

# 解説 多様な断面ニーズ

## 袋田の滝新観瀑台建設工事のための 上向き推進工法による先進導坑掘削



あらい かんさく  
新井 冠作  
（株）鴻池組  
東京本店土木部所長

### 1 はじめに

茨城県大子町にある「袋田の滝」は、県立自然公園内の名勝であり、日本三名瀑の一つでもある。別名「四度の滝」とも呼ばれ、四季折々に変化を見せることで年間を通し観光客が訪れる。

観光パンフレット等に掲載されている写真は、概ね現在の観瀑台からの撮

影のものではなく、さらに上部の位置からの撮影が多い。本事業は、この撮影スポットに新観瀑台を新設し観光客を集客するため、大子町が総力をあげ建設を進めてきた（図-1）。

本工事は、現観瀑台へ通じる観光トンネル内部から新たに分岐の横坑トンネルを掘削し、新設立坑内に山頂の新観瀑台までエレベータを設置する工事

である（図-2）。

今回は、新観瀑台へ通じる立坑工事の中で施工した、導坑掘削用の上向き推進工法の事例を紹介する。

### 2 施工方法の検討

施工場所周辺の環境諸条件を考慮して施工方法を検討した。

#### 2.1 周辺環境の諸条件

- ①新観瀑台建設場所が山頂の急峻な地形上にあり、アプローチは人道以外にはない。
- ②県立自然公園内のため、観瀑台建設用地以外は仮設ヤード等のスペースが確保できない。
- ③地上から資機材運搬をする索道のための伐採は不可であり、またヘリコプターによる空中からの資機材運搬は、周囲の壁面が垂直に近く乱気流が発生するため不可能である。
- ④工事用道路は、資機材仮置場→土産店街（インターロッキング舗装道）→既設トンネル（H=3m、W=4m、L=235m）を経由することとなり、観光客ルートを共用する。
- ⑤道路幅の関係で、土産店街は4t車、既設トンネル内は2t車が最大通行

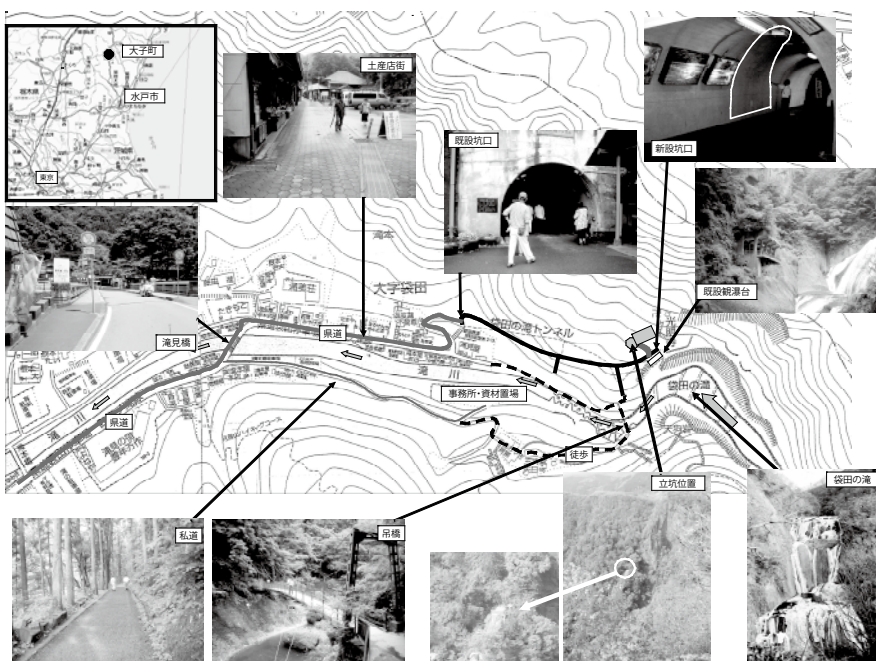


図-1 概要説明図

可能車両である。

- ⑥土産店街および既設トンネル内約500m区間の通行は、年中無休のため夜間（19：00～7：00）以外の時間帯は使用できない。このため、朝7：00までに道路清掃を完了し、トンネル内を含め重機・車両・資機材全て撤去する必要があった（図-1）。
- ⑦施工上の制約が多い中、観瀑台オープニングの日取りが決まっており、急速施工が望まれていた。

