

超高圧噴射攪拌工法による鋼杭支持力対策

鹿島建設(株) 正会員 坂本 好謙 正会員 田中 秀夫
ケミカルグラウト(株) 酒井 実 正会員 ○土屋 勉

1. はじめに

本工事は、東京港大井コンテナ埠頭新5バースの大水深化・耐震強化栈橋の建設工事で、ジャケット工法を採用し現地工期の大幅な短縮を図ったものである。この中で、鋼杭基礎の支持力対策として、杭先端の支持力増加を目的に超高圧噴射攪拌工法により支持地盤と鋼管内の改良を実施した。

本工法の採用により、平成15年開業に向けた本工事の工程に支障なく所定の設計仕様を満足する結果を得られたので、ここに紹介する。

2. 本工法選択の経緯

ジャケット本体を海底に固定するために鋼管杭(φ1200, φ1100)を打設したが、その中に支持力不足の杭が発生した。その原因として、

鋼管杭下端に想定外の挟み層(シルト混じり砂)が存在

支持層として期待していた東京層の先端閉塞が不完全

の2点が推定された。このためその対策として、鋼管杭継杭工法、鋼管増打ち工法、リバース工法、地盤改良工法を比較検討し、構造面、実績、工程、経済性等各種制約条件を考慮した結果、設計条件及び現場条件から地盤改良工法の1つである超高圧噴射攪拌工法のSuperjet-Midi(SJM)工法を採用した。

3. 本工法の特徴

今回の設計仕様の中で、SJM工法の通常の仕様を超えた条件が必要となったため、以下の工夫を行った。

1. 海上での施工であり、排泥により汚濁させないため、鋼管杭の中から改良を行った。
2. 栈橋基礎は殆どが斜杭のため施工が難しく、精度(センターのずれが50cm以内等)の確保が重要となる。
このため、ジャイロ測定器及び位置決めガイドパイプの使用により、削孔精度を確保した。
3. 支持力を補う設計基準強度として、 6MN/m^2 (通常の設計基準強度の2倍)が必要となり、2回注入とした。

4. 施工

改良体の設計仕様を確認するため、本施工に先立ち比較的設計杭反力が小さい杭で試験施工を行った。チェックボーリングにより、強度、出来型精度等各種仕様が満足されることが確認できた。しかし、試験施工の結果から新たに、

1. 鋼管内及び改良天端土砂の改良体内への落ち込み
2. 排泥の高粘性化(鋼管内軟弱シルトと排泥の混合が起因)

による排泥不良及びジャーミングが危惧されたため、

1. 全ての対象杭に対して二次注入による再攪拌
2. ケーシングの2段階残置(挟層下端と軟弱シルト層下端)
3. 鋼管内二次注入時にロッドを管底以深約50cmまで下げる。

