

解説

特殊推進工事への取り組み

～計画から施工に至る経緯～

まつもと ふみひこ
松元 文彦

株式会社アルファシビルエンジニアリング
代表取締役社長兼施工本部長

1 はじめに

近年、密閉型推進工法の適用範囲は拡充しており、都市トンネルにおける先受けパイプルーフ工法やアンダーパス工法に加え、シールド工法でしか実現できなかった地中接合施工、さらには超長距離・超急曲線施工にも発展してきている。

将来の推進工法は、これらの施工技術に加えて、共同溝や熱供給管路および移送システムとしての管きょへの活用など、さらなる応用が期待されている。しかしながら、これまで確立されてきた推進技術も発注者・コンサルタント側を含めた関連業界全体の推進技術の伝承が不十分なことから、実際には具体性を欠いた設計や計画がなされてしまうケースも見受けられる。加えて、掘進機や推進設備の老朽化が進行しており、新たな設備投資や資金確保が課題となっているため、既往の技術ですら満足に施工を達成することができない状況も生じている。

このような背景を踏まえ、本稿では特殊性の高い推進工事の取り組みとして、パイプルーフ工法を取り上げ、既往の技術からの応用や展開について解説する。さらには産学官が一体となり、綿密な検討を実施した事例として、密閉型泥濃式角形エレメント推進工法の開発・設計・積算・計画・施工までの一連の取り組みについて紹介する¹⁾。なお本工事では、都市部の交通量が多

く住宅密集地直下において大空間の駅舎を構築する目的として採用され、既往技術である先受けパイプルーフ工法やボックス推進工法を効果的に組み合わせて展開し、設計段階から長期間に渡り入念な検討と計画が行われた経緯があり、日本国内におけるトンネル技術の発展に寄与したものである。

2 既往の技術

2.1 密閉型パイプルーフ工法

アンダーパス工法などの補助工法として先受け工法が用いられる場合が多い。当社においても、九州新幹線を皮切りに未固結地盤での先受けパイプルーフ工法の事例²⁾を有しているが、中でも密閉型泥濃式パイプルーフ工法の事例は全国的には少なく、一般的には開放型パイプルーフ工法の採用事例が多い。その背景は、延長15～30m程度の短距離施工が中心で経済的にも優位な場合があることであったが、近年、重要構造物直下の大断面地下空間の構築やアンダーパス構築などの補助工法としての長尺パイプルーフ施工が求められるケースが増加している。長尺パイプルーフ工法として用いられる密閉型パイプルーフ工法の優位性として、土質や地下水に左右されず、全断面地盤改良が不要で工事短縮を図れることが挙げられる。なお、開放型パイプルーフ工法のリスクは、安全性や補助工法の費用の増

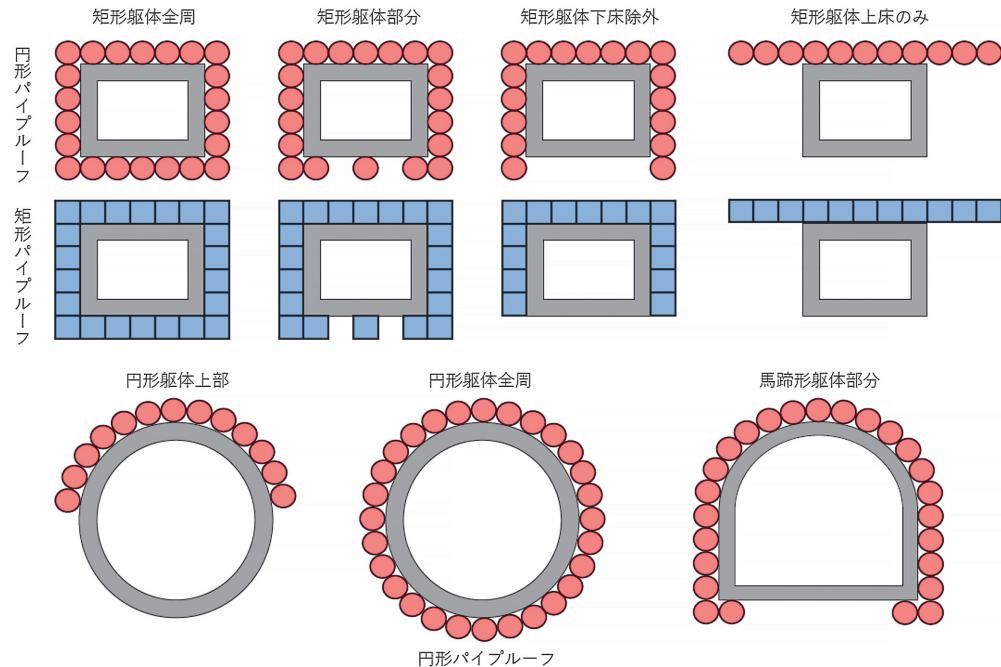


図-1 円形・矩形パイブループ配置：参考例

大に加えて工期の長期化などの面で密閉型と一線を画す形となる。

図-1に示すとおり、パイブループ打設配置としては多様な形があり、基本的にパイブループ工法は本設トンネルの補助工法ゆえに、シールド径およびトンネル断面などの形状に合わせたアーチ状のものが多いが、トンネル上部の支障物との兼ね合いから軸体形状が門型や口型になる場合もある。この場合、外部応力に対し不利となることから、パイブループ工法のたわみを考慮した軸体とのクリアランス確保や剛性の高い鋼管の部材厚さや溶接精度および継手形状が求められる。また、土砂や地下水の流入を防止する目的として継手付き鋼管を用いることがあるが、この場合、継手抵抗（継手前面抵抗および継手接触抵抗）を考慮した推進力の検討が必須となり、継手形状の綿密な検討や施工時の方向制御管理方法など十分なリスクヘッジと対策工が求められる。表-1にパイブループ工法に用いられる鋼管継手形状を示す。特に鋼管杭で多用されているLL継手の場合、継手断面積が大きくなることから、継手抵抗の増加によるトラブルが懸念されるため注意が必要となる。また、継手付き鋼管の場合、坑口部の止水構造が特殊となるため、地下水以下の施工では特殊パッキン構造を駆使しても

完全な止水性を担保することが難しくなるケースがある。その他、先受けパイブループ工法では、到達側からの掘進機回収ができないことが多いため、地中内での掘進機本体の引き戻しが必要な場合がある。当社においては、特許技術である「リターン回収方式」を応用し、多軸自転・公転方式の掘進機を採用している。写真-1に多軸自転・公転リターン掘進機を示す。

加えて、パイブループ工法はJIS鋼管での施工となることから、推進軸方向のみならず、搬入時のたわみや施工中の上載荷重も考慮しなければならない。当然、特殊なカッタ機構や駆動構造および専用の押輪形状なども求められる。なお、(一社)超流セミシールド工法技術協会が定める設計指針³⁾に示しているとおり、鋼管推進の場合、ヒューム管のような推進力伝達材を介した推進力の伝達（静的摩擦から動的摩擦の作用の段階性）がなく、全推進延長の静止摩擦力以上の推進力が必要とされることから、経験値として、標準の前面抵抗力の120%以上、標準の管外周面抵抗力の160%以上で計画するようにしている。

パイブループ鋼管推進施工に関する検討項目および確認事項を表-2に示す。