

# 運用中の徳山ダム直下における水力発電所建設工事

中部電力株式会社 正会員 青木 崇

## 1. はじめに

中部電力(株)徳山水力発電所は、木曾川水系揖斐川最上流部に位置し、(独)水資源機構による多目的ダムである徳山ダム建設事業に発電参加するものである。徳山における電源開発計画は、当初は下ダムを設置し、電源開発(株)による混合揚水と中部電力(株)による一般水力計画であったものが諸処変遷を経て平成16年に一般水力のみの開発計画となった。その計画は、徳山ダム左岸側に建設された選択取水設備から最大100.4m<sup>3</sup>/sを取水し、最大153,400kW(1号機131,000kW, 2号機22,400kW)を発電する。1号機はピーク需要対応で徳山ダム湖から取水し約4.2km下流の奥いび湖内(国土交通省横山ダム貯水池)に、2号機は徳山ダム下流既得水利流量を利用し常時運転する計画で徳山ダム直下に放流する。徳山ダムおよび選択取水設備は(独)水資源機構により建設されたため、当発電所工事は選択取水設備と導水路との接続部から、水圧鉄管、発電所、放水路そして放水口までがその対象となる(図-1)。

徳山ダムは平成18年9月に試験湛水を開始し、平成20年5月に日本一の貯水容量を誇るロックフィルダムとして既に運用が開始されている。そのため、平成21年10月に着手した当発電所工事(図-2)は、運用されている徳山ダムの近接施工となり、導水路工事は湛水した貯水池近傍にて、地下発電所工事は運用中のダム直下での施工となった。そこで、当工事では既設構造物への影響を抑制する工法を採用すると共に既設構造物への影響を管理するため各種計測機器を設置(図-3)し、情報化施工にて工事を実施した。このような既設ダム設備との近接施工は新設発電所としては例がない。

## 2. 導水路接続工事

導水路トンネルは水圧鉄管上部取付横坑から上流に向かいNATM工法により掘削し、徳山ダムカーテンラインの外側を回り既設水路に接続した。カーテンラインの付近は前方探査ボーリングにて湧水量の把握をしながら掘削し、カーテンラインからの離隔距離が約20m以内となる区間(TD367.7~302.7)においては火薬量を制限し制御発破による施工を行った(表-1, 図-4)。あらかじめ試験発破において薬量と距離から変位速度を推定し、実施工ではすべての計測箇所において管理値(徳山ダム監査廊0.1, 洪水吐導流壁2.0, 堤体その他5.0kine)以内で変位速度を管理した。さらに、接続部近傍では改良目標値(5Lu)を設定し掘削前に止水グラウトを行い、接続直近部7m区間は機械掘削のみで施工し既設設備に接続した。



図-1 徳山水力発電所地点

年度	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27
徳山ダム工事	H12	▽ダム完成(H20.5)	施工主体(独)水資源機構						
開発権譲受		▽水利権譲渡承認(H20.10)	J-POWER殿→中部電力						
許認可手続き			▽河川法許可(H21.9)						
準備工事									
導水路ゲート			ゲート室	立坑	ゲート				
導水路						接続工事			
水圧鉄管								接続工事	
発電所			本体H21 工事10 着工						
調圧水槽									
放水路									
放水口			(1号)	(2号)					
電気工事								1号機運開 H27/6 ▼	2号機運開 H26/5 ▼

図-2 概略工程



図-3 各種計測機器の配置(一部)

### 3. 地下発電所の掘削

徳山ダム直下の地下空洞掘削となるため、あらかじめ徳山ダムへの影響、特に浸透流および堤体基礎地盤の安定を検証した。まず、徳山ダム浸透流路内を掘削するため浸透流の変化によるコア・フィルター部でのパイピングを検証するため、地下空洞掘削による堤体内浸透流速の変化について浸透流解析を行い、続いて、堤体基礎地盤への影響について弾塑性解析を実施し局所安全率にて安定を評価し、いずれも徳山ダムの安定に影響がないことを確認している。

地下空洞の支保設計は、当初、ボーリング試験データに基づき実施したが、地下空洞付近に潜在亀裂や流動的な変形構造（へき開）の発達した岩盤があり、その岩盤の物性値を検証する必要性を認識し、実施工中の頂設導坑内で原位置試験を実施した。その結果、岩盤物性値がコアサンプルでは過小に評価されていることが分かり、これらを反映した支保の再設計を行いコストダウンと工期短縮を図った。

地下空洞の形状は土被り約 50m と浅いことからアーチコンクリートにより確実に支保したあと盤下げ掘削が可能な「きのこ型」を採用し（図-5）、掘削は導水路接続工事と同様に既設構造物への影響を抑制するため制御発破および掘削面周辺岩盤の損傷を軽減させるため SB 工法（スムーズブラッシング工法）を採用した。施工管理は情報化施工およびキーブロック解析を駆使し、必要な支保をその都度検証し盤下げ掘削を進め、最終的な側壁の内空変位は事前の FEM（有限要素法）による掘削解析（2次元非線形弾性モデルによる各施工ステップを考慮した逐次掘削解析）の結果内に収まり、最大で 30mm（片側約 15mm）であった（図-6）。

