

ダム操作中における 危機的状況に対する備えの強化 —ダムコンダウン時を想定した 独自のシステム対応—

独立行政法人水資源機構 池田総合管理所第一管理課 吉村 研人
独立行政法人水資源機構 池田総合管理所第一管理課 主査 加藤 慎一郎
九州地方整備局 筑後川ダム統合管理事務所松原ダム管理支所 管理第二係長 竹内 一郎

ダム管理業務にあたり、ダム操作中に各観測計器や伝送装置、ダム管理用制御処理設備（以下、「ダムコン」という）に異常が生じた場合においても、職員は迅速かつ的確な洪水対応が求められる。池田総合管理所では、ダム操作中にダムコン上で流入・放流量が算出されない状況、いわゆるダムコンダウン時を想定した「ダムコンダウン時対応Excel」という独自のシステムを作成し、危機的状況下での的確な対応に備えている。

本稿は、池田総合管理所のダム操作中における危機的状況に対する備えを報告するものである。

キーワード ダム操作、洪水対応、ダムコンダウン、危機的状況に対する備え

1. 池田総合管理所の概要

池田総合管理所では、吉野川本川上流に位置する早明浦ダム及び池田ダム、支川である銅山川に位置し愛媛県へ分水を行う富郷ダム及び新宮ダムの管理を実施している。また、令和3年度より国土交通省所管の柳瀬ダムの管理業務を受託し、銅山川3ダムの連携管理を行っている。各ダムは吉野川総合開発計画の根幹としての役割を担っており、洪水調節、利水補給及び共同事業者による発電を担う多目的ダムであるこれら施設を限られた人員で管理するにあたり、総合管理所としての機能を適時・

適切に発揮できるよう、業務の連携体制・支援態勢の構築や日常的な訓練を重ね、種々の危機的状況の対応にも備えている。

2. 洪水対応中における設備障害

昨今の記録的な豪雨をはじめ、平成17年には台風14号による最大流入量約5,600m³/sの出水により、早明浦ダムの貯水率が0%から100%に回復するほどの洪水も発生しており、計画規模以上の出水に対しても、その備えが必要な状況である。この一環として、ダム管理業務におい



図-1 ダム位置図



写真-1 ダムコンイメージ

表-1 各障害状況における必要な対応

		ダム・水位 データ伝送	ダムコン 諸量演算	ゲート 遠方操作	必要な対応
レ ベ ル が 上 が る ほ ど 大	レベル3	×	×	×	・水位計現地読み取り ・流量算出 ・ゲート機側操作
	レベル2	○	×	×	・流量算出 ・ゲート機側操作
	レベル1	○	○	×	・ゲート機側操作

表-2 システムの入力・確認項目一覧

入力項目 (手動)	<ul style="list-style-type: none"> ・貯水位 ・発電放流量 ・ゲート開度 (目標開度設定シートにて算出)
計算項目 (自動)	<ul style="list-style-type: none"> ・流入量 (式1参照) ・放流量 (オリフィス/フリーフロー)
チェック項目	<ul style="list-style-type: none"> ・過放流警告 ・ステップオーバー警告 ・一定率超過警告
目標開度設定	<ul style="list-style-type: none"> ・ゲート目標放流量から開度及び放流量の設定 ・ゲート開度から放流量の決定

て不可欠であるダムコンをはじめ、各設備は、日々の点検・整備を行うことにより健全な状態を保っている。しかし、洪水対応中、突発的な設備の障害が起きた場合には、ダム管理業務に支障が生じることが想定される。例えば、落雷によりダムコンの演算処理機能が一時的に失われた場合は、ダムの流入量が計算されない状況が生じる。このような状況となった事例では、職員が手計算で流入量や放流量を算出するなどの対応を行っている。

このように洪水対応中のダム操作において、特に重要な役割を持つダムコンにおいて想定される主な障害と対応項目を表-1に示す。本稿は、表-1に示すダムコン諸量演算における障害発生時の対応として作成した「ダムコンダウン時対応Excel」(以下、「本システム」という)について報告する。

