

解説

# 低耐荷力

## 塩化ビニル管を用いた 長距離・曲線推進工法 ベル工法

な え だ よ し あ き  
苗田 徳照

ベル工法協会事務局  
(真柄建設ベル・ミクロ事業部)



### 1 はじめに

従来、小口径長距離推進に使用される管材は、主に高耐荷力管（鉄筋コンクリート管）であり、低耐荷力管（塩化ビニル管）での長距離推進は不可能とされていた。

塩化ビニル管は水理特性・防食性・耐薬品性に優れているため、下水道管渠の長寿命化から開削工事や短距離直線推進では多くの工事で採用されている。この柔らかくて軽い塩化ビニル管を用いて長距離・曲線推進を世界で初めて実現したのが「ベル工法」である。

下記に、開発からの主な経緯を列挙する。

- ①平成19年6月、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構（通称：NEDO）の平成19年度イノベーション実用化助成事業に採択され、実証実験を経て、平成21年に実用化となった。
- ②平成22年7月「国土技術開発賞」最優秀賞を受賞（写真-1）
- ③平成24年2月「ものづくり日本大賞」内閣総理大臣賞を受賞（写真-2）
- ④平成27年1月に（公社）日本推進技術協会に入会
- ⑤平成27年8月にNETISに登録（KT-150038-A）
- ⑥実証実験から8年が経過し、施工累計延長8,500mを超えた。（平成28年10月20日現在）

以下、本工法の推進理論・特長・型式分類・最新の施工事例・礫対応型の開発・改良点等について紹介する。

### 2 ベル工法の長距離推進理論

従来の低耐荷力管による推進工法は、先端体の先端抵抗力を推進力伝達ロッドに負荷させ、推進管には管と土と



写真-1 国土技術開発賞最優秀賞



写真-2 ものづくり日本大賞

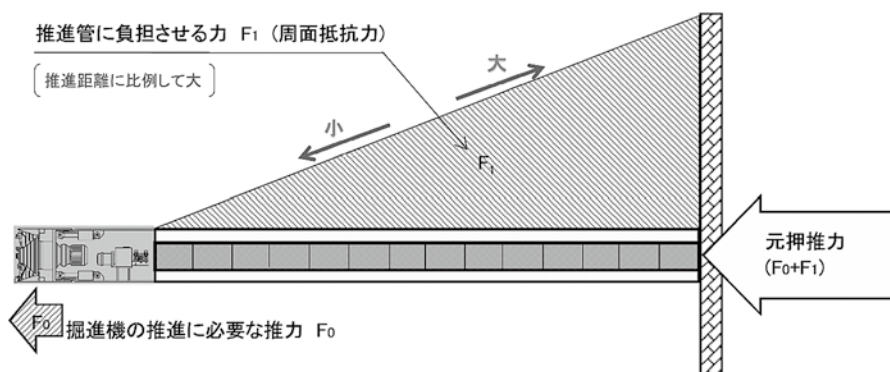


図-1 低耐荷力管推進工法概念図

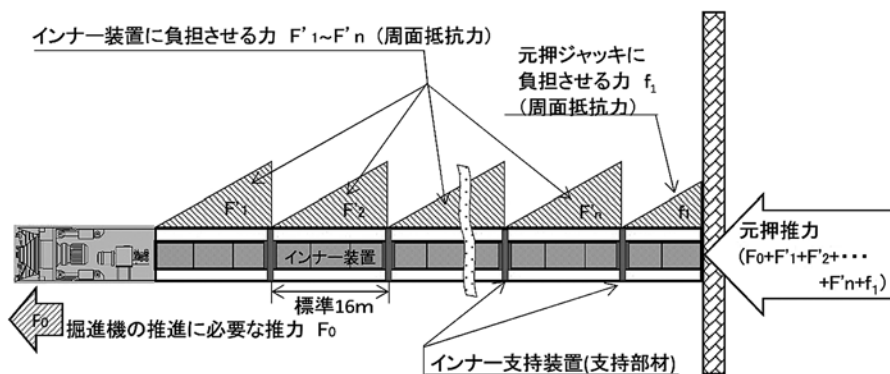


図-2 ベル工法概念図

の周面抵抗力のみを負担させる方式である。周面抵抗力は推進距離に比例して増加するため、管の許容耐力と等しい距離が許容推進延長となる。このため、管の耐力が小さい低耐力管では長距離推進は困難であった(図-1)。

