

急傾斜地における水圧管路の施工実績

前田建設工業株式会社 正会員 ○平田 裕紀

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取水設備として、えん堤（2箇所）、導水路トンネル（内空断面約 6m², L=2.6km, L=2.5km）、水圧管路（（明り部）705m、（立坑部）51m、（水平坑）141m）、発電所（φ12m L=26m）および放水路トンネル（L=43m）を新設し、この間の有効落差約 280m を利用して最大出力 5600KW、年間想定発電量 2900 万 kWh(約 8,800 世帯分)の発電所を建設するものである（図-1）。

本稿では、これらの構造物の内、急傾斜地での施工となる水圧管路工事の施工実績について報告する。

2. 施工概要

水圧管路は延長約 900m、高低差約 280m、最大勾配 55.7%の区間を全溶接鋼管 φ0.8～1.1m（SM400B、SM490B）と FRP(M)管（φ1.1m）からなる構成である。縦断、平面的に曲管となる箇所は全溶接鋼管をコンクリートで固め（固定台 16 箇所）、固定台間を FRP(M)管で接続する構成である。また、立坑およびトンネル区間は全溶接鋼管となる（図-2、3）。

3. 施工方法の検討

3-1 資材運搬計画

水圧管路計画地点への資材運搬については、仮設道路を新設し車両による運搬、ケーブルクレーンによる運搬、4t モノレールによる運搬と 3 つの運搬方法を検討した。

①仮設道路の新設については、地山が急峻であり切土勾配が確保できないこと（写真-1）、工事完了後の原形復旧が困難であること、以上の理由から不採用とした。

②ケーブルクレーンによる運搬については、管路線形が直線的でなく左右幅が大きいこと、設置撤去の工程、コスト高の理由から不採用とした。以上のことから、4t モノレールによる運搬方法を採用することにした。

