

バワカラエン山崩壊による土砂流出に対するビリビリダムの砂防ダムとしての効果評価

株式会社ハイドロソフト技術研究所

山崎祐介

京都大学大学院農学研究科

Laurentia DHANIO 水山高久

立命館大学理工学部都市システム工学科

里深好文

1 はじめに

東部インドネシア、南スラウェシ州マカッサル市近郊のビリビリダムは多目的ダムとして建設されたが、2004年3月のバワカラエン山崩壊により生じた土砂の流入により堆砂が進み、現地ではダム建設が不適切であったのではないかという批判も起こっている。しかし、ビリビリダムが無ければ、崩壊後流出した土砂が下流の平坦なマカッサル市をはじめとする地域に深刻な洪水災害を引き起こしたことは十分に考えられる。そこで本稿では、ビリビリダムが無かった場合を想定して、ダムに堆積している土砂量を流下させ、1次元河床変動計算により河床上昇、2次元氾濫計算により氾濫領域を算出し、ビリビリダムが砂防ダムとして発揮している効果を評価する。

2 計算条件

2.1 計算対象領域

ジェネベラン川の河口からビリビリダム下流までの約31kmにおいて行った。

2.2 1次元河床変動計算

2.2.1 河床条件

河床高はSRTMから河道をトレースして取得した。

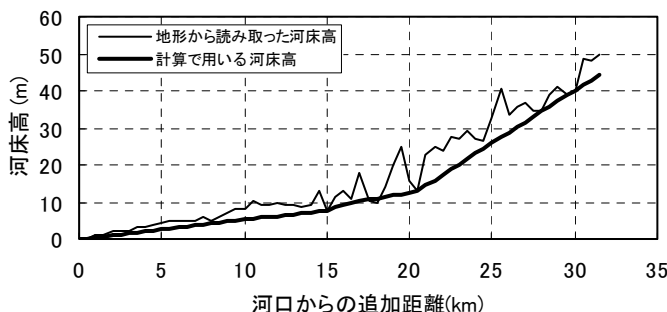


図-1 河床の縦断形状

河道の中心線及び河道幅は GoogleEarth により計測した。SRTM から読み取った値はグリッドに平均化

されているため、河床高や河岸高を精巧に表現し得ない。そのため、計算に用いる河床高は、図-1 のように周囲より低い標高点を選び、内挿補完して与えた。計算断面形状は矩形とした。

2.2.2 流量、土砂量および境界条件

流量は2004年4月1日から1年間のハイドログラフを20年間繰り返し与えた。この期間の最大流量は、 $393.7\text{m}^3/\text{s}$ であり、そのときの潮位は 0.908m であった。上流端勾配は、ビリビリダムの上流4.6km区間の勾配を与えた(CTI Engineering, 2006)。上流端粗度係数は 0.045 、流れは等流として与えた。供給土砂の粒度構成については、ダム地点では細粒成分が流脱しているため、上流にある細粒成分を多く含む地点の粒度分布から細粒成分を抽出して、ダム地点の粒度分布に加えたものを計算に用いた。下流端は河口より沖1kmとし、水位にはマカッサルの日平均潮位を与えた。

2.3 2次元氾濫計算

2.3.1 流量

1次元河床変動計算に用いた1年で、最も大きかった日平均流量である $393.7\text{m}^3/\text{s}$ と観測期間中(1999-2005)の最大日平均流量の $687.0\text{m}^3/\text{s}$ (CTI Engineering, 2006)について行った。

2.3.2 地形モデル

氾濫計算は、非構造格子を用いた有限体積法によるモデル(中川ら, 2001)により行なった。メッシュは、河道で一辺100m程度、河道から最も離れた境界では1000m程度である。ビリビリダムからの流出土砂が河道を閉塞することを想定し、河道をすべて埋めた状態の地形をSRTMにより作成し、計算に用いた。

3 結果とまとめ

図-2、3 に 1 次元河床変動計算による通過土砂量及び河床高を示す。20 年間で流出する土砂量は、20 10^6m^3 以上となった。これは、崩壊から 1 年後のダムの堆砂量と同量である(CTI Engineering, 2006)。20 年後の河床上昇は、勾配が緩く変化する 20km 地点で最も大きくなり、10m となった。

