

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

独立行政法人土木研究所 正会員 ○宮脇 千晴
 独立行政法人土木研究所 正会員 箱石 憲昭
 独立行政法人土木研究所 正会員 櫻井 寿之

1. 目的

土砂や生物の移動の連続性確保が貯留型ダムよりも比較的容易で、常時は貯留せず出水時のみ貯留する流水型ダムへの期待が高まっている。本論文では、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常用洪水吐き形状の影響について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（流域面積 $A=50\text{km}^2, 100\text{km}^2$ ）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、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、縦長（ $B=2\text{m}, D=2.2\text{m}$ ）・横長（ $B=8.2\text{m}, D=0.53\text{m}$ ）・中間（ $B=4\text{m}, D=1.08\text{m}$ ）の3形状の比較を調査した。洪水流入ハイドロは、土木研究所作成の「確率別降雨解析プログラム」¹⁾より確率別降雨強度平均値として求め、これから流出解析をおこない、図-2に示す流入ハイドロを求め、 Q_p は既設ダムの流量データから算出した（表-1参照）。

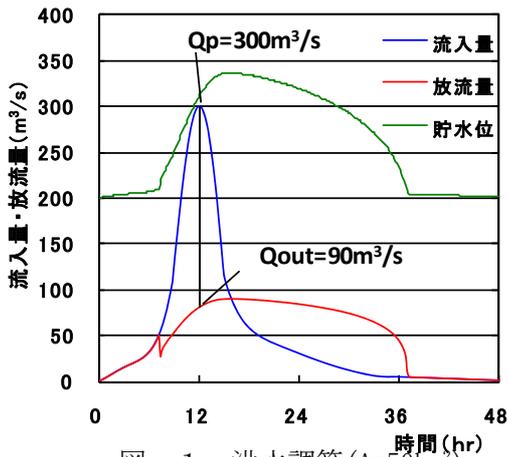


図-1 洪水調節 ($A=50\text{km}^2$)

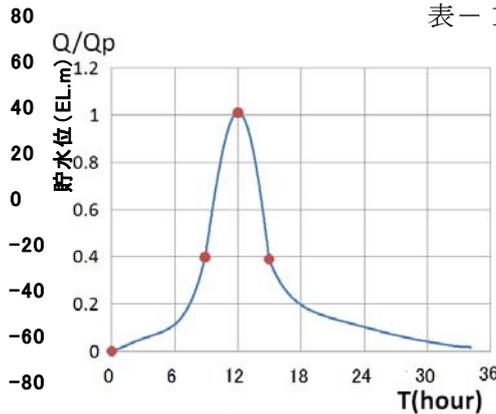


図-2 流入ハイドロ

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

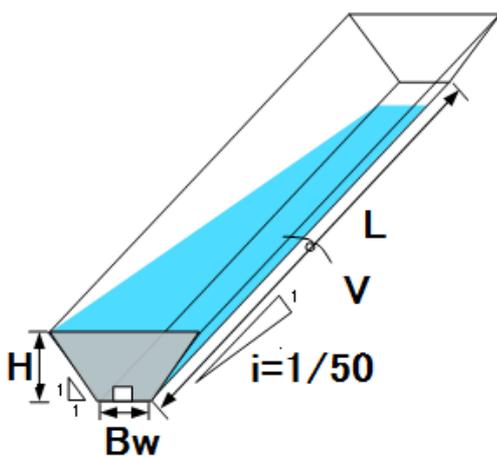


図-3 モデル貯水池

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 流水型ダム, 土砂の連続性, 常用洪水吐き, 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 (独)土木研究所水工研究グループ TEL029-879-0867 miyawaki@pwri.go.jp

貯水池上流河道条件として、河床勾配 1/50、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 ダムの比堆砂量について整理した結果、平均比堆砂量は概ね 500m³/km²/年 (520 m³/km²/年) であった。そこで、流入土砂量の多いケースについては、平均の 1.3 倍の流入土砂量 650 m³/km²/年に、流入土砂量が少ないケースについては、平均の 0.7 倍の 350 m³/km²/年とした。計算では礫 (6 粒径)、砂 (5 粒径)、シルト (3 粒径) 及び粘土 (1 粒径) 合計 15 粒径で、それぞれ流量 Qw の関数として $Q_s = \alpha Q_w^\beta$ の関係を用いた。計算条件は、表-3 に示す通りである。