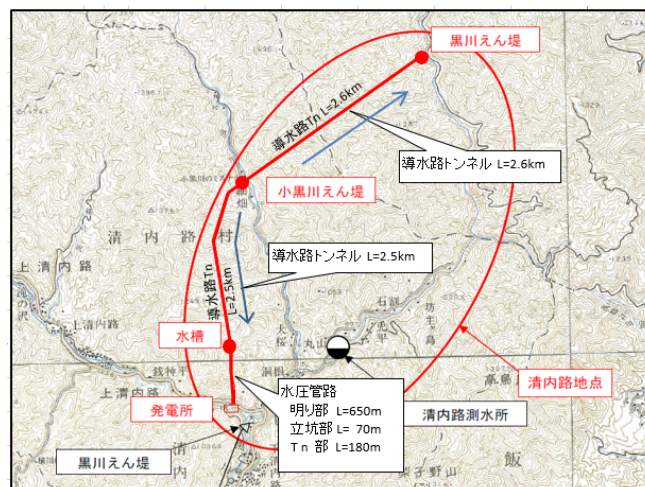


図-1 清内路水力発電所位置図

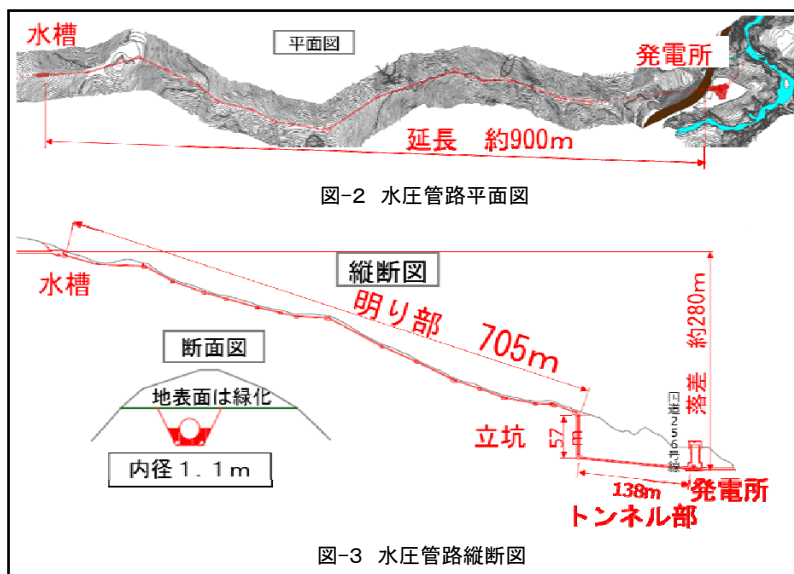


図-3 水圧管路縦断図



写真-1 水圧管路設置状況 抜粋

キーワード：急傾斜地，水圧管路，モノレール，長距離圧送

連絡先：〒395-0401 長野県下伊那郡阿智村清内路 1335-3 前田建設工業(株)中部支店 中電清内路作業所

3-2 固定台コンクリート打設方法

固定台コンクリート打設方法として、モノレールによる運搬、ポンプによる打設を検討した。

①モノレールによる運搬では、モノレール速度が分速 30m と低速移動のため少量打設は可能であるが、固定台コンクリートは場所によって 1 回の打設量が 100m³ 程度となるため不可とした。

②ポンプによる打設では当初、定置式ポンプによる中継打設を検討した。モノレールにて運搬可能な定置式ポンプの圧送能力を検討した結果、3 台の定置式ポンプでの中継打設が可能であることが分かった。しかし、ポンプ 3 台を使用しての中継打設の場合、圧送の開始・停止の合図を失敗すると各ホッパーからコンクリートが溢れ出る懸念と、配管閉塞等トラブル時の対応性の悪さ、打設後の中継ポンプ水洗いが困難なことから、圧送能力および打設手間を考慮・検討した結果、超高压ポンプ車（最大吐出圧力 22Mpa Putzmeister 製）を採用した。また、コンクリート配合も長距離圧送のスランプロスを考慮し、当初配合の 24-12-40N から圧送性に優れる 27-21-25N に変更した（表-1）。

	設計基準強度 (N/mm ²)	粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比	スランプ (cm)	セメントの種類	セメント量 (kg/m ³)
当初配合	24	40	55.0% 以下	12±2.5	普通	285
変更配合	27	25	50.5%	21±2.5	普通	381

表-1 コンクリート配合

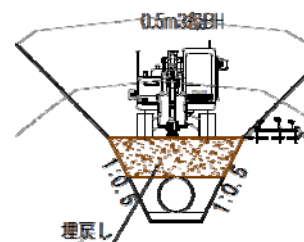


図-4 埋戻し状況

3-3 埋戻し計画

FRP(M)管は当初現地発生土による埋設が計画されていたが、水圧管敷設箇所は山間部尾根上であることから、狭隘部が故に重機を載せるには管理設後となるため、偏圧により管を損傷する恐れがあった。また急傾斜地のため通常の盛土埋設では、降雨による土砂の流出が懸念されたため、これらの解決策として埋戻し土は現地発生土をセメント改良(50kg/m³)して使用することにした。さらに、粒形が大きい土砂が混じると FRP(M)管が損傷する恐れがあるため、スケルトンバケット（マス目 120×200）によるふるい分けをセメント改良前に行い対応した（図-4）。

4. モノレールの施工

今回のモノレールの方式は3条式レールで牽引車の動力はディーゼルエンジンで計画した。モノレールで運搬するものは、主に掘削残土、水圧管、伐採木その他資材となるため、計4台のモノレール車両を製作した。

①掘削土を運搬するために、積載容量 1.8m³ のダンプ台車を2台制作した。ダンプ台車は運転手が座った状態で搬出作業を確認できるよう側方可動にした。また、ワンレバーでダンプアップとあおり開閉を同時にできるようにした（写真-2）。



写真-2 ダンプ台車

②水圧管およびその他資材を運搬するために、クレーン台車を1台制作した。クレーン能力は2tであり台車長さは5.35mである。傾斜地でのクレーン作業になるので、クレーン機構にシリンダーを設けてアウトリガーが地山に鉛直に作用する機構を装備した（写真-3）。また、アウトリガーの足先にその他鋼製のコマを簡単にとりつけられるようにして、現地の段差を解消するようにした。



写真-3 クレーン台車

③その他に多目的に利用する平台車を1台、平台車には、12人乗りの座席台車、少量コンクリート運搬のためのアジテータ台車を積載可能とした。

5. おわりに

2020年2月末時点で11箇所の鉄管の据付と固定台の構築、FRP(M)管110m敷設が終了した。工事は順調に進んでいるが今後の課題として、施工距離が延びるにつれコンクリート圧送能力が低下することが懸念されるため、さらにコンクリート配合の検討する必要がある。最後に再生可能エネルギーが注目される中、今後も同種工事が増えることが予測されるので、この施工事例が今後の類似工事を進める上で一助となれば幸いである。