

ゲート付き流水型ダムの常用洪水吐き水路における魚道機能に関する基礎的検討

(国研) 土木研究所 正会員 ○宮脇 千晴
(国研) 土木研究所 正会員 本山 健士

(国研) 土木研究所 正会員 宮川 仁
(国研) 土木研究所 正会員 石神 孝之

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、掘り込み式減勢工を有するゲート付き流水型ダムの常用洪水吐き水路における魚道機能について、一次元河床変動計算により通過土砂量等の違いによる影響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、ダム貯水池での 100 年間の貯水池堆砂形状や流送土砂について調査し、その流送土砂を流入条件として、ダム下流区間（常用洪水吐き水路 40m ・掘り込み式減勢工 60m ・下流河道 500m ）について一次元河床変動計算を行い、各種確率洪水後の河床形状を計算し、常時（渇水流量 Q_{dr} ・平水流量 Q_c ・豊水流量 Q_h ）の魚道機能に必要な水深、流速について調査した。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（1/2 確率流量）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、この洪水調節では $A=50\text{km}^2$ の場合、常用

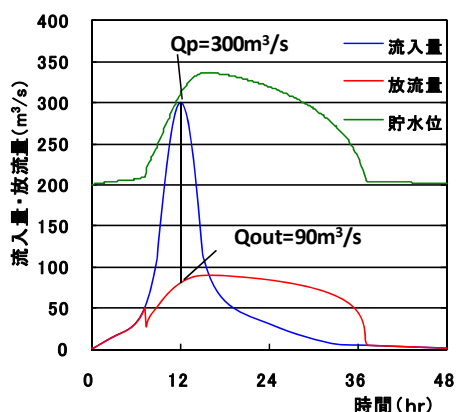


圖-1 洪水調節 ($A=50\text{km}^2$)

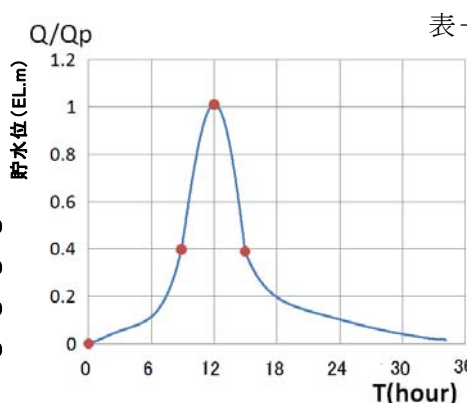


図-2 流入ハイドロ

表-1 確率年とピーク流量 Q_p

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

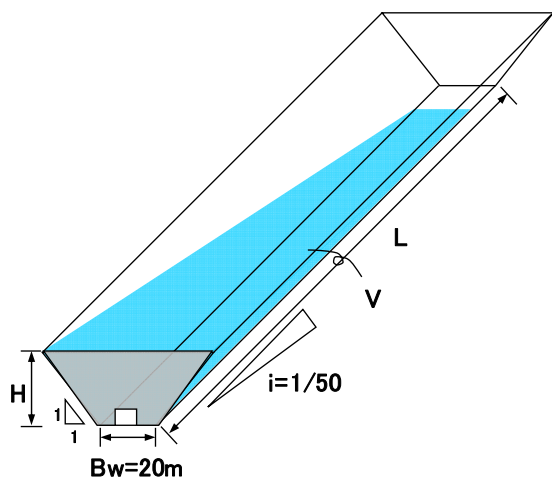


図-3 モデル貯水池 ($A=50\text{km}^2$)

表-2 100年間における洪水発生パターンと対象洪水

年	確率規模	年	確率規模	年	確率規模	年	確率規模	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	20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, 常用洪水吐き水路, 土砂の連続性, 魚道機能, 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 (国研)土木研究所水工研究グループ TEL029-879-0867 miyawaki@pwri.go.jp

洪水吐きの断面は、B=8.0m、D=0.61m となる。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 に示すとともに、表-2 に洪水発生パターンと対象洪水を示す。河道断面条件として、平均年最大流量が $51\text{m}^3/\text{s} \sim 123\text{m}^3/\text{s}$ であり、川幅 $B_w=20\text{m}$ 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 100km^2 以下の 573 ダムの平均比堆砂量 ($500\text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$) から① $350\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ 、② $500\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ および③ $650\text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ の 3 ケースと、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、流入土砂量 Q_s は、それぞれ流量 Q_w の関数として $Q_s = \alpha Q_w^\beta$ の関係を用いて実施した。計算条件は、既報¹⁾に示す通りである。