以上の条件から、立坑上部からの掘削は不可能と判断した。

## 2.2 施工方法の検討

立坑は、掘削径φ7900、掘削延長30m、コンクリートで二次覆工後エレベーターを設置（エレベーター2基及び非常階段）する設計となっている。

上記諸条件から、まず立坑下部より上向き導坑を掘削し、それを利用して資機材の揚重、伐採材等を搬出し、その後立坑上部より導坑を使って下方へ拡幅掘削を行うこととした。

導坑の直径は資機材の大きさから最低でもφ2000程度が必要と考え、掘削方法を検討した。

工法として、「アリマッククライマー」、「シールドレイズマシン」、「推進工法（掘進機による）」を比較した（表-1）。

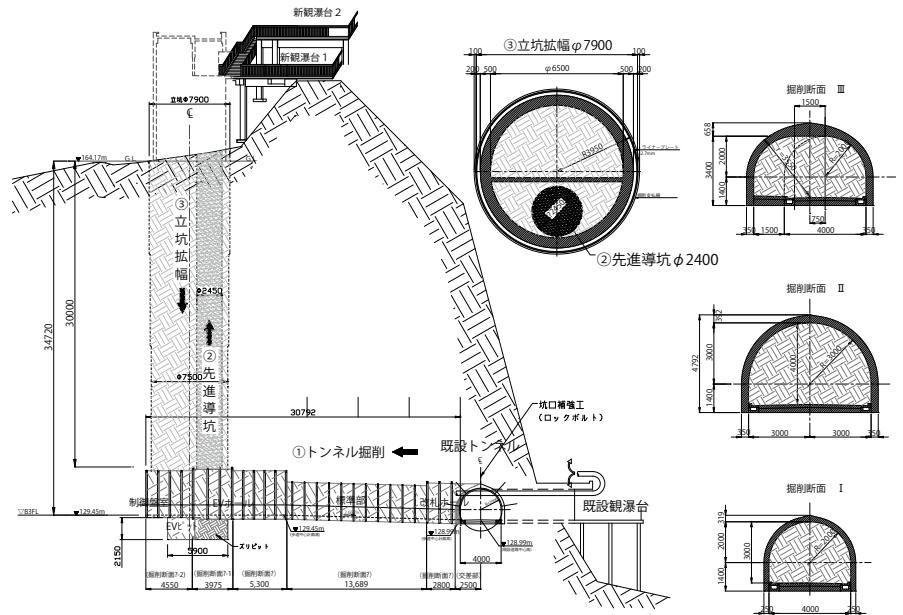


図-2 立坑断面図

表-1 工法比較表

	アリマッククライマー	シールドレイズマシン	推進工法
概要	・ガイドレールに沿って昇降する1人用ゲージに乗り、人力削孔・装薬・発破を行い掘削する	・立坑下部にボーリングマシンを据付け、上部に向かいドリルパイプを接続しながら掘削する	・岩盤用掘進機を用い、元押しジャッキの推進力で掘削する ・推進力は8ピース分割の鋼製セグメントを使用する
長所	・ガイドレールを含め設置・撤去が容易である ・構造が簡便である	・掘削ズリがドリルパイプの内部を通過するので、安全性が高い	・余掘が少なく直進性があるため、掘削壁面からの崩落の危険が少なく安全性が高い
短所	・掘削面が保護されていないので崩落の危険がある ・国内では、10年以上前から実績がない	・ボーリング機が小分割できないので、運搬が困難 ・坑壁崩落防止に吹きつけが必要となる	・掘進機1分割が最大10tであり、運搬方法が困難 ・推進用後続台車設備等のスペースが必要となる。
機材納期	1～2ヶ月	5ヶ月程度（設計含む）	3.5ヶ月（製作時間のみ）
経済性	×	△	○
評価	△	×	◎

## 3 上向き掘進機

今工事では、表-1に示すようにリスクの少ない機械掘削工法を採用した。

### 3.1 掘進機（図-3、写真-1）

- ①掘削岩盤が国内でも有数の高強度石英質安山岩で、平均一軸圧縮強度が190N/mm<sup>2</sup>であるため、この強度に対応できるビットを選択した。
- ②推進距離が30mで導坑は直線で貫通すればよいことから、掘進機を軽

量化しセグメントの負担を軽減するため、元押しジャッキによる推進とし、方向制御装置等、余分な装置は装備しないこととした。

- ③反力はヒューム管ではなく、軽量で手組みができ可搬性に優れたスチールセグメント（φ=2350、L=0.5m：8分割）を使用した。
- ④掘削機本体の構成は、カタヘッド、グリッパジャッキ（振動回転防止）及び排土管開閉装置等、必要最小限とした。

⑤掘進機は製作期間短縮のため、北陸電力の志賀原発で採用されたものをベースに製作した。セグメントとの関係からマシン外径は、φ2450とした（図-3）。

⑥元押しジャッキは、掘進機、セグメント及びズリ排土管等の総重量約420kNを支えながら、更に推進力が必要なことと、セグメントが8分割であり一般的なジャッキを使用することを考慮に入れ、588kN×8本の装備とした。