

解説

# 独自の技術で未来を切り開く ユニコーンDH-ES工法

はしがや なおゆき  
橋ヶ谷 直之

ユニコーンES工法研究会  
事務局長

## 1 はじめに

私は下水道展'18北九州（西日本総合展示場、7月24日～27日）の会場にて、ユニコーンES工法研究会の展示ブースで、広報活動に従事しておりました。地方での開催ということで、来場者数はあまり期待していませんでしたが、その期待に反し、当研究会ブースでは昨年比2割増の来場者数を記録しました。九州地区は、ここ数年、地震災害や豪雨災害が発生し、地域によっては災害復旧がまだ進んでいない状況ではありますが、下水道事業は、今後もしばらくは活気があるのではないかと感じました。下水道展では、広報活動も大事なのですが、時間の合間をみて、他のブースを回るのを楽しみにしています。各地域の下水道事業や下水道の最新技術、新しい掘進機の展示など、他の協会ブースを

見て、刺激を受け、何か次の展開が図れないか探るよい機会となっています。さて日本における推進技術は誕生より70年が経過し、長距離化、急曲線、大深度化へと進展し、日本独自の技術としてその文化を形成しています。その中で最初に低耐荷力管推進工法が誕生したのは30数年前。それから少し遅れて、平成7年にユニコーンDH-ES工法（写真-1）が、日本初の低耐荷力管推進の泥水式として誕生しました。今回は、当該工法の開発経緯、工法概要、最新の施工事例についてご紹介させていただきます。

## 2 開発の経緯

### 2.1 開発のきっかけ

昭和から平成に年号が変わるころ、下水道事業のメインは幹線整備から面整備へ移行し、推進工法は大口径管推進から小口径管推進へ、推進管は高耐荷力管（ヒューム管）から低耐荷力管（塩化ビニル管）へとニーズが変化していました。さらに当時の低耐荷力管推進工法は、オーガ式が主流でしたが、需要の大幅な増加とともに、条件の厳しい帯水層や砂礫層において困難な施工を強いられていました。我々は、経済性・耐食性・扱いやすさに優れる塩化ビニル管に対応し、厳しい土質条件を克服できる密閉型掘進機の開発が急務と捉え、新たな推進工法の必要性を感じていました。この

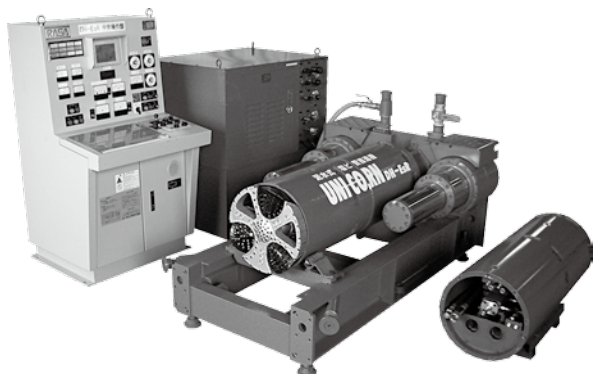


写真-1 ユニコーンDH-ES 本体

ような現状を踏まえ、新たな掘進機の開発のため、異業種4社（建設業の須山建設株、掘進機械メーカーのラサ工業株、工作機械メーカーの株桜井製作所、推進専門業者のアサヒエンジニアリング株）が集まり、我が国で最初の低耐荷力管推進工法泥水式掘進機（先導体）「ユニコーンDH-ES」の開発に着手しました。

## 2.2 開発目標

開発に先駆け我々はまず以下の目標を設定しました。

- ①地下水が多い地盤に対応できる
- ②呼び径200の推進用硬質塩化ビニル管を推進できる
- ③φ2,000mmの円形立坑から発進できる
- ④1号マンホール内から到達した掘進機を回収できる
- ⑤地中に点在する礫を破砕できる

これらの5つの目標をクリアするため、排土方式、掘進機の構造、分割長、推進力伝達装置（ケーシング）、ジャッキ性能について重点的に検討し開発を進めました。

### (1) 排土方式

掘進機（先導体）の開発にあたり、まず、排土方法を決める必要があります。地下水が多い地盤で推進が可能な工法といえば、泥水式が挙げられます。泥水式は、地山の地下水に対して送泥水を加圧させ切羽の崩壊を抑制しながら、掘削土砂を排泥水とあわせて搬出できます。この方式は、帯水性地盤において最も信頼できる技術であり、高耐荷力管推進工法ですでに実績もあることから排土方式は泥水式で検討に入りました。

### (2) 掘進機（先導体）の構造

掘進機（先導体）の外径は、呼び径200の塩化ビニル管に対応するため240mmまで小さくする必要があります。当時の掘進機最小径は外径340mm前後、それに対して、約100mm小さくしなければなりません。問題はカッターモータの選定で、小型の電動モータでは、パワー不足で礫の破砕は望めません。対して油圧モータは小型でパワーはありましたが、狭い機内に油圧ホースの装備を追加するスペースが必要となります。さらに油圧ホースを長くすると圧力損失が大きくなり、能力の低下が懸念されます。検討の結果、カッターモータは油圧モータに決定しました。水気の多い場所では、構造がシンプルな油圧モータのほうが安全性が向上します。さらに小型の割にパワーがあることで、高い礫破砕能力が期待

できるなど、欠点を補ってあまりある長所がありました。

### (3) 掘進機分割長

掘進機長の設定目標は、φ2,000mmの円形立坑からの発進と、1号マンホールからの回収を可能とすることでした。当時、全国的に普及しはじめていた鋼製ケーシング立坑に対応するため、φ2,000mmの円形立坑から発進できる構造を目標としました。掘進機は、全長が2m程度のため、φ2,000mmの立坑から発進するためには、掘進機を1m前後の長さに2分割して、先頭部と後続部として発進する必要があります。先頭部には掘削に必要なカッタ、礫破砕室、方向修正ジャッキ、モータおよび泥水循環のための送排泥管を、後続部には修正ジャッキや機内バイパス弁の制御装置、計測機器などを配置しました。さらに、1号マンホールで回収するため、掘進機長が700mm以下になるように掘進機をさらに2分割して、全体を4分割できる構造としました。

### (4) 推進力伝達装置（ケーシング）

掘進機と推進管を、同時に押すことができる高耐荷力管推進工法に比べて、管体の圧縮強度が低い低耐荷力管推進工法では、先端抵抗力を負担するための、推進力伝達ロッド（ケーシング）の使用が必須となります。ケーシングには、配線スペース・レーザ通過スペースの他に送排泥管を一体化し、施工性の向上を図りました。

### (5) 元押ジャッキ

φ2,000mmの発進立坑に設置する従来の推進装置は、小型である反面ストローク長が短く、推進の際には、補助材の使用が必要でした。推進のたびにジャッキを戻す手間が発生するため、時間がかかります。そこで、ワンストロークで1m管を押すことができるジャッキを検討し3段テレスコピック式の油圧シリンダを採用しました。

システムがすべて整い、幾度かの試験施工を経て、低耐荷力管推進工法泥水式ユニコーンDH-ESは誕生しました。

## 3 工法の概要

ユニコーンDH-ES工法の土質区分と適用範囲、施工可能延長、立坑寸法について表-1、図-1、表-2に示します。