

5 スリット砂防ダムの土砂調節効果

○京都大学農学部

水山高久

建設省砂防部

大久保駿

建設省立山砂防工事事務所

蒲 正之

八千代エンジニアリング（株） 井戸清雄

1. 緒 論

平時の土砂の連続性の維持、魚道の代替手段など環境保全に関連してスリット砂防ダムの建設が増加する傾向がある。スリット砂防ダムについては、単独の構造物の効果が検討されてきているが¹⁾連続する砂防ダム群の中での位置づけや、河道形状から考えた最適な建設位置などまだ十分明らかにされていない項目もある。そこでスリット砂防ダムの砂防計画、砂防施設画上的取扱いを明らかにするために主に数値シミュレーションによる検討を行った。検討対象は、立山砂防工事事務所管内の常願寺川（湯川）である。

2. 計算の手順と条件

河床変動の計算は、水面形の計算と流砂量の計算からなり、水面形は常流区域では不等流計算、射流区域では下流側の勾配を用いた等流計算によった。流砂量は掃流砂と浮遊砂として取扱い、それぞれ芦田・高橋・水山の式、芦田・道上の式を適用した。土砂は現地調査にもとづく混合砂れきとする。

流量は、昭和44年の実際の5出水をまず与え、初期河床形状を求め、その後瓶岩地点での流量が4,430 m³/sの計画規模の出水を発生させた。

給砂量は、CASE 1；上流端勾配0.012、平均粒径約6 mm、1年間の総給砂量3,736千m³、

CASE 2；上流端勾配0.05、平均粒径約10 mm、1年間の総給砂量17,265千m³、

CASE 3；上流端勾配0.05、平均粒径約46 mm、1年間の総給砂量 7,041千m³、

計画出水時の鬼ヶ城砂防ダム通過土砂量は、それぞれ1,464千m³、5,445千m³、2,049千m³である。

スリット砂防ダムのスリット形状は、スリット幅5、10、15、20 m、スリットの深さ6、10、14、18 mの組み合わせとし、スリット底の高さを河床から3 mとして、スリットは1個設けることにした。また、比較のため砂防ダムの無い場合、通常の砂防ダムの場合についても計算した。

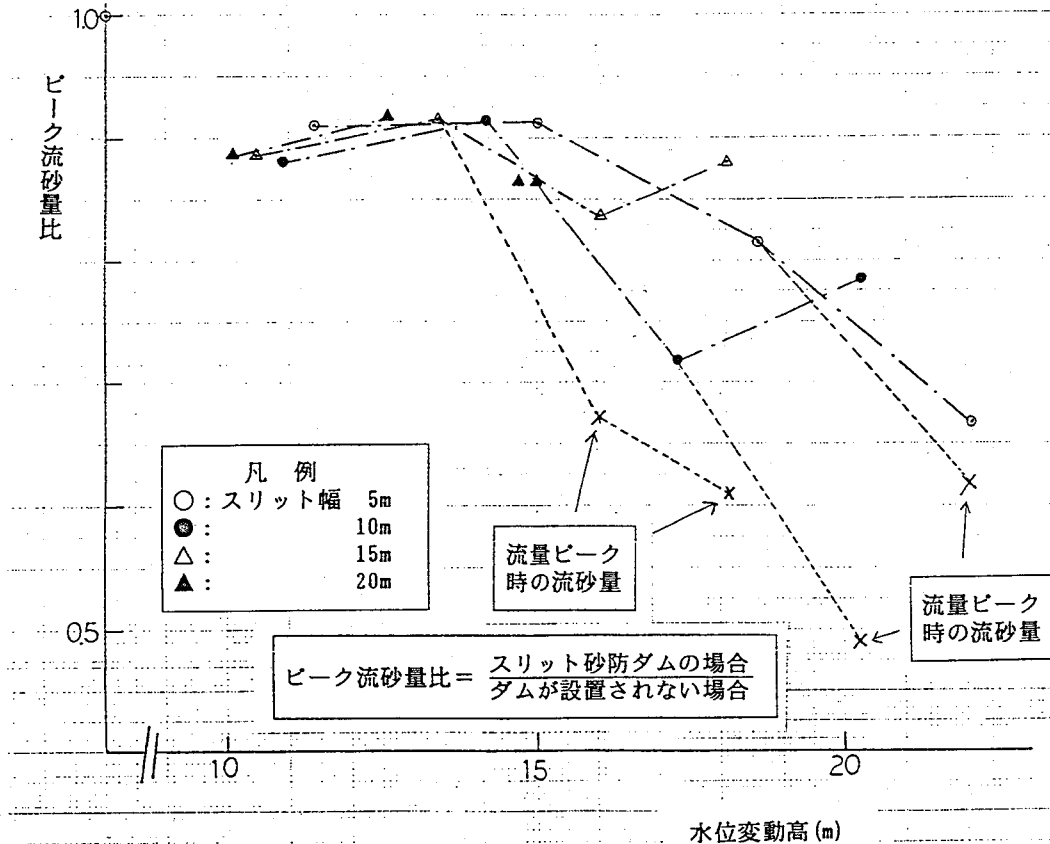
計算区間は、白岩砂防ダム下流から河口より上流1.5 km地点であるが以下の議論では瀬戸蔵砂防ダム～鬼ヶ城砂防ダム間を対象とする。

