

既設トンネルとの最小離隔 2.3m での導水路トンネルの近接施工

東京電力リニューアブルパワー株式会社	正会員	小澤 啓明
佐藤工業株式会社	正会員	○ 小野 知義
佐藤工業株式会社	非会員	三澤 啓之
佐藤工業株式会社	非会員	小出 啓剛
佐藤工業株式会社	正会員	高田 光

1. はじめに

東京電力リニューアブルパワー株式会社の原町発電所は群馬県吾妻郡にあるハッ場ダムの下流に位置し、ダムの上流から取水している。国はハッ場ダムの完成に伴い、流量確保のために上流からの取水を制限しており、従来の発電量を維持するために、ダム直下に建設される県企業局の発電所の放水路からも取水することとなった。本工事は、そのための全長約 2.4km の導水路トンネルを新設する工事である（図-1）。
本稿では、ハッ場ダムの既設仮排水路トンネルに対する新導水路トンネルの近接施工において行った制御発破の実績について報告する。

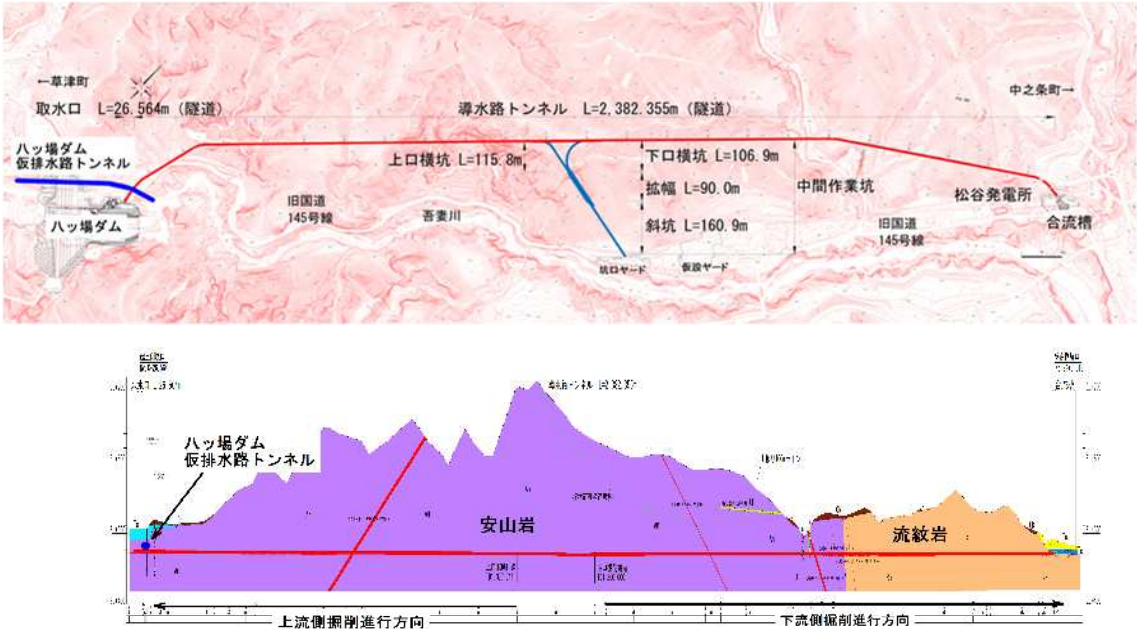


図-1 新導水路トンネル平面図および地質縦断図

2. 対策工の概要

新導水路トンネルは、上流部において県企業局の発電所の放水路へ接続する。発電所放水路から 35m 地点の上部にはダム構築時の仮排水路トンネルがあり、新導水路トンネルはその直下を交差する。既設仮排水路トンネルとの離隔距離は図-2 に示すように約 2.3m である。この数値は『トンネル標準示方書』に示されている近接度区分に当てはめると要対策範囲に区分され、施工の際には振動制御等の対策が必要となる。

本工事では、(1)既設トンネル、(2)中間地盤、(3)新設トンネルに対して対策を行った。(1)既設トンネルにおいては、仮排水路トンネルの調査および補強を行

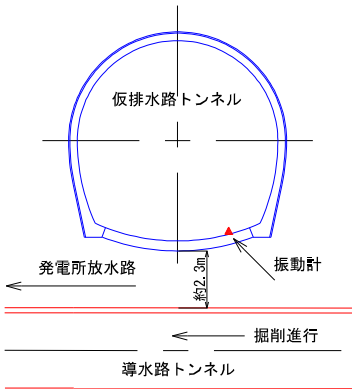


図-2 近接施工状況図

キーワード 近接施工, 制御発破, 非火薬破碎剤, 振動速度, K 値, 割岩
連絡先 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4 丁目 12 番 19 号 佐藤工業株式会社 TEL 03-3661-5662

