

菌原ダムクレストゲート漏水調査及び補修方法の検討

小野寺 孝文

利根川ダム統合管理事務所 管理課 (〒371-0846 群馬県前橋市元総社町 593-1)

近年、気候変動により多発する豪雨等の自然災害を受け、治水及び利水を調節するダム設備に対する流域住民の関心の高まりが見受けられる。

また、竣工から半世紀以上経過しているダムも増加し、洪水等の被害を防止するためにダム管理設備の適切な維持管理と老朽化した部品の交換更新が急務となっている。

本稿は、菌原ダムの非常用放流設備（以下クレストゲート）で発生している漏水状況と調査結果、および今後の対応方針をまとめたものである。

キーワード クレストゲート、扉体、戸当り、水密ゴム、トータルステーション

1. 菌原ダムの概要

菌原ダムは、利根川支川の片品川に位置する重力式コンクリートダムである。1967年2月に竣工した多目的ダムであり、治水面、利水面等で重要

な役割を担っている。菌原ダムには主放流設備、非常用放流設備及び利水放流設備の3つの放流設備を有している。菌原ダムの位置図を図-1.1、放流設備を図-1.2に示す。



図-1.1 菌原ダム 位置図



図-1.2 菌原ダム 放流設備

本調査で扱うクレストゲートの諸元を以下に述べる。

(1)放流設備

- ・非常用放流設備（クレストゲート）
 - ゲート方式 : ラジアルゲート
 - 門数 : 4門
 - 口径 : 7.5 m × 8.06 m
 - 水密方式 : 前面三方ゴム水密
 - 開閉方式 : ワイヤロープウインチ式
 - 最大放流量 : 522 m³/s
 - 完成年度 : 1965年（竣工から54年）

なお左岸側から1号, 2号, 3号, 4号クレストゲートと呼称する。

(2)水密方式

水門・樋門ゲート設計要領(案)¹⁾において、水密ゴムは扉体のたわみに対して、追従性に優れていなければならないと記載されており、本クレストゲートは前面三方ゴム水密方式として、L形ゴムを採用している。

水密ゴムはラジアルゲートの扉体側面全体を覆っており、水圧によりゴムは自然に圧着する特徴がある。

また、本クレストゲートにおいては扉体と戸当りの隙間の幅は片側10mm（両側合わせて約20mm）で設計されている。

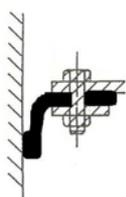


図-1.3 L形水密ゴムの形状

2. クレストゲート漏水調査の背景

菌原ダムのカレストゲートは漏水が発生し、その原因として経年劣化やクレストゲートの扉体及び戸当り部の設置に歪みがある事が予想された。

しかしながら、漏水の頻度は断続的であり漏水量は染み出て戸当り部を濡らす程度であること、クレストゲートを稼働させての実放流は点検放流時の年1回程度であること、夏季制限水位期間(7

月～9月)はクレストゲートの水位(EL.558.0)に達しないことなどから経過観察を続けていた。

しかし2017年11月頃に4号クレストゲート右岸側にて漏水量が増大し、水位の高低に関わらず常態的に漏水するようになった。(写真-2)

漏水状況が悪化したため水密ゴムの交換補修の検討を行ったが、前回の交換と同様の交換補修ではわずか数年で再度漏水を発生させる可能性が高いと判断し、より効果的な補修方法の模索のため、現在のクレストゲートの扉体及び戸当りの形状を調査することとした。

なお、記録から1号クレストゲートではEL.563.0以上で左岸側に漏水が見られ、2号クレストゲートではEL.562.5以上で左右岸から漏水する事がわかった。3号クレストゲートでは漏水は発生していない。



