

# 豊平峡ダムにおける 非常用放流設備の氷柱対策について

札幌開発建設部 豊平川ダム統合管理事務所 豊平峡ダム管理支所 ○後藤 雅一  
札幌開発建設部 施設整備課 千田 淳  
(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 研究調整監付 板橋 伸明

豊平峡ダムでは過年度から冬期間において、非常用放流設備の下流面に巨大な氷柱が発生し、その氷柱の落下により下部に位置する常用放流設備を損傷させるおそれがあった。今回、氷柱発生の原因として、非常用放流設備であるクレストゲートの扉体水密ゴム及び凍結防止装置に不具合が確認されたことから、これらの対策を行い改善されたので報告するものである。

キーワード：ダム用水門設備、水密ゴム、凍結防止、氷柱

## 1. はじめに

豊平峡ダムの非常用放流設備では過年度から冬期間において、クレストゲート下流面端部に氷柱が発生し、管理に支障を来していたが、特にここ数年は氷柱の規模が増大傾向にあり、周辺設備に影響を及ぼす状況となっていたため、対策が急がれていたところである。

また近年、非常用放流設備より下部に位置する常用放流設備であるバルブ室において、冬期放流対策として凍結防止工事を行う予定であったことから、施工時の安全を確保するため、本格的な対策を行った。

## 2. 氷柱による被害

発生した氷柱は最大のもので直径約1.1m、長さ約12m、推定質量5tにまで成長した(図-1)。



図-1 クレストゲート下流面端部の氷柱発生状況

この巨大な氷柱による被害は次のものがあつた。

### (1) 落下による危険性

巨大化した氷柱が落下することにより、バルブ室及び内部機器を損傷させるおそれがあった。またいつ落下するかわからないため、工事や日常点検のために氷柱の下部には近寄れず、維持管理に支障があつた(図-2)。



図-2 氷柱落下のイメージ

### (2) 氷柱から発生する水の影響

気温が上がる日中には、氷柱よりしたたり落ちた水がバルブ室上部に付着して更なる氷柱を発生させており、シャッターを損傷、凍結させることで開閉を困難にしていた(図-3)。また、積もった氷がバルブ室上部にある操作室の窓を押しつけることで室内に水が浸入し、通路やドアの凍結、さらに湿気により操作機器の絶縁抵抗が低下するなどの悪影響があつた(図-4)。



図-3 バルブ室上部の氷柱発生状況



図-4 バルブ室内通路の凍結状況

### 3. 氷柱発生の原因

氷柱発生の原因として調査を行った結果、以下の2点  
が確認された。

#### (1) 扉体からの漏水

クレストゲート扉体水密部より漏水が確認された。こ  
の漏水が氷柱を大きく成長させていた（図-5）。



図-5 クレストゲートからの漏水状況

#### (2) 凍結防止装置（鋼管発熱式ヒーター）の故障

クレストゲートの氷柱においては過年度より問題視さ  
れており、対策としてH18年度にはゲート下流面端部に  
凍結防止装置が設置された。今回、この機能が不十分で  
ある可能性があったため内部を詳細に確認したところ、  
氷柱が特に大きく成長していた1号・2号ゲート部にお  
いて配線が焼損し、発熱機能が失われていることが判明  
した（図-6）。このことにより扉体からの漏水やゲート  
下流面端部の積雪が解けずに氷結を繰り返していた。



図-6 焼損した配線の状況

### 4. 漏水の原因

漏水の原因として更なる調査を行ったところ、以下の  
不具合が主な原因とされた。

#### (1) 水密ゴムの劣化

水密ゴムの一部に亀裂や擦れなどの劣化が確認された  
（図-7）。水密ゴムの劣化は、水門設備における漏水の  
原因として広く認知されていることであり、今回の原因  
についても同様であると推察された。



図-7 水密ゴムの劣化状況

## (2) 水密ゴムの当たり不良

特に扉体下部側の水密部が戸当りから外れかけており、隙間が生じていた。またL形部分が大きく曲げられることで、本来とは別の部分が戸当りと接触し、水密を保っている状態であった（図-8）。

これは扉体が戸当り側へ必要以上に押しつけられている状態と見られるが、アーチ式コンクリートダム構造上、他のダム形式に比べて堤体が薄い構造であるため、ゲート周りにおいて季節や水位による変位が大きく、経年的に扉体の位置関係に歪みが生じたのではないかと推察される。

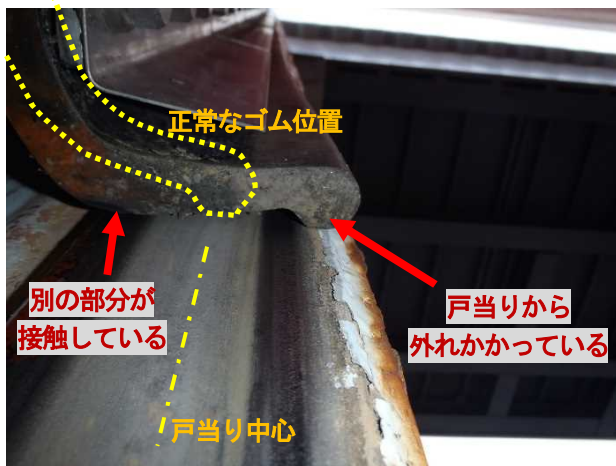


図-8 水密ゴムの当たり不良状況

また、前述の劣化についても、ゲートの動作時にゴムが擦れる音が確認されていたことから、無理な力がかかることで、ゴムの劣化を早めていったものと考えられる。

## 5. 対策の実施

水密ゴムの不具合による止水機能低下並びに凍結防止装置の故障に対し、以下の対策を実施した。

### (1) 扉体水密ゴムの交換

水密ゴムの変形と水密部の当たり不良、それによる劣化が漏水の原因であったことから、水密ゴムの交換を行うこととした。

当たり不良の対策として、交換する水密ゴムの形状は現状位置に合わせたものとし、戸当りと適切に密着する形状へ見直した。

また、ゲート動作時の変位により多大な負荷がかかった場合においてもゴムの変形を抑え、擦れによる劣化を防止することを目的として、摺動部に超高分子量ポリエチレンを被覆した低摩擦ゴムを採用した。（図-9）（図-10）（図-11）。

