

河川堤防の地盤特性を考慮した相対的リスク評価に関する基礎的研究

○東北学院大学工学部環境建設工学科 学生会員 菊地健太
東北学院大学工学部環境建設工学科 フェロー会員 飛田善雄

1. 序論

本研究では、水文学的な破堤の要因のみならず、堤体の地盤特性による要因を考慮して各河川堤防のリスク評価を行い、河川ごとのリスクを同一の方法で算定して、相対的な評価を行うことができるかどうかの検討を行う。近年、特に地方の中小河川において、河川堤防の詳細な調査や改修のための費用の確保が難しくなっている。そこで、踏査・文献調査のみによりリスクを算定することが可能な本方法を、費用対効果の高いリスク算定の手段としたい。また、河川堤防の改修・かさ上げなどの実施順番の優先順位を決める際の一つの客観的資料となることが期待される。

2. リスクの定義

ここではリスクを式(1)のように定義する。

$$\text{リスク} = \text{予想される被害額} \times \text{被害を受ける確率} \quad (1)$$

まず、氾濫原を想定する。次に氾濫原内の資産額を算定し、資産額と被害率を掛け合わせ予想される被害額を算定する。被害を受ける確率とは、各河川の超過確率と破堤のリスクを増大させると考えられる要因から定める割増係数を掛け合わせ表現する。本手法では割増係数を、破堤危険箇所、土の性質、被災履歴の3点を考慮して定めた。

3. 想定氾濫原の設定方法

計画高水位を延伸させる方法により氾濫原の参考値を定めた後、氾濫水到達距離を算定する。

対象区間内の破堤箇所として、河川の縦断方向において、宅地の密集地帯近郊など被害が甚大となると考えられる1箇所を設定する。なお、兩岸を比較し被害が大きくなると予想される片岸への氾濫を想定する。

標高データについては、国土地理院データ、下水道台帳、Google Maps、既往実測データ等から取得する。

(1) 計画高水位を延伸させる方法

図1に示すように、計画高水位を堤内地に延伸させ、氾濫水到達距離及び想定氾濫原の参考値とする。

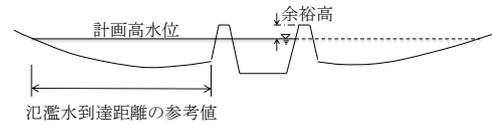


図1 計画高水位を延伸させる方法

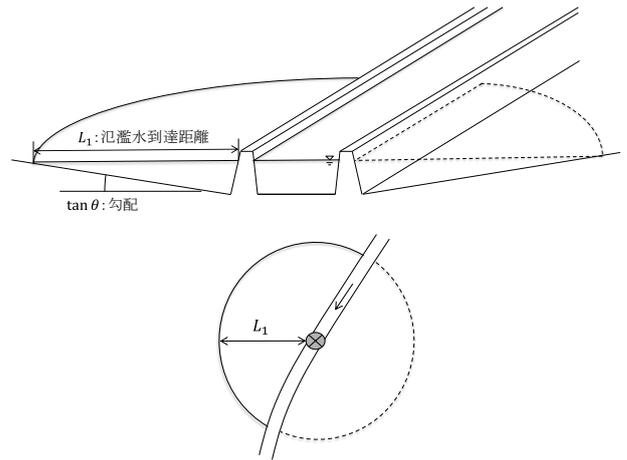


図2 破堤箇所を中心とした想定氾濫原

(2) 氾濫水到達距離の設定方法

降雨継続時間中に上流から破堤箇所まで流下する水量は式(2)で表される。

$$V = Q \times T \quad (2)$$

ここに、 V : 水量[m³], Q : 流出量[m³/s], T : 降雨継続時間[s]である。降雨継続時間は、一般に1日~3日と設定されるが、ここでは便宜的に1日とする。

図2に示すように、氾濫水を破堤地点を中心とした逆円錐形と仮定し、その片側のみ破堤することを考慮すると、氾濫水到達距離は式(3)で表される。

$$L_1 = \left(\frac{6V}{\pi \tan \theta} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

ここに、 L_1 : 氾濫水到達距離[m], $\tan \theta$: 堤内地の平均勾配である。水量については、式(2)に従い流出解析手法により描いたハイドログラフの面積から算定する。

