

超過洪水を考慮した河川堤防システムの管理に関する氾濫・被害面からの考察

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○檜崎 真也

日本大学理工学部 正会員 吉川 勝秀

1. はじめに

我が国では、安全度一律の計画洪水を対象に堤防管理が行われている。そこでは超過洪水が生じた場合の堤防システムの破たんによる資産や被害が考慮されていない。そこで本研究では、利根川を対象として安全度一律と被害を考慮した河川堤防システム、および現況河川について安全度、氾濫による浸水および被害の面から比較検討を行い、河川堤防システムの管理について考察を行った。

2. H.W.L. における洪水発生規模（安全度）の特性

河道内の安全度とは雨量から算出することができ、洪水発生確率で示している。利根川の H.W.L. における河川整備計画は安全度一様（1/200）である。また、現況河道における流下能力の評価では上流部が 12500 m³/s、中流部が 8500 m³/s、下流部が 10500 m³/s まで対応している。また、利根川基本方針に記載されている対数正規確率紙から安全度を求めた場合は、中流部が最も低く、上流部が最も高い。

3. 水理解析による氾濫流の推定

3-1 氾濫流を推定するモデル

氾濫流を推定する上では①氾濫原を流れる氾濫流モデル、②堤防越水や決壊により河道から氾濫原に流入するモデルが必要である。①では、1次元不定流解析モデルを用い、②では式(1) および式(2)に示した越流量の公式を用いた。ここで、式(1)は完全越流(拡散型の氾濫)であり、式(2)は潜り越流(貯留型の氾濫)の場合のものである。

$$Q = 0.35 \times h_1 \sqrt{2gh} \times B \quad (1)$$

$$Q = 0.91 \times h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \times B \quad (2)$$

ここに h_1 : 破堤敷高からみて高い方の水位、 h_2 : 破堤敷高からみて低い方の水位、 B : 決壊幅、 g : 重力加速度である。

氾濫流量は昭和22年における洪水型のハイドログラフに基づいた各ピーク流量(8500 m³/s, 10500 m³/s, 12500 m³/s, 16500 m³/s, 18150 m³/s, 19800 m³/s, 21450 m³/s)に対応する河道内の水位データを用いて算出した。図-2には、越流

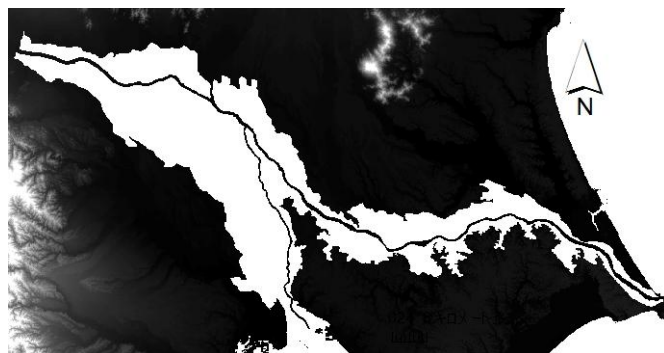


図-1 治水地形分類図を用いたブロック分割

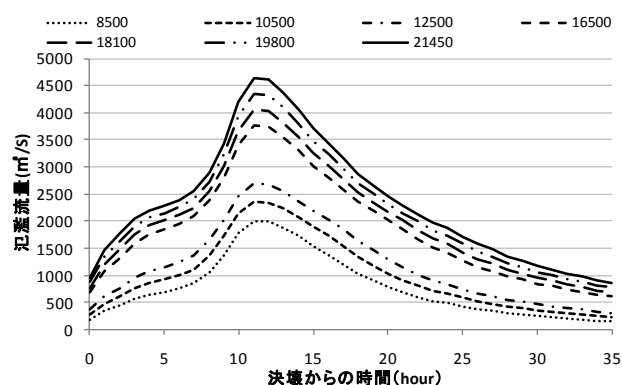


図-2 八斗島で決壊した場合における氾濫流量量の公式を用いて算出した八斗島で決壊した場合における氾濫流量を記載した。

3-2 氾濫特性の推定

利根川水系を対象に治水地形分類図から水想定区域をブロック分割したものを、図-1に示した¹⁾。

本研究では、対象を利根川水系における氾濫原に設定し、氾濫特性（浸水深、浸水範囲）の推定を行った。

(1) 計算条件

拡散型・貯留型ともに 4km 間隔の断面を使用し、粗度係数は 1次元不定流解析モデルの場合 0.1~0.3 程度であることから、それらの平均である 0.2 を設定した。上流端は、拡散型・貯留型ともに河道内に対応している水位から越流量の公式を用いて算出した氾濫流量を用いた。また下流端において、拡散型では朔望平均満潮位である 2.3m の一定値を与え、貯留型では貯留するように条件を与えた。

(2) 氾濫特性の推定

キーワード 氾濫特性、安全度、被害、氾濫原

連絡先：日本大学理工学部社会交通工学科 7 号館 737 教室、TEL : 047-469-5228, E-mail : aynihs_nara_724@yahoo.co.jp

表－1は計画流量である 16500 m³/s が河道内を流れている状態で氾濫した場合の平均浸水深および氾濫面積を示したものであり、決壊地点においては浸水面積が最大となる地点に選定し解析を行った。

