

小渋ダム土砂バイパストンネルゲートの不具合とその対応 ～土砂に埋まったゲートを救え～

岡本 明¹・北原 久人¹・福嶋 勇希¹

¹天竜川ダム統合管理事務所 管理課（〒399-3801 長野県上伊那郡中川村大草6884-19）

小渋ダムでは堆砂対策として、平成12年から堰堤改良事業に着手し平成28年9月に完成した土砂バイパストンネルの試験運用、モニタリング等を実施している。これまで大きなトラブルがなかったが、令和元年度10月に発生した台風19号に伴う出水においては土砂バイパストンネルの運用開始直後にトンネル呑口ゲートの開閉操作が動作不能となった。原因は堆砂した土砂がゲート可動部へ噛み込んだことによるものと思われる。これに対し、ゲートの構造対策と操作方法の見直しを行い再発防止のための対策の取り組みを紹介する。

キーワード：土砂バイパストンネル、トンネル呑口ゲート

1. 土砂バイパスの概要

小渋ダムでは、昭和57年、58年の豪雨で堆砂が進み、その後も流入土砂対策が課題となっている（平成30年度末時点で堆砂率H約96%（図-1））。そのため、①ダムへの流入土砂量を減らし貯水池堆砂の進行を抑制すること、②ダム下流へ土砂を供給しダム下流河道の環境を改善することを目的として平成12年に堰堤改良事業が事業化され、平成21年3月に土砂バイパストンネル工事を開始、平成28年9月に土砂バイパストンネルが完成した（図-2、表-1）。

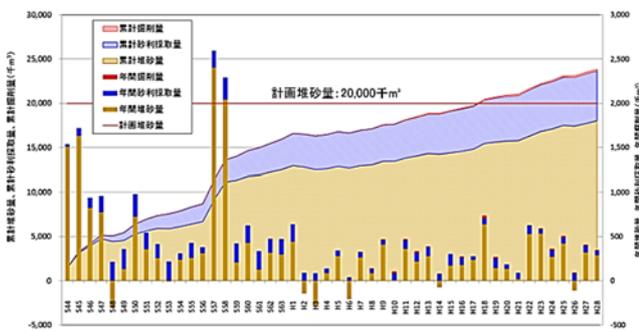


図-1 堆砂状況



図-2 土砂バイパストンネル位置図

年 月	事業工程
平成12年度	堰堤改良事業 事業化 堆砂対策委員会 設立
平成17年度	堆砂対策委員会 解散
平成18年 3月	第3貯砂堰 完成
平成20年 7月	天竜川水系河川整備基本方針策定
平成21年 3月	土砂バイパストンネル工事着手
平成21年 7月	天竜川水系河川整備計画策定
平成21年 8月	土砂バイパストンネル 掘削開始
平成24年 3月	土砂バイパストンネル 貫通
平成25年 9月	呑口躯体 完成
平成26年度	モニタリング委員会 設立
平成27年 3月	呑口ゲート 完成
平成27年10月	土砂バイパストンネル 完成
平成28年 8月	吐口関連施設 完成
平成28年 9月	呑口関連施設完成 土砂バイパス試験運用開始
令和 4年 4月	土砂バイパス本格運用開始(予定)

表-1 事業工程

土砂バイパストンネルを通過する土砂はシルト、砂、礫となっている（図-3）。

現在は土砂の流下状況や環境調査などのモニタリング、効率的な運用について検討を行っている。

また、外部有識者で構成されるモニタリング委員会にて、アドバイスをいただき、本運用に向けた検討を進めている。

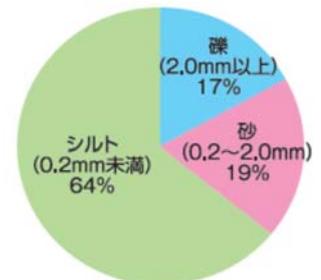


図-3 対象土砂

2. 令和元年度の土砂バイパスゲートの運用状況

令和元年度の運用は7月と10月の2回であった。7月出水(図-4)については、7月4日6:00から7月4日16:20の約10時間、最大放流量175m³/sでバイパス運用を実施した。洪水ピーク前の7月4日7:20よりフリーフロー操作を開始し、流入量が約60m³/sまで低減した時点でバイパスゲートを全閉した。この洪水では、ゲート操作上の問題は確認されなかった。

