

解説 推進技術・最前線

大口径管推進技術の現状



船橋 透

機動建設工業(株)
関東支店長
(本誌編集委員)

1 はじめに

近年、大口径管推進は、施工条件の制約が課題となり、狭隘な立地での施工や長距離・急曲線をいかにして施工するか、どの工法なら確実にできる

かが鍵となってきています。推進工法での安心安全な施工と品質管理の充実がますます重要視されてきていることは間違いありません。そこで、今年一年を振り返りながら、大口径管推進工法において、確実な施工技術や工法分

類にとられない技術、また、既設構造物からの発進、到達、障害物対応技術などを紹介したいと思います。

2 推進・シールド切換型工法 (Vol.30 No.2 参照)

この工法は、今までの推進工法では1kmを超えるような超長距離推進施工実績は増えてきていますが、日本国土の道路事情から、場合によっては長距離に加えて急曲線区間を推進しなければならないといった推進工法では不可能とされていた課題が出ます。そこで、このような対応として発進から推進工法で所定の位置まで施工を行い、そのあとにシールド工法に切換し、急曲線等残りの施工をセグメントを使用し構築する方法が採用されてきています。その掘削方式は、泥水式もあれば泥濃式もあり、それぞれの利点を活かし推進工法とシールド工法の融合が、より経済的で安全向上につながれば、ますます、今後増えていくと考えられます(図-1、2)。

3 既設構造物から発進、既設構造物への到達

トンネル工事において、今までは、発進立坑、到達立坑を築造し、その区

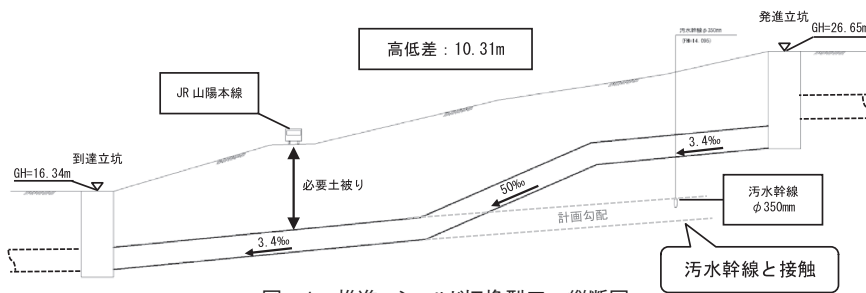


図-1 推進・シールド切換型工 縦断面図

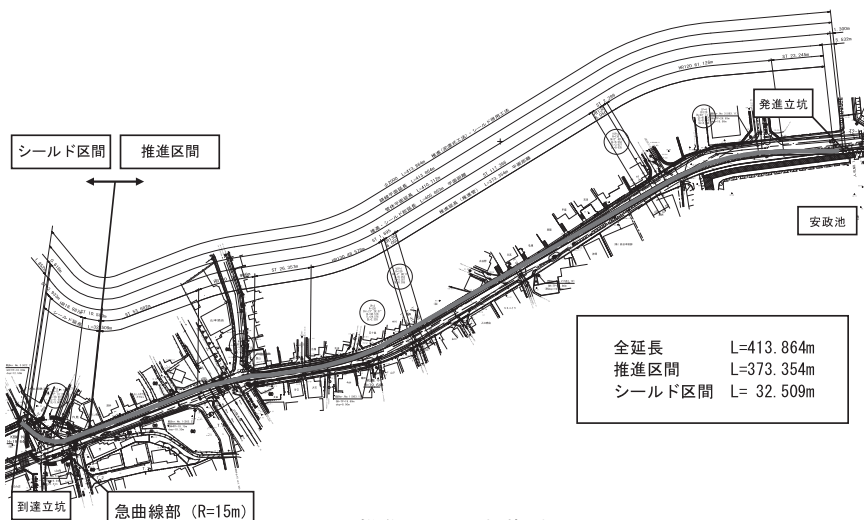


図-2 推進・シールド切換型工 平面図



写真-1 円弧状の到達坑口工

間を推進することが基本でした。しかし、都市部において、様々なライフラインが輻輳している場合、立坑の構築が困難な状況も多々あります。また、集中豪雨によって生ずる冠水被害対策から、新たな幹線との接合を行う場合もあるため、掘進機を直接到達させ、分割回収や、解体し撤去する工事が増えてきています。既設構造物への直接到達する方法は、通常の到達立坑に到達する方法に比べ、既設構造物に開口を設けるための開口補強や接合部の地盤改良方法、止水方法、掘進機回収方法など技術的な課題はありますが、既設構造物への到達は、周辺環境への配慮と交通問題の回避、地下埋設物保持が可能

