

# 一庫ダム非常用洪水吐ゲート設備ワイヤロープ バランス改善

○井上 剛識<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人水資源機構 一庫ダム管理所 (〒666-0153 兵庫県川西市一庫字唐松 4-1)

一庫ダムでは、計画規模以上の洪水に対する洪水吐き設備として非常用洪水吐きにクレストゲート設備を2門設置している。クレストゲートの形式はラジアルゲート、開閉方式はワイヤロープウィンチ式で1つのモータ、1つのドラムで2本のワイヤロープを巻き取る1M1D方式と言われるものである。このクレストゲートは管理開始当初から、運転時に2本のワイヤロープの荷重バランスに著しい差がある事から、問題を解決するため検討、改造を行った結果、管理開始30年で初めて荷重バランスに改善を図ることができた。本報告では、問題の検討及び結果等について報告する。

キーワード：ワイヤロープウィンチ式、1M1D、滑車、荷重バランス、片吊り

## 1. はじめに

一庫ダムは、非常用洪水吐きにクレストゲート設備を2門設置している。クレストゲート設備は、ダムの保安のためのゲートで、運転が必要となった場合は、確実な動作が求められる設備である。一庫ダムのクレストゲート設備は「図-1」に示す構造となっている。2本のワイヤロープには軽・過負荷検出装置にロードセルが設けられているが、運転時にロードセルの数値に著しい偏りが見られ、この荷重バランスの悪さは片吊りを示すもので問題となっていた。そこで、これら問題に対する原因究明、検討、改造を行った結果改善することが出来た。

## 2. 問題の概要

一庫ダムクレストゲートワイヤロープの荷重バランスの数値はゲート開度により様々であるが、とりわけ全開付近のバランスが最も悪い状態となっていた。ワイヤロープの荷重バランスが極端に悪いと、最悪の場合、ゲートの「片吊り」により扉体が開閉出来ない事態を招く恐れがあることから、改善が必要である。

これまで、管理開始以降30年において、クレストゲート設備を使用するような洪水はなかったが、近年、各地で多数の異常降雨が発生していることを受け、一庫ダ

ムでもいつ、クレストゲートの使用があるか解らないことから、大規模整備時に併せて改善を行う事とした。

西暦2011年はワイヤロープ及び滑車軸受の老朽化により、管理開始以来初めてこれら部品の大掛かりな整備をすることになったことから、これに併せて荷重バランスの改善ができないかを検討することとした。クレストゲートワイヤロープの改善前の荷重バランス計測結果等を「図-2」に示す。

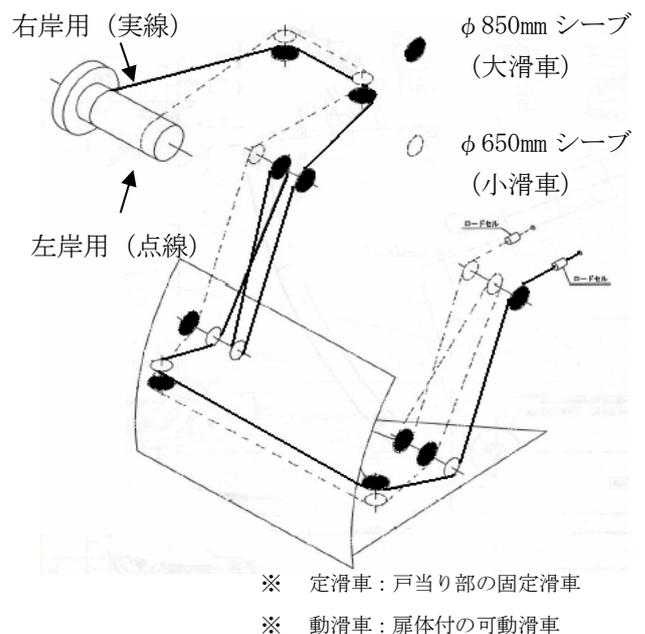


図-1 クレストゲート設備構造 (既設ワイヤリング図)

