

耳川水系総合土砂管理計画と山須原ダム改造計画 (Ⅰ.ダム通砂の概要及び山須原ダム堤体仕様の検討概要について)

九州電力株式会社 耳川水力整備事務所:向原 秀樹 ,正会員 ○川上 馨詞

1.はじめに

宮崎県の耳川水系は、平成17年9月台風14号によりダム設計洪水量を超過するダム流入量を記録した。同時に斜面崩壊による河川内への大量の土砂の流入などもあり、特に山須原ダム貯水池上流域の諸塚商店街は甚大な被害を受けた。河川管理者の宮崎県は平成21年7月に総合土砂管理計画策定の仕組みとして技術検討会を設立し協議を開始、平成23年10月耳川流域の土砂問題の現状と課題を領域別に整理し、「耳川水系総合土砂管理計画」をとりまとめた。その中では山地領域・ダム領域・河川領域など各領域の目指すべき方向を定めた「基本的な考え方」と役割分担を明確化した「行動計画」が示され、ダム領域の関係対策工事の一つとしてダム通砂が挙げられた。以下、ダム通砂の概要と「ダム改造計画」のうち、山須原ダムの改造形状の選定・摩耗対策の選定について紹介する。

2.ダム通砂の概要

ダム通砂とは、台風出水が予想される場合に、事前にダム水位を一時的に低下させ、貯水池内の水の流れを自然河川の状態に近づけることにより、上流から流れ込む土砂をダム下流に流下させるものである(図-1)。これにより河川断面が維持され

[現在のダム操作におけるダム堆砂のプロセス(イメージ)]

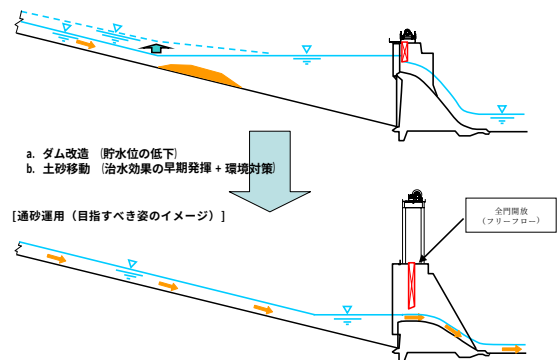


図-1 ダム通砂運用イメージ

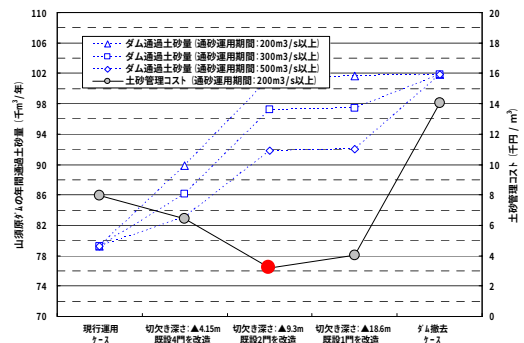


図-2 土砂管理コスト検討結果

るとともに土砂動態の連続性が回復し、河川環境対策にも寄与する。しかし既存のダム構造ではダムの高さが高く、ダム通砂ができない。このため既存のダムの高さを構造的に問題の無い範囲で部分的に切り下げ通砂機能を付加する工事を行う。

3.ダム改造形状選定の概要

ダムの切欠き形状は、通砂効果を決定づける重要な要素である。改造幅(改造する既設洪水吐ゲートの門数)とダム越流頂の切欠き深さをパラメータに土砂管理コストを指標とした評価検討を実施し、中央の2門の既設洪水吐ゲートを撤去し、越流天端高を9.3m切り下げるとともに大型洪水吐ゲートを1門設置する形状を選定した(図-2, 3)。

4.水理模型実験による通砂機能の確認

数値解析では把握できない改造形状と通砂機能の関係、河床の経時変化などの把握を目的に、ダム上下流約1.3kmの地形を再現した1/50の縮尺模型を用いた、ダム通砂機能に関する水理模型実験を行った(図-4)。実験により、選定した形状でダム無ケースと同程度の土砂の流れを取り戻すことができることを確認した。なお、初回通砂時にダム直上流部の堆積土砂が流下することを確認したため、事前に除去することとした。



既設ラジアルゲート8門のうち、中央2門を撤去後、越流天端を約9.3m切り下げてラジアルゲートを1門設置

図-3 ダム改造イメージ



図-4 水理模型実験の様子

キーワード 平成17年台風14号、水力発電、ダム堆砂、通砂、ダム改造、摩耗対策

連絡先 九州電力株式会社 耳川水力整備事務所 〒883-8533 宮崎県日向市北町1丁目112番地 0982-53-5800

5.堤体の摩耗対策について

(1) 摩耗対策の考え方

ダム通砂により大量の土砂が堤体上を通過するため、越流部については摩耗対策が必要となる。摩耗対策の基本的な考え方を以下①②③のとおり定め、対策範囲や対策方法を選定することとした。

①供用期間を 100 年とする。②ダム放流時の水理面や堤体の安定性へ影響する形状まで摩耗させない。③ダム通砂開始後、メンテナンスが困難な個所はメンテナンスフリーとし、メンテナンスが可能な個所については、施工性やライフサイクルコスト等を考慮する。