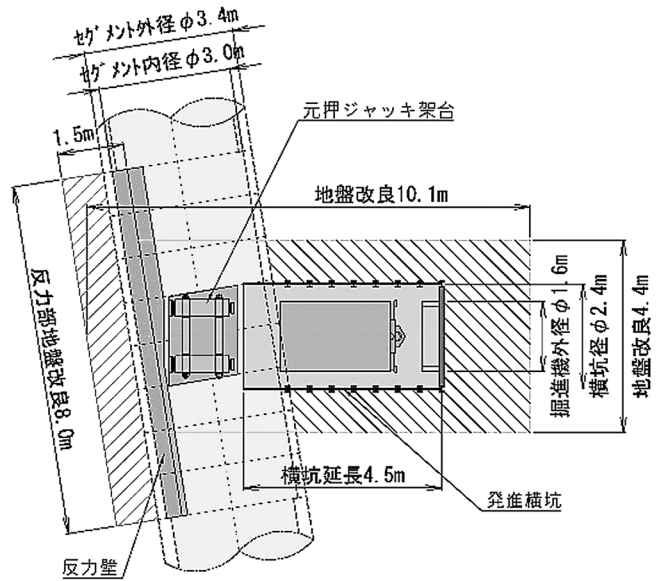


図-3 シールド坑内発進設備図

となるため、立坑築造のコスト削減以上のコスト削減が図れることとなります。また、既設構造物からの発進が確立できれば、さらなる推進工法の適用性の飛躍につながります(図-3、写真-1)。

4 大口径管推進の3工法の利点を活かし施工管理の充実

推進工法の分類において、大口径管推進工法は、開放型、密閉型に分別

され、密閉型では、泥水式、土圧式、泥濃式があります。各々工法の特長があり施工条件・土質条件や、管径、経済性によって選定採用され、施工されます(図-4)。

推進工法の歴史のなかで、昭和40年以降、下水道整備と共に、推進技術が成長し発展してきました。現在では、その技術に進化が加わり、世界に羽ばたき始めています。この技術を維持し、未来に繋げるためには、安全な施工と確かな品質を提供する努力が求められます。

トンネル工事は、地下空間の構築です。目的用途の違いはありますが、その地下空間の掘削に伴い地上への影響を与えることを避けることが重要となります。大口径管推進工法の密閉型で特長的な対策は、泥水式においては、泥水シールド管理を参考とする土量管理システムを導入し、乾砂流量算出によって、より正確な掘削土量管理を行うのと、推進力、滑材、精度を総合的に集中管理ができるようにすることが可能となっています。土圧式では、排土方法によって異なりますが、土砂タンクの実測、圧送流量、圧送ポンピング回数などを組合せて排土量を管理します。

