

人・地球・水環境

月刊下水道

JOURNAL OF SEWERAGE, MONTHLY

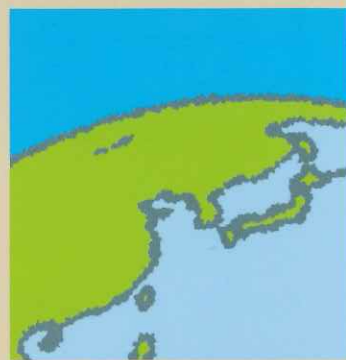
August, 2026

8

VOL.49 No.9

特集 推進・シールドのトンネル最新事情

- 下水道におけるトンネル技術のこれから
- 推進工事測量の基礎からICT自動測量まで
- 泥土圧式シールド工法を用いた豊中市の浸水対策



■ティーブレイク
純木造高層建築
～その可能性はいかに～



<http://www.gesuidou.jp/>

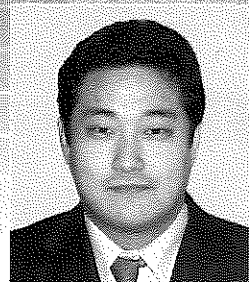
■ 特別企画

AB-Crossプロジェクト

～しなやかで強い社会築く上下水道の革新技術～

最新の施工事例

推進・シールド併用工法を用いた 低土被りと長距離・急曲線の 施工事例



エコスピードシールド (ESS) 工法協会 事務局長 檜皮 安弘

1 はじめに

近年、老朽化した管路による道路陥没事故が取りざたされている。2025年1月に発生した埼玉県八潮市の陥没事故では、道路に直径約5mの穴が開き、トラックが巻き込まれ犠牲者が出たことが記憶に新しい。さらに、今年1月に発生した新潟市東区の陥没事故でも、道路に直径約5mの穴が開き、負傷者が出ている。

2024年度末における全国の下水道普及率は、81.8%となっており、全国の下水道管路の総延長は約50万kmである。また、国土交通省の発表では、2023年度末時点で標準耐用年数50年を経過した管路の延長は、約4万km(総延長の約7%)で、2033年度末には約10万km(約20%)、2043年度末には約21万km(約42%)と今後は急速に増加する。

このような背景から老朽化した管路の更新や二条化等が課題として浮き彫りとなり、新たな管路布設は、今後も下水道にとって欠かせないと考えられる。

一方、異常気象激増の日本では豪雨災害による内水氾濫が問題となっている。私が若いころは、集中豪雨と呼んでいたが、2006年頃からゲリラ豪

雨と呼ばれるようになった。また、2010年前後にスマートフォンの普及とともに、天気予報アプリや雨雲レーダーが開発され、2014年8月の広島土砂災害を契機に線状降水帯と呼ばれるようになった。このようにIT化等が進み、線状降水帯の発生が予測できても、備えるだけで、内水氾濫を防止することは困難である。そのため、内水氾濫対策として、雨水貯留管等の新たな布設が必要である。

2 ESS工法の概要

2.1 工法の概要

当工法は、呼び径1,000～2,400を対象とした非開削による管きょ築造工法である。推進工法によって、管耐荷力の限界もしくは急曲線手前の任意の地点まで施工を行って、立坑を築造することなくシールド工法に切替え可能な「推進・シールド併用タイプ(特殊推進工法)」と全区間をシールド工法によって施工する「シールドタイプ(小口径シールド工法)」の2種類から、施工条件に応じて選択することが可能である。推進・シールド併用タイプは、推進工法とシールド工法の両方の利点と欠点を補い合うことで、全区間を推進工法で

施工することが困難な場合に、推進工法からシールド工法に切替える方式である。図-1に概要図を示す。切替え位置では、ESS特殊先頭管（推進管）とセグメントを直接接続する方式を採用している。後方の推進管とESS特殊先頭管の接続には、推進管の継ぎ手方式を用いるため、推進管との接続と同形状とし、ESS特殊先頭管と前方のセグメントの接続には、ボルト+インサート（長ナット）方式を用いることで、セグメント同士の接続と同形状となり、耐震性が見込まれる。また、必要に応じて、ESS特殊先頭管に可とう部を設けることも可能である。

