

天然ダム決壊時の決壊軽減に関する実験的研究

日大生産工(学部) ○古屋颯, 熊谷建秀, 関根篤樹, 滝田拓未, 築山巧, 藤田耕史

日大生産工 小田晃

1. まえがき

地震や豪雨により崩壊した多量な土砂が河道に堆積すると河川をせき止め、天然ダムが形成される。この天然ダムの形成と決壊による被災事例は数多く報告されている。わが国でも平成23年には台風により奈良県と和歌山県の山間部で17か所もの天然ダムが発生している¹⁾。そこで本研究では、天然ダムの決壊軽減対策として越流決壊時のピーク流量を抑えることに着目し、コンクリートブロックなどを用いて実験を行い、それぞれの対策がどの程度ピーク流量を軽減する事が出来るのかを比較した。

2. 実験装置及び条件

過去の実験において、同一条件下での天然ダム決壊時のピーク流量の再現性は確認できている²⁾。本実験では全長13m、幅0.3mの短形直線水路を勾配1/30にして使用する。水路下流端から0.2m上流の位置に底面長1.7m、天端0.1m、天端高0.2mの台形の天然ダムを製作する。天然ダムの構成材料は含水比20%の珪砂6号(中央粒径0.3mm)を使用し、山中式土壤硬度計を用いて硬度指数7mmになるよう転圧を行う。対策工として使用する模型は、一辺7cmのコンクリートブロックと、それと同型の木製模型を用いる(Photo 1)。これらを上流もしくは下流付近の天端に設置し、その効果を観測する。模型縮尺は1/30を想定している。

3. 実験方法

天然ダム製作後、対策工の模型を設置し、水路



Photo 1 コンクリートブロック模型(左)と、木製模型(右)



Photo 2 天然ダム模型(縮尺1/30)

上部より通水する(Photo 2)。平均流量は0.35L/sである。実験開始は、水がダム模型の下流法肩を越流した瞬間とする。越流後は水路下流端から土砂と模型をコンテナで回収する。コンテナで採取した土砂と水量から越流流量を計測する。通常時と各対策工設置時の越流流量の時間変化をFig.1~3に示す。

4. 実験結果と考察

対策工を何も設置せずに行った実験①~実験③の結果はFig.1が示す通りであった。平均して決壊が始まってから83s後に最大越流流量2126cm³/sに達することが分かった。以降の実験ではこれを基準として考える。

次に、乾燥した木3本を組み合わせた対策工

Experimental Study on Reducing of Natural Dam Failure

Sou FURUYA, Kensyu KUMAGAI, Atuki SEKINE, Takumi TAKITA, Takumi TUKIYAMA, Kousi FUJITA and Akira ODA

40組を天端から上流法肩の上半分にかけて設置した際の実験④～実験⑥の結果は Fig. 2 のようになった。平均すると天然ダムの決壊が始まってから 94 s 後に最大越流流量 $2180\text{cm}^3/\text{s}$ に達することが分かった。

最後に、コンクリートブロックを天端と上流法肩に設置して行った実験⑦と天端と下流法肩に設置して行った実験⑧の結果を Fig. 3 に示す。コンクリートブロックを天端と上流法肩に設置した場合、天然ダムの決壊が始まってから 69 s 後に最大越流流量 $4318\text{cm}^3/\text{s}$ に達した。天端と下流法肩に設置した場合、天然ダムの決壊が始まってから 123 s 後に最大越流流量 $2000\text{cm}^3/\text{s}$ に達することが分かった。

以上の実験結果を踏まえてこの様になった原因を考察する。

始めに、乾燥した木 3 本を組み合わせた対策工 40 組を天端から上流法肩の上半分にかけて設置した場合では、対策を行っていない場合と比べて最大越流流量に達するまでの時間が 11s 増加し、最大越流流量が $54\text{cm}^3/\text{s}$ 増加したことが分かる。これは、初めは木同士が絡まり合うことで障害物としての効果を発揮したため最大越流流量に達するまでの時間が増加したが、越流流量が増加するに従って木の質量では耐え切れなくなり下流に流されたことで最大越流流量を抑える効果は発揮されなかったことが原因と考えられる。

次に、コンクリートブロックを天端と上流法肩に設置した場合では対策を行っていない場合と比べて最大越流流量に達するまでの時間が 14s 減少し、最大越流流量が $2192\text{cm}^3/\text{s}$ 増加したことが分かる。これは、設置したコンクリートブロックが上流法肩の掘削を助長したことにより、対策を行っていない場合に比べてより速い速度で上流法肩を削り取ったことが原因だと考えられる。

最後に、コンクリートブロックを天端と下流

法肩に設置した場合には対策を行っていない場合と比べて最大越流流量に達するまでの時間が 40s 遅くなり、最大越流流量が $126\text{cm}^3/\text{s}$ 減少したことが分かる。これは、コンクリートブロックが木に比べて質量が重く対策工としての効果を発揮する時間が長かったため、最大越流流量に達するまでの時間が遅くなった。しかし、木と同じく越流流量が増加するに従って下流に流されてしまったため最大越流流量を抑える効果はあまり発揮されなかったことが原因と考えられる。

