

平面二次元流解析を用いた飛越地震による天然ダム決壊の再現性に関する検討

富山県立大学 学生会員 ○河原 溪太
富山県立大学 正会員 手計 太一

1. はじめに

地震や豪雨に起因して形成された天然ダムは、その決壊によって下流域に甚大な被害をもたらしてきた。天然ダムは過去 200 年の間に 80 以上も形成され、全国的に 2, 3 年に一度の頻度で発生している¹⁾。

天然ダムの決壊によって発生する洪水は、通常の洪水よりも流量のピークが最初に来ることや流速が大きいことから、水の持つ運動量が大きい。そのため下流域への被害は甚大なものとなる。

本研究では、こうした天然ダムの決壊による水害を想定したハザードマップ等の開発の為に必要な数値実験の精度向上のため、1858 年の飛越地震による天然ダム決壊による被害の再現性について検討した。

2. 研究方法

本研究では非定常平面二次元流計算²⁾を用いた。また、前述したように、再現性の検討対象として常願寺川上流域で 1858 年に発生した飛越地震の事例を用いた。本地震では常願寺川上流の二河川（湯川と真川）で天然ダムが形成され、その 14 日後の余震で真川の天然ダム、59 日後に湯川筋の天然ダムがそれぞれ決壊した。水山ら(1987)は地形図や航空写真より地形状況を読み取り、真川筋の天然ダムの湛水量を 3750 万 m^3 、湯川筋の天然ダムの湛水量を 410 万 m^3 と推定した³⁾。本研究ではこれらの湛水量を参考とした。

図-1 に常願寺川の流域図を示す。この流域内の支流、湯川と真川の合流地点を境界条件とし、計算領域を設定した。数値実験の計算条件を表-1 に示す。この数値実験では指定時間に破堤する条件を与えた格子点を用いる事で、指定時間まで水を湛水させた。

本実験における指定時間は 24 時間後とし、それまでに田畑ら(2000)⁴⁾の推定値を参考にした各天然ダムの湛水量を満足させる流量をそれぞれ設定した。破堤後の流量はダムの湛水量と湛水期間から算出し仮定した。湯川筋の天然ダムは 59 日間で 410 万 m^3 湛水したことから流量を $0.804\text{m}^3/\text{s}$ とし、それを破堤開始後の平常流量として仮定し、設定した。(図-2)



図-1 常願寺川流域

表-1 計算条件

地形データ	国土地理院数値標高モデル 10 mメッシュ
格子サイズ	200 m×200 m
時間	48時間
Δt	1.5秒
粗度係数	全格子 $0.03 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$
格子数	$i 149 \times j 201=29949$
破堤開始時間	86400s (24時間後)

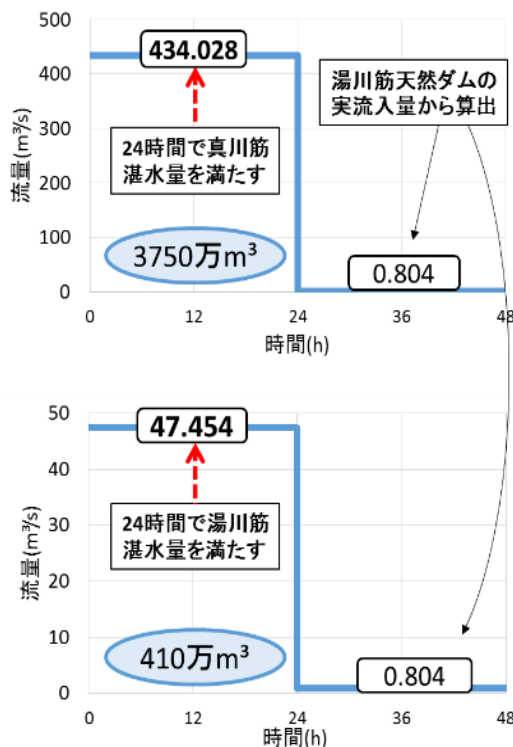


図-2 流量設定(上図: 真川筋の流量設定, 下図: 湯川筋の流量設定)

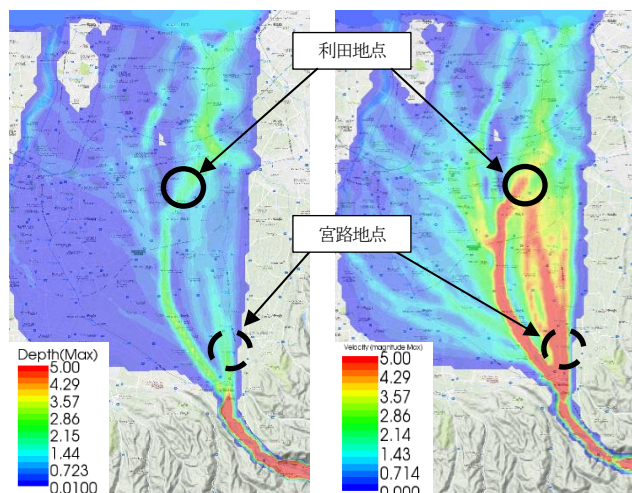


図-3 真川筋の天然ダム決壊の計算結果(右図:最大湛水深図, 左図:最大流速図)

