

# 推進 T 字側面接合法

## —MELIT 工法—

白 上 勝 章

従来、上下水道などの既設管渠へ新設管渠を接合する工事では、既設管渠近傍を地盤改良する方法、同近傍に接合用立坑を築造する方法が用いられてきた。これらの方法における課題は、立坑築造や地盤改良などの補助工法による工費・工期の増大、地上作業による周辺環境への負荷、および接合作業時の安全性確保などであった。

そこで、密閉式推進工法を用いた地中接合法、MELIT（メリット）工法を開発した。MELIT 工法は、特殊リング（切削リング）を外周面に装備した掘進機により、既設管渠側面を切削し新設管渠を機械的に接合する工法である。

キーワード：推進側面接合，切削リング，自生刃ビット，掘進機内部回収機構，防護コンクリート，止水注入

### 1. はじめに

多発傾向にある都市型集中豪雨などによる内水被害額は約 1.2 兆円（平成 6～15 年）に及んでいる。都市における浸水被害の要因としては、都市化進展に伴う雨水流出係数の増加，ヒートアイランド現象に起因する局地的な集中豪雨の増加，地下施設の浸水被害の増加が挙げられる。

一方、管渠面整備は、下水道全国処理人口普及率 70.5%（平成 18 年度末）、都市浸水対策整備率 52.7%（平成 17 年度末）の水準で進められているものの、特に都市浸水対策整備では、30 県が全国平均を下回っており、都市間格差が現れている状況である。また、大都市においては法定耐用年数 50 年を超える下水道管渠の老朽化による道路陥没災害も見受けられる。これらの対策として、関係企業者は「雨水浸水対策」や

「管渠老朽化対策」の事業推進化に取り組んでいる。特に浸水被害軽減対策では緊急整備優先区域等を抽出し、雨水幹線管路網や増補幹線の整備を急務としている。

このような背景を踏まえ、雨水幹線管路網などの整備をターゲットとして、既設管渠に新設管渠を地中接合することが可能となる MELIT（メリット）工法（MEchanical LIinking a pipe jacking Tunnel to underground structure）を開発した。

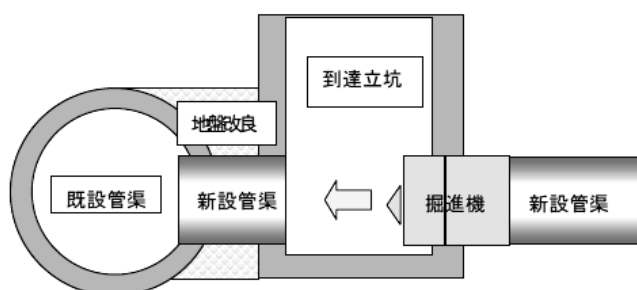
### 2. 開発の経緯

MELIT 工法は、密閉式推進工法の掘進機に特殊切削リングを装備し、既設管渠の直接切削を可能とした工法である。従来、推進工法により既設管渠に接合する場合は、既設管渠近傍に到達立坑を築造し、新設管渠を到達させた後に地盤改良を施工し、刃口推進工法などを用いて最終接合を行っている（図—1）。

その結果、立坑築造や大規模地盤改良による工期・工費の増大、周辺環境への負荷、あるいは接合作業時の安全性確保などが課題であった。これらの課題を解決すべく、MELIT 工法の開発に至った。

### 3. MELIT 工法の特徴と施工手順

地中接合掘進機の切削機構は、外周部回転切削リン



図—1 従来工法による既設管渠への接合

グ、切削リング先端に装着されている切削用自生刃ビット、伸縮型カッタスポーク、カッタスポークと切削リングとを着脱するためのかん合溝から構成される(図-2)。切削リングを回転させながら既設管渠へ切削・推進を行う。切削リングの回転力は掘進機本来のカッタスポークを切削リングにかん合させることによって、伝達され得られるものである。MELIT工法の適応呼び径はΦ1200mm～Φ3000mmとしている。適用可能な密閉式機械推進タイプは、泥濃式、土圧式である。本工法による切削機構はシールド工法における「T-BOSS工法」(T字接合シールド工法：T字接合研究会)を応用したものであり、「T-BOSS工法」は既に3件の施工実績を有している。写真-1に「T-BOSS工法」による到達接合状況を示す。

MELIT工法の施工手順を以下に示す。

①通常掘進により既設管渠へ接近後、掘進機を停止する。②掘進機カッタスポークを内周側に縮めた後、押し出しジャッキを作動させながら切削リングを既設管渠に接触するまで押し出す(図-3)。③伸縮型カッタ

