

高水圧下における斜坑泥水推進工法による施工

—今井川地下調節池建設工事（その10）—

扇原 博・黒川 満・浦田 修・飯泉 勝

近年、推進工事における施工技術は急速に発展している。推進延長距離は1,000 mを超え急曲線施工では、小口径（φ800 mm）なら曲線半径が10 m以下の実績も報告されている。

今回の神奈川県横浜市の今井川地下調節池建設工事（その10）における推進工事は、到達深さ87 m、伏角75.6°、地下水圧は到達部で0.66 MPaとなり、国内では他に例を見ない厳しい条件下での斜坑推進工事である。

本報文では、斜坑泥水推進工事について、工事内容、推進用設備機械について紹介する。

キーワード：大深度、高水圧、急勾配、斜坑推進、既設接続

1. はじめに

今井川地下調節池は、横浜市保土ヶ谷区内を流れ、^{かたびら}帷子川に合流する今井川（二級河川流域面積7.6 km²、延長7.0 km）の流域における浸水被害防止・軽減を図るために、国道1号線下に建設されたシールドトンネル式地下調節池である。

地下調節池は、管理棟、排水施設、取水施設、換気施設、地下調節池本体（内径10.8 m、延長2,000 m）から構成されており、地下調節池の貯留量は17.8万m³、計画降水量の設定は、1時間あたりの降水量を暫定的に50 mm相当、将来計画では更なる治水安全度の向上をめざして82 mm相当としており、平成13年4月より暫定供用中である。

今回の今井川地下調節池建設工事（その10）は、今井川から地下調節池への取水時に地下調節池内の空気を地上に放出したり、新鮮な空気を地下調節池内に取入れる事を目的とした換気施設を、地下調節池本体工事の発進立坑より約1,600 mの位置に築造するもので、呼び

径φ2,000 mmの換気孔を、地表から深さ87 mにある地下調節池本体に向け斜坑泥水推進工法にて築造する。

推進角度は伏角75.6°、地下水圧は調節池本体との接合地点で0.66 MPaと高水圧となり厳しい条件下の特殊工事である（図-1）。

2. 工事概要

斜坑泥水推進工法を採用した工事の概要を下記に示す（図-2、図-3）。

- ・発注者：横浜市下水道局河川部
- ・施工者：清水建設株式会社
- ・工事名：今井川地下調節池建設工事（その10）
- ・工事場所：横浜市保土ヶ谷区狩場町214番地先
- ・工期：平成13年12月27日～平成14年12月20日
- ・工事内容：
 - ① 泥水式推進工
 - ・呼び径2,000 mm ダクタイル推進管（長さ5 m、最大質量14.9 t/本）

