

解説

仮壁直接切削方式による 止水注入について

たかはし まなぶ
高橋 学

日特建設(株)
事業本部技術営業部次長

1 はじめに

近年、都市部のインフラ工事においては、掘削外径が10mを超え、かつ土被りが40m以深の大深度シールド工事や20～30mの推進工事が多くなってきている。

従来、一般的には発進坑口部は、土留め壁を人力により切断、掘削し地山を開放したのちに発進を行ってきた。一方、大深度・大口径化に伴い、地盤改良を行っていたとしても、地山を開放することは慎重を要する作業であることから、近年では、ガラス繊維などを使用した土留め材等、掘進機のビットにより直接切削が可能なFFUやNOMSTなど仮壁直接切削方式の採用も多くなってきている。

本稿では、仮壁直接切削方式により、土被り約54m、掘削径約14.5mの発進坑口での止水注入工の施工例を紹介する。

2 土質条件

地質調査結果によると、上層より砂を主体とし坑口部はシルト混じり砂となっている。特に坑口部は全体的に固結度が高く、細砂を主体とし部分的に固結シルトの混入が確認され、N値は50以上となっている。

事前の透水係数は、 $k = 1.42 \times 10^{-6} \text{m/s}$ であった。

3 薬液注入工

3.1 地盤改良範囲

一般的に、発進坑口での地盤改良では、地山までを開放することから地盤改良工法により土圧・水圧のすべてに抵抗する範囲を計画する。今回の発進坑口には仮壁直接切削方式を採用していることから、発進後にシールド機後方がエントランスパッキンに確実にかかるまでの区間の透水係数を低下させることを目的とし改良範囲を設定した(図-1)。

改良壁厚を2.0mとし四角く枠部のみの改良とし、中央部は未改良とした。

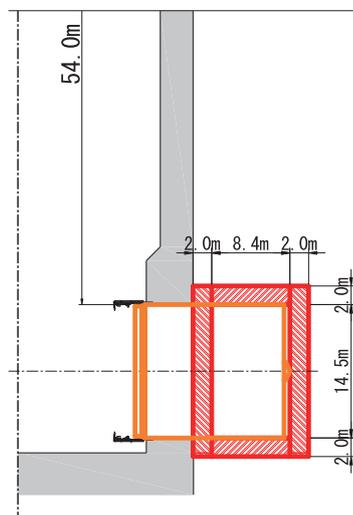


図-1 改良範囲図

3.2 注入工法の選定

施工にあたっては、大深度であり、確実に改良効果を得る必要があることから従来の薬液注入工法に以下の技術を追加し施工を行った。

(1) New スリーブ注入工法

薬液注入工法には二重管ストレーナ工法、ダブルパッカ工法の2工法に大別される。施工個所の土質は、N値50以上の砂質土で、かつ施工深度はGL-70mと非常に深いことからダブルパッカ工法を選定した。特に、今回の施工個所は、改良対象土内に固結シルトの混入および仮壁直接切削方式のケーソン立坑坑口部の改良となることから、縦方向に長い浸透注入区間を有する特殊な注入外管（ポリゴンパイプ）を使用し、低压で浸透注入が可能な「New スリーブ注入工法」（図-2）を選定した。当工法の特徴を以下に示す。

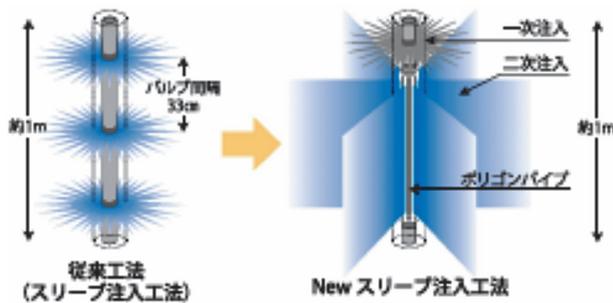


図-2 New スリーブ注入工法イメージ図

- ①長い浸透注入区間で複雑な地盤を確実に把握することが可能
- ②縦に長い浸透注入区間を確保できるため注入速度を速くすることが可能
- ③従来の注入外管に比較し浸透性が良いため注入孔間隔を大きくでき削孔本数が低減可能

(2) 動的注入工法

薬液注入工の浸透性・均一性は土質条件により浸透する領域に違いを生じる。従来の一定速度による注入の場合、割裂脈を生じやすく浸透の範囲が限定しにくく、不必要な範囲に注入材が逸走し、改良効果の低下が想定された。したがって当該工事では、注入速度を意図的に変化させることによりムラの少ない浸透注入を行うことが可能な「動的注入工法」（図-3）を選定した。

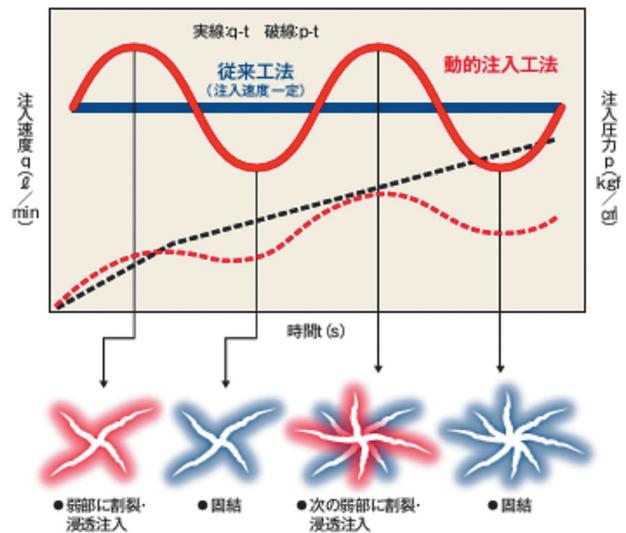


図-3 動的注入工法概念図

4 試験注入

施工に先立ち、試験注入を実施し注入率の妥当性を確認した。一般的に注入率は以下の式により算出されている。

$$\lambda (\text{注入率}) = n (\text{地盤の間隙率}) \cdot a (\text{充填率})$$

地質調査結果より地盤はN値30以上の砂質土であるため、注入の設計施工マニュアルの標準値を参考に、地盤の間隙率は35%に設定した。薬液充填率を100%、90%、80%と3種類変化させ各仕様で3本の注入を行い中央部で透水試験により改良効果を判定した。試験注入配孔平面図（抜粋）を図-4に示す。

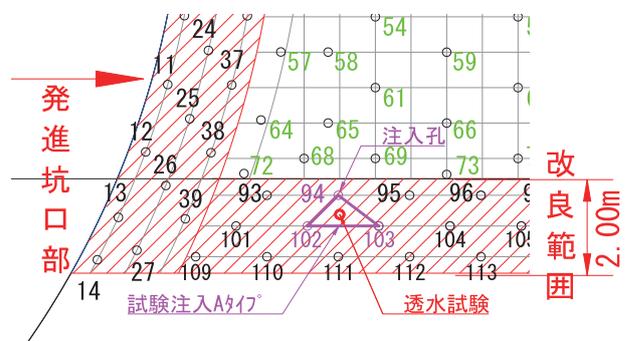


図-4 試験注入配孔平面図（抜粋）

試験注入判定結果を表-1に示す。
現場透水試験結果を表-2に示す。