

# 他工法とのコラボ 「複合推進」

キーワード

鋼製さや管工法, 小口径管推進工法, 複合推進, 鋼矢板, 残置障害物, 障害物切削



他の工法が推進困難になるような、残置障害物、埋もれ木や巨礫等のリスクを回避させる、当工法の施工事例を紹介する。

## 1. 当工法の概要

当工法による下水道等の管きょ敷設工法は、推進工程と本管敷設工程を組み合わせた複合工程である。推進工程はボーリング式二重ケーシング方式である。本管敷設工程は、下水道の場合は推進管貫通後、管きょの勾配等を調整したスペーサ付塩ビ本管を挿入敷設する。更に推進管と挿入敷設した本管との間隙に、中込注入材を充填してパイプラインを構築する方式である。

### 1-1 SH・SHミニ工法の推進工程

推進工程は推進管（鋼管）内に切削ビットの回転と排土に供するケーシングロッド（内管）を組み入れて、切削と排土を行い、同時に推進管を圧入させるものである。

ケーシングロッドには、切削回転動作を円滑にするために外周にローラベアリングを配してある。切削ビットはケーシングロッドの先端に取り付けてあり、ケーシングロッドの回転に連動して切削回転をする。排土は内面に取り付けたスパイラルの作用で機械後部に搬出される。推進機本体には、ケーシングロッドに回転力を伝達するスピンドルロッドが装着されてお

り、ギヤードモータで駆動する。推進管は推進機本体の押金に、はめ込み鏡部のガイドフレームで高さ勾配をセットし推進する。

切削時は、推進管とケーシングロッドの隙間に掘削水を送り、切削ビットの後方で噴出させる。掘削水は、ケーシングロッドのローラベアリング部を冷却する。また、切削土による先端開口部の閉塞を防ぎ、排土を容易にさせている。推進ジャッキは、推進機にセットさせており、前後進時にスライドベースに反力ピンを差し込み、推進反力を得る。

切削による切削ビットの磨耗や破損の対処は、推進管を引き抜かず刃先本体、ケーシングロッドを発進立坑に引き戻して、新たな切削ビットに交換する。

推進管径に制限はあるが、推進対象地盤に応じて特殊ビットへの交換および取込制御装置等の装着が可能である（表-1、図-1～3、写真-1）。

表-1 SH・SHミニ工法の機種ラインアップ

工法名	SH工法		SHミニ工法	
	SHM600	SHM800	SH46	SH610
掘削方式	ボーリング方式		ボーリング方式	
鋼管径	400～600	600～1000	400～600	600～1000
鋼管長	3.0m		1.0m	
立坑寸法 (発進)	2400×6400	2800×6400	φ2000	φ2500