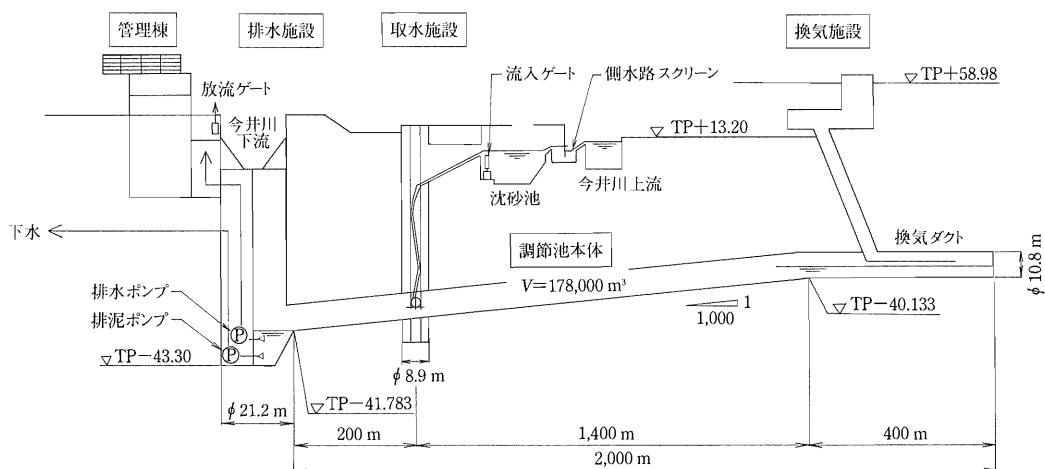


図-1 今井川地下調節池施設概略図

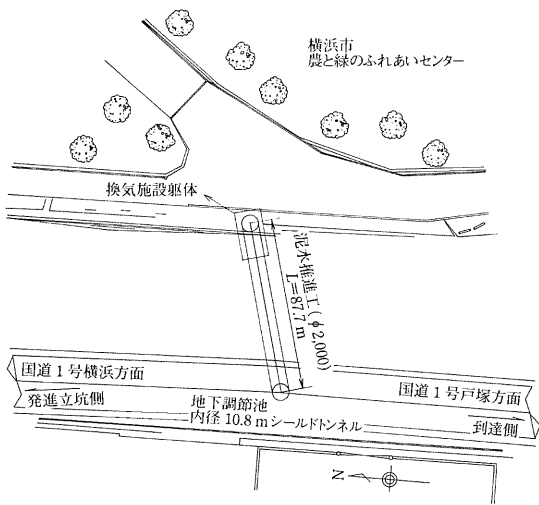


図-2 平面図

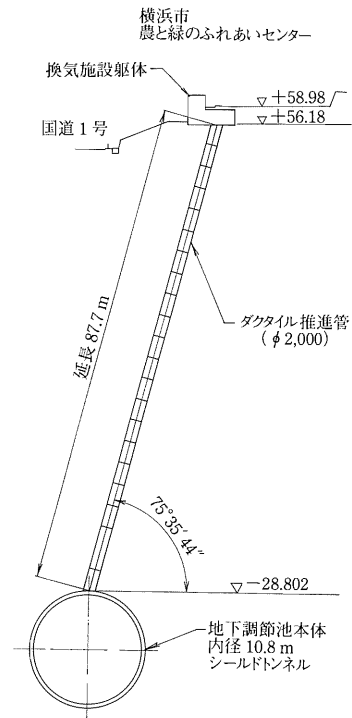


図-3 断面図

- ・斜坑推進 (伏角 75.6°)
- ・延長 87.7 m
- ・最大地下水圧 0.66 MPa
- ・土質条件 ローム, 固結シルト, 細砂

② 推進仮設備工

- ・反力構台
- ・斜坑エレベータ

③ 地盤改良工

- ・到達防護薬液注入 (地下調節池本体内より)

④ 調節池内支保工

- ・地下調節池セグメント防護支保工

⑤ 換気施設躯体工

⑥ 付帯工

3. 推進用機械設備

施工に当たって、斜坑泥水推進工法の特長性を考慮して各推進用機械設備を設計製作した。その主なものは以下のとおりである (図-4)。

① 泥水式推進機

② 地上仮設備

- ・元押し設備 (元押しジャッキ)
- ・反力構台
- ・管固定用浮上がり防止装置
- ・斜坑エレベータ
- ・レーザ測量器

(1) 斜坑泥水式推進機

斜坑泥水推進機を設計製作するうえでの課題と対策について述べる (表-1, 図-5, 図-6)。

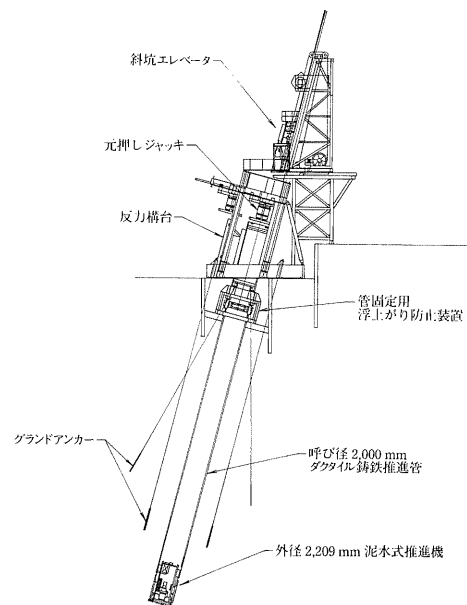


図-4 推進用機械設備概略図

① 高水圧施工

- ・駆動部シール等シール類の止水性能はすべて1 MPa仕様とした。

② 固結シルト層掘削性の向上

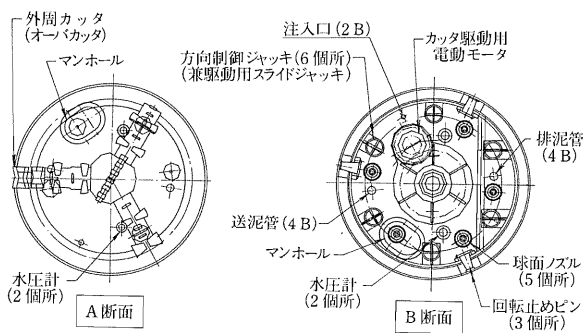
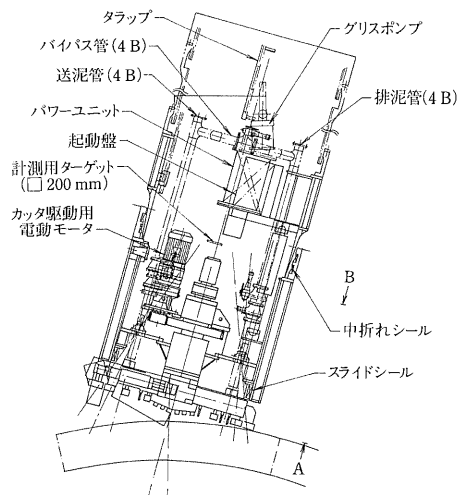
- ・先行ビット配置による切削性の向上を図った。
- ・カッタスポーク背面に攪拌翼を設け泥水配管口での閉塞防止を図った。
- ・フィッシュテールビットを設けカッタ中心部の土砂拡散を図った。

