

地下鉄千代田線坑口付近における地下水位以下での地盤補強工事

東京地下鉄(株) 中島 宗博 古川 三千男
鹿島建設(株) 正会員 小倉 拓也 ○寺田 憲靖

1. はじめに

東京地下鉄(株)では、平成7(1995)年1月に発生した阪神淡路大震災の被害に鑑みて緊急耐震補強対策¹⁾を実施してきており、この一環として、千代田線北千住坑口付近の液状化対策を実施した。当該地の地盤は地下水位が高い砂質土(有楽町層)であり、地震により液状化しやすいことが土質調査から判明した。このため、地震による過剰間隙水圧の上昇及びせん断変形を防止する目的で、高圧噴射攪拌杭を格子状に造成し液状化対策を行った(図-1,2)。

今回は、狭隘な地下鉄トンネル内及び地下鉄運行停止後の深夜短時間(1°30'～4°00'150分)において、高圧噴射攪拌杭(X-jet 工法φ2.3m)を施工したので以下に施工概要を報告する。

2. 地質概要

当該地の地質は、上部より埋土層(BK)・有楽町層砂質土(Yus)・有楽町層砂礫土(Ag)・有楽町層粘性土(Yls)・七号地層砂質土(Nas)・七号地層粘性土(Nac)となっており、有楽町層砂礫土以外はN値30以下の軟弱な沖積層である。液状化対策の対象土層は、有楽町層砂質土(Yus)であり、層厚は最大7mである。また、軌道内施工時における水頭差は、最大8.5mとなっている。

3. 軌道内施工における問題点

地下鉄構築下部の高圧噴射攪拌杭の施工に際して、以下の問題点があげられた。

①**地下鉄安全運行への影響**：高圧噴射攪拌杭を施工するにあたり、先行して下床版に孔(φ180)を開ける必要があるが、施工基面が地下水位以下(水頭差最大8.5m)であるため、土砂を伴った地下水が地下鉄軌道内に流入する可能性がある。

②**高圧噴射攪拌杭の品質低下**：地下水により施工時の固化材が排泥とともに排出され希釈されることにより、高圧噴射攪拌杭の出来形・品質の低下が考えられる。

③**地下鉄構築への影響**：高圧噴射攪拌杭施工時の排泥管が閉塞すると、構築に上向きの荷重が作用し隆起する可能性がある。

4. 対策工法ならびに効果

①地下鉄安全運行への影響

対策：φ180 孔開け部からの土砂流入対策として、ア)地下水の湧水の低減・地山のゆるみを防止する目的で構築の直下に先行してCB注入(厚さ20cm, 図-3)を実施した。

イ)枕木間の狭隘な場所でも瞬時に開閉が行えるように小型油圧ジャッキを装着したゲートバルブを設置した(写真-1参照)。

効果：先行してCBを施工したことで、下床版への孔開け時の土砂流入量が低減できた。また、改良型ゲートバルブにより速やかな開閉が可能となり、土砂の流入はほとんど生じなかった。

②高圧噴射攪拌杭の品質低下

対策：砂礫層からの湧水量が多いことに着目し、砂礫層の厚い工区終点部(妻部)に不透水層までの遮水壁を薬液注入にて施工すること(図-3)で、地下水の流入を砂礫層厚の薄い側部からに限定し、湧水量の低減を試みた。その結果として、最深部の調査箇所において、実施前に180ℓ/minの湧水量が100ℓ/min程度まで低減することが出来た。しかし、この湧水量では高圧噴射攪拌杭の施工は

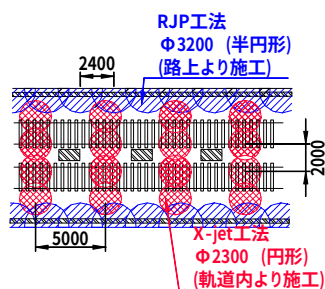


図-1 改良部平面図

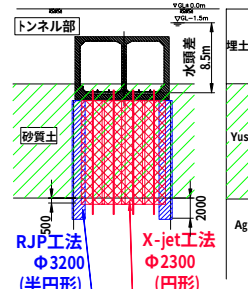


図-2 改良部断面図

キーワード：地下鉄軌道内、地下水位以下、高圧噴射攪拌、砂質土、自由水位、口元パッカー、被圧地下水
〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8, 03-3404-5411

