

第Ⅱ部門

ダム堆砂進行に伴う常用洪水吐きゲートの閉塞リスクの高いダムの抽出方法の提案

京都大学大学院都市社会工学専攻 学生員 ○高田 翔也

京都大学防災研究所水資源環境センター教授 正会員 角 哲也

1. はじめに

近年、ダムの常用洪水吐きの損壊事例が数例報告されている。常用洪水吐きは、主にダムの洪水調節機能を担っており、その損壊による機能低下は、ダム貯水位の急激な上昇や下流への放流量の増大をもたらすおそれがある。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のコンジットゲートが閉塞した事例がある。これは堆砂を起因とするものと考えられ、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、同事例は今後他のダムにおいても生じる可能性がある。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。

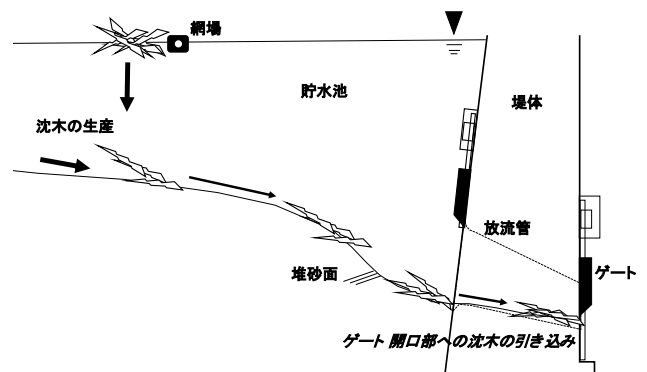
図1 閉塞した裾花ダムのコンジットゲート¹⁾

図2 ゲート閉塞シナリオのイメージ

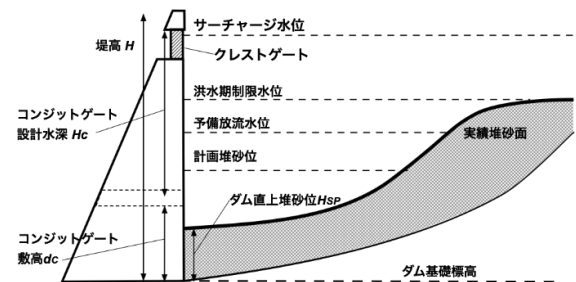


図3 ダム縦断面図

2. 堆砂進行による常用洪水吐きゲートの閉塞リスク

長野県裾花ダムでは、2017年8月の洪水調節中に常用洪水吐きのコンジットゲート2門のうち1門が、堆砂及び沈木により閉塞し、4ヶ月間ゲート開操作不能となった(図1)。ゲート閉塞時の裾花ダムは、計画堆砂量に対する堆砂率が100%を上回り、ダム直上における堆砂高さはコンジットゲートの設置高さにまで及んでいた。このことから、ゲート操作時に流出した土砂及び堆砂面上に存在した沈木が、ゲート開口部へ引き込まれたことがゲート閉塞の原因と考えられる(図2)。この閉塞シナリオの前提条件として、ダム直上の堆砂高さがゲート設置高さにまで達しており、その近傍に沈木が存在すること、が挙げられる。しかし、現在ダム湖における沈木の生産及び移動のメカニズムは解明されていない。そこで本報では、ダム直上における堆砂高さがゲート設置高さにまで進行しているダムを、裾花ダムの事例と同リスクが生じる可能性の高いダムとして抽出を行う。

3. 堆砂進行に伴うゲート閉塞リスクの高いダムの抽出方法の提案及び抽出結果

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には、各ダムの計画堆砂量に対する堆砂率及びコンジットゲートの設計水深を用いた(図3)。抽出方法を以下に示す。

- ①「ゲート総覧Ⅰ～Ⅴ巻」²⁾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ゲートが閉塞した場合、ゲート門数が小さいダムのほど洪水調節機能へ及ぼす影響が大きいと考えられること

