

解説 進化した推進技術

大中口径管推進工の最先端

なかの まさあき
中野 正明

機動建設工業(株)
代表取締役社長
(本誌編集委員)



毎年の恒例記事となっている当月号の最先端推進技術のご紹介を、今年も1年を振り返りながら記述させていただきます。

昨年の記事は、都市部における制約条件を克服するための施工技術や海外への展開という観点で①推進+シールド施工技術②障害物機内撤去技術③埋設物輻輳箇所の推進工法付帯技術と海外の施工事例などを紹介させていただきました。その後もそれらの施工技術はさらに進歩し、新たな制約条件に挑戦する1年であったように感じています。

大中口径管推進工法を国内での施工する場合、その施工環境はますます厳

しくなってきた、施工条件に応じた技術の開発が必要とされています。特に都市部においては新設管きよを既設埋設物を避けながら施工したり、時によっては障害物を撤去しながら施工したりするケースが増えてきています。そのような制約条件やそれを解決する施工技術として注目されるのは①大土被り施工②小土被り施工③障害物対応施工④雨水管きよなどの大口径・長距離・曲線施工などです。また、国内市場成熟と海外における日本の推進技術の評価を背景に海外における施工事例が増加し、今後も現地の状況に合わせた推進技術の発展・定着が望まれます。

ここではそれぞれの技術の問題点やその解決手段と先端の施工事例などを紹介して、今後の設計や施工の参考にさせていただきたいと思います。

1 大土被り施工

既設構造物の輻輳する断面を避けると共に大深度地下利用法の施行なども相まって、近年では大土被りの管路埋設に推進工法が採用されるケースが増えてきています。大土被りの定義に確たるものではありませんが、GL-20m以深の施工は大土被りと呼ばれると思われます(図-1、写真-1)。

大土被り施工の問題点は主には高水圧に起因するもので、管材や施工方法に様々な工夫や開発がなされています。

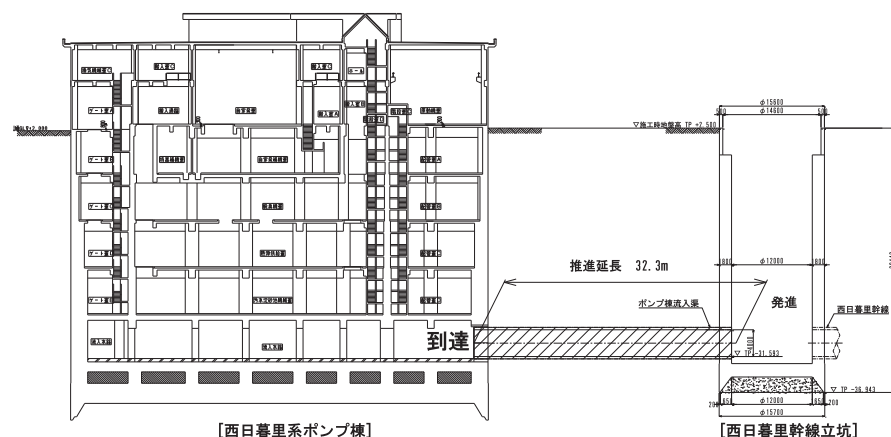


図-1 流入渠縦断面図(発進立坑～到達立坑)



写真-1 推進管吊り降ろし



写真-2 掘進機



写真-3 合成鋼管

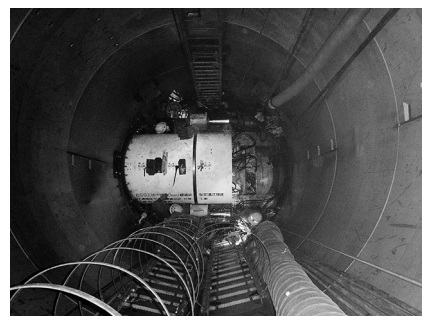


写真-4 掘進機発進状況

1.1 推進工法および掘進機

大土被り推進工に採用される推進工法は、高水圧対応を重視して泥水推進工法がほとんどです。まれに泥土圧工法が用いられる場合もありますが、添加材の選定やスクリュコンベヤに工夫が必要です。また、掘進機は推進工法ですから汎用の掘進機を使用しますが、中折れシールや水圧計、バルブなどは事前の入念な整備が必要です(写真-2)。

