

武蔵由育 (八千代エンジニアリング(株))

水山高久 (京都大学大学院農学研究科)

藤田正治 (京都大学大学院農学研究科)

1. はじめに

環境への配慮やより効果的な土砂調節効果への期待から、透過型砂防ダムが多く用いられるようになってきている。これまでに1基の透過型砂防ダムの効果については様々な検討が為されているが、連続して設置された透過型砂防ダムの効果については十分明らかではない。不透過型砂防ダムで土砂を完全に止める場合は貯砂容量の和によってその機能が評価されてきたが、透過型砂防ダムによる土砂調節効果は単純な評価が出来ない。そこで数値計算によって連続する砂防ダムの土砂流出調節効果の評価を試みた。

2. 計算法

本研究では、河幅 25m 勾配 0.05 の河川に 250m ごとにダムを3基設置したと仮定して計算した。設置するダムには堰の中央に幅 3.2m の鉛直なスリットを設けた鉛直スリットダムと、堰の底部に高さ 30cm の水平なスリットを設けた水平オープンダムを想定した。

計算法には、差分法の一種のマッコーマック法による、長方形断面一次元河床変動計算法を用いて行った。流砂量式には芦田・道上式を用いた。

上流端に 5~30m³/sec の範囲のハイドログラフと、その流量と元河床の勾配に対する平衡流砂量を与えた。下流端には堰直上部の水深 h_s を与えた。 h_s は以下の式から求めた。

$$\text{水平オープンダム} \quad Q = C_h B a \sqrt{2gh_s}$$

$$\text{鉛直スリットダム} \quad Q = \frac{2}{3} C_v b \sqrt{2gh_s}^{\frac{3}{2}}$$

但し、流量係数 C_h , C_v は $C_h=0.6$, $C_v=0.67$ とした。

また、ダムのスリット付近での流れの影響を考慮して、水平オープンダムではダムより h_s の2倍の範囲、鉛直スリットダムでは3倍の範囲で流砂量が等しいと仮定した。

河床材料は一樣粒径で 10cm とし、元の河床の条件として移動床と固定床の2通りを設定した。固定床の場合は、アーミングなどの影響で洗掘されにくい河道を想定したもので、河床が元河床より低くなると流砂量が0になると仮定した。

さらに、混合粒径で移動床の場合について計算した。この場合の河床材料の粒度分布は Table 1 に示す通りである。混合粒径では粒径別の土砂の連続式を用いて粒度分布の変化を計算した。

Table. 1 粒度分布

i	1	2	3	4	5	6
粒径 d_i (mm)	6.7	30.7	64.0	100.	180.	345.
割合 f_{ϕ_i}	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1

3. 一樣砂の場合の計算結果

Fig.1 にハイドログラフと流入土砂、各ダムからの土砂流出を示す。水平オープンダムでは流量ピーク時に土砂流出を0に抑えるのに対し、鉛直スリットダムでは洪水の全般にわたって土砂流出を減少させるという傾向の違いが現れた。

Fig.1 で固定床の場合は、2基目、3基目のダムでそれぞれ1基前のダムより流出土砂流量を抑える効果が表れているのに対し、移動床の場合は3基目のダムからの流出量が2基目のダムからの流出量と殆ど変わらない結果となった。

Fig.2 に水平オープンダムで計算した場合の21時間後の河床形状を示す。移動床の場合1基目と2基目のダムの直下流部で侵食された土砂が、殆ど同じ形状で2基目、3基目のダム上流部に堆積されるため、流量減少過程でも同様に侵食されて流出量に変化が無い結果となった。これに対し固定床の場合には1基目のダムから土砂が流出されるまで2基目のダムは空のままなので、下流側にあるダムの効果が発揮された。

以上の様に、移動床の場合は上流から流出してくる土砂を1つ目のダムで止めても下流の河道の土砂が移動するため、ダムを連続させて設置する効果が無かった。固定床の場合には上流側のダムから順に土砂が堆積され、ダムを連続させる効果があった。

4. 混合粒径の場合の計算結果

3.で述べた様に、元の河道が洗掘されることにより流下する土砂が連続するダムの効果に影響する。混合粒径の場合は、アーマーコートによって洗掘されにくくなるのが連続するダムの効果に影響すると予測されることから、混合粒径で移動床の場合の計算を行った。

