

場所打ち杭施工時の近接杭支持層防護・孔壁防護の施工実績 ～鋼管圧入工法（ケコム工法）と高圧噴射攪拌工法（ジェットクリート工法）の適用

鹿島建設(株) 〇正 伊藤 弘之 正 藤崎 勝利
正 田中 誠 正 倉石 泰男
東京急行電鉄(株) 山道 芳徳

1. はじめに

低空頭かつ既設杭基礎近接条件下の場所打ち杭施工において、杭削孔に伴う①既設杭の支持力低下と②沖積砂層の孔壁崩壊が懸念された。これらの対策として、①鋼管中堀圧入工法による支持層防護、②高圧噴射攪拌工法地盤改良体による孔壁防護を検討し適用した結果、既設構造物や周辺地盤の変状が生じることなく、所要の品質を満足する場所打ち杭を造成した。本報では、対策工の検討、仕様設計および場所打ち杭施工結果を報告する。

2. 場所打ち杭施工時の変状対策工の適用検討

鉄道高架橋をアンダーピニングする場所打ち杭（TBH 工法， $\phi 1,800 \sim 2,000$ ）を，高架橋直下かつ既設基礎杭（TBH 工法， $\phi 1,300$ ）や宅地，側道の極近傍で施工した。杭施工にあたり，工事箇所の土質性状及び既設杭との離隔（0.5～3m）から想定される2つの懸念（図-1）に対する対策工を検討した（図-2）。

2.1 既設杭の支持力低下の対策工

工事箇所の支持層はよく締まった砂質土層と泥岩（ $q_u=1.8 \sim 6.4 \text{ MN/m}^2$ ）の互層からなり，上部に1m未満の薄層状の砂層が介在する。杭先端が介在砂層にある既設杭の直近を既設杭先端より深く削孔する箇所は，削孔時の緩みにより既設杭の支持力が低下する可能性があった。この対策として，地盤改良では逆に支持層を緩める可能性があることを勘案して，鋼管圧入工法を採用した（3章）。

2.2 孔壁崩落の対策工

工事箇所に地表から厚く分布する「シルト質細砂層」

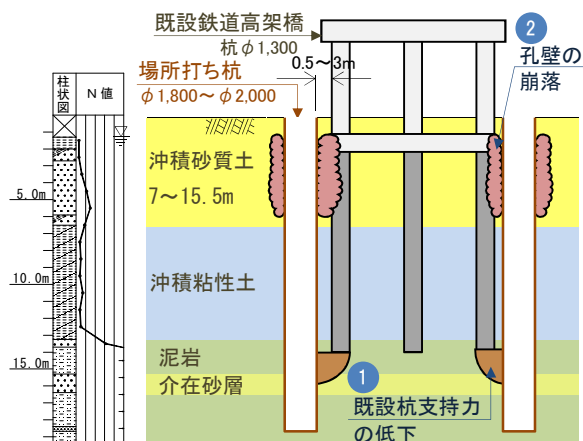


図-1 検討対象の場所打ち杭工事模式図

（ $N=6$ ）は，細粒分含有率が35%を下回り，孔壁安定性の数値検討結果からも，孔壁崩壊が懸念される土層であった。そこで，地盤改良（高圧噴射攪拌工法）による孔壁防護を採用した（4章）。

