

崖錐堆積層における急勾配切土法面の設計と施工について

中部電力㈱ 大井川上流水力建設所 所 長 渡 邊 純
 “ 土木課長(正会員) 林 好 克
 ㈱熊谷組 二軒小屋水力作業所 所 長 鈴 木 隆 博
 “ 主 任(正会員) 降 旗 達 生

1. はじめに

中部電力㈱は、静岡県北端、山梨県境の大井川上流流域に最大出力26,000kWの二軒小屋水力発電所(図-1)を建設中である。本工事は平成3年4月に着工し、平成6年9月通水に向けて、現在工事中である。

この工事のうち、水槽(幅9m×幅20m×高22.4m)の建設にあたり、掘削深さ23.5mの切土工(図-2)を施工した。この切土工の設計と施工について報告する。

2. 地形、地質の概要

工事区域は中央構造線と糸魚川～静岡構造線に挟まれた中生代の四万十帯が分布する。

水槽周辺の地質は、砂岩・頁岩互層および一部は頁岩層より構成される。これらの地層の走向傾斜は、部分的には微褶曲等により変化するが、概略N20W～N20E/30～40Eである。

推定岩盤線は、ボーリング調査結果より地盤線以深5～15mであるが、ここでは平均10mとして解析を進める。

3. 切土法面安定に関する諸問題

ボーリング調査、弾性波探査、および近接工事の施工結果から判断して、切土法面の安定に関する問題点を以下のように整理した。(図-2)

- ① 地山には崖錐堆積層が厚さ約10m存在し、風化、節理が著しい。
- ② 崖錐堆積層内部に厚さ0.5m～1.0m、範囲10㎡以上の空洞が存在する。
- ③ 地形的制約から、切土勾配は1:0.8～1:0.4の急勾配となる。
- ④ 切土法肩部にケーブルクレーン基礎が存在し、鉛直集中荷重264tが載荷している。

4. 工法検討

上記諸問題を解決するため、補助工法の検討を行う。

地盤改良工法としては、セメントミルクを用いたグラウチング工法(図-3)が一般的である。しかし、地

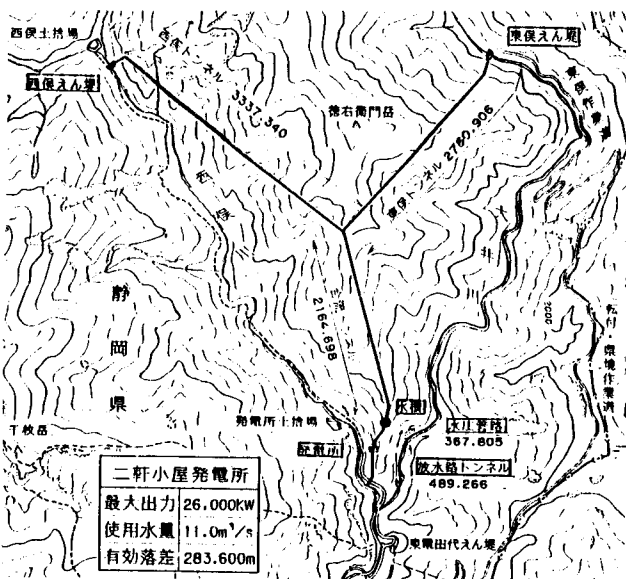


図-1 位置図

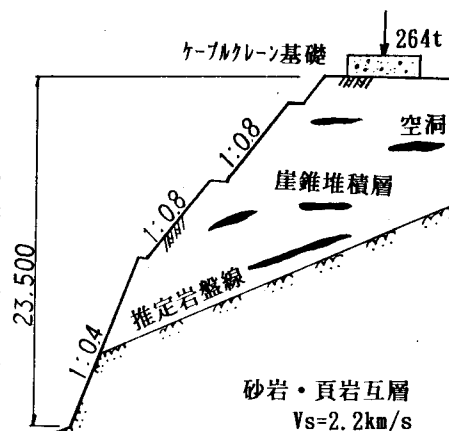


図-2 断面図

山に空洞が存在するため、セメントミルクが範囲外に流出し所定の効果が得られない恐れがあり、またグラウト注入圧力によりケーブルクレーン基礎に揚圧力がかかる懸念がある。

