

解説

長距離複数曲線推進で 難条件を克服する ベル工法

はたけなか なおと
畠中 直人
ベル・マイクロ工法協会
技術委員

1 はじめに

令和2年度末における農集やゴミプラ・浄化槽等を含めた全国の汚水処理人口普及率は92.1%（下水道処理人口普及率は80.1%）である。高い普及率に伴って新設推進工事の減少傾向が続く環境の中であって、今まで着手できなかった難条件下での施工対応が切望されている。特に、埋設物の輻輳化・交通等の制約条件の増加により、長距離推進や複数曲線推進のニーズも高まっている。本稿は、それらの難条件に対応できるベル工法の特長・基本的な機構や現在の取り組みについて紹介する。

2 工法の特長・基本的な機構

2.1 工法の特長

ベル工法（以下、本工法）は、耐久性・水理特性・耐震性に優れた塩化ビニル管を用い、図-1の通り多様な施工条件においても長距離・曲線推進工法（標準計画L=250m）を可能とした工法である。

その特長を以下に列記する。

(1) 軟弱地盤に対応可能

軟弱地盤での推進工事の場合、先導体の自沈が懸念されるため、補助工法（地盤改良）が必要となるケースがあり、工事費の増加につながることが多い。本工法は、長い先導体と推進管内のインナー装置が剛接合で連結されており、発進立坑から先導体まで一体構造となっている。さらに推進管（塩化ビニル管）は軽く、自沈しにくいことから、N値=0~1のような軟弱地盤でも補助工法なしでの実績が多い。

(2) 自動管内測量により支障物回避に対応可能

本工法は、自動化測量システムを採用し、発進立坑から先導体まで、何度も繰り返し全管を計測することから、本管の平面位置を正確に把握できる。その高い管内測量精度により、下記の施工条件にも対応が可能である。

- ①土被り6m以上
- ②既設埋設管との併走線形
- ③水路・鉄道横断部
- ④地上測量が制約される条件（交通渋滞等）

また、1スパンでの曲線数に制限が無いため、上記条件が多数重なった場合においても対応できる。

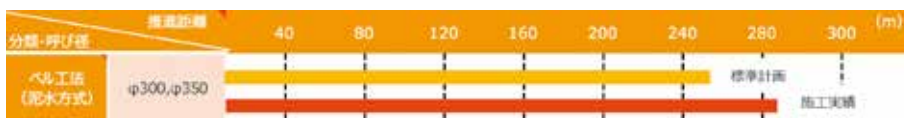


図-1 適用推進延長（標準計画・施工実績）（普通土）

(3) 砂礫層に対応可能

写真-1の礫対応型先導体（呼び径300）は、三次クラッシャを装備し、三段階にて細かく破碎する構造になっている。また、泥水噴射によりカッタヘッド部を洗浄することで、礫地盤から粘性土に変化する互層にも対応可能となる。上記の礫破碎システムにより、ビットの摩擦も少なく、塩化ビニル管での長距離曲線推進に対応することができる。



写真-1 礫対応型先導体

2.2 基本的な機構

(1) 推進システム（管周面抵抗力分割方式）

硬質塩化ビニル管推進工法の多くは、先端抵抗力を推進力伝達ロッドに負担させ、管周面抵抗力をすべて推進管に負担させるため、推進管の許容耐荷力により推進可能距離が制限される。そのため、軸方向の耐荷力が小さい塩化ビニル管では、概ね80m程度までが適用推進延長とされている（図-2）。

これに対して本工法は、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支持部材で推進管を支持する（図-3）。この方式により、管にかかる周面抵抗力を16m毎に分割し、インナー装置に負担させながら推進することが可能となる。塩化ビニル管本体にかかる地山との周面抵抗力を16m分以下にすることにより、長距離推進が可能となる。

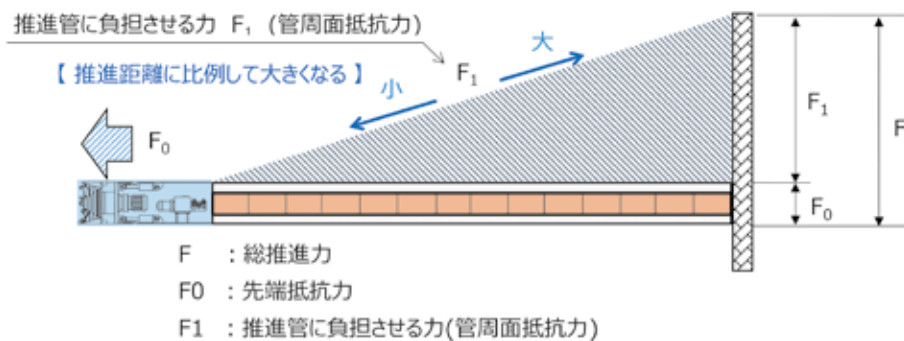


図-2 一般的な工法 概念図

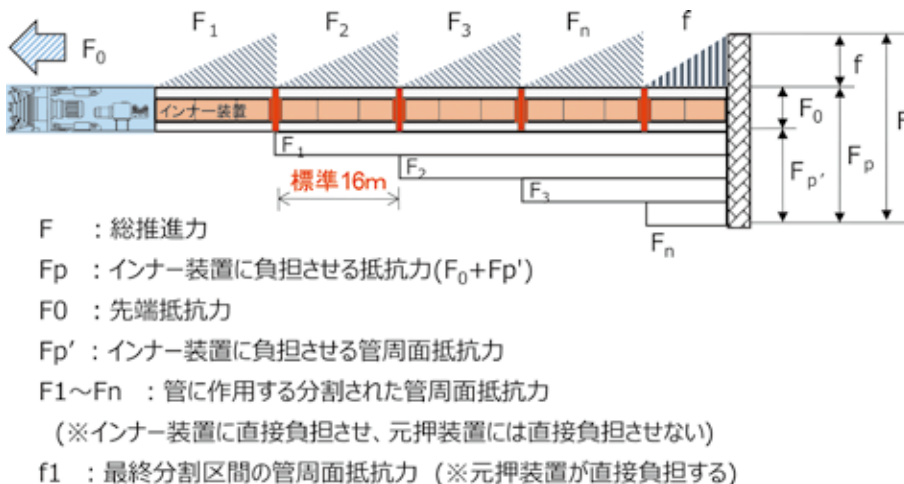


図-3 ヘル工法（管周面抵抗力分割方式）概念図