

解説 鋼製管推進工法

様々な施工トラブルに挑むロックマン工法

あきやま だいち
秋山 大一

ロックマン工法協会理事
(ハ千代エンジニアリング㈱)



ひむかい せいき
日向 誠記

グリーン興機㈱



1 はじめに

ロックマン工法は平成2年の施工開始以来、施工件数、施工延長ともに増加をたどり平成27年度では年間施工件数202件、施工延長13.2km（累計：5392件、387.6km）となった。当工法はもともと岩盤を掘進することを目的として開発された工法であったが、トリコンビットによる強力な破碎力から、その採用が砂礫層、玉石層へ拡大し現在では岩盤層を上回る状況となっている。

平成5年には小規模立坑に対応したロックマンエース工法を開発し地下埋設物が輻輳する狭小な場所への対応を図ってきた。さらに平成14年には合成鋼管により中込め注入の省略を行うとともに長距離施工への展開を図ってきた。

このようにロックマン工法は「困難な土質への対応」、「狭小な場所への対応」、「長距離施工への対応」を3つの柱として開発を続けている。

本稿ではこれまでの技術開発によって培われたロックマン工法のレスキュー

工法としての強みと、施工トラブルへの取り組みの事例を報告する。

2 レスキュー工法としてのロックマン工法の強み

鋼製管推進工法は、従来ボーリング方式などで前面の開口が大きいことを利用して礫、玉石、転石、岩盤等に起因する支障物撤去に利用されてきた。一方ロックマン工法は、鋼製管推進工法・泥水式に分類される推進工法であり、トリコンビットを用いて支障物の破碎除去を行うと言う点が特長である。

推進工法の施工トラブルの多くは、掘進土質が想定と異なることに起因するものが多い。すなわち、ボーリング調査で想定していた礫径をはるかに上回る礫が出現して推進工法を変更せざるを得ない事例や、地層線が設計時と異なり基盤層が掘進断面内に出現したり、岩盤強度が試験値と異なる強度の高い岩盤である場合、岩盤層の内部に未風化部が多く当初採用の工法では掘進不能に陥るといったケースも多い。

実際の施工では立坑径が確定しているため採用可能な代替え工法は限定されることとなる。ロックマン工法では、ロックマンエース工法など小規模立坑からの発進が可能なおことから、レスキュー工法として採用されることが多い。

これまでこうした施工トラブルに対応してきたロックマン工法のもつ強みについて整理すると次のようになる。

▶強力な破碎能力で支障物を除去する

ロックマン工法は超高強度のトリコンビットにより礫、玉石、転石などの硬い支障物を破碎することが可能であり、対応可能な礫径に上限が無いことが利点である。また岩盤においては硬岩（200N/mm²）まで広い範囲の岩盤に対応が可能である。

▶硬軟の混在する互層を掘進可能

泥水方式であるロックマン工法は、泥水圧により切羽の安定を保持するため、掘削断面内に硬軟の土層が混在する互層地盤であっても安定した掘進が可能である。

▶管内空間の有効利用

ロックマン工法は推進管として鋼製管を用いるため、管内空間が広い。一般に礫層における推進工事では点在する礫の当たり方により蛇行が生じ易いといった問題がある。

しかしながら鋼管推進では内管挿入の工程があることから、鋼管と内管との口径差を利用して勾配調整を行うことも可能となり、厳密な施工精度を要する下水道などの施工に有効である。一方、管内空間が広い鋼管では、複条数の内管の収容も可能となり、埋設スペースの節約も可能である。

▶小規模立坑からの発進可能

ロックマンエース工法では、 $\phi 2,000 \sim 2,500\text{mm}$ の円形小規模立坑から発進可能であり、既存埋設物が錯綜し立坑スペースを確保することが困難な都市部での施工を可能にしている。

