

総論

推進技術の動向と将来展望 —近未来推進工法—

しまだ ひでき
島田 英樹

九州大学
大学院工学研究院教授

ささおか たかし
笹岡 孝司

九州大学
大学院工学研究院准教授

1 はじめに

我が国は国土が狭い上に都市に人口や経済拠点が集中し、過密な都市構造となっている。一方、上下水道、ガス、電力、通信ケーブル等のライフラインの管理設は、この過密化した都市部の地下浅部空間に施工せざるを得ない。このような都市部の管きょ構築現場への適用を目指したものが、発展著しい推進工法である。

非開削工法のひとつである推進工法は、発進・到達立坑間において工場で製造された推進管の先端に掘進機・先導体または刃口を取付け、ジャッキ等の推進力によって管を地中に圧入して管きょを埋設する工法であると定義され¹⁾、交通量の多い道路または地下埋設物の輻湊した道路で地上からの掘削が困難な場合、軌道または河川を横断するため地上からの掘削が困難な場合、管きょの埋設位置が深いため地上からの掘削となると工事費が高む場合、さらに市街地等の周辺環境や道路占用条件から地上からの開削が適さない場合、等に採用される。このような採用条件から、既設都市ライフライン構造物周辺での施工が多い推進工法は、これらの既設周辺構造物に対して、できる限り施工の影響を抑制する必要がある。

推進工法は、1948年に内径600mmの旧国鉄尼崎臨港線軌道下でガス管の横断に適用された施工を嚆矢

に、数多くの経験と実績を重ね、現在では呼び径3000以上の超大口径管の施工が可能になるまでに至っている¹⁾。すなわち、この工法の施工採用の初期の頃には適用困難とされた現場に対しても、密閉型掘進機の推進工法への導入や施工の創意工夫、施工中に使用する新材料の開発により、現在では推進距離が1kmを超える長距離の施工や、交差部を直角程度に屈曲するような急曲線の施工までもが可能となっている。また、管内での作業が禁止されている呼び径800未満の小口径管推進においても、位置計測や遠隔操作による自動運転が可能となり、圧倒的に需要の多い小口径の下水道管網への採用事例が急激に伸びている。さらに、呼び径200程度の取付管の推進施工も可能となり、小口径管推進工法の適用範囲も大きく広がっている。このように下水道分野においては、幹線管きょからハウスコネクションまでの施設構築が非開削の推進工法により施工可能となっている。

現在推進工法は、その発展過程において様々な新しい技術を取り込み、改良、創意、工夫が成されて多様な工法が生まれている。その分類を図-1に示すとともに以下に概説する。

近年、多くなった呼び径800～3000の大口径管推進工法は、切羽面を開放状態で掘削を行う刃口式推進工法と、掘進機に隔壁を設け密閉型の泥水式、土圧

式あるいは泥濃式推進工法に分類される。

刃口式推進工法は、管列の先端に刃口を装着し、立坑に設けた元押ジャッキの推進力により推進工法用管を地中に圧入して管きよを構築する工法である。本工法は、切羽が自立していることが必要条件であり、かつ地下水の湧出（湧水）がないことが望まれるため、各種の補助工法を用いることが多い。切羽の掘削は、人力による場合がほとんどであるが、バックホウ、ブームカッタ等を装備した半機械掘り式や部分開放型のブラインド式の刃口を用いる方式もある。掘削土砂の搬出は、一般にトロバケットで行う。

泥水式推進工法は、切羽と隔壁間のカッタチャンバ内を泥水で満たし、切羽面に作用する土圧および水圧に見合う圧力に、泥水の圧力を均衡させることにより切羽の安定を図り、カッタヘッドで掘削しながら立坑に設けた元押ジャッキの推進力により推進工法用管を地中に圧入して管きよを構築する工法である。本工法は掘削土を泥水とともに流体輸送するため、作業環境が良好であり、坑内の無人化施工も可能である。

