

道路を掘らない技がここにある

季刊 ノーディグトゥデイ

No-Dig Today

Why dig trenches when there are better solutions?

環境にやさしい非開削技術

特集 本邦回
径管路の非開削建設技術



JAPAN SOCIETY FOR
TRENCHLESS TECHNOLOGY
一般社団法人 日本非開削技術協会
<http://www.jstt.jp>

2018
Jan.
No.

102

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事例

キーワード

改築推進工法、回転破碎、
既設管充填式、切羽管理、
切羽目視点検



遠藤 建史
ENDO Takeshi
(株)熊谷組名古屋支店
土木事業部作業所長



畠山 薫
HATAKEYAMA Kaoru
大洋基礎工業(株)
工事部課長



木下 貴義
KINOSHITA Takayoshi
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3,300件にも及んでいる。

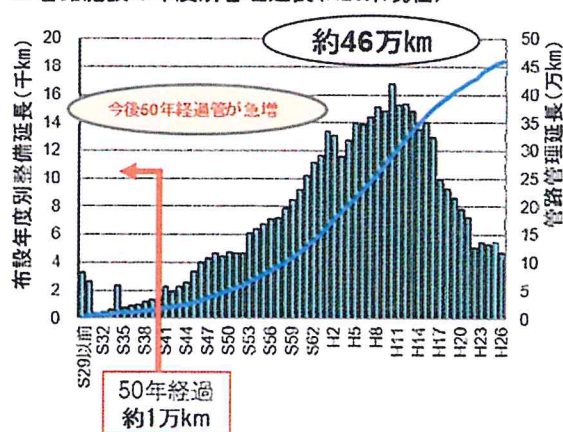
また、平成21年度までに整備された全国における農業用排水路の総延長は、約40万キロ(地球約10周分)に及び、そのうち基幹的な施設だけでも約4万5千キロにのぼる。関東地方においても、全国と同様に農業水利施設の老朽化が進行しており、昭和62年度から平成21年度の20年間で耐用年数を超過した基幹水利施設は水路、用排水機場ともに2.3倍に増加している。

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(図-1)。

■ 管路施設の年度別管理延長(H26末現在)



■ 管路施設に起因した道路陥没件数の推移

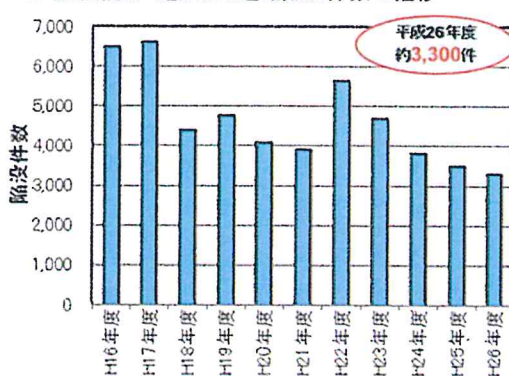


図-1 国土交通省ホームページより

2. CMT改築推進工法への取り組み

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。そのために掘進機は、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らなくなって残置された既設管残骸は省く。この場合、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。

(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、新設管へ敷設替えする工法である。

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(図-2)。

カッタ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、特殊ギア型ローラ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及びスクリュコンベア内に充填させ、スクリュ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(図-3)。

