

塩化ビニル管で長距離曲線推進 『ベル工法』の特長と事例

キーワード

小口径長距離曲線推進, 塩化ビニル管, 軟弱地盤・礫層対応, 自走式計測ロボット, 障害物遭遇時引戻し, 複数曲線



1. はじめに

低耐荷力管（塩化ビニル管）は耐久性に優れ耐用年数が100年とも言われているが、軸方向の耐荷力が低いため、推進の最大延長は80m程度で長距離推進は不可能とされていた。

ベル工法は、防食性・耐薬品性等に優れた塩化ビニル管を用いて長距離推進を可能にしたシステムを世界で初めて開発し、さらに自走式ロボット測量の開発と合わせて曲線推進も可能にした工法である。開発後初めて施工してから12年が経過し、累計施工延長は10,794mとなった。

本稿では、ベル工法の仕様および推進システム、測量システム、施工事例を紹介する。

2. ベル工法の概要と仕様

ベル工法は、低耐荷力管（塩化ビニル管）を使用し、その推進となるため低耐荷力管推進工法に分類され、泥水式一工程方式の推進工法となる。

先導体（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の通りである。

ベル工法のシステム（図-1）は、先導体、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全て連結されており、発進立坑から先導体まで一体構造となっている。

この一体構造が、次に説明する推進システムを可能にしたこと、測量システムの正確性、様々な土質への対応、予期せぬトラブルへの対応等に役立っている。

表-1 ベル工法 形式分類と仕様

| 掘進機種別 | 標準型 | | | 礫対応型 |
|-----------------------------|-------------------------------------|------------|---------------------|---------------------|
| | 型式 | V300 | VC300 | VC350 |
| 適用管径 (mm) | 300 | | 350 | 300 |
| 最大推進延長 (m) | 250 | | | 200 ^(※1) |
| 最小曲率半径 (m) | 直線 | 60 (複数曲線可) | | |
| 測量方式 | レーザー | 自走式計測ロボット | | |
| 適用土質 | 普通土・礫質土・粗石混り土 | | | 礫質土・粗石混り土 |
| 最大礫径 (mm) | 30 | 35 | 120 ^(※2) | |
| 礫率 (%) | 20 | | | 50 ^(※3) |
| 一軸圧縮強度 (MN/m ²) | 4 | | | 150 |
| 透水係数 (cm/sec) | 10 ⁻² 以下 ^(※4) | | | |
| 最少発進立坑 (mm) | 2,500 (1.33m管) | | 2,000 (1.00m管) | |
| 最少到達立坑 (mm) | 1,200 ^(※5) | | | |

※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)：10⁻²を超える場合は別途検討
5)：φ600mm鉄蓋から回収可

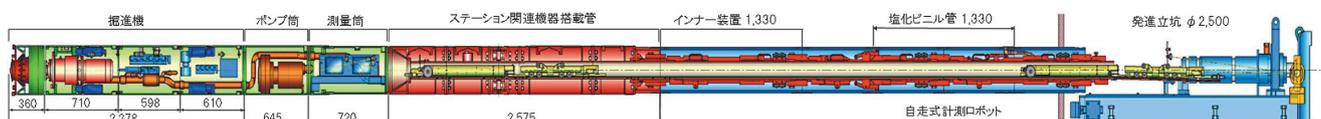


図-1 ベル工法システム