

水力発電所導水路トンネルのインバート全面補修

株式会社 熊谷組 ○金子 伸和, 中村 圭

1. はじめに

水力発電所の導水路トンネルにおける, 約 7,300m 区間のインバート部の全面的な補修について報告する.

2. 概要

イビデン(株)東横山水力発電所は岐阜県揖斐郡揖斐川町東横山に位置し, 大正 10 年に運用開始された. 平成 27 年 6 月から平成 28 年 2 月にかけて行われた改修工事にて最大出力 14,600kW, 有効落差 96.93m の流れ込み式の発電所である. 水路は沈砂池を挟んで 3 本の導水路トンネルに分かれ, 延長が合計 8,500m である.

主な工事内容を表-1, 標準断面を図-1 に示す.

表-1 工事内容

工 種	内 容	数 量
インバート全面補修 (1)	100mm 切削, 100mm コンクリート打設	15,000m ² (延長:5,500m)
インバート全面補修 (2)	200mm 切削, 100mm コンクリート打設	5,000m ² (延長:1,800m)
空洞充填工	セメント系 (AZ グラウト) 空洞充填	1,400m ³
〃	ウレタン系空洞充填	30m ³
覆工 ポリマーセメント工	ウォータージェットで 20mm はつり, その 後ポリマーセメントにて厚さ 20mm 復旧	3 箇所 (計 80m 区間)
覆工補修工	劣化の激しい覆工をポリマー セメントにて補修	400m ²

施工期間: 平成 27 年 4 月～平成 28 年 3 月

通水停止期間: 平成 27 年 6 月～平成 28 年 1 月

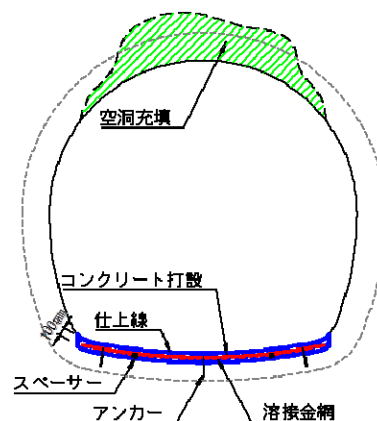


図-1 標準断面 (直径 3.2m)

3. 現況

導水路トンネルは, 供用開始後約 100 年が経過しており, 今回は導水路としての機能回復を目的として改修工事が計画された. 特に導水路トンネル後半部 (L=7,300m) は, インバートの劣化が激しく流水能力の低下が認められたため, インバートの全面打ち直しを行うこととなった. 覆工についても一部の損傷箇所について補修を行うこととなった. さらに, 電磁波レーダー探査の結果, 覆工上部に空洞が認められたことから, トンネル安定の観点より空洞充填が必要となった.

4. 施工

(1) 使用資機材

インバート補修のコンクリートは, JIS 配合高強度コンクリート (配合 36-12-25N) を使用した. コンクリート内部には溶接金網 (φ5mm×100mm×100mm) を設置し, アンカー (D10) にて既設部に固定することで新設コンクリートとの一体化・ひび割れ防止とし, コンクリート製スベーサーにて必要なかぶりを確保した.

セメント系空洞充填工は, 長距離圧送 (最大実圧送距離 2,500m) が可能な可塑性グラウト注入材 (AZ グラウト, (株)熊谷組) を使用, ウレタン系は高発泡型ウレタン系注入材 (KCF-12, (株)カテックス) を使用した.

覆工ポリマーセメント工は, 覆工全断面を断面修復材で補修するもので, 軽量・速硬性ポリマーセメントモルタル (フィックス LS, エレホン・化成工業(株)) を使用した. なお, 施工箇所には湧水があり, 導水等 (ホース等にて導水) の処理をしながらの施工となるため, コテ塗りを採用した.

覆工補修工は, 部分的に劣化の著しい場所を補修するもので, セメント系断面修復材 (リフレモルセット, 住友大阪セメント(株)) を使用した.

