

月刊推進技術



<http://www.lsweb.co.jp/micro-tunnelling/>

月刊推進技術 検索

公益社団法人

日本推進技術協会

<http://www.suisinkyo.or.jp>

e-mail: info@suisinkyo.or.jp

ECO SPEED SHIELD Construction of Ecology



Φ1100mm ESS1法用シールド掘進機(格差)ノール
工事名: 平成24年度公共下水道事業 八千代台北地区雨水
発注者: 八千代市上下水道局
施工者: 株式会社 浅沼組
設計企画: 中川企画建設 株式会社
製作: 株式会社 メンテサービス福山

ド排用タイ7)
排水整備工事

特集

長距離推進のゆくえ

2

Vol.28 No.2
2014(平成26年)



管内状況 (R=10m)



セグメント組立状況

推進とシールドの特性を活かしたエコスピードシールド工法

八千代市 八千代台北地区雨水排水整備工事の設計と施工

さかくち かつすみ
阪口 勝澄

中川企画建設(株)
課長



ながお よしあき
永尾 義昭

ESS工法協会
事務局 技術・積算



ひわだ やすひろ
檜皮 安弘

ESS工法協会
事務局 技術・積算



1 はじめに

今年の夏は、各地で猛暑となり、地域によっては局地的な豪雨が発生する異常気象に見舞われた。また、夏の終わりには、大きな台風が連続して発生し、各地に大きな爪痕を残した。このように、想像を遥かに超える天災に対して、現状のインフラ整備では、能力

不足となるケースが度々、発生している。局地的に短時間に大雨が降るゲリラ豪雨は、今年、全国で700件以上も発生しており、我々の生活を脅かす存在である。

本稿で報告する千葉県八千代市の雨水排水整備についても、かねてから浸水による被害が深刻な問題となっており、地域住民からの要望によって、実

現した工事である。

このように、本工法でもインフラ整備の一端を担うことにより、地域社会に貢献できることは、非常に喜ばしいことである。本稿では、設計から施工までのプロセス、本工事における問題点、施工状況について報告するものである。

2 推進・シールド併用法

2.1 工法の概要

エコスピードシールド工法（以下、本工法）は、呼び径1000～2400を対象とした非開削による管きょ構築工法である。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・シールド併用法（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「シールド工法（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・シールド併用法は、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

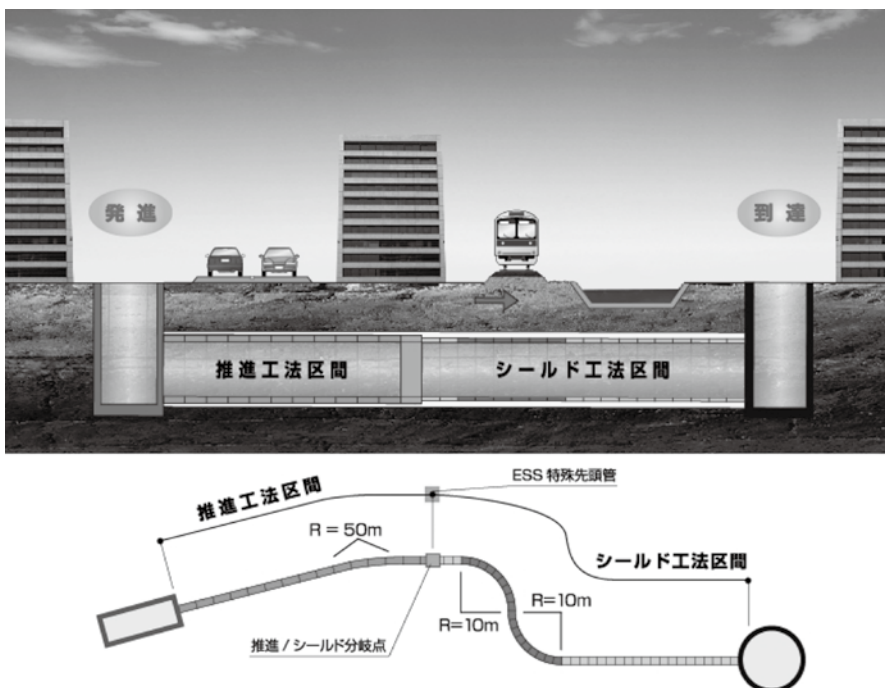


図-1 工法概要図

である。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、推進管の継手方式を用いるため、推進管と同様の評価が得られ、ESS特殊先頭管と前方のセグメントの接続には、ボルトプラスインサート方式を用いることで、セグメント同士の接続と同様の評価が得られる。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。ESS特殊先頭管を、写真-1、2に示す。