い、計測器による監視を実施した。(2)中間地盤においては、新導水路トンネルの補助工法を行い、地山の改良を行った。(3)新設トンネルにおいては、非火薬破砕剤による制御発破等を行った。実施した制御発破について以下に記述する。

3. 制御発破計画

既設仮排水路との交差部の地質は安山岩であり、一軸圧縮強さ 100MN/m^2 程度を呈する硬岩である。そのため、近接施工による応力解放に起因する既設仮排水路トンネルの変形は微小と判断した。一方で、発破掘削による振動は影響が大きいと想定されたことから、制御発破を行うこととした。

実施工前に発破振動の予測を行い、離隔距離に応じた対策工を設定した(図-3)。振動速度の許容値は、既設仮排水路の事前調査より判定された健全度より

4kine と設定し、発破振動の予測は、カヤク・ジャパン(株)の推定式 ($V=K \times W^{0.75} \times D^{-2}$) および係数 K 値(発破条件や地盤特性によって変化する係数)を採用して行った。 K 値は推定値のため、施工時には振動速度計を仮排水路内に設置し、常時測定を行って予測値と比較検討を行いながら施工した。

実施工では、既設仮排水路トンネルまでの離隔距離が 32.7m 以上のときは含水爆薬を使用した通常発破、32.7m から 12.7m の区間では含水爆薬と電子式電気雷管(以降、EDD とする)を使用した制御発破、12.7m から 4.0m の区間では非火薬破砕剤(ロックラック)を使用した制御発破を行った。非火薬破砕剤使用区間においては、スロット工法により自由面を作り施工を行った(写真-1)。また、非火薬破砕剤を使用した制御発破でも、離隔距離が 4.0m 以内の場合は許容振動速度を超過するため、上半を割岩工法(ロックスプリット)にて掘削した。

4. 制御発破による振動速度の測定結果

通常発破では一般に芯抜きによる振動速度が最大値を示すが、本施工で採用した多段発破においては、ある程度均等な振動速度が確認された。振動速度の実測値は、通常発破区間では予測値の 0.8 倍から 1.3 倍程度、EDD 区間では予測値の 0.6 倍から 0.8 倍程度、非火薬破砕剤においては予測値の 0.8 倍から 1.0 倍程度で予測値に近いものとなった。最も近接する離隔距離 4.0m の区間では、予測振動速度の半分以上に振動を低減することができた。

5. まとめ

発破による掘削では、対象構造物が近づくにつれて振動が大きくなるため、通常の爆薬は使用できない。また、大型ブレーカ等の使用はトンネルの断面により制限を受ける。そのため、本施工では制御発破による掘削が必要となった。既設構造物との離隔距離に余裕のない本条件において、推定式より発破振動値を予測し、また実測値と比較検討して施工を進めていくことで、既設構造物に影響を及ぼすことなく掘削を完了することができた。

しかしながら、制御発破により施工費が増大し、工程は当初計画より約 2.5 ヶ月遅延した。非火薬破砕剤による掘削は効率性、経済性の面で課題が残る結果となった。今後はさらなる技術開発が望まれる。本工事の施工例が今後の施工や技術開発において参考になれば幸いである。

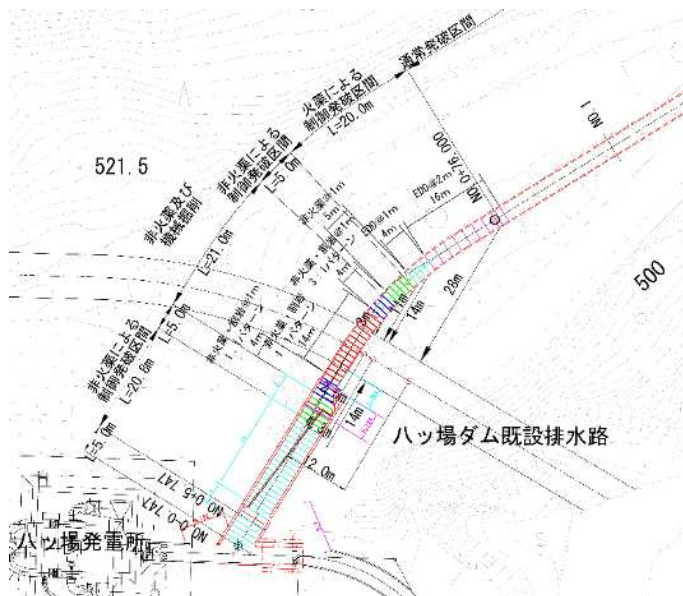


図-3 発破施工方法計画平面図



写真-1 スロット工法施工状況