

天然ダムの決壊が下流域に与える影響に関する検討

立命館大学理工学研究科 ○鬼頭和記 里深好文

1. はじめに

地震や集中豪雨に伴って、山地斜面において大規模な斜面崩壊が起こると、崩壊土砂が河道に堆積し、天然ダムが発生する場合があります。天然ダムの決壊は土石流や洪水の原因となり、下流域の居住区に甚大な被害をもたらす危険性がある。平成 29 年 7 月に発生した九州北部豪雨によっても、上流域の急勾配河川の河道内に天然ダムが発生する等、天然ダムの発達過程及び崩壊過程は防災上重要なテーマである。しかし、天然ダムは人工のダムとは異なり、構成材料や内部構造が不均一であることなどから、正確な決壊予測及び被害予測に関する研究は未だ不十分である。平成 28 年 4 月の熊本地震では、熊本県白川流域黒川上流部阿蘇大橋付近（図 1）において一時的に地震の前後で急激な水位の変化が確認された(図 2)。平成 28 年熊本地震調査報告書（速報）においては、この水位変動について、阿蘇大橋付近で発生した斜面崩壊によって形成された天然ダムが河道を堰き止め、貯水量がダム許容量を超えて越流が発生したことが一因として挙げられている。本研究では当該天然ダムを対象として、複数の入力条件をもとに天然ダム決壊後の水と土砂の流出過程に関する数値計算を行った。さらに、計算結果を使用して天然ダムの決壊が下流域に与える影響について、適切な予測手法に関する検討を行った。



図 1. 熊本県 白川上流部

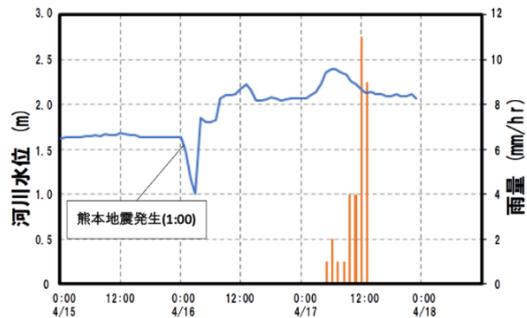


図 2. 熊本県立野水位観測所での観測値

2. 研究方法

本研究では、河川の流れと河床変動の解析を行うソフトウェア iRIC (International River Interface Cooperative) を用いて天然ダム決壊後の洪水に関する再現計算を行った。なお、計算に使用する地形データとしては国土地理院の提供する 5mメッシュ DEM データを使用し、計算格子としては二次元構造格子を採用した。既往の研究において、天然ダム決壊時の斜面崩壊発生時の天然ダム形状や流出ピーク流量に関する検討が数多く行われている。高橋ら(1988)は山地の急勾配河川における天然ダム堆積形状に関する研究を行い、図 3 のような天然ダム形状に対して以下の予測式を提案した。

$$L_B = \frac{W}{\cos \theta} + \frac{V \cos \theta}{2BW} K$$

$$L_T = \frac{W}{\cos \theta} - \frac{V \cos \theta}{2BW} K$$

$$K = \frac{\cos \theta}{\tan(\phi + \theta)} + \sin \theta + \frac{\sin(90^\circ + \phi)}{\sin(\phi - \theta)}$$

$$H = \frac{2V}{B(L_B + L_T)}$$

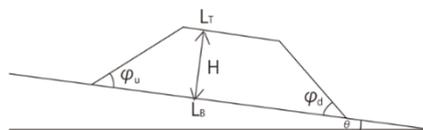


図 3. 高橋ら(1988)の研究で想定された堆積形状

なお、ここで W は斜面崩壊幅(m)、V は河川に流入した土砂量(m<sup>3</sup>)である。Costa ら(1985)は、過去に発生したダム決壊事例を調査・検討し、

各種ダム決壊時の流出ピーク流量予測式を提唱した。その内、天然ダム決壊時の流出ピーク流量予測式は次の通りである。

$$Q_{\max} = 181(HV)^{1.81}$$

ここに、 $Q_{\max}$ は流出ピーク流量( $m^3/s$ )、 $H$ はダム堤体の高さ(m)、 $V$ はダムの貯水量( $m^3$ )である。本研究においては、前述の式を組み合わせ、天然ダム決壊時の流出ピーク流量を推定し、立野水位観測所における水位の観測値を用いて天然ダム継続時間と河川に流入した土砂量を推定することにより、入力条件として流出流量ハイドログラフを算出した。また、計算の開始位置は黒川と白川の合流点とした。

