

51 シミュレーションによるゲート付砂防ダムの効果検討

建設省土木研究所 ○井良沢道也、水山 高久、福本 晃久

1. はじめに

砂防ダムにおいて平時の無害な土砂は堆砂させずに下流に流し、多量の土砂が流出する出水時には堆積させ、出水の後半及びその後の出水で土砂を流下させる機能を高めるために大暗渠やスリットを有する砂防ダムなどの工夫を行ってきた。しかしこの種のダムは出水の後半に大量の土砂が流出して下流河道に急激に堆積したり、堆砂した土砂が突発的に流出する現象がみられる。この欠点を解消する方法としてスリット部にゲートを設け、流出土砂のコントロールをゲートの開閉により行い、土砂調節機能を確実にし、かつ増大させる方法が検討されている¹⁾²⁾。ここでは、ゲート付砂防ダムを実際の流域に適用し、一次元河床変動計算によりその効果について他の形式の砂防ダムと比較検討した。

2. 計算条件と計算ケース

常願寺川をモデルとして計算を実行した。計算の対象範囲は常願寺川本川と称名川の合流点にある瀬戸蔵砂防ダム（河口より31.8km）から河口までの区間である（図-1）。ここでは本宮砂防ダム地点においてダムタイプを表-1の通り仮定し計算を行った。スリットの深さは本宮砂防ダムの構造上可能な限り大きくとり14mとした。砂防ダムのタイプによる差異は、個別の水位-流量曲線を用いることによりダム地点の水位に反映される。又、ゲートの操作方法は、次の2種類を設定した。① 洪水期（7月～9月）はゲートを閉め、その他の期間は開放する（期間別操作）。② 瓶岩地点（横江砂防ダム上流）の流量が $300\text{ m}^3/\text{s}$ 以上はゲートを閉め、 $300\text{ m}^3/\text{s}$ 未満ではゲートを開放する（流量別操作）。

河床変動計算は掃流力を求める流水の運動方程式、流砂量を求める流砂量式、河床変動量を求める流砂の連続式を解くことによって行う。流砂の形態としては、掃流砂、浮遊砂を取り扱う。掃流砂、浮遊砂については、それぞれ芦田・高橋・水山式及び芦田・道上式を用いた。

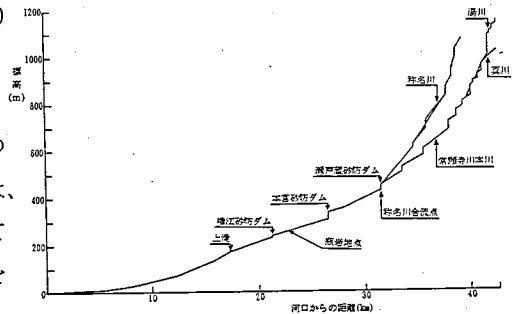


図-1 常願寺川断面図

表-1 計算ケース

ケース名	本宮砂防ダムの条件	流量条件	スリットの幅	ゲートの操作方法
CASE-1	砂防ダム無し	昭和42～45, 53年		
CASE-2	通常の砂防ダム	●		
CASE-3	スリットダム	●	30m	
CASE-4	ゲート付砂防ダム	●	30m	洪水期にゲート閉
CASE-5	砂防ダム無し	昭和58～62年		
CASE-6	通常の砂防ダム	●		
CASE-7	スリットダム	●	30m	
CASE-8	ゲート付砂防ダム	●	30m	洪水期にゲート閉
CASE-9	ゲート付砂防ダム	●	30m	$300\text{ m}^3/\text{s}$ 以上の出水にゲート閉
CASE-10	スリットダム	●	30m	
CASE-11	ゲート付砂防ダム	●	30m	洪水期にゲート閉
CASE-12	ゲート付砂防ダム	●	30m	$300\text{ m}^3/\text{s}$ 以上の出水にゲート閉