写真-2 4号クレストゲート右岸側漏水状況

3. 調査方法の概要

本調査は通常の測量とは異なり、既設構造物上で計測する関係で計測スペースが限られていた。

当該クレストゲートの扉体は形状が円弧状であり、かつ高所に設置されているため、その変状調査を行うためには通常大がかりな仮設と作業日数が必要となる。

かつ、クレストゲートは非出水期(10月～6月)においても洪水時には開けられる状態を維持する必要があるため、今回の調査には短期間かつ簡易な仮設で行う必要があった。

このため、新たな計測手法としてトータルステーションの活用することとした。

<計測対象>

漏水の原因となる状況を比較検討するために、漏水の有無に関わらずクレストゲート4門全て、

左右岸で扉体と戸当りの傾き具合を計測した。

表-3 調査概要表

	計測項目	方法	備考
扉体	スキンプレート 両端の鉛直度	扉体下流側のトラニオン近 傍に設置したトータルステ ーションで計測	図-3.1、図-3.2 参照
	スキンプレート 水平長さ（幅）	同上	計測ポイントは底部水密ゴ ム押さえの両端部とする
戸当り	側部戸当り 平面度（鉛直度）	扉体上流側に設置したトー タルステーションで計測	戸当りに当てた直定規の目 盛りを計測 図-3.3、図-3.4参照
	側部戸当り 左右岸の間隔（径間）	同上	計測ポイント0付近
	底部戸当り 左右岸のレベル差	同上	左右岸の端部のみ（2点）

注) ナべて扉体は全閉で計測

＜扉体の計測＞

扉体トラニオン軸近傍の点検歩廊上にトータルステーションを設置し、扉体スキンプレートの端部を直接計測（図-3.1）。計測ポイントは扉体の水平桁フランジの上端位置を目安とし（写真 3.1、図 3.2）、ゲート上端を除く横桁部 18 点（図-3.2）について、漏水が明確に確認されている箇所には計測ポイント（中間点）を適宜増やすものとした。

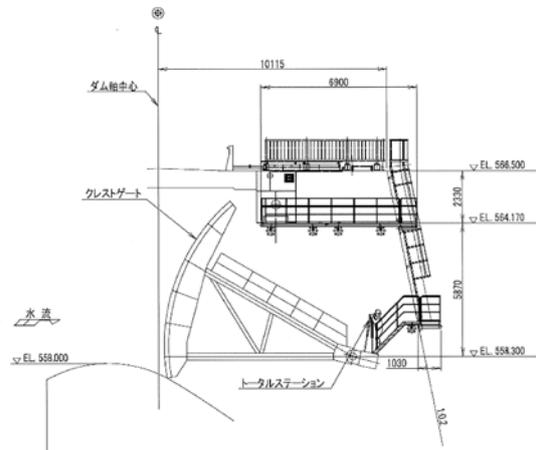


図-3.1 扉体（端部鉛直度）の計測要領略図

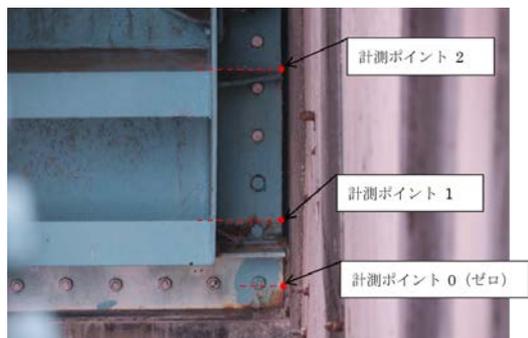


写真-3.1 扉体の計測ポイント



写真-3.2 扉体の計測状況
（計測ポイント 0）

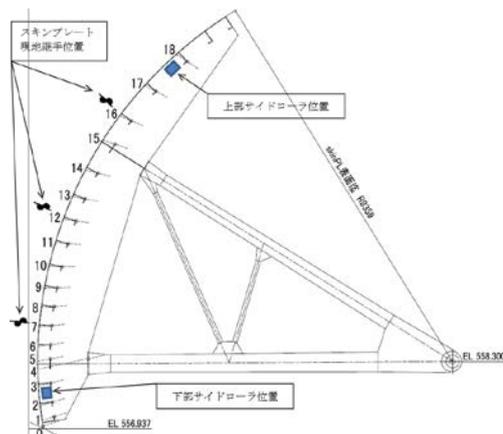


図-3.2 計測ポイント位置図



写真-3.2 扉体の計測状況

＜戸当りの計測＞

ア. 足場設置

上流側に足場を組み、扉体全閉の状態側部戸当り近傍に計測用の足場を設置した。ゲート操作に支障を与えないために、この足場は扉体に接触しないように設置した（図-3.3、写真-3.3）。