③ 斜坑推進精度の確保

- ・計画基線に対する方向修正方法として方向制御機構（中折れ機構，中折れ角±1.0度）を装備した。

表一 泥水式推進機仕様

項目	仕様
外径 × 全長	φ2,209×3,880 mm
方向制御ジャッキ	700 kN×500 mm×6本
カッタトルク	(最大) 60.6 kN-m
カッタ回転数	3.5 min ⁻¹
オーバカッタジャッキ	79.4 kN×225 mm×1本



図一五 泥水式推進機全体図

さらにオーバカッタ機構として余掘り量 50 mm のオーバカッタを装備した。

④ 到達部における既設管との接続部の防護

- ・スライドフードを設け，既設管と推進機間での地盤開放域の低減を図った。
- ・バルクヘッド面に薬液注入口を設け到達部で，推進機周辺に薬液を注入できる構造とした。

⑤ 解体作業の簡素化

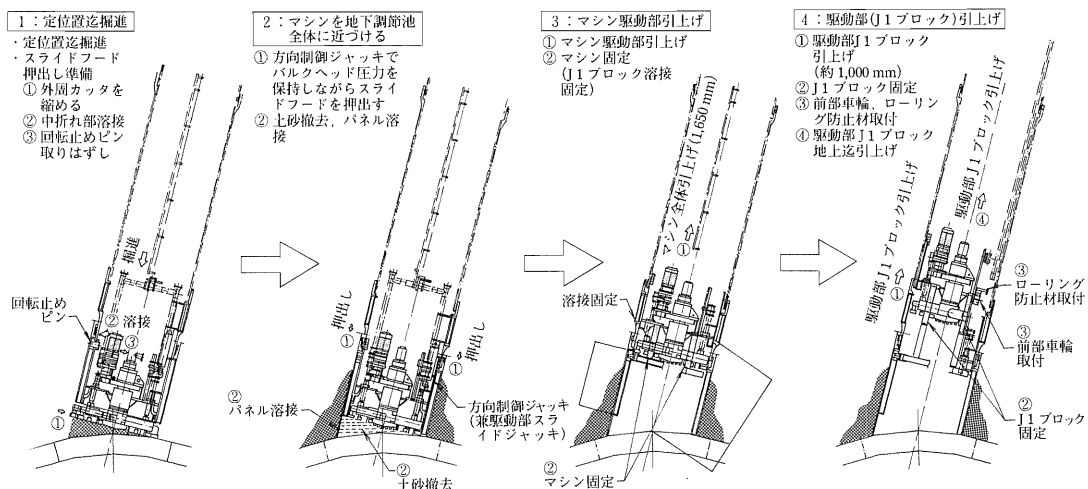
- ・カッタ駆動部を2分割，ボルト接合として大ブロックにて解体上げができる構造とした。
- ・主要解体品はすべてボルトアップ構造として，火気を使用しないで解体可能とした。
- ・カッタを3本スポーク（1本は伸縮タイプ）構造としてカッタスポークを切断することなく一体引上げを可能とした。

(2) 地上仮設備機械

斜坑推進という特殊性を考慮して各設備機械の設計製作を行った。下記に各設備について特色を述べる。

(a) 元押しジャッキおよび反力構台 (図一七)

- ① 元押しジャッキを横行スライドさせることにより推進管の投入据付けや斜坑内の揚重作業等を容易にできる。
- ② 推進管の長さが $L=5.0$ m のため通常の推進用元押しジャッキではストローク（最大ストローク 3.0 m）が不足するので，ストラット ($L=2.8$ m) を製作，使用した。
- ③ 元押しジャッキ総推力
 $2,000 \text{ kN/本} \times 4 \text{ 本} = 8,000 \text{ kN}$
- ④ 反力構台の反力はグラウンドアンカによる。
 推進反力用： $1,000 \text{ kN/本} \times 8 \text{ 本} = 8,000 \text{ kN}$
- ⑤ 反力構台質量 約 150 t



