

軟弱地盤における下水道T字接合を目的とした横坑の施工

長沢 勇樹*

Yuuki Nagasawa

1. はじめに

本工事は、仕上がり内径 $\phi 4,250$ mm (施工延長 854 m) と仕上がり内径 $\phi 2,400$ mm (施工延長 767 m) の2路線の雨水バイパス管を2基の泥土圧式シールドにて築造する工事である。仕上がり内径 $\phi 2,400$ の子路線は、先に施工した、仕上がり内径 $\phi 4,250$ mm の親路線より地中発進する。本稿は、その施工方法と計測等の結果について述べる。

2. 工事概要

工 事 名：1工区追浜排水区雨水第1幹線ほか築造工事

発 注 者：横須賀市上下水道局

工事場所：神奈川県横須賀市夏島町7番地先ほか

工 期：平成21年11月13日～平成27年3月13日

工事内容：管路工 (マシン外径 $\phi 5,240$ mm, L = 854 m)管路工 (マシン外径 $\phi 3,280$ mm, L = 767 m)

特殊マンホール工 5箇所

(発進×1, 中間×2, 到達×2)

地中発進横坑工 一式

3. 地質概要

図-1に親路線の地質縦断図を示す。現場周辺の地形は沖積低地に分類される。 $\phi 5,240$ mm シールド掘進部は主に軟弱な粘性土層 (Ac, N値=0~4) である。主として下部に砂岩・泥岩互層 (Kms, N値=50以上) が存在するが、起伏が大きく、シールド掘進箇所に見れる箇所もある。

子路線 ($\phi 3,280$ mm シールド) 地中発進部の地質は、大部分がこの軟弱な粘性土に分類されるが、貝殻混じりで、細砂の含有量が多い。なお、シールド下部には泥岩

層が存在する。なお、地下水位はGL-2 m程度である。

4. 課題とその対策

(1) 原設計の課題

原設計では、地中発進横坑工を円形で構築することになっていた。主な工種は、地盤改良工と地中発進横坑築造工である。この地盤改良工は地上からの高圧噴射攪拌工法 (Superjet-Midi)、地中発進横坑築造工は $\phi 4,000$ mm 円形ライナープレートを横方向に構築する計画であった。一方で、当該箇所は追浜駅前にある国道16号線の交差点の直下である。本交差点は自動車交通量が多く、また多数の歩行者や自転車が駅前の商店街を利用している。現地条件を踏まえた課題は、以下のとおりである。

- ① 地盤改良範囲に多くの埋設管が存在し、これらの移設・切回しを必要とするが、駅前の交差点の車道を占有することや、商店の営業を妨害する懸念があり、移設等が困難であると考えた。
- ② 地盤改良工は、プラント用地を確保できないため、車上プラントからの施工となる。その道路占有は、延長約150 mにもなり、円滑な自動車交通の妨げとなる懸念があると考えた。
- ③ 横坑形状が円形であるため、バックホウによる機械掘削が困難である。
- ④ $\phi 4.0$ mの横坑の上部ライナープレートを組立てるための作業足場が必要となるが、施工サイクル上足場組立からライナープレート設置までの間、地山を露出することとなり、地山崩壊の懸念があると考えた。

(2) 地盤改良工

シールド坑内から地盤改良を行う低圧浸透注入工法 (ステージ注入工法) を採用することとした。薬材はゲルタイムの制御が容易で浸透性の高い有機系硬化剤を用いることとした。これらにより、地盤隆起や周辺構造物への影響が小さいことを期待した。

注入施工範囲と注入量は、周辺土質を考慮し地中発進部およびシールド発進防護部からの土砂崩壊防止や止水できる範囲を設定した。

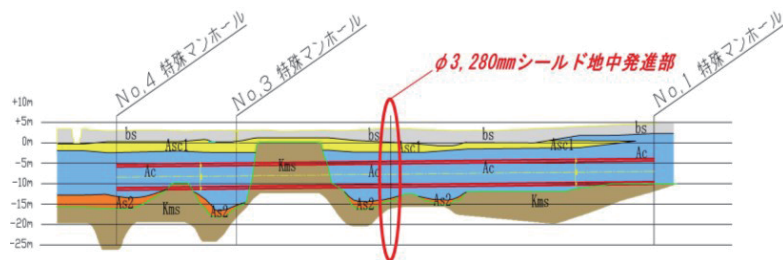


図-1 $\phi 5,240$ mm シールド地質縦断図

地質時代	地 層 名	記号	主な土質名	層厚 (m)	主なN値
第四紀	埋 土・表 土	bs	細 砂 礫混り粘性土	1.25~4.25	3~7
	産業性堆積物層	dt	細 砂 シルト	2.75	2~3
	沖 積	As1	細 砂 シルト混り細砂	2.75~8.00	2~10
	粘性土層	Ac	粘土質シルト 砂質シルト	5.75~10.15	0~4
	第二砂質土層	As2	細 砂 シルト質細砂	1.15~11.00	5~50以上
	更新世	kms	砂岩・泥岩互層	12.08以上	50以上

* 関東土木 (支) 横須賀シールド (出)

(3) 地中発進横坑築造工

横坑内でシールドマシンを組立てる作業スペースとして、人が通れる幅の目安となる 600 mm を左右確保できるように横坑寸法を変更した。次に、横坑底部の掘削および後の発進架台据付を容易にすることを目的として、馬蹄形状の鋼製支保工を用いた NATM 工法とした（図一 2）。また、地山崩落防止措置として以下の事項を行った。