3-2 既設管破碎のメカニズム

掘進機のカッタヘッドには、既設管のコンクリート

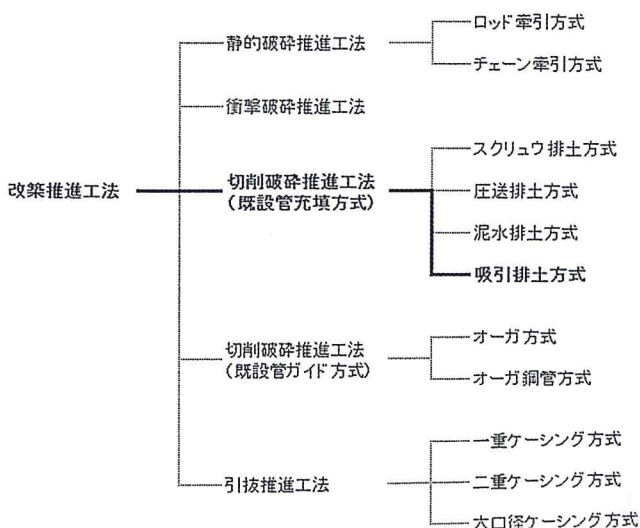


図-2 改築推進工法 分類

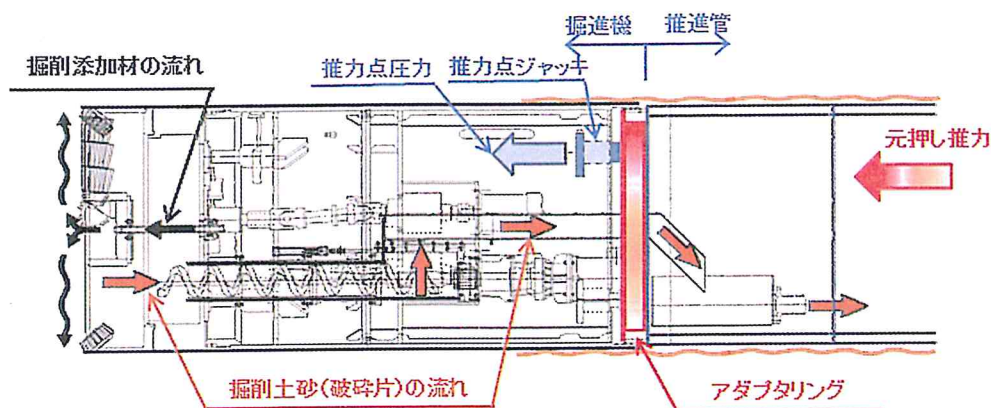


図-3 改築推進掘進機の概要

と鉄筋を破砕するための特殊ギア型ローラビットを装備している。

既設管を破砕するメカニズムは、切羽への押付力（軸方向力）とカッタ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砕対象物を常にホールドした状態で、特殊ギア型ローラ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砕する。

破砕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、未だ破砕されず固定されている既設管本体を反力として切断破砕される（図-4）。

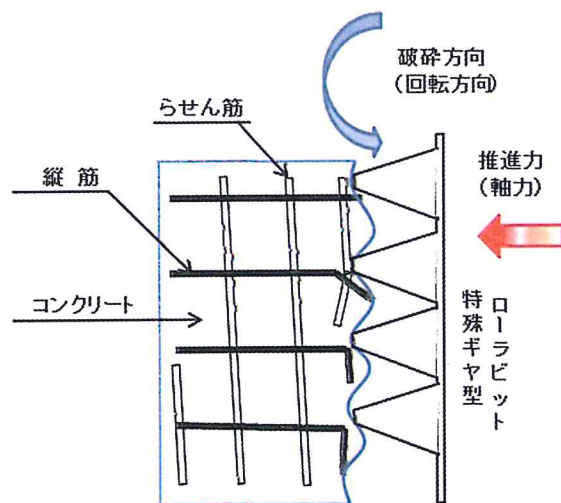


図-4 既設管破砕のメカニズム

4. 施工事例

4-1 工事概要

工 事 名：大井川用水（二期）農村水利事業瀬戸川
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)熊谷組

工事内容：CMT改築推進工法

管呼び径：1350

推進延長：L = 47m

既 設 管：呼び径1200破砕・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）

4-2 施工計画および実績

(1) 施工フロー

施工フローを図-6に示す。

既設管内のモルタル充填は、破砕対象物を一体・一様な状態にして安定した破砕を行うことと、既設管の重量を大きくし破砕、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-3に、カッタヘッドのビット配置を図-7、掘進機を写真-1に示す。