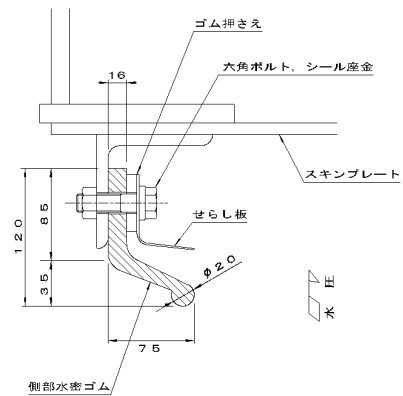


図-9 旧ゴム形状

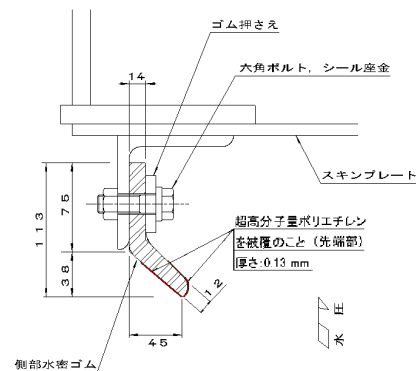


図-10 新ゴム形状



図-11 水密ゴム位置状況（交換後）

### (2) 凍結防止装置の復旧

凍結防止装置の故障原因である配線の焼損箇所は1号ゲート部から2号ゲート部に渡る配線の接合部であったことから、対策として接合部を作らず、全て一本の配線として交換することで焼損の可能性を低減させた。

## 6. 対策の結果

水密ゴムの交換により漏水が無くなり、氷柱の成長源を元から絶てたこと、また凍結防止装置が正常に移働することで、ゲート下流面端部が氷結されなくなったことから、結果として対策前のような巨大な氷柱の発生は見られなくなった。なお、今回施工の1号ゲート部と未施工の5号ゲート部を比較として示す(図-12)(図-13)。

さらに、クレストゲートからバルブ室上部への水の供給が無くなったことで、シャッター部における氷柱の発生も無くなった(図-14)。

また、低摩擦ゴムの効果や水密ゴム形状の見直しで取付位置が補正されたことで、ゲート動作時のゴムの擦れ音は収まった。

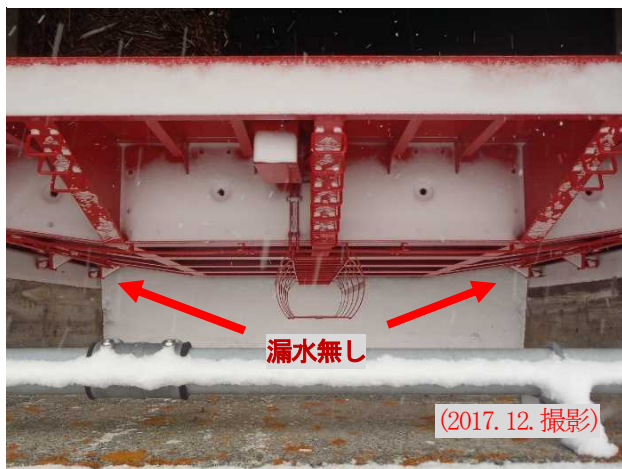


図-12 漏水状況(1号ゲート部{施工済})

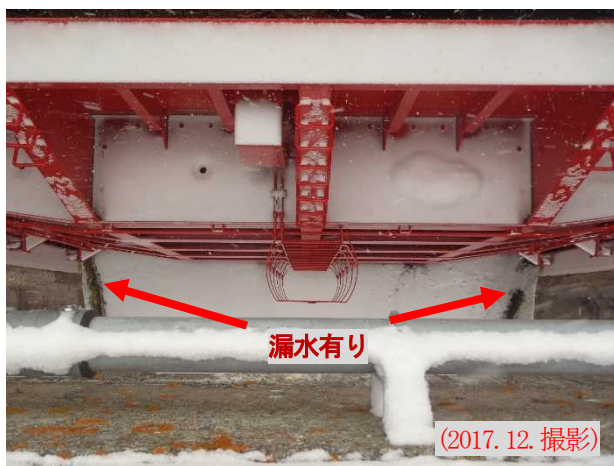


図-13 漏水状況(5号ゲート部{未施工})



図-14 バルブ室上部の改善状況

## 7. まとめ

今回の対策によって氷柱の発生を抑えることが確認できた。この結果を踏まえて、1号・2号ゲートより程度は小さいものの、残る3号・4号・5号ゲートについても同様の事象が発生していたことから、昨年度に引き続いて水密ゴムの交換を実施したところである(図-15)。



図-15 クレストゲート下流面端部の改善状況

現在まで結果は良好で、大きな氷柱は発生していないが、今後も漏水と氷柱発生の状況を注視していきたい。