イ. 側部戸当りの平面度（鉛直度）計測

扉体全閉の状態、側部戸当りの計測ポイントに直定規を垂直にあて、その目盛りをトータルステーションで読み込む（写真-3.5）。

ウ. 側部戸当り左右岸の間隔（径間）の計測

左右岸の側部戸当りの間隔（径間）を、トータルステーションで直接計測した。

エ. 底部戸当り左右岸レベル差の計測

底部戸当りの左右岸（端部の各1点ずつ）のレベル差（傾斜）を、トータルステーションで直接計測した。

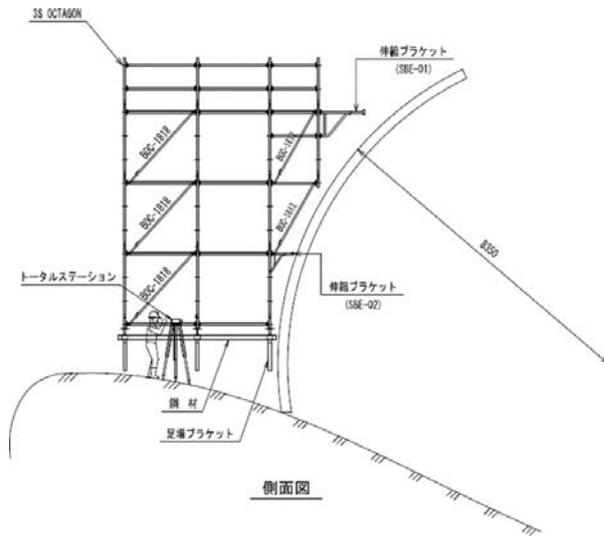


図-3.3 戸当り計測時の足場要領略図

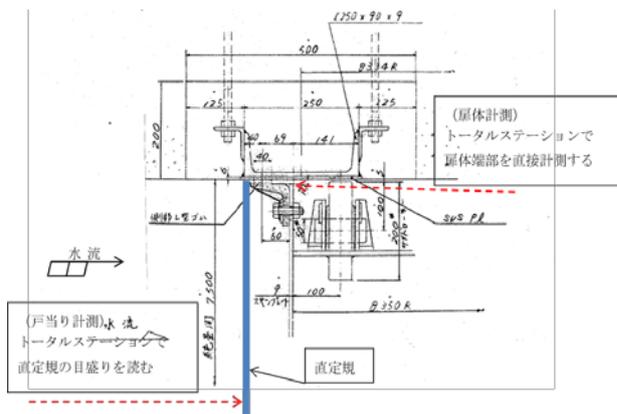


図-3.4 扉体と戸当りの計測要領 (側部戸当り関係図)



写真-3.3 戸当り計測用仮設足場



写真-3.4 戸当りの計測状況



写真-3.5 戸当りに直定規

4. 調査結果について

扉体と戸当りそれぞれの計測結果を、ゲート毎に折れ線グラフ（縦軸：鉛直距離、横軸：水平距離）に表した（図-4.1～図-4.4）。

- ① 下流からみた状態を表すものとし、グラフの右に左岸、左に右岸のグラフとした。
- ② 赤線が扉体の計測値、青線が戸当りの計測値を表した。
- ③ 左右岸の扉体のグラフ横軸の単位はm（一目盛り 200mm）とし、扉体と戸当りの離間については一目盛りを 2mm として表した。

