

長島ダムで発生した放流設備不具合への対応について

松田 隼門

長島ダム管理所 管理係 (〒428-0402 静岡県榛原郡川根本町犬間541-3)

長島ダムに設置されている水位維持管理用の放流設備に不具合が発生し、副ゲートが全閉状態のまま可動しない状態に陥った。本来、コンジットゲートによる放流の必要がない流入量であった場合でも、警戒態勢に入り、下流のパトロールやゲート操作、関係機関への放流通知等が必要になり、対応に苦慮する状態となった。本ゲートは、全国の他ダムでも設置されているゲート構造であるため、故障原因、調査結果、および対策の状況について先進事例として報告する。

キーワード 水位維持管理用放流設備 ゲート

1. はじめに

長島ダムは、洪水調節、流水の機能の維持、かんがい、水道用水、工業用水の供給を目的に平成14年より管理を開始した、一級河川大井川水系大井川の上流、静岡県榛原郡川根本町に位置する高さ109 m、長さ308 m、総貯水容量7,800万 m³の重力式コンクリートダムである。

ダムには、様々な放流設備があるが、水位維持管理用放流設備は利水放流から治水放流への円滑な切り替えに重要な役割を果たしている。



図-1 長島ダム正面写真

2019年9月の定期点検実施中に突如、水位維持管理用放流設備のゲートが動作しない状況に陥った。本来、低水放流設備と水位維持放流設備で80 m³/sまで放流可能であったが、低水放流設備のみでの対応となったため、80 m³/sに満たない流入でもコンジットゲートを使用しな

ければならなかった。また、コンジットゲートからの放流時には、警戒体制に入り、下流のパトロールや、ゲート操作、関係各所への放流通知等が必要となるため、長期間のローテーションに苦慮する状態となった。

水位維持管理用放流設備は長島ダムの運用に関して重要な設備なため、速やかに機能を回復させることが必要であり、以下3点の応急復旧作業を実施した。

- ・油圧操作の圧力上昇
- ・人力での打撃（木槌）
- ・シリンダー開閉力+ジャッキ

しかし、上記の方法では開動作に至らなかったため、非破壊での開動作は不可能と判断した。そのため、ゲートを撤去し、周辺設備を含めた原因調査、ゲート自体の取替を計画し、次期出水期までの機能回復を目指すこととした。



図-2 応急対応状況

2. 原因調査

2020年2月にジャッキを追加設置した状態で、開作業を再度実施した。油圧ポンプ（元圧力 145 kgf/cm²）と、4カ所に50 tジャーナルジャッキを用いて開操作を実施し

たが、扉体は動かなかったため、油圧ポンプの圧力を170 kgf/cm²に上昇させ、開操作を行ったところ、扉体を動かすことに成功した。このとき、異音・振動は特に見られなかった。開操作が可能な状況になった要因として、抜水後で長期間放置され、異物等が乾燥収縮し、くさび力が弱まったこと、気温の変化により扉体が極微量の膨張収縮を繰り返し、密着水密面及びくさび面が動いたことが推測される。

フレームのくさび面、水密面の調査を行い、全閉後の水密部の隙間確認を実施した。また、引き抜いたゲートの戸当り部の精密な計測（下記①～②）を実施し、設計時からの変動や異変がないか確認した。

- ① 戸溝間隔と扉体厚み
- ② フレームおよび扉体のねじれ

3. 調査結果

(1) 副ゲートフレーム

フレーム側くさび面および水密面の表面傷を目視により確認を行ったが、表面傷は無かった。（図-3(a) (b)）しかし、全体的には摺動面に細かな塵芥が混じった油膜及び緑青片の張付きが見られた。（図-3(c) (d)）下部水密面の状況は、右岸敷部の水密ゴムの陥没が有り、陥没により止水性が損なわれていた。（図-3(e)）

水密面4方全線にわたりすきま有無確認をすきまゲージで確認したが、ゲージ貫通は見られなかった。（図-3(f)）



図-3 副ゲートフレーム状況

(2) 副ゲート扉体

左岸、右岸のくさび面および水密面を目視による確認を実施した結果、傷等は確認できなかった（図-4(a) (b)）が、上部水密面において、全面にわたり錆・傷が確認された。（図-4(c)）