3. システム構築の目的

池田総合管理所では管理受託中の柳瀬ダムも含め、表-1に示すいずれの状況においても職種を問わず誰もが対応できるよう各種マニュアルの策定と、水位データ伝送に障害が生じた場合を想定した水位計現地読み取り訓練や機側におけるゲート操作訓練を実施している。また、ダムの流入量・放流量等の諸量演算を職員が自ら算出で

きるよう訓練を実施している。これらの訓練は、実際の緊急対応時に役立つような内容でなければならない。また、緊急時は限られた人員での対応となることも想定しておく必要がある。このため、ダムコンダウン時において迅速かつ適確に対応することを目的として、職員により本システムの構築を行った。

4. ダム操作中における危機的状況に対する備え

(1) システムの概要

本システムはMicrosoft®Excelを用いたもので、池田ダム、早明浦ダム、新宮ダム及び富郷ダムに加え、管理受託を実施している柳瀬ダムの計5ダムに対応したものとなっており、表-2に示す項目を入力することで、ダム操作に必要な流入量・放流量を計算することができる(図-2)。

本システムの機能として、各種自動計算に加えて、過放流の警告や次回放流増加可能量の表示、ハイドログラフの自動作成(図-3)、目標放流量からゲート開度、目標開度から各ゲートの放流量を算出する計算シート(図-4)など、ダム操作に必要な機能を備えている。

なお、図-2、図-3及び図-4は本システムのイメージ図であり、図-5に示す本システムの操作フローに沿って、着色しているセルに数値を入力することで、他の項目が算出される。

また、放流量算出式は、ゲート形状等によりダム毎に算出式は異なるため、各ダムコン演算に用いられているものと同じ数式・定数を採用している。一方、流入量の算出式は共通のものを採用しており、計算時間毎に求める方法により算出している。下記式に示す計算間隔に相当する貯水位変化に要した時間(T)について、本システムは洪水対応中に利用することを想定しており、対応するダムによって5分または10分を標準としている。

$$Q_{it} = \frac{V[H(t)] - V[H(t-T)]}{T/60} + Q_{ot}(t - T) \quad (1)$$

ここで、 Q_{it} : 正分全流入量 (m^3/s)、 $V[H(t)]$: 現流入量算出時の有効貯水量 (m^3)、 $V[H(t-T)]$: 全流入量算出時(T分前)の有効貯水量 (m^3)、 $Q_{ot}(t-T)$: 現流入量算出時からT分前の全放流量 (m^3/s)、 T : 貯水変化に要した時間(分)とする。

(2) システムの特徴

表-1に示すような複合した障害が生じる状況に陥った場合、ダムコンの諸量演算に対応するため、開度表の確認、流入・放流量算出、クロスチェックと従来の方法では手間を要する。これに対して本システムを用いた場合は、流入・放流量を算出する者とクロスチェックを行う者のみで対応が可能となるうえに、本システムは計算毎

時刻	ダム水位 EL.m	貯留量 万m3	流入量 m3/s	放流量				放流量警告				オフィス ゲート	コンジット ゲート	
				オリフィス 1門 m3/s	コンジット 2門 m3/s	発電 放流 m3/s	全放流量 m3/s	過放流 警告	次回の通常ステップ 増加可能量 m3/s	ステップ オーバー	一定率 放流量			一定率超 過
2022/7/1 13:10	444.34	3426.0	427.15											
2022/7/1 13:20	444.36	3428.5	468.20	195.63	226.90	4.00	426.53		43.50			458	132	
2022/7/1 13:30	444.38	3431.1	511.38	195.83	268.21	4.00	468.04		43.50			458	156	
2022/7/1 13:40	444.40	3433.7	546.66	196.03	303.30	4.00	503.33		43.50		503.79	458	177	
2022/7/1 13:50	444.42	3436.2	556.57	196.23	314.67	4.00	514.91		43.50		515.55	458	184	
				196.43	317.98	4.00	518.41		43.50		518.86	458	186	

