

シャッター付き砂防ダムによる土砂調節

京都大学大学院農学研究科 ○井元大希 水山高久
立命館大学理工学部 里深好文

1. はじめに

日本は急峻な地形や降水量の多さから、世界でも有数の土砂災害発生国である。中でも土石流によって引き起こされる人的・経済的被害は、近年では 2006 年の長野県岡谷土石流災害をはじめとして非常に大きい。土石流による被害を軽減するためには砂防ダム整備が有効であり、これまで不透過型砂防ダムやスリット型砂防ダムが各地に設置されてきた。しかし、この種の砂防ダムは自然状態では下流へ運搬されるべき土砂までも堰き止めてしまうために、下流で河床低下による橋脚の露出や海岸線の侵食などを引き起こす。また、この種の砂防ダムは河川を分断することで生態系に悪影響を与えることも報告されている。

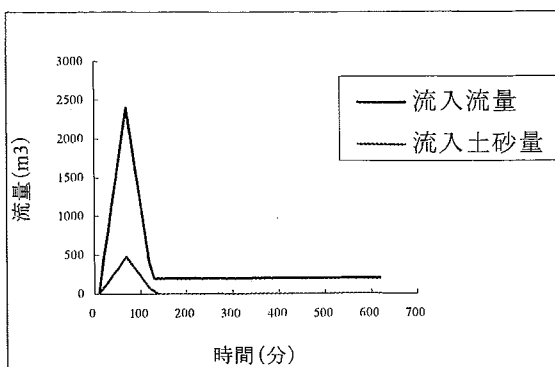
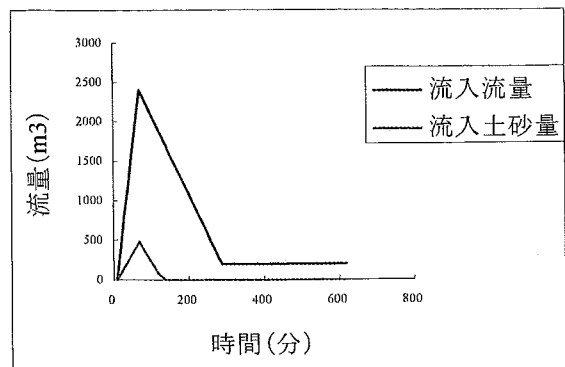
以上のことから、通常時は河川を分断することなく、土石流発生時などの流下する土砂量を調整する必要がある場合にのみ河川を分断して土砂を捕捉することが、理想的な砂防ダムの形といえる。このような砂防ダムとして、シャッター付き砂防ダムの活用が期待されるが、シャッター閉鎖時間をずらすことによって下流域での土砂堆積厚がどのように変化するかは明らかになっていない。

本研究ではシャッター付き砂防ダムの土砂調節効果を調べるために、シャッター閉鎖による下流域での土砂堆積厚変化を、数値シミュレーションモデルを用いて検討した。

2. シミュレーション方法

シャッター付き砂防ダムを設置したモデル河川の上流端から水・土砂を供給し、供給開始から 10 分後、20 分後…260 分後のそれぞれの時点でシャッターを閉め、計算終了時の下流端 500m の平均土砂堆積厚がどのように変化するかを数値シミュレーションによって検討した。モデル河川は河川長 5 km、河川幅 100m で河川勾配は 2/100 と 4/100 の 2 ケースを考慮した。両ケースの河川とも下流端 500m は河川勾配が 1/100 となっている。河床は粒径 80cm の礫でアーマーコートが形成されており、移動床厚は 2 m となっている。

シャッター付き砂防ダムはダム高 15m、ダム幅 100m、シャッター幅 10m であり、シャッター閉鎖時にはダム高 15m、ダム幅 100m の不透過型砂防ダムと同様とみなす。流入流量・流入土砂量は q_{in1} (図-1)・ q_{in2} (図-2) の 2 つのタイプを考慮した。総流入流量は q_{in2} が q_{in1} の約 2 倍であるが、流入土砂量は同じである。流入土砂は 0.1cm、0.3cm、1cm、3cm、7cm、10cm の 6 つの粒径階からなる。また、流入流量のピーク時刻は供給開始から 70 分後であり、このピーク流量がダムに到達するのはおよそ 75 分後となっている。

図-1 計算に用いた流入流量と土砂量 (q_{in1})図-2 計算に用いた流入流量と土砂量 (q_{in2})

3. シミュレーション結果と考察

河川勾配 2/100 の河川に qin 1・qin 2 を供給した場合の結果は図-3・図-4 の様になった。縦軸は下流端 500m の平均土砂堆積厚 (m) を、横軸は流量供給開始からシャッターを閉めるまでの時間 (分後) を示している。また、河川勾配 4/100 の河川に qin 1・qin 2 を供給した場合の結果は図-5・図-6 の様になった。

