

## ダムの常用洪水吐ゲートの機能低下に伴う洪水リスク評価に関する検討 Study on Flood Risk Assessment Caused by Functional Deterioration of Dam Flood Control Gates

○高田 翔也・角 哲也

○Shoya TAKATA, Tetsuya SUMI

In recent years, dysfunction or malfunction of dam spillways or bottom outlets have been reported because of aging and sedimentation in existing dams worldwide. They affect discharge capacity of dams which may decrease suitable flood control functions. Therefore, in this research, risk factors for Japanese dams that cause functional deterioration of flood control ability have been discussed in order to extract high-risk dams. The risk factors for bottom outlets include inlet elevation over sedimentation level, number of outlet structures and existence of sunken large wood debris. In the risk assessment procedure, "n-1 rule" (n: number of gate) which is design criteria for securing the safety of dams in Switzerland is considered. We conducted case studies on the Susobana Dam in Nagano Prefecture to clarify actual risk after losing flood control capacity as well as numerical modelling to assess flow conditions acting on sunken large wood debris to be dragged into outlet gate.

### 1. はじめに

洪水吐きは、ダムの治水機能を規定する重要な構成要素である。洪水吐きには、非常用洪水吐きと常用洪水吐きがあり、一般に、治水を目的に含むダムでは、前者はダム自体の安全性、後者はダムによる洪水調節機能を担保している。ここで、常用洪水吐きに設けられる高圧ゲートをコンジットゲートという。

近年、常用洪水吐きの損壊事例が数例報告されている。その一例として、2017年8月の長野県裾花ダムにおいて、常用洪水吐き2門のうち1門のコンジットゲートが閉塞した事例がある(図1)。このようなゲート閉塞が生じた要因には、コンジットゲートの敷高まで進行した堆砂により、ゲート開操作時に土砂及び堆砂面上の沈木がゲート開口部に引き込まれ、閉塞させたことが考えられる。現在国内のダムの堆砂が進行してきていることを考慮すれば、堆砂の進行に起因する常用洪水吐きの機能低下事例は、今後他のダムにおいても生じるリスクがある。そこで本研究では、裾花ダムの事例を参考に、堆砂進行を踏まえた常用洪水吐きの機能低下リスクの高いダムの抽出方法の提案を行うとともに、ゲート閉塞をもたらすメカニズムについてゲート周辺部の流れ場から、沈木を引き込む条件について検討を行う。また、ダムリスクマネジメントの観点から、スイスで放流設備の設

計に用いられる「n-1 rule」(放流設備が1門使えない状況(n-1)においてもダム地点における最大放流量を安全に流下させる能力を必要とする)を参考にし、常用洪水吐きの「n-1」条件下における洪水調節機能のサービスレベルに及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。



図1 閉塞した裾花ダムのコンジットゲート

### 2. ゲート閉塞リスクの高いダムの抽出

ゲート閉塞には、堆砂の他に沈木の存在の有無、ゲート操作方法、貯水位の運用方法等、いくつかの要因が重なって生じるものと考えられるが、ここではゲート敷高までの堆砂進行がゲート閉塞の主な誘因と捉え、堆砂進行を踏まえたゲート閉塞リスクの高いダムの抽出方法を次に示す。

①「ゲート総覧I~V巻」<sup>1)</sup>より洪水調節を目的に含み、コンジットゲートを有するダムを抽出する。

- ②ゲート門数(n)が2以下のダムを抽出する。
- ③抽出されたダムのゲートの設計水深  $H_c$  と堆砂率を整理し、裾花ダムの事例と比較して、相対的にゲートの設置標高が低く、堆砂率の高いダムは、ゲート閉塞のリスクが高いものとして、該当するダムを抽出する。
- ④「n-1」条件下での洪水調節計算を行い、洪水調節能力への影響を検証し、そのリスクを評価する。

この手法により、1951～2005年までに建設された約1800基のダムより、抽出条件に当てはまり、かつ堆砂率のデータが得られた57基のダムを抽出し、コンジットゲートの数高と堆砂率の関係について整理したものを図2に示す。裾花ダムは、ゲート閉塞時の堆砂率が約100%、ゲートの堤高に対する設計水深の比が0.5程度である。これより図2中において、裾花ダムに比べて相対的にゲートが深く設置され、かつ堆砂率の高いダムが同様に閉塞リスクの高いダムであると考えられる。