ここで、②の水理面や堤体の安定性へ影響する要因を絞り込んだ結果、以下の2項目を対象とし対策を検討することとした。④構造鉄筋のかぶり(一般に純かぶり 70～150mm)まで摩耗が進行し、鉄筋が腐食することで堤体の安定性が低下する、⑤ゲートの戸当り周辺の欠損により、ゲートの貯水機能や放流制御機能が低下する

(2) 摩耗量の推定

摩耗量は、表-1 の方法で推定した。なお、当推定方法は、経年 28 年の摩耗量測定実績を保有する矢立取水堰(宮崎県一ツ瀬水系)において、実測結果と推定結果が概ね合致することを予め確認した。推定に必要な損傷係数、摩擦係数については、使用材料毎に摩耗試験(重錘落下試験、砂研削試験)などを実施し算定した。摩耗量推定結果を表-2 に示す。

(3) 摩耗対策計画

摩耗対策は、材料の供用期間中の摩耗量や施工性及びライフサイクルコスト等を踏まえ以下の仕様とした(表-2)。

①堤体部:表面にダクトアルフォーム(t=100mm)を配置。洪水吐ゲート戸当たり部についてはステンレス鋼材を配置、

②ピア部角落し戸溝上流側:堤体高さを低くしたことで、支流や周囲から新設ゲートへ多くの土砂が流入することを想定し、ダクトアルフォーム(t=50mm)を既設堤体越流天端まで配置。

③ピア部角落し戸溝部下流側:洪水で流された 300mm 程度の大きな礫が流下する際の跳躍高さを踏まえて越流面から 1m の範囲にダクトアルフォーム(t=50mm)を配置(図-5)。

6.おわりに

現在、堤体の取り壊し及び摩耗対策を含めた堤体の築造が進行中である。今後もダム通砂の開始に向け、行政機関や学術機関、研究機関等さまざまな方々のご支援、ご協力を賜りながら、着実に事業を推進していく所存である。

<参考文献>

1) 角 哲也, 吉村 健, 朝崎 勝之, 加来 睦宏, 柏井 条介, 佐藤 隆弘: 耳川水系ダム群における通砂を目的とするダム改造と運用検討, I C O L D 第 24 回大会, 平成 27 年 6 月。

表-1 摩耗量の算定方法(年平均摩耗量=①+②)

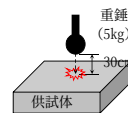
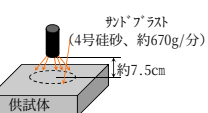
	①衝撃による摩耗量(年平均)	②滑りによる摩耗量(年平均)
対象となる土砂量	礫(粒径2mm以上) 土砂移動量換算時には間隙率を0.4と設定(土粒子:水=0.6:0.4)	
摩耗量の推定式	摩耗量=総運動エネルギー×損傷係数	摩耗量=総仕事量×摩耗係数
総運動エネルギー・総仕事量の算定方法	各粒子の掃流力及び限界掃流力を元に礫の衝撃力による総運動エネルギーを算定(石橋の式)	各粒子の掃流力及び限界掃流力を元に礫の摩擦力による総仕事量を算定(石橋の式)
損傷係数・摩耗係数の算出方法	重錘落下試験による摩耗量から損傷係数を算出 [重錘落下試験]  5kgの重錘を供試体に落下(3,000回)させ、摩耗量を測定	砂研削試験による摩耗量から摩耗係数を算出 [砂研削試験]  サンドブラスト(4号珪砂、約670g/分)約7.5cm サンドブラストにより供試体に砂を噴射(1分/回×30回)し、摩耗量を測定

表-2 摩耗量算定結果とライフサイクルコストの算定結果

	項 目	構造用コンクリート (24N/mm ²)	高強度コンクリート (36N/mm ²)	ステンレス鋼材 (SUS304)	ダクトアルフォーム (鋼繊維 t=100mm)
越流部	年推定摩耗量	5.08mm/年	3.13mm/年	0.004mm/年	0.77mm/年
	供用100年の修復回数	5回	3回	0回	0回
	摩耗量の推定とライフサイクルコスト比較	1.85	1.15	1.55	1
	評 価				○
<参考> ピア部 摩耗量の推定	推定摩耗量	5mm/100年	3mm/100年	0.003mm/100年	1mm/100年

※ライフサイクルコストはダクトアルフォームを1とした場合の比率

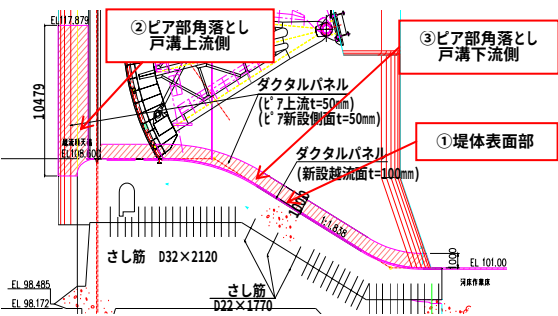


図-5 ダクトアルパネルによる摩耗対策標準断面図