

36. 機内から障害物を撤去する推進工法の開発と下水道工事の施工例

－着脱・再掘進型管路築造（DAPPI）工法－

大豊建設株式会社 東京支店土木部 ○萩野淳三
東京支店千住特殊推進作業所 大和田剛
エンジニアリング本部技術開発部 近藤紀夫

1. はじめに

近年、大都市における下水道などの管路建設において、計画路線上に既設構造物築造時の鋼矢板などの仮設物が残置されている場合があり、これらが工事の大きな障害になる事例が増えている。このような事例の中で周辺の条件などから、この障害物を撤去するための立坑設置が困難な場合も多く、事業の実施が遅れる状況も発生している。これらを解決する工法として、泥土圧推進工法をベースに、掘進機内から障害物を安全確実に撤去し、再掘進を可能にした着脱・再掘進型管路築造工法（DAPPI工法）を開発した。本工法の名称は、外殻から掘進装置を引き抜くところが、昆虫などが殻から脱皮する様子にイメージを重ね合わせてダッピ工法とした。本工法は東京都下水道局発注の足立区千住寿町、千住四丁目付近再構築工事の仕上り内径φ1350mmの推進工事において初めて採用され、坑内から残置鋼矢板の撤去が完了したので、工法および工事の概要について報告するものである。

2. DAPPI工法の概要

DAPPI工法は、掘進途中に地中障害物が存置されている場合に、管渠内から障害物を撤去し、再掘進して所定の管渠を築造する工法である。本工法に用いる掘進機は、写真-1および図-1に示すようにカッターヘッド及びカッター駆動部からなる切羽掘進装置が外殻部と着脱可能であり、カッターヘッドはスポーク型で固定式カッターと伸縮できる可動式カッターから構成されている。可動式カッタースポークは、駆動軸から偏心して配置しているため、スポーク内に長いストロークのジャッキが挿入できる。そのためカッター

の伸縮量を大きくでき、カッターを推進管の内径より小さく縮径することができる。可動式カッターは機内からの遠隔操作で伸縮自在であり、確実にカッターを縮径、拡径でき、切羽掘進装置を安全に引き抜き、搬出、搬入、再装着することができる。



写真-1 φ1600mm DAPPI 掘進機

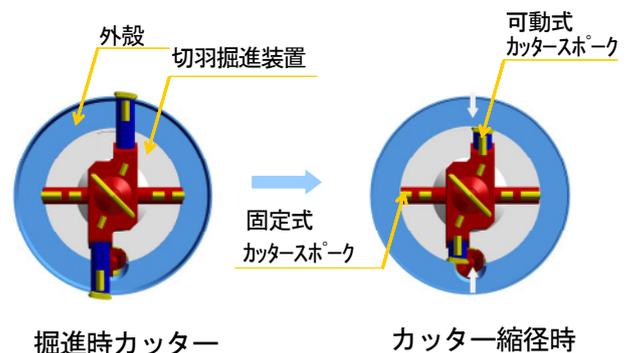


図-1 カッター伸縮状況図

DAPPI工法の切羽の安定は、掘削土砂に添加材を注入するとともに、カッター背面の攪拌翼で攪拌し塑性流動性と不透水性を有する泥土に変換し、泥土圧で切羽を保持する泥土圧方式を採用している。

またDAPPI工法の発展と普及を図るために、建設会社10社、メーカー3社でDAPPI工法技術研究会を設立している。

3. 工法採用の利点

本工法の採用により以下の利点が考えられる。

- ①障害物撤去を坑内からできるため周辺地域への環境負荷が小さい。
- ②工事実施にあたり交通規制や道路占有期間が短い。
- ③地元住民との交渉などが少なくなるため、事業計画の立案と実行が容易で事業の遅延が発生しない。
- ④撤去の立坑を設けないため、交通事故などの第三者災害の要因が少なく、安全である。
- ⑤事業全体の工期短縮・コストの低減が可能。