2.2 工法の説明

当工法は、泥濃式を採用しており、推進工法区間では、通常の推進工法に比べてテールボイドが大きいことから、特殊な固結型滑材を注入して、ゲル体がテールボイド内で任意に変形することによって、劣化を抑制し、テールボイドの保持を行っている。また、推進工法区間の施工完了直後に、

裏込注入を行うことで、地盤沈下を抑制する。一方、シールド工法区間では、裏込注入を掘進同時注入とすることで、地盤沈下を抑制する。

当工法用の合成セグメントは、ヒューム管と同様の「遠心力製法」を採用することで、一般的な振動製法によるセグメントと比べて、「強度」「水密性」「耐久性」が高くなる。

掘進完了後は、二次覆工が不要なため、坑内設備を搬出撤去し、推進管目地・セグメント目地および注入孔等を、無収縮モルタルにて仕上げを行う。

泥濃式の採用理由は、以下のとおりである。

- ① 泥濃式は、推進工法のなかでも最も豊富な実績を挙げており、適用範囲が広い。
- ② 掘進機内に取り込まれた排泥を真空ポンプによって、連続的に坑外に搬出できる。
- ③ 玉石を丸呑みすることで、ビットの磨耗が軽減できる。
- ④ 発進基地面積が小さく、車上プラントや発進立坑内に機器を設置し、コンパクトな施工が可能である。