計算結果の土砂の流出入を Fig.3 に示し、Fig.4 に21時間後の河床形状と河床の粒度分布を示す。

混合粒径の計算では一樣砂の場合より流砂量が小さくなったため、流入・流出ともにやや少なくなっ

た。Fig.4 では洗掘された部分で粒径の大きい土砂の割合が多くなりアーマーコートの状態が再現されている。しかし、全体的な傾向は一様砂の移動床の場合と殆ど変化が無かった。

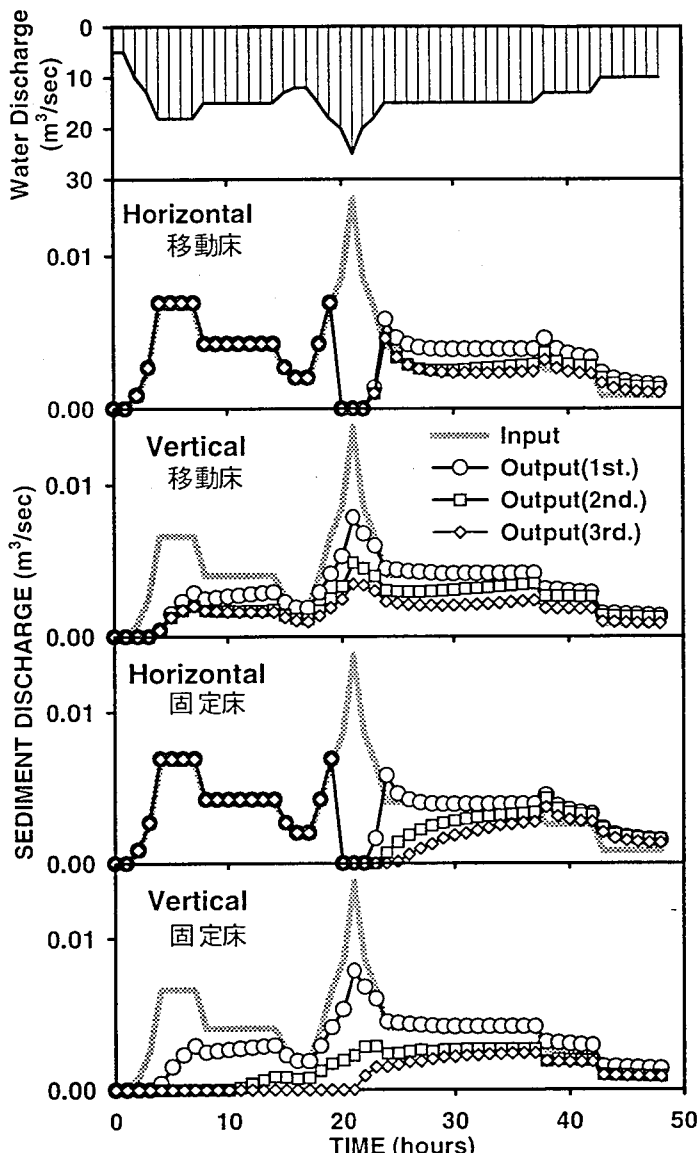


Fig.1 ハイドログラフと土砂の流入・流出

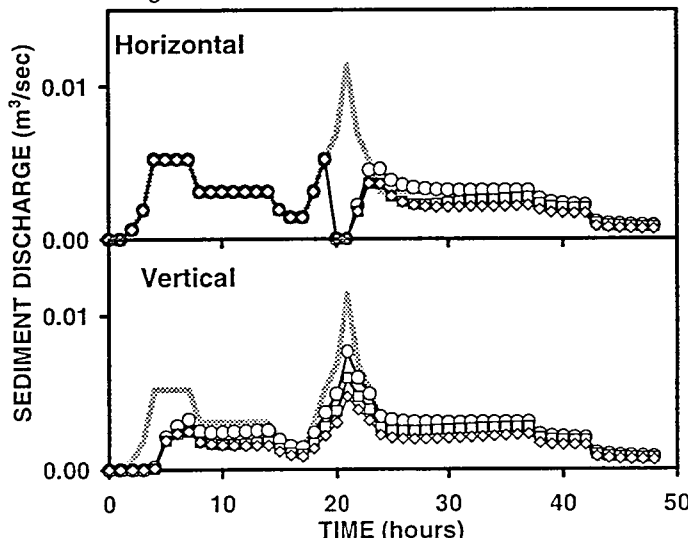


Fig.3 土砂の流出入

ここではアーマーコートの流砂量に与える影響があまり小さくなく、一様砂の場合と変わらない結果となったが、さらに洗掘されアーマーコートが進む場合や河床に大粒径の土砂が含まれる場合は洗掘が止まり下流のダムの効果が見れることも考えられる。

5.おわりに