スポークを切削リング内面にかん合させる。④切削リングを回転、押し出しながら、所定の位置まで切削する(図-4)。⑤切削完了後、掘進機および既設管渠防護コンクリート側から止水注入を行う(図-5)。⑥止水完了を確認後、掘進機内部機器類を回収・撤去

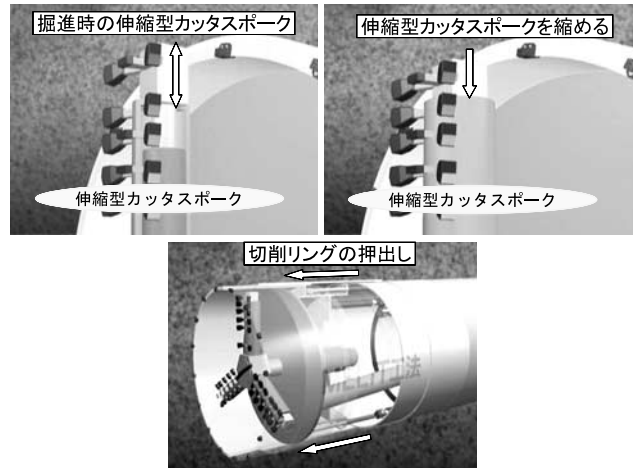


図-3 カッタスポーク縮+切削リング押し出し

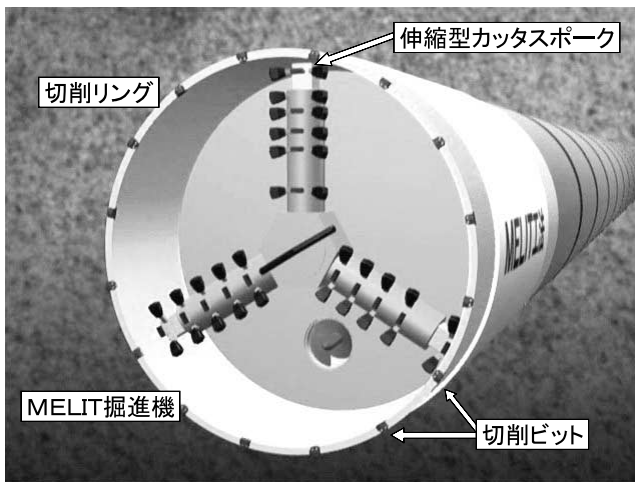


図-2 MELIT掘進機切削機構概念図

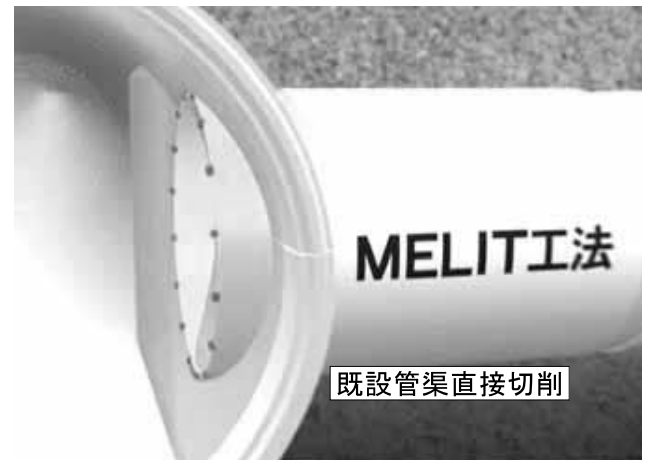


図-4 切削リング回転・押し出し



写真-1 T-BOSS工法到達接合状況



図-5 止水注入(掘進機側からのイメージ)

する。⑦内部ライニングを施工する。

本工法において、止水注入は切削作業完了後に行うものとしている。切削完了後、掘進機背後に続く先頭推進管グラウトホールおよび掘進機後方部の注入孔より、可塑状グラウトを注入する。同時に掘進機切羽チャンバ内に固結性滑材を注入し、切羽添加材と置換する。これら一連の注入で、掘進機および切削部周辺のシーリングを確保する。仕上げとして、予め打設した既設管渠内防護コンクリート注入パイプより恒久性グラウトを注入する。注入バルブを閉閉確認しながら、完全止水が達成されるまで補足注入を行う。

