

巨石を含む礫層における ESS（推進・シールド併用）工法の施工

佐藤工業株式会社 正会員 ○的場 亨*1
中川企画建設株式会社 鎌田 博志*2

1. はじめに

本工事は、姫路市が進めている水道施設の更新、耐震化事業に伴う水道管の布設替工事であり、φ800mm のダクタイル鋳鉄管を、L=1,255.7m 布設する工事である。
ESS（Eco Speed Shield 推進・シールド併用）工法を採用し、管きよの築造を行っていたが、計画では想定されていない巨石を含む多礫層が出現した。

本稿では巨石を含む多礫層における小口径シールドマシンの掘進および対策について報告する。

2. 土質概要

工事路線図を図 1 に示す。設計時の調査ボーリングでは、礫率は 20～30%、最大礫径はφ300mm 以下と想定されていた。しかし、事前に大口径ボーリングの承諾を得ることができ、掘進距離 594m 地点にて実施した結果、礫率 60%前後、最大礫径φ350mm の土質条件であることが判明した。掘進当初より、φ300mm 以上の礫、玉石が毎日のように排土される状況で、排土の礫率調査を行ったシールド区間では、図 2 に示すように礫率 60%を超えていた。

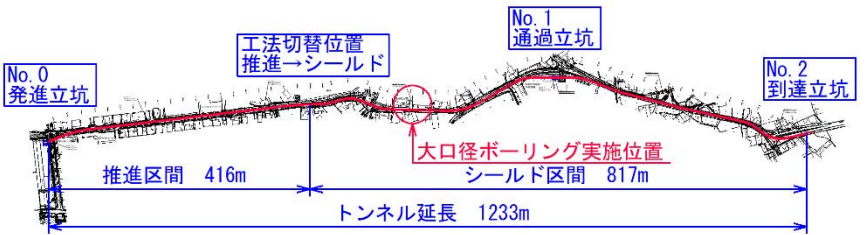


図 1 工事路線図

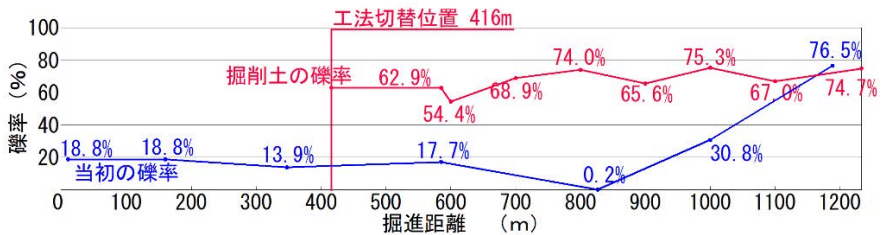


図 2 礫率分布図

3. シールドマシンへの影響

シールドマシンは当初の礫率、礫径を考慮し礫取込型を採用した。そのため、大半の巨石、玉石は原型のままチャンバー内に取り込まれ、排土管径の大きさ以下になるまでチャンバー内に残されたまま攪拌される状況となった（写真 1 および図 3）。その結果、チャンバー内に大きな負担をかけることとなり、表 1 に示す巨石多礫層に起因する事象が発生した。



写真 1 排土されたφ300mm 以上の礫

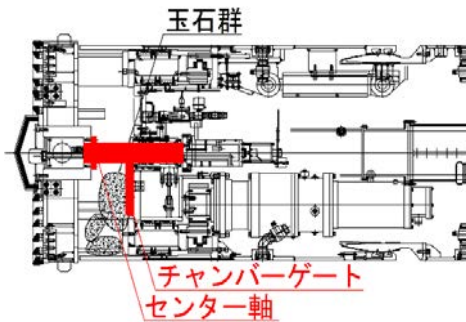


図 3 チャンバー内の状況

表 1 巨石多礫層に起因する事象

事例 No.	内 容	発生位置
①	チャンバースタージャッキが破損し、チャンバースター動作の制御ができなくなった。	掘進距離 L=370m
②	センター軸取付ボルトが全数折れてしまい、軸が後方に動いてしまった。	掘進距離 L=530m

キーワード 推進，シールド，ESS 工法，礫対策，カット面板

連絡先 *1 〒541-0041 大阪市中央区北浜 1-1-6 佐藤工業株式会社大阪支店 T E L 06-6203-7224
*2 〒541-0059 大阪市中央区博労町 4-2-15 中川企画建設株式会社 T E L 06-6252-1123