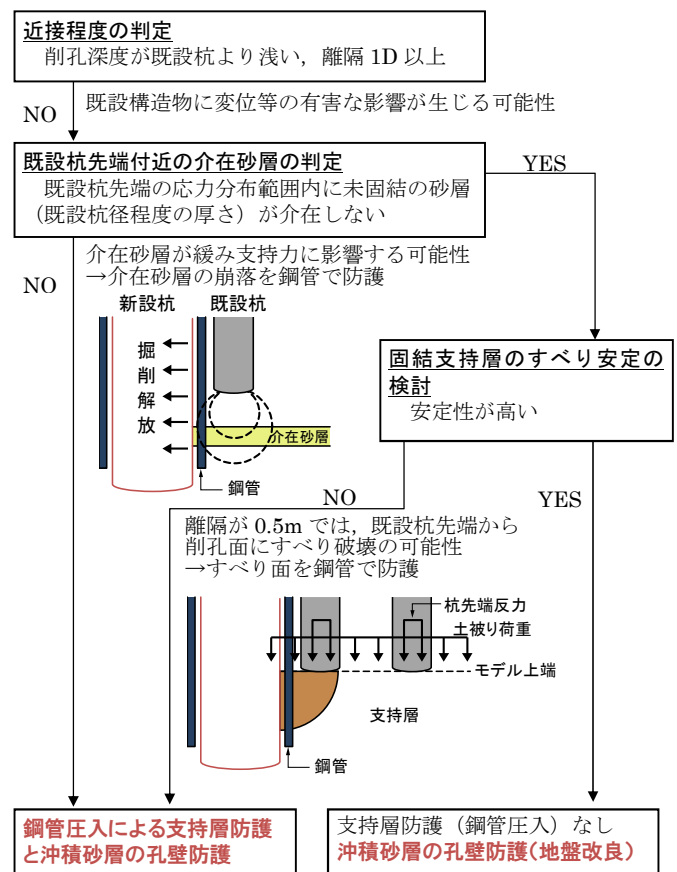


図-2 対策工適用検討フロー

3. 鋼管圧入工の工法概要および仕様設計

本工法は場所打ち杭口元鋼管を所定の深度まで中堀圧入で設置するものである（図-3）。バケット掘削の併用で鋼管を回転圧入する機構はオールケーシング工法と同様であるが，低空頭対応の機械（必要空頭5.1m）