4. 工法の特長

1) 安全確実な障害物撤去が可能

障害物撤去時には、切羽掘進装置を引き抜き搬出し、広い作業空間を確保できるため安全確実な障害物撤去が可能である。

2) 機内からのカッター伸縮操作が可能

切羽へ出ることなく機内から遠隔操作でカッターを伸縮できるため、切羽掘進装置の引き抜き、再装着が可能である。

3) 大きなカッター伸縮により、引き抜き・装着が容易

可動式カッターは、回転駆動軸に偏心して取り付けられているため、カッター伸縮量が大きく、カッターを推進管内径より小さくできることから管内の搬送が容易である。

4) 既設の人孔・管渠への接続・回収が可能

既設の人孔や管渠へ到達し、掘進機を到達部から回収できない場合でも、切羽掘進装置を発進立坑へ回収し、別の路線へ転用できる。

5) 異なる管径への転用が可能

カッター伸縮量が大きいいため、推進管の規格で1~2ランク程度異なる管径の掘進機に切羽掘進装置を再転用できるため、経済的である。

5. 適用範囲

DAPPI工法の適用範囲は、管内径1350mm~3000

mmのコンクリート推進管及び合成鋼管などや超大口径推進管を用いた推進工事や、これらと同程度の外径のシールド掘進機に適用できる。

6. 施工手順

発進立坑から掘進、障害物撤去、再掘進に至る施工フロー図および着脱再掘進手順図は図-2、図-3に示すとおりである。

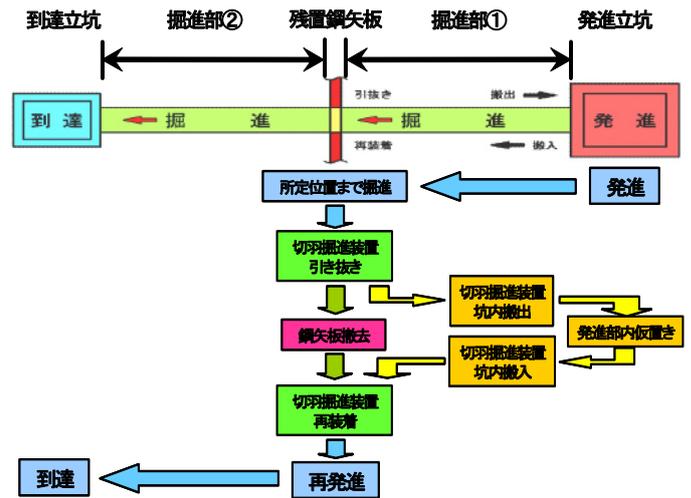


図-2 障害物撤去フロー図

① 地中障害物位置まで掘進

あらかじめ地中障害物前後の地盤改良を地上から行い、掘進機を障害物位置の直前に到達させる

② カッタースポーク縮径

機内からの遠隔操作で、流量計やストローク計で縮径量を確認しながら伸縮カッターを縮径する。

③ 後続設備、スクリーコンベア、配管類を搬出

掘進機の操作盤、油圧ユニット、制御盤台車、土砂搬出設備、スクリーコンベア、油圧配管などを坑外へ搬出する。