図-2 ダムコンダウン時対応Excel 入力画面イメージ図

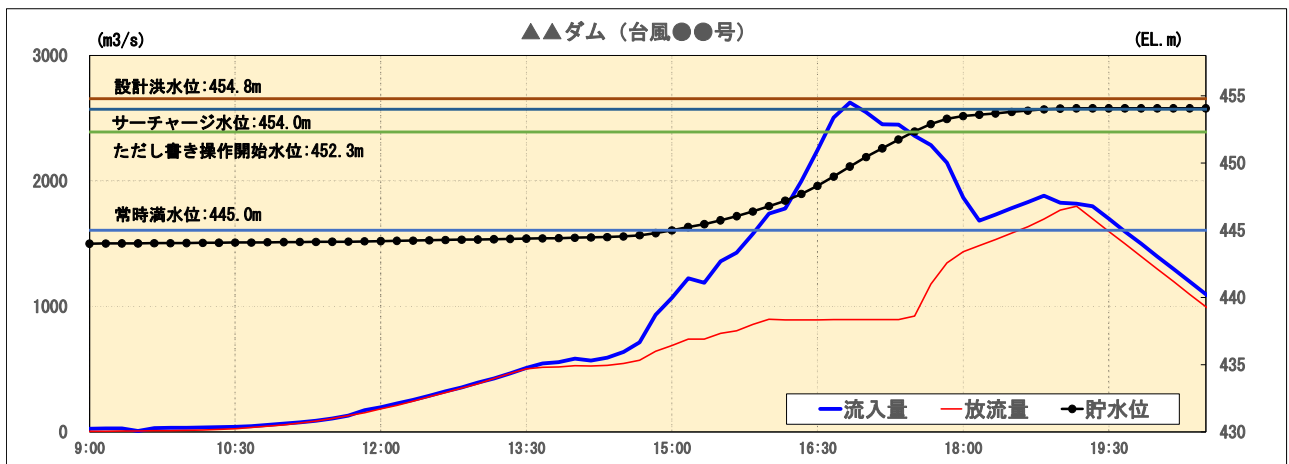


図-3 ダムコンダウン時対応Excel 出力グラフ

【放流量指定】		貯水位	444.34	m
オリフィス放流量(1門)		目標放流量	196.00	m3/s
ゲート開度	458	開度上限	195.63	m3/s
コンジット放流量(2門)		目標放流量	227.00	m3/s
ゲート開度	132	放流量(1門)	113.45	m3/s
放流量(2門)	226.90	放流量(2門)	226.90	m3/s
放流量合計			422.53	m3/s

【開度指定】		貯水位	444.34	m
オリフィス放流量(1門)		ゲート開度	458	cm
コンジット放流量(2門)		ゲート開度	132	cm
放流量(1門)	195.63	放流量(1門)	113.45	m3/s
放流量(2門)	226.90	放流量(2門)	226.90	m3/s
放流量合計			422.53	m3/s

図-4 ダムコンダウン時対応Excel 目標開度設定シート

にエラーチェックを行うため、緊迫した状況下においても初歩的な計算ミスを防ぎ、洪水対応時にあってはならない誤操作を行うこともない。このことは、池田ダム及び新宮ダムのような、一般的なダムの操作間隔である10分に対して5分と短い場合は、計算に時間がかかることがダム操作の遅れに繋がるため、より迅速かつ的確な操作が求められることから、洪水対応においては特に重要なことである。

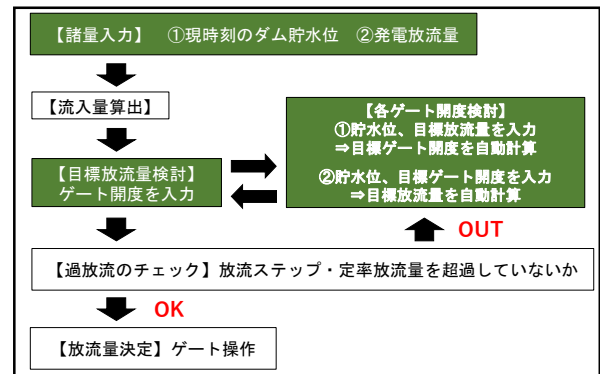


図-5 ダムコンダウン時対応Excel 操作フロー

また、本システムの動作に必要な情報はMicrosoft®Excelシート内に保存されており、運用環境にネットワークを必要としない。このため、Microsoft®Excelを利用することができる機器であれば媒体を問わず、ノートPCやタブレットPCといった充電式バッテリー内蔵の端末に本システムを保存しておくことにより、ダムコンの障害に加え、電力供給が不安定な状況においても継続して操作支援が可能となる。

