

回収再投入可能掘進機による障害物対応型「テラシャトル工法」の施工

皆川 薫

MINAGAWA Kaoru

(株)イセキ開発工機
営業技術部



1. テラシャトル工法による施工の概要

近年都市部では、ライフラインが充実し、道路地下には上下水道、ガス、電気、通信等のトンネルや管渠が多数埋設されている。新たに埋設される管路等はそれらを避けて建設せざるを得ない状態であり、不要になった立坑の鋼矢板や地上構造物のPC杭等の残置された支障物もあり、推進工法では対処が難しいため、年々その深度が深くなってきている。また、それに伴い立坑の築造や用地の確保も困難な状況にあるため、従来開削、立坑等の築造で行われていた支障物の撤去や管路接合部も非開削での施工が必要となっている。

ここでは、「非開削による支障物撤去を行える」「到達立坑を築造せずに、推進した管の中から発進立坑まで掘進機を引戻して管路を築造する」テラシャトル工法による施工について述べる。

収、再投入（往復）が可能な掘進機（アンクルモール・テラシャトル）を用いて、地中接合や支障物の対応を非開削で施工する工法である。

面板の縮径機能を有しながらも、玉石混じり砂礫、砂礫、砂質土、粘性土、での推進が可能な泥水式掘進機アンクルモール・スーパーの能力を引き継いだ掘進機であるため、適用土質が広いことが特徴である。また、掘進機先端上部に薬液の注入孔を設けている。この薬液機構で支障物や構造物との近接施工時の地山の緩み抑止対応や掘進機回収時の余掘り部（テールボイド）の止水が可能となっている。アンクルモール・テラシャトル外形図を図-1に示す。以下にカッターヘッド縮径・拡張機構、薬液注入機構について述べる。

2-1 カッターヘッド縮径・拡張機構

カッターヘッドは、中空駆動軸中のスライドロッドにより拡張ビットを縮めながら、掘進機を引き戻す構造である。縮径での抵抗が少ないように、掘進機が後退すると同時に拡張ビットが縮まり、ビットが掘削面に当たらない機構となっている。また、縮径時には土砂