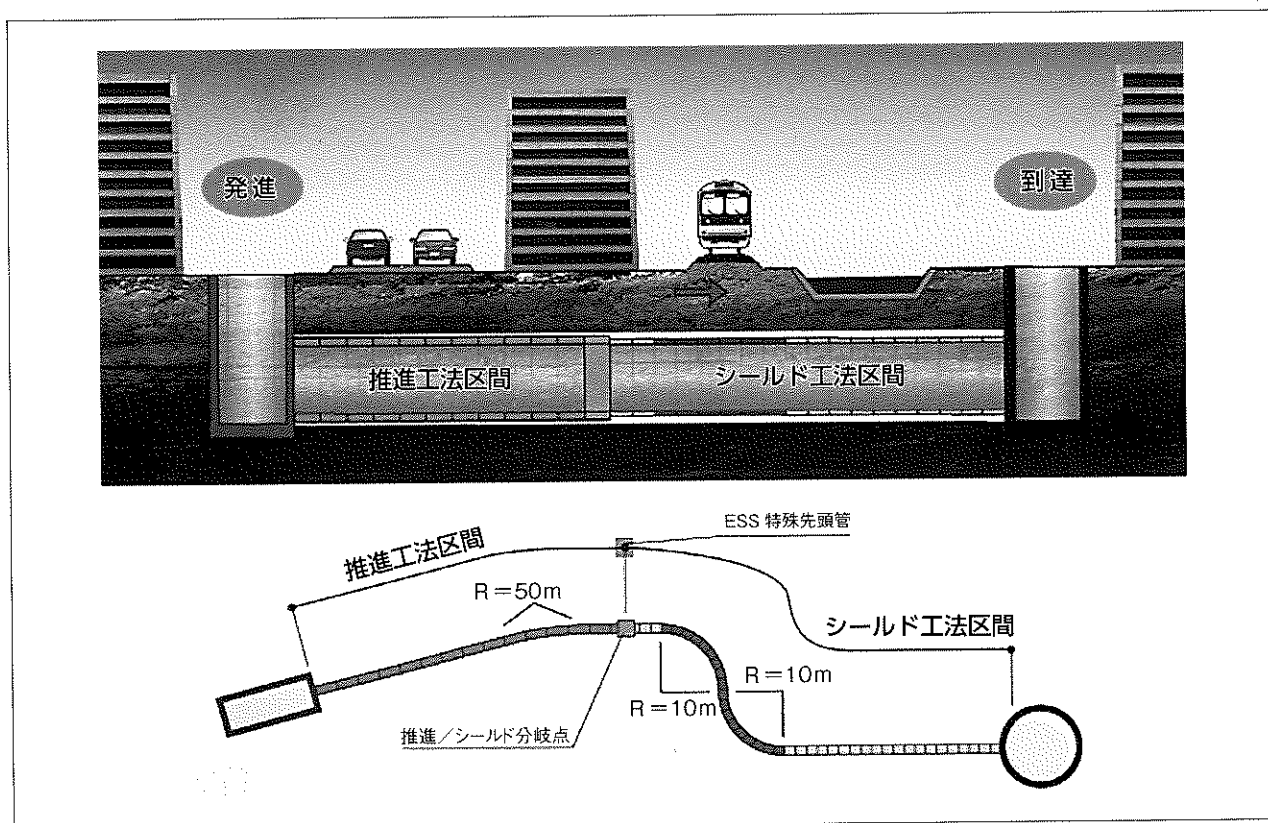


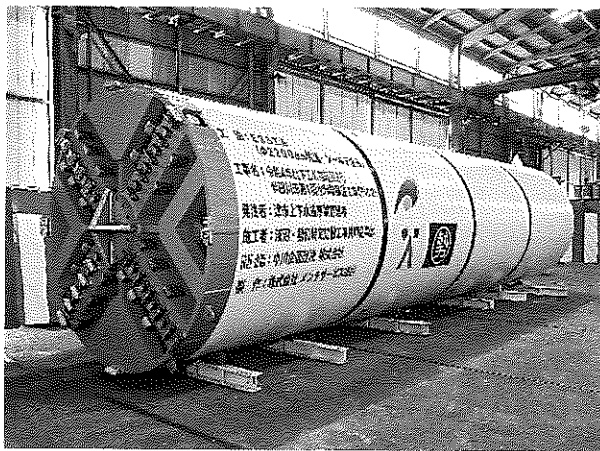
図-1 推進・シールド併用タイプ概要図

3 施工事例について

当工法の特徴が生かされた低土被り施工、長距離・急曲線施工の事例を紹介する。

3.1 低土被りの施工事例

本工事は、最小土被り 3.36m で、近畿日本鉄道（近鉄）の線路を横断し、掘進機（写真－1）を残置するものである。



写真－1 掘進機

また、雨水対策のため、取付管が3ヵ所あり、取付け部には、開口補強セグメントを使用する（写真－2）。

(1) 施工概要（図－2）

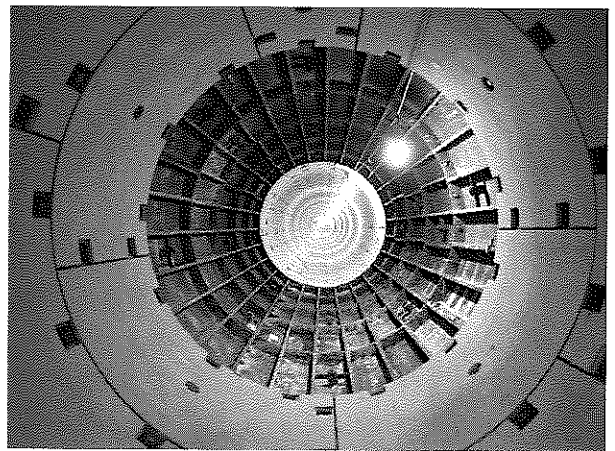
発注者：津市上下水道事業管理者

工事名：令和4年度下工公補継第3号

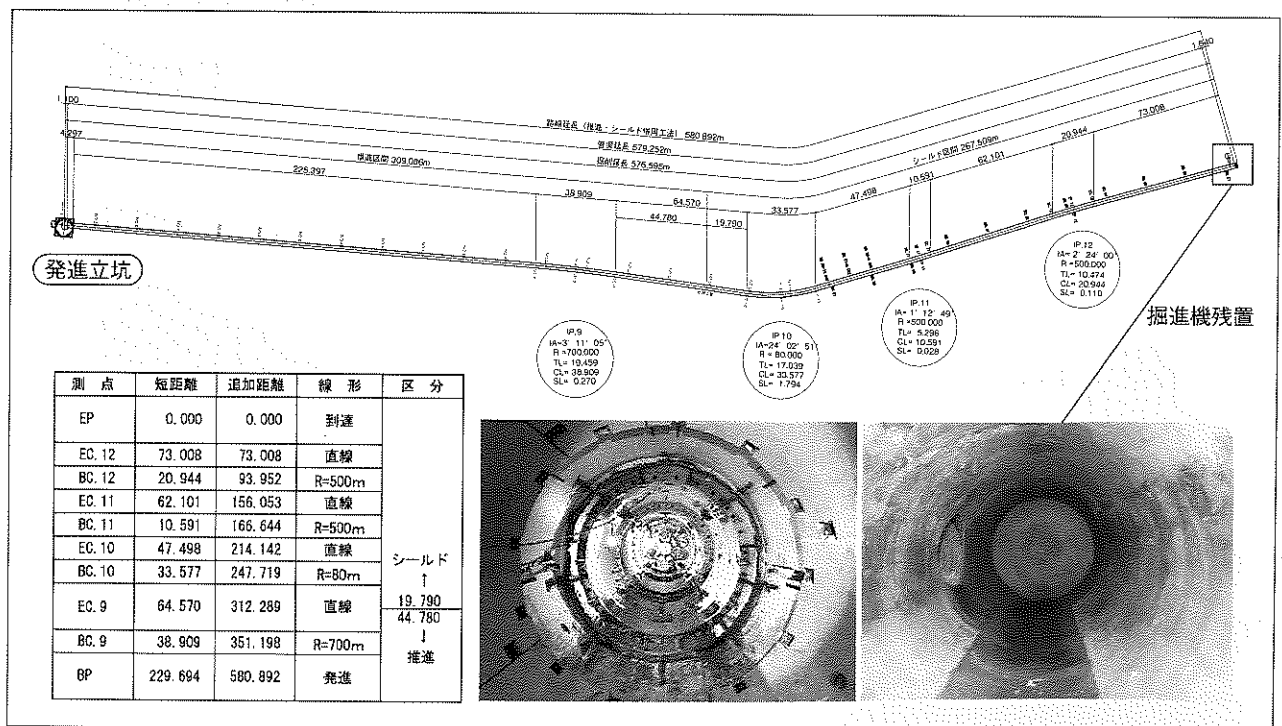
半田川田第1雨水幹線築造工事（その2）

施工者：浅沼・勢和特定建設工事共同企業体

工法：推進・シールド併用法



写真－2 開口補強セグメント



図－2 半田川田第1雨水幹線築造工事（その2）の施工概要

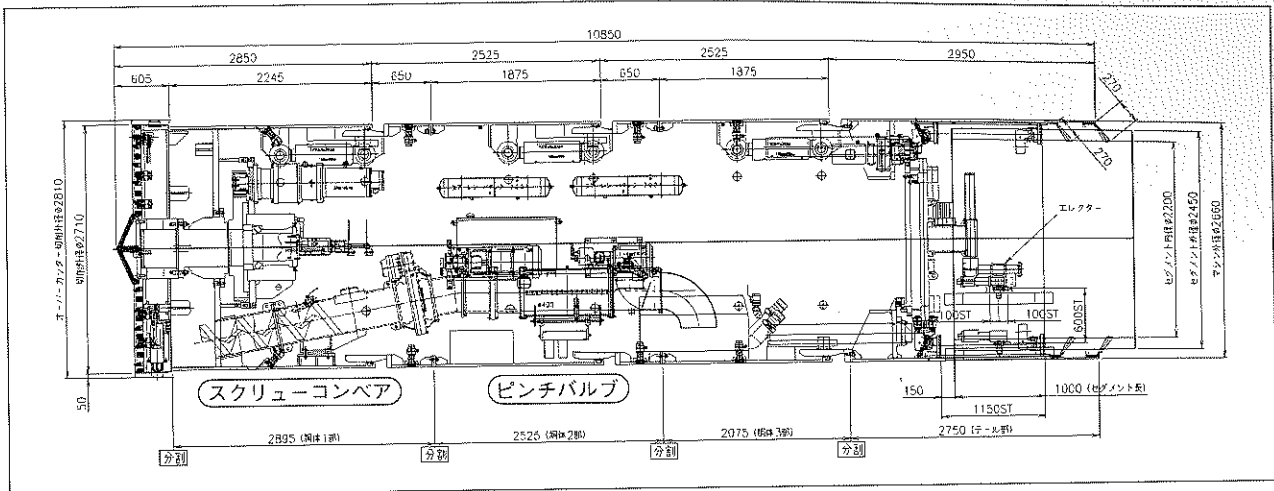


図-3 掘進機のスクリーコンベアとピンチバルブの位置

呼び径：2,200（掘進機外径2,660mm）