1.2 管材

管材料の選定には土圧による外圧強度も重要ですが、継手の止水性能が最も重要です。ヒューム管を使用する場

合は下水道協会規格の最も止水性能の高いJCタイプでも、止水性能は0.2Mpaであるため、それ以上の水圧がかかる場合は0.4～0.6MPaの特殊な継手管を使用するか、それ以上の場合は鋼コンクリート合成管、ダクタイル管、鋼管などが使用されます。また、曲線施工については水圧が高いため、目地開きにに応じて十分な安全率を確保した継手構造が要求され、曲線施工用の特殊な推進管が提案されています(写真-3、4)。

1.3 発進・到達

大土被り施工で最もトラブルが起こりやすく、緊張する場面は発進と到達です。発進時の鏡面の地山の自立および初期推進時のバックング防止、到達時の鏡面の自立および掘進機押し出し時の出水対策などです。それぞれ地盤改

良、直接切削型土留め壁(SZパイル,FFUなど)、水中到達および種々のバックング防止技術があります(写真-5～7)。

2 小土被り施工

推進技術の進歩とコストカットによって、従来は当然開削工法で施工されていた小土被り施工が、推進工法で施工される例が増加しています。その目的は道路交通への影響軽減、近接構造物への影響軽減、切り回し不可能な上載既設管路など様々です。小土被り施工は大土被り施工と比較して容易な施工と思われがちですが、路面への影響軽減や近接構造物の存在など高度な施工管理が必要です。



写真-5 立坑掘削完了時の状況

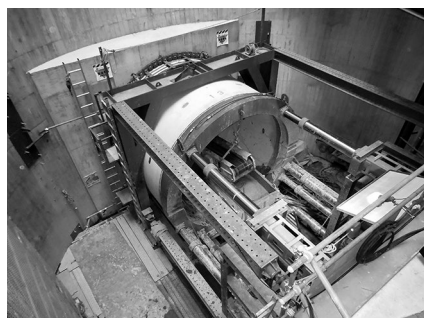


写真-6 バックング防止用鋼製支保工



写真-7 水中到達 揚水後(掘進機押し出し完了)

2.1 掘進管理システム

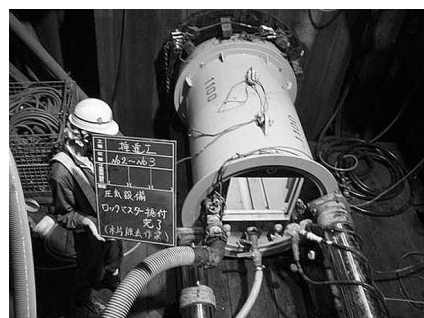
小土被り施工の場合切羽バランスの少しの乱れや土砂の取り込み過多によって、瞬時に路面に影響が生じるため、厳格かつ微妙な掘進管理が必要です。そのためにはリアルタイムの掘進管理などが提案されています（図－2）。