### 4. おわりに

徳山開発計画は昭和 32 年の電源開発調整審議会、昭和 51 年の事業実施計画の許可、その後幾多のダム用途や発電計画の見直しの変遷を経て、構想から半世紀以上に渡る事業である。ダムの目的の一つである発電所がついに完成する。2号機は平成 26 年 5 月に一旦運転を開始し、夏の重負荷期における安定供給に貢献した。そして平成 27 年 6 月には 1, 2 号機総合運開を迎える。当社としても一般水力としては最大出力を誇る発電所となり、近年稀にみる大規模水力開発となった。建設未経験者も多く従事し技術継承といったソフト面の効果も大きい。完成後のダム直下での地下発電所建設等、

多くの困難を乗り越え、技術的な課題を克服できたのも関係各位のご指導の賜物である。平成 27 年 6 月に徳山発電所を無事総合運開させ、日本一の貯水容量を誇る徳山ダムの水資源の有効活用に貢献していきたい。

表-1 制御発破区間

発破パターン	掘削長	使用雷管	段数	1段当り薬量(kg)	穿孔数 / m <sup>2</sup>
標準	2.0m	DS	9	2.4-21.0	2.41
(MS+DS) ①	2.0m	MS+DS	17	2.4-6.0	2.41
(MS+DS) ②	1.0m	MS+DS	18	1.2-3.0	2.54
EDD	1.0m	EDD	10	0.6	2.57
EDD+スリット	1.0m	EDD	8	0.4	2.05

トンネル断面積:30.549m<sup>2</sup>, 岩盤等級:CH 級 (緑色岩)

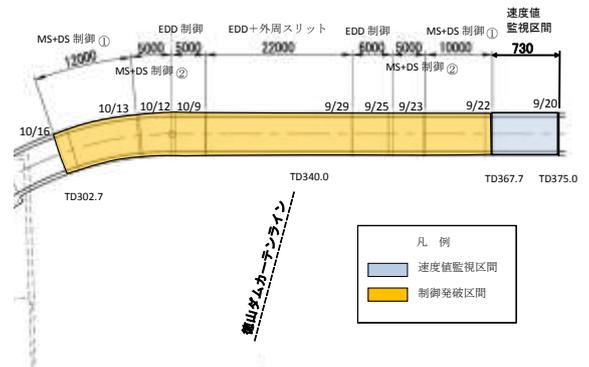


図-4 制御発破区間

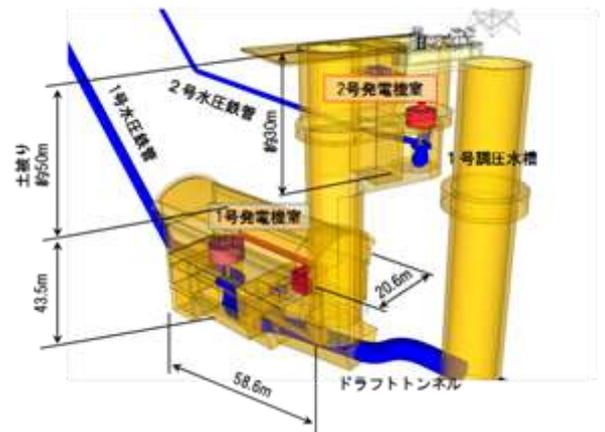


図-5 地下発電所概要図

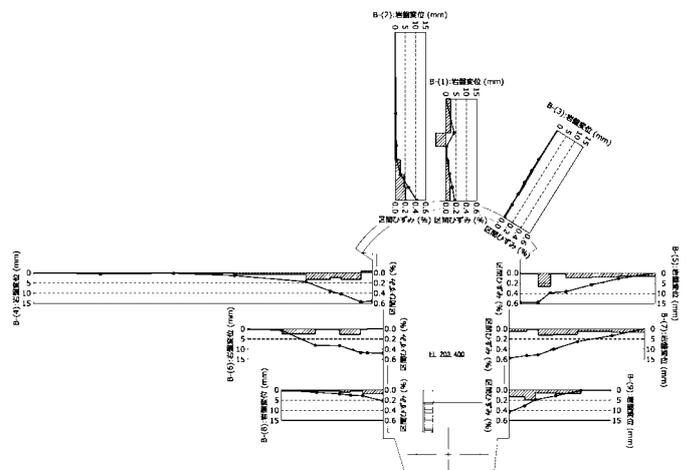


図-6 盤下げ掘削完了後の変位計測結果 (最大値計測断面)