

発電所導水路トンネルの通水能力改善 —イビデン広瀬発電所 第3 隧道改修—

イビデン株式会社 小田 真央
(株)熊谷組 正会員 ○中村 圭 正会員大本晋士郎

1. 目的

イビデン広瀬発電所は1925年に共用開始し、約8000kWの出力を有する歴史ある発電所である。現在約100年経過しており、隧道内のインバートの洗掘により通水能力が低下していると考えられた(写真-1, 写真-2)。

そこで、隧道の通水能力改善のため、現況通水能の確認、対策工の計画実施、改善効果の確認を行ったので報告する。



写真-1 隧道出口の状況

2. 現況の確認

隧道は第1 隧道(延長 348m)、第2 隧道(延長 2,030m)、第3 隧道(延長 5,256m)から成る。第3 隧道の標準断面を図-1 に示す。現況確認のため、一定流量時の水位計測を実施した(写真-3)。溪流取水を遮断し発電を制御して一定流量状態にし、各隧道出入口でプロペラ式流速計にて、横断方向に3測線×深さ方向5点=計15点の流速分布から平均流速を求め、正確な流量を計測した。流量は5.40m³/sであった。同時にマンホール等の水位を計測可能なポイントで水位計測を実施した。その後発電を停止し隧道内の水を抜き、断面計測を行った。断面計測はインバートの標高、幅、SL幅、内空高さを100m毎に計測した。



写真-2 インバートの洗掘状況

3. 不等流計算による現況評価

隧道内の状態から粗度係数を推定し断面の計測結果を用いて逐次計算法により5.40m³/s時の水位の再現計算を行った。通水能が低くなっていた第3 隧道の結果を図-2 に示す。▲は実測水位を、破線は計算水位を表すが、一致するよう粗度係数を設定した。この粗度係数を用い発電流量(溪流取水を含め8.36m³/s)に対する水位を計算し通水能を評価した。図-2 に太実線で示す。水深比が平均9割を超え、特に隧道入口付近で満管となっており、無圧トンネルにとって安全ではないことが判明した。

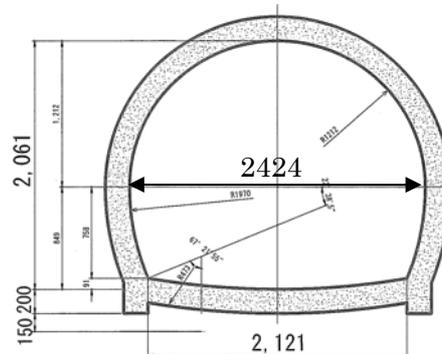


図-1 標準断面図

4. 対策工の計画と実施

第3 隧道のインバートの粗度を改善するため鋼板巻き、プレキャスト板の設置、などを検討したが通水能改善に最も効果があるのは、インバートを下げ、通水断面を拡幅することであった。そのためインバートを掘削し約20cm下げることにした¹⁾。この対策により通水能は水深比8割を下回る事が期待された。既に鋼板巻きで補強済みの区間もあるため、隧道延長5256mのうち、距離程800~4900m区間の4100mを施工した。



写真-3 流量測定



写真-4 水位測定

インバートを下げるためには、次に示すような施工上の課題があり、各種の対策を行った。

キーワード トンネル, 通水能, インバート, 改修, 不等流計算, 自由断面掘削機

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 (株)熊谷組インフラ再生事業部 TEL03-3235-8975

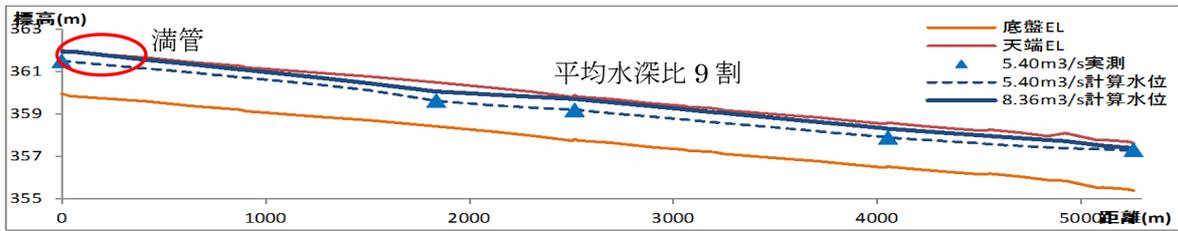


図-2 現況の通水能力(改善前)

①インバート掘削時の構造安定性確保：無対策でインバートを掘削すると下端が地山圧力に対し抵抗を失い、断面が崩壊する可能性がある。対策として、SLおよび下端にロックボルトを打設してから掘削を行った。