2.1 河道断面のモデル化

計算に用いる河道断面は実測横断面図を参考に台形を組み合わせた形状にモデル化した。横江砂防ダム上流では200mの間隔、横江砂防ダム下流では500mの間隔とした。

2.2 河床材料データ

河床材料データについては、河床材料調査資料から常願寺川を4区間に分け、その平均的な粒度分布を各

区間の初期河床材料の粒度分布とした。

2.3 流量データと流量配分

計算の対象とする流量は、次の2期間のデータを用いることとした。

- ・昭和42年から45年及び53年（過去に大災害があった昭和44年を中心とした5年間）
- ・昭和58年から62年（比較的中小出水の多い5年間）

流量は、流域面積により配分した。また、計算時間刻みは、流量範囲ごとに設定した。

2.4 給砂条件

現地の河道の土砂流送能力にみあう土砂を上流端に供給した。

3. 計算結果

3.1 洪水時の流砂量及び河床変動高の経時変化

図-2及び図-3は、本宮砂防ダムにおける洪水時の流砂量と、河口より8.4 km地点（勾配変化点）における河床変動高の経時変化を代表的な出水について比較したものである。昭和44年8月11日の洪水を見るとゲート付砂防ダムの場合、洪水の初期には満砂しておらず、流砂量は0で洪水途中で満砂する。以降は土砂

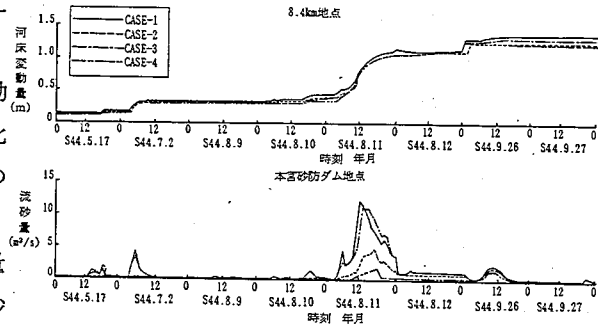


図-2 洪水時の流砂量及び河床変動の経時変化(CASE 1~4)

の流出は見られるものの、土砂流出のピークの低減及びピークを時間的に遅らせる（遅延）効果がみられ、他のタイプの砂防ダムに比べ土砂流出を捕捉する効果は大きいとい

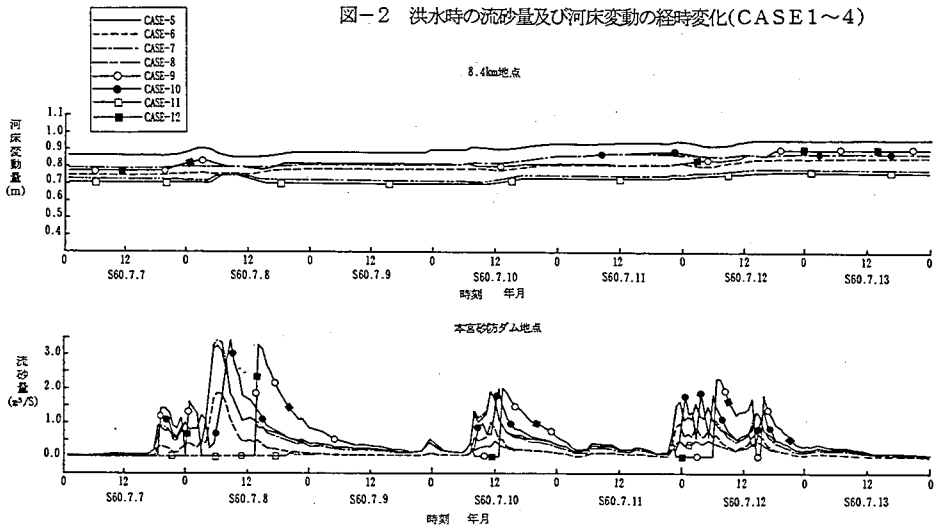


図-3 洪水時の流砂量及び河床変動の経時変化(CASE 5~12)

える。さらにゲート付砂防ダムは、土砂を捕捉するだけでなく、8月11日出水より規模の小さい同年の9月26日出水においてはゲートを開放しており、ダム無しに近い土砂量を流下させている。スリットタイプのCASE-3はスリット幅が30mと広く、十分なせき上げ効果が発揮されないため流砂量の低減効果は小さい。昭和60年7月8日の洪水ではスリット幅を10mにしたCASE-10はスリット幅30mのCAS

