

実測データベースに基づく河川堤防の越流決壊・破損条件の検討

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻
 東京理科大学理工学部土木工学科
 東京理科大学理工学部土木工学科
 埼玉大学大学院助教理工学研究科環境科学・社会基盤部門

学生員 ○服部 泰士
 正会員 二瓶 泰雄
 正会員 大槻 順朗
 正会員 八木澤 順治

1. 序論

近年、異常降雨に伴って計画規模を上回る洪水が毎年のように全国各地で発生し、計画高水位を上回り堤防を越流し、一部が決壊し、甚大な被害が生じている¹⁾。河川堤防は長時間越水するような超過洪水に耐えることを前提として設計されていない。今後、想定外規模の洪水用の堤防管理を行うには、既往堤防の耐越流侵食性を把握し、弱点箇所の抽出や補強工事重点区域を設定し、効率的に減災対策を講じる必要がある。越流が起きている区間では一様に堤防が決壊・破損するわけではなく、堤体被災状況には縦断方向に差異が生じている。この要因としては水理条件（越流水深・時間、流速等）や堤体条件（高さ、天端幅、勾配、材料、のり面の被覆状況等）が考えられるが堤防の越流侵食・決壊状況とどのように関わりがあるかは不明確である。この要因の一つは、様々な堤防被災調査結果を取りまとめてデータベース化したものが無いためである。本研究では、いくつかの水害調査を行い堤防被災状況のデータベースを作成すると共に、それに基づいて既往堤防の越流決壊条件を把握することを目的とする。そのため、まず、堤防被災状況に関わる調査票を作成し、そのデータベース化を行う。ここでは、3河川の水害調査を行い、堤防の決壊・破損状況や越流状況、堤体の基本データを取得する。これらに基づいて、堤防の決壊・破損状況と水理条件との関連性を明らかにすると共に、それに対する堤体条件や補強状況の影響を把握する。

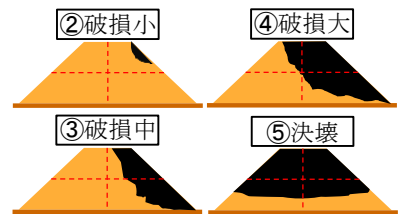


図1 堤防被災状況の分類

2. 研究方法

(1) 堤防被災状況データベースの作成：堤防被災状況に関わるデータベースを作成するに当たり、まず、堤防被災状況の分類を行う必要がある。本論文では、堤防の裏のり面・天端・表のり面の侵食状況を考慮して、無被害、破損小・中・大、決壊の5つに分類した(図1)。まず、①の無被害は、越流が生じてても堤体表面が侵食されずに元の形を維持しているものである。②～④の破損小・中・大では、堤体を4分割して定義する。これらの被災状況分類に基づいて、水害調査時に用いる調査票を表1のように作成した。ここでは、基本情報となる観測時間、観測場所（緯度経度や左右岸、内岸・外岸）、堤防被災分類、被災している場合には侵食状況（侵食幅、長さ、深さ）、越流水深を記述する。次に、堤体状況として、護岸状況（表のり面・天端・裏のり面）や勾配、各面の長さを記す。なお、表中のデータに加え、堤防の土質や不陸の有無などを加える必要があり、今後、詳細な堤体情報を項目として追加する予定である。

(2) 水害調査の概要：堤防被災状況データベースの元となる水害調査としては、H25年7月山口・島根豪雨災害¹⁾が生じた山口県須佐川・田万川、および、H26年台風8号による洪水氾濫が生じた山形県南陽市を流れる吉野川²⁾、の3河川を対象とし、堤防天端に残された泥の線や堆積した草木の痕跡から越流水深が得られた地点の調査を主に行った。それに加えて堤体情報のみ取得した地点もあり、全て合計すると、須佐川27箇所、田万川25箇所、吉野川15箇所である。

表1 堤防被災状況の調査票の記入例

基本情報	位置情報[*]	N38.0347330, E140.169090		
	時間	2014/7/30 16:08		
	地点名	①		
	左右・外内岸	左岸・外岸		
	被害分類	⑤		
基本情報	侵食状況	侵食深さ:2.4m 侵食幅:6.1m 破堤距離:30m		
	越流水深[m]	0.24		
護岸	上流	表のり面	種類	写真枚数
		天端	空石積	3
	裏のり面	天端	アスファルト	2
		裏のり面	土	2
	下流	表のり面	練張り	2
		裏のり面	コンクリート	2
勾配	表のり面	28°		
	裏のり面	22°		
長さ [m]	表のり面	6.50		
	天端	4.81		
	裏のり面	5.70		
RTK			標高[T.P.m]	
	表のり面下端	212.75		
	表のり面上端	215.13		
	裏のり面上端	215.22		
備考	裏のり面下端	213.40		
	植生流出			

3. 考察と結果

(1) 堤防被災状況と越流水深・高さ・勾配の関係：堤防被災状況と関係性があると思われる越流水深と堤防被災状況の関係を図2に示す。ここで、堤防被災状況としては、前節と同じ5段階を採用し、データのある結果のみプロットしている。なお、データのばらつきを減らすために、越流水深の結果を0.2m間隔で分け、被災状況を便宜的に区間平均した結果も表示する。これより、越流水深が0.5m未満では無被害となっているが、0.5m以上では、破損中・大、決壊が現れるようになり、越流水深に何らかの依存性があることが伺える。そのような傾向は区間平均値では明確になり、0.5m以下ではほぼ無被害であるが、0.5m以上では破損大や決壊、という被災レベルになっている。また、0.5m以上では、越流水深が大きいと被災レベルも増える、というような関係性にはなっていない。一方、堤防高さやのり面勾配に関しては、堤防被災状況のばらつきは多く、越流水深のような関係性は見えていない(図面省略)。

