硬い鉸サイ層がある。杭は、本杭6本と載荷試験杭1本の合計7本を施工した。

本杭の施工に先立ちロックオーガφ900mmを用いて、鉸サイの除去を行なった。なおこの作業は、先行掘削排土を兼ねている。次にφ800mmの攪拌翼でセメントミルクを注入しながら攪拌を行いソイルセメント柱を25.5m造成した。この中にφ600mmのリブ付鋼管(全長外面リブ付、先端2mは内外面リブ付)を24.5mまで建て込んだ(図-2)。攪拌機はその1¹⁾と同様の2重管正逆回転攪拌翼である。今回は、攪拌機の制約上途中で2重管ロッドの継ぎ足しを行なった。表-1に主な施工機械の仕様を示す。セメントミルクの配合は、室内配合試験の結果を参考にして、強度が(周面摩擦部 5kgf/cm²、先端支持部100kgf/cm²)確保でき、かつ流動性が良く杭の建て込みが自重で出来る配合を選定した(表-2)。

表-1 主要施工機械の仕様

名称	仕様等
攪拌機(M50B)	内管トルク 2.54tf・m 外管トルク 0.79tf・m
プラント	0~320ℓ/min
杭打機	50 tf 吊りクラス
ロックオーガ	120 HP ト"-ナツオーガ

表-2 攪拌土1m³当りセメントミルクの配合と室内配合試験結果

区分	セメント C(kg)	ハントナイト B(kg)	水 W(ℓ)	凝固遅延剤 (ℓ)	W/C (%)	室内配合試験結果 σ ₂₈ (kg/cm ²)
周面摩擦部用	400	---	738	1.2	185	24.0
先端支持部用	600	5	360	1.8	60	225.0

3. 施工結果

ソイルセメントの攪拌は、先行排土区間を除き羽根切り回数500枚回/m¹⁾を確保するため1m当り3分以上とし、かつターニング¹⁾を行なった。なお、攪拌はソイルセメントの均質性確保および鋼管の建込み性を重視し、外管が高速回転(60rpm)できる程度まで行なった。施工した結果の概要を、図-3に示す。図中、トルク値は、施工した杭7本の平均値を用いている。

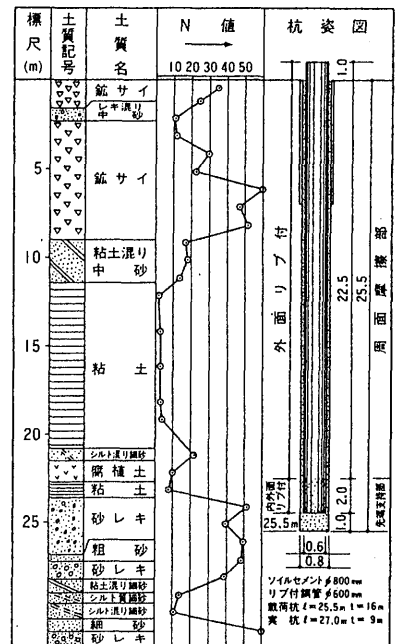


図-1. 地盤条件と杭の関係図

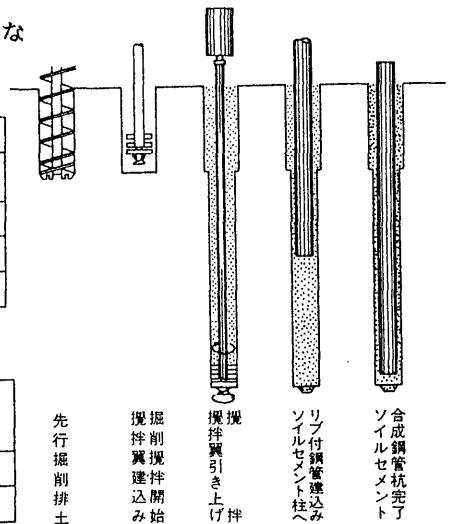


図-2. ソイルセメント合成鋼管杭工法の施工概要図

The new pile foundation composed of soil-cement and steel pipe with ribs. (Part 2: The report of the pile works in Fukuyama. ; Takashi Okamoto (NKK Corporation), Hajime Takagi (Shimizu Corporation), Isamu Sandanbata (Hazama-Gumi, LTD), Shunkichi Chigita (Raito Kogyo Co., LTD), Fumikazu Ohsugi (Takechi Engineering Co., LTD)

この結果、羽根切り回数は平均で約1300枚回/mであった。

掘削攪拌時のトルクは、油圧モータの圧力より求めたが、支持層の掘削攪拌時には用いた攪拌機の最大能力にほぼ等しい値(2.5 tf・m)が生じている。

攪拌翼引き上げ時のトルク

は、0.4 tf・m以下であった。

杭芯のずれは、地中障害物によるものを除外すると一般的な許容値(100mm)以内である。

杭天端の鉛直精度は、±50mmを確保出来た。

杭の深度方向の傾斜角は、NO.5杭に取り付けられた傾斜測定用パイプ(φ130mm)の測定結果から、1/400以下であった。

4. ソイルセメントの品質

4本の杭から、コアボーリングによりソイルセメントの試料(約40個)を採取

して圧縮試験を行なった。この結果は、試料を採取した深度別の平均強度に整理して図-3中に示す。同図に示した試料の強度は、概ね室内配合試験強度(表-2)のす~1の間にある。