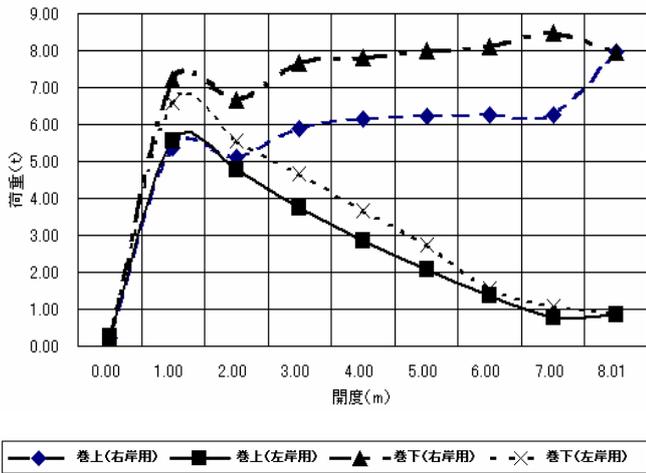


図-2 計測結果 (改善前)

### 3. 原因究明

原因究明に当たっては、以下について検討した。

- 原因① 巻き取り形式 1M1D による影響
- 原因② 滑車数の差による影響
- 原因③ 扉体動滑車径の差による影響

原因①については、本開閉装置は 1M1D にて 2 本のワイヤロープを巻き取る形となるため、片吊りが起きやすい構造であるが、一般的に採用されている方式であることから、方式そのものは特段の問題はない。

原因②については、既設ワイヤリングを「図-1」に、滑車の配置数量を次に示す。

箇所	大滑車	小滑車	(動滑車)
左岸用	4	6	(大 3)
右岸用	6	4	(小 3)

このワイヤリングでは、滑車の大小の差はあるが滑車の数は同じであり、特に問題はない。

原因③については、動滑車の径は大小と左右違うサイズを採用しているが、これはワイヤリング時のワイヤロープ同士の干渉及びフリートアングル(ロープの巻き付け角度)を考慮しての対応である。しかし、このことはゲートを運転する際の巻き取り量が異なる(差が生じる)ことになり、滑車の機械的効率に何らかの影響が発生し、各ワイヤロープの張力が異なる可能性があるものと推測される。

巻上げロープは右岸用と左岸用の 2 本があり、全閉から全開において、右岸用と左岸用の巻き取り量に約 180 mm の差が発生していた(左岸用が 180mm 長い)。よっ

て、左岸用が緩み、右岸用に張力がかかる結果となっていた。

これに基づき検討の結果、①大小の滑車の差と②全閉と全開時のワイヤロープの動滑車への巻き付き角度の違いで大小滑車の巻き付き量に差が生じる事が解った。つまり動滑車の左岸用と右岸用の滑車数は、大滑車 3、小滑車 3 で同じだが、動滑車の場合、開度によりワイヤロープの滑車への巻き付き角が変わり、全閉から全開に向かって徐々に巻き取り量の差が大きくなっていく事が解った。詳細を「図-3」に示す。