④ 切羽掘進装置引き抜き・搬出

けん引装置、バッテリー機関車などで切羽掘進装置を掘進機内から管渠内へ引き抜き、順次坑内を牽引して発進立坑まで搬出する。

⑤ 障害物撤去

掘進機の外殻内の作業空間で、鋼矢板などの障害物を順次切断・撤去し、坑外へ搬出する。撤去時には、必要に応じ圧気工法を併用する。

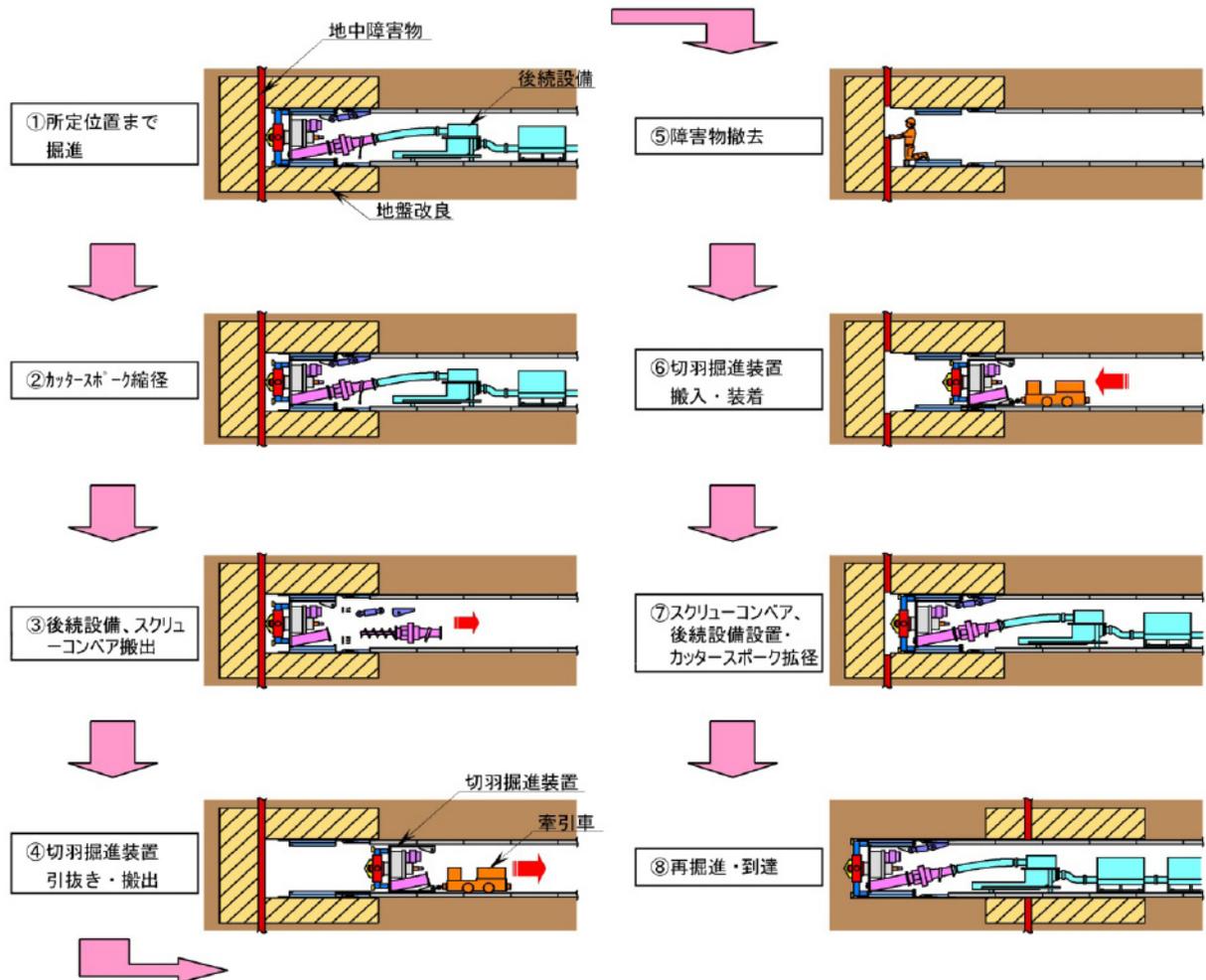


図 - 3 着脱再掘進手順図

⑥ 切羽掘進装置搬入・装着

障害物除去後、切羽掘進装置をバッテリー機関車で搬入し、掘進機の外殻内に装着する。

⑦ スクリューコンベア、後続設備などの設置・カッターの拡径

スクリューコンベア、方向修正ジャッキの取り付け、後続設備、土砂搬出設備の設置、配線、配管の接続後、カッタースポークを拡径させる。

⑧ 再掘進・到達

カッタートルク、回転数、チャンバー内土圧などを確認し、再掘進を開始し、到達立坑に到達させる。

7. 施工実績

7.1 工事概要

本工事は、泥土圧推進工法により国道4号線を横断して管路を築造する工事であり、この国道下に鋼

矢板が2か所残置されていた。国道4号線は、交通量が極めて多く、道路を占有して鋼矢板撤去用の立坑を築造することが困難であり、坑内から残置鋼矢板を切断・撤去できる本工法が採用された。また本路線は、周辺に民家の密集する狭隘な道路下であり、発進立坑の築造スペースもないことから、施工が完了している既設のシールドトンネル坑内に推進の発進設備、掘削土搬送設備を設けて掘進するきわめて厳しい条件の推進工事である。

工事名：足立区千住寿町、千住四丁目付近再構築工事
発注者：東京都下水道局

施工者：大豊・ピーエス三菱建設共同企業体

管内径： φ1350mm

管外径： φ1600mm

管路延長： 542.35m

土質： 粘土質砂 (N=5~33)

粘土 (N=2~6)

土かぶり : 14.1m~21.6m

地下水位 : G L - 2.0m