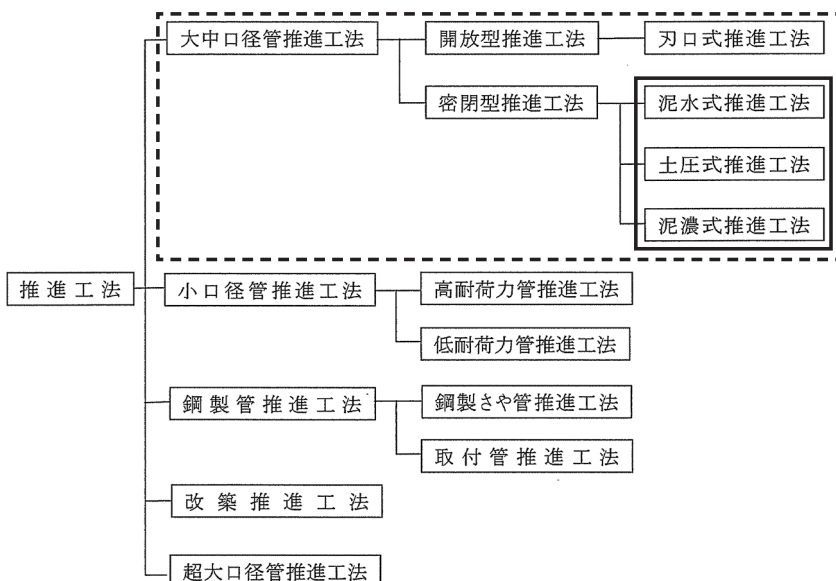


図-4 推進工法の分類

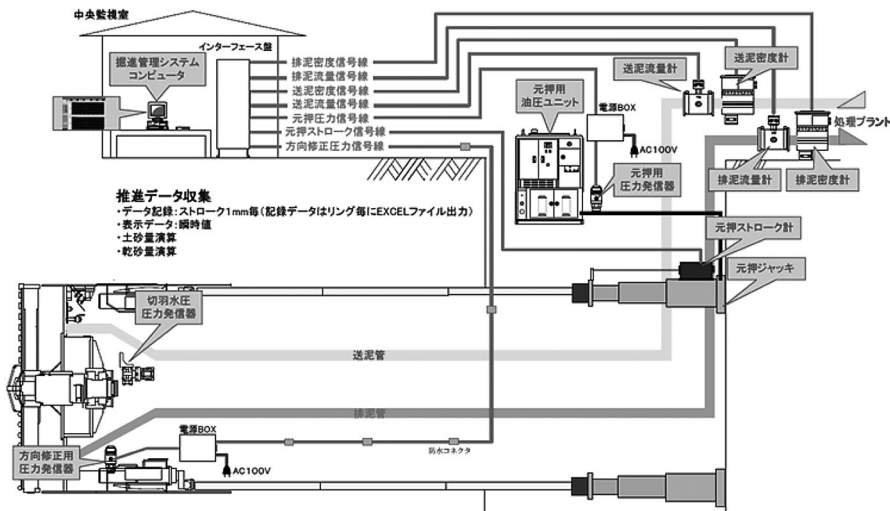


図-5 掘進管理システムフロー



写真-2 排泥圧送状況

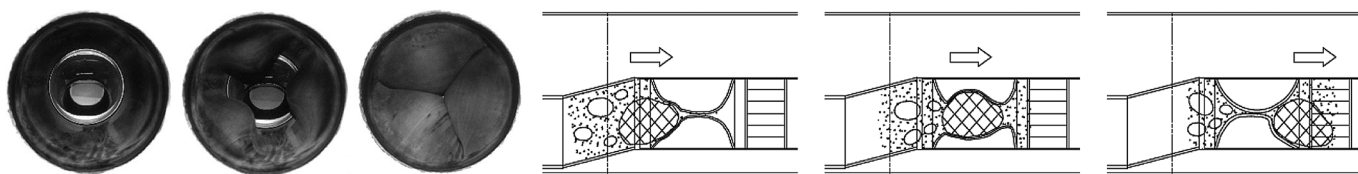


図-6 排土バルブ (特殊繊維質ゴムバルブ)

泥濃式は、排土管のピンチ弁を二重構造とし、今では緊急ゲートも装備し、安全性の向上が加わりましたが真空排土のため最終バキューム車での量管理となります。

また、長距離化と共に、掘進機の遠隔操作、滑材注入の自動化へ移行し、できるだけ推進中の無人化になるように安全が確保されてきています。品質では、一番重要な精度管理において、自動測量システムが充実し、正確な管理が確立しています(図-5.6、写真-2)。

5 障害物切削工法技術の発展

これまで、推進工事で障害物に遭遇した場合、推進不能となり、その対応として引き抜き可能であれば掘進機ごと引き抜きますが、不可能な場合は、障害物を地上から撤去しなければなりません。その撤去に時間がかかれば、

推進を再開できなくなります。このような障害物が初めから認知している場合、切削して障害物を撤去しながら推進可能とした技術工法があります。その他にも、直接切削せず、高圧噴射によって障害物を切断する技術工法もあります。しかし、これらの工法はあらかじめ遭遇するのが判っているから採用することとなるため、想定外の遭遇に対してはこの工法でも推進不能になってしまいます。今の技術では地上からの探査方法では障害物を確実に見つけられませんが、近い将来に魚群探知機のような画期的な地中探査機の出現を期待します(図-7、写真3~5)。