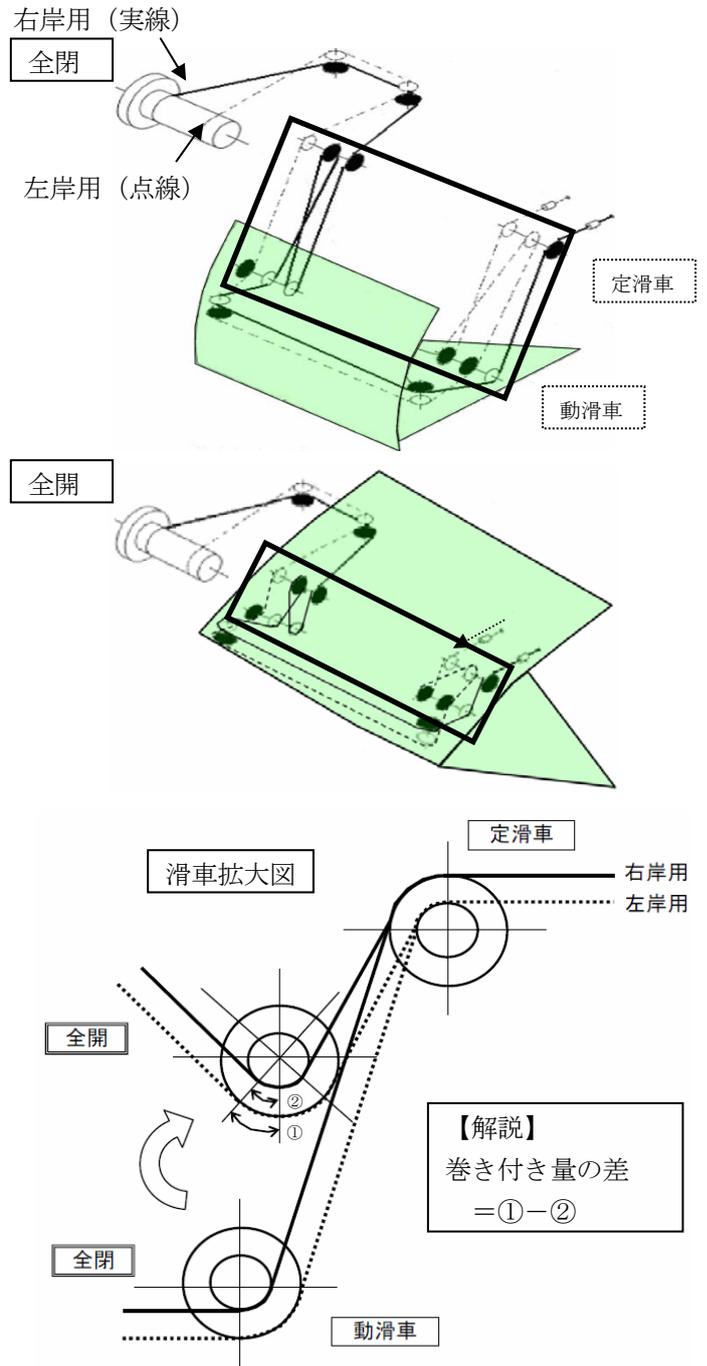


図-3 ゲート操作状況(全閉・全開)

4. 改善指標と検討

4.1 指標

問題の改善に当たり着目した指標は、次のとおりである。

- 指標① ワイヤロープのバランス改善
- 指標② 改善費用の抑制
- 指標③ 工期の短縮

4.2 検討

改善に当たって、指標を念頭に次に示す改善案について比較検討を行った。

「表-1」に上記改善案の比較を示す。

表に示すように指標①～③を総合的に判断した結果、経済性、施工工期から「改善案B」の動滑車をすべて中滑車(φ740)、固定側定滑車をすべて大滑車(φ850)に統一する案を採用することにした。

採用に当たっては、前述の原因究明で判明した滑車の径の統一と滑車への巻き付き角度による巻き取り量の差

の問題を解消するためには、「図-4」示すように動滑車の径を統一する事が有効であることが解った。しかし滑車の径を統一するだけなら、定滑車と動滑車を大(φ850)小(φ630)それぞれ6個/門になるよう入れ替えれば解決する(FA:7.2度)ことになるが、フリートアングルの関係上4度以内に納める必要があり、ワイヤリングに支障を来すことから、問題の解決には至らない。そこでフリートアングルを満足するよう動滑車の径を大(φ850)小(φ630)の中間径である(φ740)を採用する(FA:3.6度)ことにし、定滑車は、既設を流用し大滑車(φ850)に統一することにした。(FA:フリートアングル)

