

ARIC情報

■巻頭言

情報の使い道

ー災害リスク軽減にむけてー

■トピックス

ディスカバー農山漁村の宝について

ー第4回選定の実施についてー

■行政の動き

水源からほ場が一体的に連携する 水管理システムの構築に向けて

ー国営かんがい排水事業（拡充）による水管理ICTの導入推進ー

■Focus

外国人旅行者向け観光農園開設への 挑戦

CONTENTS

ARIC情報



■表紙写真 草千里ヶ浜

今号の表紙は、「ディスカバー農山漁村（むら）の宝」のグランプリを受賞したNPO法人ASO田園空間博物館様からご提供いただきました「草千里ヶ浜」です。

3月3日に実施された「野焼き」をご紹介した「表紙コラム」と併せてご覧いただければ幸いです。

01 ● 巻頭言	情報の使い道 —災害リスク軽減に向けて—	02
	三重大学大学院生物資源学研究所 教授 春山 成子	
02 ● トピックス	むら ディスカバー農山漁村の宝について —第4回選定の実施について—	04
	農林水産省農村振興局農村政策部都市農村交流課 課長補佐 佐藤 秀憲	
03 ● 行政の動き	水源からほ場が一体的に連携する水管理システムの構築に向けて —国営かんがい排水事業（拡充）による水管理 ICT の導入推進—	12
	農林水産省農村振興局整備部水資源課 課長補佐 渡邊 泰浩	
04 ● 行政トピックス	土地改良団体の女性向け研修会の開催について —国営那珂川沿岸土地改良事業地区—	16
	関東農政局農村振興部土地改良管理課	
05 ● Focus	外国人旅行者向け観光農園開設への挑戦 —農林水産省から株式会社日本旅行への民間出向を通じて—	18
	株式会社日本旅行 経営管理部新規事業室主任、兼日本旅行総研研究員 (農林水産省関東農政局在籍) 沓掛 明恵	
06 ● 研究レポート	小型 UAV（ドローン）空撮・三次元化技術を活用した 農地情報の可視化	22
	(国研) 農研機構 農村工学研究部門 栗田 英治	
07 ● 民間開発の技術の紹介	老朽化した農業用水路が新設管に甦る CMT 改築推進工法の開発と施工報告	28
	株式会社熊谷組 名古屋支店 土木事業部 作業所長 遠藤 建史 CMT 工法協会 広報担当 木下 貴義	
08 ● 広告（賛助会員）		36
09 ● 広報誌「ARIC 情報」掲載広告の募集について		38
10 ● 編集後記		40
11 ● 表紙コラム	草千里ヶ浜	41

本誌の中での農林水産省職員の投稿文の内容や意見は、執筆者個人に属し、農林水産省の公式見解を示すものではありません。

老朽化した農業用水路が新設管に甦る

CMT 改築推進工法の開発と施工報告

遠藤 建史^{*1}木下 貴義^{*2}^{*1} 株式会社熊谷組 名古屋支店 土木事業部 作業所長^{*2} CMT工法協会 広報担当

1. はじめに

我が国における下水道管敷設は、明治17年に始まり、昭和30年代より本格的な普及が進み、平成26年末にはその敷設延長は約46万キロに達している。

下水道管路の主な管材である鉄筋コンクリート管の寿命は50年といわれており、国土交通省の調査によるとこれを越えた管路延長は約1万キロに達し、今後も高度成長期に敷設した下水道管の老朽化が急激に増加してくる傾向にある。さらに、管路施設に起因する道路陥没事故は年間約3300件にも及んでいる。

また、平成21年度までに整備さ

れた全国における農業用排水路の総延長は、約40万キロ（地球約10周分）に及び、そのうち基幹的な施設だけでも約4万5千キロにのぼる。関東地方においても、全国と同様に農業水利施設の老朽化が進行しており、昭和62年度から平成21年度の20年間で耐用年数を超過した基幹水利施設は水路、用排水機場ともに2.3倍に増加している。

このように、管路の老朽化に起因する事故等が多発している折、市街地では既存施設の非開削工法による布設替えの技術に期待が寄せられている。CMT工法は、平成17年度より改築推進工法の開発に着手し、平

