

砂礫層の長距離掘進についての施工報告

戸田建設(株) 正会員 ○小林 蒼
戸田建設(株) 正会員 安田 好伸

1. はじめに

本工事は、昭和33年に作られた下水道幹線の点検・改築時の代替幹線として建設するものである。シールド掘進において、仕上り内径 2,000 mmの上流工区全線に亘り玉石が存在する砂礫層をトラブルによる遅延なく掘進することが課題であった。シールド機仕様の選定及び施工結果について報告する。

2. 当該地質概要と課題

図-1 に地質縦断面図を示す。本工事区域は、広瀬川、名取川などの河川により土砂の供給、堆積が行われた扇状地性三角州平野である宮城野原平野に位置する。事前地質調査結果より、仕上り内径 2,000 mm区間上流側が砂礫層主体の地盤、下流側が粘性土と砂質土の互層地盤であり、仕上り内径 2,400 mm区間は全線が粘性土と砂質土の互層地盤であることが判明した。透水係数は $1.14 \times 10^{-5} \text{m/sec} \sim 3.0 \times 10^{-7} \text{m/sec}$ であり、礫質土としては透水性の低い数値を示していた。これらの土質条件及び長距離掘進であることより、事前検討としてシールドマシンのカッタービットの選定及び土砂排土についての検討が重要であった。

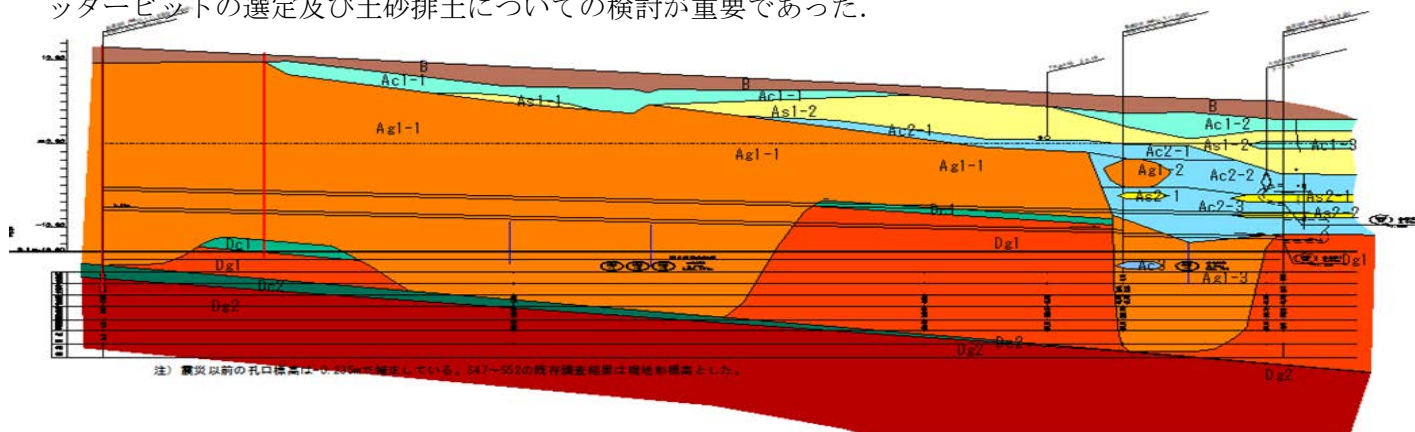


図-1 地質縦断面図

3. シールド機仕様の決定

シールド機的设计に当っては、発注者指示により最大礫径 200mm で検討していた。しかし、隣接工区のデータより礫径 300mm 程度の礫が出現したことから玉石最大径 300mm と想定した。また、本工事でのトンネル線形は市街地の道路に計画されているため、カッタービット交換や薬液注入など補助工法の適用は困難であった。よってカッターヘッドについては、掘進途中でのビット交換を極力減らすことが可能なタイプを選定する必要がある。そこで、ビット交換を行わずに玉石を積極的に取り込んで掘進する、スポークタイプの顔とした。また、カッタービットについてはビット交換が不要になるよう、長寿命化を図った。図-2 にシールド機のカッタービ