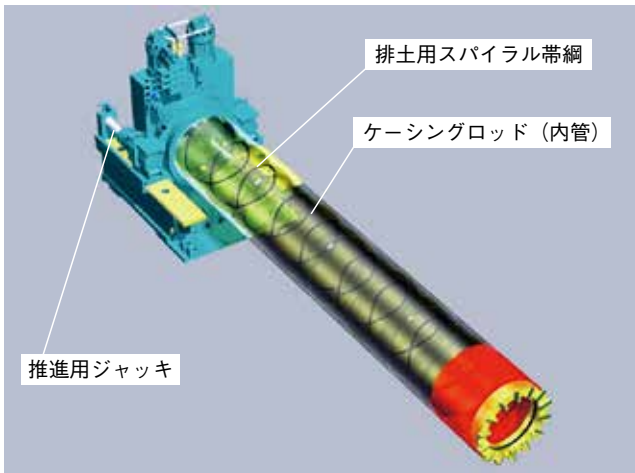


図-1 SHミニ工法 機構構造図



図-2 推進状況図



写真-1 SHミニ工法 推進機全形

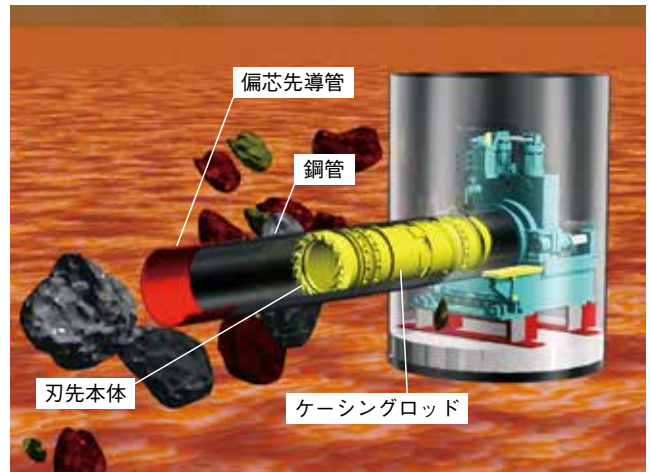


図-3 ケーシングロッド引抜き状況図

## 2. まえがき

当工法は、開発された当初から巨石、粗石を含む礫地盤での施工が多い。最近では地下に残置された障害物を切削推進し、到達させる施工が増えてきている。さらには他の工法が何らかの原因で到達できない場合に、到達立坑から推進して到達の補助をする、「お助けマン」的な施工例もある。これらはいくまでも、他工法が推進施工中に障害物等のトラブルに遭遇してしまったことであり、事前に予想されたことではない。これに対し施工前の調査で、推進する位置に障害物や埋もれ木等の、異物の混入や急激な土質の変化がわかる場合がある。このリスクを回避するために、当工法がそのスパンを施工する場合もあるが、当工法と他工

法の複数の推進工法が共同で行う施工例がある。

その概要は、発進立坑または到達立坑から、当工法が障害物のあるエリアを抜けるまで推進し、次に他工法によって当工法が推進敷設した鋼管の中を通過して到達させる方式である。これを今回、複合推進として紹介する。

最近、当工法の広告として「推進レスキュー」と表記して普及のためのPRを行っている。レスキューとは助けることを意味するが、当工法と他工法の2種類の推進工法のそれぞれの長所を最大限に発揮できるよう、互いに共同の推進工事を行うことで、推進工法による管築造工事を完成させることも、レスキューの一端ではないかと思う。もちろん複合推進を行うには、当工法が要求する諸条件が揃っていなければならないが、到達立坑がなくても先端の刃先を発進立坑で回収が可

能で、刃先の切削ビットを交換できるなど、当工法の長所を多くに発揮していることに他ならない。

このような複合推進が増加しているのは、他工法が長距離の推進を可能にしたことや、直線だけでなくカーブ推進も可能にしたことが大きい。

近年、推進工事では各工法が適材適所に採用されて、それぞれが活躍している。推進距離が延びれば立坑の数も少なくて済む。しかし推進箇所には障害物があったり、急激な土質の変化のある場所の間合せも多くなっている。

### 3. 複合推進について

当工法が行う推進は、鋼管による鋼製さや管となるため、他工法の推進管外形より大きい径によって推進を行うものであり、当工法が他工法より先に推進を行うのが基本である。次に推進は発進側から行う場合と、到達側から行う場合がある。その最大の条件は障害物が発進側に近い位置にあるか、あるいは到達側に近いかである。基本的には立坑寸法が大きい場合は、SH工法で推進を行い、立坑寸法が小さい場合はSHミニ工法で行う。立坑サイズによっては当工法の推進機が搬入できない場合があるので注意が必要である。