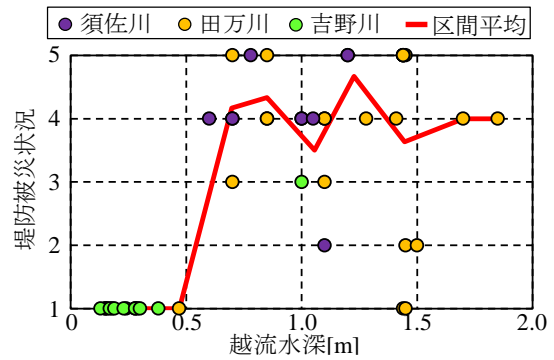


図2 堤防被災状況と越流水深の関係

(2) 堤防被覆状況の影響：堤防被災状況データベースを用いて、堤防被災状況と表・裏のり面・天端の被覆状況の関係を検討する。本研究ではのり面・天端の被覆状況として5つに分類する。ここでは1)土羽(張り芝を含む), 2)空積み, 3)コンクリート張り(練張りやブロック張り, 練積みなど), 4)下部:コンクリート張り, 上部:土羽, 5)下部:コンクリート張り, 上部:空積みとする。空積みは、目地から砂の吸出しが生じるが、練積みは胴込めコンクリートで目地が埋められているため、コンクリート張りと同じ分類とした。表のり面・天端・裏のり面の各被覆条件の損壊状況を図3に示す。ここでの損壊状況としては、護岸損壊無, 小, 大として、その区別は、各面上の被覆工が半分以上残存しているかどうかとする。なお、図中では堤防被災が顕著に生じた越流水深50cm以上の地点のみを対象とする。これより、表のり面の場合、土羽では7地点中6地点で損壊大となるが、損壊大の割合はやや空積みやコンクリート張りのほうは少ない。土羽とコンクリート張りの大小関係は、天端や裏のり面でも同じであるが、その差は統計的に有意ではない(結果省略)。また、下部がコンクリート張り, 上部が土羽や空積みの場合にも被覆工の損壊は生じており、どのような被覆工タイプであってもある程度の越流水深を越えると損壊しているものと考えられる。

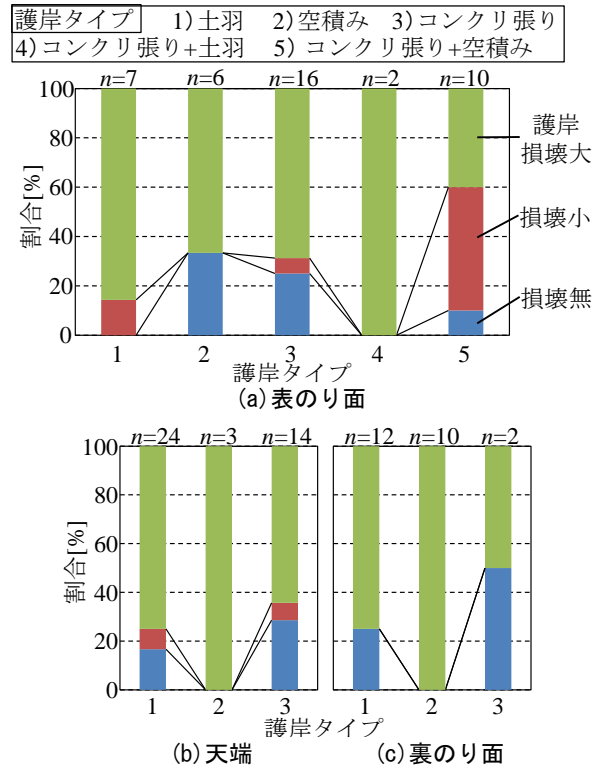


図3 各面被覆状況別の護岸損壊割合 (n: データ個数, 横軸の護岸タイプは凡例の数値と対応)

(3) 越流時間の算出：上記の指標以外に重要なものとして越流時間があるが、現地データのみでは取得できない。

そこで、汎用水文水理モデル(MIKE11)を用いて河川洪水氾濫シミュレーションを実施し、堤防越流時間と越流水深の関係性を検討したものを図4に示す。ここでは、田万川支川の原中川におけるH25災害時の結果を例示する。このように両者には相関関係が見られ、今後、この関係性を用いて破堤データベースに越流時間データの推定値も追記する予定である。

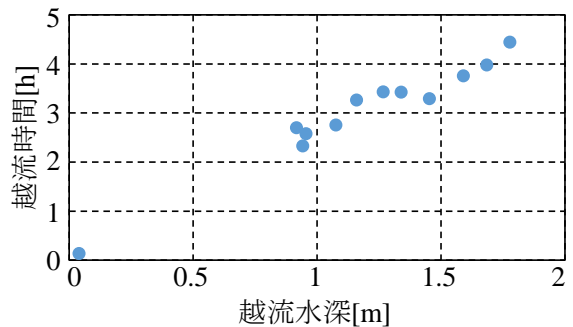


図4 越流水深と越流時間の関係 (田万川)

参考文献：1) 土木学会水工学委員会山口・島根水害調査団：平成25年7月28日山口・島根豪雨災害調査報告, 2013, 2) 朝日新聞：H26年9月26日。