

底部にゲートを有するダム洪水・土砂調節機能に関する研究

摂南大学大学院 学生会員 出原啓司
 摂南大学工学部 正会員 澤井健二

1. まえがき

従来、各地に多くのダムが建設され、治水・利水に大きな効果を発揮していたが、上下流の環境の遮断、濁水の長期化、土砂堆積によるダムの機能低下など、さまざまな課題を抱えている。それを解決するための手法として、底部に排砂ゲートを有するダムが検討されてきたが、十分に普及には至っていない。本研究では、その水理機能について、今一度、土砂水理的な見地から検討を加えるものである。

2. 底部にゲートを有するダムの流量調節機能

底部にゲートを有するダムでは、平常時にゲートを開放しておくことによって、水位を河床近くまで下げ、上下流の不連続性を軽減すると共に、増水時の流量調節能力を高めることが期待される。この場合、増水時にゲートを開けたままであっても、一定の流量調節効果が期待できるが、ゲート操作を行えば、一層その効果を高めることが期待できるであろう。そこで、まず、ゲートの有無および操作によるハイドログラフの相違を例示的に検討してみる。

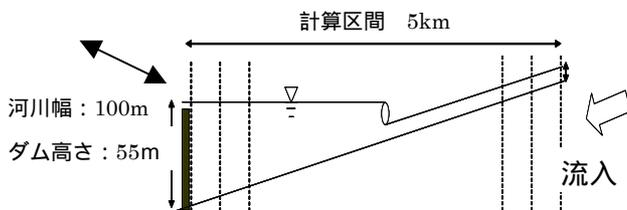


図-1 ダム概要図

検討例として、勾配1/50、幅100mの河道に高さ55mのダムが設置された場合を想定する。ここに、上流から5時間で500m³/sのピークに達し、次の5時間で10m³/sに戻る三角形の流入波形が与えられるものとする。平常時の流量は10m³/sとし、ダムがなければ、この波形がそのまま下流へ流出し、河道の水位

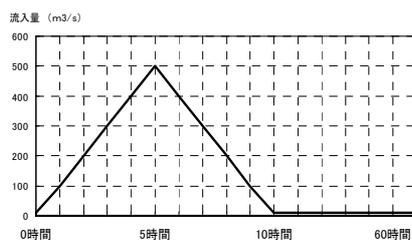


図-2 流入量ハイドログラフ

はあまり上昇しないのであるが、流入開始と同時にダムのゲートを閉じ、下流への放流をなくせば、ダム上流の水位が徐々に上昇し、満杯状態に近づいていく。ここで、下流への許容流量あるいは、期待流量を考えることによって、望ましいゲートの大きさとその開度調節法が定まることになる。

図-3は図-2のハイドログラフを用い、流入開始と同時にダムのゲートを閉じた場合のダム湖の水位変動である。流入開始から7時間後に満杯状態となる。以降は、クレストゲートからの放流を行っている。底部ゲートが無いダムでは貯留容量を超える流量はダム外に排出してしまうため、洪水調節機能を十分に発揮できない。

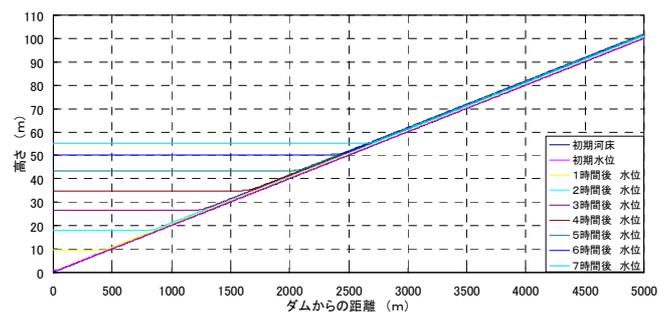


図-3 底部ゲート無し時のダム湖の水位変化

そこで、ダムの下流への許容流量を70m³/sとし、ダム底部に3m×3mのオリフィスゲートを設置した。図-4はゲート操作を行わない場合の水位変化グラフである。ゲート無しの場合と比べ、ダム湖が満杯状態になることは無いが、最大水深45.2mのときに流出量166m³/sであり、許容流量を大きく上回る。よって、ゲート操作を行う必要性がある。