### 3. 「n-1」条件下における洪水調節能力の評価

「n-1」ルール適用時における洪水調節機能への影響を定量的に把握するため、今回実際にゲート閉塞の生じた長野県裾花ダムを対象に、「n-1」条件下での洪水調節計算を行った結果を図3に示す。計算には、裾花ダム管理事務所より提供を受けたダム諸量データを用いている。図3より、「n-1」条件では、貯水位がクレストゲートからの放流開始水位に達するまで計画放流量 520(m<sup>3</sup>/s)を放流することができず、過剰貯留により貯水位が急激に上昇していることが分かる。また、貯水位上昇に伴い、最大放流量 730(m<sup>3</sup>/s)とする異常洪水時防災操作に移行してしまうこととなり、下流河道の疎通能力 600(m<sup>3</sup>/s)を上回ることから、洪水被害のリスクが懸念される。

### 4. ゲート周辺の鉛直二次元流れの数値計算に基づく沈木の移動限界に関する評価

堆砂進行に伴う裾花ダムのゲート近傍の流れ場の変化と、そこに沈木が存在した場合の移動限界について検討を行うため、固定床鉛直二次元流れの計算を行った。ソルバーには、オープンソースの流体解析ソフトウェアである OpenFOAM 内の interFoam を用いた<sup>2)</sup>。図4は、洪水調節開始時の水理条件で行った計算結果である。これより、この時点では流速は大きいものの、ゲート開度も大きく沈木の閉塞の可能性は低いと考えられる。一

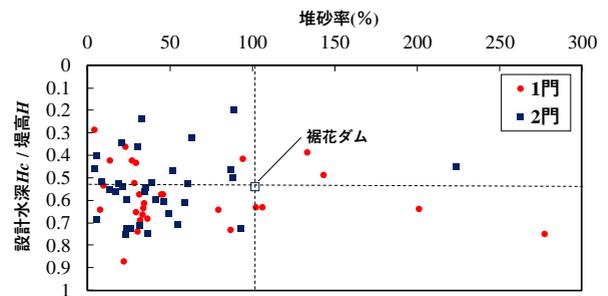


図2 コンジットゲートの設計水深と堆砂率

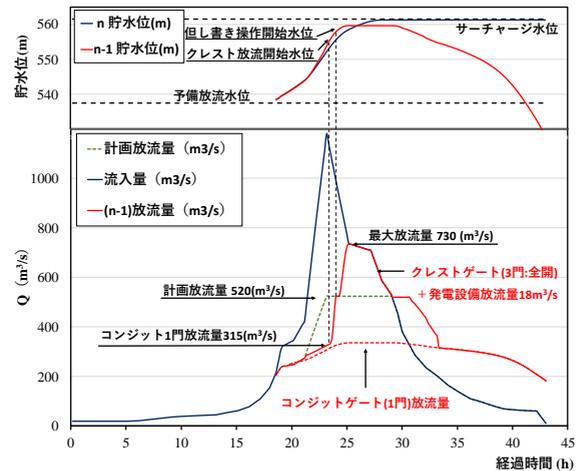


図3 「n-1」条件下における洪水調節計算結果

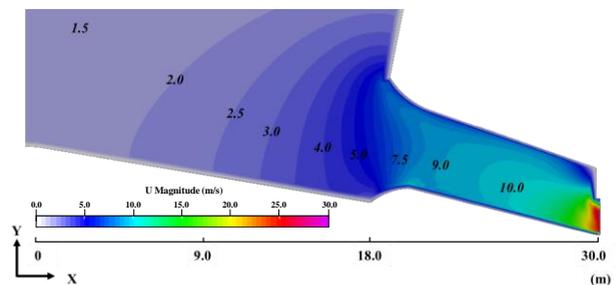


図4 ゲート周辺の鉛直二次元流れ場の計算結果

方、裾花ダムのケースでは、よりゲート開度が小さい状態で沈木が移動ってきて閉塞しており、このような条件での検討も必要である。

### 5. まとめ

本研究では、堆砂進行を踏まえた常用洪水吐きの閉塞リスクについて、そのメカニズム及びリスクの高いダムの抽出、洪水調節機能への影響について検討を行った。その結果は、優先的に対策を進めるべきダムの抽出、さらには予防保全措置の検討に有効と考えられる。

### 参考文献

- 1) 社団法人ダム・堰施設技術協会：ゲート総覧 I-V、1987-2006.
- 2) OpenFOAM : <https://www.openfoam.com/>