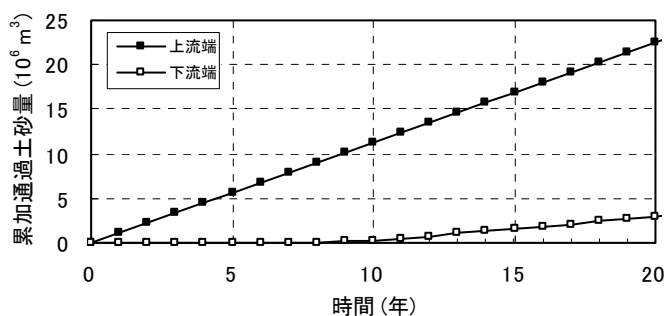


図-2 20 年後までの通過土砂量

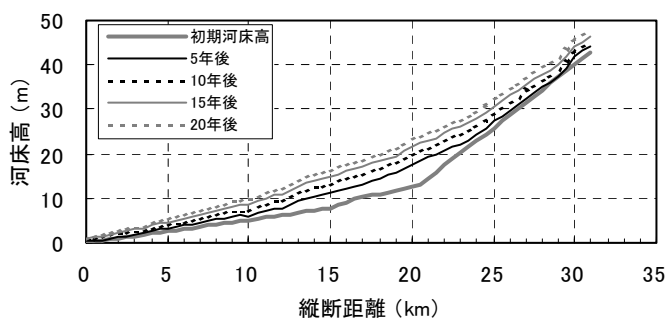


図-3 20 年後までの河床高変化

図-4、5 に年最大日平均流量、期間最大流量の氾濫計算結果を示す。両ケースとも氾濫水は上流で左岸へ流出し、隣の支川に沿って灌漑農地に浸水して本川に戻った。期間最大流量の場合は下流において、両岸に広く氾濫し、マカッサルまで到達した。年最大流量では、氾濫面積は 44.7km^2 、期間最大では 68.7km^2 程度であった。

崩壊後のたった 1 年間にダムに堆砂した土砂が 20 年で下流の河床を最大 10m 上昇させる結果となった。また、この土砂量は現況地形の河道幅と河床高から推測すれば、現況河道を満たし得る量である。用いた流量データは日平均値であったが、ピーク時の流量はさらに大きいため、時間平均データを用いた場合には、さらに広い範囲で氾濫することが容易に想

像される。

以上より、ビリビリダムは、大規模な砂防ダムとして、土砂流出を防止し、河床上昇と、それに起因する氾濫を抑止していると言える。

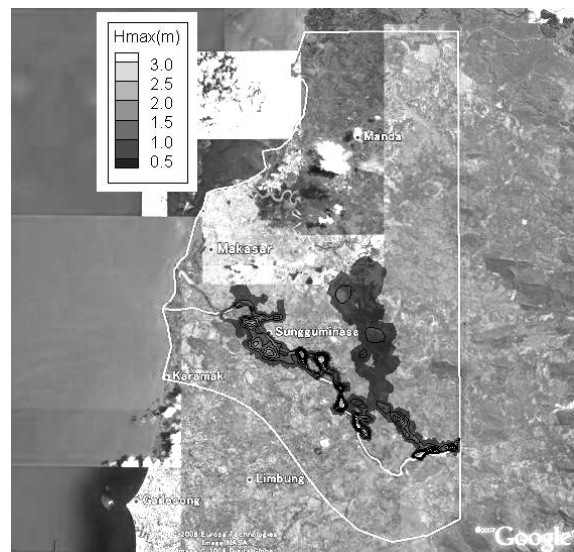


図-4 $393.7\text{m}^3/\text{s}$ を与えた氾濫水深

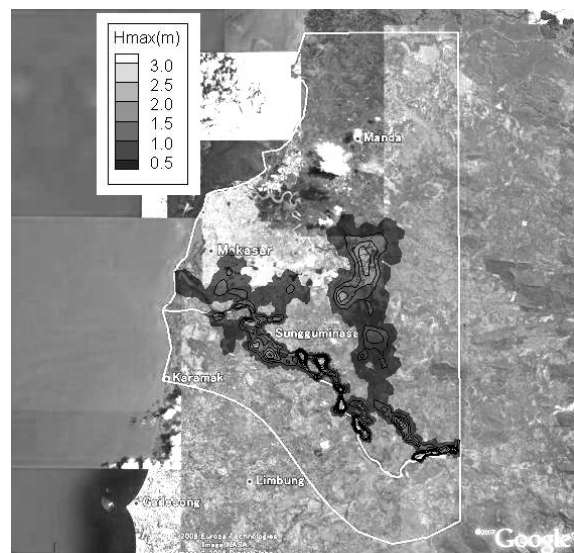


図-5 $687.0\text{m}^3/\text{s}$ を与えた氾濫水深

参考文献

- 中川 一・高橋 保・里深好文・川池健司 (2001) : 1999 年ベネズエラのカムリグランデ流域で発生した土砂災害について、京大防災研究所年報、第 44 号, p.207-228
- CTI Engineering. (2006): Report on Urgent Survey for Consulting Engineering Services of Bawakaraeng Urgent Sediment Control Project, Ministry of Public Works, Indonesia