3. 計算結果と考察

3.1 スリット形状の影響

図-1にピーク流砂量のダムが無い場合のピーク流砂量に対する比を示す。スリット幅が狭いほどピーク流砂量を減少させる。深いスリットでは流量ピーク時の流砂量はスリットの深さとともに単調に減少するが、ピーク流砂量はピーク流量に遅れて発生し増加の傾向を示す。流入土砂量が多いと堆砂形状が早く平衡状態になりピーク流砂量の減少は少なくなる。

調節土砂量の観点から、計画出水前後の堆砂量の差で評価してみた。（表－１）ここでも、幅が狭くて深いスリットダムが大きな調節効果を示している。



図－１ 天鳥第２砂防ダム地点での流砂量比
（給砂条件CASE-3、平均粒径 $d_m=46\text{mm}$ ）

表－１ スリット形状による土砂収支の比較

3. 2 給砂のタイミングの影響

土砂の量と同じでもそれが出水全体に渡ってあるのか、前半なのか後半なのかタイミングによって砂防ダムの効果は大きく変化する。²⁾計画の出水について、出水の前半にのみ給砂する場合、1、000 m^3/s 以上の流量の時（ピーク流量の前後）に給砂する場合、出水後半に給砂する場合について、前節のスリット形状、給砂量に対して計算した。（総給砂量としてはほぼ等しい。）

土砂が出水の前半に来るものに対してもっともピーク流砂量を減少させる効果が大きく、次にピーク流量前後に土砂流入がある場合である。出水の後半すなわち堰上げが減るときに土砂が流入するとピーク流砂量減少効果は小さくなる。

3. 3 連続するスリット砂防ダム群の効果

既設の2基の砂防ダムは実際のスリット形状（妙寿砂防ダム；スリット幅7.5m、高さ8.5m、津之浦下流砂防ダム）を用い、それ以外に4基のスリット砂防ダム（スリットの幅；

番号	スリット部 (m)		調節土砂量 (m^3)
	高さ	幅	
①	6.0	5.0	191,280
②	10.0	5.0	290,820
③	14.0	5.0	410,760
④	18.0	5.0	447,840
⑤	6.0	10.0	197,760
⑥	10.0	10.0	229,020
⑦	14.0	10.0	315,600
⑧	18.0	10.0	324,840
⑨	6.0	15.0	197,820
⑩	10.0	15.0	205,680
⑪	14.0	15.0	289,440
⑫	18.0	15.0	290,520
⑬	6.0	20.0	197,400
⑭	10.0	20.0	199,380
⑮	14.0	20.0	201,420
⑯	18.0	20.0	201,420
⑰	6.0	通常の 砂防 ダム	213,360
⑱	10.0		178,740
⑲	14.0		230,100
⑳	18.0		269,360

10 m, 高さ10 m)を連続的に配置してその効果を調べた。表-2、3は、CASE-3の給砂条件で、初期河床から下には侵食されないとしたピーク流砂量と計画出水中の通過流砂量である。

計画出水を与える前の5出水で満砂に近い状態になることもあって、スリット砂防ダムを数多く設置してもピーク流砂量は減少せず、下流端ではかえって増加する場合もあった。出水中の総通過土砂量についても同様であった。通常型(クロズドタイプ)の砂防ダムを並べた場合は、ピーク流砂量はスリット砂防ダムと比べて最も大きくなり、総通過土砂量は最も小さくなった。量的にはほとんど変わらない結果となった。これは、河床が3 m侵食可能とした場合も侵食されないとした場合も同様であった。砂防ダムの堆砂がある程度進むと、それぞれの断面の流砂量は主にその地点の河床勾配で決まり、上流での土砂コントロールの影響をあまり受けなくなることを示している。

表-2 計画出水時最大流砂量の比較(単位; m³/sec)