3. 2 計算結果

紙面の都合上、流域面積 50km^2 、河床勾配 1/50 の計算結果を表-3 に示す。なお、必要な魚道機能として、遡上時の鮎を対象に、水深 3cm 以上、平均流速 110cm/s 以下として、それを満足しない場合は赤字で記載した。なお、()内は土砂の堆積がない場合を示す。基本的に、全ケースで土砂の堆積がみられ、それに伴い、平均水深が増加し、平均流速も低下している。また、流入土砂量が多い場合には、他のケースに比べて常用洪水吐き水路部での流速が大きくなっており、 Q_h 時には、全て巡航速度を上回る結果となった。他の貯水池条件でも同様の結果となった。この他、図-4 に示すように、堆砂により河床は連続しており、堆砂下流端と現河床で勾配が変化しており、特に給砂量が大きくなると、この堆砂下流端位置で急勾配となり、水深は小さく、流速が大きくなる。基本的に、洪水後に土砂の堆積が見られ、全てのケースで平均流速が堆砂無しに比べて小さくなり、 Q_h 時を除き魚道機能を有している。

表-3 魚道機能への影響調査結果 ($A=50\text{km}^2$)

ケース	流入土砂量	河床形状	魚道の対象流量	平均水深(cm)		平均流速(cm/s)	
				常用洪水吐き水路	下流河道	常用洪水吐き水路	下流河道
1	多い $650\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$	1/10年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	70 (106)	50 (48)
2			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	10 (6)	5 (6)	99 (149)	70 (68)
3			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	120 (180)	85 (83)
4		1/20年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	70 (106)	50 (48)
5			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	10 (6)	5 (6)	98 (149)	70 (68)
6			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	3 (9)	7 (7)	120 (180)	85 (83)
7		1/30年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	72 (106)	50 (48)
8			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	9 (6)	5 (6)	102 (149)	70 (68)
9			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	128 (180)	85 (83)
10		1/50年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	72 (106)	50 (48)
11			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	9 (6)	5 (6)	102 (149)	70 (68)
12			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	12 (9)	7 (7)	123 (180)	85 (83)
13	平均 $500\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$	1/10年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	67 (106)	49 (48)
14			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	10 (6)	5 (6)	98 (149)	69 (68)
15			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	115 (180)	84 (83)
16		1/20年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	68 (106)	49 (48)
17			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	10 (6)	5 (6)	96 (149)	69 (68)
18			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	116 (180)	84 (83)
19		1/30年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	68 (106)	49 (48)
20			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	10 (6)	5 (6)	96 (149)	69 (68)
21			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	116 (180)	84 (83)
22		1/50年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	70 (106)	49 (48)
23			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	10 (6)	5 (6)	98 (149)	69 (68)
24			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	119 (180)	84 (83)
25	少ない $350\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$	1/10年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	69 (106)	49 (48)
26			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	9 (6)	5 (6)	97 (149)	69 (68)
27			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	118 (180)	83 (83)
28		1/20年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	69 (106)	49 (48)
29			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	10 (6)	5 (6)	98 (149)	69 (68)
30			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	118 (180)	83 (83)
31		1/30年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	69 (106)	49 (48)
32			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	9 (6)	5 (6)	98 (149)	69 (68)
33			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	118 (180)	83 (83)
34		1/50年確率洪水後	$Q_{dr}=0.32\text{m}^3/\text{s}$	6 (4)	3 (3)	70 (106)	49 (48)
35			$Q_c=0.76\text{m}^3/\text{s}$	10 (6)	5 (6)	98 (149)	69 (68)
36			$Q_h=1.23\text{m}^3/\text{s}$	13 (9)	7 (7)	118 (180)	83 (83)

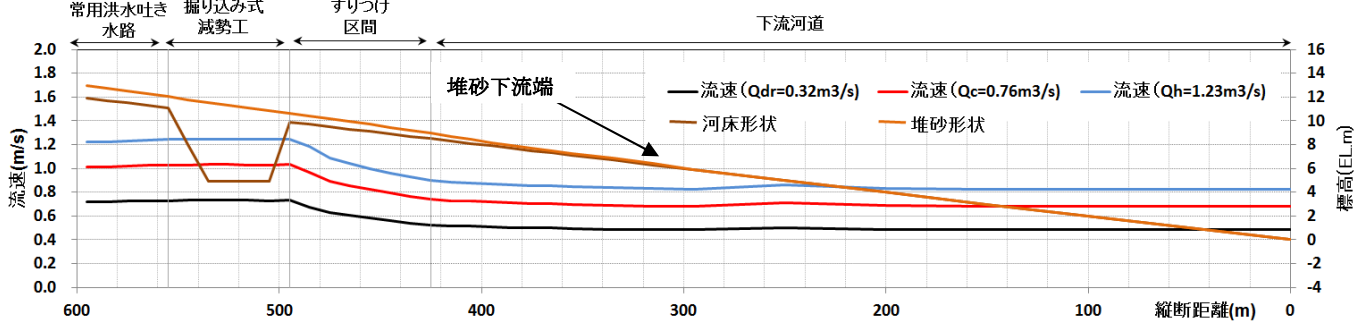


図-4 平均流速と河床形状 (ケース 10 ~ 12)

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