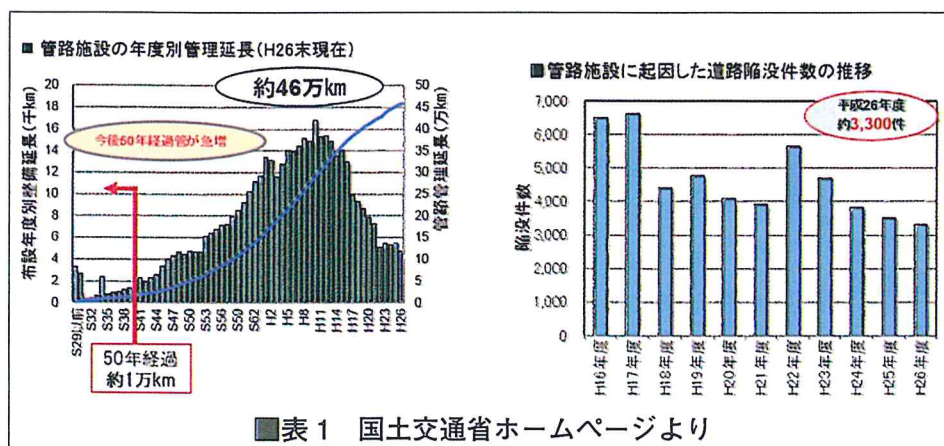
成23年度に山口県宇部市において大中口径管の下水道管路では初の改築推進工事に成功を収め、高い評価をいただいた。

本稿では、本工法の開発への取組みと大中口径（呼び径800以上）では2例目となる改築推進工法による既存施設更新の施工事例について報告する。

2. CMT 改築推進工法への取組み

CMT工法は、約30年前に「いかなる条件下においても安全で安心して工事を完遂すること」を基本理念に、当時は非常に難しいといわれていた岩盤推進に挑戦した。そのため掘進機は、大きな切削能力を持ち、バルクヘッドには「点検扉」を設け、扉を解放することにより、機内から切羽を直接目視・点検することができる特殊な機構となっている。

この機構は、岩盤推進にとどまらず超長距離化推進や切羽障害物除去可能な推進工法など、基本理念にかなう工法へと発展させるための原点



となった。改築推進工法開発のコンセプトを以下のとおりとして技術開発に取り組んできた。

①確実に完遂できる工法

切羽管理を確実にを行い、推進管理及び土量管理を徹底した確実な工法を目指す。

②既設管の破碎機能および破碎残骸を完全回収

既設管等の切羽障害物を破碎できる機能を有し、破碎対象となった既設管の残骸は、新設管の外周に残すことなく、切羽から完全に回収することを目指す。ただし、蛇行等により勾配修正で切削対象となくなってしまう場合、既設管内には事前にモルタル等が充填されており、新設管外周部に空隙が発生することはない。

③機内からの切羽点検・ビット交換

バルクヘッドの中央部に点検扉が装備されており、切羽障害物に遭遇しても直接目視確認して、的確な対策が講じられることや、ビットの摩耗点検や交換が発生しても、機内から交換できることを目指す。

策が講じられることや、ビットの摩耗点検や交換が発生しても、機内から交換できることを目指す。

④方向制御機構の装備

方向制御機構を装備することにより、既設管路等の破碎によって掘進機の方角を制御できることを目指す。

⑤裏込注入工の実施

方向制御機構を装備した掘進機であり、掘進機を偏向しやすくするために、新設管外径よりも若干拡張して切削していることから、施工後に新設管外周の空隙を確実に充填できる裏込注入工が行える管径以上（φ800mm以上）としている。

3. CMT 改築推進工法の概要

3-1 工法の概要

CMT 改築推進工法は、推進施工前に既設管内をモルタルなどで充填し、既設管の全面または一部を切削・破碎しながら掘削土及び破砕片は吸引排土方式で回収し、新設管へ敷設