本工法用セグメントは、ヒューム管と同様の「遠心力製法」を採用した合成セグメントと、一般的な振動製法によるRCセグメントの2種類がある。遠心力製法は、振動製法に比べて「強度」「水密性」「耐久性」が高い。



写真-1 ESS特殊先頭管側面



写真-2 ESS特殊先頭管端部

2.2 工法の特長

推進・シールド併用工法の特長を下記に示す。

- ①仕上り内径 1,000mmから、1スパン 1,000m以上、超急曲線R = 10mが可能である。
- ②推進工法からシールド工法への切替えが容易である。
- ③掘進機内からビット交換および障害物の撤去が可能である。
- ④シールド区間において、二次覆工を省略することで、大幅な工期短縮が可能である。
- ⑤全区間シールド工法に比べて、経済性に優れている。
- ⑥軌道横断、河川横断、既設シールド到達、重要構造物の近接施工においては、シールド工法に切替えることで、安全性が向上する。

2.3 推進・シールド併用の用途

シールド工法の案件では、推進区間を含むことによって、コストダウンが図れ、有利となる。一方、推進工法の案件では、複数のスパンを1スパンとして、施工が可能である点は有利となるが、大幅なコストアップとなる。

そこで、推進・シールド併用工法のメリットが最大限に発揮できるケースを考察する。推進工法のみで施工が可能であっても、特殊条件によって、施工性・安全性・確実性が乏しいと判断された場合、これまではシールド工法が採用されていたが、推進・シールド併用工法では、シールド工法に切替えることによって、特殊条件に対応が可能である。

特殊条件を以下に示す。

- ①到達間際の急曲線（R = 10m程度）
- ②小土被り（1D以下）
- ③重要構造物との近接施工
- ④特殊な到達方法

極端な小土被りでは、推進が完了するまでの期間、地盤沈下が懸念されるが、シールド工法では、同時または即時で裏込め注入を行うため、安全性が高い。また、過去の実績で、FFUセグメントを切断し、到達させる際に、元押ジャッキからの推進力では、掘進機までの推進力伝達のタイムラグや微動掘進が困難なために、シールド工法に切替えることで、FFUセグメントへの押し付け力の管理とミリ単位での切削速度の調整が可能となり、本工法が採用されたことから、特殊な到達方法を挙げた。

前述のように、推進工法では厳しい特殊条件が到達間際に存在する場合、ほとんどが推進区間となり、シールド区間が短いことから、コストアップが小さく、安全性・確実性が得られる。このように、ピンポイントでシールド工法に切替えることが、最大のメリットだと考えられる。

