

総論

密閉型推進工法の活用技術

まつもと ふみひこ
松元 文彦

(株)アルファシビルエンジニアリング
取締役施工副本部長
(技術士、RCCM)

1 はじめに

推進工法は、管きょ埋設の非開削技術として開発され、下水道・電力管路・ガス管路などの構築技術として着目を浴び、特に1980年以降は高度経済成長とともに発展してきた。

発明試用期には開放型である刃口式や補助工法として圧気併用式が、その後、切羽半閉塞型のブラインド式、成長期には切羽完全閉塞型の密閉式へと発展していった。何はともあれ、推進工法のよさは地上環境に制約を受けることが少なく管路を構築できることに尽きる。一般的に開削工法と比較した場合、直接工事費としての比較においては、開削工法が推進工法より安価となる場合があるが、構築する管路全線に渡り地上占有スペースが必要となり、工事中の周辺地盤や近接家屋等への被害および交通障害が大きく生活環境に支障をきたし、総合的には逆に推進工法が安価となる場合が多い。

特に、我が国の稠密化した都市構造の場合、地上インフラはもとより地下インフラも限られた空間の中に密接に輻輳していることから、地上・地下インフラを寸断することなく施工が可能な推進工法は、さらに優位性が向上する。また、地震・災害に強い管路構築技術として、東日本大震災・熊本地震などの被災調査結果¹⁾からもわかるように推進工法による管きょ敷設は開削工法による敷設方法よりも被災割合が少ない利点があり、政府が謳

う国土強靱化技術のひとつとして着目を浴びるべき技術といえる。

そこで、本稿では密閉型推進工法の特異性・優位性を再確認し、従来の施工法に代わる新しい施工法について模索する。

2 密閉型推進工法の優位性

推進工法は開削工法とは異なり、掘進機発進・到達用の立坑のみの地上制約に限られる。表-1に各工法と推進工法の比較・特徴を示す。一般的に、これらに示す優位性により推進工法が採択されているが、さらなる課題を解決することで、推進工法の適用範囲は拡充すると考えられる。

例えば、障害物への遭遇は密閉型推進工法の致命傷となっていたが、直接切削技術も昨今では開発されている。また、長距離推進は1kmを超え、急曲線推進は $R=10m^2$ と数十年前では施工が難しいとされていた路線条件に対しても適用可能な工法も少なくない。その他、適用範囲としてトンネル口径に限界があるためシールド工法のような大断面は不可との見解は、並列して推進管路を敷設するパイプルーフ工法などを応用した大空間の構築技術などの実績も増加し、限りなく適用範囲の拡大が可能な施工法となっている。表-2に従来、推進工法の課題とされてきた要因を克服した技術と必要機能を示す。

表－1 各工法との比較による推進工法の優位性と課題

比較対象工法	推進工法の優位性	推進工法の課題
開削工法	開口部が発進・到達立坑のための、道路占有面積が少なく交通上の経済損失が少ない	掘削中に障害物に遭遇した場合の処置が困難である
	掘削土砂が少ない	
	建設公害（騒音・振動等）の発生が少ない	
シールド工法	立坑用地面積、設備用地面積ともに小規模のため、用地確保がしやすい	トンネル口径に限界がある
	仕上がり有効断面に対し掘削断面が小さく、無駄な掘削土量および発生土量が少ない	超長距離施工や超急曲線施工は難易度が高い
	工場生産の推進管を使用するため、一次覆工で推進完了と同時に通水可能で全体工期が短い	大深度（大土被り・高水圧）での施工は推進管継手性能に支配される
	工費が安い	
一般トンネル工法	密閉構造の掘進機のため、推進管きよ内での作業が少なく安全性が高い	道路法令上の制約で運搬可能なトンネル口径に限界があり、大断面は不適である
	掘削断面が小さく掘削土量および発生土が少ない	障害物処理が困難である
	規格化された工場生産の推進管を使用するため、高品質で工期短縮が可能	硬質地盤に不利である
	管路内は水密性に優れ将来メンテナンスが少ない	分岐路線や部分拡幅は不可能である

表－2 特殊条件の推進技術

特殊条件	対応機器、装置・工法など	特殊機能など
超長距離	推進力低減装置、中押装置、推進シールド切替工法	テールボイド二次的安定装置などによる周辺摩擦力の低減
超急曲線	多段中折掘進機、曲線造成装置	2～3段以上の中折れ機能を有した掘進機
縦断曲線	縦断曲線対応多段中折掘進機	
高水圧	高水圧対応掘進機、特殊排土装置	高耐水圧シール・パッキン特殊仕様掘進機および高水圧推進管
障害物	障害物直接切削工法	面板にて鋼製、コンクリートなどを直接切削可能な掘進機
大断面①	超大口径管推進工法	φ3,500mm以上の分割搬入・組立可能な掘進機および推進管体
大断面②	パイプルフ工法（外郭土留め形成）	特殊鋼管を並列して配置、基本的に地中内駆動部引き戻し機能
異形断面	密閉型ボックス掘進機	矩形断面掘削可能なカット回転機能

3 適用事例

密閉型推進工法を用いた代表的な適用技術を表－3に示す。ここに示すとおり、断面的な制約を除けば、推進工法の活用範囲は多岐に渡る。昨今、首都圏においては、このような大空間の地下構造物構築技術が求められているが、地上・地下インフラの制約を受けながら構築する必要があるために開削トンネル（地中連続壁等）は適用外となり、施工性・簡便性に優れた推進工法の適用範囲は拡大するものと考えている。しかしながら、従来のJIS規格化されたヒューム管にあわせた掘進

機や機能のままでは、適用範囲は限定され、個々の現場諸条件に適した掘進機への改造や新規開発が必要となる。また、大前提としてこれらの施工技術の工学的な展開を基に設計・積算を行うことが非常に重要であり、時には5年以上の長期に渡る発注者、コンサルタントとの協議、設計・積算活動や受注後の元請けとのワーキングや施工検討会など、通常の推進工事からは想像を絶する準備工（設計計画諸経費、労力、技術力）が専門業者に求められている。次項にこれらの技術を用いた施工事例を示す。