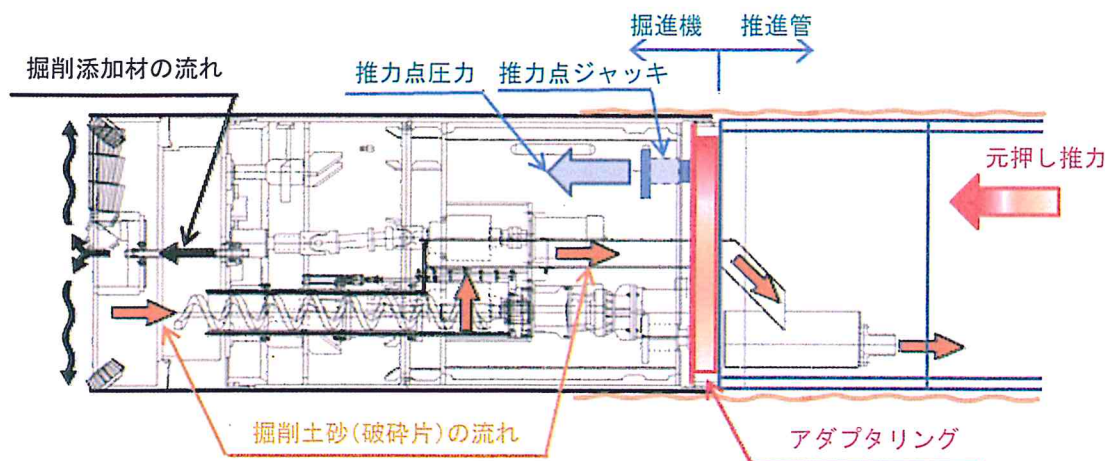


■図1 改築推進工法 分類

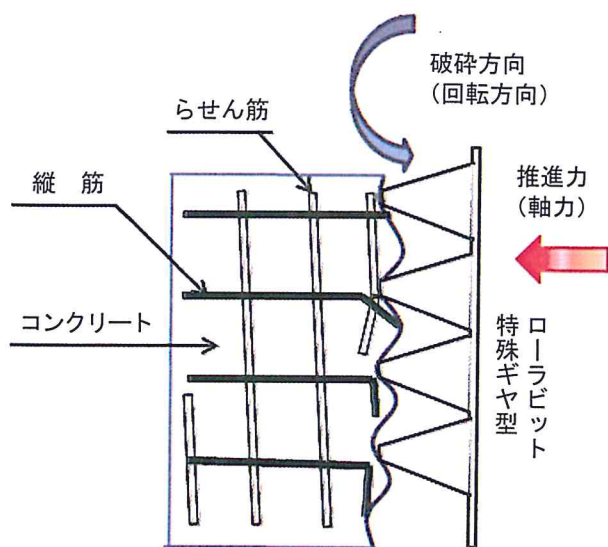
替える工法である。

本工法は、(公社)日本推進技術協会の分類では、「改築推進工法」・「切削破碎推進工法（既設管充填方式）」・「吸引排土方式」に分類される。

カッターヘッドを切羽及び既設管に押付ける面板加圧方式で切羽の安定を保持する。カッターヘッド先端の中心部に設置した添加材噴射口から掘削添加材を切羽面に注入し、特殊ギヤ型ローラービットで掘削土及び破砕片などを混合攪拌して泥土化する。泥土化した掘削土などをチャンバー及びスクリーコンベア内に充填させ、スクリー回転数と排土口の開閉ゲート調整によって、切羽圧力（土圧+地下水圧）に対抗させながら泥



■図2 改築推進掘進機の概要



■図3 既設管破碎のメカニズム

土を排土槽に排出する。泥土は、吸引排土設備（バキューム）によって坑外へ搬送する。

既設管破碎時の推力は、元押推力を掘進機後部に装備したアダプターリングを介して推力点ジャッキによる圧力（推力点圧力）をリアルタイムに把握、制御することによって安定した破碎力の確保と、土質や既設管などの変化に迅速に対応した切羽の安定を保持する。

3-2 既設管破碎のメカニズム

掘進機のカッターヘッドには、既設管のコンクリートと鉄筋を破碎するための特殊ギヤ型ローラービットを装備している。

既設管を破碎するメカニズムは、切羽への押付力（軸方向力）とカッターヘッドの回転力の組合せによる。軸方向力による面板加圧で破碎対象物を常にホールドした状態で、特殊ギヤ型ローラービットに軸力を伝達し、既設管断面部分を圧壊させ凹凸に破碎する。