掘削延長：L = 576.595 m

推進延長309.086 m

シールド延長267.509 m

線形：最小半径R = 80 m

土質条件：シルト混り細砂N = 42

礫率0.1%（平均）

最大礫径15mm

土被り：3.52m（平均）、3.36m（最小）

地下水位：GL-1.20 m

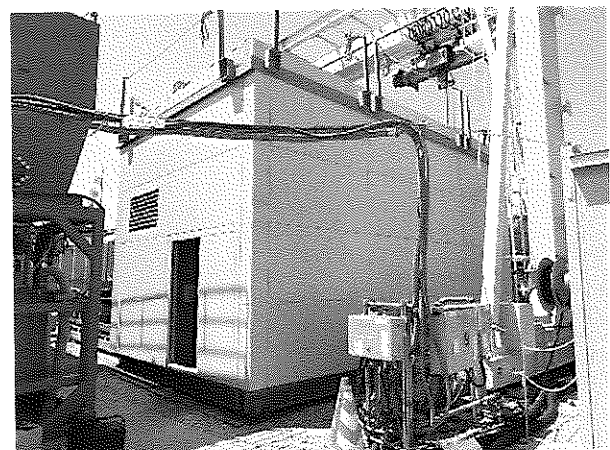


写真-3 防音設備

(2) 本工事の課題

本工事の課題は、以下のとおりであった。

- ① 低土被り（3,360/2,660 = 1.26 D）
- ② 軌条横断
- ③ 掘進機残置

(3) 本工事への対策と結果

本工事への対策と結果は、以下のとおりであった。

- ① 低土被り対策として、掘進機の排土方式をスクリーコンベア+ピンチバルブ併用に変更することで、切羽土圧の制御が容易となり、取込み過多を防止することで、地盤変状を抑制することができた（図-3）。また、推進区間では、可塑性にEC剤を添加した弾性可塑性剤を使用することでテールボイドの圧密沈下を防止した。

シールド区間では、裏込注入時は道路に監視車を配置した。

- ② 軌条横断区間は、夜間4時間のみの施工となるため、吸泥排土設備を防音設備で覆うことで苦情もなく、施工ができた（写真-3）。
