

流水型ダムと自然河道における土砂の連続性に関する基礎的検討

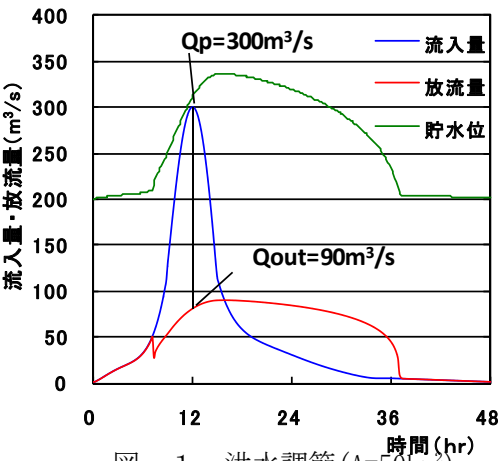
独立行政法人土木研究所 正会員 ○宮脇 千晴
独立行政法人土木研究所 正会員 宮川 仁
独立行政法人土木研究所 正会員 箱石 憲昭

1. 目的

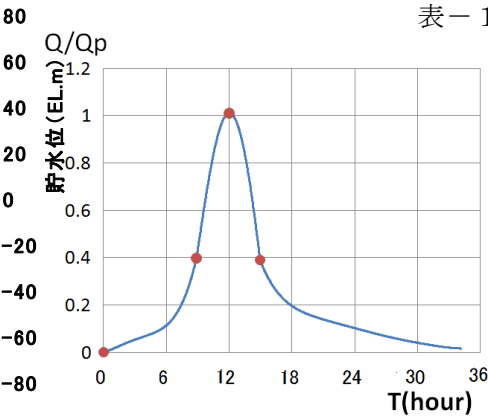
従来の貯留型ダムに比較して環境負荷が小さいと言われている流水型ダムへの期待が高まっている。本論文は、山地河道部に設置する流水型ダムの土砂の連続性について、一次元河床変動計算によりダムのない自然河道と比較した基礎的な検討結果を取りまとめたものである。

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（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、比較的土砂の流出効果の高い横長 ($B=8.2\text{m}, D=0.53\text{m}$)¹⁾ の形状と自然河道（ダム無し）との土砂の堆積状況の比較を調査した。なお、ダム無しの計算では、出発水位としては、等流水位とした。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 に示すとおりとした。



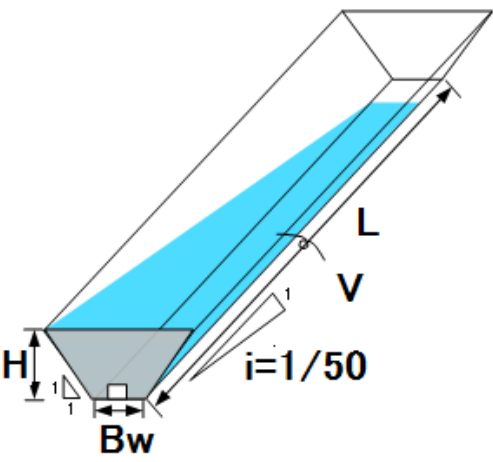
図－1 洪水調節 ($A=50\text{km}^2$)



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



図－3 モデル貯水池

表－2 100 年間における洪水発生パターン

経過年	確率規模	経過年	確率規模	経過年	確率規模	経過年	確率規模	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，自然河道，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 $B_w=20\text{m}$ 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（ $520\text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ ）から表－3 に示す 2 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 Q_w の関数として $Q_s = \alpha Q_w^\beta$ の関係を用いた。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

