

洪水氾濫発生地における輪中堤の減災効果に関する研究

立命館大学理工学研究科 ○安田大輝
立命館大学理工学部 里深好文
立命館大学理工学部 藤本将光

1 はじめに

激甚豪雨災害の発生頻度と規模の増大により、堤防の整備が必要な場所が増加している。連続堤の整備と比較して費用や工期が少なく済む輪中堤が各地で整備されているが、科学的な検証が不十分である。そこで、本研究では「河川の流れ・河床変動解析ソフトウェア iRIC」を用い、輪中堤を整備した場合における洪水被害の比較を行う。

2 研究方法

研究の流れは以下の通りである。

1. 無堤部が存在し、洪水被害を受けた地域を抽出する。
2. 被害発生時と1時間あたり観測所史上最大の降雨強度を基に合理式で流量を算出する。
3. iRIC に地形データと流量を入力し、解析を行う。

3 解析条件

3.1 対象地

2022年8月の高時川洪水氾濫により、浸水被害が発生した滋賀県長浜市木之本町川合地区を対象とした(図1)。高時川と杉野川の河川合流部が存在する他、上流部にダムが存在しないため、水害リスクが非常に高いと考えられる。

図1. 長浜市木之本町川合地区の地図(画像引用:地理院地図/GSI Maps|国土地理院)



3.2 検証する降雨流量

柳ヶ崎で観測された降雨データを用いた(表1)。case1は2022年8月4日11時からの降雨を対象とした。case2ではcase1の合計雨量を384mm/24hに引伸し、case3では529mm/24hに引伸した。case4は1990年7月4日6時からの降雨を対象とした。case5ではcase4の最大降雨強度を86mm/hに引伸し、case6では109mm/hに引伸した。

表1の降雨ケースを基に合理式で高時川と杉野川の流量を算出し、図2と図3にまとめた。

表1. 各降雨ケースの条件

降雨 case	日時	発生確率	最大降雨強度	合計雨量	降雨継続時間
1	2022/8/4 11時~	-	31mm/h	164.5 mm	24h
2	〃	50年	71.2mm/h	384mm	24h
3	〃	100年	99.7mm/h	529mm	24h
4	1990/7/24 6時~	-	57mm/h	71mm	5h
5	〃	50年	86mm/h	107.1 mm	5h
6	〃	100年	109mm/h	135.8 mm	5h

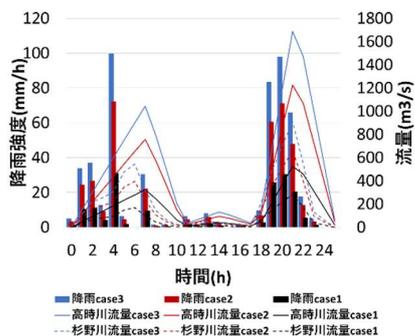


図2. 高時川と杉野川の降雨、流量条件(case1~3)

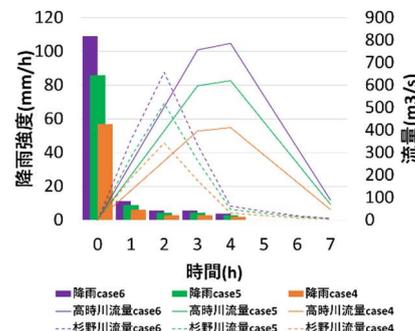


図3. 高時川と杉野川の降雨、流量条件(case4~6)

3.3 輪中堤の設定

木之本町に設置する輪中堤の範囲を図4のように決定した。黄色線で示されている箇所を堤防とする。堤防とする箇所の標高に存在する凹凸を平滑化し、堤防外側の標高を内側に対応させた。これを地形2とし、地形2を基準として堤防の標高を1mずつ嵩上げていった(表2)。



図4. 解析範囲(500m×1350m)

表2. 各地形の条件

地形 case	凹凸平滑化	両端揃え	標高嵩上げ
1	×	×	なし
2	○	○	なし
3	○	○	+1m
~	~	~	~
25	○	○	+23m

4 解析結果

iRIC による解析で得られた結果から、浸水被害を抑

えた地形ケースに○印を、抑えられなかった地形ケースに×印を付け、表3にまとめた。

表3の浸水被害を抑えられなかった地形ケースと地形1の浸水深を読み取り、下記の図6~9に時間経過と浸水深の関係をまとめた。図6~9は凡例として図5を使用した。(地形9と12,13,15~24は省略した。)浸水深は各時間において最大の地点の水深を測っている。時間経過は、浸水開始時→最大浸水深到達時→計算終了時の順番となっている。

