

総論

高水圧下における推進施工の設計上の留意点と対策事例

す どう ひろし
須藤 洋
機動建設工業(株)
土木本部技術課

1 はじめに

一般的に「大土被り」という語句で思いつくのは、大深度法の深さの基準である「地下40m以深」ですが、大深度法は地下空間有効活用のための法令であるため、施工条件とは切り離すべきであると考えます。また、大土被りの条件においても推進工法とシールド工法は区分すべきだと考えます。

推進工法は掘進機から発進立坑に据付けた推進管まで管列全体が動くのに対し、シールド工法はセグメントによる覆工完了後は裏込め注入を行い、セグメントを反力としてシールド機が進むため管列全体が動くことはありません。

推進管据付け時のバックリング現象など切羽面に作用する高水圧の影響を受けやすいのが推進工法です。

また、管路の止水性能についても推進工法とシールド工法における大土被りの基準というのは違った条件になると考えます。日本下水道協会規格では、推進管の継手性能の耐水圧は、昨年(2018年)に改正されるまではJC継手の0.2MPaとされていました。そのため、推進管継手部に0.2MPa以上の自然水圧がかかる条件について大土被り、高水圧とする考え方もあるようです。

しかしながら、当社における過去の施工事例より、バックリング現象が発生する場合は、通常の施工範囲を超えると考え、0.1MPa以上の自然水圧がかかる条件につい

ては高水圧推進施工として取り組んでいます。

本稿では、当社が高水圧推進施工指針を定めている0.1MPa以上の自然水圧が作用する場合の問題点について、その取り組みや施工技術について記述させていただきます。

2 高水圧推進施工における課題と対策

2.1 掘進機、推進管の水密性

【課題】

掘進機についてはカット駆動部および中折れ部のシール、推進管については継手性能が想定される自然水圧に十分耐えうる性能を有していること、また中押管を配置する場合は当然中押管の摺動部および継手性能についても検討が必要となります。

【対策】

当社掘進機の耐水圧は0.3MPaとしており、稼働履歴を確認し必要であれば各部シール材の交換を行います。

推進管はJC継手性能を超える水圧が想定される場合は、高水圧に対応した特殊な推進管を選定する必要があります。また、中押管の漏水の多くはS管とT管の偏芯による止水ゴムの浮きが原因と想定されるため、偏芯対策を施すことが重要となります。

さらに、予期せぬ出水が発生した場合を想定して各継手には止水用注入孔を設けることと、止水材について

事前に検討しておく必要があります。

掘進機および推進管の水密性が損なわれた場合は致命的な事象につながる容易に想定されることから、慎重な検討が必要となります。

2.2 発進坑口の水密性

【課題】

地盤改良区間では自然水圧がそのままかかることはまず考えにくいですが、改良区間を抜けた際にはいきなり高水圧がかかることがあり、その際懸念されるのが止水ゴムの捲れ（反転）です。止水ゴムが捲れるようなことがあれば土砂流入等の大変な事態になり、高水圧下でその捲れた止水ゴムをもとに戻すことは容易ではありません。また、止水ゴムによる水密性が高くても坑口コンクリート壁から泥水や地下水が噴出・漏出することもあります。その原因として考えられるのは、立坑土留め壁と坑口コンクリート壁の剥離もしくは坑口コンクリート壁の痘痕等による空隙です。

よって、発進坑口設備は通常よりも高い水密性と剛性を有する、止水ゴムが捲れることがない構造、坑口コンクリート壁についても立坑土留め壁と剥離しない構造が必要となります。

【対策】

当社では高水圧推進施工指針で発進坑口設備の条件を次のように定めています。

①ドッグレッグパッキンの使用

- ・原則として厚み20mm以上の耐摩耗性ゴムのドッグレッグパッキンとする。

ドッグレッグパッキンは、ストレート型に比べ推進管外面接地面が広いことにより水密性に優れ、またその形状から捲れにくくなっている（写真-1）。



写真-1 ドッグレッグパッキン発進坑口

②スライド金具の構造

- ・締付ボルトが1本の単体構造ではなく、締付ボルトが複数となる構造とする
- ・単体で製作する場合は補強リブを入れて隣りあうスライド金具同士を緊結できる構造とする
- ・スライド金具の隙間は降ろしきった状態で10～15mm程度とし、スライド金具を動かす際に止水ゴムの締付の緩みを防止するためにダブルナット構造とする

③剥離防止対策

- ・坑口コンクリート壁の型枠材として薄鉄板を使用し溶接接合で組み立て、推進完了まで型枠を残しておく
- ・前項が難しい場合は坑口金物に孔を設けた補強リブプレートを取付ける
- ・また、L型に加工した異径棒鋼を立坑土留め壁に溶接しアンカとする方法もある

④補足注入孔の設置

- ・坑口内部に薬液注入のための1インチ注入孔を複数箇所設置しておく

推進工法では管列全体が動くことから、発進坑口設備は到達するまで過酷な条件にさらされることとなるため、より慎重な検討と施工が求められます。

2.3 発進鏡切断作業

【課題】

大土被りの場合は鏡防護の地盤改良として高圧噴射攪拌工法が多く用いられますが、大土被りであるがゆえにその施工精度に誤差が生じる可能性が高くなります。地上でのわずかな傾きが改良部深さでは大きなズレとなり、その結果改良体のアンラップ部が生じることとなり、そこから地下水が浸入してくることが想定されます。

大土被りおよび高水圧下では改良体アンラップ部の止水作業は容易ではなく、かなりの時間を要することが考えられます。

【対策】

すでにセメント系の改良体ができていること等を考慮すると、止水方法は鏡部前面からの水平注入が考えられますが、注意しなければならないのは鏡面だけの止水は行ってもその背面では水圧がかかっている場合があ