10月出水(図-5、7)については、10月12日19:10から主ゲートを2.6m開けた状態で、主ゲートの上流側に設置している副ゲート(図-6)の操作(図-8)をしたが、ゲート開操作の動作中に発生した不具合により動作停止した。予定していた運用は実施できなかった。このときゲート開操作時の流入量は小渋ダム地点で327m³/sであった。



図-4 呑口ゲート状況 (7/4 11:00)



図-5 呑口ゲート状況 (10/12 18:00)

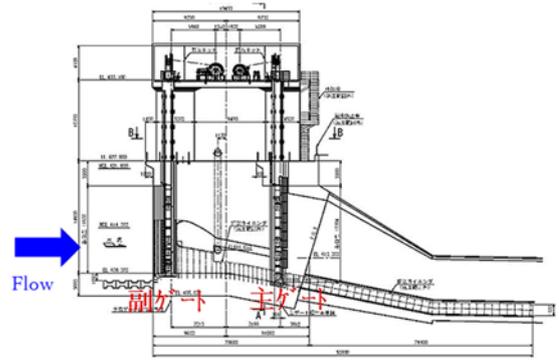


図-6 土砂バイパスゲート断面図

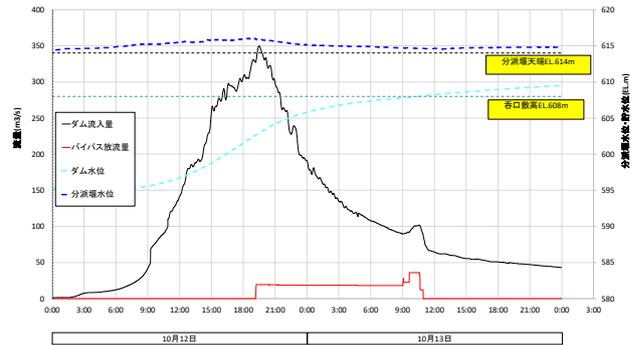


図-7 10/12流量・分派堰水位

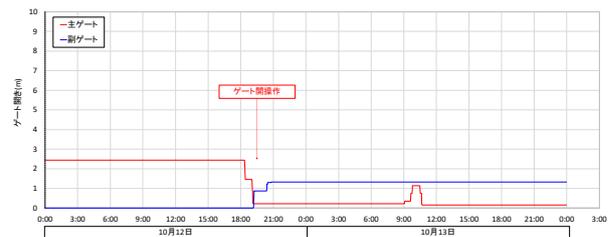


図-8 10/12主ゲート・副ゲート操作(1号)

3. 呑口副ゲート不具合の要因推察

令和元年度10月出水におけるバイパス運用後のゲート停止時の操作は、10/12 19:21に1号副ゲートを約1.4m、2号副ゲートを約0.9m開けた時点で上下に動作しなくなった。停止時の戸溝と扉体の間の隙間は、1号副ゲートは500mm、2号副ゲートは125mm(図-9)であったことが出水後の調査で確認した。

呑口副ゲート不具合の原因としては運用開始時、ゲート前面の堆積土砂の影響により土砂混じり放流水が拡散し、戸溝に衝突しローラ上部まで、吹き上がったと推定される。土砂噛みこみ状況(図-10)、ゲート戸溝の傷等から、ゲート不具合原因を推察。原因は、ゲート操作時に、戸溝へ入り込んだ土砂がローラ部分を埋めたこと及びその影響によりローラが動かなくなった事が原因と考えられる。