キーワード 導水路トンネル インバート 高強度コンクリート 空洞充填 AZ グラウト

連絡先 〒460-8402 名古屋市中区栄四丁目 3 番 26 号 TEL052-238-3490 FAX 052-243-0081

施工に使用した主要機械の一覧を表-2 に示す．切削・コンクリート運搬機械については，坑内にて転回可能なスキッドステアローダーを採用した．

表-2 使用機械

工種	機械	仕様
インバート全面補修 ＜切削・コンクリート運搬＞	スキッドステアローダー (商品名：ボブキャット S590) ・切削時：切削用アタッチメント ・運搬時：運搬用アタッチメント	0.45m ³ 級
〃	不整地運搬車	2.5 t
〃	小型バックホウ	0.1m ³ 級
空洞充填工	グラウトポンプ	3 連プランジャー
〃	ミキシングプラント	1000 L 練り
全 般	ラフタークレーン	25t 吊級

(2) 仮設備

坑内の換気は既設の横坑等を利用して排気方式にて行った．換気設備を 5 箇所設置し，メイン換気にコントラファン (750m³/min) を 1 台，補助換気として SF ファン (260m³/min) を 4 台使用した．

工事用電源は坑内全線に仮設電気を引き込み，約 150m ごとに分電盤 (200V) を設置した．全線に蛍光灯を約 20m ごとに設置して作業用通路としての照度を確保した．

坑内湧水対策として，清濁分離方式を採用した．坑内全線に排水管 (3～6 インチ) と水中ポンプ (2～6 インチ) を設置した．清水は換気設備同様，既設の横坑 (5 箇所) を利用して排水し，作業により発生した濁水は，上流側坑口 (TD. 0m) および下流側坑口 (TD. 7, 300m) 付近の 2 箇所に設置した濁水処理設備 (処理能力 30m³/h) にて濁度・pH の調整を行い，河川に放流した．

(3) 施工状況

施工は昼夜 3 交替とし，夜勤 (17:00～8:00) は 2 交替で既設コンクリート切削・ガラ運搬を行い，昼勤 (8:00～17:00) にてコンクリート打設等を行った．坑外では夏季は最高気温が 30 度以上，冬季は最低気温が氷点下となることもあったが，坑内温度は平均 15～20 度程度で，コンクリートの打設，空洞充填工 (AZ グラウト)，覆工ポリマーセメント (フィックス LS) の施工において，材料の性状を大きく変動することなく施工できた．

既設コンクリート切削は，スキッドステアローダー (商品名：ボブキャット) に切削用アタッチメントを取り付けて切削を行い，不整地運搬車を併用して切削ガラの運搬・搬出を行った．坑内にて運搬車のすれちがいできないため，途中にガラ中継地点を設けて一旦ガラを降ろし，再度中継地点にて積み込むピストン輸送を行うことにより，日運搬量を平均 15m³/日まで向上できた．コンクリート打設は，コンクリート供給箇所を当初計画の 2 箇所から 3 箇所に増設することで，コンクリートの運搬距離を最大 4,900m から 2,400m に短縮し，日打設量を平均 30m³/日程度まで向上できた．

空洞充填工は，最大圧送距離 2,500m であったが，注入箇所直前での静止ミキサーによる合流練り混ぜ，注入孔での圧力管理を行うことにより，既設覆工を痛めることなく注入することができた．また可塑性グラウト (AZ グラウト) の特性および圧力管理により，坑外への流出も無かった．

覆工ポリマーセメント工は，予め既設覆工の脆弱部をウォータージェットにより除去し，その後 CFRP 格子筋を設置し，ポリマーセメントモルタル (厚さ 20mm) をコテ塗りにて施工した．

覆工補修工は，既設覆工の劣化の激しい部分について，脆弱な部分を人力にてはつり，セメント系断面修復材にて補修を行った．

5. おわりに

インバートコンクリートの全面的な打ち直しにより，粗度係数が改善され通水能力が向上した．また，今後の安定的な運用に寄与した．通水開始も当初予定より 9 日間短縮でき，無事故で施工完了した．