発進側からの場合と到達立坑から行う、複合推進の概略作業をフロー図で説明する。

#### 3-1 発進立坑からの複合推進

①当工法のSH工法またはSHミニ工法の推進機を発進立坑に設置し推進作業を行う。

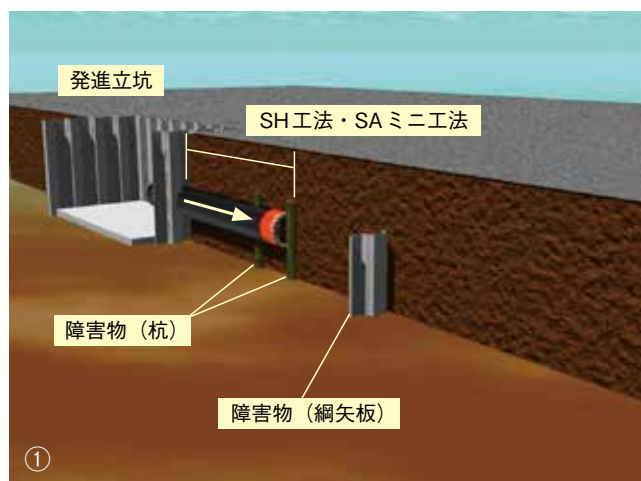


図-4 ①発進立坑から当工法が推進

図では障害物を杭、鋼矢板と表しているが埋もれ木や巨石の場合もある(図-4)。

- ②障害物を突破するまで当工法による推進を行う。  
ケーシングロッド、刃先を発進立坑側に引抜回収を行い、障害物を撤去する。当工法の推進機を撤去し、場合によっては、鋼管内の充填を行う(図-5)。
- ③他工法の推進機を発進立坑に設置し当工法が行った鋼管内の推進を行う(図-6)。
- ④鋼管を通過した後の地山を継続して他工法による推進を行い到達完成させる(図-7)。

