

荒川とその支川群における堤防越流から破堤までの時間が潜在的破堤リスク箇所を与える影響

埼玉大学大学院
学生会員 ○伏見 健吾
埼玉大学大学院（兼）埼玉大学研究機構レジリエント社会研究センター 正会員 田中 規夫

1. 研究背景と目的

近年、記録的な大雨により日本各地で破堤を伴う甚大な被害が発生している。河川堤防は「計画高水位以下の水位の流水の通常の作用に対して安全な構造」¹⁾として設計されており、破堤の要因として浸透や侵食よりも越流による割合が多い。しかし、既存の調査事例によると、越流が長時間続いても、破堤していないこともある²⁾³⁾。横軸に越流時間、縦軸に越流水深をとり破堤の有無の分布を図-1に示す。図-1には、平成27年9月関東・東北豪雨での鬼怒川の破堤の事例⁴⁾を追記した。越流後の破堤の有無により、潜在的な破堤リスク箇所がどのように変動するか把握する必要がある。

そこで、本研究では、確率規模1/200で降雨分布の異なる3波形を対象として、越流直後に破堤と4時間越流の後に破堤とを比較することで、荒川流域における破堤リスク箇所が越流破堤現象の相違でどのように変動するのかを把握することを目的とする。

2. 洪水氾濫解析モデルの概要と初期条件

荒川流域を対象として、河川流と堤内地の氾濫流を一体的に解析が可能な平面二次元洪水氾濫解析モデルを使用した。氾濫解析条件（支配方程式、地盤高、河川、堤内地の河川、本堤防、控堤）は伏見ら⁵⁾と同様とした。

(1) 河川上流に与える流量ハイドロの設定

境界条件として、河川の上流部では水位観測所の位置から下流方向のみに流出するようなプールを設置し、過去の荒川流域の降雨のうち、本川・支川のピーク流量に応じた3波形（表-1）を対象として解析を行った。ここで、各降雨で与えた本川、支川のピーク流量（ Q_{max} [m³/s]）および、本川のピーク流量時刻を基準とした支川のピーク流量時刻の差（ Δt [hr]）を表-1に示す。

(2) 破堤の条件

破堤は、各グリッドの水位と「地盤高+堤防高」で比較し、堤防高を0として表現する。水位が「地盤高+堤

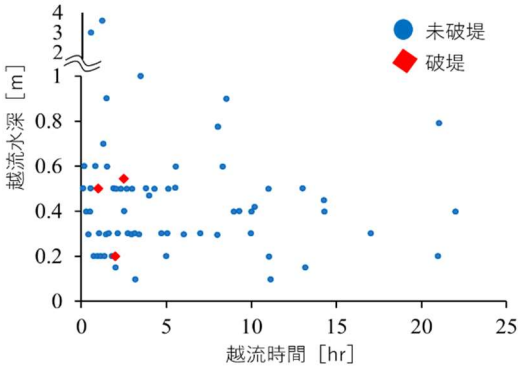


図-1 越流水深・時間と破堤の有無（文献2,3）に4)を追加)

表-2 各降雨で与えたピーク流量および本川（植松橋）と支川のピーク時刻の差

	S22型 (本川支川型)		H11型 (支川型)		H19型 (本川型)	
	Q_{max} [m ³ /s]	Δt [hour]	Q_{max} [m ³ /s]	Δt [hour]	Q_{max} [m ³ /s]	Δt [hour]
1:植松橋(荒川)	6550.1	0	5688.1	0	7829.6	0
2:和田吉野川上流端	680.8	0	294.4	-9	209.7	3
3:市野川上流端	1099.6	-1	681.6	-5	587.3	0
4:野本(都幾川)	2154.6	2	1366.9	1	1247.9	-2
5:入西(越辺川)	1188.9	0	707.3	-5	590.3	1
6:坂戸(高麗川)	1238.5	1	764.4	-4	754.2	2
7:安藤川上流端	140.8	-1	89.9	-5	83.9	0
8:八幡橋(小畔川)	372.2	-1	286.3	-13	263.9	0
9:小ヶ谷(入間川)	1975.9	-1	1440.2	-7	1519.6	-1

防高」を超えた時点で破堤とする条件と、4時間越流した後に破堤とする、2つの条件で解析を行った。

4. 結果及び考察

図-2にいずれかの条件（3波形、2つの破堤条件）で破堤又は越流が発生した地点を示す。破堤又は越流した地点が荒川本川の場合はM(Main)、支川の場合はB(Branch)にそれぞれ数字を付して示す。ただ、控堤の破堤又は越流した地点は示していない。表-2に、各波形、破堤条件での破堤時刻又は越流時間を示す。×は破堤、越流ともに発生していない。赤字の数字は、各波形の本川のピーク時刻を基準とした破堤時刻[hr]。青字の数字は、未破堤で越流のみの場合の越流時間[hr]