表-3 計算条件

説明	単位	貯水池条件1	貯水池条件2
計算時間刻み	sec	2.5	2.5
流下方向の空間刻み幅	m	200	200
流下方向の空間メッシュ数	個	26	51
横断面の鉛直方向分割厚さ	m	0.5	0.5
横断面の鉛直方向分割数	個	200	200
交換層厚	m	0.05	0.05
マンニングの粗度係数	m ^{-1/3} ・sec	0.03	0.03
水の動粘性係数	m ² /s	0.000001	0.000001
水の密度	kg/m ³	1	1
土粒子密度	kg/m ³	2.65	2.65
空隙率(間隙率)	—	0.4	0.4

3.2 計算結果

流入土砂量が少ないケースの長期計算結果を図-4 に示す。図-4 より、確率年の大きなイベント後に土砂の堆積が見られるが、その後の中小洪水により、土砂がダム下流に流れていくことがわかった。また、流入土砂条件が大きな計算ケースでは、土砂の堆積傾向が進むものもみられる。また、今回の計算ケースでは、常用洪水吐きの形状による差は、横長がやや堆砂がたまる傾向である。

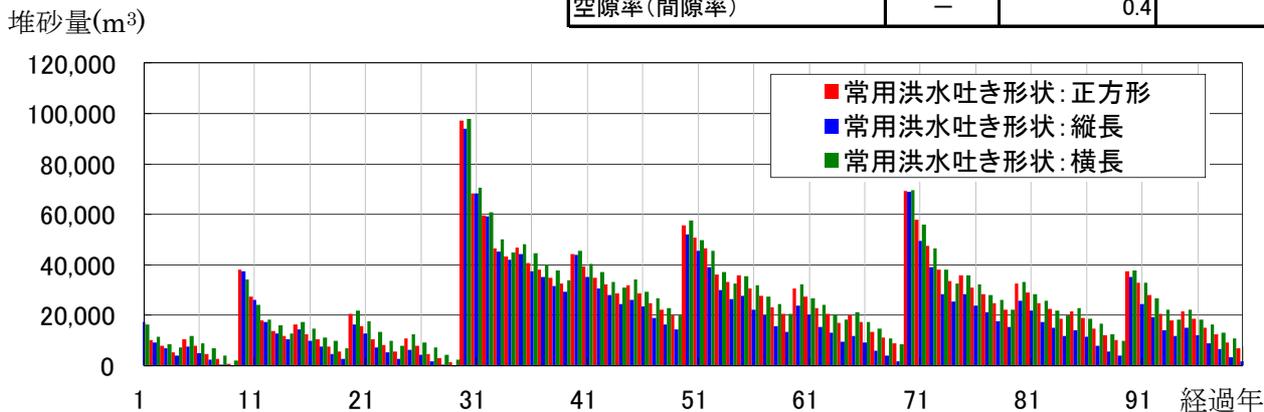


図-3 長期計算結果例 (A=50km², 流入土砂量が少ないケース)

次に、1/100 確率流量洪水期間中の堆砂の挙動をみると、図-4 に示す横長のケースが他のケースと異なり、堆砂の肩の位置が大きくダム側へ移動している。このことは、長期の検討では、土砂の移動に大きく寄与していない横長の常用洪水吐きは、流入土砂や洪水の条件によっては、土砂の連続性の観点で有効に働くことも考えられる。常時の土砂の連続性を考える場合、ダムの構造的な条件を満足して、幅を広くとることは、土砂の連続性の観点から重要であるので、今後さらに、常用洪水吐きの幅の影響について検討を進めていく必要があると考える。

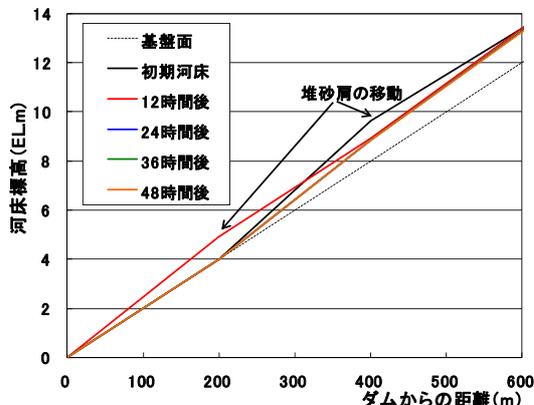


図-4 1/100 年確率洪水期間内の堆砂形状の変化