②小断面(断面積約 4m²)での掘削：小型自由断面掘削機(ミゼットマイナー)を導入し、0.04m³のミニブレイカーを併用することで作業の効率化を図った。

③短期間での施工：発電停止期間が長期に及ぶと、発電利益の逸失に繋がるため渇水期6ヶ月間(10~3月)という短期間で作業を完了させた。

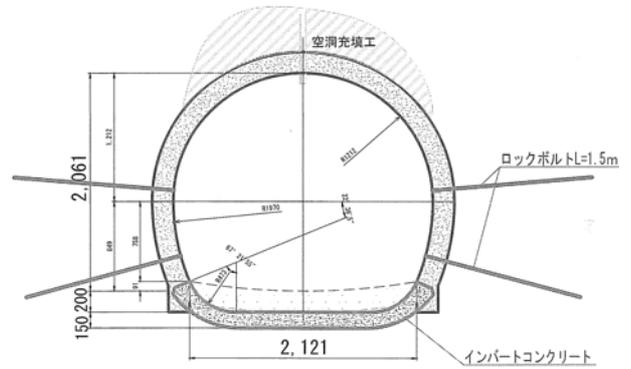


図-3 改修後の標準断面

図-3 に改修後標準断面を、図-4 に施工フローを示す。条件に適した機械の選定と機能的な配置により短期間で安全・確実に作業を行った。

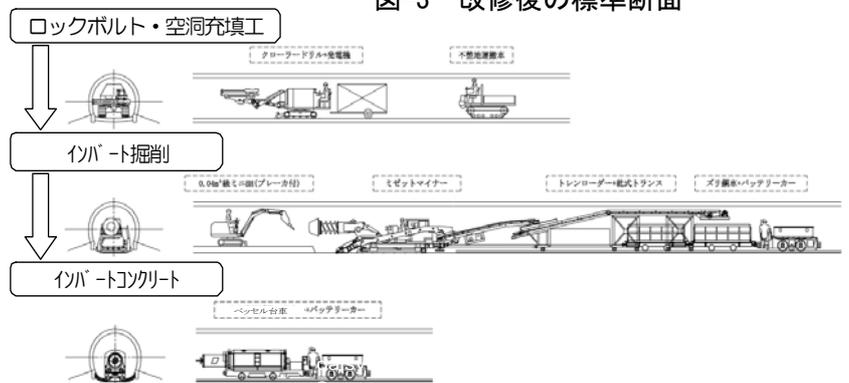


図-4 施工フロー図

5. 通水能改善の効果

2. と同様の手法で、通水能の改善効果の確認を行った。図-5 に結果を示す。

▲は 4.49m³/s 時の実測水位である。計算水位が一致するようにインバート改修を考慮し、粗度係数を再設定した。計算水位を点線で示す。発電流量(渓流取水を含め流量 8.36m³/s)に対する水位を計算し、図-5 に太実線で示す。水深比が計画通り平均7割9分になり、満管状態が解消し、通水能が改善し安全に流下する隧道となった。



写真-5 ミゼットマイナー



写真-6 改修完了

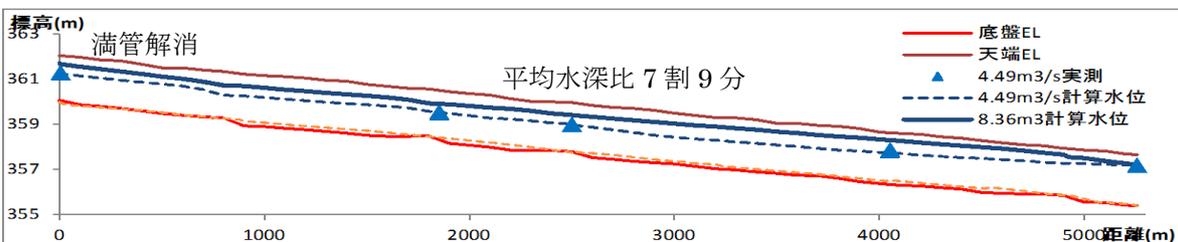


図-5 改善後の通水能力

まとめ

発電所導水路について、通水能力の改善を目的として確認~対策工~効果確認を行った。インバートを掘削し通水断面を拡大するという手法で、満管を解消し、安全な通水能を有する隧道に改善できた。

参考文献 1)小林高幸, 他: 導水路トンネル改修工事における通水断面の拡大-イビデン広瀬発電所広瀬第3 隧道改修工事施工報告- 熊谷組技術研究報告 第71号/2012.12