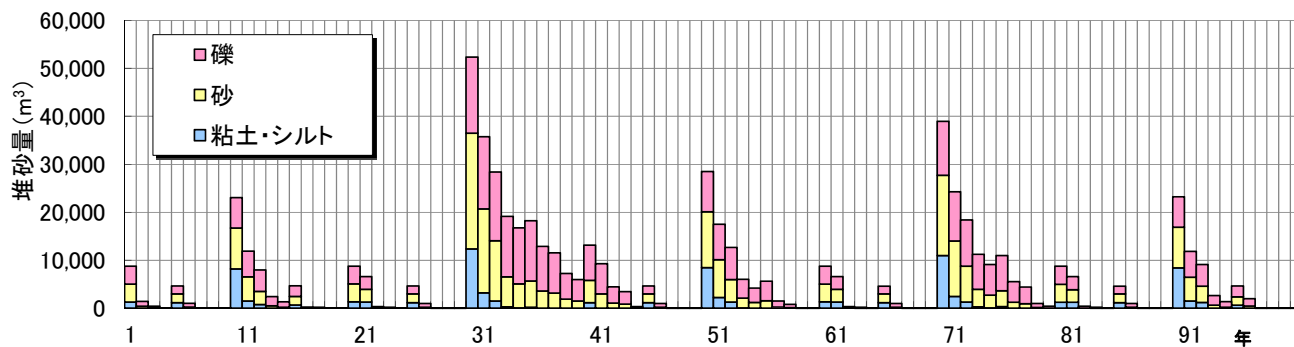
3. 2 計算結果

100 年後の堆砂量計算結果を表－3 に示す。100 年後の堆砂量は流域面積と比堆砂量に比例しており、かつ粒度条件で礫分の割合が大きいものが大きな値となっている。また、ダム無しの条件で比較的堆砂量の多い結果となったケース 5 及びケース 6 については、経過年数に比例して増加しており、その他のケースが洪水の大きさに関係なく大きな変化がないことから各洪水流量で河道として流せない土砂量を供給したことが考えられる。次に、ケース 2、ケース 3 及びケース 4 ではダム有りとダム

ケース	貯水池条件	流入土砂量条件		粒度条件	100年後の堆砂量 ダム有り (m^3)		100年後の堆砂量 ダム無し (m^3)	
		比堆砂量 ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$)	比流入土砂量 ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$)		粒度別	合計	粒度別	合計
1	貯水池条件 1	650	1073	礫15%	30,635	44,666	85	127
				砂20%	13,790		36	
				シルト・粘土65%	242		6	
2	河床勾配 1/50 流域面積 50km^2	350	1105	礫10%	14	22	21	44
				砂20%	0		15	
				シルト・粘土70%	8		7	
3	河床勾配 1/100 流域面積 100km^2	350	578	礫15%	27	30	41	53
				砂20%	0		9	
				シルト・粘土65%	3		3	
4	貯水池条件 2	650	595	礫10%	3	7	11	17
				砂20%	0		3	
				シルト・粘土70%	4		4	
5	河床勾配 1/100 流域面積 100km^2	350	578	礫15%	411,089	573,103	230,033	308,388
				砂20%	161,270		77,999	
				シルト・粘土65%	744		355	
6	貯水池条件 1	650	1105	礫10%	222,342	346,002	39,608	57,581
				砂20%	123,191		17,895	
				シルト・粘土70%	469		79	
7	河床勾配 1/100 流域面積 100km^2	350	578	礫15%	129,909	167,880	229	333
				砂20%	37,831		100	
				シルト・粘土65%	140		3	
8	貯水池条件 2	650	595	礫10%	33,957	50,034	70	113
				砂20%	15,869		39	
				シルト・粘土70%	209		4	

※堆砂量及び流入土砂量は空隙を含んだ値である。

ダム無しとほぼ同程度の堆砂量を示している。ここで、ケース 3 の堆砂量の経年変化を図－4 に示す。図－4 より、確率年の大きな洪水を調節することで、堆砂量が増加し、その後の中小洪水で土砂がダム下流に流れていくことがわかる。洪水を調節することは土砂を必ず貯めこむこととなり、貯まった土砂をこのように通過させることができるような機能設計が、流水型ダムでは求められている。今回の検討範囲では、これらのケースである程度土砂の連続性を満足できているが、満足できていない他のケースについては、経過年数に比例して土砂をため込むために堆砂量が増大している。このように土砂をため込まないように働くことが考えられる各種ファクター（洪水調節開始流量や洪水カット流量など）を考慮して、さらなる検討を実施して、感度分析などを実施する必要があると考えられる。



図－4 長期計算結果例（ケース 3）

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