

鹿野川ダム改造事業における 下流環境(水質)への影響検証

山鳥坂ダム工事事務所 調査設計課 刈谷 亜未
山鳥坂ダム工事事務所 建設専門官 西田 和人
山鳥坂ダム工事事務所 調査設計課長 本山 健士

鹿野川ダム改造事業では、洪水調節能力を増強するためトンネル洪水吐を設置し、令和元年6月から運用を開始している。トンネル洪水吐の呑口は、ダムサイト上流約200mの右岸に設置されており、呑口部は概ね中層部の水深約20mに位置することから、濁水放流の顕在化や貯水池内の底泥の巻き上げによる下流河川への影響が懸念されている。そのため、ダム貯水池および下流河川において水温、濁度の連続観測等を行い、トンネル洪水吐運用による下流河川への影響を検証した。

キーワード：ダム、トンネル洪水吐、冷水、濁水、水質シミュレーション

1. はじめに

鹿野川ダムは、愛媛県西南部を流れる一級河川肱川の河口から約41kmに位置する重力式コンクリートダムであり、令和2年で管理開始から61年となった。鹿野川ダム改造事業は、平成18年度に工事着手し、洪水調節機能の増強、河川環境の改善を目的とし、トンネル洪水吐(表1)や選択取水設備の設置、クレストのゲートの改造などが実施され令和元年6月に完了した。

トンネル洪水吐の設置・運用については、その呑口が水深約20mの中層部となることから、濁水放流の顕在化や貯水池内の底泥の巻き上げによる下流河川の水質や生物への影響が懸念されていた。そのため、呑口部に擁壁を設置するなど水質保全対策を実施するとともに(図1)、ダム貯水池および下流河川において、水温、濁度の連続観測などを実施し、トンネル洪水吐運用による影響を監視した。本稿では、モニタリング結果と貯水池水質解析モデルによるトンネル洪水吐運用の影響検証結果について報告する。

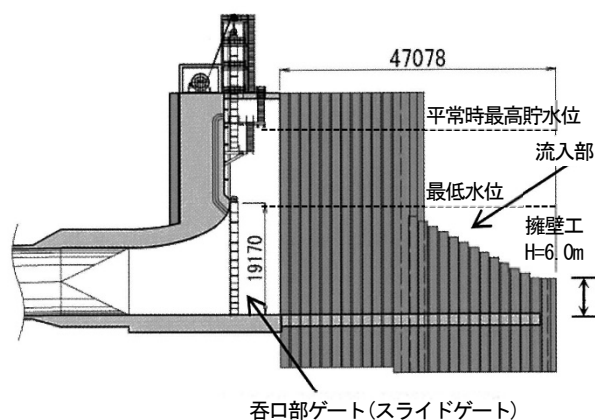


図1 鹿野川ダムトンネル洪水吐呑口部縦断面図

表1 トンネル洪水吐の諸元

項目	諸元
トンネル	Φ11.5m×L457m
呑口(スライドゲート)	B9.0m×H19.17m
呑口敷高	EL+53.0m
吐口敷高	EL+47.0m

2. モニタリングの概要

トンネル洪水吐運用の影響・効果を把握するためのモニタリングの概要を表2、観測機器の設置イメージを図2、モニタリング位置を図3に示す。モニタリングは、ダム貯水池(トンネル洪水吐呑口部)および下流河川3地点において水温・濁度、流向・流速の連続観測(以下、連続観測)、を実施した。

表2 モニタリングの概要

区分	地点	項目	水深	頻度	期間
貯水池	呑口部	水温・濁度 流向・流速※	水深0.5m EL60m 底上0.5m	10分 間隔	4/12～ 1/30
下流河川	ダム直下	水温・濁度	水面付近	10分 間隔	7/30～ 12/17
	鹿野川大橋下流				
	道野尾橋上流				
下流河川	鹿野川大橋	水面撮影	—	10分 間隔	7/30～ 12/17
	小田川合流点				
	小田川合流後				