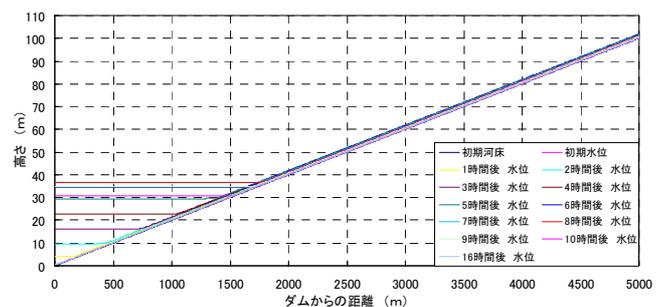


図-4 底部ゲート操作なし時のダム湖の水位変化

キーワード 治水専用ダム, 排砂ゲート, ダム堆砂

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 摂南大学大学院 工学研究科 TEL 072-839-9116

操作方法は、オリフィスゲートからの流出量が許容流量 $70\text{m}^3/\text{s}$ になるように開度を調節して

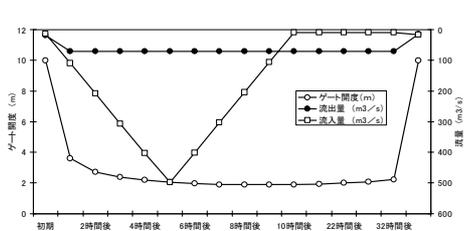


図-5 底部ゲート開度変化グラフ

いる。図-6は、ダム底部ゲートの操作を行った図である。操作を行えばクレストゲートからの越流はなく、洪水時の流量調節機能も十分に期待できる。

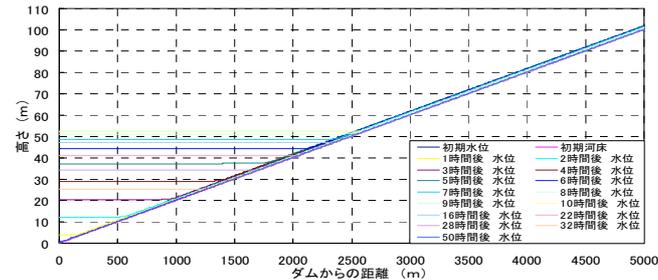


図-6 底部ゲート操作ありのダム湖の水位変化

3. ダム上流部の土砂堆積

次に、上流からの流水の流入に伴って、土砂が流入してくる状況を考える。前述の河道において、河床材料の粒径が 5mm で、十分上流では、流砂能力一杯の土砂が流入してくる状況を想定する。

ダムがなければ、流入土砂はそのまま下流へ流出し、河床変動は生じないが、ダムに底部ゲートがなく、クレストからしか流出しないものとするれば、流入土砂は全てダム上流部に堆積し、やがて、満砂状態となる。そこで、底部にゲートを設置し、その開度を調節することによって、堆積土砂を制御することが期待される。なお、一旦堆積した土砂も、その後の流水によって侵食され、一部はダム下流へ排出されることが期待される。

以下は前節での水位変動ケースを用いたときの河床変動の様子である。それぞれのケースにおける堆砂形状を比較すると、ゲートがある場合はない場合に比べ、デルタが前進していることが分かる。

