

### 立坑・横坑を利用した小水力発電施設の建設について

(株)大林組	正会員	吉田 健一
(株)大林組	正会員	井上 浩二
九州発電(株)	正会員	川畑 雄司

#### 1. はじめに

本工事は、九州発電株式会社が計画した立坑部 154.5 mを含む 204.72mの有効落差を利用して発電する小水力発電所の建設工事である。

導水路の一部に小断面の立坑（ 1500mm）と横坑（A=7.0m<sup>2</sup>）を含む小水力発電所の建設は、前例がない工事であり、本稿では、この小断面の立坑と横坑の効率的な施工方法とコスト削減等について報告する。

#### 2. 工事概要

工事全体鳥瞰図を図-1 に示す。

#### 3. 施工方法について

##### (1) 立坑掘削方法の選択

立坑掘削方法としては、全断面爆破掘下り（上り）工法、機械掘削工法、導坑先進拡大掘削工法等が通常採用されるが、立坑に 600 mmの鋼管を配管するにあたっては、立坑の掘削径と鉛直精度次第では鋼管を坑内に建て込めない。

これらを考慮し、工法を比較検討した結果、のレイズボーラー工法（ 1500）を採用した。以下にレイズボーラー工法の施工手順を示す（図-2）。

##### (2) 横坑の効率的な施工

横坑は、W=2.7m、H=2.75m、L=314.25mで設計されている。施工方法については、小断面のため掘

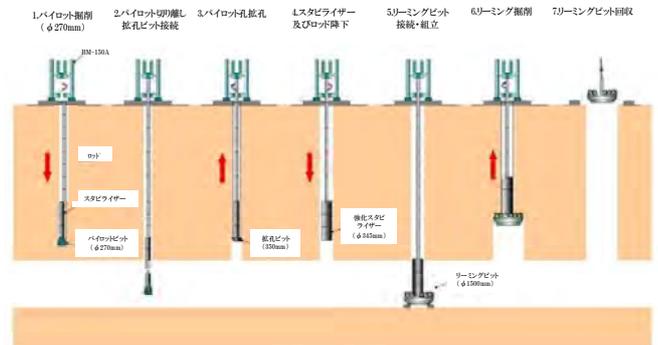


図-2 レイズボーラー工法

削に使用する施工機械が限られることや、掘削延長、工期、およびコストを考慮し、矢板工法で計画・施工していた。しかし、TD + 50m以降の掘削においてはB級の地山が連続して出現したため、支保パターンを矢板工法から NATM のパターンAに変更した。ただし、無普請では発破後地山が緩み、落石事故の危険があるため、天端部にロックボルトを打設し、溶接金網を設置し、落石防護措置とした。

また、発破掘削において一般的に行われるVカット心抜きは切羽面に対して穿孔角度が60°程度必要であるが、本トンネルの断面では角度を付けた穿孔が困難であったため、切羽面に対して垂直に空孔(バーンホール)を穿孔して自由面を形成するバーンカットを採用した。バーンホールの穿孔径は大口径の