2. テラシャトル工法施工の特徴

テラシャトル工法は、面板の縮径機能を有した回

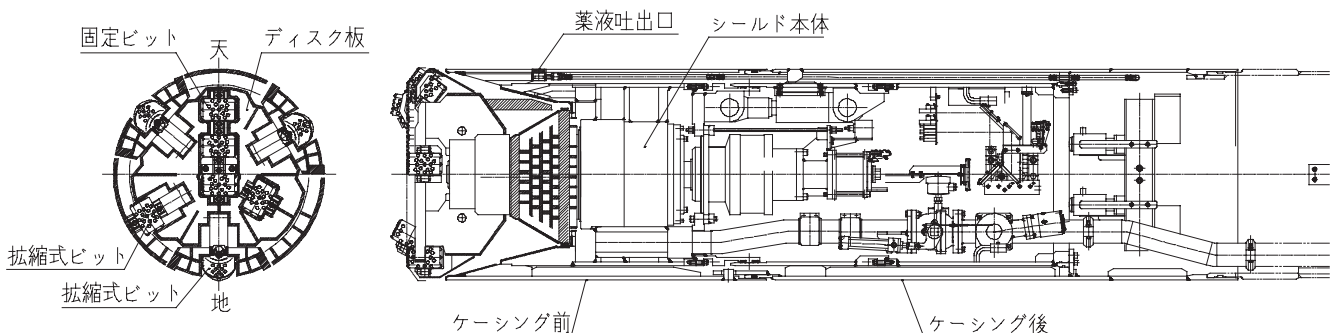


図-1 アンクルモール・テラシャトル外形図

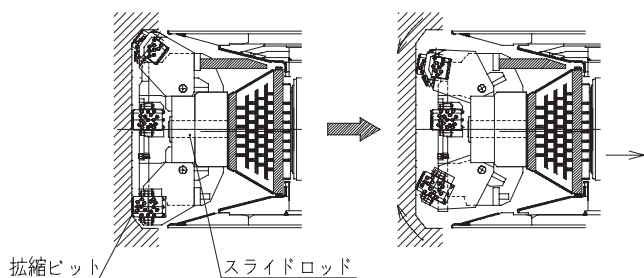


図-2 カッターヘッド可動状況図

等が充満している可能性があるチャンバー内部は、動かずに縮径できる構造である。掘進機の再投入時も同様に拡張する。図-2にカッターヘッド可動状況図を示す。図に示すとおり、推進管外径に対して、掘進機は約13%の縮径ができるため、推進管内の回収・挿入は多少の蛇行でも問題なく、スムーズに行うことができる。

2-2 薬液注入機構

薬液注入機構は、掘進機後方の薬液注入口（外部ホース接続口）より2本1系統の注入ホースで、掘進機先端部の薬液吐出口（上部2箇所）に接続されている。薬液材は、薬液吐出口内でミキシングし、加圧充填される。図-3に薬液注入機構図を示す。

この機構により、支障物や構造物との近接施工時の

地山の緩み抑止と掘進機回収前の掘進による発生した余掘り部（テールボイド）の止水を行う。止水効果を高くするためと改良範囲を少なくなるために、薬液注入孔は掘進機の前方に設置している。また薬液注入機構は、1箇所が閉塞した場合の予備として、距離に応じて数箇所配置することができる。

3. アンクルモール・テラシャトル工法による施工例

工事は非開削部の防護としてパイプルーフを施工する工事である。また、計画された推進管路には、立坑の残置された鋼矢板や地上構造物のPC杭があり、この支障物を非開削により安全に撤去できる工法が求められていた。そこで、カッターヘッドの拡張・拡張機構を可能としたアンクルモール・テラシャトル掘進機を採用することで、支障物の対応を行った。