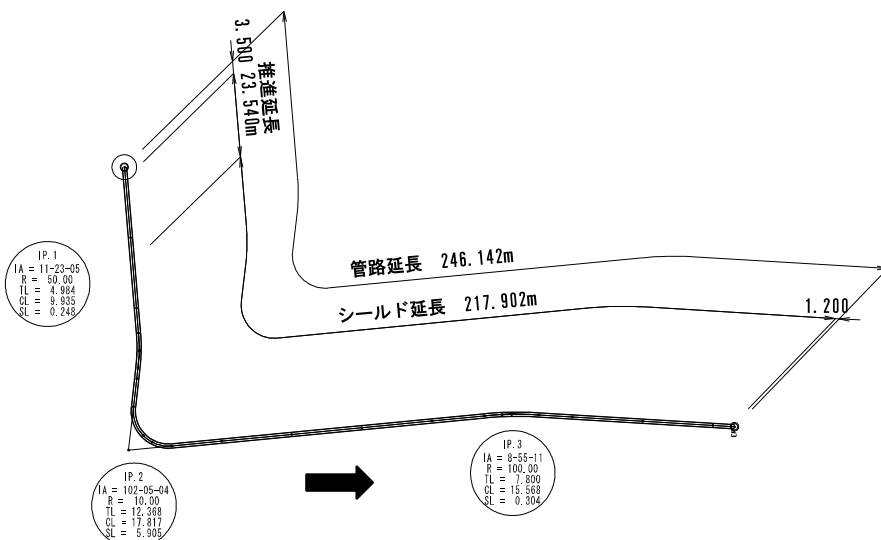


図-1 施工概略図

3 設計

3.1 設計概要

工事名：八千代台北地区

雨水排水整備工事

工事場所：八千代市八千代台北

11丁目地内

発注者：八千代市上下水道局

呼び径：1100

掘削延長：L = 241.442m

推進区間 23.540m

シールド区間 217.902m

線形：R = 50、10、100m

土質条件：細砂 N = 6.5

土被り：8.99 ~ 3.17m

地下水位：GL-6.75m（無水層）

発進立坑：φ 7,000mm

到達マンホール：内径 φ 1,800mm

特記事項：既設マンホール到達

掘進機内二次覆工

3.2 工法の選定

図-1に示すように、前半区間において、急曲線（R = 10m）が必要なため、推進工法では施工不可であると判断され、シールド工法で検討が進められていた。また、本工事の発進基地は閑静な住宅街に位置するため、発進基地の形状および面積に制限があり、さらに、埋設物の影響によって、発進立坑の縮小が必要であった。

本工法は従来に比べ、発進基地・発

進立坑がコンパクトであり、吸泥排土設備を防音ハウスに収納することで、騒音対策が簡易に行えることから、現場条件に適していると判断された。

また、コスト面についても、推進区間は短い、推進・シールド併用とすることで、全区間をシールド工法とするより、コストダウンが図れた。このように、推進・シールド併用工法が設計採用された。

4 施工報告

4.1 施工概要

施工者：(株)浅沼組

工期：平成25年4月上旬

～10月下旬

その他の事項は、3.1設計概要で示しているため、ここでは省略する。

4.2 本工事の課題

本工事の課題を以下に示す。

- ①無水層
- ②急曲線（R = 10m）
- ③狭小な発進基地
- ④周辺地域への配慮
- ⑤既設マンホール到達

4.3 対応策

課題に対する対応策を下記に示す。

- ①無水層

無水層では、逸泥を抑制できる泥水材料の選定が重要である。また、本工

事では、狭小な発進基地であるため、材料のストック方法を考慮する必要があった。そこで、比重を基準としている標準配合ではなく、低比重で高粘度の泥水材料を選定した。本工事で採用したハイロングは、掘削土砂に塑性流動性を与えることで、流体輸送が円滑に行える。さらに、地山に不透水性の壁を生成することによって、無水層での脱水性を抑制し、泥水材料の逸泥（地山への過剰な浸透）が防止できる。本工事では、対象土質が細砂のため、少量の粉末粘土を添加する計画とした。

②急曲線（R = 10m）

本工法では、3段中折れを標準としているが、急曲線を含む場合、4段中折れとしている。本工事では、R = 10mを含むため、掘進機の折れ角は、1段目14.5度、2段目14.5度、3段目12.5度、4段目15.5度とし、R = 8mの曲線に対応できるようにした（図-3）。写真-3に、R = 10mの状況を示す。



写真-3 R = 10mの状況

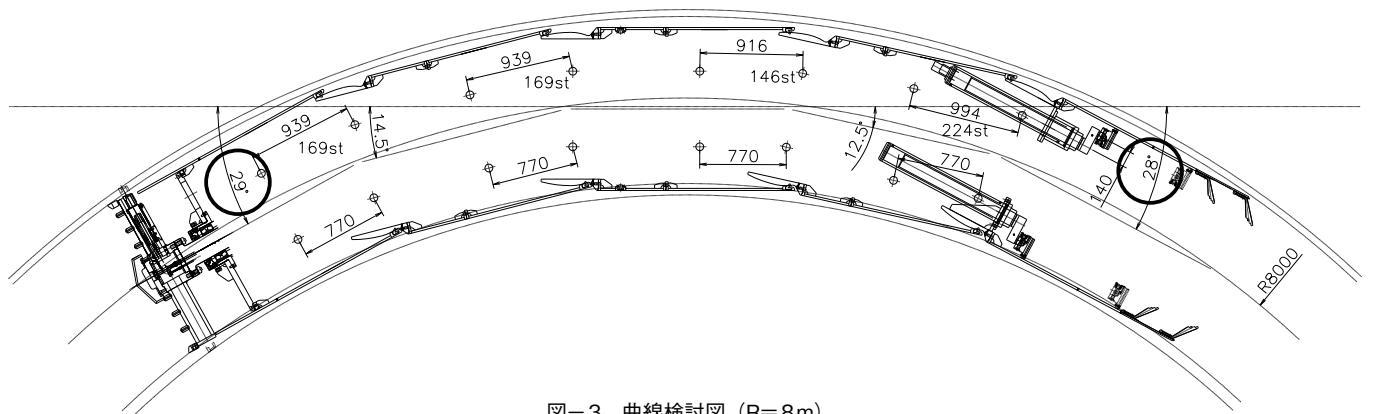


図-3 曲線検討図 (R = 8m)

