

特殊斜施工機を用いた高圧噴射攪拌工法の適用例

三信建設工業株式会社

正会員 ○島野 嵐

上田 守

大成建設株式会社

正会員 石田 聖一

正会員 中村 凌太郎

1. はじめに

鹿児島県内の道路整備事業に伴うシールドマシン発進時の坑口防護として図 1 に示す高圧噴射攪拌工法である V-JET 工法による地盤改良工事が計画された。供用中道路上からの施工となり道路占用範囲と改良範囲の位置関係から斜施工を行う必要があったが従来施工機の施工限界角度である鉛直に対し 10° を大きく超えることから写真 1 に示すロータリーパーカッションドリルをベースマシンとした特殊斜施工機を用いた。本編では特殊斜施工機の概要ならびに品質確認結果について報告する。

2. 特殊斜施工機概要

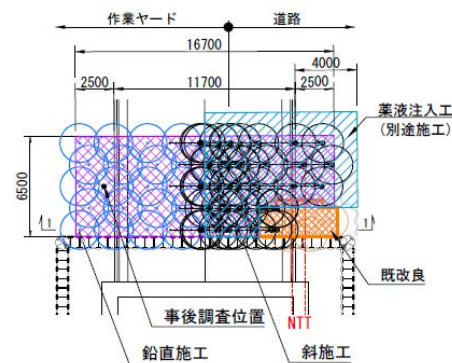
本工事で用いた特殊斜施工機はロータリーパーカッションドリルに従来施工機に搭載の自動ステップ装置を取り付け、任意の時間・ステップ距離の設定を可能としている。また、削孔ケーシングや噴射ロッドおよび先端噴射装置などの施工ツールは重量物で最大で 100 kg である。一般的にこれらの施工ツールの脱着時には移動式クレーンを用いた吊り作業となるが、斜施工の場合、鉛直の施工と比較し手指の挟まれや吊り荷の振れによる挟まれ等のリスクが高い。これらのリスクを回避し作業員の安全性を向上させるため、機械式ロッドチェンジャーを用いた。

3. 改良体配置および特殊斜施工機の削孔精度の確認

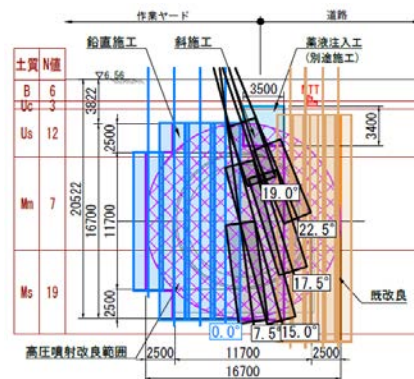
斜施工部の改良体配置はロータリーパーカッションドリルの削孔精度 1/100 程度¹⁾のズレがあっても未改良部が無い配置とした。削孔深度は最大 20.5 m で主な対象土は細砂およびシラス($N \leq 10$)で削孔角度は鉛直に対し $0 \sim 22.5^\circ$ の範囲で施工した。削孔精度の確認をジャイロと加速度計を用いた孔曲がり計測装置(多摩川精機製: TUG-NAVI)を用い全改良体で実施した。さらに、計測した削孔管路先端位置の座標より 3D-CAD を用いて改良体を描画し未改良範囲が過大とならないこと(未改良範囲が連続せず止水性に問題ないこと)を確認後に改良体の造成を行った。なお、未改良範囲が過大となる場合は再削孔を行い対処した。

4. 改良体の品質確認

改良体の品質確認は、鉛直施工部は改良体より採取した全長ボーリングコアの一軸圧縮強さおよびコア採取率により評価し、斜施工部は地上部から試料採取ができないことから、立坑内より水平ボーリングを行い透水係数および一軸圧縮強さにより評価した。以下に各々の結果を示す。



(a) 施工平面



(b) 施工断面

図 1 地盤改良概要図

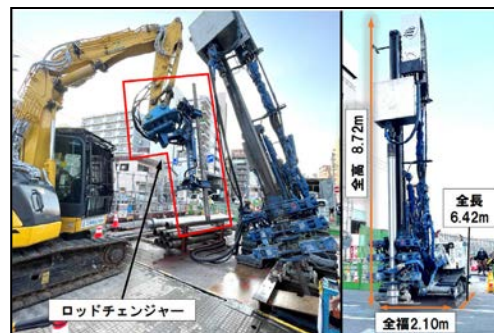


写真 1 斜施工機施工状況

キーワード 地盤改良, 深層混合処理, 高圧噴射攪拌, 品質管理, 特殊施工機

連絡先 〒111-0052 東京都台東区柳橋 2-19-6 三信建設工業株式会社 TEL 03-5825-3704

4.1 鉛直施工部の品質確認結果

全長ボーリング位置は**図 1** に示す位置で行った、採取した改良体を**写真 2** に示す。一軸圧縮試験は改良体の上中下 3 深度で各 3 検体実施した、一軸圧縮強さは**表 1** に示す通り本現場の設計基準強度である $qu=3.0 \text{ MN/m}^2$ に対して $3.892 \sim 16.364 \text{ MN/m}^2$ の範囲であり、すべてのコアで設計強度以上であり、現場における規定性能を満たした。ボーリングコアは概ね改良長と同長の棒状のコア採取ができ、BCJ 指針に示されている基準値「全長で砂質土 95% 以上 (1 m 当たりの採取率は 5 %減)」²⁾ を満足しており連続性の高い改良体が造成されたことを確認した。

