

## 泥濃式シールド工法による小口径・長距離シールドの施工実績

農林水産省 近畿農政局 東播用水二期農業水利事業所 廣田 基樹 坂井 睦規

(株)フジタ 正会員 ○芳崎 貴彦 赤木 誠 磯崎 智史

### 1. はじめに

近畿農政局では神戸市他3市1町にまたがる7,313haの農業地帯において、水利施設の改修及び用水システムの再編を行うことを目的として、平成25年度から東播用水二期農業水利事業を行っている。本事業では宅地下を通る老朽化した淡河幹線水路と山田幹線水路を廃用し、新たな水路として緑が丘サイホンを新設することとなった(図-1, 2)。本稿では、泥濃式シールド工法による緑が丘サイホンの施工実績について、小口径・長距離への対応を中心に報告する。

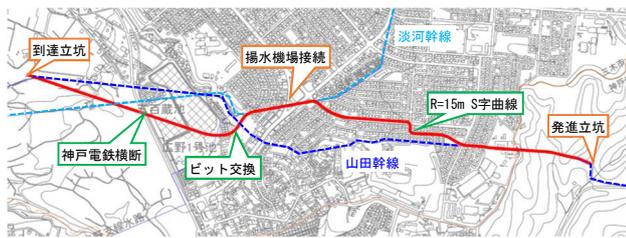


図-1 路線平面図

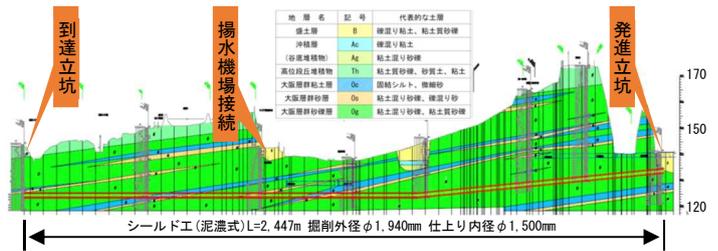


図-2 路線縦断面図

### 2. 工事概要

工事概要を表-1に示す。また、本工事の特徴は下記の通りである。

- ①泥濃式シールド工法
- ②小口径シールド(シールド径φ1890mm, セグメント外径φ1710mm / 内径φ1500mm)
- ③長距離シールド(掘削延長2447m)

表-1 工事概要

工事名	山田幹線水路(緑が丘サイホン)建設工事
工事場所	神戸市西区押部谷町西盛, 三木市緑が丘町, 志染町広野知内
工期	平成28年1月30日～平成31年10月31日
発注者	農林水産省 近畿農政局
工事概要	シールド工(泥濃式シールド)二次覆工省略型内圧対応 鋼・コンクリート合成セグメント 始点水槽工, 流末水槽工, 接続水路工, 廣野分水工, 宮ヶ谷連絡水路工 他

### 3. 泥濃式シールド工法の特徴

泥濃式シールド工法(ESS工法)の施工イメージを図-3に示す。本工法の最大の特徴は、泥濃式推進工法と同様の切羽安定方法(高濃度泥水による切羽保持)と掘削土搬送方法(ピンチバルブによる掘削土砂の取込み及び吸泥排土設備による土砂搬送)を採用したシールド工法であるという点にある。他のシールド工法との比較を表-2に示す。

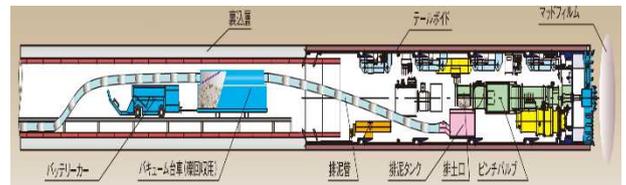


図-3 泥濃式シールド(ESS工法)の施工イメージ

表-2 シールド工法 比較表

	泥濃式シールド	泥土圧シールド	泥水式シールド
切羽安定方法	・高濃度泥水による泥膜 ・切羽圧力と土水圧をバランス	・チャンバー内の泥土圧により土水圧に対抗 ・添加材で掘削土の塑性流動性を確保	・泥水による泥膜 ・泥水圧により土水圧に対抗
掘削土搬送方法	・地上の吸泥排土設備により排泥管を通じて搬送	・ズリ鋼車・ベルトコンベア・圧送ポンプにより搬送	・スラリーポンプによる排泥(流体輸送)

泥濃式シールド工法の特徴は、高濃度泥水の働きによる切羽安定及び掘削土搬送である。

本工法が特に小口径シールドにおいて適用されることを考えると、坑内に配置する資機材の寸法も制約を受けるため、高濃度泥水の配合や注入量を適切に管理することは、安定的な掘進を行うために重要である。

### 4. 泥濃式シールド工法における長距離施工の課題と対策

本工事は、セグメント内径φ1500mm・延長2447mという小口径シールドにおいて過去に前例のない長距離施工であった。実施において様々な課題に直面したが、その都度対策を講じて1年11ヶ月の掘進期間を経て無事到達を迎えることができた。以下に泥濃式シールドにおける課題と実施した対策について述べる。