#### 4. 掘進機駆動部回収機構

MELIT工法は、到達立坑が不要となる。そのため、損料対象となる掘進機諸機器については回収機構を有している。ただし、切削リング、掘進機外殻部は残置し内面ライニングを施す。到達接合・止水完了後、既設管渠内防護コンクリートを撤去する。

次に図-6に示すとおり、カッタ伸縮ジャッキを縮めた後、中押しジャッキ、押しジャッキ、スクリーコンベアの一部を個別に解体し、回収する。

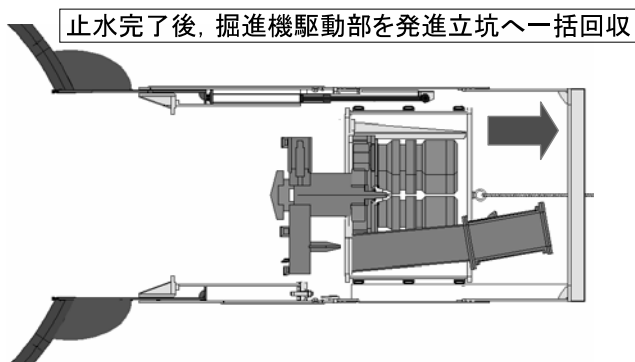


図-6 掘進機内部回収状況

最後にカッタおよび駆動モーター類を一括して、ウインチを用いながら発進立坑側へ引き戻し回収する機構となっている。

#### 5. 切削ビット

切削ビットは切削リング前周部に取付けられており、その構造は円形超硬チップを特殊合金（母材）に埋め込んだものである（図-7）。切削時、チップと母材が被切削体と摺れる際、それらの材質の硬度差（チップ>母材）に起因する磨耗量の差が生じる。母材が先行して磨耗することによって、常に新しいチッ

プが母材表面に突出する状況となり、安定した連続切削が可能となる。切削用自生刃ビットを写真-2に示す。

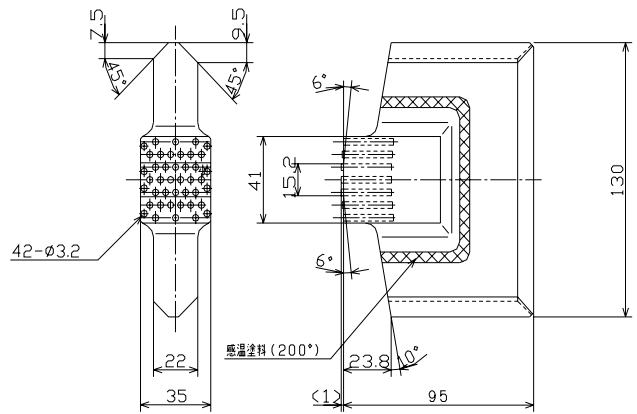


図-7 自生刃ビット詳細図

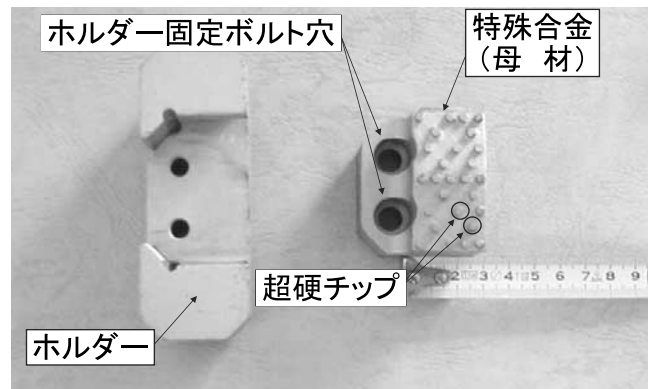


写真-2 切削用自生刃ビット

本切削ビットはRC構造物、鋼製構造物のいずれも切削可能である。切削能力については、過去の実証試験<sup>1)</sup>およびシールド「T-BOSS工法」の施工実績<sup>2), 3)</sup>などで確認されている。なお、安定切削を行うための掘進速度は1 mm/min程度である。

