

解

説

低耐荷力方式

ライバルたちとの切磋琢磨の中で 生き残ったパイパー工法

あ お き けんいち
青木 健一

パイパー工法協会
事務局長



1 はじめに

パイパー工法を開発した1994年当時、小口径管推進ではヒューム管が主流でしたが、塩ビ管推進でもいくつかの工法がしのぎをけずっていました。そのような中で、後発のパイパー工法が現在まで生き残ってこられたのは、これらのライバルたちとの切磋琢磨のおかげだと思います。

ここでは、パイパー工法がライバルたちを目標にきびしい施工条件を克服してきた過程を述べるとともに、今後の展望を探ります。

2 目標その1(ヒューム管推進)

第1の目標は、ヒューム管推進でした。これは、パイパー工法だけではなく低耐荷力方式共通の目標でもありました。

ヒューム管と塩ビ管の比較です(表-1)。

ヒューム管に比べて耐荷力や剛性が小さいため、適用土質の範囲(硬質土や礫)が狭くなり、許容推進延長も短くなります。次に、ヒューム管に比べて流下性能が高く管が薄いため、同じ

流量では管外径や推進機の外径が小さくなります。たとえば、同等の流下性能を持つ呼び径250のヒューム管と呼び径200の塩ビ管の外径は360mmと267mmで、断面積比は1.8:1です。これは、所要推進力が小さいという利点と、推進機を小型化しなければならないという欠点につながります。

そのため、ヒューム管とのすみわけが考えられ、塩ビ管推進は、必要管径が小さく、路線長が短い污水管の面整備を念頭に技術開発が進められました。

具体的には、呼び径を200～300中心に絞りました。パイパー Jrの適用呼び径が300以下なのはこのためです。さらに、推進延長は60m、土被りは3～5m、地下水圧は管底からの水頭差で3～4mで大半のニーズに対応できることが分かりました。

適用土質についても、当時の下水道が臨海部の大都市を中心に整備されて

いましたから、軟弱土対応に力を入れるのが効率的でした。

このような仕様では、機械設備が単純で小型化の容易な圧入方式二工程式で工法を開発するのが合理的であると考えられました。

3 目標その2 (圧入方式二工程式工法)

パイパー工法の開発着手にあたっては、社内で反対もありました。当時の小口径管推進工法はメーカ主導で開発されたものが大部分であり、「ゼネコンでは手に負えない」とか、塩ビ管推進が登場して7年経過し、「技術面でこれ以上開発できる分野がないのではないか?」といった声でした。

それに対して私たちは、「ゼネコンの視点で開発するからこそ他工法と差別化できる」、「後発だから、先行する工法の利点や欠点が見えている分有利

表-1 ヒューム管と塩ビ管の比較

項 目	ヒューム管	塩ビ管	備 考
流下性能(粗度係数)	低い	高い	污水管として塩ビ管が有利
耐荷力	高い	低い	塩ビ管の許容推進力が小さい
剛性	高い	低い	塩ビ管=可撓性管
耐食、耐薬品性	低い	高い	污水管として塩ビ管が有利

だ」などと社内を説得して開発が許可されました。

次の目標は、同じ圧入方式二工程式工法でした。

それまでの圧入方式二工程式工法とパイパー工法とで、次の点を差別化しました（表－2）。

さらに、ケーシング採用時には、独自の止水機構を開発し、帯水砂層にも対応しました。

4 目標その3 （オーガ方式一工程式工法）

第3の目標は、低耐荷力方式オーガ方式一工程式工法でした。これは、ヒューム管推進で培った技術を小型の機械に凝縮した工法です。施工以外の設計積算についてもヒューム管推進のノウハウをフル活用していて、シェアも圧入方式二工程式を圧倒していました。

そのような中、我々は次の点で従来工法に対抗しました（表－3）。

地下水への対応についても、オーガ方式一工程式は泥土圧方式（ピンチバルブと掘削添加材による止水）により先行していましたが、パイパー工法は独自の止水機構に対抗しました。

5 具体例

きびしい施工条件を克服した例です。

（1）長距離推進

パイパー工法の機種別最大推進延長（実績）です（表－4）。

長距離推進のために、独自の長距離測量システムを開発しました。これは、高輝度長寿命ターゲットと高解像度モニタとを組み合わせたシステムです。これにより80mまでの測量が可能になりました（写真－1、2）。

これに加えて、砂質土では滑材を使用するなど、土質別に細かな対応を行

うことにより70m超の推進を可能にしました。

（2）硬質土

平成16年度以前のパイパー工法技術積算資料では、砂質土はN値30、粘性土はN値40までを適用範囲としていました。砂質土の適用範囲は現在と同じですが、粘性土は現在のN値15以下と比べて大きな値です。

これは注水型先導体により実現しました。注水型先導体とは、パイロッ

ト管内部に注水管を装着し、パイロットヘッド先端から地中に注水しながら回転圧入させることで粘性土を泥土状態にし、強度を低下させるものです（図－1）。

その後、これは二重管に改良されて、今日でも一部の業者が使用しています。

（3）帯水砂層

パイパー工法の最大水頭差（実績）です（表－5）。

表－2 当時の圧入方式二工程式工法とパイパー工法の比較

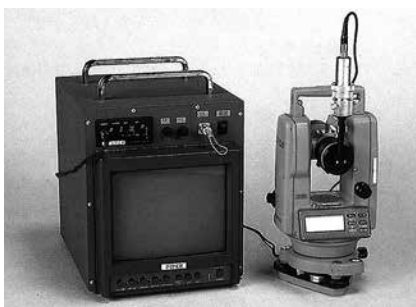
項 目	当時の工法	パイパー工法	備 考
塩ビ管長	0.8m	1.0m	標準管（2m）の半管とした
パイロット管長	0.6m	0.5m	塩ビ管長の1/2とした
最小発進立坑	φ2m	φ1.5m	1m管用としては当時最小
管内のキズ防止装置	なし	保護ブレード	のちケーシングに変更
長距離推進	30～50m	60m超	
硬質土対応	—	注水型誘導管	N値40の粘性土に対応

表－3 当時のオーガ方式一工程式工法とパイパー工法の比較

項 目	当時の工法	パイパー工法	備 考
塩ビ管長	2.0m中心	1.0m	小型化に寄与
最小発進立坑	—	φ1.5m	当時の工法は、1m管でφ2.5m
既設人孔到達	困難	容易	
管種（継手）	VU（リブカラー） VP、VM（SUSカラー）	VP、VM （スパイラル）	厚肉で、継手が単純なため、製造や施工が容易
施工方法	一工程	二工程	小型化に寄与
管内のキズ防止装置	ケーシング	保護ブレード	のちケーシングに変更

表－4 機種別最大推進延長（実績）

機 種	呼び径	推進延長（m）	土 質
パイパー 2000	200	77.70	シルト質粘性土、砂（N値不明）
パイパー Jr	250	64.95	シルト、砂（N＝0～5）
パイパー C60	250	75.28	細砂（N＝20）



写真－1 セオドライトと高解像度モニタ



写真－2 高輝度長寿命ターゲット