

## 泥水式シールド工法における土質変化部での対応

前田建設工業株式会社 正会員 ○三谷 悠輔  
 前田建設工業株式会社 正会員 佐藤 勲  
 前田建設工業株式会社 正会員 五野井 唯士

### 1. はじめに

シールド工法において、地山が不安定で崩壊や地盤変位に伴う周辺への影響の恐れがある場合には、設計条件、地盤条件、シールド形式、施工条件、環境条件等を考慮し、薬液注入工法、高圧噴射攪拌工法、凍結工法等の地盤改良工法、地下水位低下工法あるいはほかの補助工法との併用等により、地山の安定を図らなければならない<sup>1)</sup>とある。

本論では、石巻市石巻中央幹線管渠復興建設工事その2において、土質変化部(礫岩層と礫層・砂質土層の混合地盤)を泥水式シールド工法で通過する際の補助工法の必要性について検討した結果を述べる。

### 2. 工事概要

工事名：石巻市石巻中央幹線管渠復興建設工事その2

工事場所：宮城県石巻市門脇町他地内

工事期間：2017年12月19日～2021年3月15日

発注者：地方共同法人 日本下水道事業団

主要工種：泥水式シールド工 一式，立坑工 一式，地盤改良工 一式，仮設工 一式，付帯工 一式

本工事は、東日本大震災により広域的かつ大規模に地盤沈下した石巻市の下水道を整備する復興事業のうち、旧北上川右岸の中瀬西側周辺から上流に向かって、石巻市役所北西側付近まで、泥水式シールド工法にて仕上がり内径4250mm、延長L=1225mの雨水幹線を築造するものである。なお、到達は上流側の仕上がり内径3250mm、延長L=1927mとの地中接合となる(図1)。

掘進路線の対象土層は、発進立坑から135mまで礫岩層区間が続き、その後、土砂層区間(沖積砂質土層、沖積粘性土層)となっている(図2)。そのため、当工事のシールドマシンのカッターフェイスは、外周部にローラーカッターの配置が可能なセミドーム型を採用し、礫岩層区間をローラービットで掘進後、カッタービットに換装して土砂層区間を掘進する計画となっている。



図1. 平面図

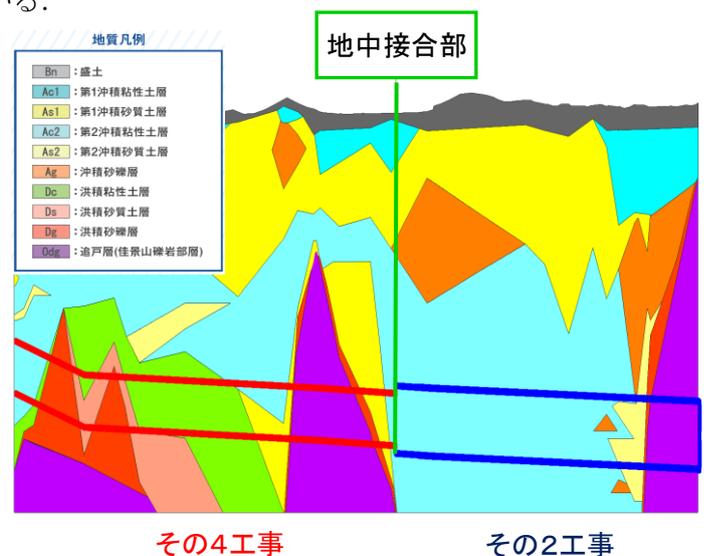


図2. 縦断面図

キーワード 泥水式シールド，土質変化部，セミドーム，半岩半土断面

連絡先 〒986-0802 宮城県仙台市青葉区二日町4-11 前田建設工業株式会社 東北支店 TEL 022-225-8326

### 3. 事前調査

礫岩層区間と土砂層区間の土質変化部の形状と位置を確認する目的で、弾性波測定調査並びに調査ボーリングを実施した。その結果、土質変化部は約27mの範囲でシールド掘削断面天端から下端以深へと傾斜していると想定された(図3)。このことから、当該区間は礫岩層と礫層・砂質地盤の混合地盤(半岩半土断面)を掘進しなければならないと考えられる。