最少曲線半径 : R=200m

推進管 : 合成鋼管 (長さ 1.2mの半管)

鋼矢板撤去工 : 鋼矢板IV型 2か所

鋼矢板撤去部地盤改良工 : M J S, C J G

図-4 に掘進部の土質縦断面図、図-5 にDAPPI 掘進機の概要図を示す。

7.2 施工概要

発進部は図-6 に示すように、あらかじめ地上から発進部および反力部の地盤改良をC J G工法で実施した後、内径φ3000mmの鋼製セグメントで構築されているシールドトンネル内から掘進機・推進管を設置する発進横坑を構築した。この発進横坑は、ライナープレートと補強鋼材で支保を行い、発進坑口、エントランスを設置した。推進反力を受ける支圧壁はH型鋼をボックス状に加工してモルタルを充填した合成構造とし、かつ既設のセグメントと一体化した。元押しジャッキ架台は移動式とし、掘進機及び半管の推進管を設

置した後、元押しジャッキ架台を支圧壁に設置し推進を行った。推進管は半管2本を一度に設置し、2.4m推進する度に元押しジャッキ架台を移動し、管の設置、推進を順次行った。残置鋼矢板の位置まで推進し、先の手順図に示した要領で鋼矢板の切断、撤去を行った。掘削土砂の搬出は、掘進機から発進坑口まではバキューム方式を用い、発進坑口からシールドトンネル内および立坑上へは土砂圧送ポンプを用いた。

ジャッキ台の移動、推進管2本の設置、ジャッキ台の設置、配管接続、推進管2本掘進の1サイクルで、約4~5時間要した。障害物の撤去部への到達から、切羽掘進装置の引き抜き、鋼矢板の切断、撤去、切羽掘進装置の装着、再発進までの所要日数は、約1か月であった。

切羽掘進装置の引き抜き・再装着は、工場内での実験より、やや時間がかかったが大きなトラブルもなく順調に実施できた。推進時の元押しジャッキの推力は、約1か月の掘進停止後でも300tf程度で、装備した元押しのジャッキ(600tf)で到達付近まで推進できた。到達部の地盤改良区間は、中押しジャッキを併用して推進した。