破碎により露出した鉄筋（縦筋・

らせん筋）が回転方向に折り曲げられ、未だ破碎されず固定されている既設管本体を反力として切断破碎される。

4. 施工事例

4-1 工事概要

工事概要は下表のとおりである。

4-2 施工環境

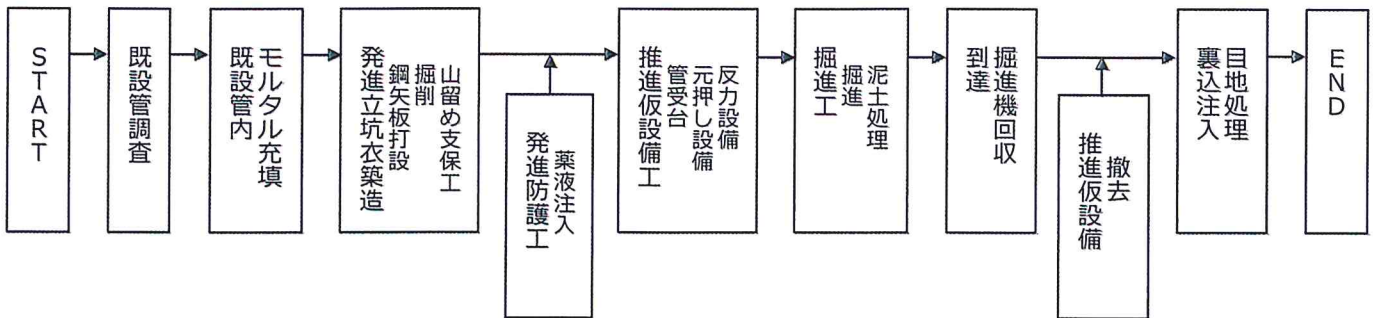
大井川用水地区は、静岡県のほぼ中央に位置する大井川及び菊川など

の扇状地として形成された沖積平野にあって、島田市他7市1町にまたがる水田6,861ha、畑589haの計7,450haの地域であり、温暖な気候と良好な交通条件のもと、県内はもちろんのこと京浜及び中京方面に米やレタス、温室メロンなどの豊かな農産物を供給している農業地帯である。

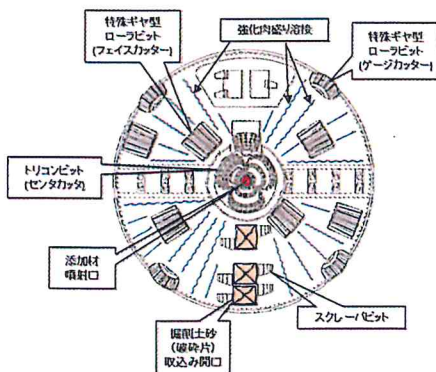
本地区の基幹水利施設は、昭和22年度から昭和43年度に行われた国営大井川農業水利事業（旧事業）で整備されたが、事業開始後、約40年が経過し、施設の老朽化による機能低下が生じていた。

また、営農形態の変化等による用水需要の変化、周辺地域の開発等による水田排水からの用水路への還元水やため池の減少等による用水不足から、安定的な用水供給や適正な水配分が困難な状況になっていた。このため、国営大井川用水農業水利事業が平成11年度より着工された。さらに平成13年度の東海地震想定震源域の公表をきっかけに地域住民の防災意識が高まり地域の体制整備が進むとともに、地域用水環境整備計

工 事 名	大井川用水（二期）農業水利事業 瀬戸川左岸幹線水路整備工事（その6）
工事場所	静岡県藤枝市
発 注 者	関東農政局
施工業者	株式会社 熊谷組
工事内容	CMT 改築推進工法 ・管呼び径：φ1350mm ・推進延長：L=47m ・既設管径：φ1200mm 破碎・除去 ・既設管基礎：基礎コンクリート 180°巻、基礎栗石 ・対象土質：砂質土（埋戻し土）、砂礫土 ・新設管と既設管の位置関係： 新設管の天端は既設管のほぼ管芯付近、発進側で既設管芯と約 700mm のズレ、到達側で既設管芯とほぼ一致



■図5 施工フロー



■図6 カッターヘッド ビット配置図



■写真1 掘進機全景

画が平成 19 年に取りまとめられた。

これにより、本事業及び関連事業による地区内の水利施設の再整備を行い、農業用水の安定供給、合理的利用及び管理方法の改善、本地域の農業経営の安定化を図る事業に加え、本地区の農業用水が従来から有している地域用水機能（防火用水、景観

保全）の維持及び増進を図るため、平成 21 年度に国営農業用水再編対策事業として事業計画を変更し、実施されるものである。

本工事は、国営大井川用水土地改良事業計画に基づき、瀬戸川左岸幹線水路を改築するものである。

4-3 施工計画および実績

(1) 施工フロー

施工フローを図 5 に示す。

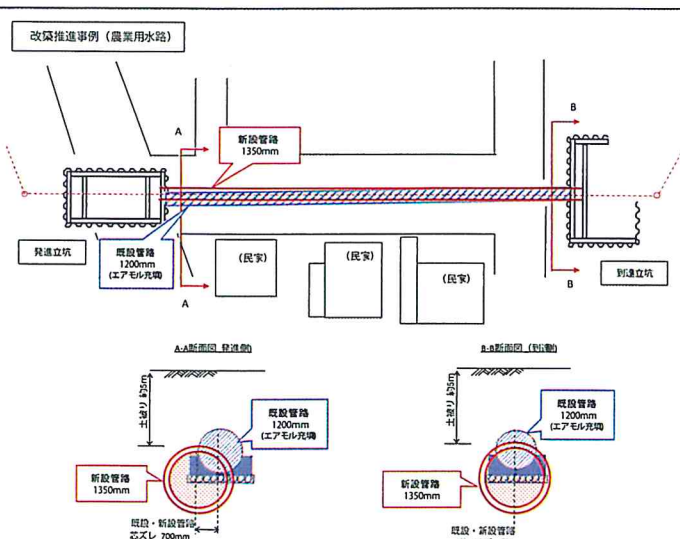
既設管内のモルタル充填は、破碎対象物を一体・一様な状態にして安定した破碎を行うことと、既設管の重量を大きくし破碎、鉄筋切断時に確実な反力を得ることを目的に実施した。