- ③ 掘進機残置は、掘進機内の機器を撤去し、左官仕上げにより、二次覆工を行った。機器の撤去に時間を要したが、無事に二次覆工を完了することができた（写真-4）。

3.2 長距離・急曲線の施工事例

本工事は、1スパンで1,662mと長距離であり、最小半径がR = 25mの急曲線施工であった。他にも、課題として、高土被り（高水圧下）、防爆仕様が挙げられた。

(1) 施工概要 (図-4)

発注者：堺市上下水道局

工事名：松屋大和川通ほか下水管布設工事
(3-1)

施工者：鴻池・中林・五大建設工事共同企業体

工法：推進・シールド併用法

呼び径：1,650-1,700 (掘進機外径2,080mm)

掘削延長：L=1,662.770m

推進延長485.500m

シールド延長1,177.050m

線形：最小半径R=25m×4カ所

土質条件：粘土混り砂礫・シルト質粘土N=22
礫率8.8% (平均)

最大礫径90mm

土被り：30.96m (最大)

地下水位：GL-1.51m

特記事項：FRPM管を内挿

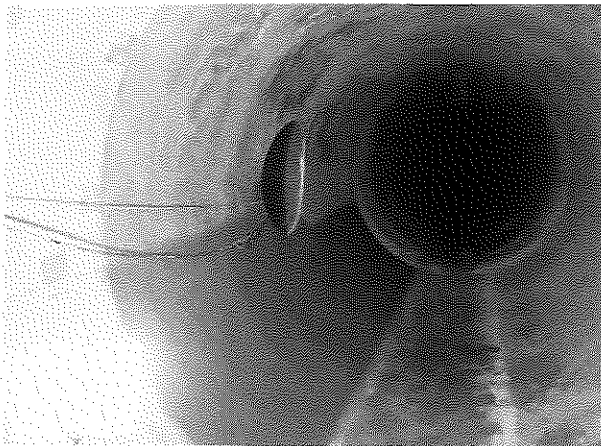


写真-4 二次覆工完了

(2) 本工事の課題

本工事は、さや管の構築後に、FRPM管を内挿する下水道工事である。シールドに切替え後に急曲線があるため、内径を1,650mm (推進管) から1,700mm (スチールセグメント) に拡張することで、FRPM管の内挿を可能とした。