表3. 降雨ケース1~6と地形8~25における浸水被害結果一覧

	降雨 case1		降雨 case2		降雨 case3		降雨 case4		降雨 case5		降雨 case6	
	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
地形8	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×
地形9	○	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×
地形10	○	○	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×
地形11~13	○	○	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×
地形14~18	○	○	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○
地形19~21	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	○
地形22~24	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	○
地形25	降雨 case1	降雨 case2	降雨 case3	降雨 case4	降雨 case5	降雨 case6						

地形14	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
地形11	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
地形10	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
地形8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
地形1	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

図5. プロット一覧
降雨ケース毎に色を変更し地形ケース毎に形状を変更した。

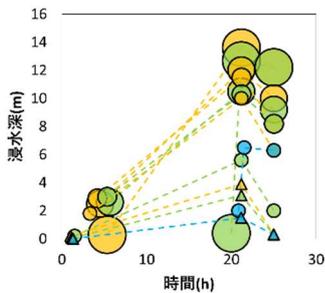


図6. 高時川右岸における時間経過と浸水深 (降雨 case1~3)

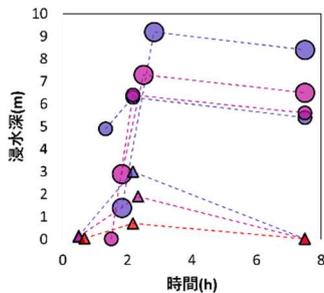


図7. 高時川左岸における時間経過と浸水深 (降雨 case1~3)

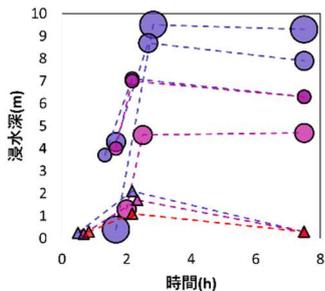


図8. 高時川右岸における時間経過と浸水深 (降雨 case4~6)

図9. 高時川左岸における時間経過と浸水深 (降雨 case4~6)

表3から地形11と地形19, 地形25において洪水氾濫の抑止が可能であることが読み取られる。しかし、地形19と地形25は高さ17m以上の堤防を建設する必要がある、費用面や外観上の問題、倒壊の危険性などの問題が生じる。

図6~図9において堤防を高くすると、浸水開始を遅らせることが可能であるが、最大浸水到達時と計算終了時の浸水深が増加していく。そのため、洪水が堤防を越流した場合においては被害を拡大させる要因となると考えられる。

上記より、地形11が洪水御効果と費用面、外観や倒壊危険性の面で適当であると考えられる。しかし、図10のように越流時には浸水被害規模が拡大し、堤内地の残水規模が拡大する可能性が高いと考えられる。

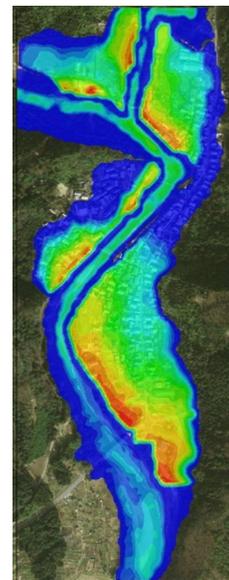


図10. 地形11&降雨 case2における計算終了時の浸水図

5 考察

堤防の高さと浸水開始時間、浸水深には相関関係があることがわかった。そのため、輪中堤は避難時間の確保という点において効果を発揮するが、浸水すると被害規模が拡大してしまうため、浸水被害への補償や排水設備の充実が必要である。また、堤内の残水が多い状態で堤防が決壊した場合、引水によって家屋が破壊される可能性が存在する。そのため、輪中堤を設置する際には上記の点を考慮して堤防の高さと強度を決定する必要がある。

6 おわりに

輪中堤は減災効果があるが、浸水発生は被害規模が拡大することがわかった。本研究では堤外を流下する河川を対象に解析を行ったが、堤内に存在する山地溪流の影響については未知数である。そこで、今後は「土石流シミュレーター『kanako』」なども用い研究を行う必要があると考えられる。

参考文献

- (1) 「過去の気象データ検索」, 気象庁,
〈<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>〉
- (2) 「長浜市木之本町川合地区の地図と空中写真」, 国土地理院,
〈<https://maps.gsi.go.jp/#15/35.515482/136.249304/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1glj0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>〉