このため、ここではケーブルクレーン基礎と岩盤とを垂直ボルトにて結合させる工法（垂直ボルト工法（図-4））と、法面ボルトを併用する工法を採用した。

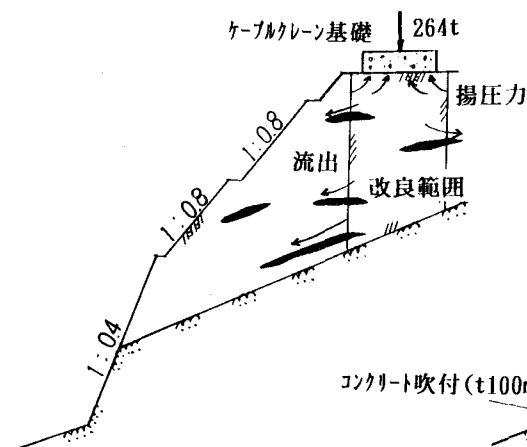


図-3 グラウチング工法

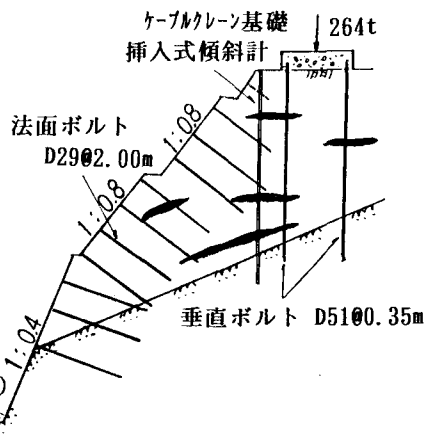


図-4 垂直ボルト工法

5. 解析結果

円弧すべり解析、2次元弾性 FEM解析（地質条件 表-1）の結果、垂直ボルト（D51）ピッチを0.39m、法面ボルト（D29）ピッチを2.01m で配置すれば、法面最大水平変位6.4mm になることが判明した。なお、詳細設計にあたっては、地山状況を考慮し、表-2の仕様とした。

6. 施工

施工は、掘削深さ2mを1 サイクルとして次の手順にて実施した。

- (1) 垂直ボルト工 穿孔、挿入、セメントミルク注入
- (2) 掘削工（1 サイクル2m）
 - ① 深さ2mの掘削
 - ② 法面コンクリート吹付工（厚さ100mm）
 - ③ 法面ボルト工 穿孔、挿入、セメントミルク注入
- (3) (2) ①～③ 繰り返し

7. 動態観測

法面に設置した挿入式傾斜計（図-4）と、ケーブルクレーン基礎に設置した気泡式傾斜計により動態観測を実施しながら施工した。これによると、掘削完了時における法面の最大水平変位は、7.0mm となり解析により得られた値6.4mm と近似した値が得られ安全に施工することができた。

8. おわりに

崖錐堆積層から構成される切土法面の安定を目的として、垂直ボルト工法を考案し、解析、設計を実施した。その結果、ケーブルクレーン基礎と岩盤との一体化を計ることができ、安全に施工することができた。

よって本工法は、類似工事における法面安定工法検討時の一助になるものとする。

表-1 地質条件

	崖錐部	岩盤部
単位体積重量(t/m ³)	2.0	2.2
粘着力 (t/m ²)	0.44	10.0
内部摩擦角 (°)	35	0
弾性係数 (t/m ²)	3000	15000
ポアソン比	0.45	0.35

表-2 設計仕様

	径	長さ	ピッチ
垂直ボルト	D51	11.5m	0.35m
法面ボルト	D29	5.0m	2.00m