

ゲート付き流水型ダムとゲートレス流水型ダムにおける土砂の連続性に関する基礎的検討

土木研究所 正会員 ○宮脇 千晴
 土木研究所 正会員 本山 健士
 土木研究所 正会員 石神 孝之

土木研究所 正会員 宮川 仁
 (一財)ダム技術センター 正会員 箱石 憲昭

1. 目的

従来の貯留型ダムに比較して環境負荷が小さいと言われている流水型ダムへの期待が高まっている。本論文は、山地河道部に設置する流水型ダムの土砂の連続性について、一次元河床変動計算によりゲート付き流水型ダムとゲートレス流水型ダムを比較した基礎的な検討結果を取りまとめたものである。

2. 検討方法

流水型ダムにおける河川の連続性について、対象ダム(ダム高 $H=50\text{m}$, ①河床勾配 $i=1/50$ で流域面積 $A=50\text{km}^2$, ② $i=1/80$ で $A=80\text{km}^2$, ③ $i=1/100$ で $A=100\text{km}^2$, ④ $i=1/120$ で $A=120\text{km}^2$)を設定後、各種洪水流入ハイドロや洪水調節計画・流入土砂条件及び貯水池条件を設定し、一次元河床変動計算により、100年間の貯水池堆砂形状や流送土砂について調査した。また、洪水調節として、ゲート付き流水型ダムでは平均年最大流量まで流入＝放流とし、それを上回る流入量については、基本高水流量を1/100確率流量として、ピーク時に70%カットする常用洪水吐きで洪水を調節する。図-1に洪水調節方法を示す。なお、 $A=50\text{km}^2$ の場合、常用洪水吐きの断面は、ゲート付きでは $B=8.0\text{m}$, $D=0.61\text{m}$ 、ゲートレスでは $B=2.22\text{m}$, $D=2.22\text{m}$ として、土砂の堆積状況の比較を調査した。計算に用いた洪水流入ハイドロは、流出解析から図-2を求め、確率年とピーク流量 Q_p は表-1に示す。

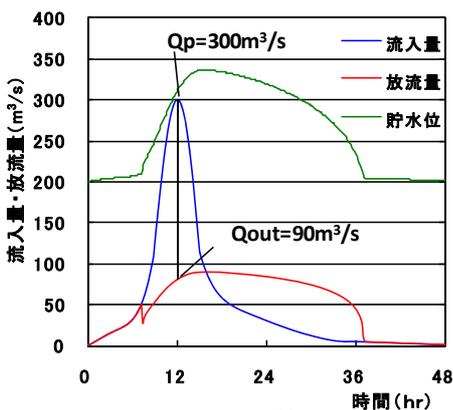


図-1 洪水調節 ($A=50\text{km}^2$)

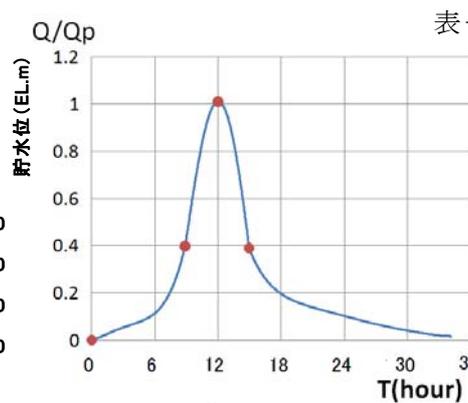


図-2 流入ハイドロ

表-1 確率年とピーク流量 Q_p

確率年	ピーク流量 $Q_p(\text{m}^3/\text{s})$	
	流域面積 $A(\text{km}^2)$	
	50 km^2	100 km^2
1	23	46
2	51	102
5	93	186
10	131	261
20	174	349
30	203	406
50	242	484
80	281	561
100	300	600