(2) 掘進機

掘進機の全体構成を図 2 に、カッターヘッドのビット配置を図 6、掘進機を写真 1 に示す。

掘進対象土に砂礫土が含まれ、破碎物にはモルタルで充填されたヒューム管および 180°巻きコンクリートと基礎栗石が含まれるため、それらを面板加圧して圧壊することを目的にビット配置や取込み開口を計画した。

カッターヘッド中心にトリコンビット



■図4 施工概要図

トを配置し、フェイス部分と外周に既設管と基礎コンクリートおよび基礎栗石を圧壊する特殊ギヤ型ローラービットを配置した。最外周の特殊ギヤ型ローラービットは、掘進機外周のオーバーカットを行うゲージカッターの役割も果たす。また、圧壊および破砕片の噛み込みによる鋼板の摩耗を防ぐため、面板および前胴外周に強化肉盛り溶接を施した。

既設管を破砕し切羽面で土砂と確実に混練りして塑性流動化させるため、フェイス中心に添加材噴射口を設けた。また、塑性流動化した土砂および破砕片を確実にチャンバーに取込むため、取込み口を小さく（開口率約5%）し、開口端部には掻き込み用スクレーパービットを配置した。取込み開口には、仕切り版を設置して取込む破砕物が150mm以下とすることで、スクリュウコンベアを通してできるよう、取込み物の大きさを制限した。

(3) 推進力の算定

必要推進力の算定は、CMT 工法協会式を用いた。

必要推進力は、切羽圧力（土圧＋地下水圧）と既設管破砕に必要な圧力の和からなる先端抵抗に対抗する推力点圧力と、推進距離延伸に伴い増加する外周抵抗への対抗力の総和で求められる。

先端抵抗のうち既設管破砕に必要な圧力は、管径とカッターヘッドの形状から決まるが、本工事においては、破砕対象物が既設管の基礎コンクリートと栗石からなっているため、同クラスの最大値 250kN/m² として算定し、切羽圧力と合わせて 626kN とした。

また、外周抵抗は、軟弱な砂質土（埋戻し土）と砂礫土および破砕片の噛み込み等を考慮して通常より2ランク高くして 2.56kN/m² として算定した。

上記による算定の結果、必要総

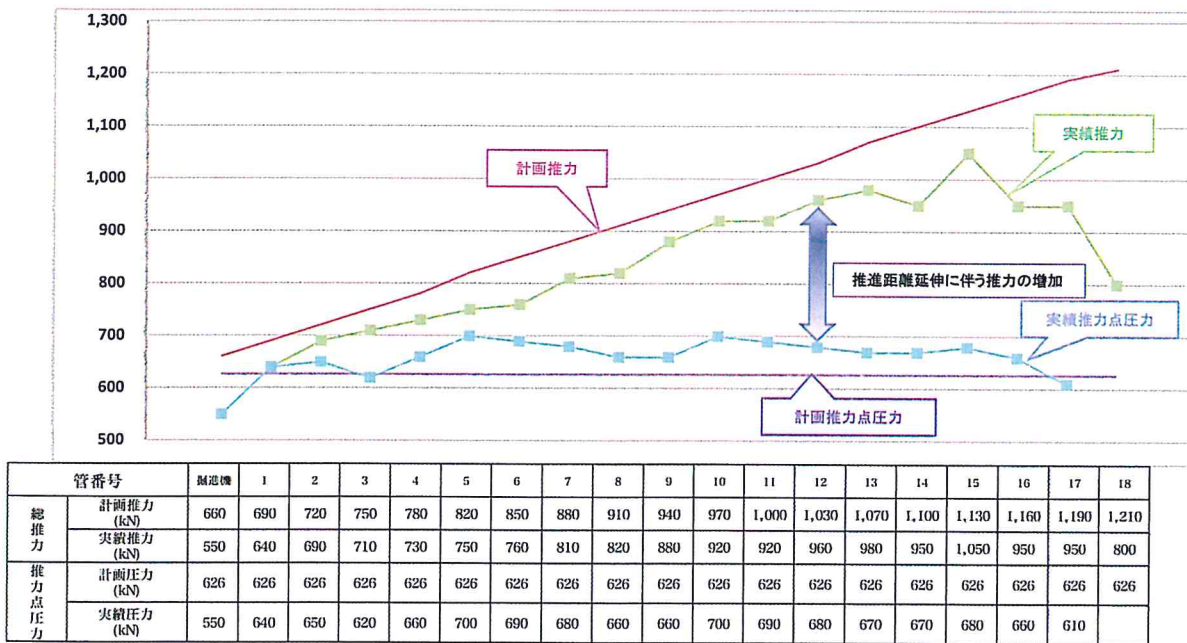
推進力は 1,220kN となったが、元押し装置としては 1,500kN × 2 基（3,000kN）のジャッキを装備した。