土圧式推進工法は、切羽と隔壁間のカッタチャンバ内およびスクリュコンベヤ内を掘削土砂あるいは掘削土砂と添加材とを攪拌混練りして塑性流動化した土砂（泥土）で満たし、切羽面に作用する土圧および水圧に見合う圧力に、充満させた土砂（泥土）の圧力を均衡させることにより切羽の安定を図り、カッタヘッドで掘削しながら立坑に設けた元押ジャッキの推進力により推進工法用管を地中に圧入して管きよを構築する工法である。掘削土は、掘進速度に見合うようスクリュコンベヤの回転数で排土量を調整しながら、連続的に排出される。排出された土砂は、トロバケット、圧送ポンプあるいは吸引装置により坑外に搬出する。

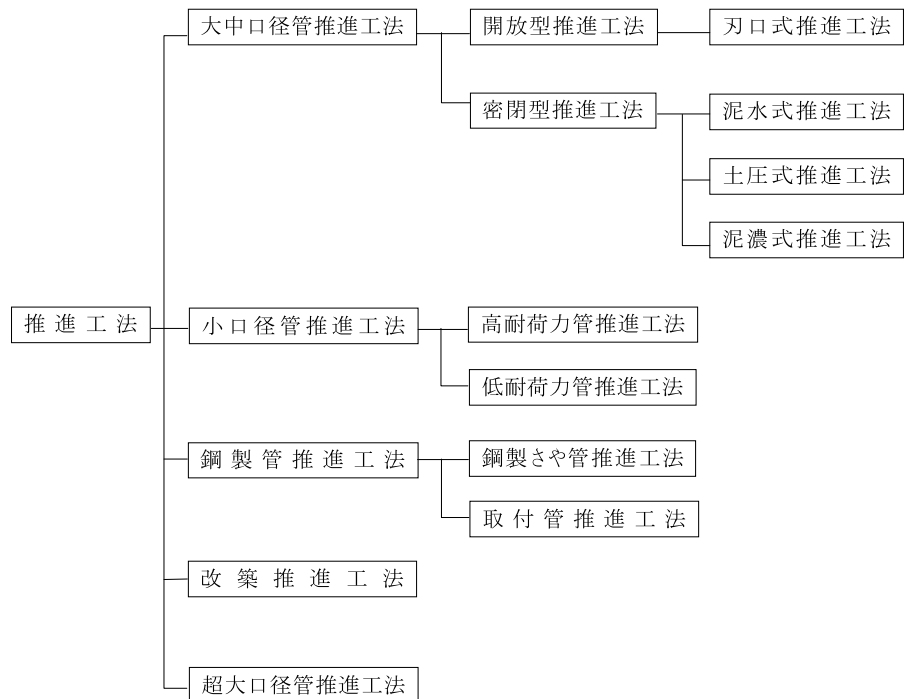


図-1 推進工法の分類¹⁾

泥濃式推進工法は、切羽と隔壁間のカッタチャンバ内を掘削土砂と高濃度泥水とを攪拌混合した土砂（泥土）で満たし、切羽面に作用する土圧および水圧に見合う圧力に、泥土の圧力を均衡させることにより切羽の安定を図り、カッタヘッドで掘削しながら立坑に設けた元押ジャッキの推進力により推進工法用管を地中に圧入して管きよを構築する工法である。掘削土は、掘進機内の排泥バルブを開閉することにより間欠的に排土槽へ排出され、排土槽から吸引力により坑外に搬送される。礫層での排土は搬送できる粒径と搬送できない粒径に分類され、搬送できない大きな礫はトロバケットにより搬出される。坑外に搬送された掘削土砂は、排土貯留槽を経て汚泥吸引車による直接運搬処分やふるいを用いた一次分離処理処分、固化処理後ダンプトラックによる運搬処分などが行われる¹⁾。

何れの工法でも、地山の応力開放が継続する側面もあるため、周辺地山の安定性を向上させるために要求される課題は多い。さらに、これらのさらなる利用拡大のためには、各種地山への工法適用に関する理論・解析・施工という一連のシステムを理論体系として構築し、かつ系統の実績データの蓄積が望まれる。