

超大口径高圧噴射攪拌工法の高粘着力粘性土地盤への適用

ライト工業株式会社 正会員 ○長崎 康司^{※1}
 首都高速道路株式会社 大塩 隆^{※2}
 首都高速道路株式会社 正会員 赤松 諒亮^{※2}
 清水建設株式会社 正会員 永峯 崇二^{※3}

1. はじめに

(負) 環状第2号線トンネル工事は、首都高速道路株式会社が東京都より施行を受託している区間であり、写真-1の首都高速汐留JCT付近の汐先橋交差点で地下トンネル築造を行うものである。工事範囲が首都高速都心環状線と八重洲線との交差点にあることから、図-1のように複雑な掘削断面となっている。

本工事では、掘削時の先行地中梁・液状化対策として高圧噴射攪拌工法による地盤改良工が施工され、本年3月に施工完了した。

本稿は、高圧噴射攪拌工法において施工困難性が高いとされる高粘着力粘性土(支持力は小さいが、噴射切削しにくい)という地盤条件を対象に実施した、改良仕様選定方法と施工状況を報告するものである。改良仕様選定方法は、試験施工と改良径の調査方法、施工状況は路下施工の覆工下施工方法について、その概要を述べる。



写真-1 現場上空写真

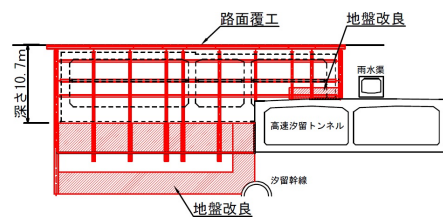


図-1 掘削と地盤改良の範囲

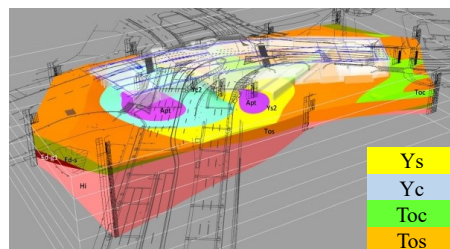


図-2 地盤条件

2. 本工事での高圧噴射攪拌工法の施工課題

本工事での高圧噴射攪拌工法は、大部分が路下施工となり、通常の施工に比べ、噴射装置と三重管ロッドの貫入作業に時間を要する。

このため、可能な限り改良径を大きくして全体の削孔本数を低減することが全体工程面においても有利になるものと判断し、高圧噴射攪拌の目標改良径はφ5.0mと設定したが、地盤と施工での2条件で以下のような留意点があった。

2.1 地盤条件

高圧噴射攪拌による地盤改良の対象地盤は、最も高い部分で非常に高粘着力($c \approx 100\text{kN/m}^2$)であり、一般的な高圧噴射攪拌では改良径がφ1.0mを下回るものとなる。このため、超大口径工法(φ5.0m級)の施工仕様を拡張して目標改良径を確保するものとし、試験施工を行って改良径を確認することにした。

2.2 施工条件

本工事は、市街地の密集・密接地帯の工事で、周辺地盤への変位影響を抑制した施工が不可欠であった。

3. 高圧噴射攪拌工法の施工

3.1 試験施工

(1) ケース1

適用する超大口径高圧噴射攪拌工法は、地盤条件と施工条件を勘案して、三重管工法による片噴射方式を

キーワード : 高圧噴射攪拌工法、高粘着力、粘性土地盤、超大口径、試験施工、改良径調査

連絡先 : ^{※1} 〒102-8236 東京都千代田区九段北 4-2-35 TEL : 03-3265-2456
^{※2} 〒104-0053 東京都中央区晴海 3 丁目 TEL : 03-5547-8991
^{※3} 〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 TEL : 03-3561-3842

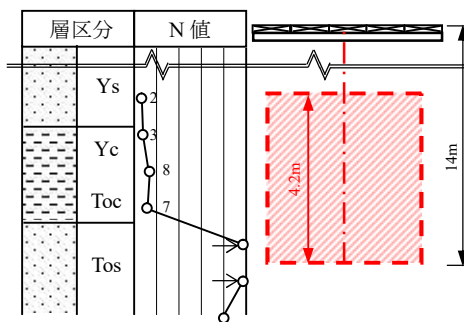


図-3 地盤改良断面(粘性土)

選定した。この理由は、図-4 に示すように、上段の超高压水噴射による先行水切削で改良体上部に排泥排出用の空間形成を行うため、二重管式に比べて変位抑制効果をより高くでき、さらに片噴射方式は両噴射方式に比べて、省スペースで施工可能という、2 つの工法優位性が存在するためである。

