

## 堤防決壊に関する二、三の考察

日本大学 理工学部 学生会員 ○海野洋平  
 日本大学 理工学部 正会員 吉川勝秀

### 1. はじめに

河川堤防の決壊により氾濫が生じ、被害が発生する。本研究では、その堤防決壊の原因を実証的に示すとともに、決壊による河川水位の低下、さらには決壊しないスーパー堤防の整備の在り方について考察を行った。

### 2. 堤防決壊の原因についての実証的検討

河川堤防の決壊による氾濫（堤防が破堤して氾濫域に洪水が流れ込むこと）の原因としては、①越水による決壊、②堤防一般部における浸透による決壊、③堤防横断構造物（樋管）周辺での浸透による決壊、④洗掘による決壊がある<sup>1)</sup>。

そのような原因で生じた堤防決壊について、戦後、建設省直轄管理河川で生じた以下の事例について検討した（写真-1）。

①越水による決壊：昭和 22（1947）年の利根川右岸堤防の決壊

②堤防一般部における浸透による決壊：昭和 25（1950）年の小貝川、昭和 51（1976）年の長良川、昭和 28（1953）年の遠賀川

③堤防横断構造物（樋管）周辺での浸透による決壊：昭和 57（1983）年、61（1986）年の小貝川（高須、豊田）の決壊

④洗掘による決壊：昭和 49（1974）年の多摩川の決壊

それぞれの堤防決壊の特徴を表-1 に示した。

表-1 より越水による堤防決壊の他、浸透によるもの、洗掘によるものがある。

### 3. 堤防の決壊による河川水位の変化

堤防決壊による、氾濫原に洪水が流入する際の水位低下は簡易な推定方法として式（1）、式（2）で示される。

$$dh = 1 / (1/n * 5/3 * B * h^{2/3} * I^{1/2}) * dQ$$

マニング式 . . . . . (1)

$$dh = \{v * q_*/gBh\} / \{1 - Q^2/gB^2h^3\} * dx$$

横越流式 . . . . . (2)

ここに、 $h_1$ ：破堤敷高から見て高い方の水位  $v$ ：流

表-1 堤防決壊の原因と具体的事例の特徴

事例	原因	概要	備考
①昭和22年 利根川（新川通）	越水	堤防の高さに必然的な箇所での越水により決壊。（埼玉県栗橋付近での決壊で、氾濫流は東京まで至った。最大級の被害が発生）	橋梁による堰上げ、左右岸の堤防高の差 『河川堤防学』参照
②昭和61年 小貝川（明野）	越水	堤防の高さに必然的な箇所での越水により決壊。（氾濫によりかつての“鳥羽の淡海”が再現した）	左右岸の堤防高の差 『河川堤防学』参照
③昭和49年 多摩川（狛江）	洗掘（堰周辺）	固定せきを迂回する流れの浸食で堤防決壊。洪水での護岸被災を原型で復旧。河床低下による洗掘の力の増加。	固定堰、河床低下、迂回流
④昭和25年 小貝川（大留）	堤防一般部の浸透	堤防の腹付け予定箇所で、減水時に決壊。現在の堤防に比較して弱小堤防であった。	弱小堤防、軟弱地盤（ケド層） 『河川堤防学』参照
⑤昭和51年 長良川（安八・墨俣）	堤防一般部の浸透	ほぼ完成した断面形状の堤防での決壊。長雨・長洪水、そして堤防の尻部にあった池の存在などが原因とされている。	堤内池側の池の存在 『河川堤防学』参照
⑥昭和28年 遠賀川（植木）	堤防一般部の浸透	堤防の下に透水路があったと推察されている。	堤外地に池があり、透水路の存在を暗示
⑦昭和56年 小貝川（竜ヶ崎）	樋管周辺の浸透	支持杭樋管での決壊。	支持杭樋管 『河川堤防学』参照
⑧昭和61年 小貝川（豊田）	樋管周辺の浸透	摩擦杭樋管での決壊。樋管周りの堤体土が砂質であった可能性あり。	摩擦杭樋管、堤体が砂質土 『河川堤防学』参照
堤防強度の一般的事項			
構造特性		①越水による決壊	
①外力：降雨、水位、洪水継続時間	①堤防断面	（越水深、洪水継続時間／堤防材料、基盤材料、天端舗装） 越水水深・継続時間（目安：60cmで3時間？）	
②堤体構造（土質、天端舗装、堤内地盤高と水位の差）		②洗掘による決壊	
②基盤土質構成		（高水敷地の存在、固定堰等の周辺）	
③基盤の土質（連続した透水路の存在）		③堤防一般部の浸透による決壊	
		（降雨、洪水継続時間、水位／堤体・基盤の土質／堤内地側の地形・落堀の存在）	
		④樋管等の堤防横断構造物周辺の浸透による決壊	
④支持杭樋管での不等沈下		（洪水継続時間、水位／不等沈下の有無／堤体・基盤の土質）	
		累積降雨量、水位継続時間、堤体材料（透水性）、基盤の透水路、落堀等の地形。	
		不等沈下。水みちの形成・拡大	

写真-1 堤防決壊の事例（左より、利根川、長良川、小貝川1986）、多摩川）



キーワード 堤防決壊 スーパー堤防 越水

速、 $R$ ：径深、 $h$ ：水深、 $n$ ：粗度(低水路と高水敷の合成粗度)、 $A$ ：河道の断面積(矩形水路の場合は、川幅  $B$  × 水深  $h$ )、 $x$ ：流下方向の距離、 $i_0$ ：水路勾配、 $q_*$ ：水路に沿う単位長さあたりの横流入量、 $v_*$ ：横流出流れの $x$ 方向の速度成分である。堤防決壊による場合は、横流出であり、 $v = v(q < 0)$ である。