6 可燃性ガス対策

推進工事での防爆型推進工事の事例は、まだ多くはありません。しかし、場所によって、可燃性ガスが地下水に溶

存する地域、地下から自噴している地域もあります。このような場所において、推進工事では、完全防爆仕様の対策を講じていないのが現状です。そこで、工法の選定ですが、一般的に掘削残土が坑内で路出しない泥水式推進工法を採用すること、推進管目地からの流入を起ささない工夫を講じること。また、立坑内、坑内換気を常に十分に行うこと、自動にて常に坑内ガス濃度測定を行いリアルタイムに監視ができ、異常時の警告装置を設けるなどが必要とされます。大口径径管推進において、緊急時の避難が容易であるためには、やはり救助のしやすさを考慮した管径を採用することが肝要と思います。仮に可燃性ガスが発生し、警報が鳴る場合もあるため、自動遮断器を併用し、掘進機や、管内設備の供給電源の自動遮断が可能とし、予備電源設備によって停電時に換気が止まることのないような設

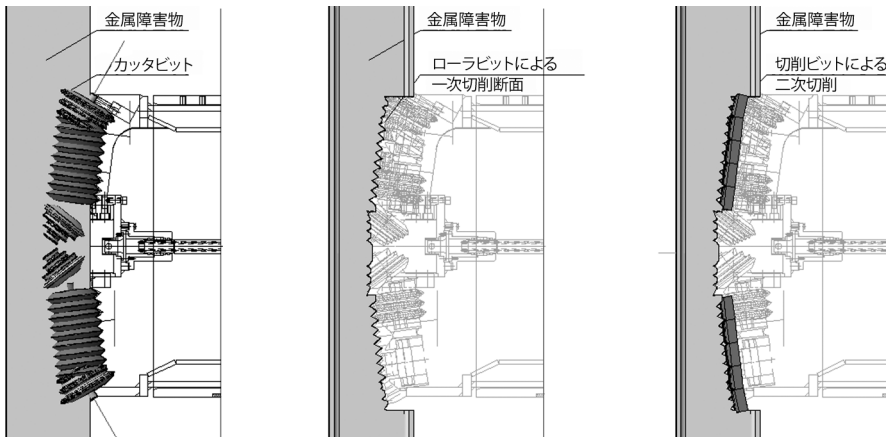


図-7 複合型ビットによる切削断面図



写真-3 現場投入前のリングモール掘進機



写真-4 掘進機前面および側面



写真-5 搬出した切断材

備としなければなりません。このように計画立案しても、労働基準監督署に向向き、計画と対策について、計画届の承認を得るため、相談することが大切です(写真-6~8)。

7 おわりに

推進工法の技術の進化は、このように多岐にわたり先人の努力によって育

まれてきました。我が国の推進工法の始まりは刃口式でした。今でも刃口式推進工法はなくなりません。それは、切羽を見ながら推進ができる唯一の方式で、地盤不良の対策を講じれば、支障物が出て撤去が確実にできる工法だからです。しかし、高水圧下、長距離、急曲線を刃口式推進で採用しません。距離の短いところなど、補助工法併用で行うこともあります。しかし、業

界の高年齢化に技術の継承が途絶える懸念は拭えません。そのためには、推進工事に携わる者として、この本誌月刊推進技術を皆様に読んでいただき、推進工事の基礎を理解し、その技術を応用、進化、発展させていかなければなりません。今や、推進工法は、安全・安心な技術として認められ、品質管理に妥協せず、信頼・信用を皆様と構築していきましょう。



写真-6 管内換気(ターボファン使用)



写真-7 自動ガス検知モニター

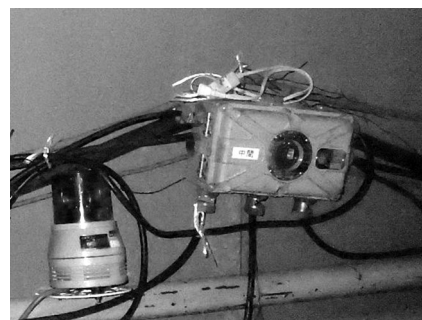


写真-8 自動ガス検知器(管内設置)