表-2 100年間に於ける洪水発生パターン

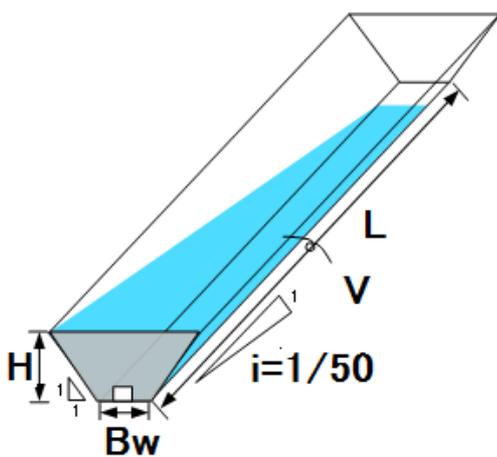


図-3 モデル貯水池

経過年	確率規模								
1	10年	21	1年	41	1年	61	1年	81	1年
2	2年	22	2年	42	2年	62	2年	82	2年
3	1年	23	1年	43	1年	63	1年	83	1年
4	2年	24	2年	44	2年	64	2年	84	2年
5	5年	25	5年	45	5年	65	5年	85	5年
6	1年	26	1年	46	1年	66	1年	86	1年
7	2年	27	2年	47	2年	67	2年	87	2年
8	1年	28	1年	48	1年	68	1年	88	1年
9	1年	29	1年	49	1年	69	1年	89	1年
10	20年	30	100年	50	30年	70	50年	90	50年
11	1年	31	1年	51	1年	71	1年	91	1年
12	1年	32	1年	52	1年	72	1年	92	1年
13	2年	33	2年	53	2年	73	2年	93	2年
14	1年	34	1年	54	1年	74	1年	94	1年
15	5年	35	5年	55	5年	75	5年	95	5年
16	2年	36	2年	56	2年	76	2年	96	1年
17	1年	37	1年	57	1年	77	1年	97	2年
18	2年	38	2年	58	2年	78	2年	98	1年
19	1年	39	1年	59	1年	79	1年	99	2年
20	10年	40	10年	60	10年	80	10年	100	1年

キーワード ゲート付き流水型ダム, ゲートレス流水型ダム, 土砂の連続性, 一次元河床変動計算

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所水工研究グループ TEL029-879-0867 miyawaki@pwri.go.jp

貯水池上流河道断面条件として、平均年最大流量が 51m³/s~123m³/s であり、川幅 Bw=20m とし、左右岸とも 1 : 1 の勾配とした台形の等断面とした (図-3 参照)。

3. 検討結果

3.1 計算条件

流入土砂量・各粒径の割合については、国土交通省に堆砂量データを報告している流域面積 100km² 以下の 573 ダムの平均比堆砂量 (520 m³/km²/年) から①350 m³/km²/年、②520m³/km²/年および③650 m³/km²/年の 3 ケースとした。計算では礫を 6 粒径、砂を 5 粒径、シルトを 3 粒径及び粘土を 1 粒径の合計 15 粒径に区分して、それぞれ流量 Qw の関数として Qs=α Qw^β の関係を用い、粒度構成比を変えた 4 ケース実施した。計算条件は、既報¹⁾に示す通りである。

表-3 100年後の堆砂量計算結果

3.2 計算結果

100 年後の堆砂量計算結果を表-3 に示す。評価の欄では、ゲート付きとゲートレスの堆砂量を比較し、ゲート付き堆砂量が少なく、ゲートレスの堆砂量がその 2 倍以上の場合を◎に、ゲート付きで堆砂量があっても、ゲートレスの堆砂量がその 2 倍以上の場合○に、それ以外を△で表示した。表-3 より、今回の検討範囲では、河床勾配が比較的堆砂量への影響が大きく、河床勾配が急な場合に堆砂量が少なく、河床勾配が緩くなると、堆砂量が大きくなる傾向にある。貯水池条件①では、ゲート付き流水型ダムでは、流入土砂量が大きく、粒度構成の礫分の割合が多くかつ最大粒径が大きいケース 1 のみ堆砂量があり、ケース 2~9 では、ほぼ堆砂量がないが、ゲートレスダムでもケース 5~9 も同様にほぼ堆砂量がない。また、貯水池条件②③④では、流入土砂量が少なく、粒度構成比で礫分が少なくかつ最大粒径が小さいケース (ケース 14,15, 20,21,29,30) で、ゲート付きとゲートレスの堆砂量の差が大きく、ゲート付きの有効性がみられる。