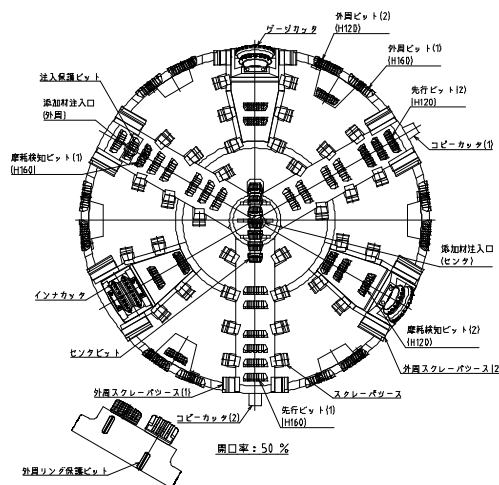


図-2 カッタービット配置図

キーワード 砂礫層、長距離掘進、気泡シールド工法

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設(株) 土木技術統轄部 TEL(代)0120-805-106

ットの詳細を示す。本工事でのビット配置は、前述の条件より掘進中のビット交換を行わないことを前提とした。ビットは超硬チップ（材質 E3）を母材中に埋め込み、チップ破損防止、母材摩耗防止に優れたビットを採用した。配置は地山を極力均等に切削できるようにし、スクリー取込可能径以上の玉石が出現した際にはカッターで破碎するため、外周にローラービットを装備した。また、ビットの損傷・破損に備え摩耗検知ビットを2箇所設けた。これはビット内部に埋設された油圧パイプ内部の油圧を検出する油圧センサにより、ビットの損傷を確認するものである。スクリーコンベヤーはリボンタイプとし、礫径 300 mm×370 mmまでは取り込み可能な構造とし、隣接工区データより新たに設定した玉石の最大寸法（300 mm）に対応した。

4. 掘削工法の決定

本工事では、玉石混じり砂礫層をトラブルなく掘進するために、同種土質での掘削実績の多い気泡シールド工法を採用した。気泡シールド工法とは、切羽、チャンバー内に特殊気泡材で作られた気泡を注入しながら掘進する工法である。微細なシェービングクリーム状の気泡が掘削土の流動性と止水性を向上させるとともに、チャンバー内での掘削土の付着が防止できるため、切羽の安定を保持しながらスムーズな掘進が可能となる。排出土の気泡は、自然消泡あるいは特殊消泡材の散布により消泡されるため、排出土が気泡注入前の状態に戻り、後処理が容易となる。気泡シールド工法を採用する利点を以下に示す。

①玉石混じり砂礫層において数多くの実績があり、チャンバー内の閉塞防止、トルク低減効果が高い。

②気泡が掘削土の自由水を排除するため、気泡土の透水係数が低くなり、玉石混じり砂礫層掘進時の噴発防止に効果がある。掘進時には、運転席、中央管理室などで、気泡注入率、切羽土圧、スクリーコンベヤーからの排土状況をモニタ監視できるようにし、掘削地山に最適な気泡混合率をリアルタイムに調整できるようにした。

5. 施工結果

掘進開始直後は粘性土層であり、気包材を注入せずとも順調に掘削が進んでいた。当初想定どおり、掘削を進めていくと粘性土層と砂質土層が互層状で存在していた。砂質土層の掘削には、気泡剤の注入率を10～20%と想定していた。一部区間で25%程度の注入率となったが、おおむね10%で掘削は完了した。想定転石の大きさは、近傍のボーリング結果から5～20 cmと想定していたが、30 cmを超える玉石が一部で出現し、その区間で気包材の注入率が増加しカッタービットの摩耗もあった。しかし、区間が500メートルと全体の約20%程度であり、影響は軽微であった。到達時にカッタービットを確認したところ、図-3に示すように多少の割れ、欠損は見られたが、致命的な損傷は見られなかった。ビットの交換もなく効果的に掘削できたと考える。



図-3 到達時カッタービット

6. おわりに

玉石混じり砂礫層における気泡シールド工法による掘進は、過去に前例がある。本工事においても掘削地山に合わせた適切な気泡注入管理及び掘進管理のもと、良好な施工結果を得ることができ、気泡シールド工法の適用性を再認識することができた。本稿が同様な工事の一助となれば幸いである。