これらの事から、最大越流流量を抑えるには障害物が流れない構造を考える必要が有る。

5.まとめ

天然ダム模型を用いた決壊の実験において、対策を施さない場合と木製模型を上流から天端にかけて設置した実験では、ピーク流量は微増したことが分かった。同じく、コンクリートブロックを設置した実験では、上流側に設置した場合、ピーク流量は大幅に増加した。下流側に設置した場合ピーク流量が減少することが分かった。今後は、各投下物の特性と配置場所によって天然ダムの決壊にどのような影響を及ぼすのかをより具体的に解明すると同時に、対策として最も効果的な内容を探っていく。

参考文献

- 1) 水野正樹, 西井洋史, 山越隆雄, 平田育士:我が国における近年の河道閉塞とその対策, 2020 年度砂防学会研究発表会概要集, S-003.
- 2) 小田晃, 水山高久, 長谷川裕治:天然ダムの決壊の模型実験, 砂防学会誌, Vol. 60, No. 2, (2007), p. 33-38.

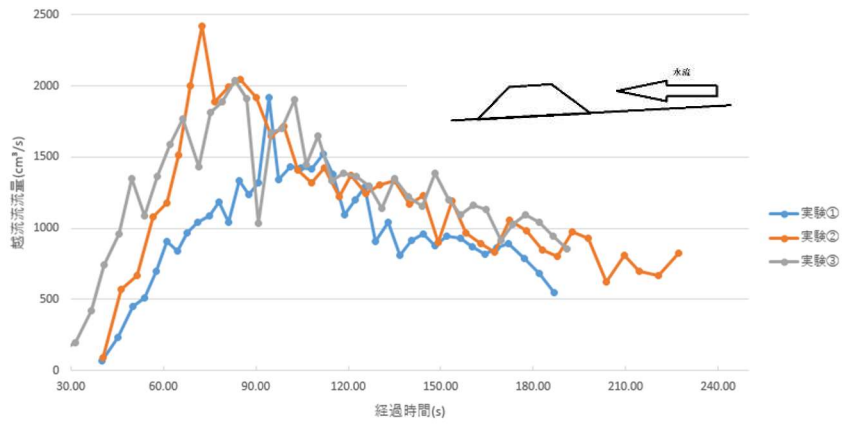


Fig. 1 実験①～③ 越流流量時間変化

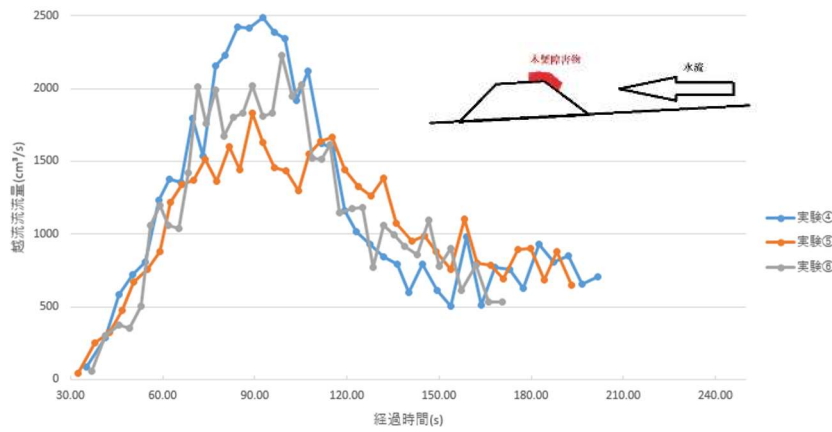


Fig. 2 実験④～⑥ 越流流量時間変化

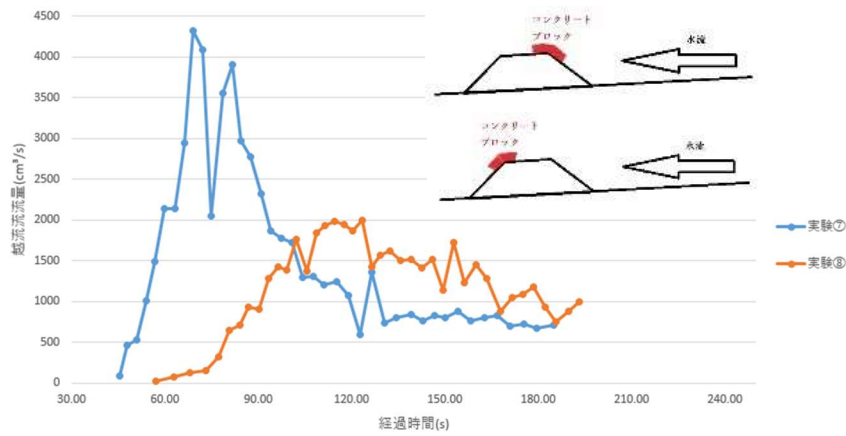


Fig. 3 実験⑦⑧ 越流流量時間変化