3-1 支障物と対処方法

推進管路部には施工線上に以下の支障物が存在した。

- ①基礎杭RC杭φ300mmがあり、3スパンにわたり施工時の障害となる。
- ②I形鋼300×150および鋼矢板Ⅲ型が4スパンにわたり施工時の障害となる。

支障物は、機械掘削による切削除去不可能な鋼製材

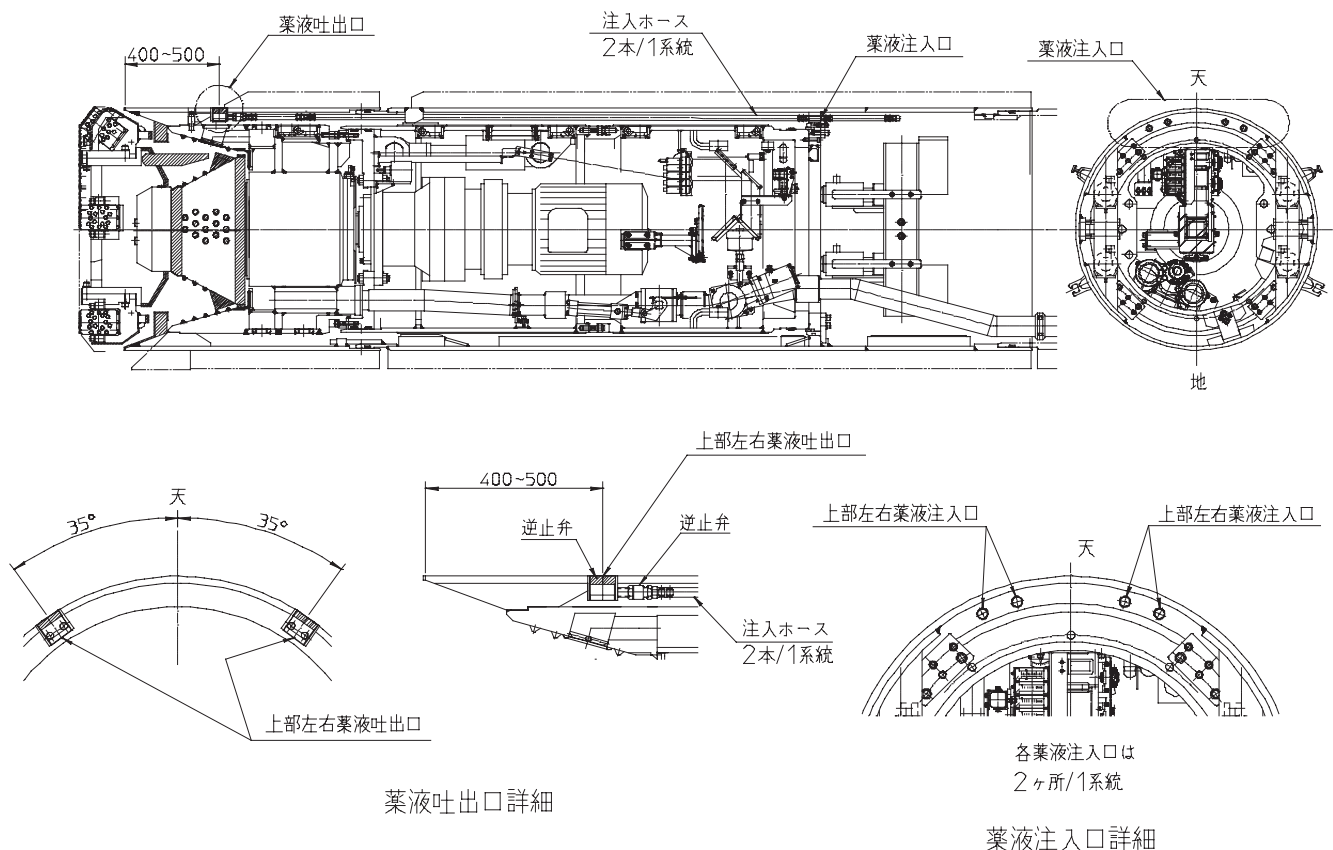


図-3 薬液注入機構図

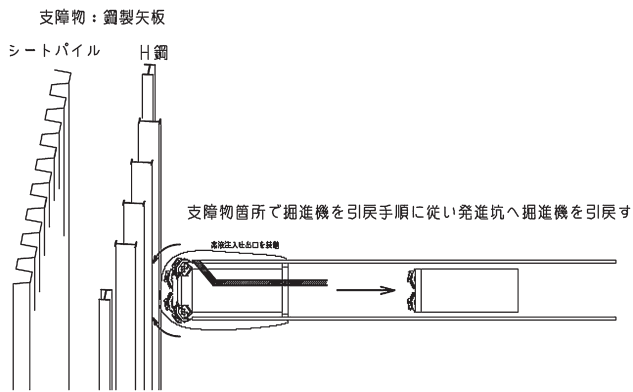


図-4 支障物箇所での掘進機引き戻し

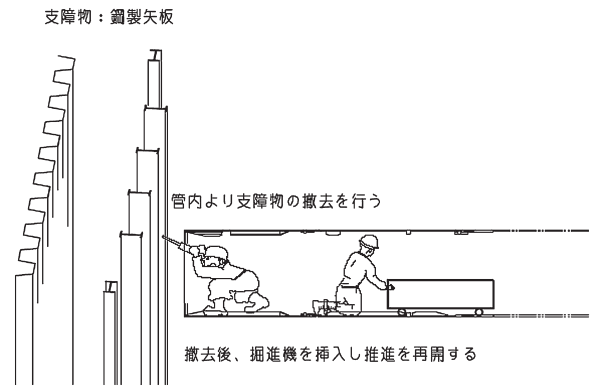


図-5 刃口推進と支障物撤去作業

であるため、掘進機を回収後に管内より人力で鋼材を切断撤去する施工方式で行った。また、②のH鋼と鋼矢板の支障物区間距離は約3mであり、この3m区間は掘進機回収・再投入より刃口推進で行ったほうが施工期間の短縮となるため、刃口推進による施工を計画した。