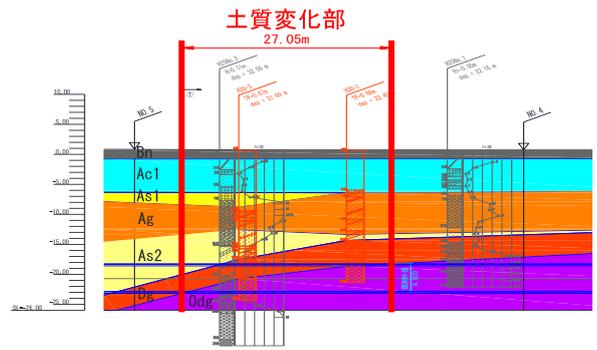


図3. 土質変化部想定

### 4. 半岩半土断面の掘進リスク

今回のような半岩半土断面では、以下のような掘進リスクが考えられる。

#### 1) 掘進速度低下による取込過多

礫岩層と軟弱土が同一掘削断面に出現した場合、掘削断面中の硬軟差が大きくなり固い地盤に掘進速度が制約される。軟弱地盤では30~40mm/minの速度が期待できるが、礫岩層の巨礫掘削に制約されて1~10mm/minに落ち込む状況となる。そのため、シールドマシン上部に位置する崩壊性のある地山を継続的に乱すため取込過多となる可能性がある(図4)。

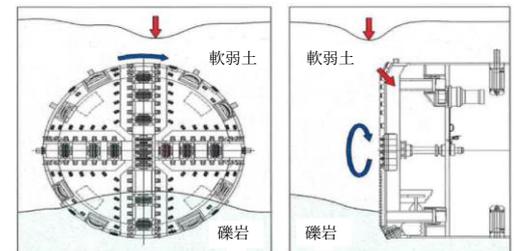


図4. 半岩半土断面掘削イメージ

#### 2) 配管閉塞時の切羽圧変動による地山の緩み

礫岩層と緩い砂層の複合地盤の場合、礫岩による排泥管閉塞が生じることがあり、この際に切羽水圧の急激な変動が生じ、地山が緩む範囲を拡大させる可能性がある。

#### 3) 切羽安定の難しい地盤

土質変化部の掘削対象土層は、Odg層(礫岩層)、Dg層(洪積砂質土層)、As2層(沖積砂質土層)となっている。As2層の採取試料を用いた粒度試験結果から切羽の安定性を判定したところ、崩壊性の高い地山であると判断できた(表1)。Dg層については、貝殻片を多量に含むなど一般的に沖積層で見られる土質性状を有しており、沖積層と洪積層の遷移層に相当すると考えられること、平均N値が14程度と小さく、相対密度についても比較的緩い性状を示していることから、崩壊性の高い地山に相当するものとする。このような崩壊性の高い地山では、切羽安定が難しく、掘進速度低下による取込過多や配管閉塞時の切羽圧変動による地山の緩みを助長する恐れがある。

表1. 切羽の安定性判定

項目	切羽崩壊の危険性がある値	As2 (B-2:2P-19)
細粒分含有率	8%以下 (遷移域10%以下)	9.3%
均等係数	6以下	6.47
シールド中心水圧	0.07MPa以上 (遷移域0.05MPa以上)	0.2MPa

と判断できた(表1)。Dg層については、貝殻片を多量に含むなど一般的に沖積層で見られる土質性状を有しており、沖積層と洪積層の遷移層に相当すると考えられること、平均N値が14程度と小さく、相対密度についても比較的緩い性状を示していることから、崩壊性の高い地山に相当するものとする。このような崩壊性の高い地山では、切羽安定が難しく、掘進速度低下による取込過多や配管閉塞時の切羽圧変動による地山の緩みを助長する恐れがある。

### 5. 掘進リスク回避対策

上記のような半岩半土断面の掘進リスクを回避するため、高粘性可塑性充填材の採用や面盤スリットの形状変更、クラッシャー配置、緊急圧抜き装置を配備した。しかしながら、完全にそのリスクを排除することは過去の事例からしても困難であることが想定される。そこで、崩壊性の高い地山の緩みを防止する補助工法として、地盤改良工を実施することとする。

### 6. まとめ

今後、当該箇所最適な地盤改良工法の選定する。また、シールド掘進管理については、掘削土量・切羽圧・泥水性状に十分留意することで、当該箇所及び全線の路面変状を防止し周辺への影響を起さなよう貫通に向けて鋭意施工中である。

### 参考文献

- 1) 土木学会：『トンネル標準示方書 シールド工法・同解説』