側部の摺動面（くさび面および水密面）においては、油脂の固着が確認され（図-4(d) (e)）、扉体下部水密ゴムについても、一部に傷がみられた。（図-4(f)）

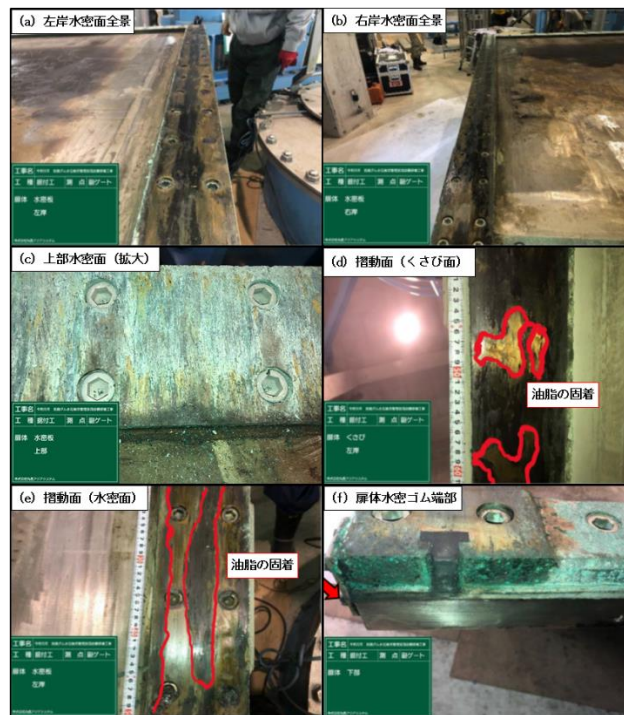


図-4 副ゲート扉体状況

(3) 計測結果

戸当たり部の計測の結果を下記に示す。

表-1 戸溝間隔と扉体厚み

		下部	下部より1100	上部
右岸	扉体摺動面間隔(A)	113.124	117.305	121.676
	戸溝摺動面間隔(B)	113.062	117.150	121.423
	(B)-(A)=(C)	-0.062	-0.155	-0.253
左岸	扉体摺動面間隔(A)	113.115	117.259	121.592
	戸溝摺動面間隔(B)	112.976	117.092	121.396
	(B)-(A)=(C)	-0.139	-0.167	-0.196

表-2 フレームおよび扉体のねじれ

	フレーム		扉体	
	左岸上	右岸上	左岸上	右岸上
	0.357	0.857	-0.233	0.000
水密板	左岸下	右岸下	左岸下	右岸下
	0.002	0.001	0.000	0.000

表-1より本来、戸溝摺動面間隔より扉体摺動面間隔が狭くならなければならないが、最大で0.253 mm右岸側の扉体間隔が広いことがわかった。このことから、くさびによりきつく押し付けられていたと考察される。

表-2から、フレームの水密面は、全体的に下流側に傾斜しており、右岸側は左岸に比べ0.5 mm下流側にねじられていることがわかった。また、扉体側も左岸側が0.233 mmねじれていた。このことから、フレームと扉体でねじれが生じており、全閉時は、摺動面のあたりがきつくなったと考えられる。

4. 原因の推定

以上の調査結果から、ゲートの動作ができなくなった原因として、下記の要因が推定される。

(1) 塗布グリスに細かい流下物が付着し厚みの増加

水密面およびくさび面に塗布されているグリスに、河川水に含まれる細かい流下物（シルトやケイ砂等）が付着し、扉体側部および戸溝部でくさび力により過度に圧着された。

(2) 摩擦抵抗の偏在による、くさび力の偏圧

扉体全閉操作時に水密面に酸化腐食した緑青が噛みこみ、右岸側の摩擦抵抗が増え、扉体が傾いた状態で押し込まれたことで、片側のくさび力が増大した。

(3) ねじれ・変形による、くさび力の異常

扉体とフレーム間には、すきまがあり、扉体は問題なく閉操作が可能であるが、全閉付近ではすきまが小さくなるため、摺動面の異物が徐々に圧縮されすきまをなくしてしまうこととなる。また、スティックスリップの跡も見られ、全閉付近においてはかなり摺動抵抗が増大しながらも全閉に至ったものと推測される。くさび力が増大した状態で水密面およびくさび面が密着している状況となっており、静止状態から動作させるためには大きな力が必要となった。

5. 対策

確実な開操作を可能とするために、経年変化によるくさびの噛みこみをなくし、さらに扉体と戸溝部との摺動抵抗の過度な増大をなくすため下記の対策を行った。

(1) 水密面をオイルレスメタルへの変更

水密面には従来より焼き付きや摩擦軽減対策として、点検毎に清掃および新しい油脂の塗布を行っていたが、塗布後の通水や放流で、油脂に異物を巻き込む可能性があった。また、フレーム側の水密面は管内放水時に目視、清掃、給脂作業が実施できたが、扉体はボンネット内に収納されるため直接水密面の目視、清掃、給脂作業が行えず、これにより経年劣化した油脂類に付着した異物の除去もできず摩擦係数が増大する恐れがあった。

対策として、継続的に一定の油脂を摺動面に供給でき、摩擦係数の変化が少ないオイルレスメタルを採用した。

(図-5(a)) 金属間の摩擦係数は、十分な潤滑がなされている場合、0.2～0.4程度であり、オイルレスメタルを採用した場合、0.2程度となる。

(2) くさび板の全面当りを上下当りに変更

くさび板の噛みこみによる摩擦力の増大を避ける必要がある。従来くさび面は全面を圧着させていたが、上下100 mmを圧着面とし、中間においては全閉時にも隙間を確保することにより、圧着面への異物混入が軽減できるとともに、摺動する面積が小さくなるため、経年劣化した流下物を含む油脂類の付着が軽減される。(図-5(b))

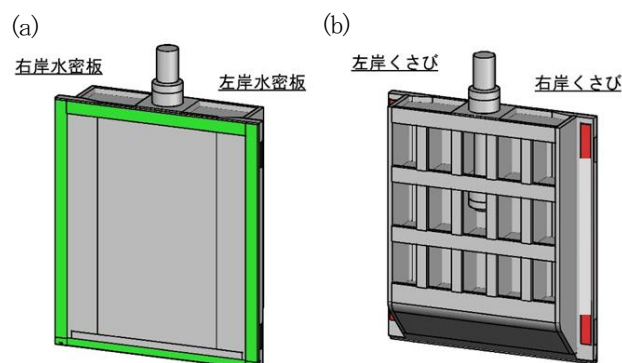


図-5 扉体模式図

6. おわりに

本副ゲートの扉体側水密面及びくさび面は点検時に目視確認することができない構造となっており、経年変化による摺動面への異物蓄積は否めないため、10年程度ごとの分解確認が推奨される。全国には、長島ダム同様のゲートを設置しているダムがあると思われ、今回の事例を参考にいただければ幸いです。