E-7に比べ流砂量のピークを時間的に遅らせている。ゲート付砂防ダムの場合、期間別の操作のケース(CASE-8、11)は7月8日の出水時に空き容量があるため全量を貯砂しているが、7月12日以降の出水では土砂が流出しており、洪水期に何度か出水があると土砂を捕捉する効果が低下していく。流量別に操作したケース(CASE-9、12)では300m³/secを越える出水期間中は全量貯砂しているため流砂量は0となっている。出水後半で洪水流量300m³/secを下回ると、ゲートを開けるため土砂がフラッシュされ、流砂量は急に増大する。実際の操作では、ゲートを徐々に開けることにより出水後半の流砂量の波形をよりフラットにできるものと考えられる。また、より小さい流量でゲートを開ける方法も考えられる。しかし、ゲート付砂防ダムはいずれの操作方法とも流砂量の捕捉効果は他の砂防ダムタイプより大きい。なお、当然のことながらゲート付き砂防ダムのゲートの幅による流砂量の違いは小さい。図-2に示すように昭和44年出水時の本川8.4km地点における河床変動量はゲート付砂防ダムが最も河床上昇をおさえているが、3.3で述べるように本宮砂防ダムから横江砂防ダム間で自然調節される土砂量が多いことと、常願寺川下流の河道内の堆積域が広いいため顕著な差は現れていない。

3.2 本宮砂防ダム上流の河床変動高の経月変化

図-4及び5に本宮砂防ダム上下流の断面の月単位の河床変動高の変化を示す。期間別に操作するゲート付砂防ダムの場合(CASE-4、8、11)は河床変動高の変化が激しく、出水期に土砂を貯め、非出水期に土砂をフラッシュしている状況が示されている。特に、昭和58～62年の流量時系列では、計算対象とした洪水は9洪水であり、しかも各年に散らばっているため顕著である。流量別に操作する場合(CASE-9、12)は、各洪水ごとに貯砂、排砂が繰り返されるため、絶えず調節空間が確保され、経月変化をみると変動量はなめらかである。したがって大出水に対しては土砂を調節する容量が期間別操作に比べ多いといえる。このようにゲート付砂防ダムは排砂によって貯砂容量が復元され、通常の砂防ダムに比べより多くの土砂捕捉量をもつことになる。

砂防ダム直下流をみると通常の砂防ダムでは洗掘されると以降の出水ではほとんど復元されていない。これは、計算期間中において、縦断的に堆砂傾向が続いているため、初期の出水で一旦洗掘されたものが復元されないものと考えられる。一方、ゲート付砂防ダム及びブスリット砂防ダムでは、洗掘された河床が再び回復している。流量別に操作するケースは洪水ごとに洗掘、復元されるため、洗掘されたままの期間が短く最も変動量が少ない。

3.3 累加流砂量の変化

図-6及び7は、各地点を通過した流

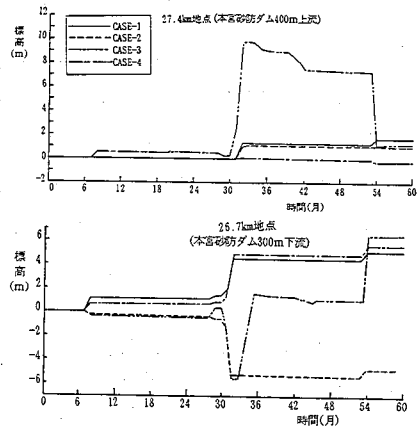


図-4 本宮砂防ダム地点と下流の河床変動高の経月変化(CASE1～4)

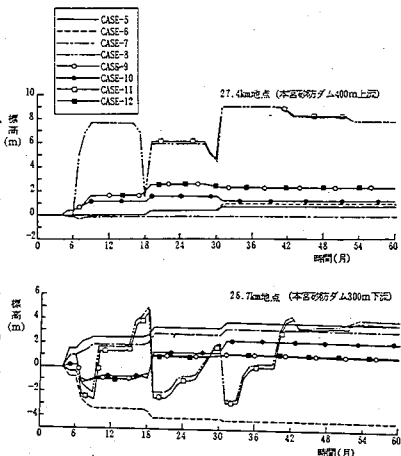


図-5 本宮砂防ダム地点と下流の河床変動高の経月変化(CASE5～12)