キーワード 泥濃式シールド, 小口径, 長距離施工

連絡先 〒530-0003 大阪市北区堂島2-1-16 フジタ東洋紡ビル (株)フジタ 大阪支店 TEL 06-6348-4540

### 4.1 排泥管内の閉塞

シールド発進後500mを超えて以降、排泥管の閉塞により排泥を吸引できず掘進停止となる事象が多くなった。閉塞箇所を調査し状況を確認したところ、排泥管内に大きな礫が詰まっていることを確認した(図-4)。本工事の掘削対象地盤は粘土混り砂礫層を主体とするが、当初の想定以上に中礫や大礫が含まれていた。そのため、バキューム吸引において水分や細粒分が先に吸引され、礫分が排泥管内に残留し礫だまりとなり、その結果閉塞したと推測された。閉塞防止対策として、以下の取組みを実施した。



図-4 排泥管内閉塞状況

- ①排泥ユニット変更による吸引能力増強：当初75kw+100kwの組合せであったが、延長1176m以降では100kw+132kwに変更した。これにより風量を95m<sup>3</sup>/分から162m<sup>3</sup>/分と向上させ、吸引能力を大幅に増強できた。
- ②排泥管内への添加材注入：掘進開始前、シールドマシン内の排泥タンクから排泥管内へ添加材を一定時間注入し、土砂吸引時の抵抗を減少させた。

③掘進速度の調整による管内土量の削減：掘進延長1300m付近において、1回の閉塞時間が1時間以上の長時間になることがあった。延長が延びることによる吸引負荷の増加が原因と考え、負荷を軽減させる方法として配管内土量を減らす方法を検討した。具体的には、掘進中に意図的に掘進停止時間を設け、ある程度掘進した後に空気のみを吸引させる時間を数分間設けて管内土量を減少させた(図-5)。

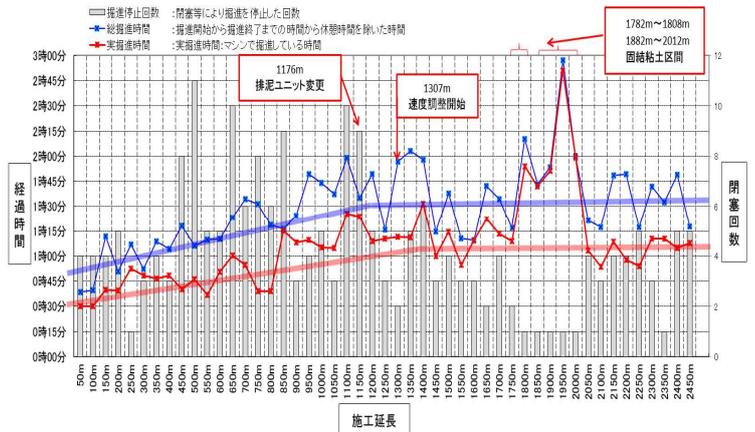


図-5 掘進時間の推移

### 4.2 ビット摩耗

本工事では、当初より延長1.5km地点においてビット交換を行う計画であった。シールド径φ1890mmという小口径シールドにおいては、ビット交換は狭隘な空間で重量物を扱う極めて厳しい作業である。さらに本工事では想定外の礫や障害物の出現等のリスクがあることから、交換回数の増加を防ぐためビット摩耗に対して以下の対策を講じた。

- ①ビット材質にE4材を採用：耐摩耗性に優れるE4材をビットに採用し、ビットの長寿命化を図った。
- ②ビット形状の変更：ビット長を長くし、摩耗限界値を40mmとした。
- ③摩耗検知ビットの装備：摩耗検知ビット(5mm対応用と7.5mm対応用)を装備し、摩耗量を把握した。

各種ビットの摩耗状況を表-3に示す。

表-3 摩耗状況一覧

名称	高さ	摩耗限界	摩耗量
先行ビット	115mm	40mm	3.0~11.0mm
杭切ビット	115mm	40mm	3.0~9.0mm
摩耗検知ビット	115mm	40mm	12.0~15.0mm
スクレーパビット	185mm	10mm	1.0mm未満
外周ビット	220mm	40mm	29.0~33.0mm

### 4.3 電力供給

本工事では長距離であることから、1500Vで送電し後続台車に設置した変圧器により440Vに変圧する必要があった。この場合、セグメントを1ピースずつ縦置きで後続台車脇を移送するため、多大な労力と時間を要することが懸念された。そこで、掘進延長1500m付近に計画されていた既設揚水機場との接続配管を流用し、変圧器を地上に設置して送電を行った(図-6)。

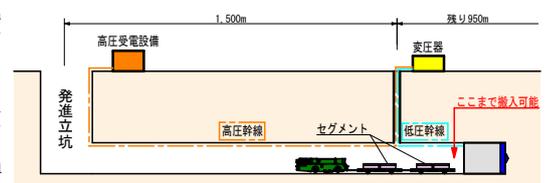


図-6 変圧器 地上配置 概要

### 5. おわりに

セグメント内径φ1500mm・延長2447mの泥濃式シールド工法において、排泥管の閉塞対策、カッタービットの摩耗対策及び電力供給設備の工夫を行うことにより、安全・確実にシールド掘進を完了した。本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。