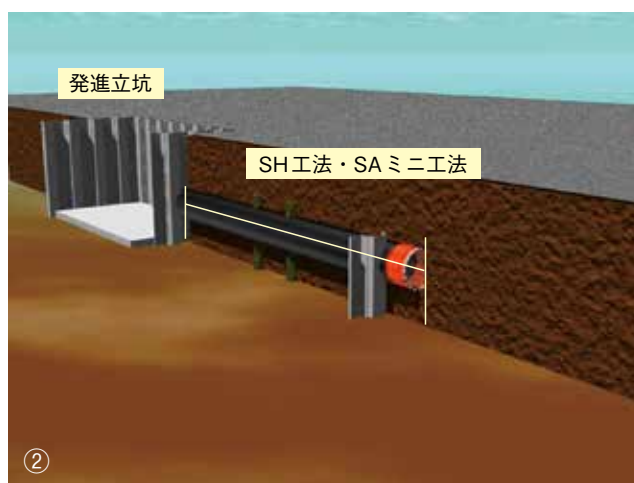


図-5 ②発進立坑から当工法の推進完了

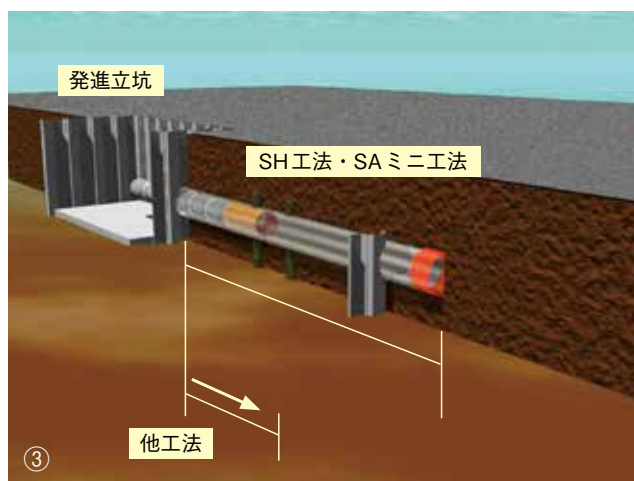


図-6 ③発進立坑から他工法の推進開始

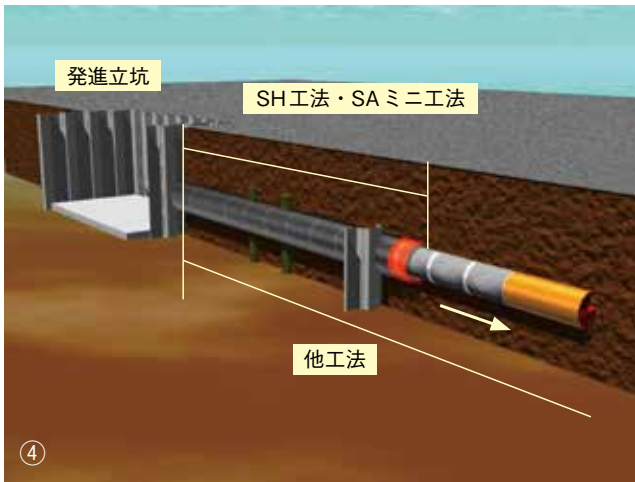


図-7 ④発進立坑から他工法の推進継続

①到達立坑に当工法の推進機を設置し推進を開始する。障害物を突破する位置まで当工法による推進を行う。ケーシングロッド, 刃先を発進立坑側に引抜回収し, 障害物を撤去する。当工法の推進機を撤去し, 場合によっては, 鋼管内の充填を行う (図-8)。