※流向・流速は底上0.5mのみ

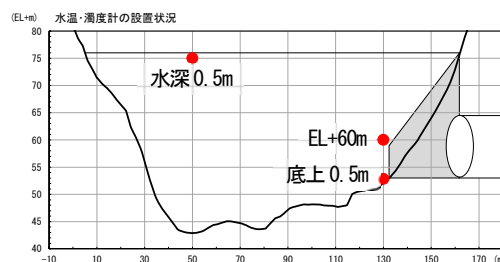


図2 貯水池内の観測機器設置イメージ(呑口部)

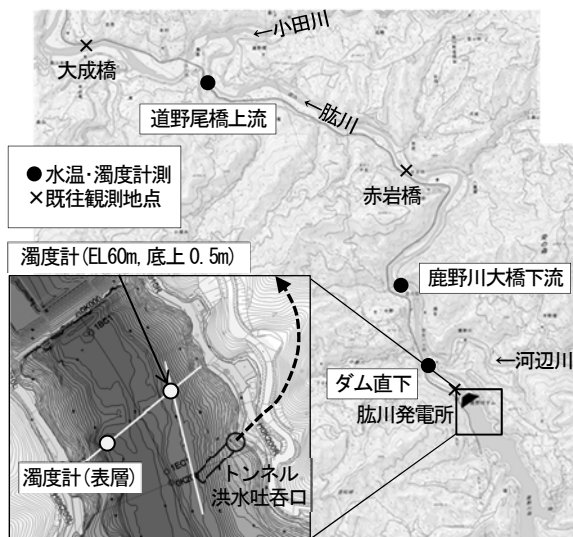


図3 モニタリング位置

3. モニタリング結果

(1) トンネル洪水吐の運用実績

令和元年6月～2年1月の鹿野川ダム運用図を図4に示す。令和元年度はトンネル洪水吐を運用する出水が11回発生した。流入量が最大となる出水は8月中旬に発生し、ピーク流量は699m³/sであった。

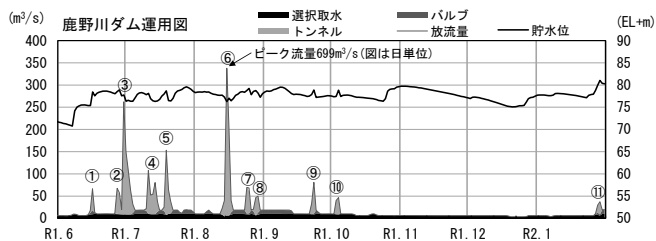


図4 鹿野川ダム運用図(R1.6～R2.1、日データ)

(2) モニタリング結果

1) 水温、濁度の日平均の状況

水温、濁度の連続観測結果を図5に示す。日平均水温は下流河川の3地点では同程度であり、貯水池が成層化している期間では、表層とEL+60mの中間程度、もしくは表層に近い水温となっている。日平均濁度はR1.7月頃に10度程度が継続しているが、その他でダム直下の濁度が10度以上で1ヶ月以上継続するような濁水長期化は発生していない。

2) 出水時の状況(R1.8/13-20、Qp=699m³/s)

流入量のピークが699m³/sの中規模出水時の水温、濁度の観測結果を図6に示す。同図ではトンネル洪水吐呑口の上流約50m(0k250)および流入河川(本川)における水温観測結果を合わせて示している(同図2段目)。また、図8に出水時の貯水池と下流河川の濁水状況の概念を示す。ダム直下と貯水池(0k250)の水温を比較すると、ダム直下と水深10m(EL+66m付近)の水温が同程度である。トンネル洪水吐の呑口はEL+53～64.5mであるが、擁壁