このほかに、本システムを使用した期間のデータは保存できることから、障害が発生している期間の管理記録

表-3 ダムコンダウン時対応 Excel 構成データ

項目	内容
流入量	式1参照
ダム放流量演算式	計算式及び定数はダムコンに導入されているもの
H-Vテーブル	ダムコンと同じテーブル
開度表	ダムコンと同じテーブル
洪水調節における定率計算式	施設管理規定に基づく
放流量ステップ表	施設管理規定細則／急激放流実施要領に基づく
その他	施設管理規定に定められた各諸量

資料としての役割も果たすことができる。さらに、不要な情報を非表示にすることでダムコンが出力する管理日報と同等のものを作成することも可能である。

(3) 他ダムへの適応

本システムの構成は表-3のとおり、ダム貯水池の H-V テーブルやゲート開度表といった各ダムが所有しているデータを用いて作成しているため、同様のデータを差し替えることで池田総合管理所以外のダムにも容易に適用することが可能である。各ダム管理所において、それぞれの異常時対応マニュアルや対応方針が構築されているなか、限られた人員の中で多様な操作も行わなければならないなど、本システムを活用することで少しでも合理化を図ることは、危機的状況に対する備えとして重要であると考えられる。

(4) 本システムの訓練方法

前述のとおり、危機的状況に対する備えとして作成した本システムを使用することは、ダムコンダウン時において有効であることから、池田総合管理所では、本システムを用いて、ダムコンダウン時の対応訓練を日頃から行っている。

訓練は、以下のような流れで実施している。

- ①講師役の職員が 10 分毎のダム貯水位を読み上げ、訓練参加者は各自が持参したノート PC に値を入力し、流入量を算出する。
- ②算出された流入量に対する適切な放流量を設定し、ゲート開度を決定する。
- ③流入量の立ち上がり、洪水調節操作、ただし書き操作、流入量の低減時といったダム操作段階毎に①

②を繰り返し行う。

以上の訓練は、実際のダムコンダウン時の対応を模して行っており、誰もがダムコンダウン時に適切な対応を速やかに行えるよう、そして洪水時の対応における職員の基礎知識の向上や対応技術の伝承にも期待できる。

5. 今後の課題

日々の訓練や対応要領の策定、システムの作成などソフト面における対策を講じているが、実際の洪水対応中の障害対応となると人員が不足するおそれがある。池田総合管理所では、新たに管理業務を受託した柳瀬ダムを含めた全ての管理ダムへ応援要員を派遣できるよう体制を構築している。

また、洪水対応中、管理ダム全てと WEB 会議を常時接続し、横方向へのリアルタイムの情報共有による、正確な情報伝達や伝達時間の短縮なども行っている。

このように、ソフト面などの整備を十分に行うことで、あらゆる状況においても的確なダム操作を誰もがこなせる態勢を整えることが重要であり、同時に今後の課題と考える。このため、池田総合管理所では、本システムを用いたダムコンダウン時の訓練を繰り返し実施し、職員のスキルアップを行うとともに、表-1 に示すレベル 3 を想定した総合訓練などを実施していきたいと考えている。

6. まとめ

池田総合管理所では、職種を問わず職員が障害対応ができるよう訓練の実施・要領の策定、また本システムを用いた独自の訓練を実施して危機的状況に備えている。

本稿にて紹介した「ダムコンダウン時対応 Excel」の共有が、ダム管理技術向上の一助になると考える。

そして、今後もダム管理者として、万が一を想定した状況においても対応できる態勢を引き続き築いていくとともに、誰もが適確なダム操作を行える管理所を目指す。

参考文献

- 1) 富崎ら, 雷被害時のゲート放流について, 第 10 回九州ブロック技術研究発表会(平成 19 年)