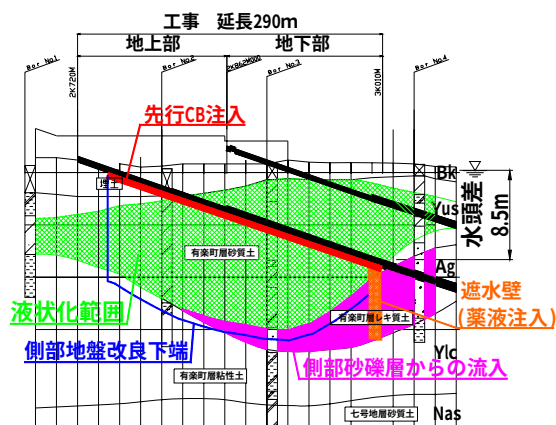


図-3 CB注入および止水注入の範囲

行えるものの、まだ固化材の希釈による出来形・品質の低下が考えられたため、以下に示す、二次対策を施した。

I：最深部において、簡易なウェルポイントを設置し被圧地下水圧を低下させ、造成箇所における湧水量の低減を行った。

II：排泥システムの改善として、排泥管を立ち上げることで、造成箇所から口元パッカーを通して送られてくる排泥を高い位置で開放し、被圧地下水との水頭差を低減させ湧水量の低減を行った（写真-2）。

効果：これらの対策により、最深部の調査箇所において、無対策時に $180 \text{ } \mu\text{L}/\text{min}$ の湧水量が最終的に $50 \text{ } \mu\text{L}/\text{min}$ 程度まで低減することができ、排泥量も計画量とほぼ等しくなった。また、施工後に調査ボーリングにより供試体を採取して一軸圧縮試験を行ったところ、所定の強度($3\text{N}/\text{mm}^2$)を有していた。以上のことから、高圧噴射攪拌杭の品質を確保できたと考えられる。

③地下鉄構築への影響

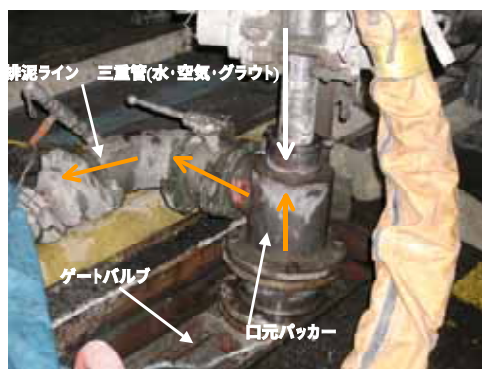


写真-1 口元処理

対策：排泥の状況を造成箇所において監視することが口元における配管閉塞の防止に対して最も効果的と考え、排泥をキャリアダンプに設置した排泥タンクに受替えて目視監視を行った。

また、地下鉄構築に沈下計・傾斜計を取付け、近傍に設置した計測室と造成箇所において計測器の値及び施工状況を実線でやりとりし、慎重に施工を行った。

効果：上述の対応により、配管閉塞時においても速やかな対応が可能となり、高圧噴射攪拌杭施工による構築の変状はほとんどなく、無事に施工を完了することができた。

5. おわりに

施工計画時及び施工時における問題点の予測及び対策を実施した結果、地下水を抑える排泥システムを確立することができ、その結果として高圧噴射攪拌杭の品質を確保することが出来た。

今後、駅改良工事等の軌道内での高圧噴射攪拌杭工事が増えることが考えられるが、砂質土・粘性土問わず排泥システムを確立することが、列車の安全運行を確保した上で、高圧噴射攪拌杭の品質を確保できるものとする。

<参考文献>

- 1) 山下清貴，吉村正：地下鉄坑口付近の液状化対策—営団地下鉄東西線・千代田線—，土木施工，42巻3号，pp.8-17，2001.3.



写真-2 排泥システム全景