【既設】

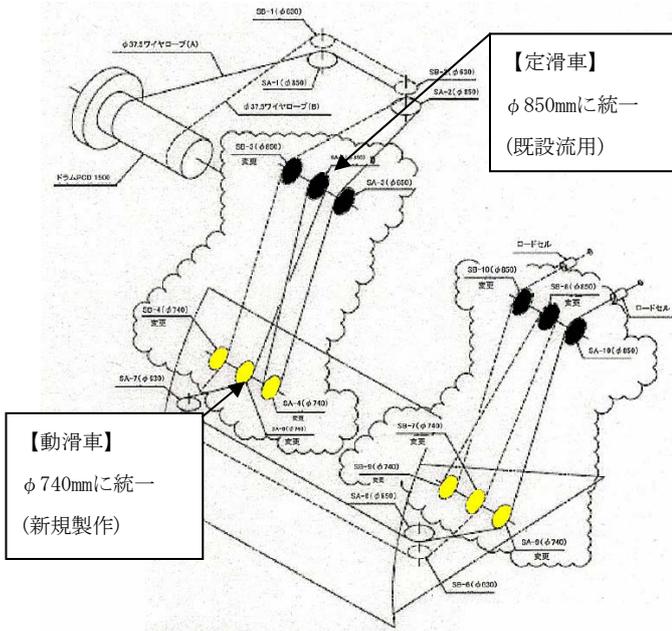
	動滑車	定滑車
右岸用	小3	大3
左岸用	大3	小3

【改造後】

	動滑車	定滑車
右岸用	中3	大3
左岸用	中3	大3

	改善案A 開閉装置形式を1M2Dにする案	改善案B 扉体側動滑車をすべて中滑車(φ740)、固定側定滑車すべて大滑車(φ850)に統一する案
概要図		
現状の改善の可能性	右岸側・左岸側のワイヤリングが等しいため現在のワイヤリングの影響による張力の差は生じない。 ドラムを同軸にて駆動するため、同調でワイヤロープを巻き取る為片吊りにならない。	動滑車の径を等しくすることにより異なる滑車径の差による移動量の差がなくなるため、現状より改善される。
改善効果	◎	○
施工内容	・ 土木構造物(開閉装置室)の大幅な改造 ・ 開閉装置の更新 ・ 扉体の大幅な改造	・ 中間径(φ740)シーブを新規製作する。 ・ 大滑車(φ850)を流用する。(既設の軸穴を削り加工する。)
施工評価	×	○
改造工事費	非常に高い	中程度
総合評価	×	○

表-1 改善案の比較



5. 改善結果

検討に基づき改造を行った結果、2本のワイヤロープのバランスは大きく改善された。改善結果を「図-5」に示す。

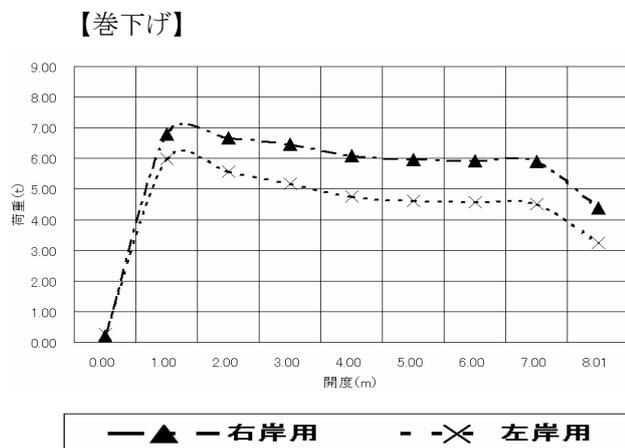
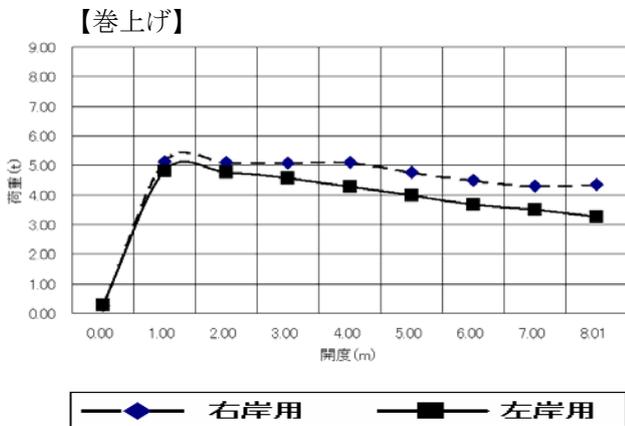


図-5 計測結果 (改善後)

6. 改善効果

6.1 片吊りの解消

「片吊り」は、ワイヤロープバランスが改善されたことによりほぼ解消され、ゲートの開閉運転に影響するような不均衡が取り除かれ、今後の運転には支障ないものとなった。

6.2 整備期間の延長

今後のゲートの運用状況等により、一概に明言はできないが、同程度の運用状況であった場合、整備期間の延長が期待される。

7. まとめ

クレストゲートのワイヤロープバランスの改善に当たっては、基本設計に立ち返り問題を抽出し、原因を究明し、改善を行った。その結果、大幅にワイヤロープバランスの改善を図る事が出来た。このことは定期点検時に単に更新するのではなく、コストや改善効果を踏まえて検討し、改善を図ったことで、よりよい施設整備を行うことができた。

今後は、定期点検等において改善効果を経年的に調べ、併せてワイヤロープ等の整備が必要な期間の延長についても調査していきたい。

なお、今回当初設計時の設計思想等について、調べたが、十分な情報が残っていなかったため、検討に当たっては苦勞することになった。よって、今回の検討資料は今後のためにも必要な資料なので、記録として残すことにしたい。

8. おわりに

今回、ワイヤロープバランスの改善を試み、改善を図れたことは、今後の管理において有効であるものと確信している。よって、今後も今回のように問題意識を持って改善に取り組むことで、常に良い管理が出来るよう尽力していきたい。