

第二蕨神発電所新設工事について：ダム仮排水トンネル近接施工など

東北電力株式会社山形支店電力ネットワーク本部 正会員 ○吉田 紀之
株式会社東北開発コンサルタント土木設計部 大友 裕隆

1. はじめに

平成28年6月に営業運転を開始した東北電力株式会社の第二蕨神発電所は、新潟県魚沼市の信濃川水系破間川に位置する既設蕨神ダム右岸に新設された出力4,500kWのダム式水力発電所である¹⁾。蕨神ダムは昭和16年竣工の高さ23mのコンクリート重力式ダムであり、建設当時の仮排水トンネルの一部が閉塞されずにダム軸上流側に残っている。この未閉塞部から最短5.3mの水平離隔にて長軸約14m×短軸約7mの小判型断面による発電所立坑を地表から約33mの深さまで発破掘削するにあたり、仮排水トンネルへの振動による影響を抑制するため制御発破を用いた。

2. 地質状況

蕨神ダム周辺地質の基盤は、中生代以前の堆積岩類にて構成されており、砂岩・頁岩互層にチャート、緑色岩が混在している。地表から約9m以深には一軸圧縮強度が100N/mm²程度の新鮮かつ非常に堅硬な岩盤が分布しており、CH級岩盤を主体に部分的な節理や風化に伴いCL級、CM級が混在している。したがって、発電所立坑をはじめとする地下構造物の施工では発破掘削が必要であった。

3. 制御発破の考え方

制御発破による岩盤掘削は、発電所立坑、放水路トンネルを対象として実施した。本報告ではそのうち最も厳しい条件となった仮排水トンネル未閉塞部に近接した発電所立坑における制御発破を紹介する。

(1) 発破振動規制値の設定

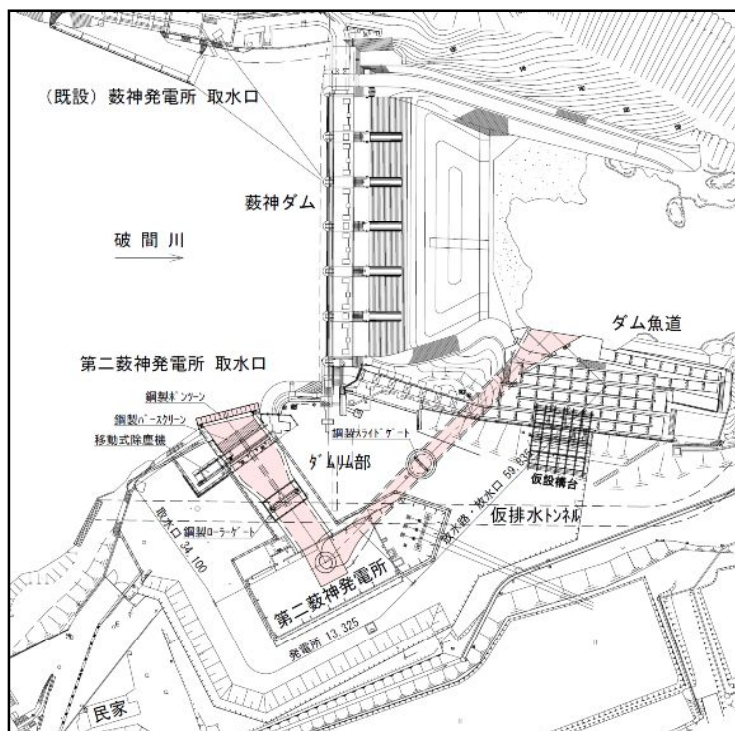
事前に調査ボーリングを実施し仮排水トンネル未閉塞部の状況を確認した結果、トンネル内はダム貯留水で充水された状態であった。覆工コンクリートおよび周辺岩盤は健全な状況であり、仮排水トンネル未閉塞部に対する振動規制値は5kine (cm/s) とした。

(2) 制御発破の方法

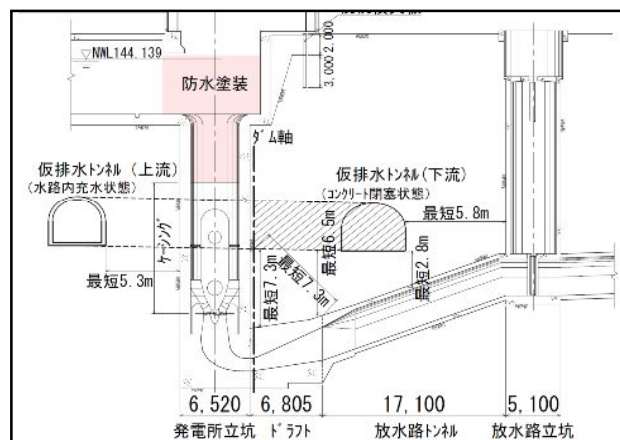
発破振動値の推定式は次式を用いた。²⁾

$$V = K \times W^{2/3} \times D^{-2}$$

ここで、V：変位速度 (kine：cm/s)