2.2 上載および近接構造物防護

小土被り施工には上載や近接構造物の問題が付きもので、それに対して防護のための補助工法やその他の技術が提案されています（写真－8）。



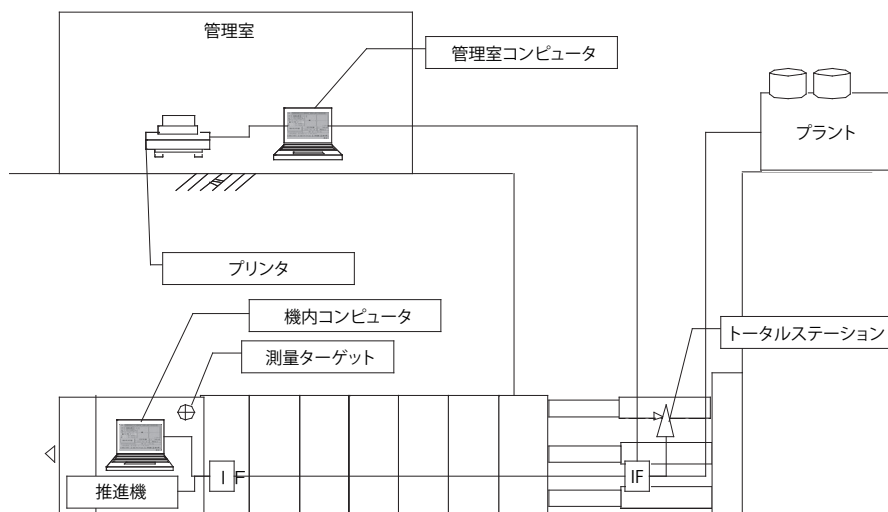
写真－8 簡易工事桁の設置状況



写真－9 圧気用ロック室設備状況



写真－10 点検扉開口、管内作業状況



図－2 掘進管理システム構成図

3 障害物対応施工

推進路線中に障害物がある場合の対応策としては、機内からの撤去・掘進機による切削・引き抜き撤去などがありますが、それぞれ施工環境や障害物の事前把握の有無によって方法が選択されます。

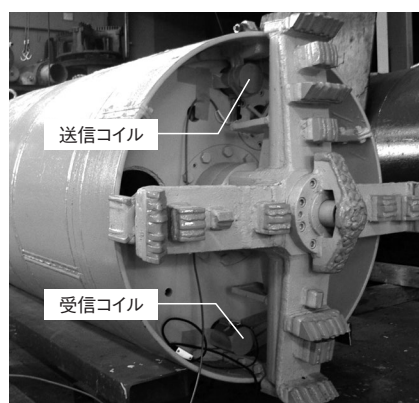
3.1 機内からの撤去

掘進機の隔壁に取付けた点検窓などを利用して作業員がチャンバ内に入って障害物を撤去する方法で、そのようなタイプの掘進機を使用している場合にのみ適用可能な方法です。通常は機内ビット交換型の掘進機を使用して行なわれますが、

隔壁に作業員が出入り可能なマンホール（点検窓）があることは必須ですが、面板の前面にある障害物を撤去するためには面板のスリット大きくしておいたり面板にも撤去用の窓を設けたりすることも必要です。隔壁を開放しての作業が必要ですから障害物撤去作業時には前面切羽が自立している必要がありますので、事前の薬液注入による地盤改良や圧気工法が併用されたりします（写真－9、10）。

3.2 掘進機による切削

障害物を直接切削することができれば、切羽を解放する必要が無くなり安全性が向上します。そのような工法と



写真－11 呼び径 1000 泥濃式掘進機



写真－12 鋼矢板凸面切断

よる日進量の低下、継手からの漏水、滑材の流入によるさらなる推進抵抗の増大を招きます。その結果、最悪は推進管の破損や支圧壁の変位などによって推進不能に陥ります。対策としては滑材の選定、注入方法の工夫などが提案されています（図－3）。

4.2 推進力の伝達

長距離曲線施工で大口径の場合は、管継手部の目地が開いた状態で大きな推進力を伝達しなければなりません。曲線内側の管端部などで応力が集中して管材の許容応力を超えれば、当然管が破損します。そのため、鋼コンクリート合成管などの特殊な推進管を使用したり、管継手部にはセンプラリングなど緩衝性能もってなおかつ応力集中することなく大きな推進力を伝えることがで



写真－15 センプラリング

きる推進力伝達材を配置したりする必要があります。また、急曲線部においては目地開きのバラツキを無くして、カラーから抜け出さないための開口制限装置などを用いて多くの施工が行なわれています（写真－15、16）。



写真－16 急曲線用短尺管