(4) 掘進状況

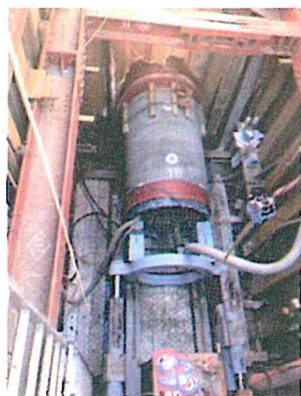
掘進時の推進力の推移を図7に示す。推力点圧力を計画の 626kN に対し 620kN ～ 680kN に維持しつつ、掘進距離延伸に伴う外周抵抗に対抗する推進力が加わり、元押し推進力の最大値は 1,050kN となったが、計画推進力の約 90 ～ 95% で推移した（写真2、写真3）。

掘削土の性状は、当初スランプ 10cm 程度に監理したが流動性が悪く閉塞気味となったため、掘削添加材を調整してスランプ 12cm 程度とすることで良好な流動性を保持した。

また、既設管の破砕については、3 ～ 5cm 大の破砕片と礫（栗石）、鉄筋切断片が排出された（写真4）。到達に近づき、掘削断面に占める既設管の破砕面積が大きくなるにつれて



■図7 推進力の推移



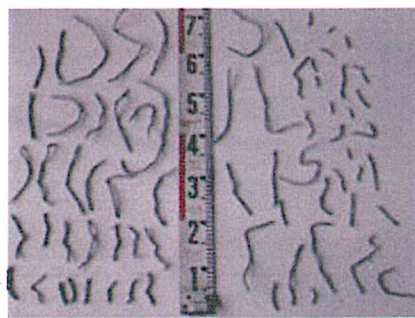
■写真2 推進状況



■写真3 新設管投入状況



破碎された栗石



切断された鉄筋

■写真4 既設管の破碎状況



■写真5 掘進機到達状況

切断された鉄筋の量が増え閉塞気味となったため、排土槽で鉄筋片を念入りに除去することによって良好な排土状況を維持できた。

推進進捗は平均掘進速度約7mm/分、1日当たり1本(L=243m)の進捗であった。破碎された既設管(コンクリート)と充填されたモルタルがチャンバー内で再固化することが懸念されたが、毎分約7mmの掘進速度を保つことによって再固化することなく順調に掘進は推移した。

(5) 線形管理

線形の出来形は、水平変位で最大9mm、管底高さ(基準高)で最大12mmの誤差精度で収まり、いずれも管理範囲内であった(発注者管理基準値: 水平 65mm 基準高±

30mm)。水平変位については、掘進機に装備した方向制御ジャッキで調整を行ったが、発進当初から右向き傾向にあった。これは既設管の位置が発進時で掘進機の右側約700mmにズレていたため、地山強度との差異により掘進機が強度の大きな既設管方向に向いたものと思われる。

管底高については、既設管の管芯位置がほぼ掘進機の天端の位置であり、水平変位と同様に上向き傾向となることが危惧されたが、掘進を多少下向きに制御することによって-10mm程度の精度に収めることができた。

