

解説 礫・帯水層・長距離

低耐荷力方式の適用範囲拡大と新たな用途 マシンからツールスへ 「圧入二工程式パイパー工法」

くすもと けんいち
楠本 建市

パイパー工法協会
技術委員



1 はじめに

「マシンからツールスへ」パイパー工法開発時のキャッチフレーズである。「塩ビ管推進品質は作業員の技量により左右されるものであり、推進機は作業員が使いやすい道具（ツールス）であるべき」というコンセプトを表現した。

低耐荷力方式のなかでも圧入二工程式の推進機は、他方式と比べて小型で構造や機能が単純である。そこで他方式と差別化するには、推進機の性能向上や多機能化をはかるよりも、この特長を生かしつつ作業員の創意工夫を

ツールスなどに反映するのが合理的だと考えた。

ここでは、パイパー工法における適用範囲拡大と用途拡大の取組みについて述べるが、これらの大部分が機種には依存していない。これらはオープンな技術として他工法にも取り入れられ、あるものは標準化され、あるものはさらなる進化を遂げた。

一方で、施工業者のリスク回避指向から適用範囲の縮小という逆転現象がみられる場合があり、これについても記載する。

2 適用範囲の拡大

2.1 推進機と適用管

パイパー工法の推進機は、当初発表した標準機のパイパー 2000、機能を絞り込み $\phi 1.5\text{m}$ の空間から発進可能なパイパー Jr の 2 機種、数年後に投入したヒューム管や長尺の塩ビ管も推進可能なパイパー C60 の合計 3 機種である。それぞれの機種で明確な役割分担がされている。表-1 にそれぞれの仕様と平成 11 年当時の適用管を示した。

当初（平成 7 年）に塩ビ管のみに適用していたが、5 年目（平成 11 年）に

表-1 パイパー工法の仕様と適用管種（平成 11 年）

		パイパー 2000	パイパー Jr	パイパー C60
発進立坑（ $\phi \cdot \text{m}$ ）		2,000	1,500	1,500～
到達立坑		内径 0.75m 以上（0 号マンホールに到達可能）		
適用管径（ $\phi \cdot \text{m}$ ）	塩ビ管	150～400	150～300	150～400
	VP 管（スパイラル継手、SUS カラー）			
	ヒューム管	250～300	-	250～300
	銅 管	150～400	150～300	150～400
	陶 管	200～350	-	200～350
	レジン管	200～350	-	200～350
適用管長（m）		1.0（0.8）		1.0（0.8）2.0
推進力（t）		32	22	60
トルク（kg・m）		300	200	600
注水機構		一、二工程目共	二工程目のみ	一、二工程目共
推進機本体重量（kg）		900	550	1,100～1,400

は推進に使用される主な管種に適用可能となった。

ただし、現在は塩ビ管と鋼管のみを適用範囲としている。

2.2 適用土質(N値)

パイパー工法が開発された平成7年当時の代表的な工法と当時の仕様である。

当時の主流は、オーガ方式のエンビライナー工法であった。従来の小口径管推進工法技術を踏襲し、推進機も高機能で完成度が高かった。適用範囲も圧入方式より広く、特に適用土質では表-2のように大きな差があった。

両方式の掘削排土方法は同じだから、この差は圧入方式の一工程目（パイロット管の無排土圧入）の適用範囲によるものだった。しかし我々には、標準貫入試験や各種のサウンディング試験での経験および基礎杭の支持力算定式の考え方などから、φ60mm程度のパイロット管ならばN値30程度の砂質地盤に圧入させることは可能だと判断した。また、パイロットヘッドから注水する注水型パイロット管を開発、N値40の硬質粘性土でも圧入可能なことを実験等で確認し適用範囲とした（図-1）。

しかし、水可能なパイロット管は価格が高く、これを使うと施工能率が大幅に低下することから、標準ではこれを使用しないこととし、粘性土のN値15超は適用範囲外とした。

現在、これを使っている業者はほとんどいない。

2.3 推進延長

塩ビ管の最大推進延長は開発時から徐々に伸び、平成7年当時は40m（土質により50m）とされていた。最大推進延長の決定要因の一つは測量であった。初期のターゲットは寿命が短く、2～3日で消灯し見えなくなってしまう。パイパー工法ではLEDによりこれを長寿命化、トラブル等で長期間推進が中断してもターゲットを交換するため

パイロット管を引き抜く必要がなくなった（写真-1）。

また、ターゲットをアイピースで目視するのではなく、CCDカメラで撮影し画像をモニタする方法を標準装備して、

70m超の測量を可能とした（写真-2）。

ただし、砂質土で60m、粘性土で70mを超えると、方向制御など施工管理上のトラブル発生件数が急増し、その対策も困難になることから、現在は

表-2 平成7年当時の代表的な工法と仕様

項目/工法	エンビライナー	スピーダー
推進方式	オーガ方式一工程式	圧入方式二工程式
塩ビ管種別	VU管（リブカラー継手） VP管（SUSカラー継手）	VP管（スパイラル継手）
塩ビ管有効長（m）	2	0.8
排土方式	ケーシング内排土	管内直接排土（ケーシングなし）
発達立坑	鋼矢板等（大きい：L=4m）	ライナープレート、鋼製ケーシング（小さい：φ2m）

表-3 適用土質 設計積算要領（平成7年度）より

方式名 呼び径 N 値			土 質		粘 性 土						砂 質 土					
					0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50
圧入方式	一工程式	200～300														
	二工程式	200～300														
オーガ方式	一工程式	200～300														
泥水方式	一工程式	200～300														
泥土圧方式	一工程式	200～300														

（凡例） ■ 適 □ 可

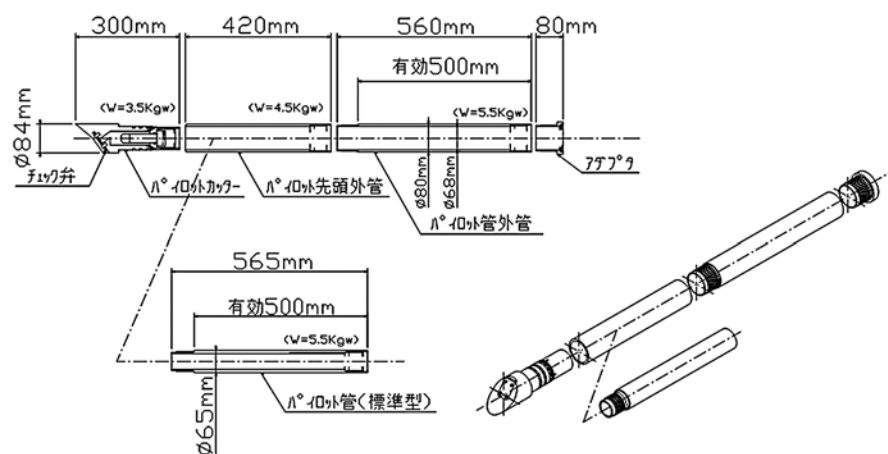


図-1 注水型パイロット管