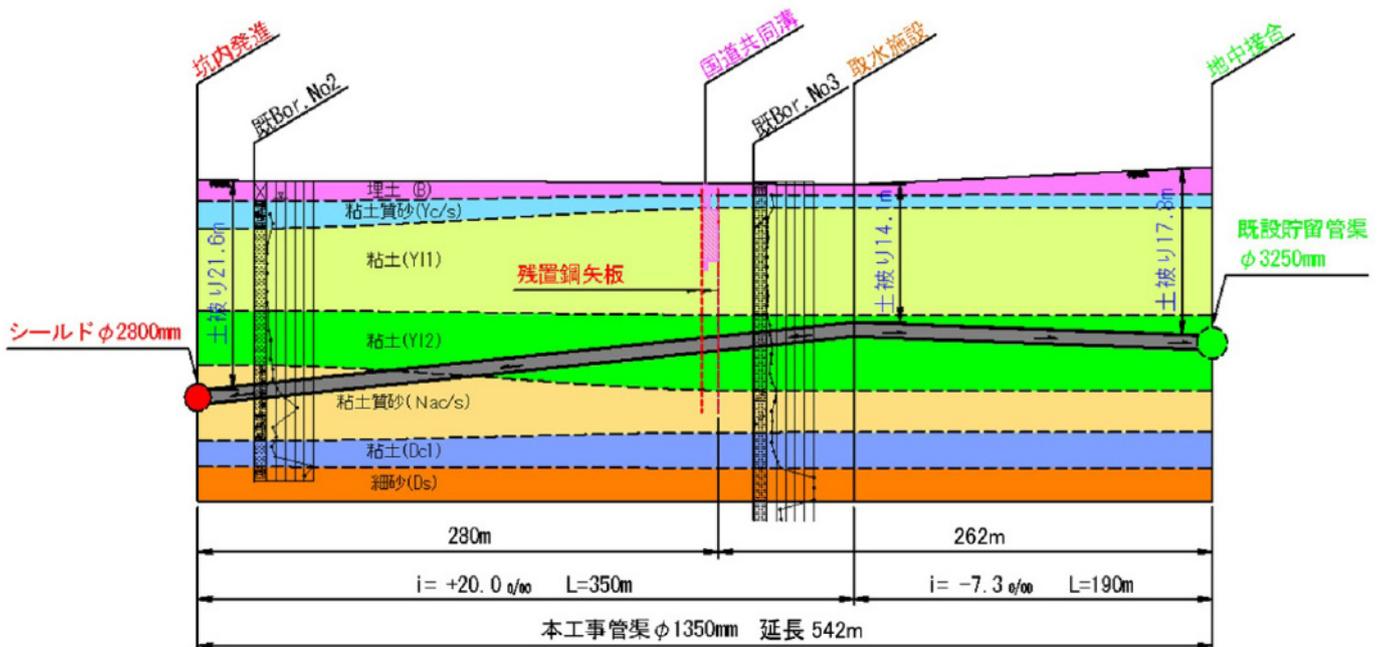


図-4 土質縦断面図

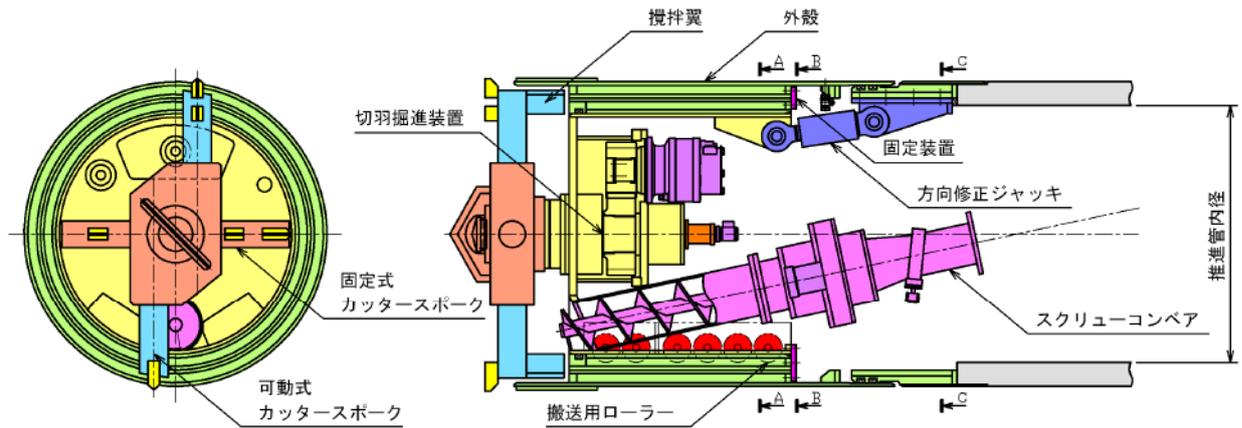


図-5 DAPPI掘進機概要図

発進部の仮設計画、反力壁、地盤改良状況を図-6に、
発進部のジャッキ架台、坑口状況を写真-3に示す。

切羽掘進装置を引き抜いた後、掘進機の外殻内の広い
スペースで、鋼矢板を切断している状況を写真-4に

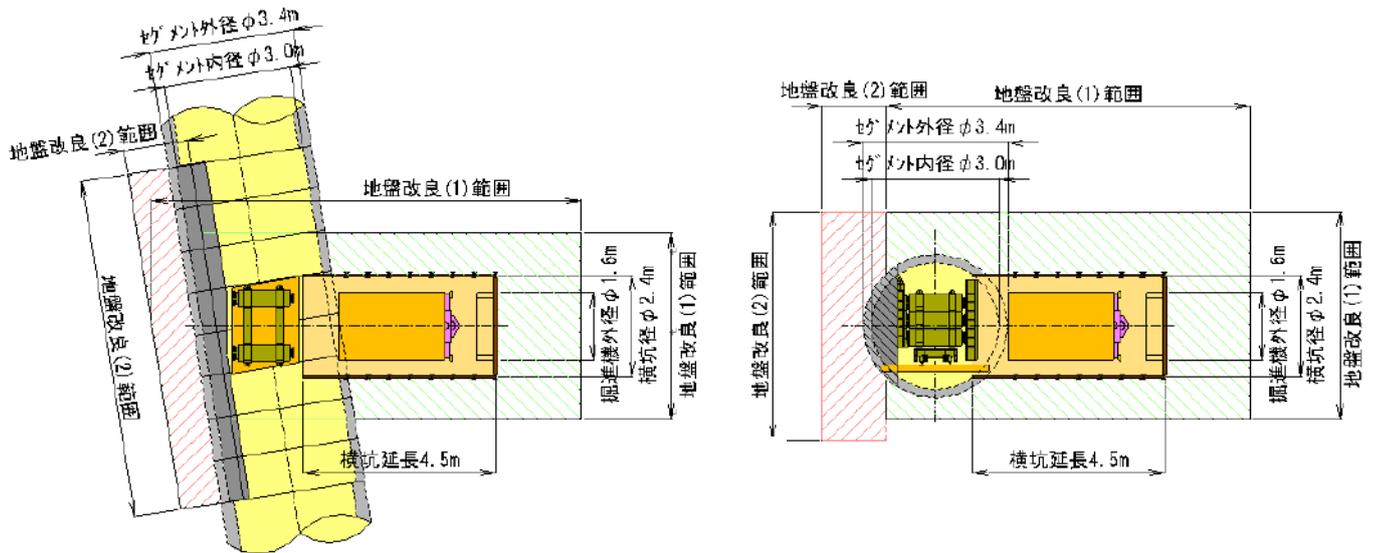


図-6 発進部の仮設計画