地点名 ケース名	鬼ヶ城	妙寿	天鳥 第2号	天鳥	空谷 第3号	空谷 第2号	空谷	津之浦 上流	津之浦 下流	称妙川 合流前
CASE-3-C0	● 38.66	34.56	35.98	● 36.31	31.48	31.24	● 30.50	30.22	23.45	18.78
CASE-3-C1	● 38.66	34.56	35.98	● 36.31	31.48	31.24	● 30.50	30.46	○ 24.77	19.39
CASE-3-C2	● 38.66	34.56	35.98	● 36.31	31.48	31.24	● 33.97	○ 33.89	○ 24.94	19.37
CASE-3-C3	● 38.66	34.56	35.98	● 36.31	27.82	○ 28.32	● 26.48	○ 26.70	○ 26.25	20.05
CASE-3-C4	● 38.66	34.56	35.98	● 36.31	○ 29.65	○ 24.50	● 23.05	○ 23.50	○ 23.01	19.32
CASE-3-C5	● 38.66	34.06	○ 32.04	● 36.81	○ 30.00	○ 25.31	● 24.07	○ 22.94	○ 23.64	19.66
CASE-3-C6	● 38.66	○ 34.07	○ 31.58	● 36.01	○ 28.08	○ 26.05	● 24.26	○ 23.47	○ 23.71	19.50
CASE-3-C7	● 38.66	○ 34.07	35.58	● 36.60	31.36	31.15	● 30.80	30.69	○ 25.21	19.36
CASE-3-W1	● 38.66	○ 34.07	35.58	● 36.60	31.36	31.15	● 30.80	30.39	23.37	18.76
CASE-3-W2	● 38.66	○ 34.07	○ 31.58	● 39.12	32.94	32.72	● 31.01	30.67	23.50	18.61
CASE-3-W3	● 38.66	○ 34.07	○ 31.58	● 36.01	○ 28.08	28.15	● 26.08	26.09	24.06	18.44
CASE-3-W4	● 38.66	○ 34.07	○ 31.58	● 36.01	○ 28.08	○ 26.05	● 24.26	24.28	25.19	19.19
CASE-3-W5	● 38.66	○ 34.07	○ 31.58	● 36.01	○ 28.08	○ 26.05	● 24.26	○ 23.47	23.94	19.46
CASE-3-W6	● 38.66	○ 34.07	○ 31.58	● 36.01	○ 28.08	○ 26.05	● 24.26	○ 23.47	○ 23.71	19.50

*) ●:クロズドタイプ砂防ダム、○スリット砂防ダム

表-3 計画出水中の通過流砂量の比較 (単位 ; 千 m^3)

地点名 ケース名	鬼ヶ城	妙寿	天鳥 第2号	天鳥	空谷 第3号	空谷 第2号	空谷	津之浦 上流	津之浦 下流	称妙川 合流前
CASE-3-C0	● 2,144	2,021	1,877	● 1,829	1,748	1,702	● 1,575	1,552	1,428	1,398
CASE-3-C1	● 2,144	2,021	1,877	● 1,829	1,748	1,702	● 1,575	1,574	○ 1,516	1,459
CASE-3-C2	● 2,144	2,021	1,877	● 1,829	1,748	1,708	● 1,574	○ 1,574	○ 1,492	1,422
CASE-3-C3	● 2,144	2,021	1,877	● 1,829	1,596	○ 1,569	● 1,484	○ 1,486	○ 1,482	1,447
CASE-3-C4	● 2,144	2,021	1,877	● 1,829	○ 1,681	○ 1,595	● 1,447	○ 1,448	○ 1,444	1,409
CASE-3-C5	● 2,144	2,009	○ 1,941	● 1,809	○ 1,669	○ 1,587	● 1,431	○ 1,426	○ 1,427	1,392
CASE-3-C6	● 2,144	○ 2,081	○ 1,929	● 1,796	○ 1,658	○ 1,575	● 1,427	○ 1,420	○ 1,420	1,389
CASE-3-C7	● 2,144	○ 2,081	1,871	● 1,825	1,746	1,701	● 1,579	1,575	○ 1,515	1,458
CASE-3-W1	● 2,144	○ 2,081	1,871	● 1,825	1,746	1,701	● 1,579	1,552	1,426	1,395
CASE-3-W2	● 2,144	○ 2,081	○ 1,929	● 1,819	1,740	1,697	● 1,544	1,525	1,397	1,370
CASE-3-W3	● 2,144	○ 2,081	○ 1,929	● 1,796	○ 1,658	1,561	● 1,464	1,464	1,376	1,354
CASE-3-W4	● 2,144	○ 2,081	○ 1,929	● 1,796	○ 1,658	○ 1,575	● 1,427	1,427	1,411	1,390
CASE-3-W5	● 2,144	○ 2,081	○ 1,929	● 1,796	○ 1,658	○ 1,575	● 1,427	○ 1,420	1,388	1,366
CASE-3-W6	● 2,144	○ 2,081	○ 1,929	● 1,796	○ 1,658	○ 1,575	● 1,427	○ 1,420	○ 1,420	1,389

4. 結 語

スリットが狭く、深いスリット砂防ダムはピーク流砂量を減少させるが、調節土砂量としては流入土砂のタイミングにもよるがあまり期待できない。連続してスリット砂防ダムを設置しても土砂を調節する効果は期待できない。これは通常型の砂防ダムでも同様である。通常型の砂防ダムでは空容量を準備するのが最も効果的である。スリット砂防ダムについては環境上の利点もあることから設置場所、構造等についてももう少し検討を続けてみたい。検討結果からも分かるように、土砂生産源で土砂生産を抑制する砂防ダムを除けば、砂防ダムの効果は個々の砂防ダムの効果の足し算で評価することはできない。現行の砂防施設計画検討手法について改良を必要とする点である。

参考文献

- 1) 水山高久、阿部宗平、矢島重美、井戸清雄 (1990) 2次元河床変動計算のスリット砂防ダムへの適用例、砂防学会誌 42-5 pp.21-28
- 2) 大久保駿、福井則八、水山高久、菅崎円 (1988) 砂防ダムの土砂災害防止効果の解析例、砂防学会誌 41-4, pp.21-25