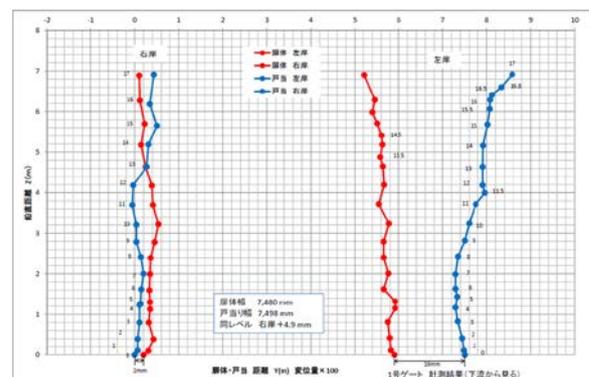


図-4.1 1号クレストゲート扉体、戸当り計測結果

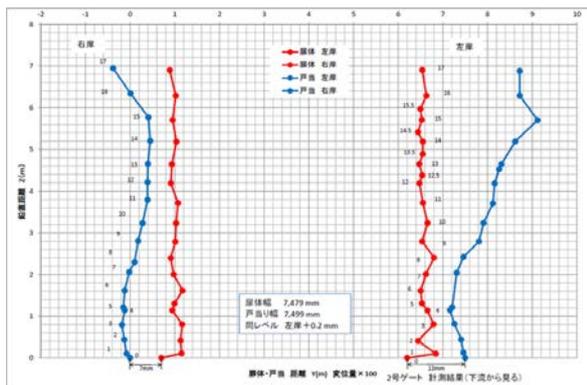


図-4.2 2号クレストゲート扉体, 戸当り計測結果

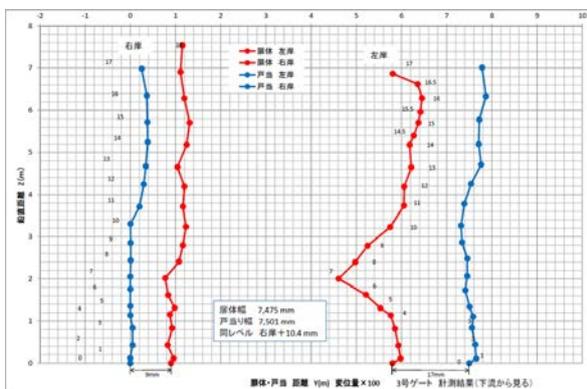


図-4.3 3号クレストゲート扉体, 戸当り計測結果

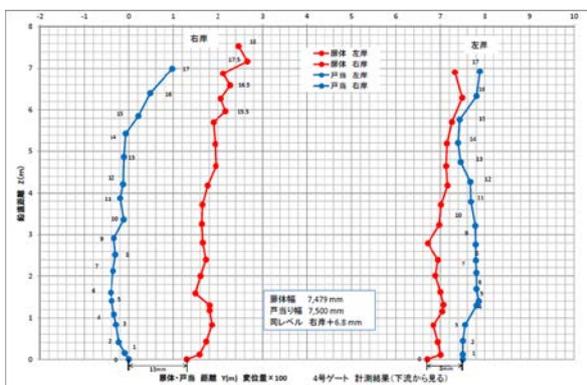


図-4.4 4号クレストゲート扉体, 戸当り計測結果

以上より、本調査においての結果と考察について以下に記載する。

(1) 1号ゲート

扉体は右岸側に傾いて設置され、左岸側戸当りにおいて計測ポイント 17 付近では 30mm 程度開く部分が存在している。(写真-4.1)

一方右岸側戸当りはおおよそ鉛直に設置されている。

以上より、右岸側は扉体もたれかかるように接触しているため漏水せず、左岸側扉体・戸当りの幅の広がりにはゲート上部に位置するため、実際に満水位 (EL.563.0 以上) 時に漏水が発生することに合致する。

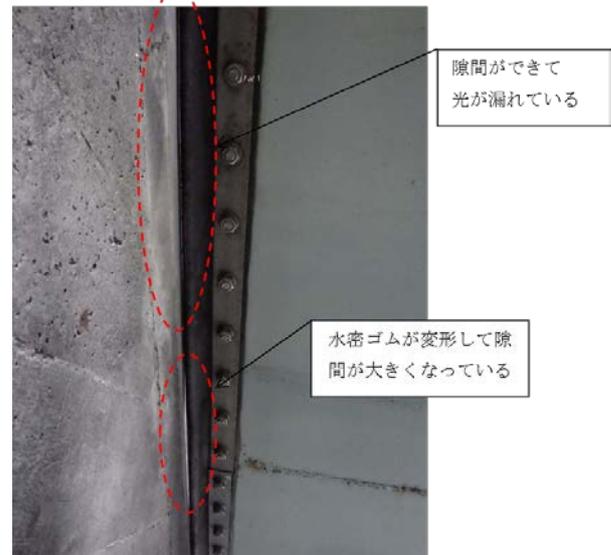


写真-4.1 1号ゲート左岸側

(計測ポイント 16 付近)

(2) 2号ゲート

扉体は鉛直に設置されているが、左岸側戸当りは傾いた形状で、幅 26mm 以上開く部分が存在している。(写真-4.2)

