

総論

進化し続ける推進技術

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
(公社)日本推進技術協会会長
・本誌編集参与

1 はじめに

我が国の推進技術は70年超の歴史を経て、目覚ましい進化を遂げ、近年では社会資本とりわけ地下インフラの整備には欠かせない技術となっています。今後も国内外においてその活躍の場は、ますます広がっていくものと期待しています。そのためには、技術の進歩発展が不可欠であり、社会のニーズを正確に汲みとって、必要とされる技術を開発し提案していくことが求められます。

本稿においては、現状における最新の推進技術を概観するとともに、現状あるいは今後のニーズを探っていきたいと思います。

2 最新の推進技術

最近提案されている新しい推進技術を大まかにみると、ふたつのテーマがあるように思われます。ひとつは特殊な地盤や困難な施工条件を克服するというものであり、特殊地盤対応技術や地中障害物対応技術などが該当します。もうひとつはこれまでの適応範囲を脱却して市場の拡大を目指すもので、矩形函きょ推進技術や改築推進技術などが考えられます。これらのテーマはそれぞれ別個のものではなく、社会のニーズを汲みとって開発し提案された技術であり、今後改善したり融合したりして、さらに発展することが期待されます。

以下に最新の推進技術を各テーマ別に大まかにご紹介いたします。

2.1 特殊地盤対応技術

推進工法はもともと下水道、水道、電気、都市ガスなど、都市のインフラ整備の普及に伴って進化してきました。このような都市は主に平地（沖積平野、洪積台地など）に多くあり、埋設管路の深度はそう深くはありませんでした。そのため、推進工法が対象とする地盤はおのずと沖積層や洪積層で、粘性土から砂あるいは砂礫土でした。しかし、近年では石油やガスのパイプライン、鉄道および道路トンネルの付帯設備、海水の取放水管などにも推進工法が適用され、これまではほとんど対象外であった、大深度の硬質土や山岳地および海底なども掘進しなければならなくなりました。そのため、そのような特殊な地盤も掘進できる特殊な掘進機をはじめとして、高水圧に対するバックリング防止、高トルクに対するローリング防止、ビットの摩耗に対する機内ビット交換技術、掘進機の海底回収に対する水中分離技術などが開発されています。

また、反対に腐植土などの軟弱地盤に対しても、掘進機の沈下防止、管路の浮上防止および軟弱地盤における方向制御技術などが開発されています。

2.2 地中障害物対応技術

近年の推進工事におけるトラブルで最も多く見受けられるのは、障害物による推進の停滞や遅延およびそれ

に伴う推進力の増大や掘進機の損傷などです。刃口式推進工法主流の時代には大きな問題ではなかったのですが、機械式密閉型の推進工法で既設埋設物が輻輳する都市部での施工を行う場合、大きな問題になってきています。そのため支障物の材質や埋設状態によっては、掘進機での直接切削や機内からの撤去方法が提案されています。掘進機による切削はウォータージェットを併用するパターンと掘進機のビットで直接切削するパターンがあります。機内からの撤去は掘進機の隔壁に取り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支障物を撤去する方法です。隔壁を開放しての作業が必要なので支障物撤去作業時には前面切羽が自立している必要があり、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。どちらの方法でも注意点は支障物の形状、位置の把握であり、最近では機内から電磁波で測定する方法が確実になっています。

2.3 構造物直接到達、発進技術

通常の推進工法は発進立坑および到達立坑を築造し、発進立坑から先導体と後続の管列を推進して、到達立坑で先導体を回収して管路を敷設します。発進立坑と到達立坑にはその用途に応じてマンホールなどの構造物を築造して、最後に立坑は埋戻し撤去します。つまり立坑は推進工事を行うための仮設物であり、場合によってはマンホールなどの構造物から直接発進したり、到達したりする場合があります。主には発進、到達立坑の築造が困難あるいは不可能な場合に行われますが、近年では意図的に仮設を省略して、工費の削減や工期の短縮のために設計されるケースが多くなっています。その場合の掘進機は、面板、隔壁、胴殻などを分割して回収でき、組立再使用が可能な構造になっています。

2.4 矩形函きょ推進技術

矩形きょ（ボックスカルバート）を使用する推進工は、刃口式推進の時代から水路や地下道の建設に適用されてきました。刃口式推進では距離は50～100mが限界で、線形は直線が基本でしたが、最近では長距離や曲線施工も可能にする機械式密閉型の矩形きょ推進技術が開発されています。この技術にはふたつの流れがあり、ひとつは推進管がそのまま水路や地下道になるよう、コンクリート製の函きょを使用する方法と、もうひとつは鋼製

函きょを使用して長距離、曲線施工を行うものです。通常鋼製函きょ単体は比較的小さく（<3m程度）、仮設として縦横に複数連結して配置し、前者より大断面を構築することが可能です。今後はますます地下空間の利用が必要になってくると考えられますので、矩形函きょ推進技術の進歩によって、大規模地下空間の構築が可能になることが望まれます。

2.5 特殊小口径管推進技術

小口径管推進工法は一時期数えきれないくらいの工法が提案され、工法ごとの特徴や適用範囲などが明確でなく、設計や施工に対して戸惑う場面がありました。現在では高耐荷力管推進工法、低耐荷力管推進工法の2つの分野に整理され、その適応範囲が明確になっています。その中で数多く施工されているのは、それぞれの分野で特徴のある3～4工法に絞られてきているようです。高耐荷力管推進工法においては長距離施工、曲線施工、硬質土への対応などがポイントで、低耐荷力管推進工法においては高耐食性管（塩化ビニル管）を使用して簡便で安価な施工がポイントのようです。また、近年では高耐荷力管推進工法で粗石や岩盤などの特殊な地盤にも対応可能な技術、低耐荷力管推進工法で長距離、曲線施工が可能な技術、鋼製管推進工法でより長距離施工が可能な技術などが開発されています。

2.6 改築推進技術

既設老朽管対策として、現状ではそのほとんどが内面補修による管更生工法で行われています。損傷程度が軽微であれば管更生での対応が適正ですが、変形や損傷程度がはなはだしく更生では対応できない場合は、更新（管路の入れ替え）を行わなければなりません。そのような条件に対しては推進技術での改築更新を提案して普及させなければなりません、未だ広く普及とまでは至っていません。しかし、いくつかの新技術が提案され実績ができています。ひとつは既設管を先導体で切削しながら新設管を推進するもので、もうひとつは仮管（鋼管）を削進して既設管に被せて撤去し、新設管を仮管内に挿入するものです。いずれにしても既設管は管種、管径、埋設状態など様々な条件があるため、改築推進はひとつの工法（技術）だけでは完成しないものですので、今後もいろいろな方法が開発され提案さ