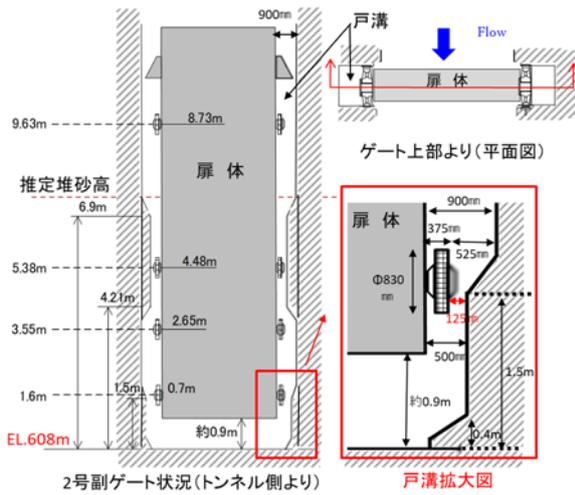


図-9 土砂バイパス副ゲート状況図

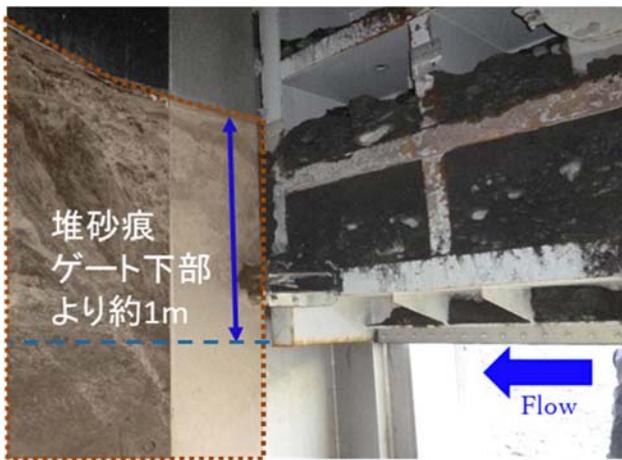


図-10 土砂バイパス副ゲート裏面堆砂状況

は、設計土砂高の7mとする。(図-12)

3.上流下部カバー：側部ゴム下端に角型ゴムを設け、ゴム座と戸当たりの隙間からの土砂の流入を軽減する。(図-13)

4.下部カバー：扉体側面下部に箱型のカバー（材質は鋼製材料SUS304、板厚は6mm）を扉体側部桁Webにボルト固定し、戸溝下からの土砂の流入を軽減する。(図-13)

以上の対策について、令和2年6月の出水期までに施工を完了した。

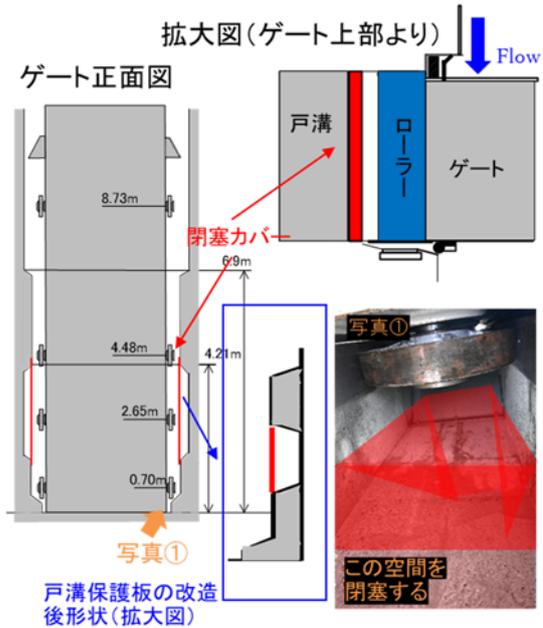


図-11 戸溝保護板による対策の概要

4. 再発防止対策の検討策

令和元年度10月出水における不具合事象の再発防止のために「構造対策」、「操作方法」の両方面から以下のような不具合再発防止対策の検討を行った

(1) ゲート構造による対策

ゲート扉体及び戸当り等の構造物に大きく分けて4つの対策を行った。1～3についてはゲートと戸当り部の隙間を極力少なくして土砂の侵入を防ぐ対策である。4についてはゲート側面に取り付けられている主ローラーへ直接、土砂混じり放流水が当たるのを軽減して可動部への堆砂を防ぐ対策である。

1.ゲート戸溝保護板戸溝を浅くし、巻き込み土砂量を少なくする。上部戸溝板と下部戸溝板の間をカバーで閉塞する。(図-11)

