

解

説

低耐荷力方式

低耐荷力方式のパイオニア エンバイナー工法

みすの ただし
水野 忠

エンビ・ホリゾン推進協会
事務局長



1 まえがき

日本の下水道普及率について、かつては欧米先進国と比べ非常に遅れた状況でしたが近年、平成21年度末で73%になり、ようやく肩を並べる状況になってきました。

この普及率向上に、面整備で工事量の多い低耐荷力管である塩ビ管を推進する工法および管材の開発による功績が大きかったと思います。

エンバイナー工法（以下、本工法）の開発は約30年前から開始し、試作実験後、実用化されましたが、その後次々に出された施工条件を克服する事により現状に至っております。

2 ヒューム管から塩ビ管へ

推進工法は60数年前に日本に導入されその後しばらくは狭い管内に人が入り、人力で掘削する方法がとられていました。

約35年前に管内に人が入れないφ700以下の小口径推進工法が開発され、急速に発達普及してきました。下水道管理設において、φ250前後の工事では低耐荷力の塩ビ管が多く使わ

れ、ほとんどが開削工法で実施されてきました。

開削工法では、交通障害や騒音、地盤沈下等の問題が発生しやすく、これらの面で優れている推進工法で、塩ビ管の推進を実施できないかという要求が起こり、実用化しその後の新しい条件を克服し現在に至っています。

条件、開発の流れとしては

①低耐荷力管の推進方式

- ・推進耐力の弱い管材を一定の距離推進する方法
- ・管厚が少ない条件での接続カラー形状
- ・推進荷重、温度変化により伸縮する

②発進立坑のダウンサイジング

- ・狭い場所での工事を可能とする
- ・立坑のコストダウン、矩形、小判形から円形立坑

③管径の拡大

- ・当初φ200～300mmの施工範囲をφ150～500mmまでに拡大

④推進の長距離

- ・目視からレーザ光計測装置により50mから100m以上の推進距離

⑤帯水層対策

- ・ピンチ弁をつけ泥土圧方式により水位以下での施工

⑥硬質地盤、礫地盤対策

- ・ベアリング支持刃口とディスクカッターにより普通土から、軟岩、礫地盤まで施工

これらの条件を解決しながら開発を進め、改良を加えて発展をとげてきました。

3 最初のエンバイナー SH-305の開発

低耐荷力管推進工法の開発に当たり、まず問題になったのは、推進力の問題でした。

最初は推進距離を限定することや、管の厚みを増やして推進強度を上げる方法も考えました。しかし、推進距離は50m以上必要であり、管材については厚くすると材料費が高くなり、管材が特殊になり実用性に劣ることから、標準のVU管・VP管で実施する方針が決まりました。

管材の推進力低減方法としては小口径管推進工法ホリゾンガーで確立したスクリュ排土式の特長を生かし、排土用ケーシングで先端部分の推進力を伝達し管材にかかる推進力を低減する構造を採用しました。

管材については、管材メーカーに推進

用の凸部のない接続カラーの開発をお願いし、肉厚のVP管ではSUSカラー、肉薄のVU管ではリブカラーが開発されました。その後他社でVP管ネジ式のスパイラル継手が開発されました。

管材委員会では管継手の開発と共に、塩ビ推進管の規格制定や、接続時の注意点などの技術資料作成を実施しました。

推進機本体については、従来の高耐荷力方式と比べ、小口径専用になるので、機械の小型軽量化、作業性の向上等を改善した機構にしました。

推進シリンダーの切り替え方式を2段スライド式にしたり、減速機ケースで推進力を受けたり、特に推進力を伝達するケーシングは新規設計にし、スクリュも小型化しました。

低耐荷力管に対応するための新しい機構としては、塩ビ管にかかる推進力を測定する荷重計を取り付け、先導管後部には塩ビ管の伸縮に追従できる構造を取り入れました。

完成後、工場内で50mの実験工事を実施して実用性を確認しました（写真-1）。

1号機は北海道に納入され、水路横断工事を行い推進は順調に完了しました。

その後、工場での実験工事結果や北海道での工事結果をもとにPR活動を実施しました。工事データからは、管にかかる推進力は、全体推進力の50%前後で、塩ビ管は摩擦抵抗が少なく推進力は低くおさえられ、管割れの心配がないことを重点に説明しました。