③狭小な発進基地

写真-4、5に示すように、細長い発進基地のため、推進機材の設置には、クレーン車の吊り替え、チルトタンク等を考慮し、計画を行った。また、資材・材料置場については、ステージを計画し、有効活用した。

④周辺地域への配慮

本工事では、生活道路を占有して、施工を行うため、周辺地域への配慮が重要であった。本工事で行われた対策を以下に示す。

【作業時間の徹底】

9時～17時を厳守した。

【防音対策】

設計通りに、吸泥排土設備を防音ハウスで覆う計画とした。防音ハウスを写真-6に示す。また、換気設備等は防音シートで覆い、騒音が発生する作業では防音シートで養生し、低減を行う計画とした。車両についても、非作業時にはエンジン停止を徹底した。さらに、立坑内に簡易クレーン(0.2t吊り)を設置し、クローラークレーンの使用を

最小限とすることに努めた。

⑤既設マンホール到達

泥濃式では、テールボイドを圧力保持しているため、到達時に、坑口リングを取付けなければ、テールボイドに充填加圧された高濃度泥水がマンホール内に流入する。そこで、本工法の既設構造物到達型で使用されている分割式の曲面加工した坑口リングを選定した。この坑口リングは、マンホールの開口部φ600mmから分割搬入し、マンホール内φ1,800mmで組立て、マンホール壁に直接取付け可能な構造とした。

写真-7に到達状況を示す。到達後、掘進機を解体し、掘進機内は二次覆工を行う計画であった。図-4に二次覆工を示す。

4.4 施工経過と結果

推進工法で施工を開始し、シールド工法に切り替え、既設マンホールまで順調に掘進できた。施工状況を写真-8～16に示す。

- ・無水層では、塑性流動化させるために、泥水注入量を増加することにより、良好に掘削が行えた。しかし、シールド工法に切り替わり、掘進機周囲の締め付けにより、休日明けにはシールドジャッキの推進力が上昇した。そこで、推進工法で使用している推進力低減滑材(ES剤)を休日前に、掘進機全周に注入した。そのため、約400kNの推進力が低減され、掘進



写真-4 発進基地状況



写真-5 発進基地状況



写真-6 防音ハウス



写真-7 到達状況

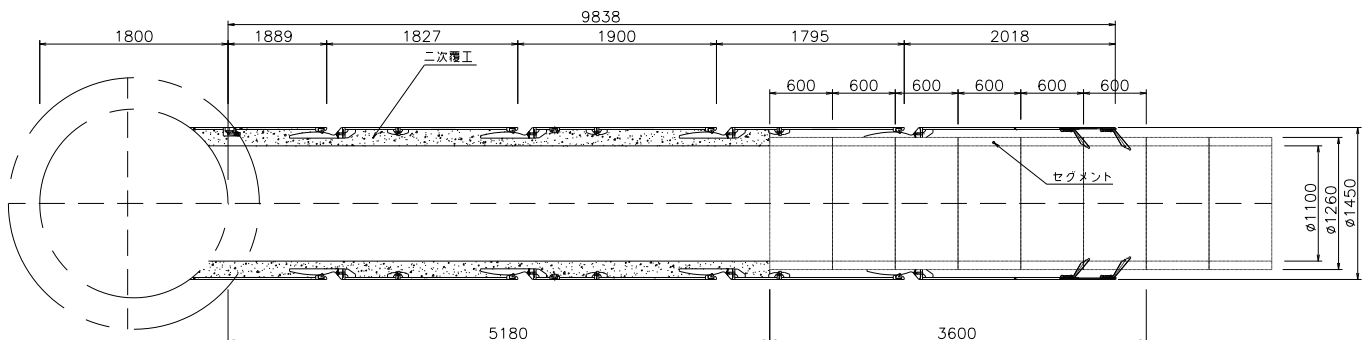


図-4 掘進機二次覆工図

機の締め付けを抑制した。

- 急曲線 (R = 10m) では、掘進機の姿勢を確認し、慎重に施工した。掘進機の姿勢を確認するには、狭隘な掘進機内での測量が必要なため、非常に苦勞した。セグメント組立では、直線区間に比べて、組立てに時間を要したために、日進量が低下した。
- 狭小な発進基地のため、推進機器の設置に時間を要した。また、10tトラックによる搬入では、何度も切り替えしを行い、基地内に入った。掘進機の搬入には、協力業者の置場で積み