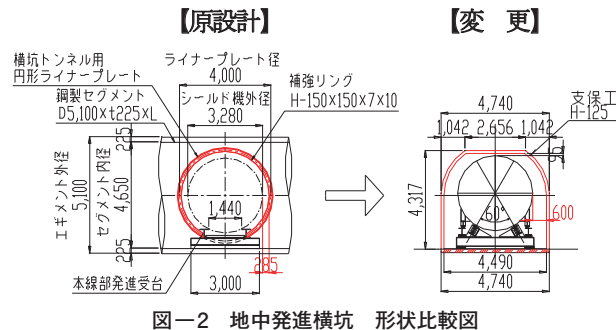
① 地山保持用パイプルーフ

横坑外周に $\phi 100$ mm の鋼管を 400 mm 間隔で先行打設した。鋼管打設には坑内での施工を考慮し、軽量かつコンパクトであるベビーモールを採用した。

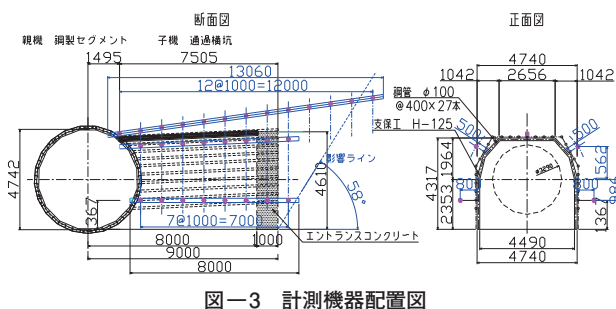
② 坑内変状計測

横坑掘削の影響による国道 16 号線の陥没を未然に防ぐ目的で、掘削中の地盤挙動をリアルタイムに監視する計測機器を設置した。パイプルーフ鋼管の外周部に沈下計を 12 台×天端 1 側点、ひずみ計を 8 点×側方 4 側点にそれぞれ設置し、測定を実施した（図-3）。管理値は、国道道路管理者および各埋設物所有者と協議を行い、沈下量は累計沈下量 $\pm 15 \text{ mm}$ を管理基準値とした。ひずみ量の管理基準値は $\pm 1,000 \mu$ とした。

また、直上の路面変位計測も行うこととした。影響範囲に測点を設け、片番3回のレベル測量を実施することとした。



図一2 地中発進横坑 形状比較図



図一3 計測機器配置図

5. 施工結果

(1) 地盤改良工

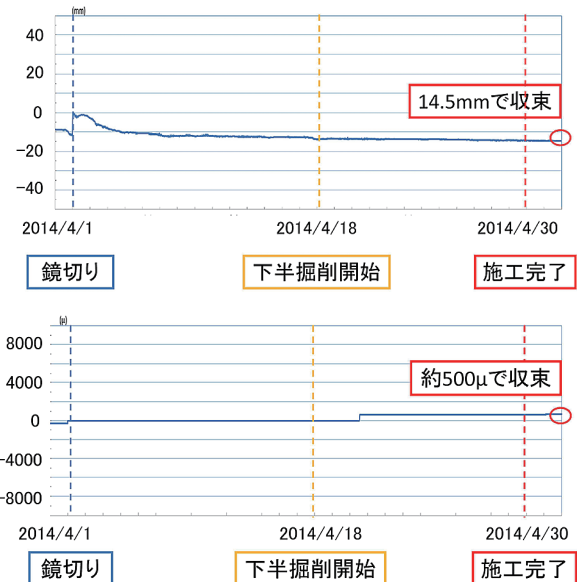
地盤変状を生じさせず軟弱地盤へ均一に薬材が浸透させるためにはゲルタイムを長くすればよい。一方で、ゲルタイムが長いと地上にリークする恐れがある。そこで、上部は地上へのリークを防止するためゲルタイムを5分

とした。一方で、一般部はゲルタイムを8分に設定した。その結果、均一な改良を行うことができた(写真-1)。

(2) 地中発進横坑築造工

親路線からセグメント鏡切りを 0.07 m³ バックホウで上下半に分けて行った。鋼製支保工を下部の泥岩層を確認するまで掘削し、確実に足付けすることで、脚部沈下を抑制することとした。また、起伏が激しい泥岩層が掘削断面にあらわれる箇所が一部あり、その箇所ではブレイカアタッチメントを併用しての掘削を行った(写真-2)。

地山は土塊の崩落等もなく安定していて、安全に施工を行うことができた。図—4 に示すように、横坑直上に設置した沈下計計測は最大で 14.5 mm を示した。これは鏡切り時に動いたものである。また、ひずみ計は同様に坑口付近で、最大で 500 μ 程度の値を示した。ひずみ計の反応は、掘削延長が長くなるにつれ横坑坑口付近に挙動が大きく見られた。いずれも、その後の計測値は安定していた。



図一4 沈下・ひずみ計測結果



写真一1 ステージ注入



写真一2 掘削状況

6. おわりに

今回の地中発進工では軟弱地盤であるにもかかわらず、親路線のトンネル径より大きい横坑を構築する難しい工事であったが、横須賀市を始めとした多くの方に、ご指導、ご協力を賜ることで安全に施工することができた。関係各位に、厚く御礼申し上げる次第である。