浸水深及び氾濫原の面積を算定する際には、破堤地点のり尻を基準とした逆円錐形の高さにあたる $L_1 \tan \theta$ を堤内地に延伸させる。

キーワード: リスク評価, 河川堤防, 破堤, 被害額, 確率, 相対的評価

東北学院大学 〒985-8537 多賀城市中央一丁目 13-1, Tel: 022-368-7396

表1 破堤位置からの距離・破堤位置のり尻を基準とした標高別被害率

		堤防のり尻を基準とした標高				
		0未満	0~99	100~199	200~299	300cm以上
堤防からの距離	50m未満	0.90	0.55	0.30	0.15	0.08
	50~99	0.60	0.35	0.18	0.09	0.07
	100~299	0.40	0.21	0.10	0.08	0.06
	300~499	0.24	0.12	0.09	0.07	0.05
	500~999	0.14	0.10	0.08	0.06	0.04
	1000m以上	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03

表2 破堤位置のり尻を基準とした標高別被害率

堤防のり尻を基準とした標高	0未満	0~99	100~199	200~299	300cm以上
被害率	0.90	0.60	0.35	0.15	0.05

4. 資産額及び被害額の算定

(1) 資産額の算定

以下の項目を想定氾濫原内資産額として算定する。

- ・ 家屋資産額
- ・ 家庭用品資産額
- ・ 事業所償却・在庫資産額
- ・ 農漁家償却・在庫資産額
- ・ 農作物資産額

(2) 被害額の算定

各資産額と被害率を掛け合わせ、各被害額を算出する。家屋被害額に用いる被害率は、氾濫流の流体力を加味した表1に従い、その他の被害率は表2に従う。

5. 被害を受ける確率の割増係数の決定

(1) 破堤危険箇所による影響を評価

次のような箇所は、外水災害で破堤しやすい。

- ・ 河道の屈曲部
- ・ 河道勾配が急に緩くなる箇所
- ・ 河道を横断する工作物付近（特に上流側）
- ・ 二つの河道の合流点付近
- ・ 河道幅の急変部（狭くなる袋状部）
- ・ 天井側への移行地点
- ・ 旧河道の上に造られた堤防部分

対象区間における合計破堤危険箇所数を調査し、式

(4)により割増率を算出する。

$$\text{割増率} = 1 + \text{合計破堤危険箇所数} \times 0.01 \quad (4)$$

(2) 土の性質による影響を評価

周辺の基礎地盤が砂質である場合、古くに堤体材料として砂が用いられている可能性があり、浸透・浸食破壊のリスクが増加する。セグメント分類別に定めた

表3 セグメント分類別の砂質土混入による割増率

セグメント分類	地形	危険度	割増率
セグメントM	山間地	安全	0.8
セグメント1	扇状地	やや安全	0.9
セグメント2-1	谷底平野	均衡値	1.0
セグメント2-2	自然堤防帯	やや危険	1.1
セグメント3	デルタ	危険	1.2

表4 被災履歴による割増率

被災履歴	災害発生回数による割増率	
なし	1.00	
あり（補強済）	対象区間全域補強	0.90
	破堤箇所のみ補強	1+0.02×（災害発生回数）
あり（補修済）	1+0.03×（災害発生回数）	

表5 渋井川への適用結果

評価項目	数量	
氾濫水到達距離[m]	計画高水位を延伸させた参考値	800
	ハイドログラフを描く方法	991
氾濫面積[ha]	1,700	
被害総額[百万円]	4,796	
超過確率	1/20	
破堤危険箇所による割増率	1.13	
土の性質による割増率	1.10	
被災履歴による割増率	1.08	
リスク（1年当たりの被害額）[百万円]	322	

割増率を表3により決定する。

(3) 被災履歴による影響を評価

対象区間において、過去に破堤あるいは越水した回数を調査し、表4により割増率を算定する。

6. 具体的計算結果

本方法を、平成27年9月の関東・東北豪雨で被害を受けた宮城県大崎市渋井川に対して適用し、有用性を確認した。リスクの算定結果を表5に示す。参考のために、渋井川付近を含む大崎市古川地域の関東・東北豪雨による被害総額の暫定値を記すと、家屋・家庭用品被害額を除き、約25~30億円と算定されている。本方法では約48億円であり、大きな値を与えている。

7. 結論

本研究では、水文学的な破堤の要因に加えて、堤体の地盤特性を考慮したリスク評価を試みた。その結果、河川堤防の破堤時の被害の簡易予測手法として、本方法の利用可能性を示すことができた。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、ご教示いただいた宮城県村岡孝重様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル（案），2005。
- 2) 一般財団法人国土技術研究センター：河川堤防の構造検討の手引き（改訂版），2012。
- 3) 一般財団法人国土技術研究センター：中小河川計画の手引き（案），1999。