

解説 進化の歴史

密閉型推進工法のさらなる進化を求めて ～ボックス推進工法が認知されるまでの歴史～

まつもと ふみひこ
松元 文彦

㈱アルファシビルエンジニアリング
取締役施工副本部長



1 はじめに

円形による密閉型推進工法は、高度経済成長に伴う下水道整備事業の普及促進がなされた1970年代から、管きよ埋設工法の1つとして採用された。とりわけ、我が国の都市形成過程の問題や交通環境などの制約に応じた最適な施工技術との高評価の中で急速な発展を遂げた。昨今では、泥水式・土圧式・泥濃式の密閉型推進工法が主体となっているが、そのバリエーションは年々拡大し、φ200mmの小口径からφ5,000mmの超大口径まで適用管径が伸び、通信・ガス・電力管路や貯留管等にも採用されている。また、施工実績が増加するにつれ長距離・急曲線施工も行われ、さらに工法の枠にとらわれず、いくつかの切羽・排土システムを組み合わせた施工法やシールドと推進工法の優位性を生かした複合工法の開発、および時代の変化に応じた既設地下構造物への接合技術等など、様々な模索がなされている。

一方で矩形技術に着目してみると、1990年代頃までにおいては自由断面シールド工法やDPLEXシールド工法などのシールド機の開発が進み、10数

例の施工実績¹⁾がある。しかしながら、推進工法においてはディスリップカーテン工法（刃口式）や揺動式カッタを用いた翼シールド推進工法（土圧式）などが実績を有していたが、矩形特有のローリング現象や掘進速度の向上および切羽・テールボイドの安定性の問題が未検証のまま放置されていた。

密閉型推進工法の成熟化が進むにつれ、施工環境においては急速な都市化とともに地下埋設物が輻輳し、必要寸法管路を構築することができず、ルート変更や複数の円形管を双設せざるを得ない状況となったことで、有効断面を利用した矩形函路の構築技術が注目されてきた。

このような背景から生まれた密閉型構造でのボックス推進工法について、開発当初から実施工に至るまでの経緯と、普及活動に向けた対応などについて紹介する。

2 掘進機の開発に至った経緯

密閉型推進工法の適用範囲の拡大に伴い、下水・雨水管きよのみならず、様々な地下空間構築技術として適用されるようになった。そのような中、比較

対象にもよるが、空間的・断面的な観点からは円形よりも矩形の方が圧倒的に優位となる。しかしながら、平準化が困難な矩形構造の掘進機や函体コンクリートなどの問題から矩形推進工法の開発はされず、刃口推進工法や先受けパイプルフ工法による構築が殆どであった。これらの施工法は、地盤改良の必要性や施工期間の問題等があり、切羽や周辺地盤の安定性に不利なため、特に都市部においては、ますます密閉型推進工法による矩形函路構築技術が求められた。このような時代の流れに対して、密閉型矩形推進工法の開発が進まなかった理由のひとつに円形では存在しないコーナ部（隅角部）の未掘削部を残すことなく全断面を一括に掘削し、切羽を安定させる掘削機構が課題となり、掘進機構造上から問題が多かったことにある。

そのような課題山積の中、掘削効率を最優先課題として平成11年に多軸自転・公転ボックス掘進機の開発を行い、特に市場調査も行なわれないままで、特許取得後、経営者の強い信念をもとに1号機の実験機製造に踏み切った(写真-1、図-1)。

ボックス掘進機が公となった場として



写真-1 ボックス掘進機1号機

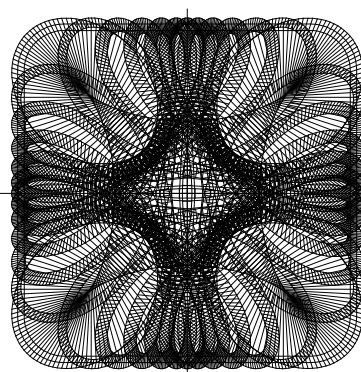


図-1 カッタ軌跡



写真-2 下水道展2000大阪

は、平成12年の下水道展（下水道展2000大阪（写真-2））であり、その年の9月に発刊された本誌Vol.14 No.9（2000年9月号）「特集/下水道用矩形管渠の推進技術」の解説記事として投稿²⁾したのが最初である。その後、カタログ、広告掲載、プレゼンテーションを通じ、本工法の優位性について幾

度となく説明を行なったが、日の目を見ることはなく月日が経過した。

3 水平土留め壁構築工法としてのボックス推進工法施工事例

ボックス推進工法が初めて採用されたのは開発から3年後の地下立体交差として外郭水平土留工の角型鋼管を用

いた施工であった³⁾。本工事は、つくばエクスプレスの地下六町駅舎を構築するにあたり、軟弱層で0.23MPaの高水圧地盤、かつ $\phi 6.0\text{m}$ の大断面下水シールド直下をボックス推進工法により先受けし、連結された角型鋼製土留工を築造する工事であった（図-2、3、写真-3、4）。以下に工事概要を示す。従来の円形パイプルーフ工法では、円形故に鋼管同士の連結部が1箇所となることから、施工完了後の内部掘削時の中間杭や支保工が膨大となる。よって、連結部を2箇所設置可能な角型鋼管を用いた本工法が採用された。

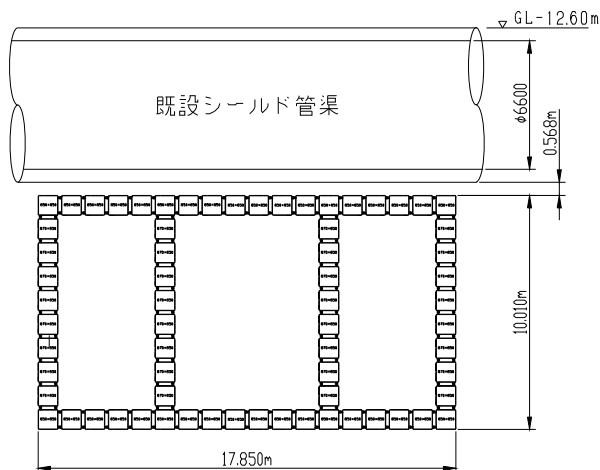


図-2 概略断面図



写真-3 使用したボックス掘進機

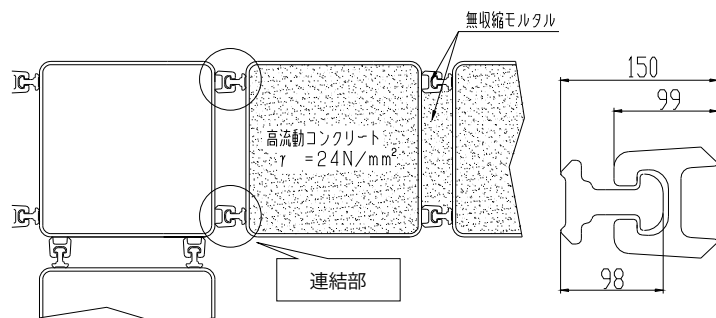


図-3 鋼製エレメント構造図および継手詳細図



写真-4 推進完了後の状況