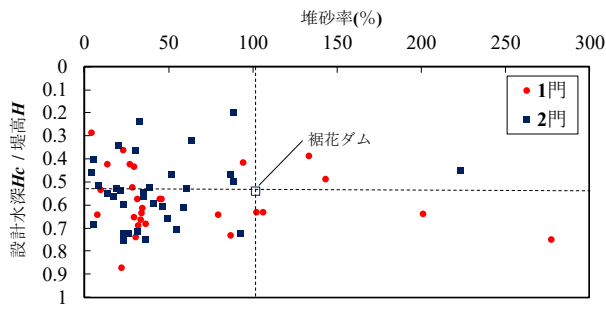


図4 コンジットゲートの設計水深と堆砂率

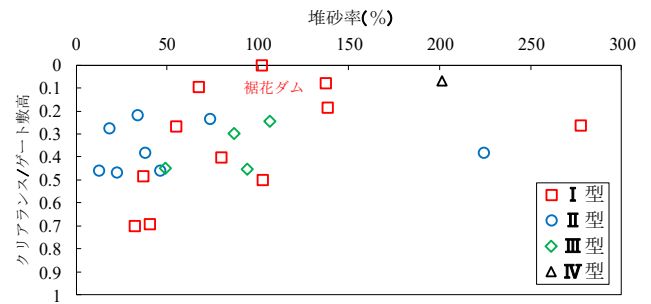


図5 堆砂率とクリアランスの関係

表1 貯水池堆砂形状の分類³⁾

堆砂形状の 基本形の分類	堆砂形状及び堆砂過程	流入土砂の 粒度組成	貯水池 規模	貯水池の特徴
I型		掃流砂・浮遊砂 ともに多い	大	最上流に位置する流域に崩壊地が多く、土砂生産が活発 多目的ダムでは、デルタ層が 低水位付近にある
II型		掃流砂が少なく 浮遊砂が多い	大	直上流に大規模な貯水池や 緩勾配の区間がある
III型		浮遊砂が少なく 掃流砂が多い	大	堆砂の比較的初期の段階に 現れる
IV型		掃流砂と浮遊砂 の堆積に区別が つかない	小	ダム付近まで著しく土砂が堆 積している ダムに近づくほど、堆積層の 厚さが増加している

から、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。

この方法を用いて、1951～2005年までに建設された約1800基のダムから抽出を行った結果、抽出条件①、②で抽出されたダムは93基であった。抽出条件③より、堆砂率のデータが得られた57基のダムについて、コンジットゲートの敷高と堆砂率の関係について整理したものを図4に示す。ここで裾花ダムは、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5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。

4. 堆砂率及びダム直上堆砂高さの関係について

ゲート閉塞リスクの高いダムの抽出において、抽出条件とした計画堆砂容量に対する堆砂率は、表1に示すように各ダム毎の堆砂形状の違いによって、厳密にはより直接的なリスク要因であるダム直上の堆砂高さの代替とされないことが考えられる。そこで、国土交通省管理の24

ダムについて、ダム直上の堆砂位のデータ提供を受け、堆砂率とダム直上堆砂位の関係について整理した。堆砂率とゲート敷高に対するクリアランス（ダム直上の堆砂高さからゲート設置高さまでの高さ）の関係を図5に示す。

図中には、表1で示した堆砂形状の分類³⁾に基づいて、各ダムをI～IV型の堆砂形状に分類した結果も併せて示している。これより、データ数が多くないため断定はできないものの、次の傾向が見て取れる。掃流砂、浮遊砂ともに多く流入するI型では、堆砂率に比例してクリアランスは0に近づいており、浮遊砂が卓越するII型では、堆砂初期からダム直上における堆砂が進行するためか、堆砂率が小さい時点でもクリアランスが小さくなっている。また、浮遊砂成分が少ないIII型では、高い堆砂率においてもクリアランスは大きい。このように、堆砂形状の違いによって、同抽出方法によるリスクの捉え方には幅を持たせる必要性があり、堆砂率を用いた簡便なスクリーニングを行った後、個別のダムの堆砂状況を精査するといった流れでの本手法の活用が求められる。

5. まとめ

堆砂率とダム直上堆砂位の関係性を考慮して、ゲート閉塞リスクの高いダムの抽出方法を提案した。このスクリーニングにより、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。

謝辞：本研究を進めるにあたり、国土交通省及び長野県裾花ダム管理事務所、株式会社建設技術研究所よりデータの提供を受けた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・保全局河川環境課：ダム貯水池流木対策の手引き(案)，2018。
- 2) 社団法人ダム・堰施設技術協会：ゲート総覧 I-V，1987-2006。
- 3) 芦田和男，高橋保，道上正規：河川の土砂災害と対策，森北出版，1983。