以上の計算結果から、元河床が固定床の場合はダムを連続させて設置する効果があるが、移動床の場合は砂防ダムを連続させて設置してもあまり効果が無いことがわかった。砂防ダムの効果について検討する上では、河道の状況に十分注意する必要がある。

参考文献

1. 藤田正治:砂防ダムの堆砂計算法 (その1), 砂防学会誌, Vol.51, No.1, pp.72~77, 1998.
2. 藤田正治:砂防ダムの堆砂計算法 (その2), 砂防学会誌, Vol.51, No.2, p.64~69, 1998.
3. 大久保駿, 水山高久, 蒲正之, 井戸清雄:連続するスリット砂防ダムの土砂調節効果, 砂防学会誌, Vol.50, No.2, p.14~19, 1997.
4. 藤田正治, 水山高久, 武蔵由育:水平オープン型砂防ダムの機能, 水工学論文集, 第42巻, p.931~936, 1998

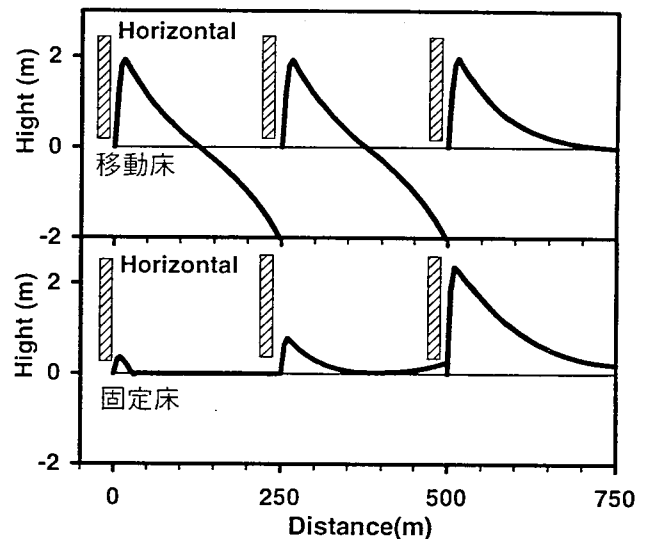


Fig.2 河床形状

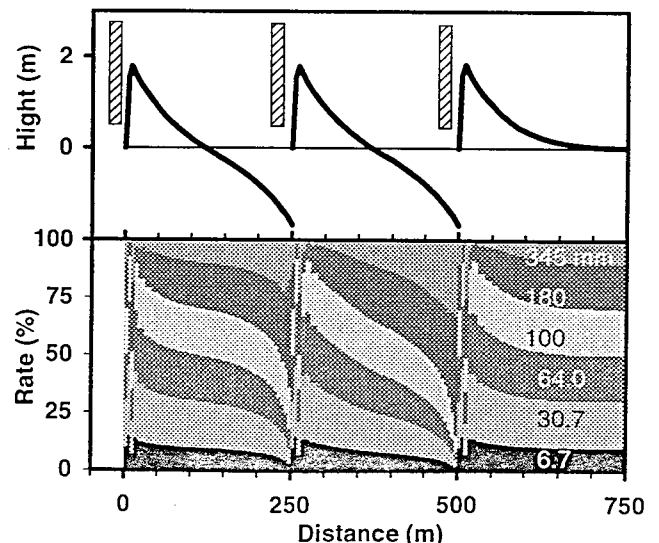


Fig.4 河床形状と粒度分布