砂量を経時的に累加し、5年後の累加値を縦断的に比較したものである。当然、本宮砂防ダムがなかった場合（CASE-1、5）が最も流砂量が多い。しかし、本宮砂防ダムから横江砂防ダム間で自然調節されるため流砂量が減少し、横江砂防ダム下流では各ケースによる流砂量の差は顕著でない。現況の砂防ダム（CASE-2、6）は本宮砂防ダム地点では計算ケースの中で最も緩勾配になるため、流砂量が最も小さくなるが、ダム下流では洗掘され、期間別に操作を行うゲート付砂防ダム（CASE-4、8、11）よりも流砂量が大きくなっている。ゲート付砂防ダムの操作方法による差異をみると流量別による操作（CASE-9、12）の方が期間別による操作（CASE-8、11）より頻りに貯砂・排砂を繰り返すため累加流砂量は大きくなっている。

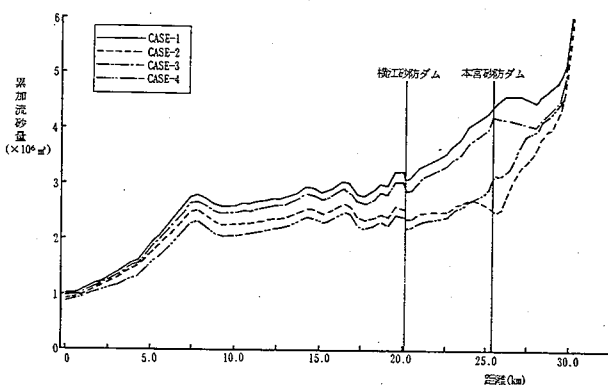


図-6 累加流砂量の縦断変化の比較(CASE 1~4)

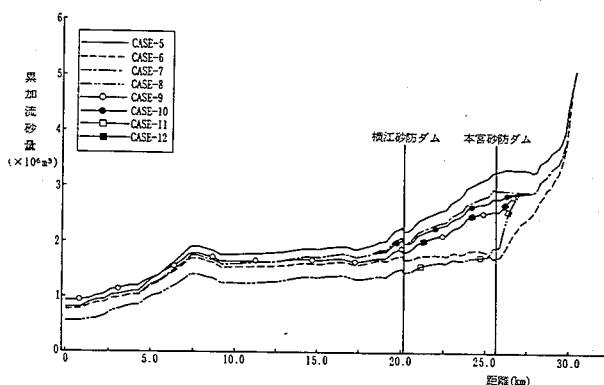


図-7 累加流砂量の縦断変化の比較(CASE 5~12)

4. 今後の課題

常願寺川にゲート付砂防ダムを設置したと仮定し、河床変動計算によりその効果を検討した結果、砂防ダムにゲートを設け人為的な操作を行うことによって、大出水時に流出土砂を捕捉し、中小出水あるいは洪水の後半に堆砂した土砂を流下させる効果が通常の砂防ダム及びスリット砂防ダムに比べて大きくできることがわかった。また、ゲート付砂防ダムの土砂調節効果は、ゲート操作の方法により変し、流量毎に操作する方法の方が大出水に備えて常に容量を確保しておくことができる。今後さらに異なる流域にも適用しゲート付砂防ダムの操作方法、砂防計画上の位置付けを検討していきたい。また流域全体の土砂管理を展開していく上でゲート付砂防ダムの果たす役割は大きいと考えられ、こうした面からの検討も行っていきたい。河床変動計算については、八千代エンジニアリング㈱の井戸清雄氏の協力を得た。ここに感謝いたします。

参考文献

- 1) 市村 清：砂防ダムにおけるゲート排砂について、昭和62年度砂防学会研究発表会概要集、砂防学会、PP196~199、昭和 62年 5月
- 2) 矢島重美、水山高久、阿部宗平；ゲートを有する砂防ダムの構造、平成元年度砂防学会研究発表会概要集、砂防学会、PP155~116、平成元年 5月