

熊本地震の影響を受けた導水路の施工記録

—白川発電所 建屋補修・水車発電機基礎工事—

(株)熊谷組 九州支店 内谷第一 PS 作業所 正会員 寺井 昌栄

(株)熊谷組 九州支店 内谷第一 PS 作業所 正会員○土橋 大樹

1. はじめに

白川発電所は1914年に竣工し、100年以上経過した歴史ある発電所で、発電所、水圧鉄管、水槽、導水路トンネル（内径2.273m、延長3,078m）、沈砂池、取水堰で構成される流れ込み式の水力発電所である。平成29年4月より改修工事を予定していたが、平成28年4月の熊本地震により多くの被害が生じた。中でも導水路トンネルについては大きく損傷し、落盤による閉塞や、沢の流出によるトンネル本体の露出が発生した。本稿では、導水路を復旧し運転再開するため、震災被害復旧工事を実施した施工記録を報告する。

2. 導水路トンネルの被害状況

熊本地震やその後に発生した豪雨による河川氾濫等の影響により導水路各所が損傷したが、特に被害が大きかった2箇所（図-1）の被害状況を下記に示す。

2.1 落盤部

「第3号隧道」と「第4号隧道」の交差点部より約100m「第4号隧道」側にて天端崩落が発生し導水路内が閉塞した（写真-1）。本工事では当該箇所を「落盤部」と称した。



図-1 導水路トンネル落盤部及び損壊部位置図

2.2 損壊部

地震後の大雨により沢が流出し、「第2号隧道」と「第3号隧道」の交差点部が地上に露出した（写真-2）。尚、「第3号隧道」も土砂及び岩塊により閉塞が見られた。本工事では当該箇所の地表露出部を「損壊部」と称した。



写真-1 落盤部（下流側の崩落状況）



写真-2 損壊部（地上に露出した導水路の状況）

3. 落盤部復旧工事

3.1 落盤部掘削工

薬液注入により空洞充填および崩落土砂を改良した後、掘削を開始した。復旧断面図を図-2に示す。施工機械は掘削0.1m³級バックホウ、ブレーカーおよび積込み0.04m³級バックホウで行い、掘削土の運搬は不整地運搬車1t積みで運搬した。支保工は1mピッチで組立、

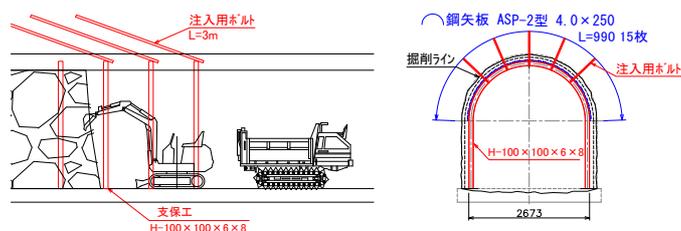


図-2 落盤部復旧断面図

天端に鋼矢板を設置した。掘削補助工法は注入式フォアポーリングとして、自穿孔ボルト（KATアンカー3m）を使

キーワード：水力発電所、導水路、熊本地震、崩落、落盤、断層

連絡先：〒810-0004 福岡県福岡市中央区渡辺通4丁目10-10 TEL092-721-0215

用し、打設範囲は120°で5本/断面でシリカレジンで60kg/本、計画注入とした。施工機械は0.1m³級バックホウにアタッチドリルUDRWを装備し穿孔作業に機械化施工を導入した。掘削工は最終的に全長161.2mとなり、昼夜施工で1.5m/日の進捗で8.5ヶ月要した。地質としては、落盤下流20m～114m付近までは安山岩自破碎部や溶岩が分布し114m～161.2m付近までは均質な凝灰角礫岩が分布していた。また落盤部の上流終点部には熊本地震の震源断層となる「北向山断層」が位置し(図-1参照)、断層を挟んでトンネルは概ね3.5m程度北東側に変位していた。掘削は、ズレもなく水路が繋がり原形復旧した。落盤部掘削工の施工状況を写真-3に示す。