4.2 斜施工部の品質確認結果

透水係数の確認は坑内よりボールバルブ設置後にコアカッターにより改良体を水平削孔後、削孔孔からの湧水量をメスシリンダーにより一時間測定し式1より透水係数を算出した。

$Q = 4 \pi \times k \times r \times H$ (1) ここで、Q:湧水量 (cc/sec) k:透水係数 (cm/sec), r:削孔半径(=2.5 cm), H:作用水压(=927 cm) 合格基準値は一般的な地中連続壁の透水係数 $k = 1 \times 10^{-6} \sim 10^{-7} \text{ m/sec}$ の上限値と同程度以下とした。水平ボーリング位置を図2に、試験状況を写真3に示す。

5 か所の湧水量は $0 \sim 0.275 \text{ L/h}$ の範囲で、最大であった No4 の結果より算出した透水係数は $k=2.4 \times 10^{-8} \text{ m/sec}$ であり、結果としてすべての確認位置で目標値を満足した。また、コアカッターにより採取した改良体の一軸圧縮強さは、設計基準強度である $q_u=3.0 \text{ MN/m}^2$ に対して $3.357 \sim 5.756 \text{ MN/m}^2$ の範囲であり、すべてのコアで設計強度以上であり現場における規定性能を満たした。

5. まとめ

ロータリーパーカッションドリルをベースマシンとした特殊斜施工機による高圧噴射攪拌の施工事例について述べた。

- ・削孔管路先端位置を計測，3D-CAD を用い改良体を描画し止水性に問題ないことを確認後に改良体の造成を行った。
- ・鉛直施工部は改良体より採取した全長ボーリングコアの一軸圧縮強さにより評価し目標値を満足した。
- ・斜施工部は坑内より水平ボーリングを行い現場透水試験，一軸圧縮試験により評価し目標値を満足した。

参考文献

- 1) (一社)日本アンカー協会：グラウンドアンカー設計施工マニュアル ,p113,2013.
- 2) (一財)日本建築センター (一財)ベターリビング:2018 年度版建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針.p299,2018.

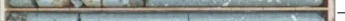
深度	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	掘削長	採取長	採取率
3m	地山(Ua)										0.12m	0.12m	100%
4m											1.00m	0.97m	97%
5m											1.00m	0.98m	98%
6m											1.00m	0.95m	95%
7m											1.00m	0.99m	99%
8m											1.00m	0.99m	99%
9m											1.00m	0.99m	99%
10m											1.00m	0.99m	99%
11m											1.00m	0.99m	99%
12m											1.00m	0.99m	99%
13m											1.00m	0.99m	99%
14m											1.00m	0.98m	98%
15m											1.00m	0.98m	98%
16m											1.00m	0.99m	99%
17m											1.00m	0.97m	97%
18m											1.00m	0.98m	98%
19m											1.00m	0.98m	98%
20m	地山(Ma)										0.58m	0.57m	99%
合計											16.70m	16.30m	98%

写真2 全長ボーリングコア

表 1 改良体の一軸圧縮強さ

検体数		9 検体
設計強度		3.000 MN/m ²
現場 強度	最大値	16.364 MN/m ²
	最小値	3.892 MN/m ²
	平均値	8.851 MN/m ²

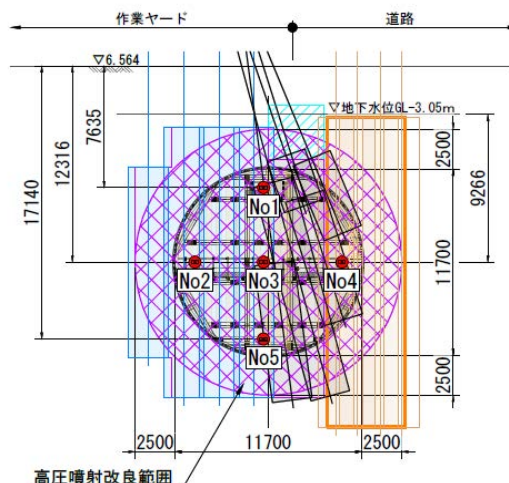


図2 水平ボーリング位置図

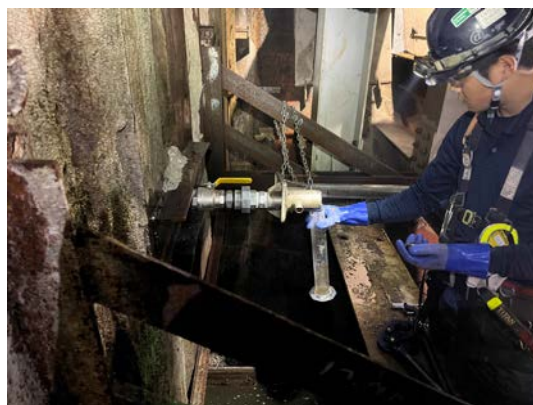


写真 3 湧水量確認状況(N04)