ケース	貯水池条件	流入土砂量	粒度構成比	100年後の堆砂量(m ³)		評価
				ゲート付き	ゲートレス(割合)	
1	①	③	①	2435	6.6	○
2	①	③	②	1	12653.7	◎
3	①	③	③	1	2750.0	◎
4	①	②	①	5	62.5	◎
5	①	②	②	0	1.0	△
6	①	②	③	1	1.0	△
7	①	①	①	0	11.3	△
8	①	①	②	0	1.0	△
9	①	①	③	0	1.0	△
10	②	③	②	213754	1.3	△
11	②	③	③	147176	1.4	△
12	②	②	②	82109	1.7	△
13	②	②	③	38929	2.4	○
14	②	①	②	4	9231.5	◎
15	②	①	③	1	16629.5	◎
16	③	③	②	411165	1.2	△
17	③	③	③	318714	1.2	△
18	③	②	②	225225	1.3	△
19	③	②	③	159229	1.5	△
20	③	①	②	63033	2.1	○
21	③	①	③	25618	4.9	○
22	④	③	②	598314	1.2	△
23	④	③	③	490187	1.3	△
24	④	③	④	268124	1.5	△
25	④	②	②	369586	1.3	△
26	④	②	③	285259	1.4	△
27	④	②	④	123411	2.0	○
28	④	①	②	158510	1.7	△
29	④	①	③	106621	2.0	△
30	④	①	④	9129	11.7	○

*粒度構成比 ①粘土・シルト67%,砂20%,礫13%,最大粒径26.7mm
 ②粘土・シルト68%,砂20%,礫12%,最大粒径13.4mm
 ③粘土・シルト70%,砂20%,礫10%,最大粒径13.4mm
 ④粘土・シルト74%,砂20%,礫6%,最大粒径6.724mm

なお、評価が△としているが、堆砂量は、ゲート付きの方が比較的小さくなっている。

この他、ゲート付きでは、下流河道の状況によっては、洪水調節開始流量をさらに大きくできる場合もあり、その結果を図-4 に示す。図-4 より、洪水調節開始流量を大きくできれば、更にゲート付きのメリットも向上するケースもあると考えられる。今後は、下流河道への影響等についても実施する必要があると考えられる。

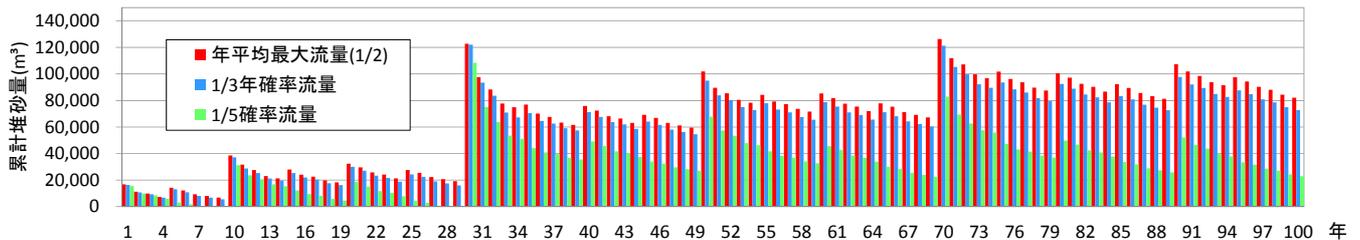


図-4 洪水調節開始流量を変化させた場合の長期計算結果例 (ケース 12)

1) 流水型ダムにおける常用洪水吐き形状と土砂の連続性に関する基礎的検討 土木学会第68回年次学術講演会、II-060 平成25年9月