(6) ビット摩耗

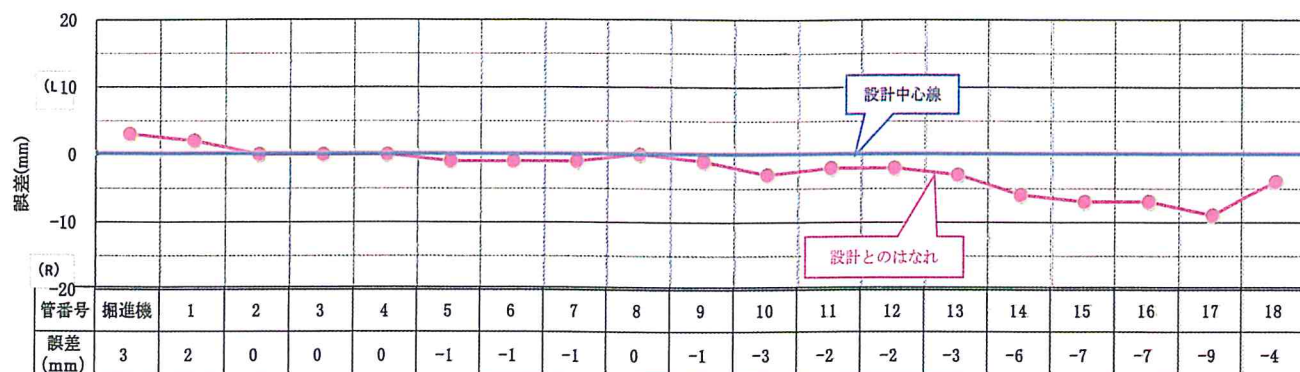
掘進を終了し、到達立坑から掘進機を回収した後、ビットの摩耗状況

を計測した。その結果、最外周のゲージカッターのカッター径で11mm(片側5.5mm)、外周側のフェイスローラービットのカッター径でも11mm(片側5.5mm)摩耗していた。また、フェイスローラービットの1箇所ではビット先端に大きな欠損が確認できた。

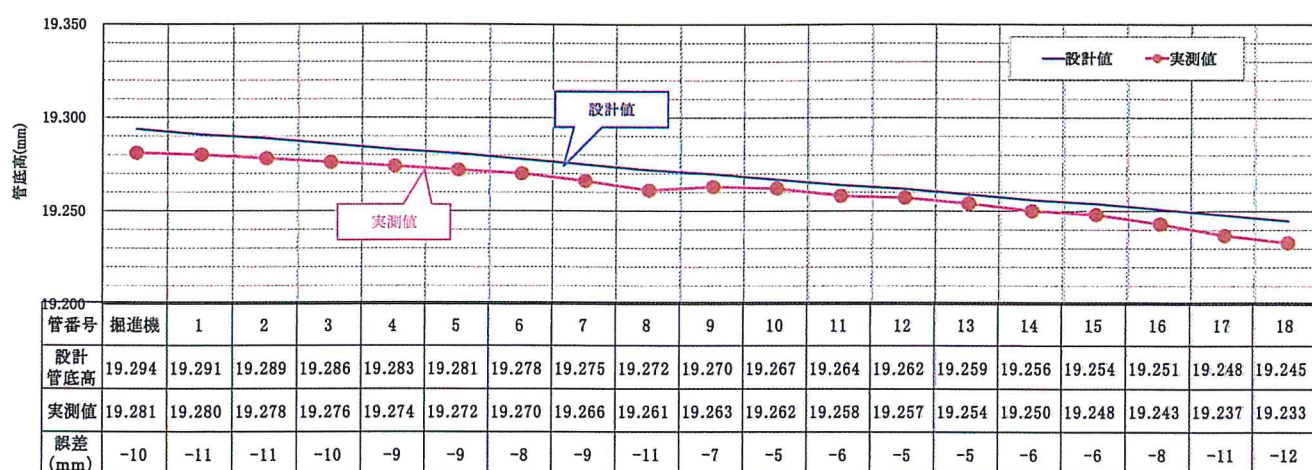
特殊ギヤ型ローラービットの稼働実績が非常に少ないため今回の摩耗量や欠損の評価は難しいが、延長47mの掘進においては到達まで安定した掘進ができたことから、ビットの摩耗・欠陥が掘進に影響を与えることはなかったと判断される。