3-2 実証施工

本工事での使用にあたり、縮径・拡張機能の確認及

びサイクルタイム測定等を目的に模擬地盤での実証施工を計画した。水槽内に作成した模擬地盤で掘進、掘進機の回収、再設置、再掘進を行った。模擬地盤には砂層でコンクリート層を挟み込み、コンクリートの中には最大一辺40cmの石を混在させた。図-6に実証施工用模擬地盤の地質状況を示す。

実証施工は、大きな問題もなく終了し、掘進、掘進機の回収、再設置、再掘進の全工程で、カッタヘッドの拡張機構が正常に作動することを確認した。写真-1に実証施工状況、写真-2に掘進機回収状況を

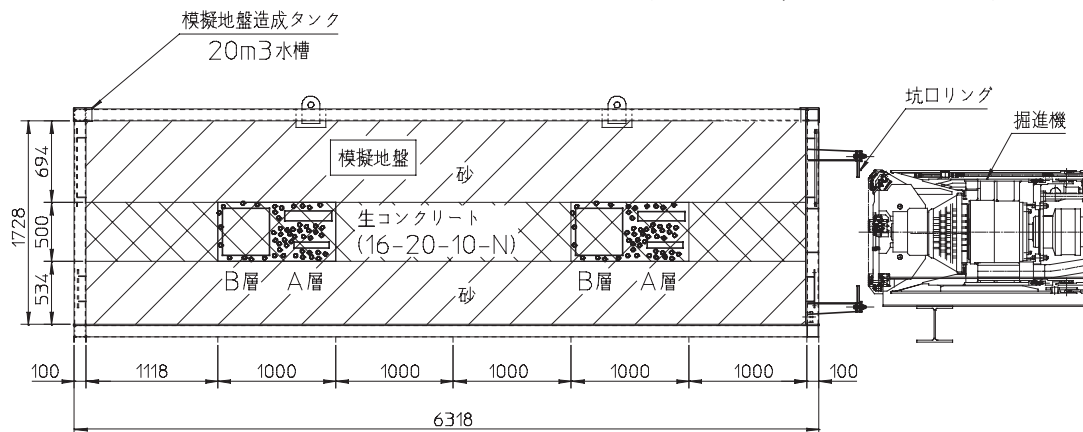


図-6 実証施工用模擬地盤



写真-1 実証施工状況

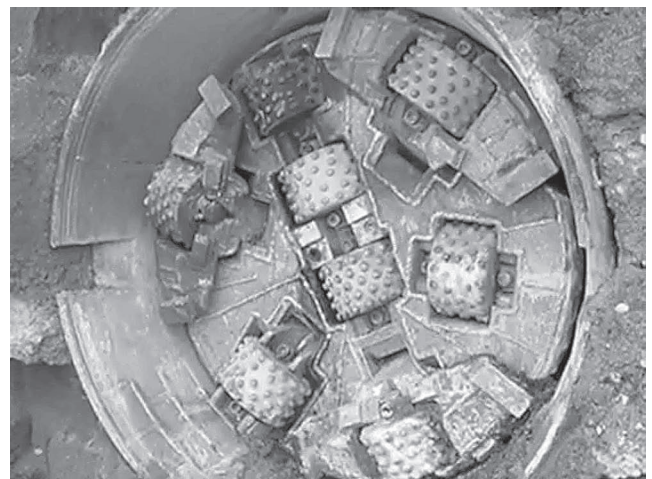


写真-2 掘進機回収状況

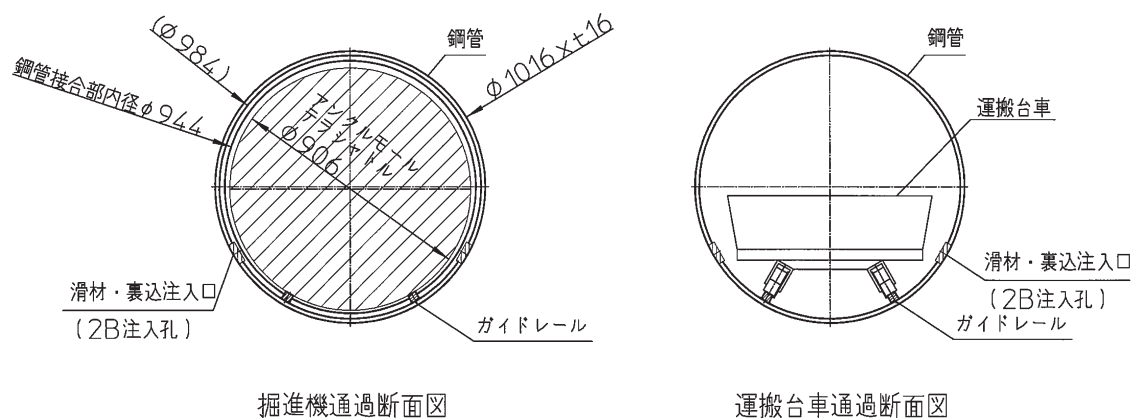


図-7 鋼管ガイドレール設置図

3-3 施工結果

支障物撤去施工にあたり、下記の点に留意した。

- ①掘進機引戻し、挿入時は掘進機の姿勢を制御するため、TVカメラ、ローリング計およびピッチング計により掘進機の状態を確認しながらの作業とした。
- ②換気設備は十分な換気が行えるように、強制循環方式とし、発進坑管口に設置した送風機から送られるエアを切羽まで配管されたバキュームシステムにより吸引する構成にした。また、バキュームシステムは、支障物撤去時の掘削土砂等の搬出方法として、併用する設備とし、作業の効率を図った。