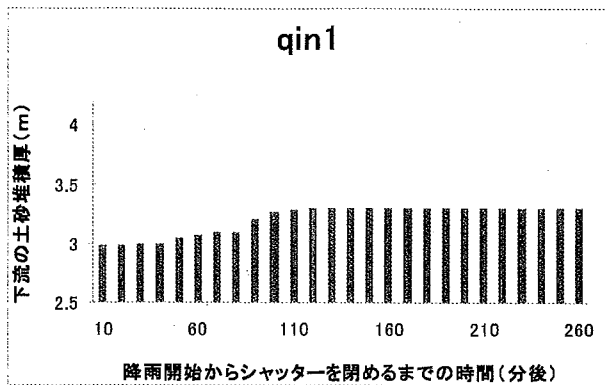


図-3 qin 1 供給時の土砂堆積厚変化

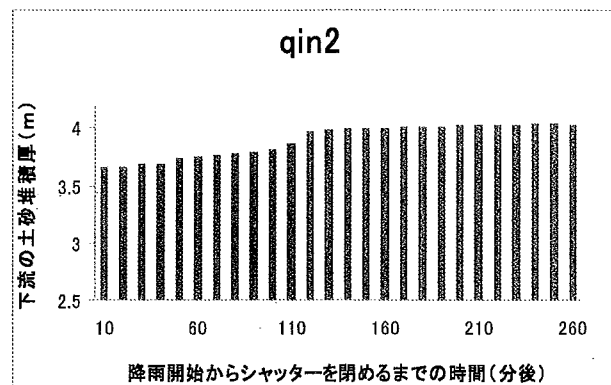


図-4 qin 2 供給時の土砂堆積厚変化

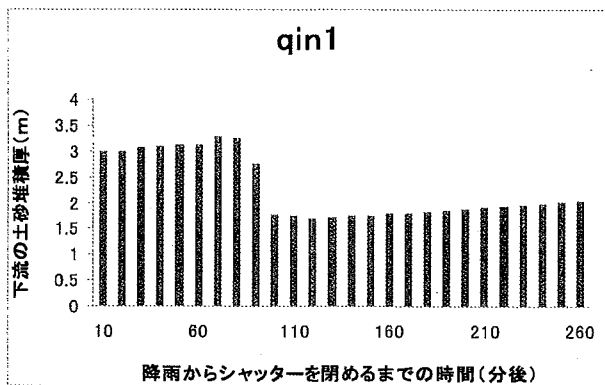


図-5 qin 1 供給時の土砂堆積厚変化

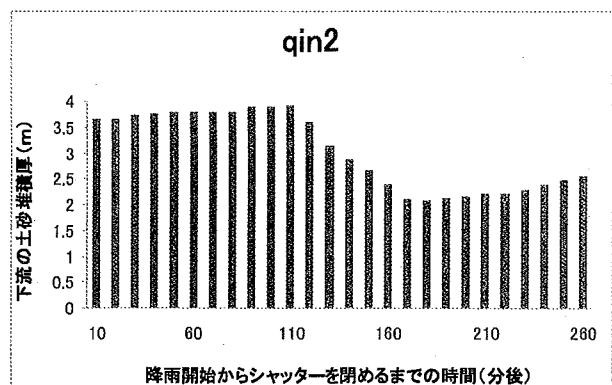


図-6 qin 2 供給時の土砂堆積厚変化

図-3～図-6 に示す結果から、シャッター閉鎖時刻によって下流端での土砂堆積厚に大きな変化が見られることが分かった。また、シャッター閉鎖時刻を早くすることが必ずしも下流端の土砂堆積厚を小さくすることに繋がる訳ではないことが、図-5・図-6 から読み取れる。このような結果が生じるのは、河床のアーモークートの破壊の有無が影響しているためと考えられる。ダムで上流から供給された土砂を捕捉しても、ダム下流でアーモークートが破壊されると下流端での土砂堆積厚は大きくなる。アーモークートの破壊は土石流濃度によって影響されるので、ダムを通過する土石流がアーモークートを破壊しない濃度になるようにシャッター付砂防ダムで調節することも有効だと考えられる。

4. おわりに

シミュレーション結果から、河川勾配、供給流量の条件の違いにより、シャッター閉鎖時刻と下流での土砂堆積厚が変化することが示され、これらの条件に応じてシャッター閉鎖時刻を変化させる必要があることが明らかとなった。今回検討したケース以外にも、河川長や土砂濃度、シャッターを閉鎖する割合等、土砂堆積厚変化に影響する要因は多数考えられる。今後は、様々な条件下でシミュレーションを行うと共に、水路実験での結果と併せてシャッター付砂防ダムの土砂調節効果について検証を進めていきたい。