本工事の課題は、以下のとおりであった。

- ① 長距離施工
- ② 急曲線施工
- ③ 高土被り
- ④ 防爆仕様 (メタンガス)

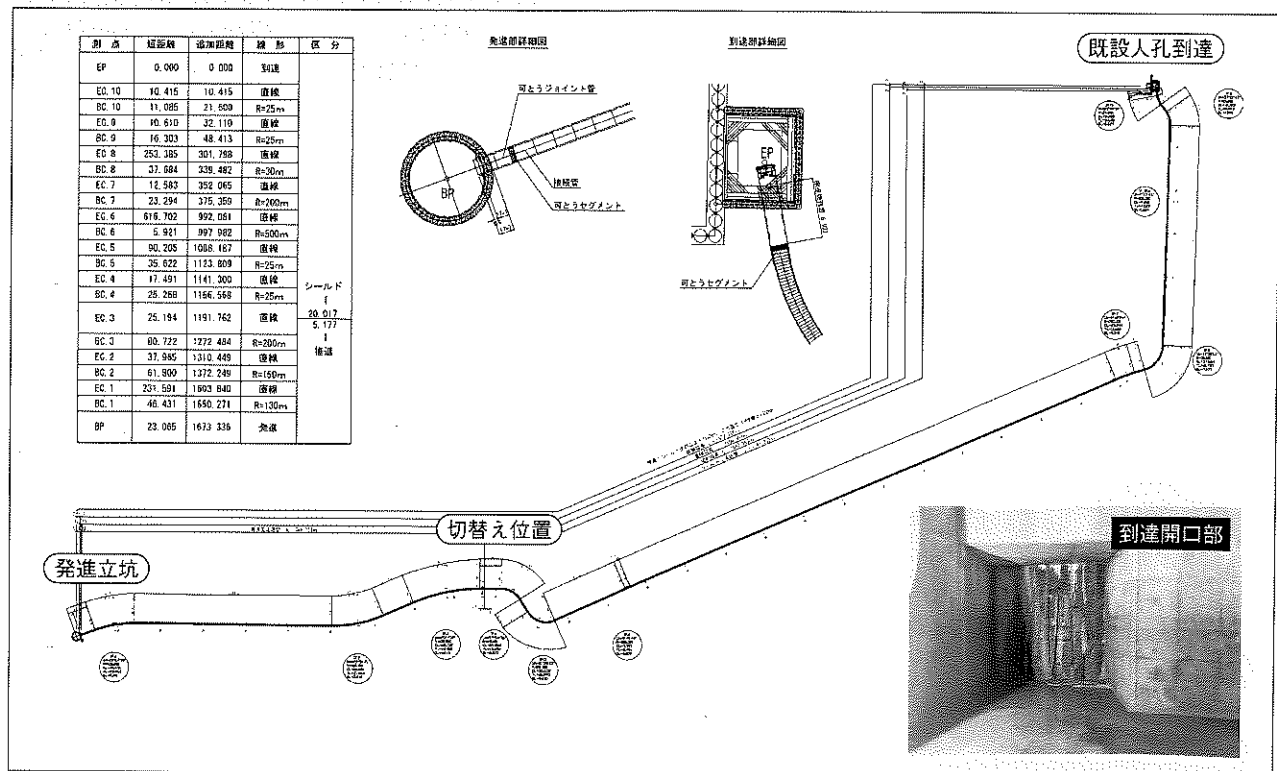


図-4 松屋大和川通ほか下水管布設工事 (3-1) の施工概要

(3) 本工事への対策と結果

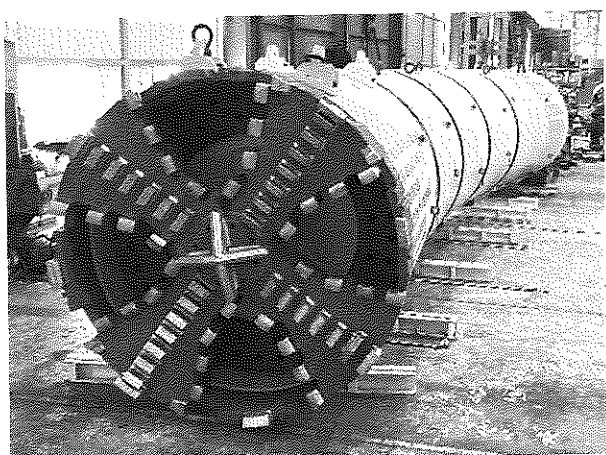
本工事への対策と結果は、以下のとおりであった。

- ① 長距離施工の対策として、外周リングの摩耗を防止するために、最外周に保護ビットを配置した。また、最外周は先行ビット8パスとスクレーパービット8パスとすることで、問題なく最後まで掘削することができた（写真－5）。
- ② 急曲線施工の対策は、掘進機の折れ曲げ能力を設計折れ角の1.5倍以上の余裕をもたせた $R = 16\text{m}$ 対応としたことで、問題なく施工できた。