ベル工法では、周面抵抗力を管の許容耐力より下回る間隔(標準16m)ごとに、仮設のインナー支持装置の支持部材で管を支持させ、管への負担を大きく軽減させる方式を採用している。この新しい推進システムの導入により、周面抵抗力はインナー装置で担うこととなる。よって、許容推進延長は管の耐力に制限されないため、長距離推進を可能としている(図-2)。

### 3 特長

低耐力管を用いた長距離・曲線推進を可能とした技術として、インナー装置・測量システム・ポンプ筒・工法用推進管、掘進機を紹介する(図-3)。

#### (1) インナー装置

インナー装置は、前述の支持装置の機能だけでなく、測量ロボットの走行路(BOX部)と、送排泥管、滑材注入ホースやケーブル類のトレイが一体となっている(写真-3)。

これを推進管内に挿入し、順次接続し掘進する。インナー装置には、支持部材を備えた装置(標準16m毎に設置)と、標準部に使用する装置がある(図-4)。

推進到達後、インナー装置に装備されているプルロッドを引くことにより、全ての支持部材を管内に収め(図-5)、発進立坑からインナー装置を順次回収する。

#### (2) 測量システム

曲線推進での測量方法は、光学式ジャイロおよび加速度計を搭載した「自走式計測ロボット方式」(写真-4)を

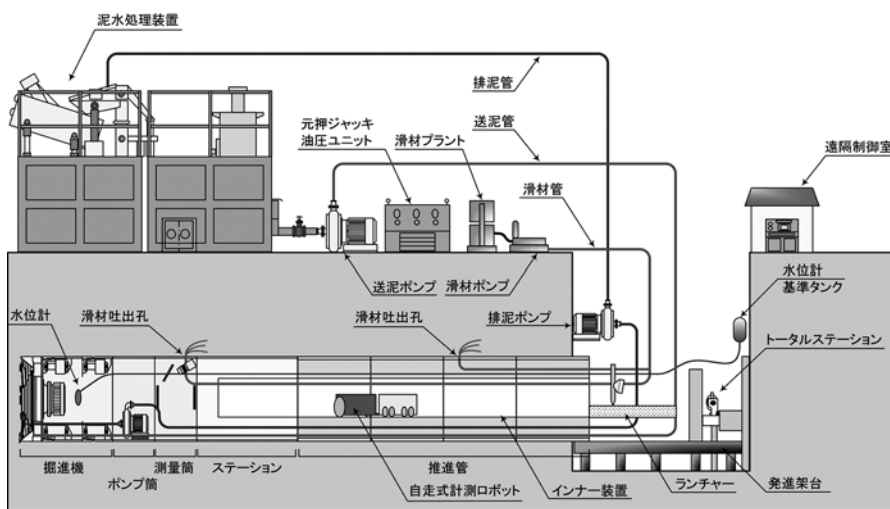


図-3 ベル工法システム図



写真-3 インナー装置

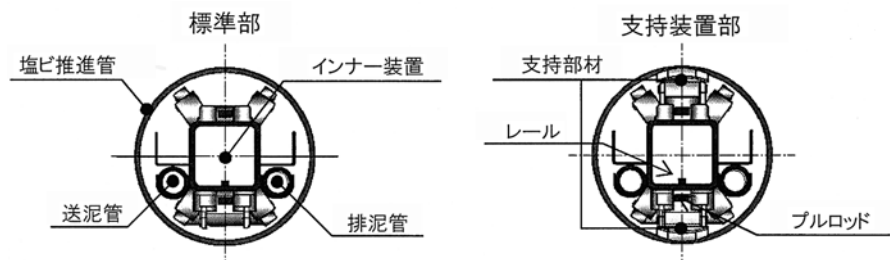


図-4 インナー装置断面