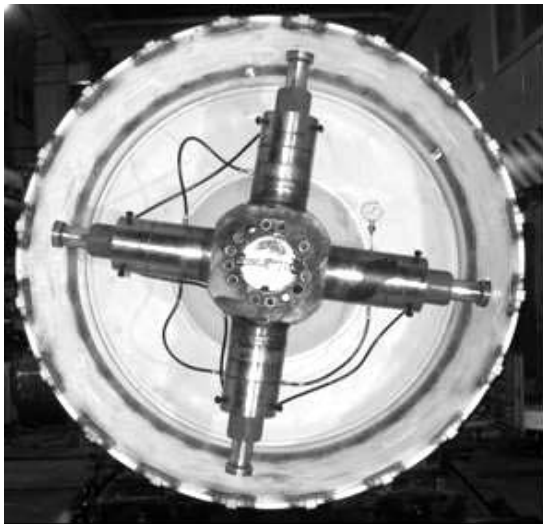
#### 6. 実証実験

MELIT工法における地中接合対応掘進機（MELIT掘進機）を用いた実証要素試験を実施した（平成16年12月15～16日、写真-3～5）。表-1に要素試験諸元を示す。

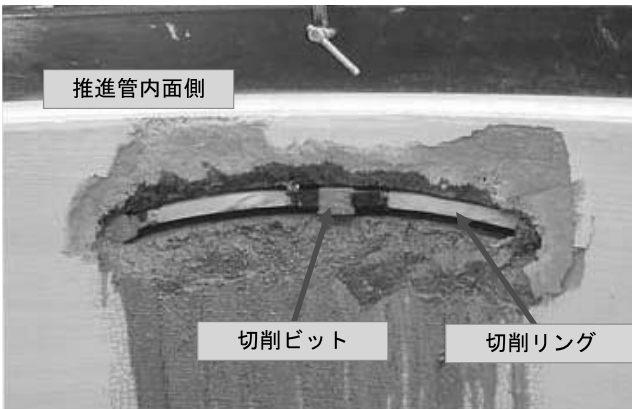
表-2に実験結果を示す。試験開始から特に大きな異常もなく、切削を完了した。推進速度は過去に実施した「シールド側面接合切削実験」より得られた最適値1.0 mm/minを目安に1.0～1.5 mm/minとした。切削に必要なビットの切込み深さ（t）は以下の式で表現できる。



写真一3 要素試験全景



写真一4 要素試験用MELIT掘進機前面



写真一5 貫通状況

表一1 要素試験諸元

機器名称	性能・概要
切削ビット	自生刃ビット 20個 (18°ピッチ)
切削リング	外径φ 2000mm
減速機	22kW (電動機2台)
カッタトルク	86.5kN・m (α = 10.8)
カッタ回転数	4.4rpm (回転/min)
押し出しジャッキ	500kN × 4本
被切削体	呼び径φ 2200mmRC管 (管厚190mm)

表一2 要素試験結果

切削時間	237min (開始～上部貫通時)
推進速度	1.0～1.5mm/min
カッタトルク	20～40kN・m
切削ビット磨耗量	平均1.09mm (20個) Max : 1.43mm, Min : 0.57mm

$$t = V / (n \times R) \text{ (mm/個)}$$

ここに、V : 切削推進速度 (mm/min)

n : 切削ビット取付け数

R : 切削リング回転数 (rpm)

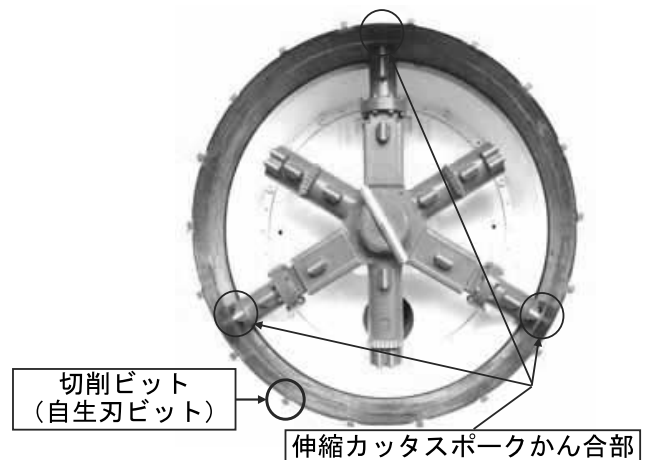
切込み深さ (t) は即ち、切削ビット1個あたりの切削能を示しており、ビット取付け数を設定するためのパラメータである。既往の「シールド側面接合実験」(鋼製セグメント切削) から、安定切削を行うための切込み深さは0.0125mm/個以下という知見が得られている。

本実験における切込み深さを算定すると、V = 1.0mm/min, n = 20個, R = 4.4rpmより、t = 0.0114mm/個 < 0.0125mm/個となり、安定切削が確保されていることが立証された。

