

ダム通砂運用に向けた西郷ダム改造工事の計画・設計上の特徴

九州電力(株) 耳川水力整備事務所 正会員 ○佐藤 努
 (株)熊谷組 ダム技術部 正会員 高木 秀和
 (株)熊谷組 九州支店 正会員 江島 裕章

1. はじめに

宮崎県の耳川水系では、2005年の台風14号により多数の斜面崩壊と甚大な浸水被害が発生した。斜面崩壊により大量の土砂が耳川に堆積したこと及び、今後も土砂の流入や同規模の降雨が予想されることから、河川管理者である宮崎県は学識経験者らと対策を協議し河川整備計画を見直し、流域関係者と一体となった「いい耳川にする」ための協働の取り組みを推進するため、「耳川水系総合土砂管理計画」を取りまとめた。九州電力(株)では、当計画におけるダム事業者の行動計画として、これまでダムで遮断されてきた河川本来の土砂の流れを取り戻すことを目指し、山須原ダム、西郷ダムおよび大内原ダムの連携による通砂運用を行うこととした¹⁾。越流天端が低い大内原ダムは、現行の構造のまま運用を変更することにより通砂運用が可能であるが、山須原ダムと西郷ダムについては、越流天端を構造的に問題が無い範囲で切り下げることにより通砂能力を付加するダム改造工事が必要であった。

本報文は、既に工事を完了した西郷ダムの設計・計画上的特徴を整理したものである。

2. 工事位置

耳川は、宮崎県東臼杵郡日向市を流れ太平洋に注ぐ、延長約95kmの二級河川である。耳川には九州電力の七つのダムと発電所があり、同社の一般水力発電における発電量の20%以上を担っている。西郷ダムは耳川上流から6番目に位置(図-1参照)し、1929年に運用を開始した耳川水系で最古のダムである。

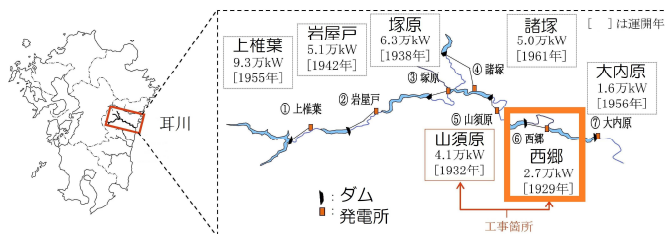


図-1 耳川水系と西郷ダム施工位置

3. ダム通砂運用とダム改造の概念¹⁾

図-2に、改造計画の概要を示す。改造前のダムでは、洪水時に上流から土砂が流入すると、河川流速が急激に小さくなる貯水池上流端で土砂が堆積、その結果河川水位を上昇させ、周辺家屋への浸水リスクを高める。このためダムの越流天端を切り下げて、ゲートを大きくし、貯水池の水位を下げ、洪水時に自然本来の河川の流速により土砂を流下させる計画とした。

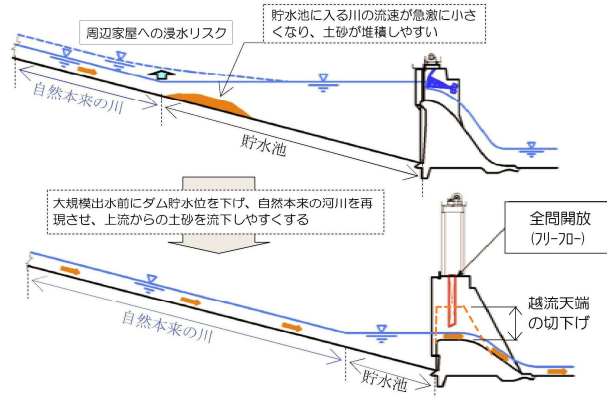


図-2 ダム通砂運用による土砂流下とダム改造の概念

4. 計画・設計上の特徴

4-1. 可倒堰の設置²⁾

ダム改造期間中も発電による転流を行うものとし、仮締切は通年設置する計画とした。そのためには①出水時は、既設ダム放流設備の通水断面を阻害しないこと、②出水時既設ダム放流設備の通水断面を阻害しないことに必要な放流能力は設計洪水流量とし、同流量を設計洪水水位以下で流下させること、③工事期間中であっても、発生し得る流量を流下できる通水断面を確保すること。の3つの役割を解決する必要がある。仮締切下部工の高さは既設ダム越流天端以下とし、仮締切上部に国内初となる高さ4.0 mの可倒堰（SR堰）を設置することとした(図-3参照)。可倒堰は、平常時は起立させ発電取水を可能とする水位を維持し、出水時は倒

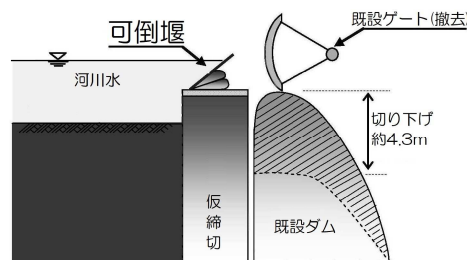


図-3 仮締切の構造（断面図）

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 株式会社熊谷組土木事業本部ダム技術部 TEL 03-3235-8646

伏させることでダムの通水能力を確保した(写真-1参照)。

4-2. 河床堆積土砂を利用した可倒堰の基礎²⁾

可倒堰の基礎となる仮締切下部工は、施工実績の多い鋼管矢板二重締切案が挙げられたが、構造が大型化するため設置工期が長期化しコストが高くなるという問題があった。また、水理模型実験の結果上下流方向の幅が大きくなることで、通水能力が低下することが確認された。このため、既存の堆積土を鋼矢板で締切り、深層混合改良にて地盤改良体を構築することで、構造の縮小を図った(図-4 参照)。これにより通水能力を低下させず工期は33%短縮、工事費は38%の低減が実現できた。