替えを行い、大型ショートボディ車を使用した。

- 周辺地域への配慮では、計画通りに作業を進めることができた。
- 既設マンホール到達では、狭隘なマンホール内でのハツリ作業および坑口リング取付け作業に時間を要した。また、台風の接近や大雨のために、マンホール内での作業は、中断を余儀なくされた。掘進機の解体では、狭隘なマンホール内での切断作業のため、時間を要した。また、掘進機内の機器取外しについても、急曲線

を含んだ施工のため、掘進機の強度的な問題で、簡易的な構造にできず、非常に苦勞した。

施工精度は、推進区間において、レベル - 22 ~ - 27mm、センタ右 5 ~ 右 15mm であり、シールド区間において、レベル - 37 ~ プラス 20mm、センタ右 38 ~ 左 36mm を記録した。

このように、現場での創意工夫によって、無事に到達できたことは、今後の施工においても、貴重な経験であると考えられる。



写真-8 掘進機搬入状況

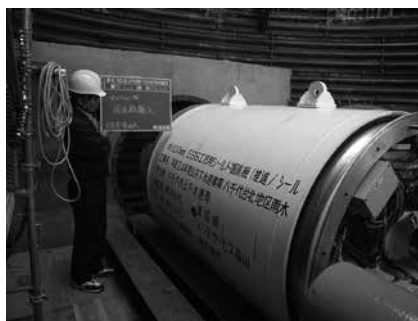


写真-9 掘進機据付



写真-10 推進管据付

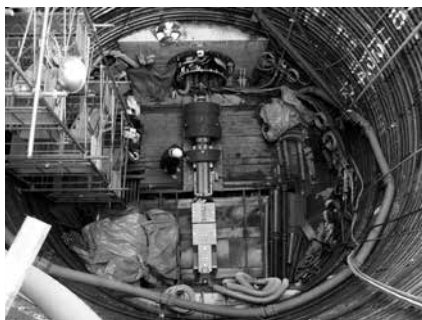


写真-11 発進立坑状況



写真-12 セグメント搬入状況



写真-13 セグメント検収



写真-14 セグメント組立状況



写真-15 切り替え部



写真-16 R=10m管内状況

4.5 反省点

本工事では、急曲線区間でのセグメント組立に時間を要したことから、ボルトボックスプラスインサート方式ではなく、両方をボルトボックスとすることで、組立て時間の短縮が図れると考えられる。

また、掘進機の解体についても、既設構造物到達型の技術をより多く取り入れることにより、時間の短縮が図れると考えられる。

5 推進・シールド併用の可能性

推進工法のみで、1kmを超える施工実績が挙げられているが、今後、それ以上の距離が可能である推進・シールド併用技術には、裏付けが必要であると考えられる。まず、長距離施工において、排泥の搬出システムおよび排泥量の管理システムが必要である。本工法では、かねてより開発を進めており近日中に発表を行う予定である。

さらに、掘進機の防爆仕様、パイプインパイプ用スチールセグメント、内水圧対応（アーマーヒューム）セグメントによって、推進・シールド併用の付加価値となることを期待する。

6 おわりに

本稿では、設計から施工までのプロセスを紹介することで、まだまだ認知度の低い推進・シールド併用技術の必要性を知っていただくとともに、工法選定に役立てていただければ、幸いである。本工法を含めて、推進・シールド併用の技術を有する工法が、新しいカテゴリーとして、その存在価値を見出されることが重要である。

また、推進・シールド併用の可能性で述べたように、技術の改善や開発により、多様化する現場ニーズに対し、最適な工法として、選定されるように成長させたいと考えている。

最後に、当工法を設計採用していただいた発注者の皆様、元請け業者の皆様、今回の工事に携わった関係各位の皆様には、深く感謝し、敬意を表す所存である。

【参考文献】

- 1) 「推進工法とシールド工法の融合 京都市における推進・シールド併用工事設計から施工準備について」月刊推進技術 (Vol.26.No.3) 2012年3月号

- 2) 「推進とシールドの特長を活かしたエコスピードシールド工法 京都市 大手筋北幹線(その1) 公共下水道工事施工報告」月刊推進技術 (Vol.26.No.9) 2012年9月号

執筆協力者紹介

大澤 利和 (おおさわ としかず)
 鶴田 聡 (ときた さとし)
 八千代市上下水道局
 建設課

○お問合せ先

ESS工法協会
 〒581-0038
 大阪府八尾市若林町1-76-3
 朝日生命ビル1階
 Tel : 072-920-2533
 Fax : 072-920-1588
<http://www.eco-speed-shield.com>
 E-mail : info@eco-speed-shield.com