どこの役所も、慎重で、なかなか採用には至らず、試験的に短い1スパンで採用し、結果を見て本採用が決まる例も多くありました。

開発後約1年経過し実用性が認知され実績が徐々に増えた昭和63年7月に、一層の発展普及を計るため13社でエンバイナー協会を発足しました。

協会の設立を基に組織的な普及活動も軌道に乗り、実績も全国的に増加していった結果、昭和63年日本で初めてのNO-DIG賞を受賞することができました。

4 円形立坑推進機

工法が普及するにしたがい、狭い場所での工事が増え、立坑掘削機の普及により円形立坑から発進できる機械の要望が増えてきました。

(1) SH-303

主に到達立坑構築用として広まった立坑掘削機は、作業性が良く立坑のコストダウンにつながり特に、 $\phi 2\text{m}$ のサイズが多く使われていました。

次の条件は、この円形立坑から発進できる推進機の開発でした。

管材は2mから1mにして継手は同じ物を採用しました。

機械構造は従来方式で縮小するのは困難で新しい構造を採用しました。

ガイドレール反力板は円形に合わせた形状にし、オーガ駆動は油圧モータで中空減速機にして厚みを極力薄くしました。

測量器も油圧モータの下に収め、継ぎ足し時は後方に移動する方式にして長手寸法を切り詰めました。

能力的にはSH-305より若干下げましたが、今までの実績により、50mは十分推進できる能力を確保しました。



写真-1 SH-305 工場実験

先導管も従来は管長と同じ2mでしたが、これを2分割式にして、発進可能にしました。

1号機が完成し、工場内で2mのライナープレートを組み立てこの中で、作業手順を確認し現場に搬入しました。

従来と比べ狭い立坑内で作業性が悪く、また1m管になり、継ぎ足し作業が倍加することで効率の低下を心配しましたが、継ぎ足し部材の軽量化や作業方法の改善で大きな障害はなく施工することができました。

$\phi 2\text{m}$ 発進立坑で工事ができることは、多くのメリットがあり次第にこの円形立坑方式が低耐荷力推進のスタンダードになりました。

その後、推進機は $\phi 2\text{m}$ の立坑サイズを変えずに能力アップのためモデルチェンジを繰り返し、(SH-355、456、SEH-508)と発展しました（写真-2）。

(2) 小型円形用SH-253

2m円形立坑機が一般化して工事量が増えるにつれ、次第に狭い路地、先行する地下埋設物を避けて立坑を作る、車道に立坑が作れないので歩道に

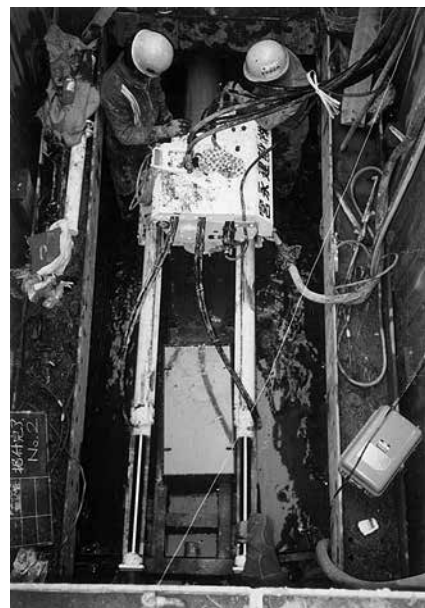


写真-2 SH-303 現場写真