掘進対象土に砂礫土が含まれ、破砕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。

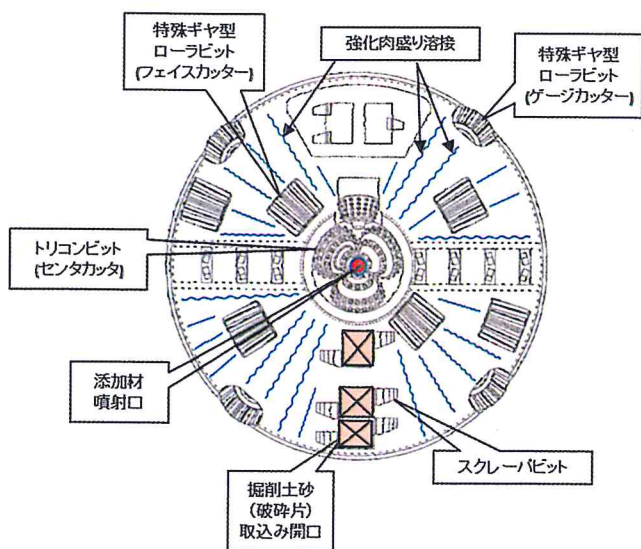
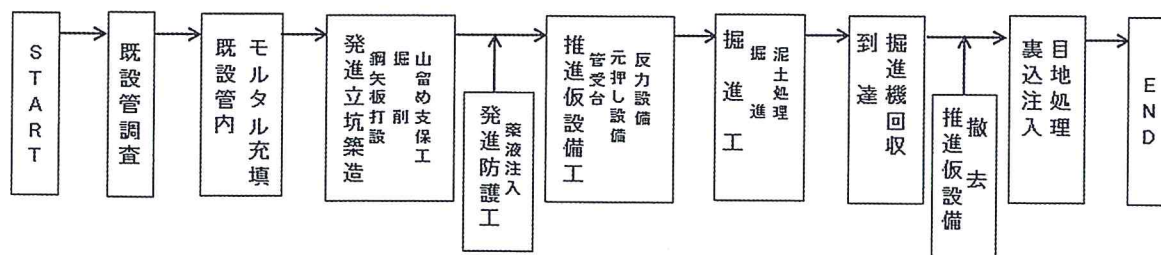
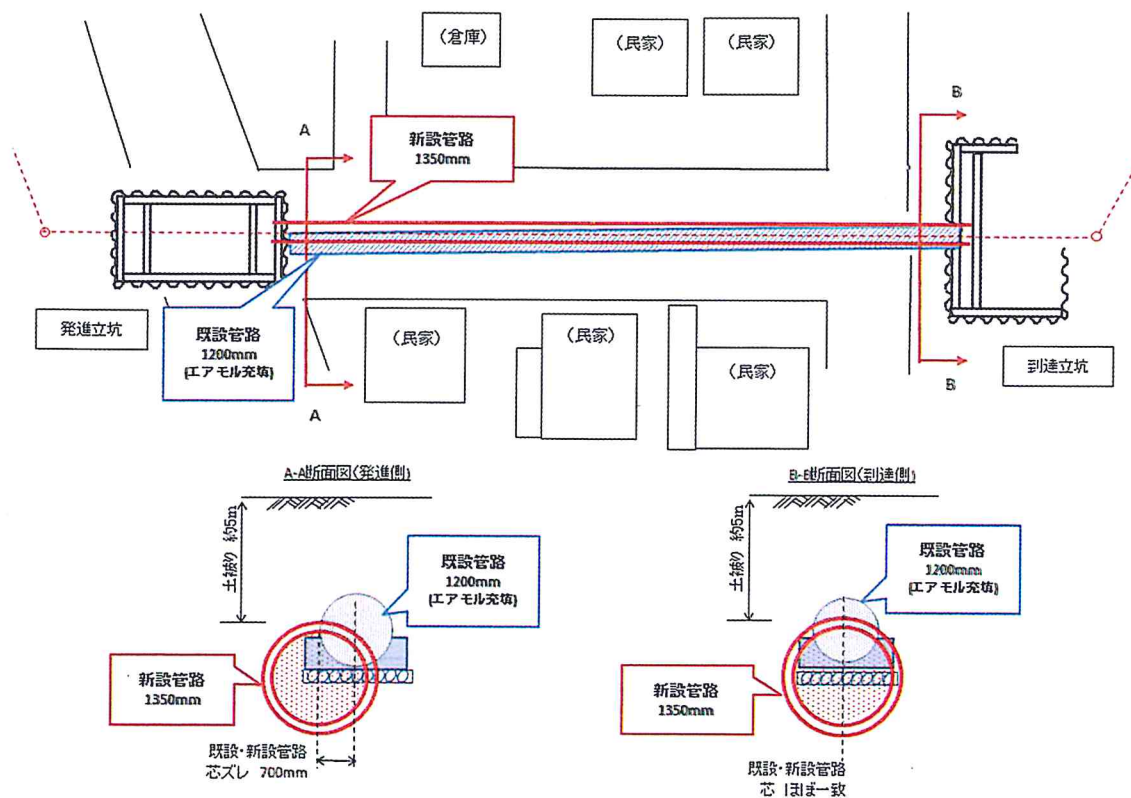