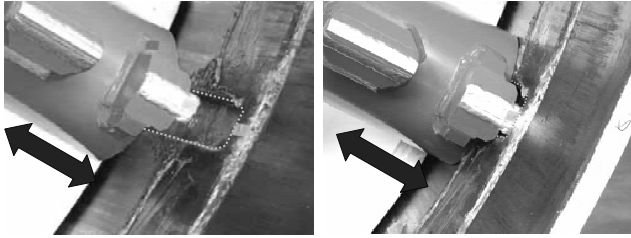
また、既往実験による安定切削摺動速度は40m/min以下という知見から、今回の摺動速度 = 2.0m × 3.14 × 4.4rpm = 27.6m/minは妥当であることを確認した。実測カッタトルクは20～40kN・mで、これをα値換算するとα = 2.5～4.0である(装備トルクα値 = 10.8)。

本要素試験は土中で実施したものではないことから、実施工におけるカッタトルク値は、実験値より若干大きくなることが想定されるが、通常掘進の装備トルクで対処可能なことを確認した。

なお、写真一6, 7に、要素試験結果から種々の改良を加え製作したMELIT掘進機(プロトタイプ)を示す。



写真一6 MELIT掘進機(プロトタイプ)



写真一七 伸縮カッタスポークかん合部状況

## 7. おわりに

既設管渠への分岐合流部構築をはじめとする管路網整備において、MELIT工法の適用性は高いものと考えている。

施工性、環境安全性、経済性から次の優位点を挙げることができる。①切削リングが接合時、土留め機能を兼用し安全性が向上する。②到達立坑が不要となるため、周辺環境への負荷が少ない。③接合時の大規模な地盤改良が不要となり、立坑築造とも併せ、工事コストの削減が可能である。

しかしながら、到達接合部の地盤状況が均等係数の低い滞水細砂層や非常に軟弱なモンケン自沈粘性土層

などの場合は、補助工法として別途地盤改良を検討する必要があることをつけ加えておく。

なお、MELIT工法は五洋建設㈱、(株)協和エクシオ、(株)アルファシビルエンジニアリングの3社が共同開発した工法であり、2005年度より「T-BOSS工法」(T字接合シールド工法：T字接合研究会)の推進工法用接合工法(T字接合研究会 推進部会)としてメニュー化されている。 JICMA

### 《参考文献》

- 1) 平井幹男・古田哲男・田中雄次・高橋良文：シールド側面地中接合工法の開発，(社)日本トンネル技術協会誌 トンネルと地下，**362** [31]，pp.59-67 (2000.10)
- 2) 黒木鎮利・峯英治・小野友成・網野巖：単筒構造 T-BOSS で既設幹線に地中接合—東京都下水道 飛鳥山幹線シールド—，(社)日本トンネル技術協会誌 トンネルと地下，**429** [37]，pp.39-47 (2006.5)
- 3) 外裏雅一・高松伸行・原田喜可・平間利昭：機械式 T 字接合シールド工法 (T-BOSS 工法) による実施工，第 48 回「シールドトンネル工法施工技術」講習会テキスト，日本プロジェクトリサーチ (2004)

### 【筆者紹介】

白上 勝章 (しらかみ かつあき)  
五洋建設㈱  
土木部門 土木本部  
土木設計部 課長



## 橋梁架設工事の積算

——平成 19 年度版——

### ■改定内容

- 1) 鋼橋編
  - ・架設術設備質量算定式の改訂
  - ・施工歩掛の新規及び一部追加掲載 (杓据付工 (ゴム杓据付工), 歩道橋 (側道橋) 架設工)
  - ・施工歩掛の改正 (鋼橋架設工足場工)
  - ・その他 (送出し・降下の数量名称簡素化, 工種内容の説明補足, 床版足場工簡素化)
- 2) PC 橋編
  - ・機能分離支承の設置歩掛
  - ・外ケーブルによる既設構造物の補強工
  - ・プレキャストセグメント組立工 7 分割の歩掛
  - ・その他 (張出架設柱頭足場工の追記, 地覆高欄作業車設備の組立解体歩掛, 架設術アンカ

—数の変更等)

### 3) 橋梁補修補強工事積算の手引き (別冊新刊)

■ B5 版 / 本編約 1,100 頁 (カラー写真入り)  
別冊約 110 頁 セット

### ■定 価

非会員：8,400 円 (本体 8,000 円)  
会 員：7,140 円 (本体 6,800 円)

※別冊のみの販売はありません。

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>