- ③ 高土盛り対策では、発進立坑でのバックリング、テールブラシからの地下水浸入、到達方法等が課題であった。バックリング防止では、推進管を挟み込み、コンクリートと水に濡れたゴムの摩

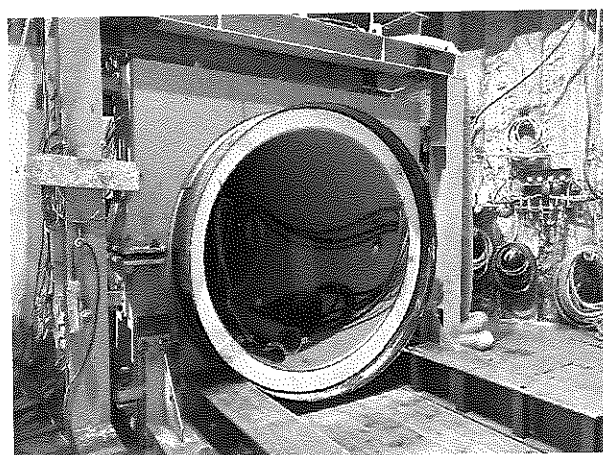
擦により、推進管の後退を防止した（写真－6）。

次に、テールブラシは、3段構造とし、地下水浸入が緩和できた。到達方法として、既設人孔内に到達筒を設けることにより、地下水浸入を防止し、安全に到達することができた（写真－7、8）。掘進機の先端部は、切断撤去した。

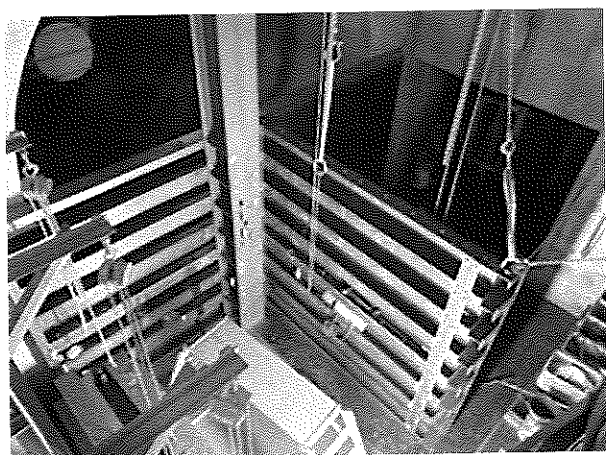
- ④ 防爆仕様では、ボーリングの際に、1ヵ所でメタンガスが確認されていた。施工中に、爆発下限値以上のメタンが発生することを想定し、当工法では後続設備を掘進機内に搭載しているが、今回は後続台車（図－5）を採用した。掘進機と後続台車の間に、エアーカーテンを設置し、境界層を設け（コアンダ効果）坑内の空気を二分することで、坑内へのメタンガス流入を防止した。また、掘進機内と坑内では100m



