

総論

自動化のめざすところ

ふなばし とおる
船橋 透

(公社)日本推進技術協会
技術部長

1 はじめに

近年、ライフラインの構築に不可欠な都市トンネル工事において、大規模な道路陥没や老朽化した水道管の破断により水が噴出する事例が見受けられている。このような事例は、人命を脅かす重大な事故につながりかねない。場合によっては、14年前に発生した東日本大震災と同様に想定をはるかに超えた激甚災害の様に一瞬にして人命を失いかねない危険性を内在している。このようなインシデントを防ぐ手段をいかに早急かつ正確に把握し、事故発生の防止策を講じることが急務となっている。その手段に不可欠な要素に自動化がある。

建設業は、国民の生活の安全・安心と国土強靱化になくてはならない産業である。特に土木は地下のライフライン構築とその維持管理が人々の生活の基盤になっている。しかし、土木では、今でも経験や実績が優先されることも根強く、また、過去には工程厳守や安価受注等による過度な勤務体制を強いられ休日出勤や過酷な長時間労働時間が常態化しており、それら負のスパイラルから脱却することが求められた。さらには近年、労働環境の改善と生産性の向上策として自動化や省人化を目指し、担い手を確保し将来性のある建設業界に変えていくことが望まれている。

今、建設業界が一体となって自動化や省人化への施策に取り組んでおり、その中で、推進工法が果たすべき

役割について以下に述べたいと思う。

2 日本推進技術協会の資格認定事業への取組

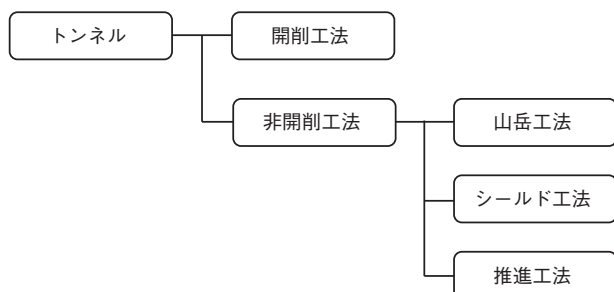
当協会は、推進工法、推進工事に関する調査研究を行い、その施工技術の向上を図り、もって地下に構築される社会基盤施設の円滑な整備、改築の促進に貢献することにより、広く社会公共の福祉の増進に寄与することを目的としている。

現在は、「推進工事技士」として資格認定業務、ならびに特定技能外国人制度「土木（トンネル推進工）」の支援を行っている。昨年、国交省より能力評価基準として、登録都市トンネル基幹技能者の講習実施機関として認定された。また、建設キャリアアップシステム(CCUS)において、レベルアップ承認審査機関としても運用していく予定である。加えてこういった業務遂行と並行し、協会員ともに推進工法の自動化の発展に貢献していかなければならない。

3 トンネル工法の分類と比較

都市部におけるトンネルの構築には、開削工法に代わって、地上の占用や生活環境への影響が少ない非開削工法が主流となっており、非開削工法のうち山岳工法は、崩れやすく地下水を多く含む地盤が多い都市部で

は敬遠されるため、都市トンネルにはシールド工法や推進工法が多く採用されている（図－1）。



図－1 トンネルの分類

表－1は、トンネル工法の比較を表したものである。

シールド工法は、シールドと呼ばれる鋼製の筒を地山に押し込みながら、筒の中で掘削、推進、覆工、裏込注入等の作業を行うことによって、地中にトンネルを構築する工法で、地表面の使用を最小限に留めるトンネル工法のひとつである。

切羽と外周の地山は、常にシールドや覆工で支持されており、地山を緩めることが少なく安全確実な工法である。さらに騒音や振動、地盤沈下なども抑制されるため、都市トンネルでは多く採用されている。

掘削方式は、密閉型ではシールド内に設けたカッタチャンバ内の泥水や泥土の圧力で切羽の安定を保ちなが

ら、シールド前面に装備されたカッタの回転で地山を切削し、掘削土砂を機内に取込み、発進立坑へ搬送して坑外に搬出する。覆工は、掘進によりシールドジャッキが伸びたスペースに、発進立坑から搬送した分割されたセグメントを組立てることによって構築する。

推進工法は、下水道などの管路の敷設工事によく用いられる非開削工法のひとつで、推進工法用管（主に鉄筋コンクリート管）の先端に掘進機（先導体）を取り付け、地中を掘削しつつ、後方の油圧ジャッキで管を埋設する工法がある。

以下にシールド工法と推進工法の比較を示す（表－2）。

4 推進工法の自動化

大口径管推進工法では、密閉型推進工法において超長距離・急曲線施工の必要性による技術革新と、小口径管推進工法では各工法協会が競って自動化技術を開発している。特に、人的作業が禁止されている呼び径700以下の小口径管推進においては、遠隔操作システムをはじめ、曲線造成に伴う測量技術の開発、排土システムのコンパクト化等が実現しており、推進工法の自動化に大きく寄与してきた。

表－1 トンネル工法の比較

工法名	推進工法、シールド工法	山岳工法	開削工法
工法概要	泥土あるいは泥水で切羽の土圧と水圧に対抗して切羽の安定を図りながら、掘進機を掘進させ、推進工法用管、セグメントを組み立てて地山を保持し、トンネルを築造する工法である	周辺地山のグランドアーチの形成と自立できる硬質地盤を対象として、掘削機、吹付けコンクリート、ロックボルト、支保工等により地山の安定を確保してトンネルを築造する工法である	地表面から土留め壁と支保工で地山を押さえながら所定の位置まで掘削を行い、構造物を築造した後、埋め戻して地表面を復旧する工法である
適用地質	一般的には、超軟弱な沖積層から、洪積層、新第三紀の軟岩までの地盤に適用される。地質の変化への対応は比較的容易である。また、近年では、硬岩に対する事例もある	一般的には、硬岩から新第三紀の軟岩までの硬質地盤に適用され、補助工法を併用することで洪積層にも適用される。地質変化には、支保剛性、掘削工法、補助工法の変更で対応する	基本的に地質による制限はない。一般的には、沖積層から洪積層や新第三紀の軟岩までの地盤に適用される。各地質に適した土留め、掘削、補助工法等を選定する
地下水対策	密閉型では、帯水層においても発進部および到達部を除いて一般に補助工法を必要としない	帯水層のほか、切羽の自立性、地山の安定性に影響するような湧水がある場合には、薬液注入等による止水、地下水位低下等の補助工法が必要となる	帯水層では遮水性の土留め壁を採用するが、掘削時の安定を確保するため地下水位低下や地盤改良等の補助工法が必要となる場合がある
深度	最小土被りは、実績より推進工法では1.0～1.5Dであるが、1.0D以下の施工事例も増えている。最大深度は地下水圧に対する掘進機および覆工の止水性で決まる（D：掘進機外径）	未固結地山では、土被り高さ/トンネル直径比（H/D）が小さい場合（2未満程度）には天端沈下量を抑制する有効な補助工法が必要となる 基本的に湧水を許容する工法であるため、最大土被りの制限はほとんどない	施工上、最小土被りによる制限はない。実績上の最大掘削深度は40m程度であるが、深度が大きいくほどコストと工期が必要となる