

解説

# 塩化ビニル管を用いた 長距離曲線推進 「ベル工法」

な え だ よ し あ き  
苗田 徳照  
ベル工法協会  
事務局

## 1 はじめに

低耐荷力管を用いた推進工法は1980年代半ばから開発され、その後、各工法協会において切磋琢磨し、進化・発展してきた。

低耐荷力管（塩化ビニル管）は軸方向の耐荷力が小さいため、推進延長 $L=80\text{m}$ 程度までの直線推進で多く採用され、現在に至っている。しかし、下水道普及率が上がるにつれて地下埋設物が輻輳し、工事における渋滞緩和や近隣住民への環境配慮等が求められ、長距離曲線推進の需要が増えてきた。

## 2 開発の経緯

従来、長距離推進には高耐荷力管（鉄筋コンクリート管等）が用いられ、低耐荷力管（塩化ビニル管）では不可能とされていた。

塩化ビニル管は水理特性・防食性・耐薬品性等に優れているため、長距離や曲線推進が可能となれば、ライフサイクルコストに優れた下水道管きょとして社会資本の長寿化に有効である。特に、小口径管の汚水管は耐震性や耐久性の向上が重要である。

また、曲線道路に即した線形が可能であれば、マンホールの数を減らし、工事費や施工後に生ずる管理費の低減はもちろんのこと、交通渋滞の緩和や周辺環境

の保全にも貢献できる。

このような現状に対処すべく、不可能とされていた低耐荷力管での長距離・曲線推進を可能とする「ベル工法」を開発した。

## 3 工法の概要

### 3.1 概要

ベル工法は、硬質塩化ビニル管を対象にした泥水式一工程方式の推進工法である。掘進機は標準型と礫対応型があり、型式分類および仕様は表-1のとおりである。

ベル工法のシステムは、掘進機・ポンプ筒・測量筒・ステーション関連機器搭載管からなる先導体と、塩化ビニル管内のインナー装置が連結されており、発進立坑から先導体まで一体構造となっているが、この構造には以下の利点がある（図-1）。

一般的に軟弱地盤の推進の場合、掘進機の自沈が懸念されるが、ベル工法は先導体から塩化ビニル管までがすべて一体化し、かつ推進管（塩化ビニル管）も軽いので自沈しにくい。N値が0~1の軟弱地盤であっても補助工法なしで推進を終えている（詳細検討は必要）。

また、インナー装置の連結部は「印籠継手方式」（凹凸）となっているため、推進途中でも引き戻すことが可能である。予期せぬ地中障害物、例えば既設構造物・

表-1 ベル工法 型式分類および仕様

掘進機種別	標準型			礫対応型
型式	V300	VC300	VC350	VC300D
線形種別	直線	曲線		
呼び径	300	300	350	300
最大推進延長 (m)	250			200 <sup>(※1)</sup>
最小曲率半径 (m)	直線	60 (複数曲線可)		
測量方式	レーザ	自走式計測ロボット		
適用土質	普通土・礫質土			粗石混り土
最大礫径 (mm)	30	30	35	120 <sup>(※2)</sup>
礫率 (%)	20	20	20	50 <sup>(※3)</sup>
一軸圧縮強度 (MN/m <sup>2</sup> )	4	4	4	150
透水係数 (cm/sec)	10 <sup>-3</sup> 以下 <sup>(※4)</sup>			
最小発進立坑 (mm)	2,500			
最小到達立坑 (mm)	1,200 <sup>(※5)</sup>			
基礎と管芯高 (mm)	発進	500		
	到達	400		

※1) 粗石混り土は別途検討 2) 4個/m以上は別途検討 3) 50%以上は別途検討  
 4) 10<sup>-2</sup>以上は別途検討 5) φ600mm鉄蓋から回収可

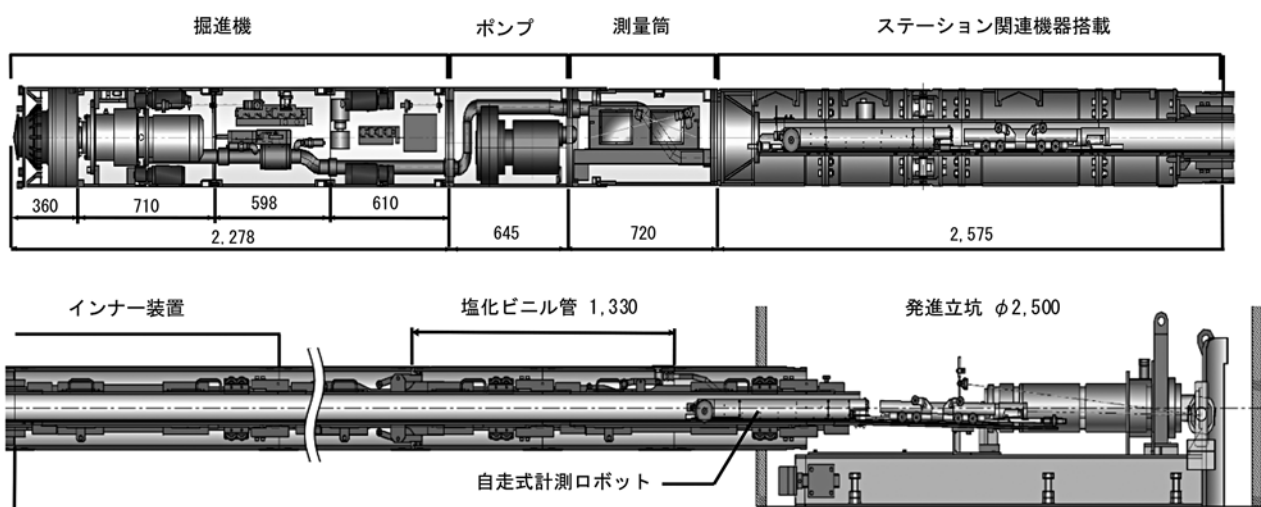


図-1 システム図

巨礫等に遭遇した場合でも引き戻しを行い、推進途中から線形を変更し迂回線形にて施工することが可能である。

### 3.2 推進システム(管周面抵抗力分割方式)

従来の塩化ビニル管による推進工法は、先端抵抗力を推進力伝達ロッドに負担させ、地山との周面抵抗力を推進管に負担させているため、推進管の許容耐荷力と等しい距離が推進可能距離となっている(図-2)。

ベル工法は、推進管の許容耐荷力を下回る本数ごと(標準16m)にインナー装置に設置されたインナー支持装置の支持部材で推進管を支持する(写真-1)。

この方式により管周面抵抗力をインナー装置に負担させながら推進するので、塩化ビニル管の耐荷力に制限されることなく長距離推進を可能としている(図-3)。

製品である塩化ビニル管自体には、地山との周面抵抗力を16m分のみ負担させることとなる。