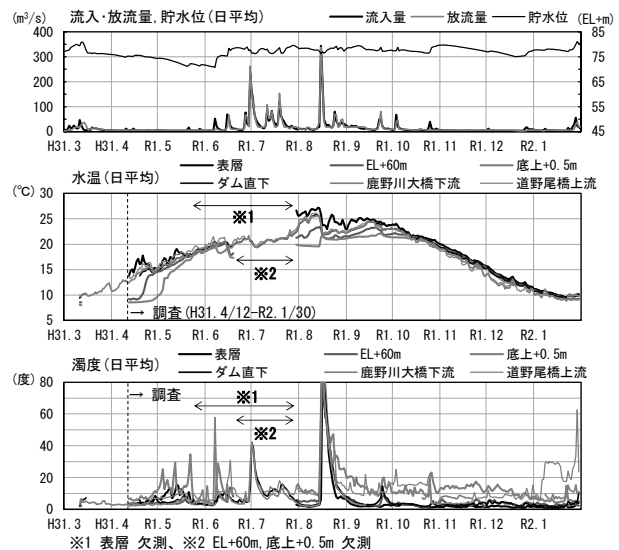


図5 水温・濁度の観測結果(日単位,H31.4～R2.1)

の設置により実質的にはEL+59～64.5mであり、トンネル洪水吐運用時は呑口の上端付近の貯留水が放流されていると推測される。トンネル洪水吐運用中は、下流河川の各地点の水温が概ね同じになっている。

貯水池(呑口部)の濁度は、EL+60mおよび底上+0.5mは1山目のピーク頃(8/15 9:00頃)に上昇しはじめ、2山目のピーク頃(8/16 0:00頃)に最大となるのに対し、表層は2山目のピーク頃までは出水前と同程度で推移しており、濁度の上昇が遅れている。ダム直下の濁度は、上昇し始めるタイミングが貯水池のEL+60mと同じであり、放流量の大きい1山目から2山目のピークの期間に高濁度水を放流していたと考えられる。一方、クレストゲートを運用した場合は、クレストゲートの敷高がEL+72mなので、この出水では表層付近(EL+75m付近)の貯留水を放流していたと考えられる。表層は2山目のピーク後に濁度のピークを迎えているため、クレスト運用の場合は放流量の大きい時に高濁度水が放流されず、出水前に貯留している比較的濁度の低い水を放流することになっていたと考えられる。

下流河川の濁度は、流入量のピーク頃(2山目)に鹿野川大橋下流、道野尾橋上流が高くなるが、流量低減期は3地点が貯水池のEL+60mと同程度で推移しており、ピーク後8日目の8/24に次の出水が発生するまで、20度以上が継続している。なお、貯水池表層では8/24に濁度改善の目安としている10度以下となっている。この出水では8/17 17:00にゲート放流量を終了し選択取水設備を運用(表層取水)しているが、利水バルブ(Φ0.9m、中心標高EL+61m)を併用しているため、放流水の濁度が貯水池表層より高くなっていると考えられる。

3) 出水時の状況(R1.10/2-5、Qp=109m³/s)