2.扉体側部桁下流フランジにp型ゴムを設け、扉体と戸当たりの隙間からの土砂の流入を軽減する。設置高さ

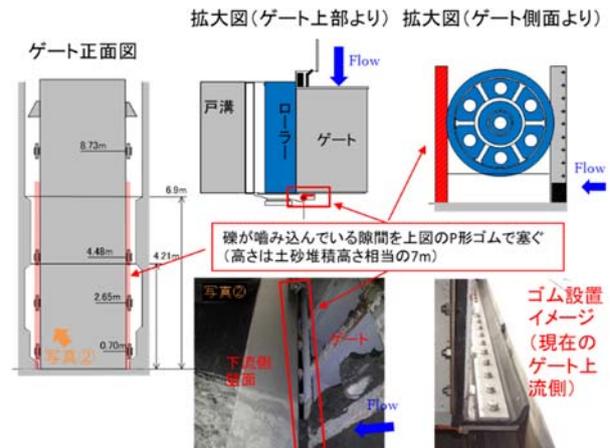


図-12 下流側部カバーによる対策の概要

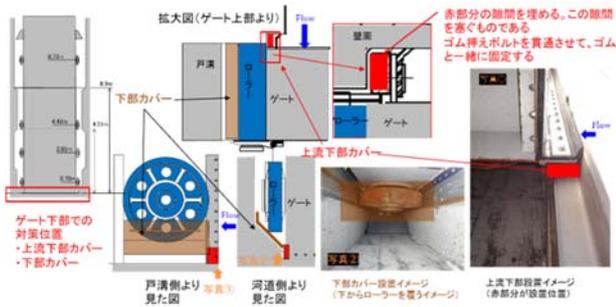


図-13 上流下部カバー、下部カバーによる対策の概要

(2) 操作方法による対策

これまでのゲート操作方法は、主ゲートを開けた状態から、副ゲートを操作し運用、または、副ゲートを開けた状態で、主ゲートによる運用を実施してきた。これまでの運用では問題なく実施できていたが、今回の事例を受け見直すことを検討した。

従来の操作方法是下流側に設置されている1号、2号主ゲートを開けた状態で、1号、2号副ゲートを同時に開操作し、運用開始するというもの。主ゲートは土圧がかかると動作しないため初めに主ゲート放流開始流量分（20m³/s）開ける。次に副ゲート全閉→初期放流時は開度2m程度で停止し、管路流が安定したら全開する方法である。

従来に対して対策した操作方法是、主ゲート全閉状態で、副ゲートを開操作するというものである。（図-14）1号、2号副ゲートを小開度で開けることで主ゲート、副ゲート間を充水させる。ゲート間の流況が安定したら、後主ゲートを開操作すれば、土砂の掃流力を低下させ、土砂の戸溝部への侵入（土砂の這い上がり）は抑制されると推定される。令和2年度は対策後の操作方法的により検証することとした。

対策後の初運用である令和2年度6月30日の洪水においては、出水前に前述の対策操作方法的を施して土砂バイパス主ゲート、副ゲート間を充水させてから出水を迎えた。この出水前準備である開操作時、洪水後の閉操作時共に一度も故障が発生することなく、ゲート操作上の問題は確認されなかった。このことから堆積土砂の土砂混じり放流水の吹き上がりに防止に大きな効果が確認できた。

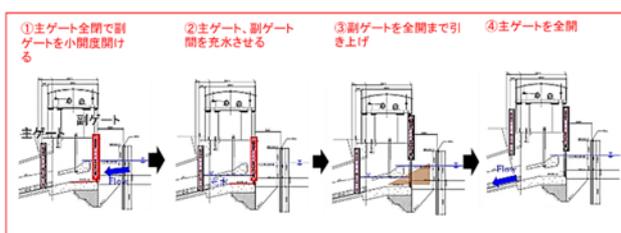


図-14 対策後の操作イメージ

5. まとめ

小渋ダムでは堆砂対策として、土砂バイパストネルの試験運用、モニタリング等を実施しているが、令和元年度10月出水時に操作したときに土砂の戸溝部への侵入（土砂の這い上がり）が原因でゲート操作が不能になった。この不具合を受け構造対策、操作方法の両方面から対策を行った。

構造対策ではゲート構造部の隙間へ砂礫の進入防止構造対策でカバーの追加、水密ゴムの追加を行うなどの対策を行った。操作方法の見直しでは、主副ゲート間を充水させることで土砂の掃流力を低下し、土砂の這い上がりが抑制されると推定。ソフト面（操作方法）とハード面（ゲート構造）の両面から見直しを行い土砂バイパスゲートの信頼性向上を図った。

6. 今後の対応について

土砂バイパス設備は、ダムへの流入土砂量を減らし貯水池堆砂の進行を抑制に対して大きな効果を果たしているが、全国的にも事例が少なく未知の部分が多い設備であるため、今後もモニタリングを続け信頼性が高くかつ、効果的な運用方法を検討していきたい。

謝辞：小渋ダム土砂バイパストネルモニタリング委員会の方々、建設技術研究所に関しましてはアドバイザーとしてご意見、ご協力して頂きました。その他にも様々な業務でご指導いただいております、この場を持って厚く御礼申し上げます

参考文献

- 1) 建設技術研究所：令和元年度 小渋ダム土砂バイパス運用検討業務 報告書