キーワード 場所打ち杭，TBH 工法，地盤改良，高圧噴射攪拌，鋼管圧入

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL03-6229-6661

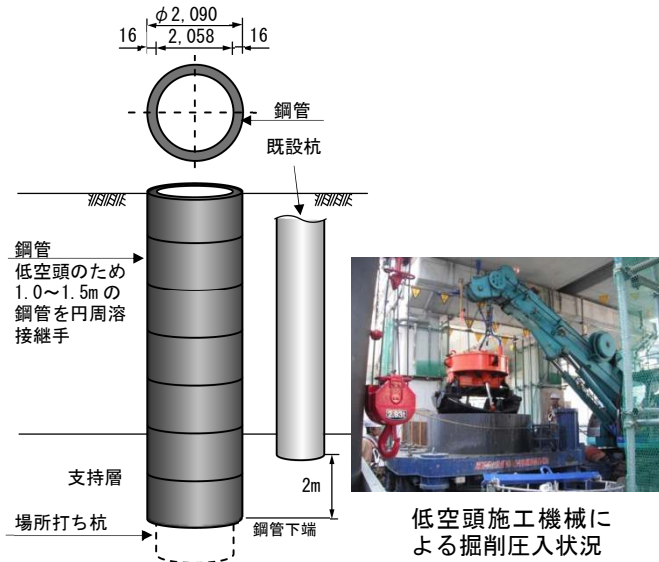


図-3 鋼管圧入工法による支持層防護

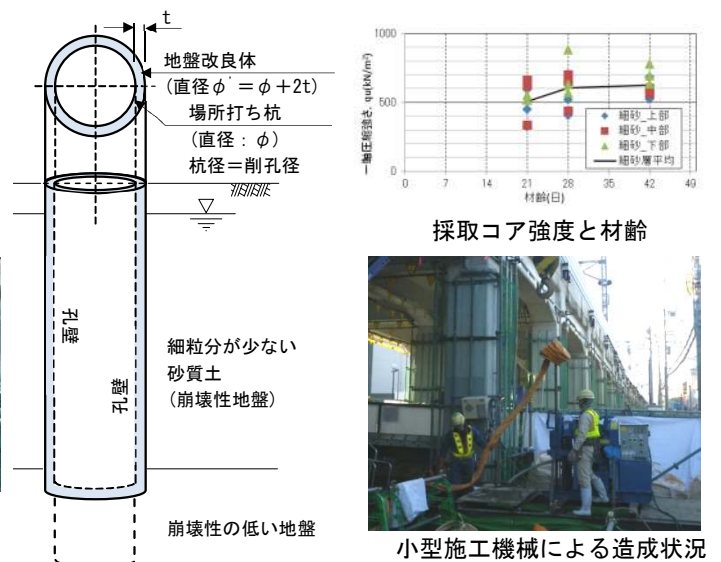


図-4 高圧噴射攪拌工法による孔壁防護

表-1 場所打ち杭及び鋼管圧入工の設計仕様

	本数	場所打ち杭 (TBH 工法)			鋼管圧入	
		杭径 (mm)	杭長 (m)	杭頭 (GL- m)	外径 (mm)	深さ* (GL- m)
A	4	φ 2,000	17.0	3.8~5.2	φ 2,090	9.5~12.5 (平均 11.0)
B	2	φ 1,800	13.5	5.2~6.9	φ 2,090	12.5
C	1	φ 2,000	21.5	6.7~8.1	φ 2,090	21.5

* 圧入深さは既設杭先端から 2.0m

では引抜力が小さいため鋼管は残置する。鋼管外周は摩擦力向上のために裏込め材を注入するが、構造物の設計においては安全側の設定として周面摩擦抵抗を無視した条件の構造の成立性を確認した。

鋼管は場所打ち杭設計径を確保できる内径φ2,058, 肉厚16mmを採用し, 既設杭先端より杭径程度(約2.0m)まで設置する計画とした。設計仕様を表-1に示す。

4. 地盤改良工の工法概要及び仕様設計

本工法は, 場所打ち杭と同心円状の改良体(φ2,800, 一軸圧縮強さ $q_u = 500 \sim 1,000 \text{ kN/m}^2$)を造成後, 改良体内を削孔し場所打ち杭を造成するものである(図-4)。改良径および改良強度の設定方法, 現場試験施工の内容は別報¹⁾に示すが, 現場試験施工を行い設定した改良径ならびに強度を満足する地盤改良体が造成できることを確認した。地盤改良体の設計仕様を表-2に示す。

5. 場所打ち杭工施工結果

5.1 鋼管で支持層防護した杭

鋼管の芯ずれは自主管理値 50mm 以内, 鉛直性は 1/400 程度で, 場所打ち杭削孔も孔曲りを生じることが

表-2 場所打ち杭及び高圧噴射攪拌工法の設計仕様

	本数	場所打ち杭 (TBH 工法)			地盤改良	
		杭径 (mm)	杭長 (m)	杭頭 (GL- m)	径 (mm)	深さ* (GL- m)
A	8	φ 2,000	17.0	3.8~5.2	φ 2,800	8.0~16.5 (平均 12.7)
B	12	φ 1,800	13.5	5.2~6.9	φ 2,800	8.0~12.5 (平均 10.1)
C	11	φ 2,000	21.5	6.7~8.1	φ 2,800	8.0~11.5 (平均 9.8)

* 改良深さは地盤層序の不陸に対する余裕 (1.0m) を含む

なかった。また, 懸念された削孔時の高架橋沈下も確認されなかった。

5.2 地盤改良で孔壁防護した杭

改良造成中の近接高架橋柱の変位は±1mm 以下と微小であった。地盤改良体の採取コア強度は各深度とも目標強度(材齢 42 日 $500 \sim 1,000 \text{ kN/m}^2$)を満足した。

場所打ち杭削孔では, 改良体範囲の削孔速度は想定通り泥岩の削孔速度と同程度で, 孔曲りもなく鉛直性は 1/200 以下の精度を得た。また, 超音波孔壁測定より設計径の掘削状況と懸念された孔壁崩壊が生じていないことを確認した。

6. おわりに

本件では対策工が場所打ち杭削孔に及ぼす影響を抑えつつ, 既設構造物や周辺地盤の変状を防止した。この対策工は, 同種の低空頭かつ狭隘な条件下における場所打ち杭施工にも資するものと考えている。

【参考文献】

- 1) 伊藤, ほか: 場所打ち杭孔壁防護工への高圧噴射攪拌工法(ジェットクリート工法)の適用検討, 第 50 回地盤工学研究発表会, 2015(投稿中)