②他工法の推進機を発進立坑に設置し当工法が行った推進鋼管に向かって推進を行う (図-9)。

③引き続き推進鋼管内の推進を行い当工法が行った鋼管内に進入させてさらに鋼管内を推進して貫通させる (図-10)。

④到達後マシンを撤去, 完了となる (図-11)。

### 3-2 到達側からの複合推進 (図は立坑が小さい場合を表示)

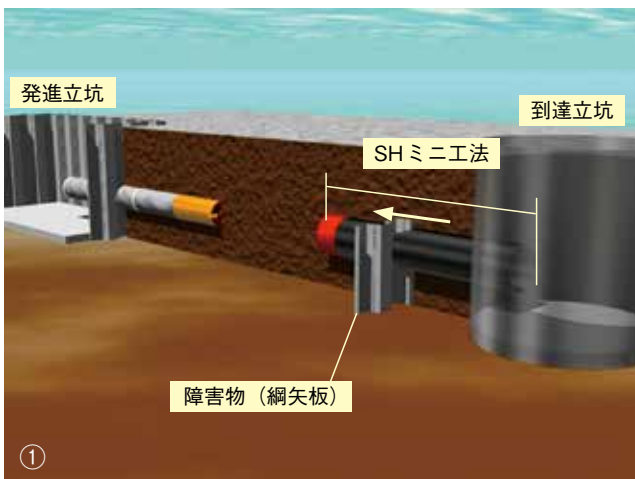


図-8 ①到達立坑から当工法の推進開始、完了

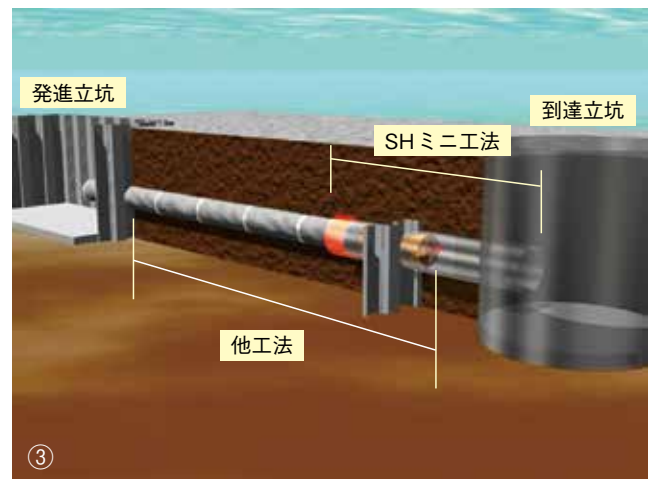


図-10 ③発進立坑から他工法が推進中

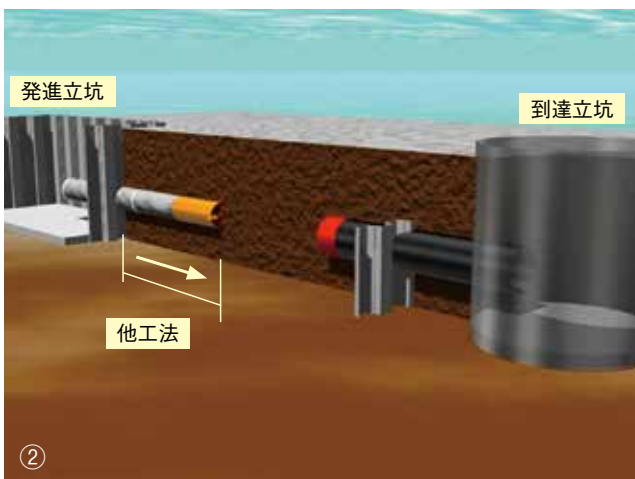


図-9 ②発進立坑から他工法が推進開始

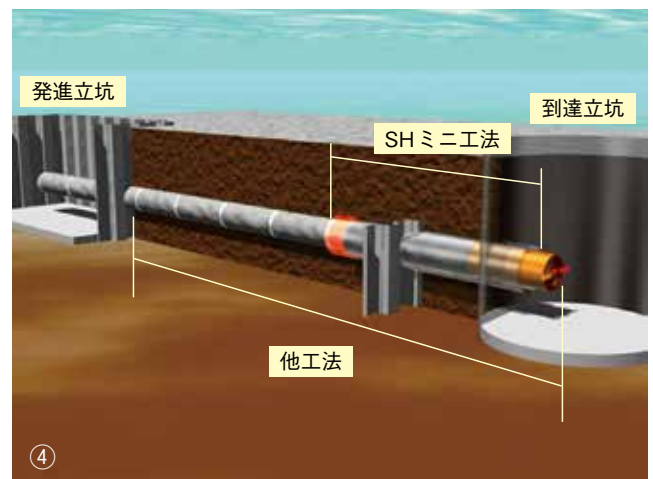


図-11 ④発進立坑から他工法が到達、推進完了

複合推進を行うにあたり、注意しなければならないことは、当工法の推進精度の維持が重要になってくる。障害物を切削して推進しながら、精度を維持することは、通常の推進に比べリスクを伴う。施工前に推進距離や土質の状況を出来る限り詳細に把握しておく必要がある。特に推進する地盤の安定は、絶対に必要な条件である。

推進距離について、他工法が途中で止まっている場合は、自ずと決まってくるが、それ以外の場合、当工法がどの位置まで推進すれば良いか、判断するのが難しい場合が多い。それは障害物や埋もれ木等が、どの位置まであるのか不明な場合が多く、当工法の推進距離が予定より短くなる場合はほとんどない。いずれにしても土質等の事前調査が重要である。当工法の推進を止める位置の判断は、主に予定した推進位置で、排出した残土の状況を見て行う場合が多い。障害物を切削した破片等の異物が混入していれば、他工法の推進が困難な状況になることも予想されるため、当工法の推進距離を延長することになる。当工法は推進距離の大幅な延長には限界があり、曲線形の推進は出来ない。そのため立坑の数が増えた場合、大きな予算の変更が発生することになり、発注元との協議が必要になってくる。

#### 4. 障害物切断の施工例

障害物のなかには様々なものがあるが、その中でも、非常にやっかいなものは鋼製の障害物である。その中でも鋼矢板は凹凸があるため、切削切断は切削ビットの損耗も激しく難易度が高い。鋼矢板を切削する角度は、坑口の鏡部と同じ角度の垂直方向を想定しているが、角度によっては切削に非常な時間を要し、多額の施工費を費やすこともある。

ここに紹介するのは、鋼矢板を縦断方向に切断した施工例で、当工法の中でも究極の限界に挑んだ施工例である。

当該工事の場合、低耐荷推進工法による推進工事路線の1スパン中に、鋼矢板が縦方向に残置されているのが明らかとなった。当然、この状況の打開策を色々検討されたが、最後に当工法による推進となった。この工事内容を聞かされた時は、これは「ギネス」への挑戦か？ 正直、会社が窮地に陥れるかもしれないと