利根川の栗橋地点近傍において、式 (1)、式 (2) を用いて算出した結果と昭和 22(1947)年洪水での実績で決壊による水位低下の検討を行い、比較を行った(図-1)。その結果を図-1 に示しさらに不等流解析による結果も示した<sup>3)</sup>。さらに表-2 に数値的に示した。表に示すように、簡易な推定手法としてのマンギングによるものは過少、横越流によるものは過大となり、不等流によるものがほぼ近い値となった。

#### 4. スーパー堤防の整備についての考察

スーパー堤防の整備に関する考察として、①堤防天端まで盛り土した場合、②計画高水位まで盛り土し、余裕高を設けた場合、③計画高水位まで盛り土し、余裕高を設けない場合について検討した。堤防が決壊した場合の水位低下は式 (1)、または式 (2) より求められる。それぞれの場合の整備による効果(整備による効果の範囲、水位低下による堤防周辺の安全度向上の程度等)について表-3 に示した。

- ・スーパー堤防は、通常の堤防に比べ決壊が起こらず、越水のみであり被害が少ない。
- ・一部区間の整備であっても、決壊しないスーパー堤防を整備した場合に、その区間では堤防の余裕高を設けないことにすると(④の場合)、そこで必ず越水が生じてその対岸、周辺および下流の水位の上昇が抑えられ、堤防システムとしての安全性は広い区間にわたって相対的に向上する。
- ・天端高からの場合(③の場合)、スーパー堤防が整備されている場所では決壊はしないが、その整備による周辺への整備効果は期待されない。

#### 5. 結語

本研究では、堤防決壊について考察をし、決壊による氾濫流量や周辺での河川水位の低下の推定を検証し、実績決壊事例で比較検討を行った。さらに水位低下との関係から、スーパー堤防の整備方法による効果について検討した。

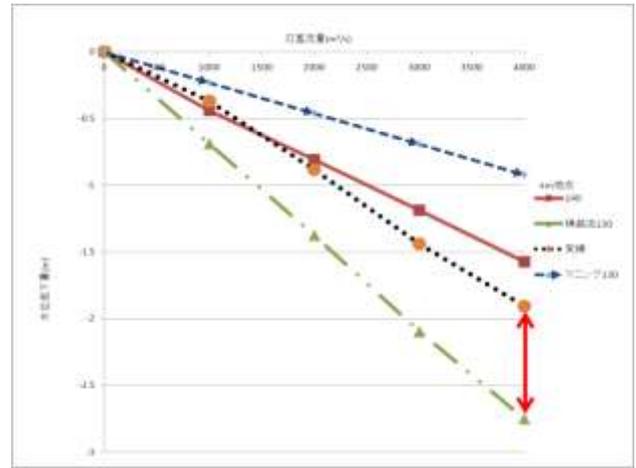


図-1 水位低下の推定結果

表-2 水位低下等の推定結果の総括表

		流量				考察	
		0	1000	2000	3000		4000
大 利 根 川 栗 橋 地 点 近 傍	不等流	0	-0.44	-0.81	-1.19	-1.57	実績と比較すると不等流の式で計算した値が他の2つより小さい。
	横越流	0	-0.69	-1.37	-2.09	-2.75	横越流の式は実績の数値との値の差は過大。
	実績	0	-0.37	-0.88	-1.44	-1.91	—
	マンギング	0	-0.23	-0.46	-0.69	-0.92	マンギングの式は、実績との差は過少。

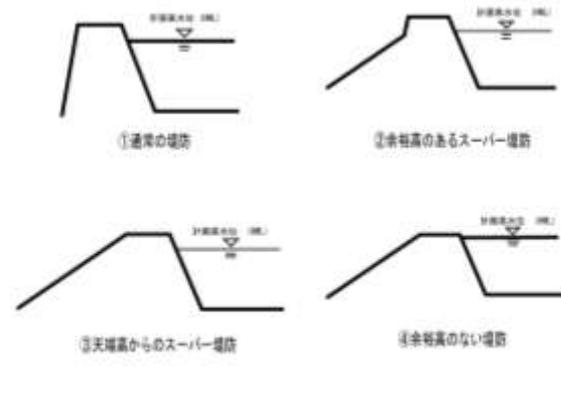


図-2 堤防の種類

表-3 スーパー堤防の整備による効果等

堤防の種類	特徴
①通常の堤防	通常の堤防は、洗掘、漏水等の要因による決壊につながる。決壊時には大量の河川の水が堤内に流れ込んでくる。
②余裕高のあるスーパー堤防	余裕高のあるスーパー堤防は、余裕高を超えた場合越水する。しかし、決壊しないため被害が大幅に低減され、越水による水位低下で整備箇所以外にも効果がある。
③天端高からのスーパー堤防	天端高からのスーパー堤防は整備されている場所での決壊はしないが、その整備による整備箇所以外には効果がない。
④余裕高のないスーパー堤防	余裕高のないスーパー堤防は、計画高水位を超えた場合越水するが決壊はしないため、被害は大幅に軽減される。越水による水位低下で整備箇所以外への効果がある。この箇所越水が必ず生じるという課題への対応が必要。

#### 参考文献

- 1) 吉川勝秀編著：『河川堤防学』、技報堂出版、2008
- 2) 吉川勝秀：「河川堤防システムの整備・管理に関する実証的考察」、水文・水資源学会原著論文、2010 (掲載確定)
- 3) 吉川勝秀・伊藤学：「超過洪水を考慮した河川堤防管理に関する基礎的研究」