

解

説

地下水に挑む・守る

高地下水圧下における 泥水式推進のリスクと対策

たかはし しょうじ
高橋 正二
NUC工法協会
事務局



1 はじめに

先般、尼崎市昭和通1丁目の地に『推進工法発祥の地』として記念碑が設置されました。文字通りこの地で推進が初めて施工されてから70年が過ぎようとしています。この時はガスのさや管として軌道を横断したものでした。その後下水道はもとよりあらゆるライフラインの構築に要求される条件は過酷なものとなり、各社、協会ともそのニーズに対応すべく工夫と開発を重ね、今では超長距離、鉛直を含む急曲線、岩盤、巨礫土層、急勾配、超大口径とその技術の躍進には目を見張るものがあります。

そんな中、特に都市部においては平面的に錯綜する既設地下構造物を避けるべく管路の敷設深度は必然的に深くなってきています。

以前、本誌のVol.21 No.2（2007年2月号）で土被り30mを超える海底推進の施工事例を、主に長距離における滑材に特化して工法の紹介をしました。ここでは、その施工事例をもとに当時の高地下水圧対策の紹介とそれ以後の工夫技術と留意点などについて説明します。

2 泥水式推進における 高地下水圧下でのリスクと対策

高地下水圧下での推進におけるリスクは発進から到達の施工、機械能力、材料等多義にわたります。そのリスクを回避すべく対策を講じることで安全な施工が可能となります。ここでは泥水式推進において、その項目ごとにリスクと対策について説明します。

2.1 発進坑口と発進鏡切り工

【リスク】

(1) 地山の崩壊

発進時の鏡切は一時的に地山を開放することとなり、確実な地盤改良が最低の条件となる。鏡切前にあらかじめ確認用のバルブ等を設置しておき、改良状況の確認をすることは言うまでもないが、それでも鏡切り作業中に湧水や地山の緩みが確認された場合には即座に作業を中断し再度閉塞した後補足の注入をしなければならない。

(2) 坑口ゴムのめくれ等による漏水

推進中においても坑口ゴムのめくれなどによる出水、土砂流出のないようにする必要があります。

そのための坑口構造の一例を示す。

【対策】

(1) 坑口ゴムのWにする

2枚のゴムは、ゴムの回り分の間隔を保持して設置することで、掘進機の段差を通過する時やグラウト孔などを通過する時の出水を防止する。

(2) フラップ式坑口を採用する

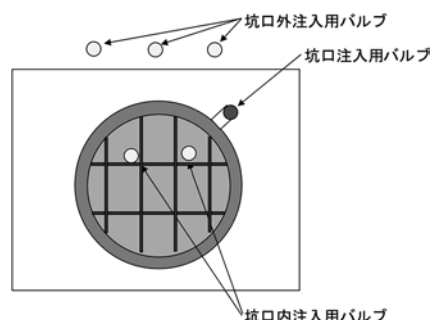
（施工事例参照）

坑口ゴムを可動式のフラップで抑えることでゴムの返りを防止する。

ただし、バックキングによりフラップが管の突起部分に掛かり締め込みボルトを破損することがあるのでバックキングを確実に防止する必要がある。

(3) 補足注入用バルブを設置する。

異常出水時に備えて坑口外周部に補足注入、坑口内部に充填注入が可能なように注入用バルブを設置しておく（図－1）。



図－1 坑口注入孔

(4) 掘進機で切削可能な土留壁を構築する

大深度の立坑を構築する場合連続地中壁、SMW、ケーソンなどの土留め構造が主流になる。この時、鏡部分に掘進機のビットで切削が可能な部材を用いて土留め壁を構築することで、坑口を設置した後、鏡切りをすることなく掘進機での発進が可能となる。工法の例として、SEW 工法、NOMST 工法等がある。

写真-1 は NOMST 工法でケーソン立坑に土中到達した後、掘進機外周を掘削している状況。



写真-1 NOMST到達状況

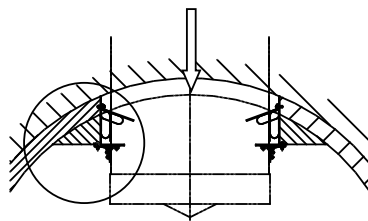


図-2 エアチューブ式坑口

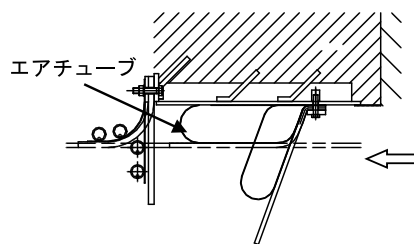


図-3 エアチューブ式坑口構造

の回り分の間隔を保持して設置することで、小砂利等のゴムへの噛み込を二重に防止できる。

(2) エアチューブ式坑口を採用する。

坑口ゴムリングの奥（地山側）にエアチューブを設置し、掘進機通過後にエア圧力によりチューブを膨らませその圧力で地下水、土砂の流出を防止する（図-2、3、写真-2）。

(3) 水中で鏡切りを行う。

到達立坑に、地下水位まで水を貯め潜水作業により鏡切りを行う。地下水の流出もなく安全な作業といえる。しかし、事前の打ち合わせ、手順の確認は入念に行わなければならない（写真-3）。

手順の一例を示す。

- ①掘進機の芯確認
(出水ある時補足注入)
- ②坑口設置
- ③架台設置（余裕を持って）
- ④潜水扶状況確認
- ⑤注水
- ⑥鏡切（小割する）
- ⑦面板清掃
- ⑧掘進機誘導
- ⑨坑口ゴム取付け
- ⑩架台調整

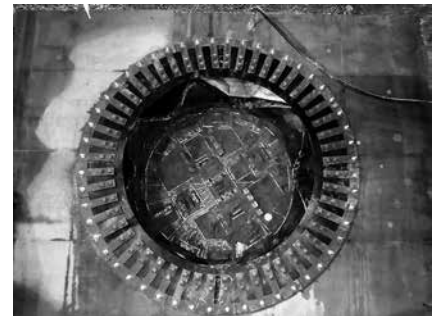


写真-2 エアチューブ式到達坑口



写真-3 潜水作業中

2.2 到達坑口と到達鏡切り工

【リスク】

(1) 異常出水と土砂の噴出

到達時においては、掘進機は地盤改良された地山を破壊して掘進、到達する。推進管外周は地下水が集中しやすい状況になり、鏡切り時には出水と土砂流出のリスクが高くなり事故も多い。

(2) 坑口ゴムと管の接着部分からの出水と土砂の流出

坑口ゴムの返りの方向は発進とは逆に立坑側にできることになるため、通常の場合でも出水し易い状況であるが、高地下水圧下においてはその噴出圧力はさらに大きなものとなる。

【対策】

(1) 坑口ゴムをWにする。

発進坑口と同様、2枚のゴムをゴム

①掘進機押し

(ビットによるゴムの損傷注意)

②坑口ワイヤの絞込み

③排水

(地下水の流出、水位の上昇に注意)

2.3 バッキング

【リスク】

管据付け時に、掘進機前面に掛かる水圧により管路全体が立坑側に押し戻される。押し戻された分だけ切羽の土砂は崩壊したことになり陥没事故を起こす結果となる。滑材による推進力低減を重視する現状にあって、推進力が低減する一方で水圧に抵抗する摩擦抵抗も低減することになり、この現象は顕著である。

【対策】

種々の方法が工夫されている。