

崩壊性の高い砂質土地盤でのシールド掘進

齊藤 一男*
Saito Kazuo

金子 博己**
Hiroki Kaneko

1. はじめに

本工事は、仕上り内径φ2,600 mmのシールドトンネル(延長2,036 m)を泥土圧シールド(複合型)で施工するものである。本報では、崩壊性の高い砂質土におけるシールド工事の概要と施工結果を報告する。

2. 工事概要

工事名 坂井輪排水区坂井輪雨水1号幹線下水道工事
 発注者 新潟市
 工事場所 新潟市西区(図-1)
 工期 平成29年3月9日～令和2年7月30日
 工事内容 泥土圧シールド(複合型)
 (シールドマシン外径φ3,140 mm)
 仕上り内径2,600 mm 延長2,036 m
 (シールド工事のみを記載)

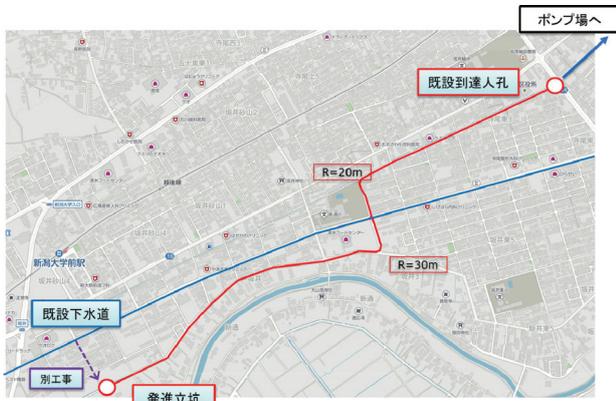


図-1 工事場所位置図

3. 土質概要

本工事の土質は、発進から到達までの約2 kmの区間で様な砂質土である。掘削対象断面に堆積する細粒分含有率10%程度の砂質土(As1-1・As1-2層)は地表付近まで続いている。均等係数は全体を通して2~3と非常に小さく、均一で崩壊性の高い砂地盤であり、可燃性ガスが賦存している。地下水位はGL-1.0 m程度にあり、非常に高い(図-2, 3)。

* 関東土木(支)坂井(出)(現:横浜湘南道路(工))

** 関東土木(支)坂井(出)(現:南万代(出))

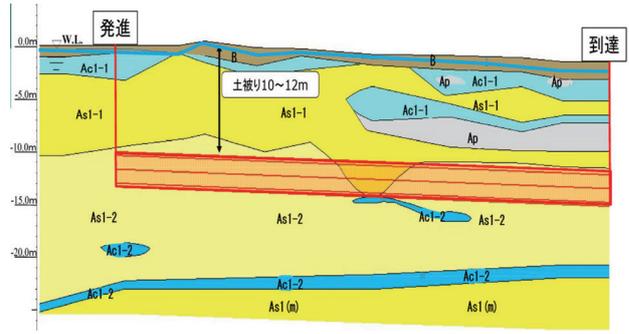


図-2 地質想定図

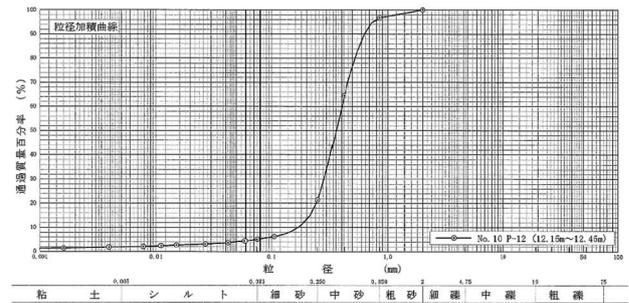


図-3 粒径加積曲線

4. 課題と対策

本工事の掘削断面は沖積の砂質土層となっている。掘削対象地盤が砂質土の場合、チャンバー内で砂と水が分離してしまい、シールド機の cutter が回らなくなることやスクリーコンベアにプラグゾーンが形成できず、スクリーゲートを開けた時に土砂が噴発することが予想された。このため、塑性流動性を適切に得られる加泥材の選定と、スクリーゲートでの土砂噴発を抑制するための対策について検討を行った。

5. 加泥材の選定

加泥材の選定は安定した掘進を行うため重要である。シールド掘進開始前、発進立坑掘削作業時に採取した同深度の土砂を用いて試験を実施し、加泥材が細粒分含有率の少ない砂質土に有効に作用するか確認を行った。試験に用いる加泥材はタックキャリアを使用した。タックキャリアの特徴として、吸水性樹脂と高分子増粘剤を主剤としているので、シルト粘土分の少ない土砂に対して有効であると考えた。試験によると、タックキャリアを添加するだけでは、良好な結果を得ることができなかった。考えられる理由としては、シルト粘土分が著しく少ないため、高分子増粘剤がもたらす凝集効果が発揮できていないことが考えられた。このため、シルト粘土分を補い、凝集効果を補助する役割としてベントナイト溶液を追加で添加した。この結果、分離傾向の見られない十分な塑性流動化した良好な土砂を得ることができた(写真-1)。



写真-1 加泥材試験

6. 土砂輸送方式の選定

可燃性ガスが賦存する地盤であることを考慮し、土砂輸送方式の選定を行った。可燃性ガス対策が求められたため、流体輸送方式か土砂圧送方式より選択することとした。土砂圧送方式の場合には、均一な砂地盤を2kmに亘って長距離圧送した場合、土砂と水分が分離し、配管閉塞を起こすことが懸念された。流体輸送方式の場合には流体による土砂の安定輸送のみならず、スクリーコンベア下部で流体を循環させることにより、スクリーコンベア排土口に一定の圧力を掛けることが可能となる。この効果によりスクリーコンベア内でのプラグゾーンの形成に有利になると考えた。これに加え、一次処理機

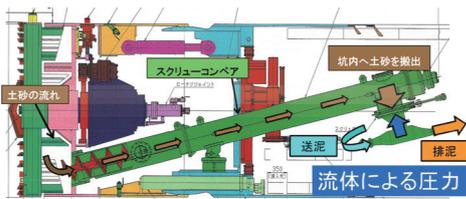


図-4 泥土圧シールド（複合型）概略図

にて分級された土砂は他工事の路床材として有効利用することが考えられたため、本工事の土砂輸送方式は安定性と安全性、掘削土砂の有効利用を考慮し、流体輸送方式を選定した（図-4）。

7. 掘進実績

図-5、6に掘進管理データを示す。掘進開始時には加泥材試験の結果に基づき加泥注入率を設定していたが、掘削土砂をうまく塑性流動化することができず安定しなかった。掘進データから見ても、明らかに初期掘進区間のデータが安定していないことが見て取れる。掘進距離が30mを過ぎる頃には安定掘進が可能な土圧・加泥注入率・スピードを掴み、その後は安定した掘進を行っている。

8. おわりに

新潟市でのシールド工事では、地盤特性により過去にも陥没事故等の不具合が多く生じている。今回、適切な加泥材の選定と掘削土砂の流体輸送方式を採用することで、切羽の安定確保とスムーズな土砂搬送を実現し、懸念されていた地表への影響を与えることなく工事を終えることができた。また、分級された良質な砂は近傍道路工事へ有効利用され、本工法の有益性が高く評価される結果となった。本報告が今後の類似地盤の施工において、参考になれば幸いである。



図-5 掘進実績（ジャッキ速度・土圧・加泥注入率）



図-6 掘進実績（月進量）