

レール方式による小断面導水路トンネル掘削の施工事例

前田建設工業株式会社 正会員 小野 雅敏
前田建設工業株式会社 正会員 ○小山 墨

1. はじめに

清内路水力発電所建設工事は、中部電力株式会社発注の工事であり長野県阿智村～飯田市において、天竜川水系阿智川支流黒川および小黒川に最大出力 5600kW、年間想定発電量 2900 万 kWh（約 8,800 世帯分の年間電力量）の流れ込み式水力発電所を建設するものである（図-1）。

取水設備は、えん堤（2 箇所）、導水路トンネル（内空断面約 6m²、上口 2751m、下口 2396m）、水圧管路、立坑部、発電所および放水路トンネルを新設するものである。

本稿では、これらの構造物のうち、導水路トンネル工事の施工実績について報告する。



図-1 清内路水力発電所位置図

2. 施工概要

本導水路トンネルの地質は、主に白亜紀後期の花崗岩を主体とした硬質な岩盤であることから、発破工法を採用し、内空断面 $B=2.4\text{m} \times H=2.55\text{m}$ （約 6m²）：上口 2751m（0.10%上り勾配）、下口 2396m（0.05%下り勾配）を NATM 工法によりトンネル掘削を行うものである。

3. 施工方法の検討

3-1 レール方式の選定

約 6m² と狭小な断面（図-2）を 2000m 以上掘削する本トンネルでは、狭小断面への対応機械の選定、排ガスの懸念からレール方式を採用した。

3-2 施工拠点および使用機械の選定

本トンネルを掘削するために取水設備として構築する小黒川えん堤ヤードを施工拠点とし、バッテリー充電場、バッチャープラント、ずり捨て場、資材積み下ろし用門型クレーンを設置した（図-3）。

車両編成は、ドリルジャンボ、ずり積み・運搬用シャフローダーおよびシャトルカー、コンクリート吹付ロボットの 3 編成とした（図-4）。

車両入替のために必要となる離合場所については、サイクルタイムと離合場所設置に掛る施工時間を考慮し、600m、900m、1200m の 3 パターンで検討の上、900m 間隔に離合場所を設けることで、施工機械の入替時間を短縮した。また、車両を動かすための動力であるバッテリーロコ車は、安全面を考慮し最高速度を 8km/h に設定した。

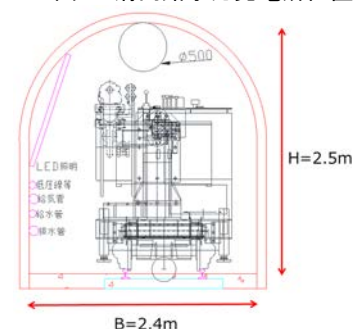


図-2 標準断面図

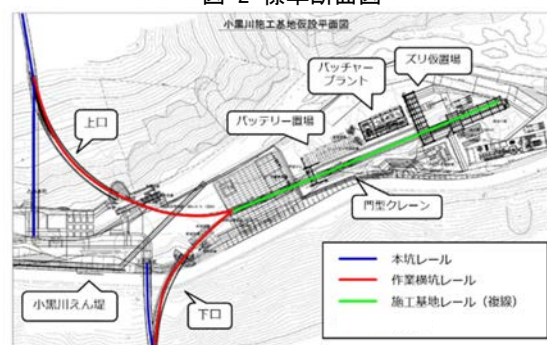


図-3 小黒川えん堤プラントヤード平面図

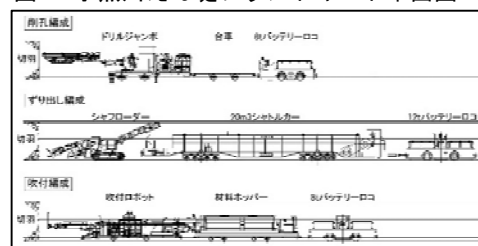


図-4 車両編成図

キーワード：小断面 NATM，レール方式，導水路トンネル，水力発電

連絡先：〒395-0401 長野県下伊那郡阿智村清内路 1157-103 前田建設工業(株) 中部支店 中電清内路作業所

TEL 0265-46-1051 FAX 0265-46-1052

3-3 安全設備の工夫

レール方式を採用する過程で、4つの安全対策を実施した。

以下に対策と効果を示す。

1) 小黒川えん堤プラントヤードの逸走防止対策 (写真-1)

道路トンネル技術基準では、レール勾配は2%程度以内が望ましいとされているが、小黒川えん堤から上口、下口に分岐する本坑のプラントヤードのレール勾配は、冬季の凍結等および牽引能力不足による逸走を考慮し、両坑口から分岐ポイントまでレベル、そこから1%勾配となる計画とした。盛土および仮設構台による嵩上げにより、レールを緩勾配とすることで、バッテリーロコ車の逸走防止による接触事故を防止できた。

2) 坑内における軌条車両接近時の自動注意喚起 (写真-2)

坑内に立入った作業人員および職員に対して、軌条車両の接近をより早く認識し、安全に拡幅箇所へ退避できるように、軌条車両に送信機を付け、200m以内に接近すると警報音および警告灯により注意喚起できる受信機を待避所(300m 間隔)に設置することで、狭小断面(約6.0m²)坑内における人と軌条車両の接触事故を未然に防止できた。

3) 分岐ポイント操作ミスによる脱線の未然防止 (写真-3)

軌条車両を入替するのに分岐ポイントを使用しているが、人力による方向制御では人為的ミスによる脱線や軌条車両同士の接触、人身事故につながる恐れがあった。そのため、分岐ポイントにセンサーを設置し、表示灯と連動させることで、レール方向を表示灯により見える化を行い、人為的ミスによる脱線や接触事故を防止できた。

4) 施工拠点における合流部の接触および脱線防止 (写真-4)

作業横坑と本坑の分岐ポイントは、急曲線部での分岐となるため視界が悪く、脱線や接触災害の恐れがあった。そのため、手前に発磁体を設置し、軌条車両に磁気センサーを装着することで、発磁体上を軌条車両が通過すると自動ブレーキが起動する非常用トラックブレーキにより、自動的に速度制限(3km/h)が掛かるプログラムとした。これにより、運転手の不注意等でブレーキを掛けなくても、カーブ手前で強制的に速度制限がかかるため、軌条車両同士の接触災害および脱線を確実に防止することができた。

4. おわりに

掘削中に軽微な機械トラブルは発生したが、無事故・無災害で工事は順調に進み、掘削開始から2年4カ月で掘削作業が完了した。再生可能エネルギーが注目されるなかで今後も同種工事が増えることが予測される。この施工事例が今後の類似工事を進めるうえで一助となれば幸いである。



写真-1 小黒川えん堤プラントヤード

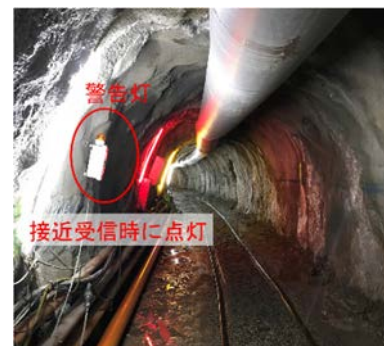


写真-2 警告灯 (300m 間隔)



写真-3 分岐ポイント



写真-4 速度制限箇所