図－1 水路一般平面図



図－2 仮排水トンネルと地下構造物の関係

キーワード 水力発電所，制御発破，近接施工，K値

連絡先 〒990-0043 山形市本町二丁目1番9号 東北電力株式会社山形支店，TEL 023-634-8013

K：発破条件や岩盤特性によって変化する係数。以下、「K値」という。

W：発破段あたりの薬量（kg）

D：発破地点から振動測定・評価地点までの距離（m）

仮排水トンネルにおける振動値を実測できないため、上式により逆算した岩盤のK値を用いて仮排水トンネルにおける振動値を推定し、それが規制値を超えないよう確認・管理する方法で制御発破を実施した。具体的な管理フローはつぎのとおり。

- ① 試験発破など初期の発破振動を実測し、発破振動推定式によりK値を逆算
- ② K値を定めて仮排水トンネルにおける発破振動を推定し、それが規制値を満足する発破パターンを設定
- ③ 発破時の振動測定からK値を継続して確認することにより、仮排水トンネルでの発破振動推定値が規制値を超えないことを確認

（３）制御発破パターン

K値は試験発破やその後の実測結果の最大値を包含する値とし、心抜き：500（文献値：500～1000）、払い：250（文献値：200～500）に設定した。

発破振動が大きくなる心抜きでの離隔を確保するため、立坑断面を2分割し、仮排水トンネルから離れた断面にて心抜きを含む一次破砕を行い、その後に払い発破にて二次破砕する発破パターンを採用した。一次破砕、二次破砕ともに、MS、DS雷管を用いた20段以上の段発とし、1孔あたりの装薬量は0.3kg以下、1段あたりの装薬量は0.8kg以下とした。

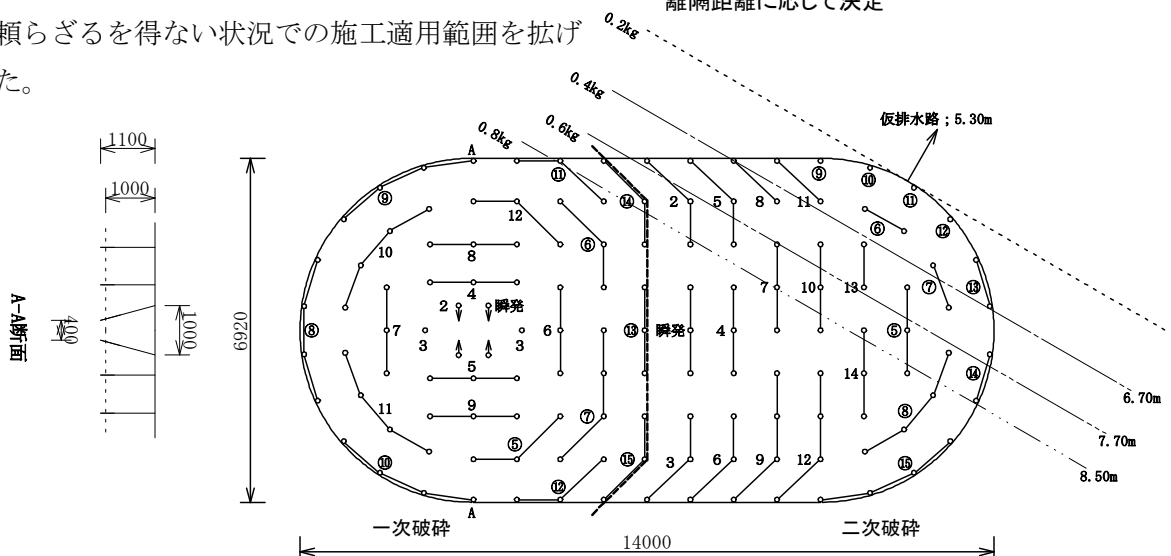
４．施工結果およびまとめ

良好な岩盤でのK値が文献における標準値より小さくなる傾向に着目し、仮排水トンネル未閉塞部への発破による影響を抑制することで、施工コストを増大させることなく工程と品質を満足する効果的な制御発破を実施できた。岩盤条件から割岩工法等では工程の確保が厳しく、既設構造物に近接しながら発破に頼らざるを得ない状況での施工適用範囲を広げる実績となった。

表－１ 制御発破仕様

項目	発破仕様
使用爆薬	ハイジックス φ30×140mm×100g
使用雷管	電気雷管：瞬発、MS、DS
発破断面積	86.6m ²
発破進行長	1m
削孔数	136孔 (一次：72孔、二次：64孔)
爆薬量	25.7kg (0.3kg/m ³)
装薬量※ ¹ (段薬量)	心抜き：0.6kg 払い：0.2～0.8kg
K値	心抜き：500 払い：250
振動規制値	仮排水トンネルに対して 5.0kine：距離5.3m (民家に対して) (0.2kine：距離40.3m)

※¹ 払いの段薬量は、仮排水トンネルからの離隔距離に応じて決定



図－３ 発電所立坑 制御発破パターン

参考文献

- 1) 吉田紀之，小山田徹，大友裕隆：第二蕨神発電所新設工事の施工報告，電力土木，No.383，pp.13-17，2016.5
- 2) 日本化薬工業会：あんな発破こんな発破 発破事例集