図一六 泥水式推進機解体手順

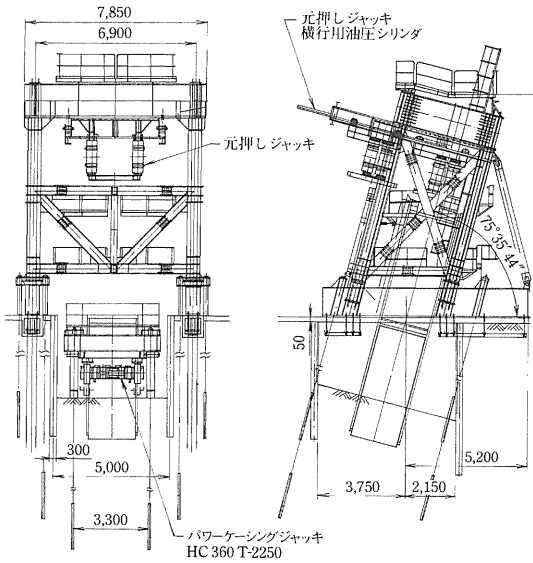


図-7 反力構台

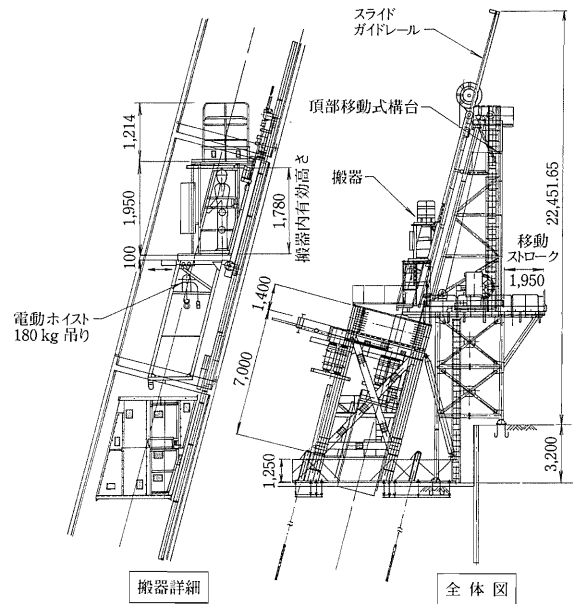


図-9 斜坑用エレベータ

表-2 斜坑エレベータ仕様

項目	仕様
積載	245 kg (最大定員3人)
昇降	17 m/min
揚程	最大100 m
駆動	ワイヤ巻取り式
安全装置	くさび式落下防止装置 過荷重制限装置 各階扉インターロック 上・下限リミットスイッチ 非常停止押しボタンスイッチ ベース緩衝装置
電動機	7.5 kW×4 P (インバータ制御)

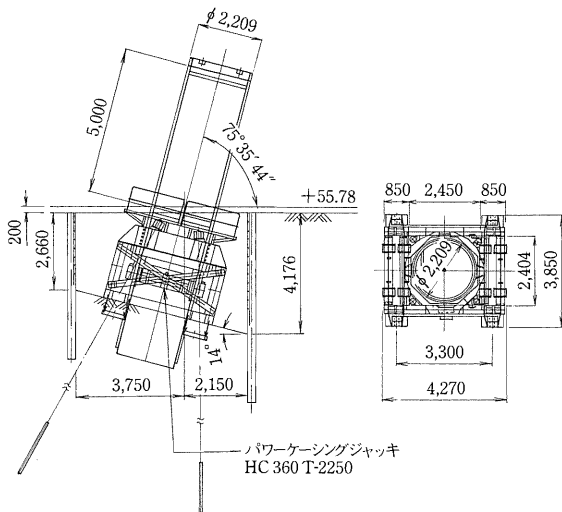


図-8 管固定用浮上がり防止装置

(b) 管固定用浮上がり防止装置 (図-8)

① 地下水位下での掘進時、推進機および推進管に浮力が作用する。管接続時には元押しジャッキを開放するので、パワーケーシングジャッキ (管固定力 3,528 kN) を装備した浮上がり防止装置で管を固定し、浮力に対抗している。

② 管固定用の浮上がり防止装置の反力はグラウンドアンカによる。

浮力反力用：900 kN/本×4本=3,600 kN

(c) 斜坑エレベータ (図-9, 表-2)