右岸側戸当りはおおよそ鉛直に設置、かつ最上部近傍で開きがある。

以上より、左右岸側では扉体・戸当りの幅の広がりにはゲート上部に位置するため、実際に高水位 (EL.562.5 以上) 時に漏水発生しすることに合致する。

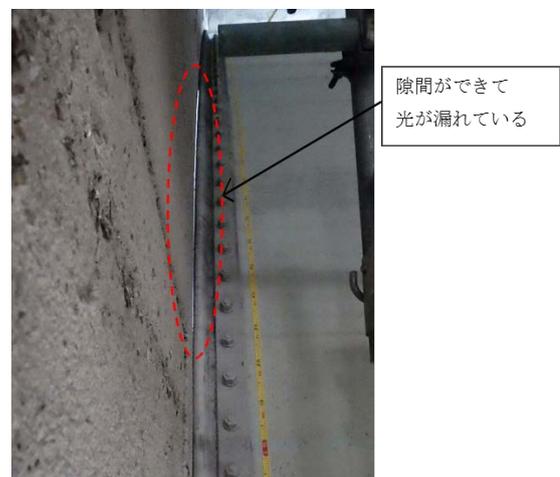


写真-4.2 2号ゲート左岸側

(3) 3号ゲート

扉体と戸当りは共におよそ水平鉛直に設置され、左岸の幅はおよそ 17mm 以上で設計図面の幅 10mm を超えていた。

しかし、実際には 3 号クレストゲートでは漏水が発生していないことから、扉体及び戸当りが鉛直に保たれ、水密ゴムがねじれず圧着し漏水しないためと考えられる。

以上より、扉体と戸当りが共に鉛直に設置されていれば水密は確保可能であると考えられる。

なお、扉体の左岸側 計測ポイント 7 を中心とした異常な変形（凹み）が記録されているが、下流から確認した結果、戸当り下流のコンクリートが径間中央側に突出しており、計測ポイントがスキンプレート端部を捕らえられなかった異常値と判断した。

(4) 4号ゲート

扉体が左岸側に偏り、左岸側戸当りに傾き設置されており、一方右岸側は扉体に平行で幅 21mm 以上の部分が存在していた。

また、実機の右岸側を確認すると、側部水密ゴムと戸当りの広範囲に隙間が生じていることが確認できた。（写真-4.3～写真-4.5）

以上から扉体戸当り共に傾いて設置され水密を確保できず、クレストゲートに水位が達すると漏水が発生し、かつ傾く構造により中腹部にくぼみが発生し漏水量が増大したものと合致する。

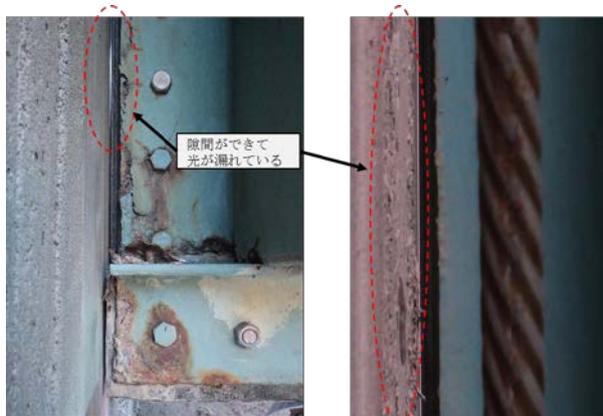


図-4.3 4号ゲート右岸
(計測ポイント 0～1 付近)

図-4.3 4号ゲート右岸
(計測ポイント 10 付近)



写真-4.5 4号ゲート右岸側 上部
(計測ポイント 18 付近)

5. まとめ

実際の漏水状況と、現地計測等の結果には、相関性があり、扉体と戸当りの間隔が大きく離れている箇所からの漏水が認められた。

しかし、一般的には、今回計測された程度の幅に対しては水密ゴムで追随可能であり、この間隔が大きい事のみがすべての原因とは特定できなかったところである。

漏水対策としては、扉体または戸当りの加工、水密ゴムを戸当りに押し当てるためのバネや鋼板の取り付け、水密ゴムの材質の見直しなどが考えられるが、今後施工にかかる費用や施工の困難性等を考慮し、さらなる漏水対策についての検討を進めたうえで、実際の対応をしていきたいと考えている。

併せてクレストゲート等の設備の変状調査がトータルステーションの活用により簡易的に可能であることがわかったため、今後も積極的に活用し所管するダム施設の維持管理に努める所存である。

参考文献

- 1) 水門・樋門ゲート設計要領(案): 社団法人 ダム・堰施設技術協会 (2008年)