

解説

世界が認めた

塩ビ管推進工法のパイオニア エンビライナー工法

NO-DIG 87 AWARD WINNER

あきば としやす
秋葉 利康

三和機材機技術本部技術部
開発グループテクニカルアドバイザー



1 まえがき

近年、異常気象が多く発生し、温暖化による地球環境の悪化が懸念されています。

環境を改善させるためには、海や河川の汚濁防止、水の再利用などで下水道の寄与する役割は大きく、世界的規模の整備は不可欠です。

約30年前、日本の下水道普及率は、先進国では最低と言われていましたが、現在の普及率は76%を超え先進国に追いつきました。

これは、下水道の普及に欠かせない管埋設工事を行う推進工法機と施工技

術が、技術革新により発展したことが、大きく貢献した結果だと思います。

弊社は、技術開発の過程において、低耐荷力管の塩ビ管埋設推進工法を開発・実用化して1988年にエンビライナー工法でNO-DIG 87 AWARDを日本で初めて受賞することができました。

小口径推進機開発の初期から現在までの経過と今後の方針を述べさせていただきます。

2 ホリゾンガー工法

日本に推進工法が導入されたのは約60年前で、線路下の横断工事に使わ

れました。

人力推進と言われ、狭い管の中に人が入り、スコップとズリトロで掘削排土の上、推進ジャッキで管を押し込む工法が続けられていました。

これを機械化し、作業改善するため、弊社の主製品である縦掘りのアースオーガを水平にして、オーガヘッドで掘削し、スクリュで排土した上で、ジャッキを取付けて推進する簡単な管推進機の開発に着手し、試作機を今から約40年前に完成させました。

工場敷地内でφ500mmの鋼管を用いて、50mの推進実験工事を行った結果、掘削・推進に関しての性能は確認されましたが、推進精度については問題が残りました（写真-1）。

試作機を元に大型化し、φ1,000mmのヒューム管を施工する推進機として製品化して販売を開始、実際の工事に使われるようになりましたが、当初は方向修正装置が無いため、長距離の施工は推進精度に問題があり、用途は道路横断などに限定されていました。

これを解決するため、方向修正装置の開発を開始し、実用化までは試行錯誤を繰り返しました。



写真-1 試作機

曲がり検出は、スクリュロッド内にターゲットを入れ、修正は刃口を4本のワイヤで引張ったりしましたが、最終的には一段小径のスクリュを内装した排土ケーシング使い、推進管内径とケーシング外径の隙間に設置したターゲットの変位を測量し、下方の隙間に配置した油圧ホースで、修正シリンダを作動させ、先端部の刃口を傾斜させる方式で実用化しました。

方向修正装置の開発により、推進精度が向上したため、長距離の道路の縦断に対応可能となり、下水道に使用可能なホリゾンガー工法として完成しました。

施工管径 ϕ 1,000mm から ϕ 250mm までに対応するため、SH-1030、SH-612、SH-308 の機種をシリーズ化、後に SH-612 と SH-308 を統合した SH-716 は、弊社最多の生産台数になりヒューム管推進の最盛期が続きました(写真-2)。

昭和50年代の開発初期には、圧密、拡大式アイアンモール工法(後にスクリュ排土方式)、二工程方式アースアロー工法、泥水式のテレモール工法等が各社で開発され、それぞれの特長を生かした施工で、推進工法の機械化が急激に進んでいきました。

各社競争の中、ホリゾンガー工法においても、多様な地盤に適應するヘッド、帯水層への対応、新たな測量方法のテレアイ等で技術革新を続け、現場の要求に適應していきました

3 プレストーン工法

帯水層、礫地盤用として先導管、推進機本体を見直し強化したプレストーン工法は、石を割るコーンクラッシャをオーガヘッドに取付けるとともに、湧水に対応するために、管受け口部には、エアシリンダ式開閉装置による止水装置を付け、地盤の適應範囲を広げました。

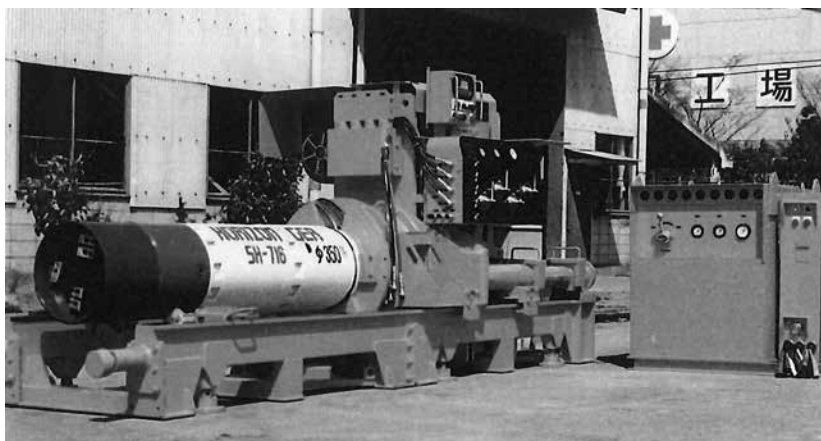


写真-2 ホリゾンガー SH-716

4 エンバイライナー工法

ヒューム管推進のホリゾンガー工法の開発から約10年が経過し、多くの工法、推進機が成熟期に入り、推進工法のメリットが認知される中、工事環境の影響を受けやすい各家庭の近くに埋設される枝管工事においては、開削工法による塩ビ管の敷設が多く採用されるようになり、工事場所の住宅地は交通障害、騒音等の問題が発生していました。

この改善策となる、環境負荷の少ない推進工法の要望が多く寄せられるようになり、推進方向の耐荷力が小さい塩ビ管推進機の開発に取り掛かりました。

開発には今までの技術の他に、新たに推進用の塩ビ管材、施工面からの検討が必要であり機械メーカーの弊社と塩ビ管メーカー、施工会社がそれぞれの技術を結集して開発を行いました。

開発要点としては、

(1) 管材

管の肉厚を上げて推進耐力を増す方法が近道ですが、従来の規格と変わり、新たに認可をとる必要性があるとともに、材料費が高いためコストが大幅にアップする等の理由により、従来の規格品であるVU管、VP管を使用することとし、推進用として接続方法にリブカラー方式、SUSカラー方式を開発しま

した。

カラー継手の開発では、推進抵抗を減らすため外周の凸部を減らし、推進部の肉厚部を少しでも厚くするよう検討を重ねた結果、VU管ではカラー外形を波型にし、VP管ではSUSカラーには水膨張性ゴムを使いゴムシールを薄くすることに成功しました。

この結果、管径 ϕ 200、250、300mm 管長2mの規格化が完成しました。

後に二工程方式では、ネジ式の継手によるスパイラル方式も実用化されました。

(2) 管材への推進力低減策

スクリュ排土方式の基本構造である排土用ケーシングを利用して、推進力の多くかかる先導管部分を推進する方式を創案したことにより、塩ビ管にかかる推進力を大幅に低減しました。

(3) 先導体

エンバイライナーでは施工最小管を ϕ 200mm 塩ビ管とするために、先導体は大幅に小口径化する必要がありました。

先導体外径 ϕ 235mm の内側に、修正シリンダ、油圧配管、電磁弁、傾斜計、ターゲット等を組み込みましたが、小型機器の選定、部品の小型化、油圧配管作業などで苦労しました。

推進する塩ビ管の内側には排土ケーシングが設置され、ケーブル・油圧ホースが通ります。修正ホースも従来機で