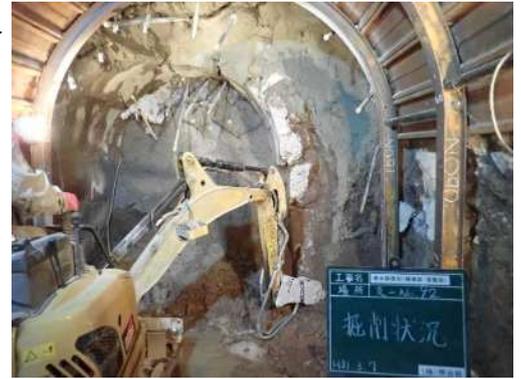


写真-3 落盤部掘削状況

3. 2 側壁仕上げ工

側壁の仕上げとして、レジンコンクリートパネルによるライニング工法を実施した(写真-4)。パネル背面の充填工は、上流側ヤードにモルタルミキシングプラントを設置し、注入箇所まで圧送管2吋を2系統にて約1,800m圧送ラインを形成した。また、使用する粉体の材料(セメント、MPグラウト)は、資材置場に大型車両搬入し、プラントまで4t車にて小運搬した。



写真-4 側壁パネルライニング完了

4. 損壊部復旧工事

損壊部はプレキャストコンクリートにて復旧した(延長7.8m)。図-3に復旧断面図を示す。

4. 1 巨石、土砂、側壁撤去

損壊部復旧にあたり、支障となる堆積土砂、巨石、側壁を撤去した。巨石(最大5.5m×4.6m)が多くあり、ガンサイザーで大割破碎し、削岩機、セリ矢にて小割破碎を行い、上流坑口から搬出した。

4. 2 支保工(防護壁)設置

施工時に沢からの落石や土石流等が懸念されることから、安全に施工するため防護壁として支保工を設置した。支保工材はH-150を使用し、600mmピッチで建込み、外周を鋼矢板で覆う形状とした。

4. 3 プレキャストコンクリート覆工設置

覆工は、プレキャストアーチカルバートを設置した。工場で作成したものを小運搬で事務所近辺の資材置場に仮置きし、ユニックにて現場仮設ヤードへ小運搬した。狭い坑内を運搬するため、1ピースを幅30cm、鉛直に2分割(1,320kg/1ピース)した。現地ではモノレールから沈砂池に設置した門型クレーンを経由し、トンネル内は製作した牽引台車を不整地運搬車で慎重に運搬した。組立はピース間、リング間を高力ボルトで接続し、ボルトボックスは無収縮モルタルにて仕上げた(写真-5)。設置後、支保工内部の空隙は可塑性モルタルを充填し、覆工内部の既設との擦付け箇所は急結モルタル吹付にて仕上げた。

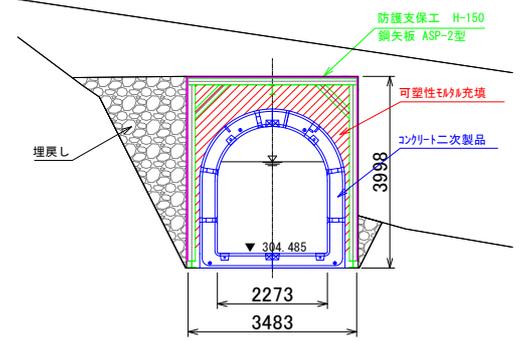


図-3 損壊部復旧断面図



写真-5 プレキャスト設置状況

5. おわりに

本工事では、熊本地震及び豪雨により施設全体に甚大な被害を受けた。今後も毎年のように地震や記録的豪雨が発生する可能性が高い。特に、本工事のような歴史を持つ構造物等は、被害が大きくなりやすいと考えられる。同じような老朽化した構造物に対する復旧・補強対策の参考になればと考える。