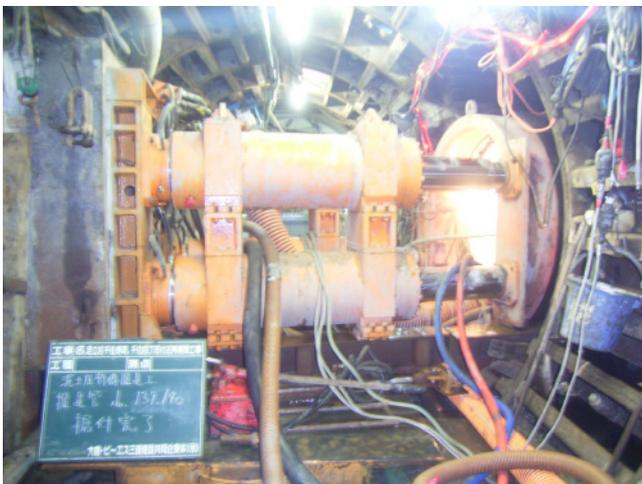


写真-3 元押しジャッキ・反力設備状況



写真-4 鋼矢板切断状況

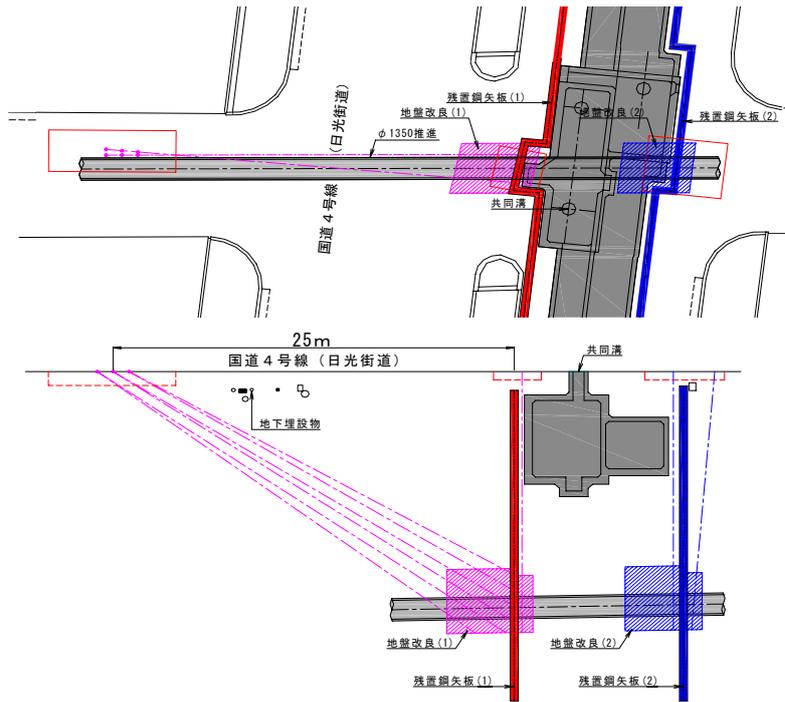


図 - 7 残置鋼矢板部地盤改良図



写真 - 5 鋼矢板撤去完了状況

写真 - 5 に鋼矢板撤去完了状況を、図-8 に推力変化図を示す。

8. おわりに

都市部の管渠再構築工事などでは、既設の構造物構築時に仮設の地下埋設物が残置されている場合が今後も考えられ、これらを坑内から撤去して掘進する工法の必要性はさらに高くなると考えられる。