表－1より、平均浸水深を氾濫原全体でみた場合、下流部の平均浸水深が平均的に深いことが推定でき、上流部で決壊した場合の浸水深が平均的に浅い結果となった。

浸水面積に関して氾濫原全体でみた場合は、上流部の浸水面積が最も広く約 1164 km²となり、下流部が約 438 km²、中流部が約 177 km²となった。

4. 氾濫原における被害

(1) 各氾濫原による被害額の算出

計画流量である 16500 m³/s が河道内を流れている状態で氾濫した場合の被害額を算出し、表－2に示した。表－2には氾濫特性で示した浸水面積と資産額、算出した被害額を記載した。この時の算出式を式(3)に示す。

$$\text{被害率} \times \text{資産額} = \text{被害額} \dots \dots \dots (3)$$

ここで、資産額に関しては吉川・長坂らにより算出されたものを引用し²⁾、被害率に関しては治水経済調査マニュアルに記載されているものを引用し³⁾、求めた平均浸水深から推定した。また、被害額を算出する際に、直接被害の対象となる資産として家屋、家庭用品、事業所償却・在庫資産、農漁家償却・在庫資産、農作物等があり、公共土木施設等の被害額に関しては、1.0倍と仮定した。

表－2より、最も浸水面積の大きい上流右岸での資産額及び被害額、浸水面積が最大となり、約 17.1 兆円となる。これは利根川流域における被害額の約 76%を占めている。このように、上流で氾濫した場合の被害額が最も大きい。

(2) 年平均被害額の算出

上記で算出した被害額から計画流量である 16500m³/s が氾濫した場合における年平均被害額の算出を行った。この時の年平均被害額の算出式を式(4)に示す。

$$d = \sum_{\text{安全度}}^m \left\{ (N_0 - N_m) \times \frac{D_0 - D_m}{2} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

ここで、N_m：河川の安全度に対応した超過確率、D_m：確率年 m における被害額である。

この結果より、上流右岸ブロックの年平均被害額が最も多く、下流右岸ブロックでの年平均被害額が最も低い結果となった。

5. 河川の安全度、浸水、被害を考慮した比較検討

利根川において 1/200 の安全度一様とした計画河道と上流右岸側の堤防の安全性を高くした計画河道の氾濫特性、

表－1 最大浸水の際における浸水面積及び平均浸水深

氾濫ブロック	決壊地点	平均浸水深 [m]	浸水面積 [km ²]	面積合計 [km ²]	ブロック面積 [km ²]
上流右岸	八斗島	1.14	932.8	932.8	1040
	栗橋	1.27	777.9		
	江戸川	1.06	372.2		
上流左岸	八斗島	1.79	231.1	231.1	216
中流右岸	鬼怒川流入部付近 (河口から約95km)	4.90	21.7	76.1	202
	河口から約110km	0.98	11.2		
	河口から約75km	3.94	43.2		
中流左岸	渡良瀬川流入部付近 (河口から約120km)	2.70	100.6	100.6	188
下流右岸	河口から約70km	3.80	45.2	144.2	146
	河口から約58km	5.72	25.3		
	河口から約55km	4.08	73.7		
下流左岸	河口から約80km	3.49	33.4	293.8	319
	小貝川流入付近	2.16	260.4		

表－2 各氾濫原での被害額の算出結果

	上流		中流		下流	
	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸
浸水範囲 [km ²]	932.8	231.13	76.05	100.6	144.2	293.75
氾濫原資産額合計 [兆円]	37.30	2.54	1.88	1.79	1.01	2.08
	387.9億円/km ²	117.6億円/km ²	93.1億円/km ²	95.2億円/km ²	69.2億円/km ²	65.2億円/km ²
氾濫原被害額合計 [兆円]	17.1	1.2	1.3	1.4	0.9	1.6

表－3 比較検討した結果

河川	安全度	氾濫の深刻さ	被害・年平均被害
計画河道	1/200 (安全度一様)	利根川全体で氾濫する可能性は一定。最も被害が大きい上流右岸で氾濫すると広範囲が浸水する。中流部、下流小貝川合流点上流部では大きな浸水深となる。	利根川全体で氾濫する可能性が同じである。最も被害が大きい上流右岸 (東京氾濫原) で氾濫する可能性がある。また、年平均被害額も同様に大きい。
被害を考慮した河道	東京氾濫原のみ堤防の強度を強化 (高規格堤防の設置など)	氾濫は上流の計画河道の場合と基本的に同じ。しかし、上流右岸の氾濫が生じないため、広範囲の浸水はなくなる。	東京氾濫原での被害の発生がなくなり、被害額が大幅に削減される。これにより、年平均被害額も大幅に削減される。
両河川	両河川による上流部、中流部、下流部の安全度	計画浸水以下の浸水の浸水でも氾濫が生じる可能性がある。氾濫は上流の計画河道の場合と同じである。ただし、中流部で氾濫する可能性が高く貯留量の氾濫原であるため、浸水深が深くなる。	中流部で氾濫する可能性が低い。その時の被害額は等しい。計画浸水以下の浸水の浸水でも氾濫を生じる可能性があり、東京氾濫原において氾濫の可能性がある。また、両河川では安全度が低いため、年平均被害額は計画に比べ大きい。

被害に関して比較検討を行った。さらに現況河道の安全度においての氾濫特性および被害を含めた上で考察を行った。これらの安全度、氾濫の深刻さ、被害を想定し、比較検討した結果を表－3に示した。表－3より、氾濫特性および被害の面からそれぞれの河道の特性を知ることができる。

6. 結語

本研究では、利根川の河道を対象とし安全度、氾濫特性、被害の面から見た河川堤防システムの特性について示した。

参考文献

- 1) 吉川勝秀：河川堤防学、技報堂出版、2008
- 2) 長坂丈巨、吉川勝秀：連続した堤防システムの安全性の管理における想定被害状況からの考察、水文・水資源学会論文集
- 3) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル (案)、2005 年 4 月