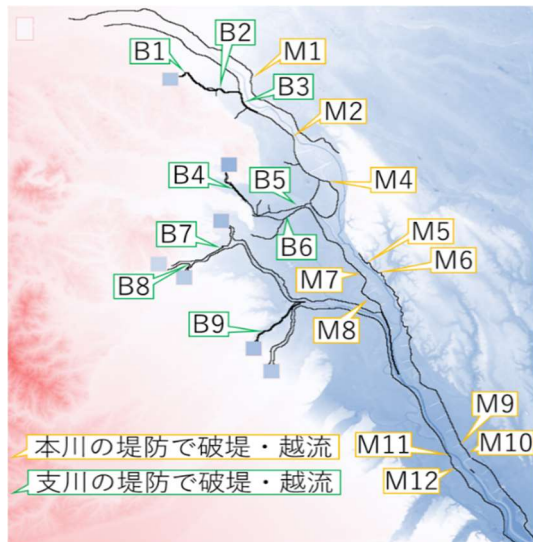


図-2 破堤、越流の発生地点

表-2 図-2 地点の破堤時刻，越流時間 [hr]

地点	時間 [hr]					
	越流直後に破堤			越流4時間後に破堤		
	S22型	H11型	H19型	S22型	H11型	H19型
M1	×	×	×	×	×	0.99
M2	×	×	×	×	×	2.13
M3	×	×	×	×	×	2.48
M4	×	×	0.16	×	×	3.86
M5	×	×	×	×	×	1.37
M6	×	×	×	6.20	×	4.64
M7	×	×	×	×	×	0.36
M8	×	×	×	×	×	2.98
M9	×	×	×	1.46	×	2.49
M10	3.08	4.18	0.19	7.21	2.77	6.81
M11	×	×	×	×	×	2.11
M12	×	×	×	3.29	×	3.60
B1	-17.45	-12.60	-5.72	-13.45	-9.43	-1.72
B2	-1.46	0.23	-3.89	2.73	×	2.33
B3	-2.08	-1.30	-4.58	1.93	3.82	-0.57
B4	-4.80	-10.20	-2.95	0.11	-2.70	0.31
B5	×	×	10.55	×	×	3.03
B6	0.66	×	×	×	×	2.34
B7	-0.36	×	×	2.00	×	×
B8	-0.97	×	×	3.03	×	×
B9	-2.55	-7.46	-0.97	2.58	0.74	0.39

※凡例

×：破堤，越流が発生せず

数字：本川ピーク時刻を基準とした破堤時刻[hr]

数字：越流時間[hr]（破堤なし）

を示す。

本川支川型では，越流4時間後に破堤の場合，まず支川上流部の破堤が遅くなり，本川に流れ込む流量が増

加する．そのため，新たな破堤地点（M6）や下流での破堤，越流が発生し，氾濫する．このことで，本川の水位が減少し，支川では背水影響を受けやすい本川との合流付近（B2, B6）での破堤が発生していない．支川型では，本川の流量が少なく，本川からの影響もあまり受けないことや，越流4時間の後に破堤の条件より，本川支川ともに破堤箇所が減少した．本川型では，本川の多数の地点で越流が確認できた．本川では，新たな破堤箇所（M6）が発生しているが，支川ではあまり破堤箇所に違いが現れなかった．これは，支川上流の地点（B1, B4）は，堤防が低く破堤しやすい地点であることや，支川と本川との合流付近（B2, B3, B5, B6）では，背水影響を強く受けるため，支川の流量が少なくても，水位が上がりやすい地点であるためである．

4. 結論

越流直後に破堤の場合に対し，4時間越流の後に破堤の場合の破堤特性を整理すると，本川支川型では，支川での破堤が減少し，新たに本川左岸側（M6）に破堤が生じた．支川型では，本川，支川ともに破堤が減少した．本川型では，本川で多数の越流が確認できたが，破堤箇所にあまり違いがなかった．破堤シナリオによる潜在的氾濫リスク箇所の変動を明らかにすることができた．

謝辞：本研究に，平成30年度河川基金研究助成(代表・田中規夫(助成番号:2018-5211-033))を使用した．荒川上流河川事務所から降雨データ等をご提供頂いた．記して謝意を表します．

参考文献

- 国土交通省河川局治水課：河川堤防設計指針，2019 閲覧．
(http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/gijyutukai_hatu/pdf/teibou_sekkei.pdf)
- 須賀堯三，石川忠晴，葛西敏彦：越流水による堤防の破壊特性 その3，第25回水理講演会論文集，1981．
- 吉本俊裕，末次忠司ほか，昭和61年8月小貝川水害調査，土木研究所資料，No.2549，1988．
- 鬼怒川堤防調査委員会：報告書，2019 閲覧
(http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000643703.pdf)
- 伏見健吾，五十嵐善哉，田中規夫：降雨波形と破堤条件が荒川流域川島町の潜在的氾濫リスクと避難タイミングに与える変化，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.74, No.5, 2018．