リブ付鋼管を建込む直前のソイルセメントの固さに関する指標を得るため、サンプリングしベーンせん断試験を実施した。

ベーンせん断強度は、支持層部分で最大70gf/cm²(平均46gf/cm²)を示したが、その他の部分ではほぼ20gf/cm²程度であった。また、ソイルセメントのベーンせん断強度が30gf/cm²を越えると、杭の自重だけで建て込むことが困難であった。

5. 杭先端部でのN値の変化

杭先端部の地盤が、施工に伴い緩められていないことを確認するため、コアボーリング後にソイルセメント直下約2m間のN値を測定した。杭を施工する以前のN値と対比して図-4に示す。図より、施工による地盤の強度低下は認められなかった。

6. まとめ

本工法にとって初めての実杭の施工であったが、ソイルセメントの強度・品質と杭の施工精度および杭先端部の処理など品質面については、所定の成果を得られたものとする。今後は引き続き、品質管理手法の確立と施工法の改良を加えていきたい。

なお、今回の杭工事の実施にあたり、貴重な御意見と御指導を頂いた関係各位、ならびに施工の機会を頂戴したNKK福山製鉄所設備室の御担当各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 草刈ほか(1989);ソイルセメント合成鋼管杭工法と杭支持力について(その1 施工法の検討),第24回土質工学研究発表会
- 2) 崎本ほか(1989);ソイルセメント合成鋼管杭工法と杭支持力について(その3 鉛直載荷試験結果の報告),第24回土質工学研究発表会

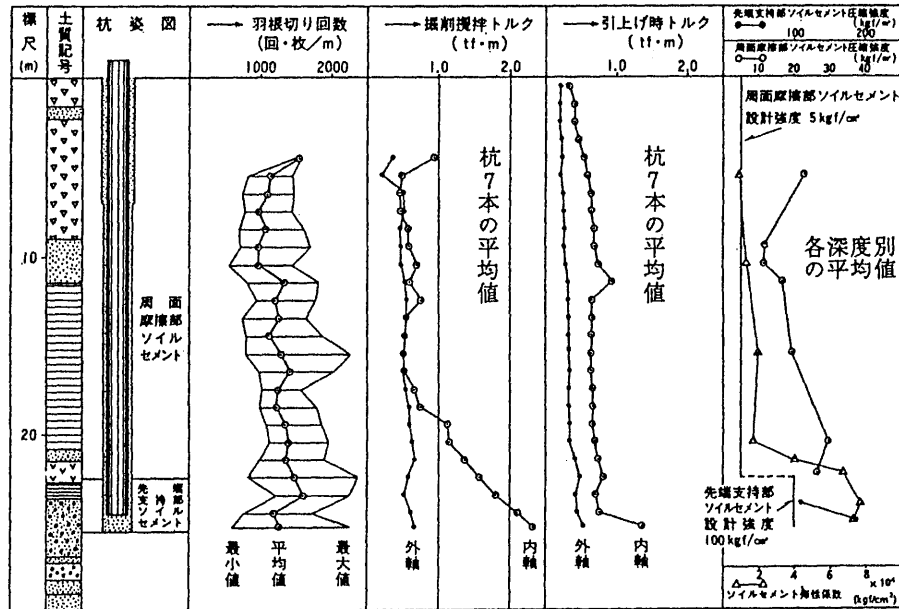


図-3. 施工記録およびソイルセメントの圧縮試験結果

して圧縮試験を行なった。この結果は、試料を採取した深度別の平均強度に整理して図-3中に示す。同図に示した試料の強度は、概ね室内配合試験強度(表-2)のす~1の間にある。

リブ付鋼管を建込む直前のソイルセメントの固さに関する指標を得るため、サンプリングしベーンせん断試験を実施した。

ベーンせん断強度は、支持層部分で最大70gf/cm²(平均46gf/cm²)を示したが、その他の部分ではほぼ20gf/cm²程度であった。また、ソイルセメントのベーンせん断強度が30gf/cm²を越えると、杭の自重だけで建て込むことが困難であった。

5. 杭先端部でのN値の変化

杭先端部の地盤が、施工に伴い緩められていないことを確認するため、コアボーリング後にソイルセメント直下約2m間のN値を測定した。杭を施工する以前のN値と対比して図-4に示す。図より、施工による地盤の強度低下は認められなかった。

6. まとめ

本工法にとって初めての実杭の施工であったが、ソイルセメントの強度・品質と杭の施工精度および杭先端部の処理など品質面については、所定の成果を得られたものとする。今後は引き続き、品質管理手法の確立と施工法の改良を加えていきたい。

なお、今回の杭工事の実施にあたり、貴重な御意見と御指導を頂いた関係各位、ならびに施工の機会を頂戴したNKK福山製鉄所設備室の御担当各位に感謝の意を表します。

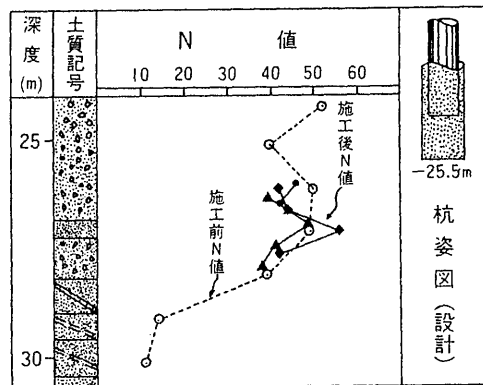


図-4. 杭施工による先端地盤のN値の変化図