流入量のピークが109m³/sの小規模出水時の水温、濁度の観測結果図7に示す。ダム直下の水温は貯水池

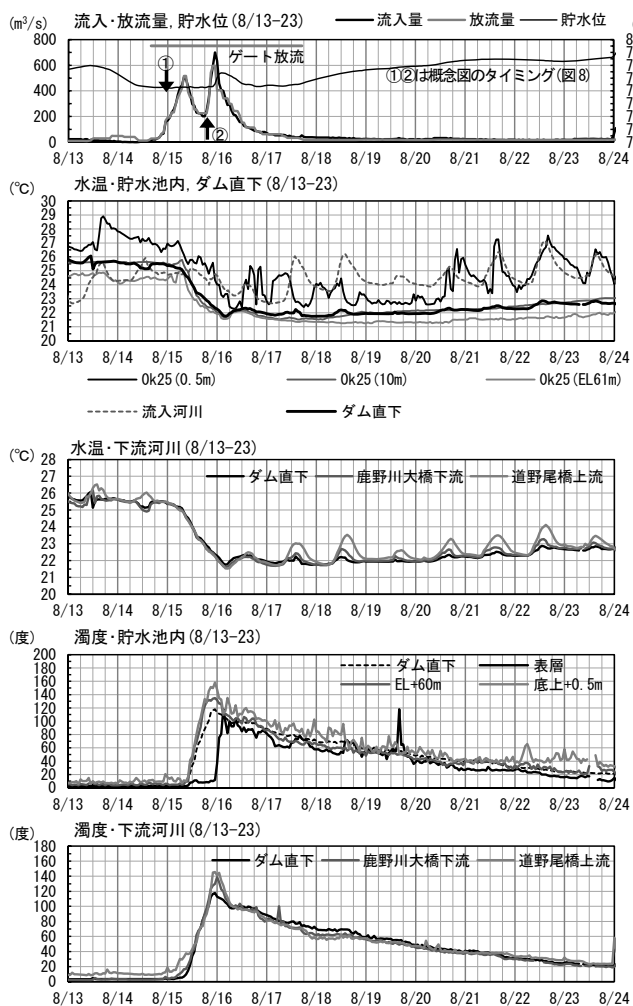


図6 連続観測結果(R1.8/13-20、中規模出水)

(0k250)の水深10mと同程度で推移しており、ゲート放流により約0.5℃低下する程度で変化は小さい。ダム下流の水温は、ゲート放流中は3地点の水温が概ね同じになり、それ以外はダム直下と鹿野川大橋下流は同程度だが、道野尾橋上流は夜間の低下や昼間の水温上昇のタイミングのずれなどがある。

貯水池の濁度は、3層とも明瞭な変化がなく、表層とEL+60mは約5度、底上0.5mは約10度で推移している。下流河川では、ダム直下が約5度、鹿野川大橋下流が約10度で推移している。トンネル洪水吐運用前に道野尾橋上流は10/3 0:00頃に濁度が56度まで上昇しているが、1日以内に概ね出水前と同程度まで低下している。

水温、濁度ともにトンネル洪水吐の運用による変化はほとんどないと考えられる。

4. 水質解析モデルによる検証

(1) 水質解析モデルの概要

ダム貯水池の水温や濁りは、トンネル運用とクレスト運用で異なるが現地観測ではこの違いを把握できない。そのため既存の貯水池水質解析モデル(表3)によりトン

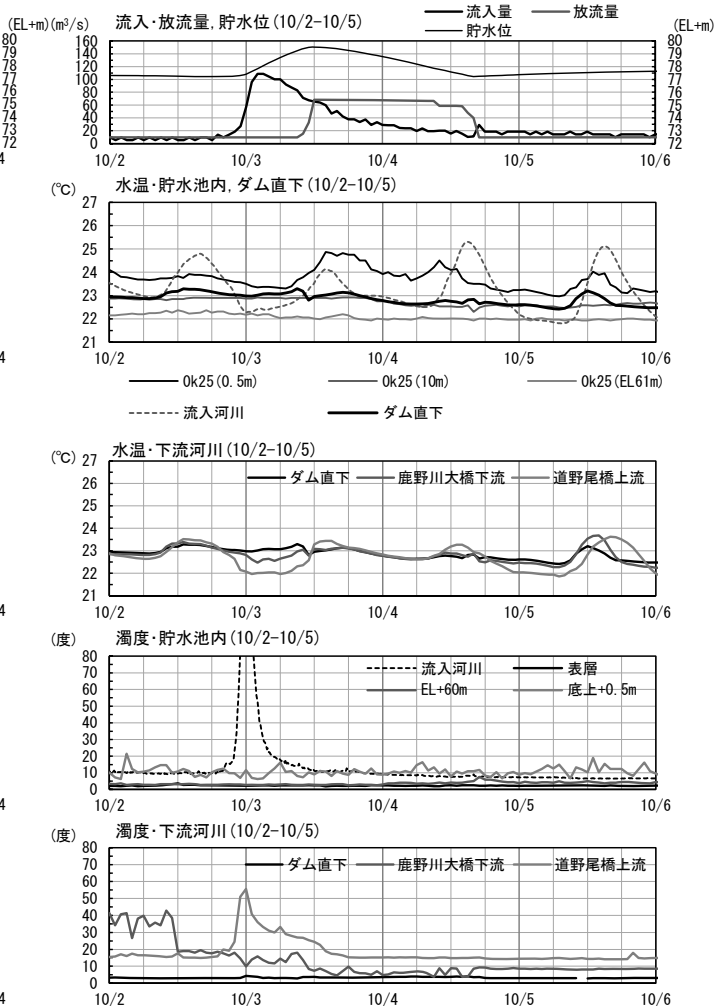


図7 連続観測結果(R1.10/2-5、小規模出水)