写真-2

到達に近づき、掘削断面に占める既設管の破碎面積が大きくなるにつれて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=2.43m)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(写真-3、4)。

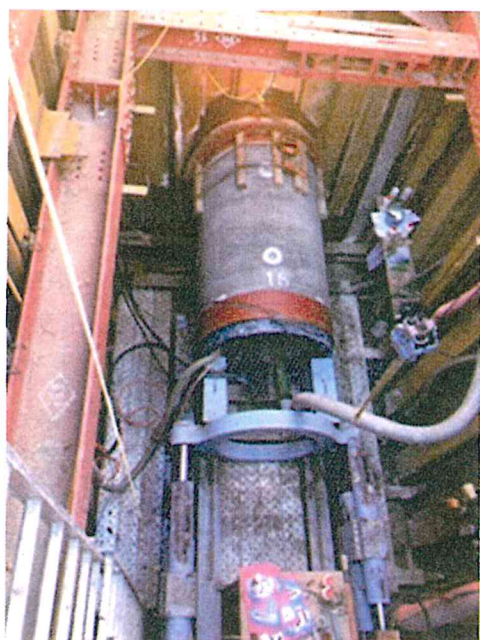


写真-3 推進状況



写真-4 掘進機到達状況

(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 ± 30 mm)

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为天端の位置であり、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(図-9、10)。

(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のカッタ径で11mm(片側5.5mm)、外周側のフェイスローラビットのカッタ径でも11mm(片側5.5mm)摩耗していた。また、フェイスローラビットの1箇所ビット先端に大きな欠損が確認できた。

特殊ギア型ローラ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(写真-5)。

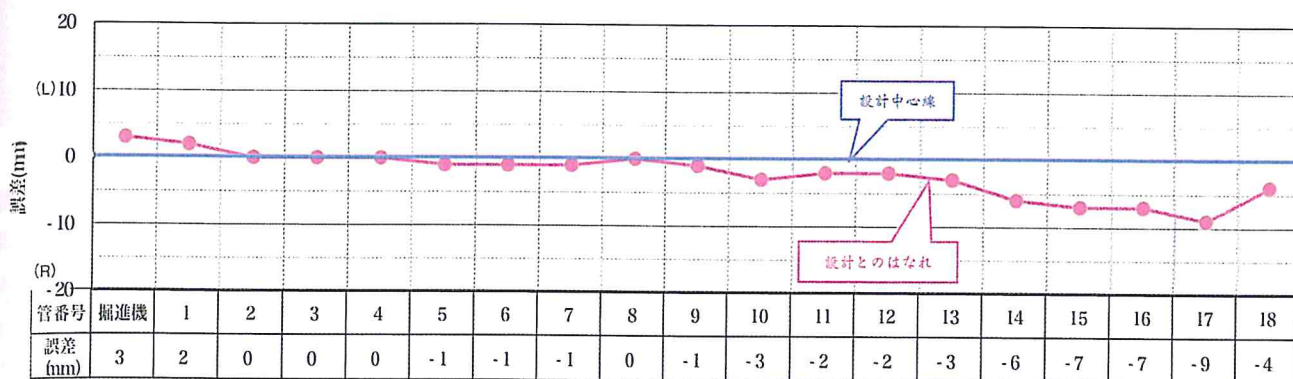


図-9 線形管理図 (水平)