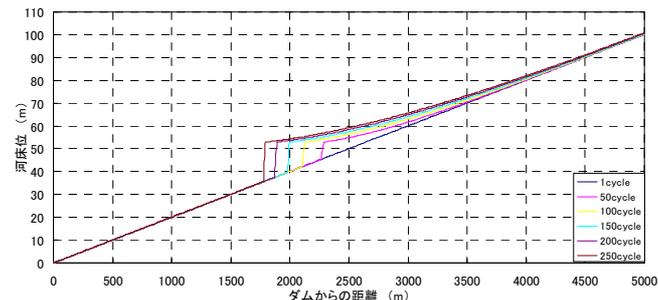


図-7 底部ゲート無しのダム湖の河床変化

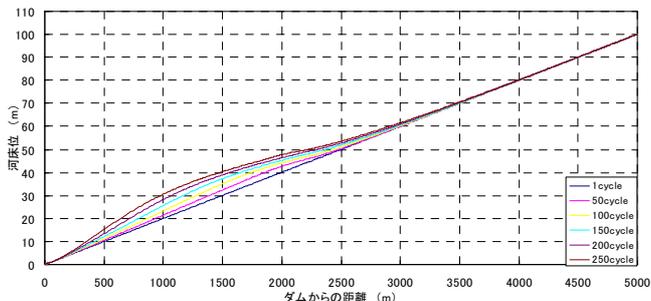


図-8 底部ゲート操作なしのダム湖の河床変化

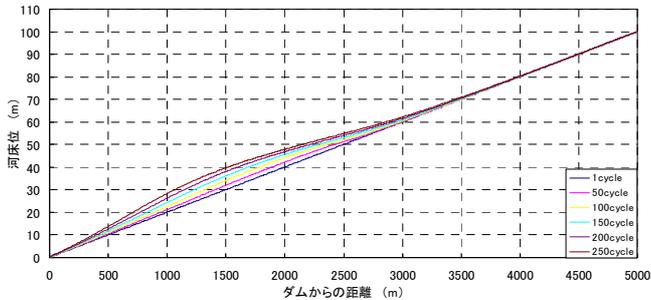


図-9 底部ゲート操作ありのダム湖の河床変化

しかし、表-1に示している通りゲート無しに比べる場合、また、ゲート操作有に比べ、無し場合の方が堆砂量が多いことが分かる。これは、堰上げ区間が上流端までおよんでおり、ゲートを設けることで、水位が低下し等流区間が現れたことによるものであると考える。

表-1 Caseごとの堆砂量比較

	1cycle	50cycle	100cycle	150cycle	200cycle	250cycle
底部ゲートなし	7017	350140	700556	1051567	1402920	1754671
底部ゲートあり	7021	365112	747616	1144827	1554225	1974059
底部ゲート操作あり	7019	358049	729741	1113472	1507723	1910634

(m^3)

4. 終わりに

以上のようなゲート操作では底部ゲートからの土砂流出は期待できないことが分かった。そこで、十分に土砂流出が期待できるゲート開度、操作を考える。ゲートによる堰上げを軽減するため、河道幅をゲート初期幅とし、流入量増加に伴い、許容流出量分のゲート幅開度を調節できるように設定した。

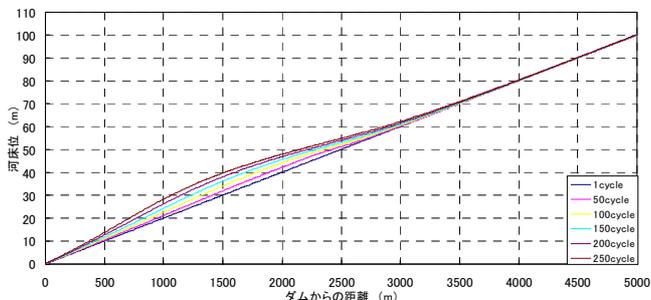


図-10 理想的な底部ゲート操作を行った時のダム湖の河床変化
堆砂量は250cycle経過時 1908043m^3 と4ケース中2番目に低い値となった。よって、ゲート操作を行うことによる洪水調節と同時に排砂効率を上げることができたと考える。