以上3点について追加仕様とし、施工することとした。

本工事の特殊性と試験施工の結果を踏まえ、表-1のように本施工の仕様を定めた。



写真-1 現場全景

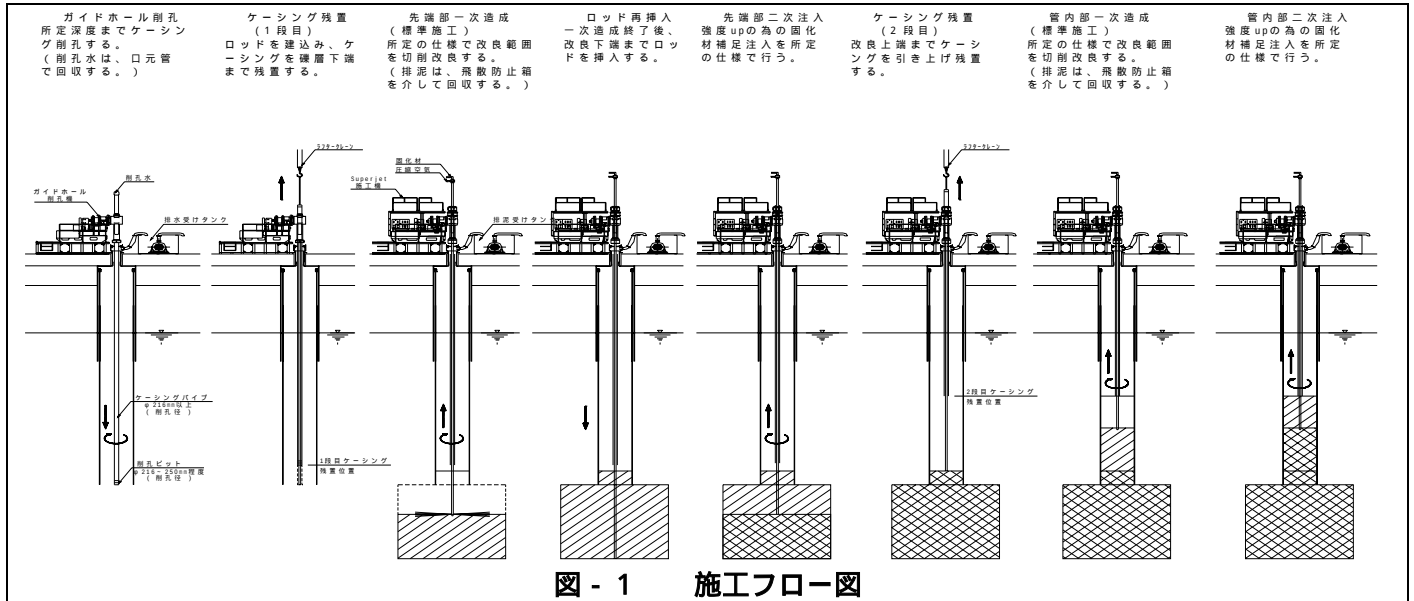
管内改良 区間	設定有効径	φm	120	
	改良土量	m ³ /m	1.13	
管内改良 区間	項目	単位	一次注入	二次注入
	引上ガレ	分/m	6	3
	単位吐出	m ³ /分	0.4	0.4
	スラリー量	m ³ /m	2.40	1.20
	配合量	kg/m ³	600	600
	固化材量	kg/m	1440	720
	総容積	m ³ /m	3.53	2.33
	添加量	kg/m ³	407.89	506.81
	濃縮比率		1.55	1.93
先端補強 区間	設定有効径	φm	280	
	改良土量	m ³ /m	6.15	
	項目	単位	一次注入	二次注入
	引上ガレ	分/m	18	12
	単位吐出	m ³ /分	0.4	0.3
	スラリー量	m ³ /m	7.20	3.60
	配合量	kg/m ³	600	850
	固化材量	kg/m	4320	3060
	総容積	m ³ /m	13.35	9.75
	添加量	kg/m ³	323.49	517.81
	濃縮比率		1.23	1.97

表-1 施工仕様

キーワード 地盤改良 超高圧攪拌噴射工法 支持力対策

連絡先〒107-0051 東京都港区元赤坂 1-1-5 ケミカルグラウト(株)TEL 03-3796-5890 E-mail: t-tsuchiya@chemicalgrout.co.jp

また、施工フローは下記の図の通りである。



5. 結果

本改良施工の出来形確認として、直杭に対してフィッティング、斜杭では弾性波探査法併用により箇所を選定し調査を行った。確認項目は、有効径、改良長、一軸圧縮強度試験の3項目である。

結果として、形状(有効径φ 2.8m、改良長 L 2.3m:先端改良区間、L 19.7m:管内改良区間)及び改良体強度(一軸圧縮強度 σ_{28} 6 MN/m²:表-2 参照)とも設計条件を満足した。



写真-2 斜杭施工状況

コア No	材令 (日)	一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)	管理値 q_u (kN/m ²)	採取位置(深度)
1	28	6 9 8 5	σ_{28} 6000	鋼管内(AP-30.19m)
2		7 5 5 0		鋼管内(AP-35.19m)
3		1 1 5 2 6		先端部(AP-39.49m)

表-2 改良土の一軸圧縮強度試験結果

また、ガントリークレーンによる実地走行載荷試験(杭1本あたりの最大荷重 962 t)での沈下は数 mm であり、解析による予測値 15mm 以下の結果であった。

6. まとめ

今回の工事の結果、SJM工法は、本設杭の支持力対策工法として十分に適用できることが確認された。

下記に今回の工事の特徴をまとめる。

1. 工事(躯体工事)の工程に支障なく、施工を完了することができた。→ 限定されたエリアで施工可能。
 2. 標準設計強度の2倍に相当する 6 MN/m²を確保した。
→ 配合、注入回数を工夫し、目的に合せた強度増加を可能にした。
 3. 施工精度の確保→ 海中部位置決めパイプの使用及び削孔時のジャイロ測定により、所定の精度を確保した。
- 最後に、今回の施工にあたり、御協力頂いた関係者各位に誌面をお借りして御礼を申し上げます。



写真-3 出来形確認(コア採取試料)