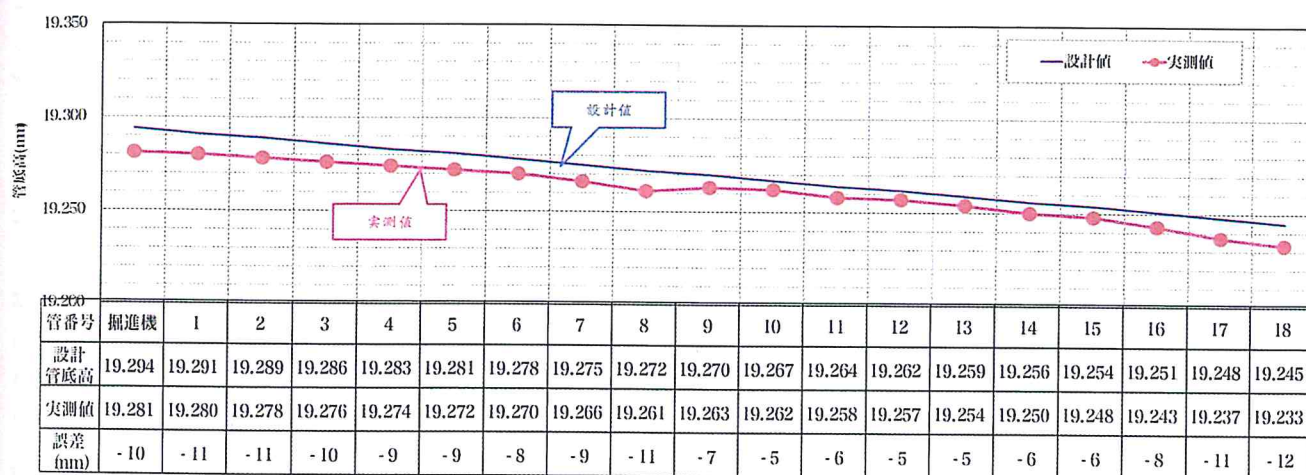


図-10 線形管理図 (管底高)

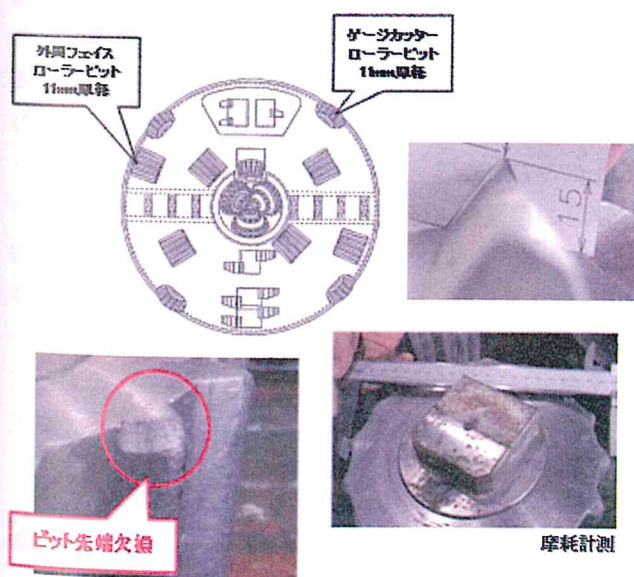


写真-5 ビット摩耗・欠損状況

(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

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、特殊ギア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言い難いが、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。

また、今回報告した施工に関して、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るとともに、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。

（特集・技術記事お問合せ先は本誌101頁に掲載）

【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) 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
- 4) 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