4. 対策

巨石を含む多礫層に起因する事例の対応方法を立案し、発注者の承諾を得た。その対策について紹介する。

4.1 排土機構の変更

チャンバーゲートの機能が失われたため、ピンチバルブを1台増設、代用することとした。安全装置の数を減らすことなく、掘進作業を再開することが可能となった(図4)。

4.2 カッタ面板の変更

事例②(掘進距離L=530m)が発生した時点で、シールドマシンを礫破碎型とすることが適切であると判断し、カッタ面板にローラカッタを配置する形状に変更した。さらに、大きい礫が取り込まれないよう開口制限を行うプレートを設置した(図5)。

この開口制限により、 $\phi 160\text{mm}$ 以上の礫、玉石がチャンバー内に取り込まれることがなくなるため、チャンバー内の負荷を大幅に減少できるようになった。

本工事のシールドマシン外径は、 $\phi 1,450\text{mm}$ と小口径であり、機内からの対処が不可能なため、通過立坑(掘進距離L=820m)にて行うこととした。整備位置までの区間は掘進速度等の制限と監視強化を実施することで対応した。

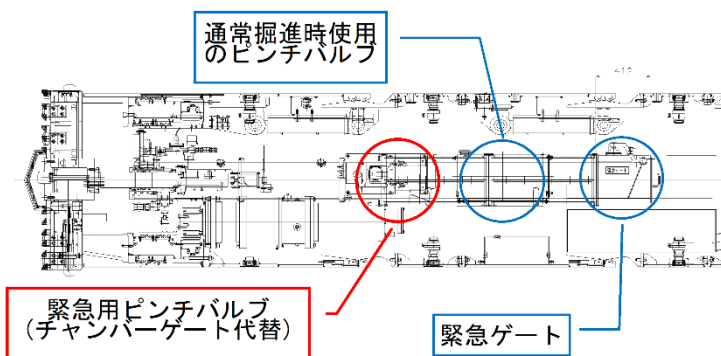


図4 排土機構の変更

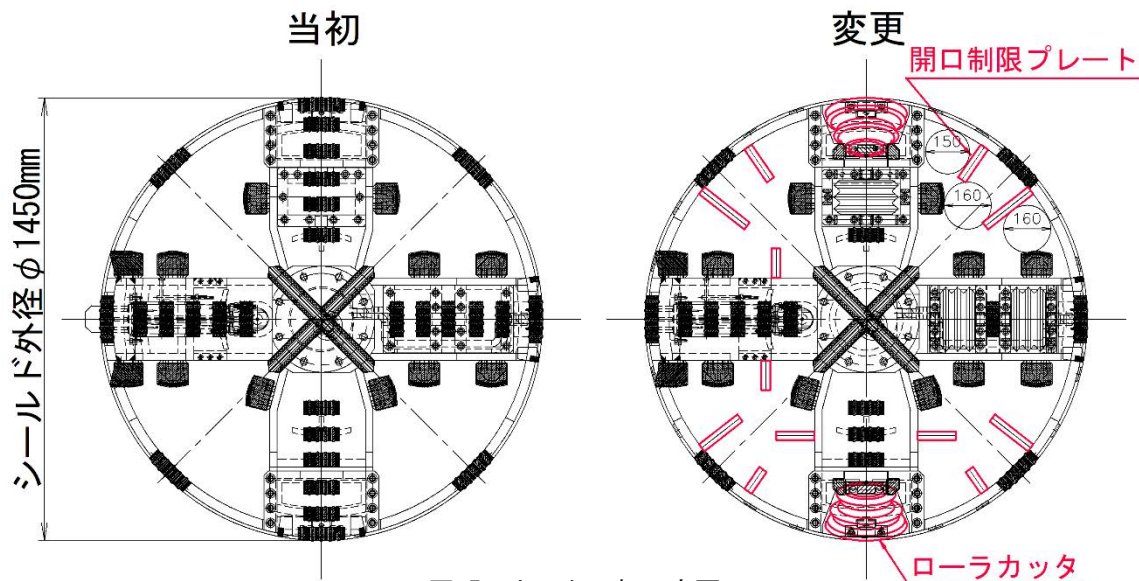


図5 カッタ面板の変更

5. まとめ

通過立坑まで掘進した後、カッタ面板等の整備を行い、2020年7月に再発進した。再発進後は、諸々の対策により、順調に掘進を行うことができた。12月に無事立坑に到達した。通過立坑後の掘進においても引き続き礫率60%を超える土質であったが、排土された礫の大きさに $\phi 300\text{mm}$ を超えるものが見当たらなくなった。その結果、一度も止まることなく安定した掘進状態が維持できた。

本工事のような小口径用のシールドマシンは、機内からの対処が不可能であるため、正確な土質の情報収集が重要となる。本報文の施工事例が類似工事の参考になれば幸いである。



写真2 到達状況