ケース 1 の試験施工は、表-1 に示すように粘着力 $c \approx 30\text{kN/m}^2$ の地盤条件であり、マニュアル¹⁾ に示す標準仕様である、噴射時間 $t=25$ 分/m にて、図-5 に示す単杭と複杭で改良体造成を行った。

改良体の改良径調査は、地上からのコアボーリングにより実施した。

調査結果は、表-1 のように単杭改良径に比べて、複列改良径が大きくなった。この理由には、未改良地盤と改良体の境界での調査ボーリングは軟らかい未改良地盤側に孔曲りしやすいという調査上の要因と、高压噴射のエネルギーは図-6 に示すように、噴射力の減衰が大きくなることで反発力が小さくなりやすいという工法上要因の 2 因子が考えられる。

(2) ケース 2

ケース 1 の試験結果を踏まえ、粘着力 $c \approx 100\text{kN/m}^2$ の高粘着力地盤の試験施工は複列配置にて、表-1 の改良体造成の噴射時間を増加させた特殊仕様の $t=30$ 分/m と 40 分/m の 2 ケースで実施した。

その結果、表-1 に示す $t=40$ 分/m によって目標改良径を満足することができた。

3.2 本施工

本施工は、試験施工によって得られた $t=40$ 分/m の仕様で実施した。全体工程および施工ヤードを勘案して、最盛期で最大 3 セットにて施工作業を行った。改良体 1 本当りの改良平面積が約 20m^2 という超大口径で改良体配置としたことにより、本数低減による全体削孔時間の短縮が図れた。掘削後の出来形確認では、写真-3 のように良好な改良体を確認できた。

4. おわりに

高压噴射攪拌工法の設計有効径は、工法開発時の実証実験等で得られた実測改良径に、所定の安全係数を乗じて設定するのが一般的である。また、適用範囲外の地盤条件による改良体配置計画では、工法が有する噴射エネルギーと、地盤強度 (c, ϕ) との相関性が不明なため、比較的安全側の配置計画となることが多い。

本工事では、複数ケースでの試験施工を実施することで、高压噴射の持つ工法特性を生かし、より効率的に施工することが可能となった。都市部インフラ施設の地盤強化にあたり、より大深度地盤での対策法が求められている。本工事で得られた知見を、より優れた合理的手法として展開するべく、客観的な評価と検証を今後とも継続して行きたいと考える。

【参考文献】

1) 特殊 JEP 工法研究会 JEP-G 工法技術積算資料 (第 2 版)、平成 26 年 7 月

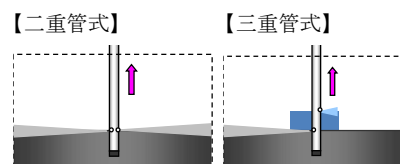


図-4 改良仕様比較

表-1 試験ケース

試験ケース	粘着力 c	噴射時間	目標径	実改良径	
				単杭	複列
ケース 1	30kN/m^2	25 分/m	5.0 m	3.5m	5.0m
ケース 2-1	100kN/m^2	30 分/m	5.0 m	—	4.5m
ケース 2-2	100kN/m^2	40 分/m	5.0 m	—	5.0m

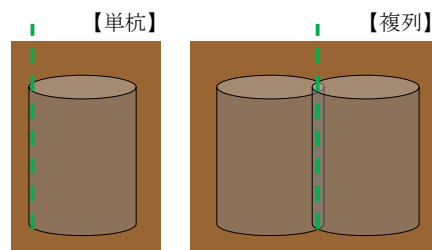


図-5 改良径調査のボーリング位置

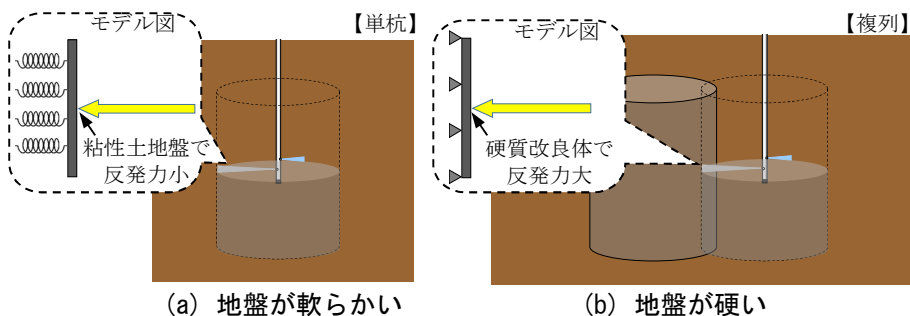


図-6 「緩衝作用」の概要



写真-2 施工状況



写真-3 改良体出来形