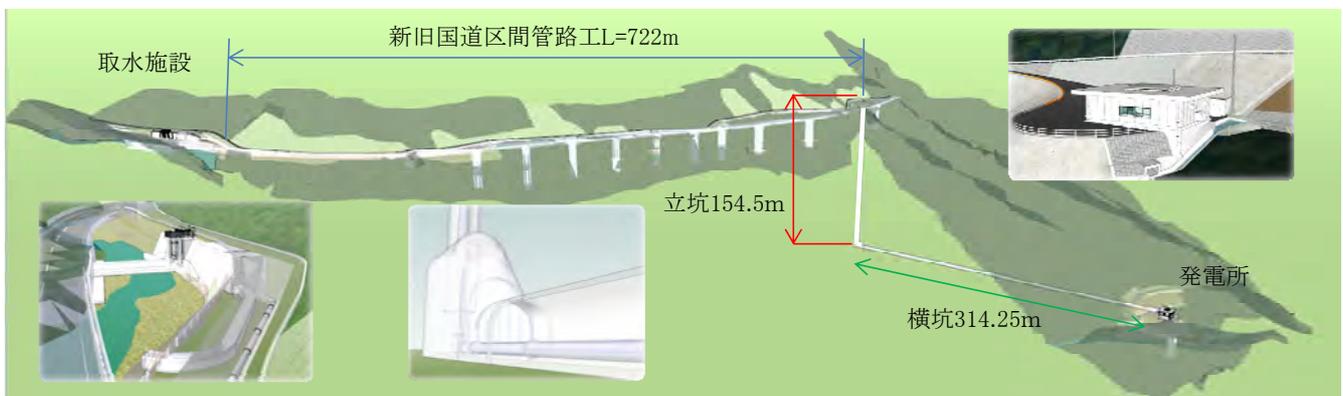


図-1 工事全体鳥瞰図

キーワード： 小水力発電，小断面，レイズボーラー工法，バーンカット

連絡先： 〒893-2302 鹿児島県肝属郡錦江町馬場 1308

80mm (装薬孔は 38mm) とした。発破計画図を 図-3 に示す。

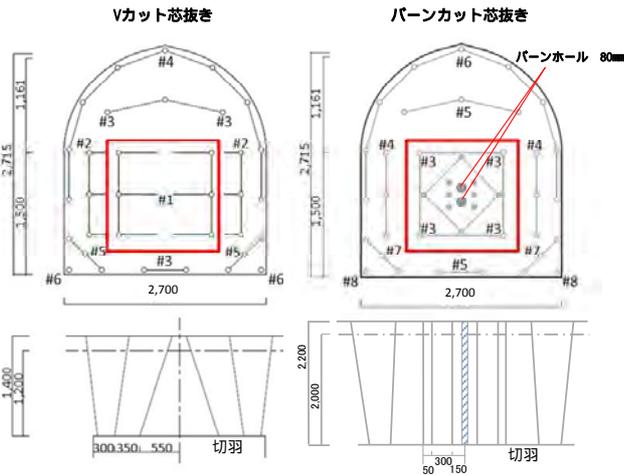


図-3 発破計画図

(3) 立坑ズリ処理方法の変更

当初計画では、立坑掘削のズリは、坑口付近のズリ仮置き場までロードホールダンプで運搬し、10t DT で場外搬出する計画であった。しかし、この方法では、立坑掘削中には坑口付近での発電所基礎杭工事を行うことができないため、立坑の掘削ズリを坑外に搬出せず、坑内で利用する計画を立案した。つまり、坑内管路工の高さは変更せず、路盤高を 30cm 下げ、この 30cm 分に立坑のズリを敷き均す方法に変更した (図-4)。

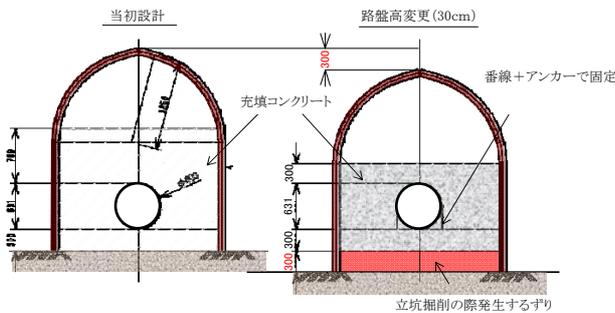


図-4 横坑路盤高の変更

4. 考察

(1) レイズボーラー工法の施工管理結果

パイロット削孔は、5mm/min の日進 6.6m で低速で慎重に施工した。孔曲がり測定は、測定が比較的容易なシングルショット (任意の深さでフィルムを撮影し、鉛直度を測定する方法) と、高精度なジャイロ孔曲がり測定器 (ケーシングに沿って、x 方向, y 方向の傾斜を連続して測定する方法) を併用する事で、最終的に立坑延長 L=154.5m での傾斜を 0.17% に収めることができた。

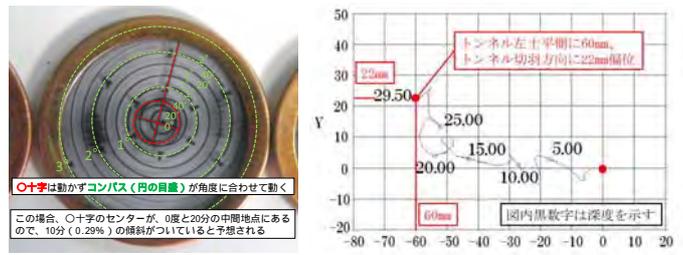


図-5 孔曲がり測定結果

(2) 支保パターンの変更

矢板工法から NATM 工法のパターン A への変更により、鋼製支保工と矢板の設置がなくなり、サイクルタイムを短縮することができた。



写真-1 ロックボルト + 溶接金網

バーンカットは、精度の良い平行穿孔技術が要求されるため、施工当初は奥鳴り現象 (鏡面が起砕されずに切羽内部のみ粉碎された状態となり全体として起砕不良となる現象) が起きたが、坑夫の穿孔技術が向上し、穿孔精度が高くなったため、1 発破につき 2m の掘進長を継続的に得ることができた。

(3) 立坑ズリの横坑内利用

立坑の掘削ズリを坑外へ搬出しないことにより、坑口付近での発電所基礎杭工事の作業スペースが確保されたため、並行作業が可能となり、約 1 か月半の工程短縮ができた。また、土砂運搬費と処分費のコスト削減を行う事ができた。

5. まとめ

従来の小水力発電は、ダムの放水を使用するなど限定的であったが、今回のような立坑横坑を用いた落差による発電方法を用いれば、可能性や視野はさらに広がる。本技術の展開において今後の同種工事の参考になれば幸いである。