① 推進管接続時の管内接続作業用足場および斜坑内点検等の作業用として設置した。

② 推進管投入時はエレベータ設備が支障となるため、エレベータ構台の頂部を前後に、また上端部ガイドレールは上下にそれぞれスライドできる構造とした。

③ 推進管にガイドレールを固定して延長するので、ガイドレールジョイント部の目地開き等を考慮して駆動方式はロープ昇降式とした。

(d) レーザ測量器

掘進精度を確保するため、レーザセオドライトにより計画中心線を推進機に取付けたターゲット板まで照射して掘進時に監視する。また自動追尾ノンプリズム式光波距離計を使用し、任意の基準点 (X, Y, Z) を3点視準することにより、自器の座標を計算する。

4. 施工

(1) 施工手順

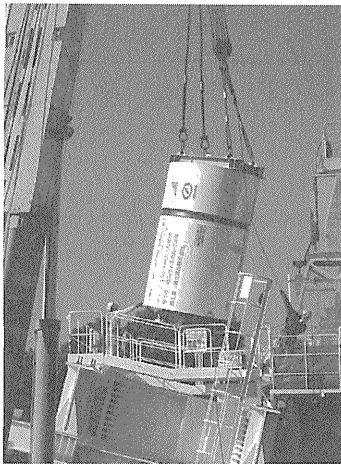
推進工の施工サイクルを下記に示す。

① 推進管投入

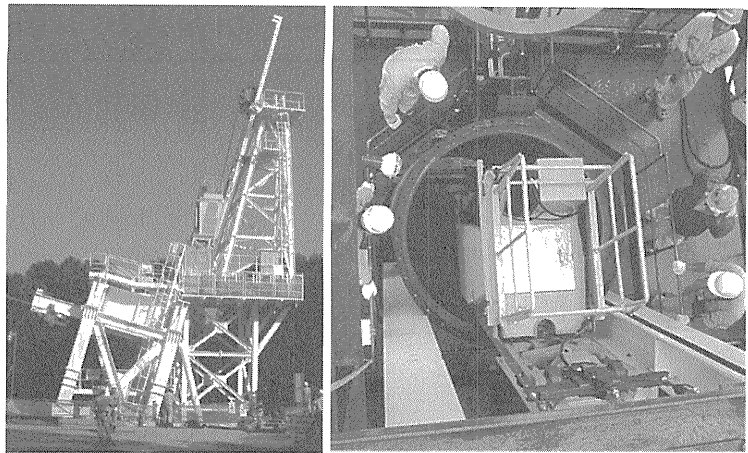
- 既設泥水配管、配線類の切離し
- ダクタイル推進管投入

② 推進管接合

- エレベータ構台前進、ガイドレール伸ばし
- 推進管接合作業 (エレベータ昇降)



写真一 推進機投入状況



写真二 反力構台, 斜坑エレベータ据付け状況

③ 1 段目掘進

- ・泥水配管, 配線接続
- ・ガイドレール縮及びエレベータ構台後退
- ・元押しジャッキ横移動据付け
- ・管固定装置を解除
- ・元押しジャッキ伸による掘進 (最大ストローク 3,000 mm)

④ ストラット投入

- ・管固定装置を作動
- ・元押しジャッキ縮及び横移動
- ・ストラット投入

⑤ 2 段目掘進

- ・元押しジャッキ横移動据付け
- ・管固定装置を解除
- ・元押しジャッキ伸による掘進 (ストローク 2,000 mm) /

⑥ ストラット撤去

- ・管固定装置を作動
- ・元押しジャッキ縮及び横移動
- ・ストラット撤去

⑦ 掘進完了

(2) 施工状況

(a) 泥水式推進機投入

推進機 (質量 24.8 t) の投入は反力構台を組立てた後 120 t クレーンにて投入した (写真一)。

(b) 反力構台および斜坑エレベータ据付け

写真二に反力構台と斜坑エレベータ据付け状況を示す。

(c) 推進工

平成 14 年 10 月中旬より, 日進量 5.0 m を目標に推

進を開始した。

5. おわりに

今回, 斜坑泥水推進工法の設備機械を中心に紹介した。本報文の原稿締切の関係から仮設推進工の施工が開始したばかりで, 施工状況について十分に紹介できなかった。機会を得て推進施工の実績について詳しく報告をしたい。

J C M A

【筆者紹介】

扇原 博 (おおぎはら ひろし)
横浜市下水道局
河川部
河川設計課
課長



黒川 満 (くろかわ みつる)
横浜市下水道局
建設部
北部下水道建設事務所
所長



浦田 修 (うらた おさむ)
清水建設株式会社
土木事業本部
機械技術部
副部長



飯泉 勝 (いづみ まさる)
清水建設株式会社
土木横浜支店
今井川地下調節池建設工事 (その 10) 作業所
現場代理人