(7) 施工結果の評価

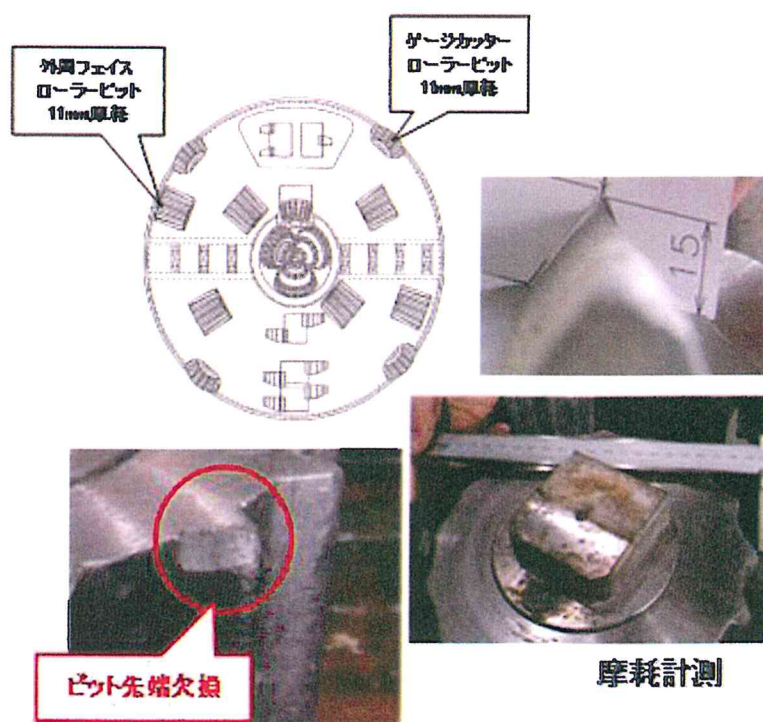
事前検討において懸念された既設管破碎の可否や破碎掘進中の切羽地山の自立保持、掘削土の過剰取り込



■図8 線形管理図(水平)



■図9 線形管理図(管底高)



■写真6 ビット摩耗・欠損状況

みなどの問題は発生せず、地山の緩みに伴う地表面への影響も路面沈下3mm以下（自主管理値5mm）に抑えることができた。これは、特殊ギヤ型ローラービットによる既設管の破碎と面板加圧による切羽の安定および取込み開口の制限による円滑な掘削土・破砕片の排土によるものと判断される。

線形精度や推進力についても管理範囲内に収まるとともに、予定工程で掘進を終了するなど満足できる成果が得られた。

5. 今後の展望

推進技術は、数多くの施工実績から成り立っており、それらの経験の集積や分析、数値化によって現在の

技術水準が確立されている。改築推進工法については、未だ実績・経験が非常に少なく、特に大中口径においては本工事が2例目であり、技術が確立されているとはいえないが、CMT 工法協会によって岩盤推進の経験で培われた技術を応用して、「技術資料」がまとめられている。また、長年継続して行われてきたヒューム管のビット破碎実験のデータ分析が蓄積され、大中口径の改築推進技術も徐々に確立しつつあるが、更なる技術の確立、発展が求められており、本工事の施工データは有効に活用されるであろう。

改築推進では、既設管が敷設時の施工方法、材質、強度等が異なることや経年数や供用時の環境により老朽具合が異なること、また、管周辺の地山の土質も多々あることなど、掘進時の施工条件は多岐にわたる。

このような条件の下、切羽の安定を保持し、周辺地山に影響を与えずに既設管を破碎するため、今後多くの施工実績データを集積し分析する必要があるが、具体的には以下の項目の分析、検証が求められる。

【切羽安定技術の向上】

- 破碎対象物の材質や強度と周辺地山の土質による必要推力点圧力の設定
- 破碎対象物の掘進機断面に対する出現比率による必要推力点圧力の設定
- 地下水圧が高い場合の切羽圧力の設定

【破碎技術の向上】

- 破碎対象物の材質や強度、破碎摺

動距離によるビット摩耗の進行度

- ビットの形状や材質、配置状況による摩耗の進行度や欠損の状況など

改築推進技術は、既設管の破碎にとどまらず、岩盤などの硬質地盤の推進や長距離推進などへの技術展開が有効であり、改築推進技術の発展・向上は他の推進工法の技術向上にも大きく寄与する。

6. まとめ

改築推進技術は、既設管の破碎にとどまらず、岩盤などの硬質地盤の推進や長距離推進などへの技術展開が有効であり、改築推進技術の発展・向上は他の推進技術の向上にも大きく寄与するものであり、CMT 工法協会としては、推進工法全般の技術向上を見据えた技術開発および展開に今後も努めたい。

最後に、今回の施工に関してご指導をいただいた発注者である関東農政局様各位に御礼申し上げますとともに、施工に尽力いただいた協力業者各位およびご指導をいただいた関係各位に紙面を通じて御礼申し上げます。

本報告が推進技術発展の一助となることを祈念いたします。

【参考文献】

- (1) 下水道：計画的な改築・維持管理 国土交通省
- (2) 事業紹介：関東農政局大井川用水農業水利事業所ホームページ
- (3) 事業紹介：国営大井川用水農業水利事業の概要
- (4) 杉本秀一：住民の生活を守る 切羽が視える改築推進工法 月刊推進技術、Vol.26 No.9、pp64-67、2012
- (5) 遠藤建史、金田則夫、木下貴義：改築推進工法による新設管路への敷設替え、月刊推進技術、Vol.31 No.7、pp70-77、2017