

天然ダム決壊に伴う流れと河床変動の数値解析

(株)創和
鳥取大学
鳥取大学工学部

正会員
フェロー
正会員

○砂田 哲也
道上 正規
檜谷 治

1. はじめに

集中豪雨などによって山腹の土砂崩壊が発生すると、その崩壊土砂はしばしば河川を堰き止め、河道上に天然ダムを形成することがある。そして、形成された天然ダムの決壊は、下流における洪水災害を大きくさせる原因となっている。本研究では、天然ダム決壊に伴う洪水災害の危険性を予測するため、河川の形状、天然ダムの形状、流量などの諸条件を想定したモデルで数値解析を行った。

2. 計算方法

(1) 実際の現象とモデル化

モデル計算にあたって、山腹の土砂崩壊により、大量の土砂が河川に流入し天然ダムを形成した場合を想定する。この場合、実際の現象として一般的に、天然ダムの天端高は横断方向に必ずしも一定ではなく、堤体下流側法面上に水みちが形成され、拡大しながら堤体を侵食し、破壊に至る過程が予想される。しかし、従来の研究¹⁾において、天然ダムの侵食に水みちの影響はほとんどないことが証明されている。そこで、従来の一次元 MacCormack 法²⁾を用いて、天然ダムの破壊に関するモデル計算を行った。

(2) 計算に用いた仮定

天然ダムが河道上に形成された状態の河床形状を初期河床とし、初期流れの計算を行った。そして、得られた水面形を初期条件として流れおよび河床変動の計算を行った。計算に用いた諸係数をまとめて表1に示す。河床変動計算では、天然ダムの天端高は河川内の堆積高さを横断方向に平均したものと仮定し、横断方向に一定とする。また、流れが越流するまでの天然ダムの水みち侵食は考慮せず、流れが越流した時点から河床変動すなわち天然ダムの破壊が始まると仮定する。

3. 河川形状、ダム形状の影響に着目した計算

(1) 計算条件

河川形状、ダム形状について、崩壊土砂の河川流入量が2万m³の場合を想定し、側岸勾配、河床勾配、天端幅、天端高に関する計算条件を設定して、それぞれのケースについて流量を変えて計

表1 計算に用いた諸係数

計算区間距離(km)	6.3
流下方向メッシュ間隔Δx	基本的に 25m 天然ダム付近は 4.5~10m
Δt(sec)	0.1
粗度係数 n	0.03
人工粘性係数	流れ 8.0 河床変動 0.5

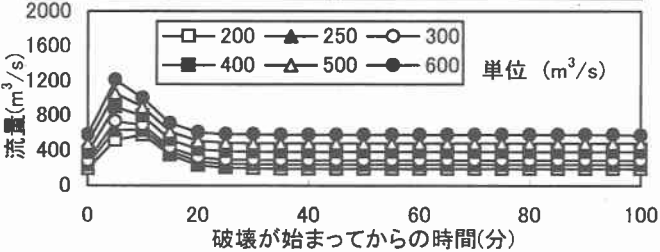


図1 Case1、天然ダムより1.6km下流の流量変化

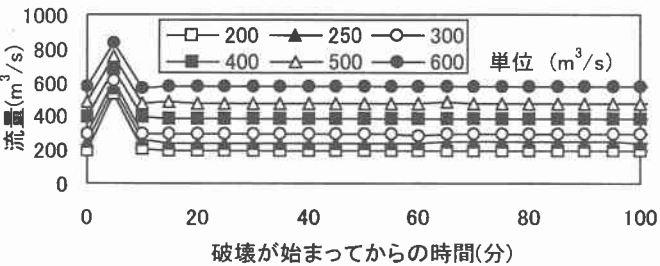


図2 Case2、天然ダムより1.6km下流の流量変化

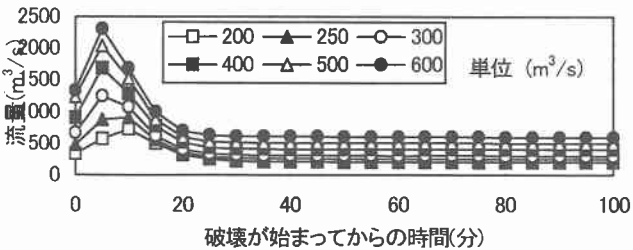


図3 Case3、天然ダムより1.6km下流の流量変化

算を行った。なお、河川の低水路幅を 40m、初期の天然ダムの法面を水中安息角 40 度で一定とした。流量は対象としたモデル河川の一般的な計画流量規模を想定し、 $200\text{m}^3/\text{s}$ 、 $250\text{m}^3/\text{s}$ 、 $300\text{m}^3/\text{s}$ 、 $400\text{m}^3/\text{s}$ 、 $500\text{m}^3/\text{s}$ 、 $600\text{m}^3/\text{s}$ の 6 通りの一定流量を用いた。また、河床の砂を、平均粒径 4.86mm、最大粒径 47mm、天然ダムの砂を、平均粒径 3.58mm、最大粒径 47mm とそれぞれ設定し計算に使用した。