本工事で得られた貴重な知見を踏まえ、さらに工法の改良、発展を図りたいと考える。本工法の計画、採用、施工にあたり、ご指導いただいた東京都下水道局はじめ関係各位に感謝と御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 近藤紀夫：外殻から掘進装置を引き抜く DAPPI 工法、月刊推進技術 Vol. 22 No.3 2008

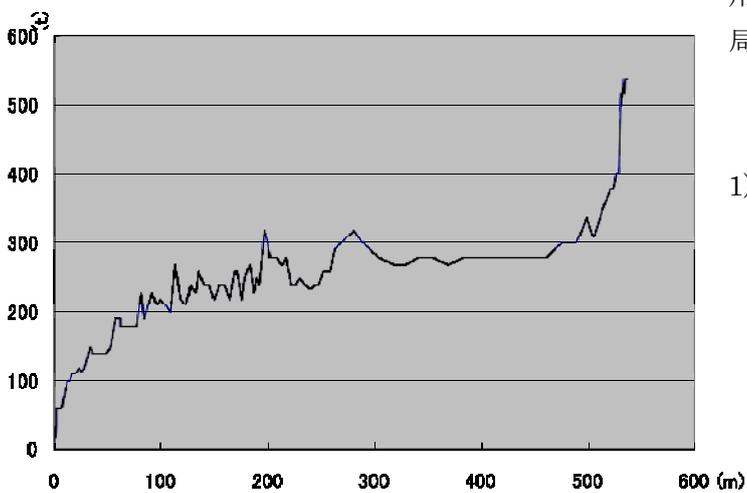


図 - 8 推進時推力・推進延長