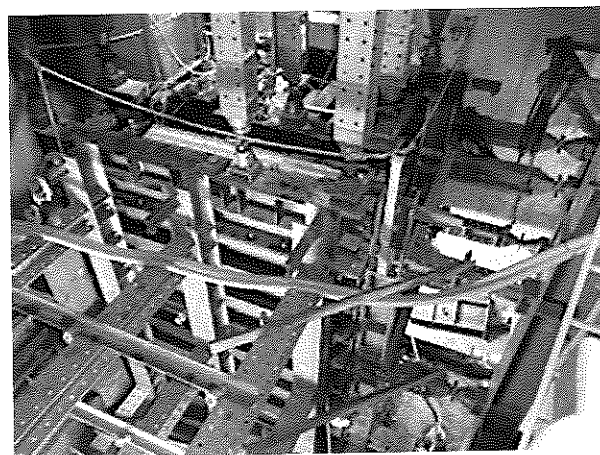
写真－5 カッタヘッド



写真－6 バックリング防止装置



写真－7 到達筒組立状況



写真－8 到達筒組立完了

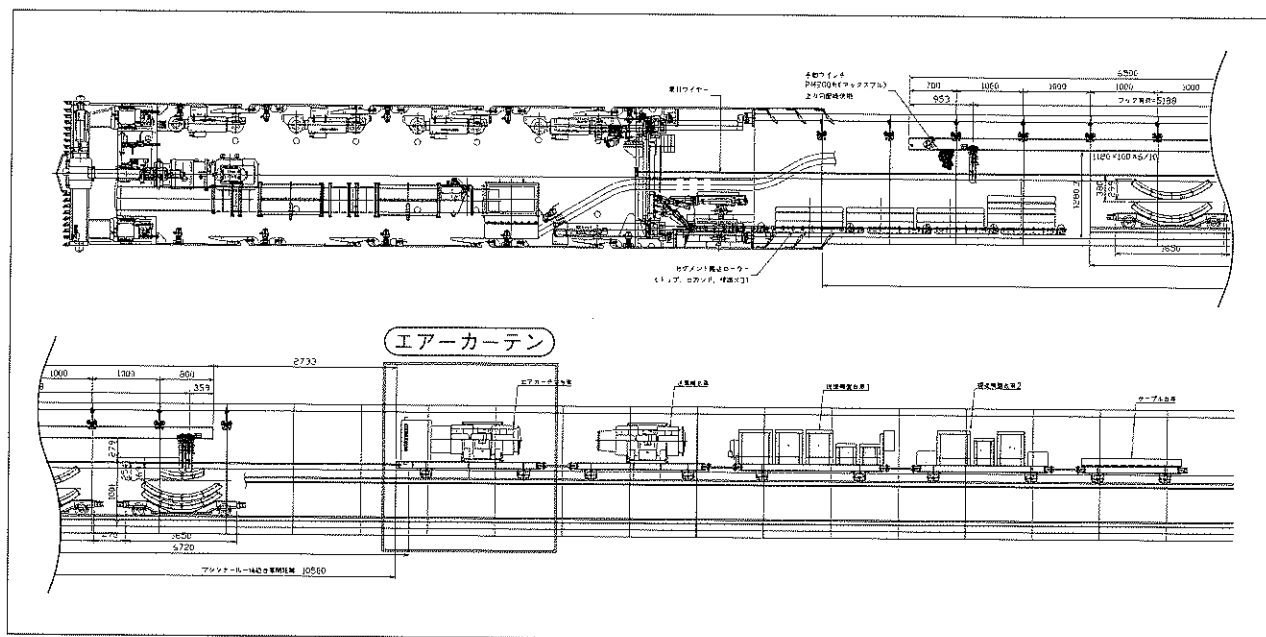


図-5 掘進機とエアーカーテンを設置した後続台車

ごとにガス検知器を設置し、計測を行った。メタンガスは、若干発生していたが、換気により、十分に希釈できたことから、無事に到達することができた。

4 今後の展望

下水道管路の老朽化は切実な問題である。当工法でも、かねてより合成セグメントにライニングを施すことを計画していた。ライニングによって、以下の効果が見込まれる。

- ① 耐酸性・耐薬品性に優れている
- ② 硫化水素等の耐性に優れている
- ③ 水理特性に優れている（粗度係数が0.010）
- ④ 物理特性に優れている（洗掘対策）
- ⑤ 透水性が非常に小さい

今後の新設管路に活用すれば、長寿命化対策として、期待ができると考えられる。

5 おわりに

冒頭で述べたように、老朽化した管路の更新や浸水対策は、急務である。しかし、昨今の情勢を鑑みると、物価高騰、予算の確保、資材の調達、人員の確保、労働環境等の課題は山積しているが災害が発生しない安心・安全な下水道を目指していきたい。

本稿が今後の工事の参考になれば幸いである。

最後に、これまで当工法を採用していただきました発注者ならびに設計者他関係各位の皆様へ、心からお礼を申し上げます。