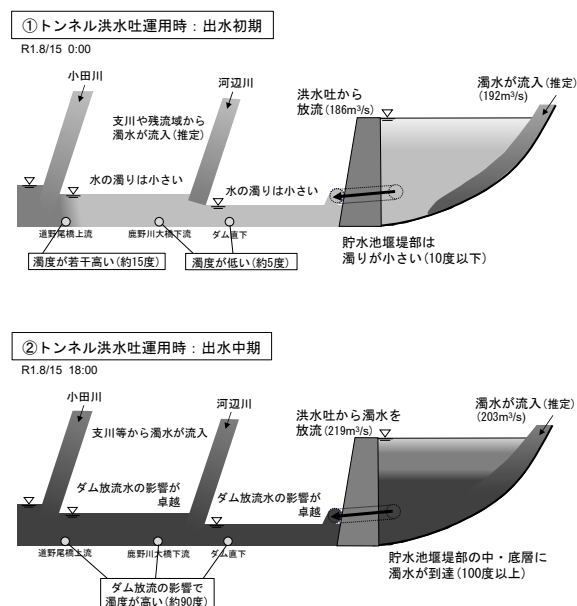


図8 貯水池、下流河川の濁水変化のイメージ

ネル運用時とクレスト放流時の水質解析を実施し、トンネル洪水吐運用の影響(効果)を検証した。

表3 鹿野川ダム貯水池水質解析モデルの概要

項目	設定等
対象期間	H26.6-10月,R1.8-11月(2期間)
水域分割	水平100m、鉛直0.5m(鉛直二次元モデル)
流入量 放流量	ダム管理日報に基づき時間単位で設定 流入は本川+3支川+発電用水を考慮 放流は洪水吐(トンネルorクレスト)+利水バルブ +発電取水(H26固定,R1選択取水)を考慮、
流入水温 流入水質	野村ダム放流水は観測値、残流域は気温・流量等 との関数で時間単位の変化を考慮

(2) 水質解析結果

1) 濁度鉛直分布の時系列変化(H26.6~10月)

7月中旬に387m³/s、8月上旬に476m³/sと726m³/sの2出水が発生したH26の解析結果を図9に示す。7月出水では、クレスト運用は表層付近の濁度が高いがトンネル運用は中層が高い。また、8月の出水後は、クレスト運用は水深方向に濁水が広がり表層付近で高濁度が長期化するが、トンネル運用は濁度の低減が早い。

2) 貯水池濁度の縦断分布(H26.8月)

H26.8月の流入量ピークの出水初期、出水中、2週間後、3週間後の貯水池濁度の縦断分布(計算値)を図10に示す。出水初期では、クレスト運用とトンネル運用の濁りの違いはほとんど見られない。しかし、出水中になるとクレスト運用に比べ、トンネル運用の方が中層の濁りが少ない。流入量ピークの2週間後、3週間後には、どちらも徐々に濁りが少なくなっているが、クレスト運用に比べてトンネル運用の方が、濁りの低減が早い。出水時に流入する高濁度水は、トンネル運用により貯水池中層付近に導かれるため、出水後の貯水池上中層の濁りの低減はクレスト運用と比較して早い。