- ③鋼管の接続は通常溶接接合であるが、今回は特殊接着剤による接合であった。接着方式鋼管の管端カラー部は、管内に段差ができる構造であったため、管内の段差と同じ高さにガイドレールを設置することで、掘進機がレールの上を滑走する構造とした。図-7にガイドレール設置状況を示す。

土被り約15m、地下水位約GL-1.5~-4.0mの施工であり、地下水の流入も懸念されたが、掘進機前部の薬液注入効果により、テールボイドからの湧水はなく、施工は無事施工完了した。また鋼管ガイドレールの効果により、障害物撤去時の運搬台車のローリングも抑止され、障害物撤去等は当初の想定したサイクルよりやや短い結果となった。ガイドレールの効果は、大きかったと評価している。

4. 今後の課題

アンクルモール・テラシャトル工法は、掘進機の引戻し機構により到達部の地上占有スペースに囚われることなく、既設人孔、トンネル、水中へと管路を敷設することが可能である。また、引戻し、再投入ができる機構を利用することで、カッタビットの交換が容易であり岩盤地層推進の長距離化ができるなど、様々な用途が考えられる。

しかし、本工事のような鋼管推進では問題ないが、敷設する推進管がヒューム管のような場合は、鋼管をさや管とした2工程式の推進工法となる。工程の短縮、工事費低減のためには1工程式の推進であることが好ましいのは歴然であり、現在、推進工法用鉄筋コンクリートなど適用管を直接推進し、管内を回収、再投入ができる掘進機を開発中である。

◆お問い合わせ先◆

(株)イセキ開発工機

〒160-0004 東京都新宿区四谷2-10-3

Tel. 03-5363-1611 Fax. 03-5363-1617

URL <http://www.iseki-polytech.com/>