

解説

Backing対策のアンカ方式と油圧締付け方式 施工事例に見る現状と課題(大中口径編)

船橋 透

機動建設工業(株)
関東支店 土木部長



1. はじめに

近年、大中口径管推進工法において、経済性の高さから施工条件は益々多様化し、超長距離施工実績、水平、縦断を含む急曲線の施工実績や、推進管の埋設深さにおいても、小土被りから大土被りまで、高水圧下での施工実績も数多く聞かれるようになってきている。

しかし、このような難条件下での推進施工におけるリスクは想像以上に大きい。その要因として、推進力の増大から起因する推進管破損、管継ぎ手からの出水、精度不良、掘削管理不足による取り込みすぎ等からの沈下や隆起、発進坑口止水不良、発進時の掘進機後退現象（Backing現象）、到達鏡切時の出水に伴う土砂崩壊等がある。どれをとっても、綿密な計画立案の下に施工しなければ、トラブルと言うような範囲には留まらず、多大な損害と共に社会的な信用も失いかねない。そこで、本稿は、高水圧下での施工事例を幾つか紹介し、設計計画に携わる方々のご理解と、今後の対応を考慮していただけるよう報告する。

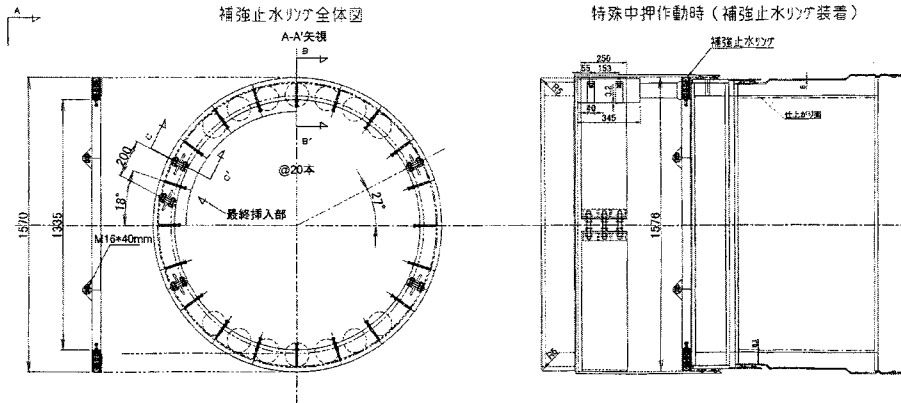
2. 大土被り（高水圧）における施工の留意点

2.1 掘進機の仕様、耐圧性

推進工事における掘進機は、主に経済性を重視し、汎用性を考えてあるため、安全性や施工性を詳細に検討し工法選定を行うことが重要である。また、高水圧対応になっていない場合は、使用計器、カッタ駆動部や修正部の高水密性を考慮し、掘進機メーカーと検討改造する必要がある。

2.2 推進管の仕様、耐圧性

一般に推進管は、継ぎ手性能と外圧強さで決定されるが、特にJC管（0.2MPa）でも対応不可能な高水圧においては、管種の選択が最も重要である。特に曲線を施工する場合は、推進力伝達方法を確実に選定施工し、目地開きが許容を逸脱しないよう精度管理に配慮し、最悪の事態にならないよう目地の開口制限を施すべきである。また、中押し管を使用する場合は、繰り返し可動するため、土砂の浸入により止水ゴムの磨耗や接着剤の劣化によって出水し、滑材の流入によりクリアランスがなくなり、地山による締付けが発生し、推進力の増大に繋がる。従って、止水ゴムの耐水圧



図ー1 曲線用中押管及び補強止水リング（高水圧対応）参考

対策を施すべきである。

2.3 発進時の後退防止対策（Backing対策）

高水圧下での推進施工では、推進管を据え付ける際、元押しジャッキを後退させ一時的に解放させた時、面板に水圧がかかり掘進機がBackingする現象が発生する。その防止策として、推進管外部にアンカと専用治具を取り付け反力側から抑える方式と、推進管を外側から油圧で締付けて抑える方式を行っている。通常油圧での締付けは、推進管外周がコンクリート製と比較して鋼製の場合の方が望ましい。

ここで、アンカ方式の計算例を以下に示す。

【自立した地盤で水圧のみ考慮した場合の計算例】

a) 面板に働く押戻し力の検討

地下水位：GL - 3.0m

水圧の作用点：GL - 20.3m

$$\begin{aligned} \text{水圧：} P_w &= \gamma_w \times h_w = 1.0 \times (20.3 - 3) \\ &= 17.3 \text{ tf/m}^2 \end{aligned}$$

推進管外径： $\phi 2140 \text{ mm}$

$$\text{断面積：} A = \pi r^2 / 4 = 3.60 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{押戻し力：} F &= P_w \times A = 17.3 \times 3.60 \\ &= 62.3 \text{ tf} \end{aligned}$$

b) Backing対策とその手順

推進管に事前に工場で所定の位置にインサートアンカを取り付けてもらう。（現場削孔は鉄筋位置等施工精度が悪くなるため）

元押しロングジャッキのストロークが伸びきっ

たら専用の金具をボルトで固定する。

ゆっくりとジャッキを引きBackingが無いことを確認したら次の推進管をセットする。

c) 推進管に取り付けるインサートアンカの検討

⇒ボルト径M22（HT）を使用する

ボルトの強度 許容剪断強さ

$$\begin{aligned} P_s &= 1200 \text{ kg f/cm}^2 \times \pi / 4 \times 2.22 = 4.6 \text{ tf/本} \\ \text{ボルトの必要本数} \end{aligned}$$

$$n = 62.30 / 4.6 = 13.6 \text{ 本} \Rightarrow 20 \text{ 本}$$

よって、推進管1本当たり、4本（1カ所）

*5カ所必要である（偶数が基本の為）

d) アンカの必要本数（推進管）

計画推進抵抗 $f = 1.4 \text{ tf/m}$

推進抵抗とBacking力が釣り合う距離

$$L = F / f = 62.30 / 1.4 = 44.5 \text{ m}$$

必要本数 $n = 44.5 / 2.43 = 18.31 \text{ 本}$

$$\Rightarrow 28 \text{ 本分とする（1.5倍）}$$

※アンカの必要本数は推進抵抗が想定以下の場合は安全率を2倍とする

2.4 発進坑口・鏡切の対応

通常の発進坑口は、一般に図ー3左図を使用するが、高水圧では図ー3右図のようなダブルパッキンにする場合や、二重にする部分のゴムをワイヤブラシにかえて施工した事例もある。Backingが発生すると止水ゴムが捲れてしまうことが多いので、初期の推進から滑材注入をおこなうことが重要であり、止水ゴムの裏側に土砂を充填させな