懸念されていた底泥の巻き上げによる下流河川への影響は、今回データを取ってみる限りないと考える。

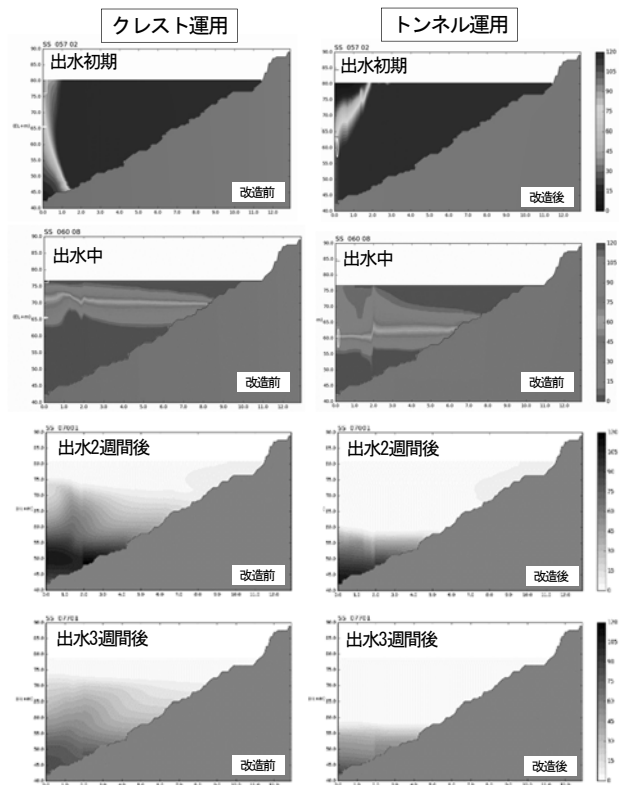


図10 濁度の縦断分布(H26.8月、計算値)

5. まとめ

- ・今年度実施したモニタリング結果によると、小規模出水では、貯水池が高濁度にならない上、トンネル洪水吐運用中に貯水池堰堤部(呑口部付近)まで、濁水が到達しないため、下流河川の水の濁りに対する影響は小さい。
- ・中規模出水では、出水の立ち上がりから6時間程度で貯水池下流部の中・下層で濁度が高くなり、トンネル洪水吐から濁水が放流される。下流河川では、河川流量に対するダム放流量の占める割合が高く、ダム放流水の影響が継続する。
- ・トンネル洪水吐運用の影響として懸念されていた、「濁水放流の顕在化」や「貯水池内の底泥の巻き上げ」はモニタリング結果からは確認されず、トンネル洪水吐運用の影響は小さかったといえる。
- ・水質解析モデルによる検証では、トンネル洪水吐の運用により出水時の流入水が貯水池の中・下層に流入し、表・中層の濁水長期化が軽減される結果となった。選択取水設備との併用により下流河川への濁水放流を軽減できる可能性がある。
- ・出水時の濁水特性は一樣ではなく、トンネル洪水吐による影響は完全に払しょくできた訳ではない。そのため、ダム貯水池及び下流河川における濁水のモニタリングを継続し、トンネル洪水吐運用の影響監視を当面継続すると共に、よりよい管理に努めていきたい。

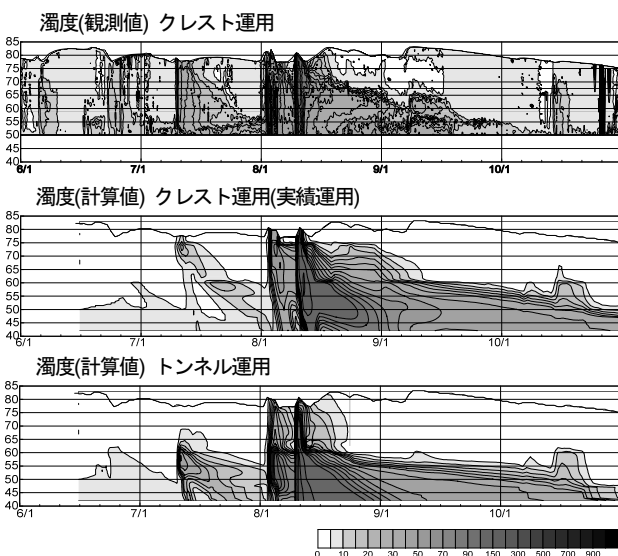


図9 濁度鉛直分布の時系列変化(H26.6-10月)