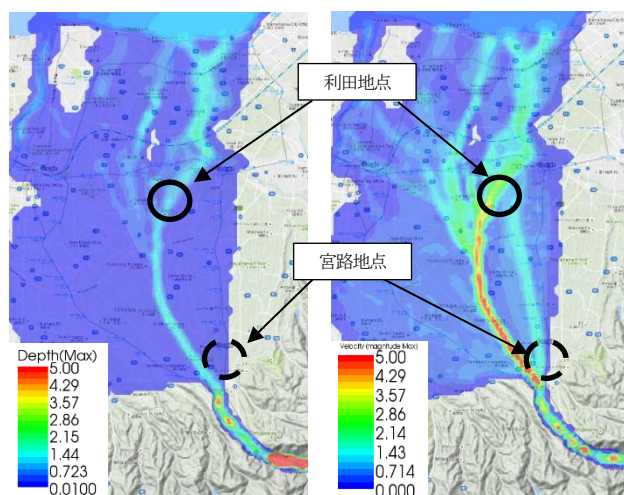


図-4 湯川筋の天然ダム決壊の計算結果(右図:最大湛水深図, 左図:最大流速図)

3. 計算結果

真川筋における天然ダム決壊の数値実験結果(最大湛水深と最大流速)を図-3, また湯川筋における同結果を図-4に示す. 真川筋の天然ダム決壊実験では, 先行研究^{3), 4)}とは異なり, 想定されていない範囲で氾濫が生じた. 真川筋の天然ダム決壊による洪水は, 土砂濃度が高く, 土砂が堆積し左岸側には氾濫しなかったと考えられている. このため先行研究との違いが生じたと考えられる.

一方, 湯川筋の天然ダム決壊実験では先行研究^{3), 4)}とおおよそ同じ範囲で氾濫が生じた結果となった. しかし, 河口部においては先行研究とは異なる結果を示した. その理由の一つとして, 下流域にある新川神社は, 当時は高台であったためであることが挙げられる. 飛越地震での湯川筋の決壊による洪水が, 真川筋の決壊によって堆積した土砂を押し流し, 現在のような平地となった. このため現在の地形を用いた本実験では, 河口部において水が平地を流れる様に挙動したのだと考えられる.

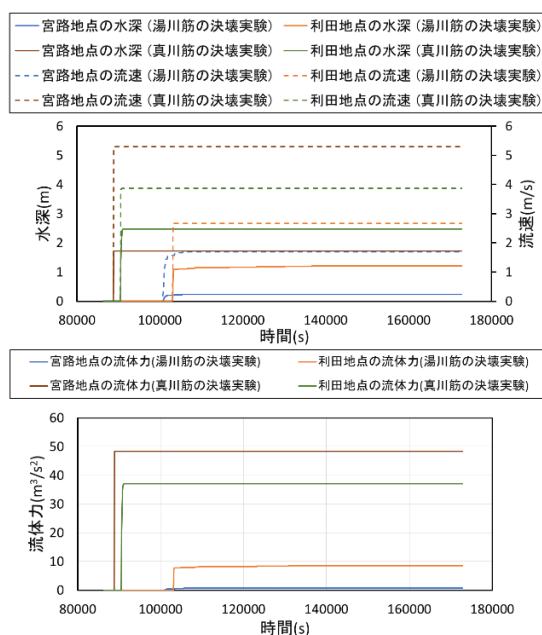


図-5 利田地点及び宮路地点における水深, 流速, 流体力の時系列(上図:水深と流速, 下図:流体力)

4. 家屋被害の検討

図-5に扇央部の利田地点, および扇頂部の宮路地点における水深, 流速, 流体力の時系列を示す. 本研究では, 佐藤ら(1989)⁵⁾の流体力($h \times v^2$)の基準($\geq 1.5 \text{ m}^3/\text{s}^2$ で家屋被害の発生, $\geq 2.5 \text{ m}^3/\text{s}^2$ で家屋破壊)を利用して家屋への被害を検討した. 利田地点における流体力は, 両天然ダム決壊実験において $2.5 \text{ m}^3/\text{s}^2$ に達するため, 住居不可能な家屋が発生すると考えられる. また, 真川筋の天然ダム決壊実験においては宮路地点でも流体力 $2.5 \text{ m}^3/\text{s}^2$ 以上となり, 広域で甚大な被害が発生すると考えられる.

以上から, 天然ダム決壊による下流域への影響は甚大なものとなり, そして広域に発生する可能性もある. 被害を検討するためには, 水深だけでなく流速も同様に検討する必要がある.

参考文献

- 1) 国土交通省: 大規模な河川閉塞の危機管理のあり方について, <http://www.mlit.go.jp/common/001024688.pdf>, p.3, 2016.(最終閲覧日: 2016年12月8日)
- 2) 河川シミュレーションソフト iRIC, <http://i-ric.org/ja/>. (最終閲覧日: 2016年12月8日)
- 3) 水山高久, 大内俊二, 井上伸夫: 鳶山崩れの規模と崩壊土砂の運動, 昭和62年度砂防学会研究発表会講演集, pp.102-103, 1987.
- 4) 田畑茂清, 水山高久, 井上公夫, 杉山実: 鳶崩れ(飛越地震, 1858)による天然ダムの形成と決壊に伴う土砂移動の実態, 砂防学会誌, Vol.53, No.1, pp.59-70, 2000.
- 5) 佐藤智, 今村文彦, 首藤伸夫: 洪水氾濫の数値計算および家屋被害について-8610号台風による吉田川の場合-, 第33回水理講演会論文集, p.335, 1989.