腹を括った。

施工の条件である発進立坑、到達立坑はともにφ2000mmの鋼製ケーシング立坑であったので、SHミニ工法での施工となった。推進長35mで最後に敷設する本管径は塩ビφ300mmで、鋼管径をφ500mmでの計画になったが、この障害物の状況を鑑みて、リスクを回避のため、少しでも剛性の強いφ600mmでの施工承認を得て行った。鋼矢板を切削切断する刃先も、新たに設計製作して工事に挑んだ。様々な準備をして工事を行い、すべてがパーフェクトとはいかなかったが、この工事において学んだことも多い。ダメージが大きかったことは、あと数メートルで到達する前に、さらに予想外の鋼矢板が出現したことであった。多くの時間を費やして、無事に完成させることができたが、「たまたま」なのかもしれない(写真-2, 3)。



写真-2 残置鋼矢板と推進鋼管との位置関係

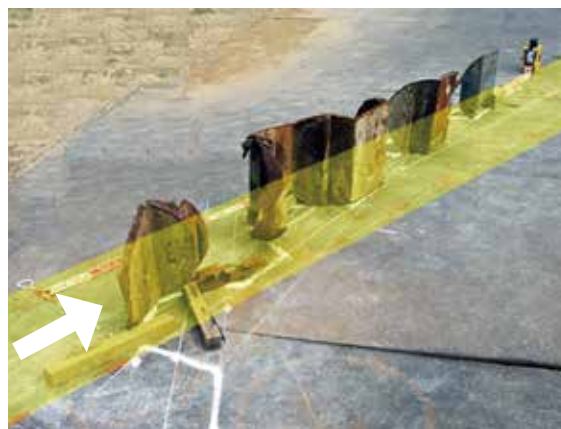


写真-3 推進中排出した鋼矢板と推進鋼管との位置関係

## 5. あとがき

近年、障害物を切削する施工事例が増えつつある。「推進レスキュー」とエラそうなことを言っているが、本音を言えばかなりのリスクもあり、つらいことである。

最近、障害物切削において様々な問題も浮上してきた。鉄筋コンクリートを切削する場合に、

鉄筋の配筋の形状、鉄筋の太さやコンクリート底部にある敷石などが、刃先の切削ビットの損耗を助長させて、切削能力を著しく低下させる。これらの実績から得られたデータを今後分析し、改めて切削ビットの対応距離、日進量の算定を行いたい。

かつて他工法が障害物や巨石に遭遇し、推進が困難となって、当工法が代わって推進を行う場合は、他工法推進した管を一旦引き抜いて撤去した後、改めて推進を行うことや、他工法が止まっている場所に中間立坑を築造して、その位置から推進を行う事が多かった。また当工法が他工法を到達側から迎えに行くことは、数は少ないが以前から実績としてあったことである。つまり共同で推進を行う複合推進は、最近始まったことではない。それを初めから計画するか、しないかである。複合推進の場合、当工法はメインの推進工法ではなく、あくまでも鋼製さや管の仮設工法である。言

い方が悪いがエンターテイメントに例えれば、前座のような存在である。仮設に費用をかけたくない思う気持ちも理解できる。

他工法が時代と共に進化を遂げていく中で、「SH工法はどう進化した？」と機構的に工法の進化を問われる機会も多い。それに対して「全然進化してないの？」と皮肉を言われることも少なくない。しかし勝手な言い訳だが、太古のころから進化をせずに、生きながらえている生物がいるように、当工法は大きな改良を行うこともなく、各現場の条件にその都度対応しながら生き残ってきた。当工法は小口径管推進工法の中で、化石的な存在なのかもしれない。複合推進は他工法との共存共栄を図るもので、中小企業が生み出した、化石的な工法として生き残れる手段の一つであると自負している。

今後、蓄積した施工の実績を肥やしにしながら技術の伝承を行い、様々な施工条件のもとで採用されることを目指し、さらなる努力をしていく所存である。

最後に当工法の施工に多大なご協力を頂いた、発注元、元請会社、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝申し上げます。次第である。

(特集・技術記事お問合せ先は本誌●頁に掲載)