▶ヒューム管への対応

礫層の推進工事では礫破碎時に前面

のカッターがロックされると、カッターの回転トルクが後続管に伝達され、この力により管材にひび割れを生じる等の事故が多く発生してきた。このため礫層では、従来からひび割れ等の生じにくい鋼管を使用することが主流となってきた。

ロックマン工法では回転トルクを専用ジョイント管 (RMルーパー) で受けることにより管材の損傷を防ぐことを可能とし、これによりヒューム管も使用可能となった。さらにヒューム管推進の場合、内管挿入、中込め注入等の工程が不要なため工程短縮、経済性の向上が期待できる。

3 トラブル対応事例

前述したように、ロックマン工法はレスキュー工法として多くの強みを有しているが、ここではロックマン工法を用いた施工トラブル対応事例について3件報告する。

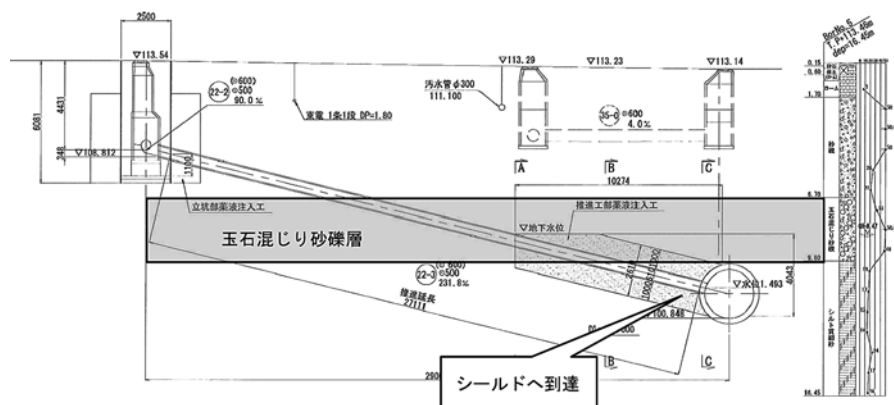


図-1 施工事例-1の縦断面図



写真-1 シールド管きよ内到達状況



写真-2 先導体搬出状況

【施工事例-1】

鋼管径を最小限としながら想定を超える

礫径、急勾配施工に対応

施工場所：東京都内某所

施工条件：雨水下水道

仕上管径：塩ビ管 $\phi 500\text{mm}$

$L = 27\text{m}$ 勾配 231‰

(急勾配突っ込み施工)

到達条件：シールド管きよ

$\phi 2,400\text{mm}$ へ到達

土質条件：砂礫～玉石層 $15 \leq N \leq 50$

想定礫径

$\phi 200 \sim 300\text{mm}$ (当初)

⇒試掘調査の結果

$\phi 650\text{mm}$

当初工法：鋼管さや管推進工法

ボーリング式一重管ケーシング式

本件の設計縦断面図を図-1に示す。当初設計では鋼製管推進工法ボーリング式一重管ケーシング式を採用し砂礫層を貫通して既設シールド管きよに到達する計画であった。施工径は削孔によるシールド管きよへの影響を軽減するため、鋼管径をできるだけ小さくする必要があった。また施工前の試掘調査では礫径 $\phi 650\text{mm}$ が確認され、この礫径に当初採用工法で対応するためには口径を $\phi 800$ に増径する必要が判明した。検討の結果、下記の理由によりロックマン工法が採用となった。

- ・仕上がり径 $\phi 500\text{mm}$ に対してさや管径 $\phi 600\text{mm}$ で確認礫径に対応可能であり、シールド管きよの削孔径を最小に留めることが可能
- ・231‰の急勾配に対し流体輸送で対応可能
- ・ $\phi 2,400\text{mm}$ のシールド管きよ内で先導体の分割回収が可能 (写真-1, 2)
- ・推進施工時の騒音が無く近隣住宅への騒音の影響が無い

写真-1, 2に示すように礫対応にも問題なくシールド管きよに無事到達した。