### 3. 結果と考察

計算開始位置から約 200m 毎の地点でそれぞれ洪水流の到達時刻、ピーク流量の到達時刻、洪水流の通過時刻を抽出した。なお、ここで洪水流の到達時刻は水位上昇の開始時刻を、洪水流の通過時刻は水位減少が十分小さくなった時刻をいう。さらに、各点での比較を行うため、図 4 に各地点における洪水流の到達からピーク流量の到達までに要した時間を示す。図 4 より、下流の地点では、その時間が短くなることが示唆される。さらに、図 5 にピーク流量の到達から洪水流の通過までに要した時間を示す。図 5 から、流量に対する影響がより長時間継続することが示唆される。

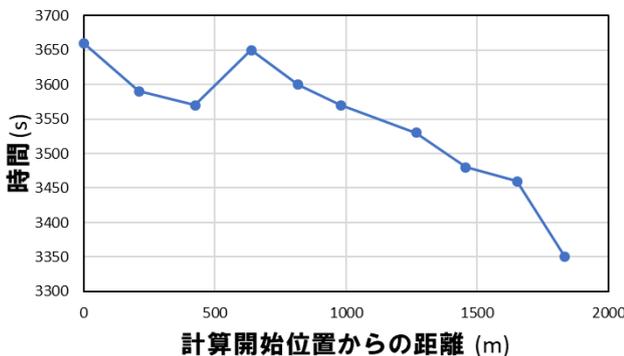


図 4. 洪水流到達からピーク流量到達までの時間

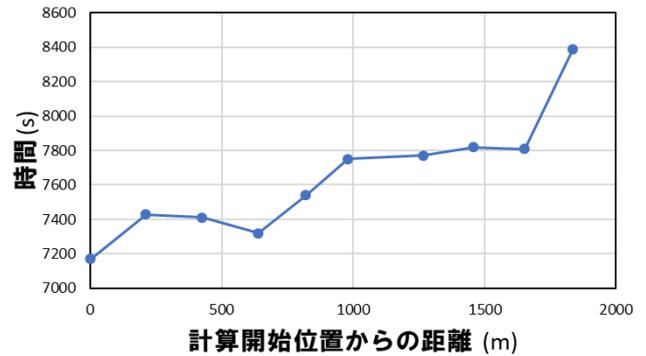


図 5. ピーク流量到達から洪水流通過までの時間

### 4. おわりに

平成 28 年の熊本地震において発生した天然ダム決壊時に観測された水位変動をもとに流出流量ハイドログラフを推定し、iRIC を用いて流出流量ハイドログラフの伝播に関する検討を行った。その結果、天然ダム決壊後の波形伝播について、定性的な知見を得ることができた。今回は流砂の影響を流入ハイドログラフに含めて河川計算を行ったが、局所的に河床変動を考慮した計算を行うことで、より厳密な予測を行うことができると考えられる。また、今回得られた知見が河川環境に関わらないものであることを確かめる水路実験によって結果の信頼性を高めることも今後の課題である。

### 参考文献

- 1) John E. Costa : FLOOD FROM DAM FAILURE, UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR GEOLOGICAL SURVEY, Open-File report 85-560
- 2) 高橋 保・匡 尚富：天然ダムの決壊による土石流の規模に関する研究，京都大学防災研究所年報，No.31 B-2，1988
- 3) 竹村 吉晴・福岡 捷二：洪水流の流量と水位ハイドログラフの変形・伝播に及ぼす可動構造の影響—山間狭隘河道を対象として，土木学会論文集 B1 (水工学)，Vol.68, No.1, 35-54, 2012
- 4) 東北大学災害科学国際研究所 構造物・土砂災害調査チーム：平成 28 年度熊本地震調査報告書 (速報)，平成 28 年 6 月 7 日
- 5) 原田紹臣・小杉賢一朗・里深好文・水山高久：天然ダムの堆積高及び堆積長に関する簡易的な予測手法とその適用性，砂防学会誌，Vol. 68, No. 6, p47-50, 2016