4-3. 新旧コンクリートの一体化³⁾

西郷ダムは建設後85年が経過しており、コンクリートは骨材最大粒径600mm程の粗石コンクリートで構成されているため、新旧コンクリートの一体化が課題であった。新コンクリートはL2地震動により既設コンクリートに発生する引張応力が問題とならないよう3ブロックに分けて打設することとし、J-1～J-4の継目を設けた(図-5 参照)。水平部は一体化面とし、一体化面に求められる引張・せん断強度は、ダムにかかる全ての外力(水圧、地震動、温度応力等：図-6 参照)を考慮し解析により求めた。図-7に水平打継面平面図の温度応力結果を示す。解析の結果新設ピアの付け根部に引張力が発生することが確認され、平均引張応力は 1.0N/mm^2 程度であった。また、所定の強度を得るため、打継面の処理(目粗し方法)と差し筋について、旧コンクリートをブロック状にサンプリングし実験を実施した。

4-4. ダクトルパネルの使用³⁾

通砂運用に伴う堤体の摩耗対策は、①水理面や安定性へ影響する形状まで摩耗させない(表-1 参照)、②運用開始後のメンテナンスが可能と困難な場所を特定し、施工性やコストを勘案して対策方法を選定する。との考え方を踏まえ、メンテナンスが困難な場所にはステンレス鋼材(SUS304)、それ以外はダクトルパネル(超高強度繊維補強コンクリートパネル)を使用することとした。図-8に摩耗対策区分を示す。

5. おわりに

H29年から、西郷ダムと大内原ダムで通砂運用を開始しており、これまで2度の通砂実施により、「いい耳川にする」ための硬化が徐々に発現してきている。

参考文献

- 朝崎勝之、加来睦宏、川上裕也：ダム貯水池における堆砂問題とその対策（第6回）－耳川水系での取り組み－，電力土木，No.360,p.115-118,2012.7.
- 前島龍三、松田智之、藤原洋一郎：西郷ダム改造工事における大規模仮締切の設計と施工，電力土木，No.366,p.23-27,2013.7.
- 松田智之、藤原洋一郎、山崎崇正：西郷ダム改造工事におけるコンクリート一体化処理・堤体摩耗対策，電力土木，No.374,p.86-90,2014.11.



写真-1 可倒堰の運用

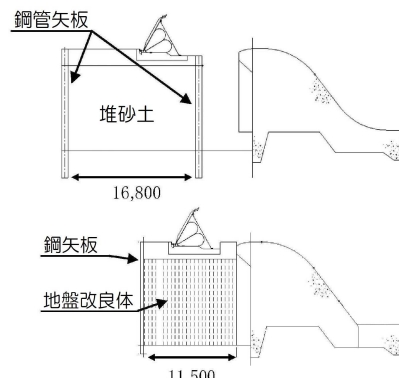


図-4 仮締切下部工の比較結果

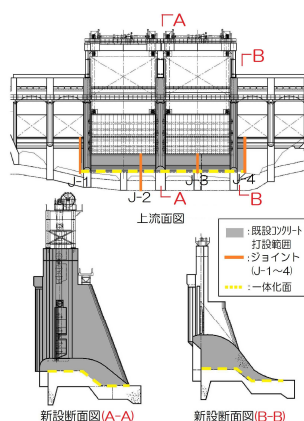


図-5 新旧コンクリート一体化範囲

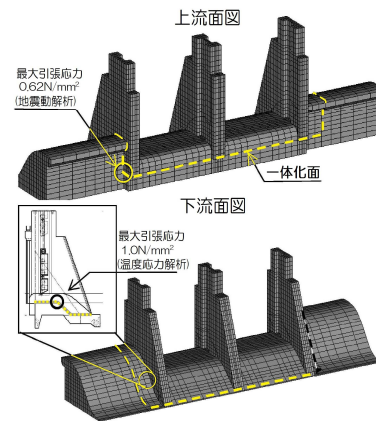


図-6 解析結果

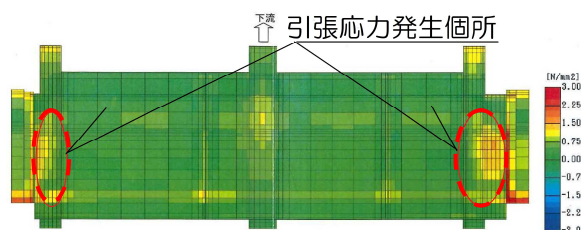


図-7 打継面温度応力解析結果(平面図)

表-1 施工範囲別摩耗量算定結果(使用期間100年)

施工範囲	ステンレス鋼材	ダクトルパネル	ダムコンクリート
越流部	0.2mm	49mm	325mm
ピア部	0.002mm	0.4mm	2.9mm

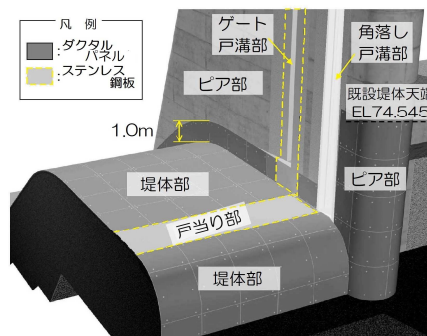


図-8 摩耗対策区分(上流側より望む)