(2) 計算結果と考察

図 1 は、側岸勾配 1/0.2、河床勾配 1/200、天端幅 20m、天端高 8m の場合 (Case1) の天然ダムより 1.6km 下流での流量の時間的変化を表す。天然ダムの破壊が始まってから 5~10 分で流量は最大となり、流量 $600\text{m}^3/\text{s}$ の場合、最大流量は約 $1200\text{m}^3/\text{s}$ である。したがって、8m 程度の天然ダムでも河川流量に非常に大きな影響があることがわかる。つぎに、Case1 において河床勾配を 1/50 とした場合 (Case2) および Case1 において側岸勾配を 1/6 とした場合 (Case3) の天然ダムより 1.6km 下流での流量の時間的変化を、それぞれ図 2 および図 3 に示す。これらの図から、Case2、Case3 では、Case1 と同様の流量変化を示すが、Case1 に比べてピーク流量が Case2 では小さく、Case3 では大きくなっていることがわかる。これは、Case2 に比べて、Case1、Case3 では天然ダムの貯水容量が大きくなるためだと考えられる。

4. 流量変化に着目した計算

(1) 計算条件

流量ハイドロについて、流量増加時 (図 4 の A から B まで)、ピーク流量が初期流量 (図 4 の B から C まで)、流量減少時 (図 4 の C から D まで) の 3 ケースを考えた。河川形状として、低水路幅 10m、河床勾配 1/50、兩岸の側岸勾配 1/0.2 の山地河川を想定した。また、天然ダムの天端幅を 20m、天端高を 8m、初期の天然ダムの法面を水中安息角 40 度で一定とした。また、河床の砂および天然ダムの砂は前節と同じものを用いた。

(2) 計算結果と考察

天然ダムより 1.6km 下流の流量変化を表した図 5 に着目すると、ハイドロのピーク流量が初期流量のとき、越流後の天然ダムより 1.6km 下流の流量のピークが最も大きくなっており、越流時の流量が大きいものほど流量のピークが大きくなっていることがわかる。これは、越流直後の天端低下量が最も大きいためだと考えられ、このことから、越流後の流量変化に関係なく越流時の流量によって天然ダムより下流側のピーク流量の大きさが決まると考えられる。

5. おわりに

本研究の結果から、8m 程度の天然ダムでは、越流から数 10 分でピーク流量が発生し、条件によっては計画流量の 2 倍以上の洪水が発生する可能性があることがわかった。

参考文献：1) 高橋、中川：天然ダムの越流決壊によって形成される洪水・土石流のハイドログラフ、水工学論文集第 37 巻、1993。2) 日下部、道上、藤田、檜谷、宮本：マッコーマック法を用いた砂防ダム上流の堆砂計算法に関する研究、水工学論文集第 40 巻、1996。

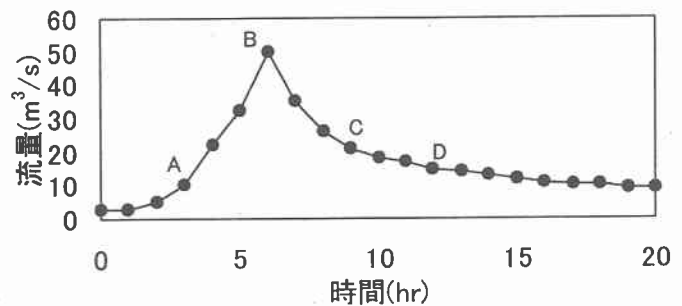


図 4 流量変化を表すハイドログラフ

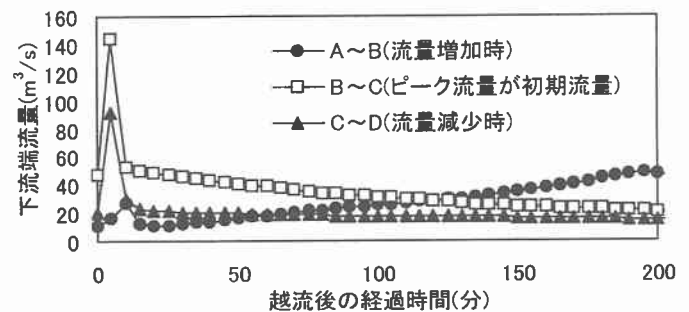


図 5 上流端流量が変化する場合の天然ダムより 1.6km 下流の流量変化