

那珂川における洪水特性の解明と治水対策の提案

(株)パスコ

正会員 岩本 陵

茨城大学 広域水圏環境センター 正会員 横木裕宗, 三村信男

1. 研究の背景と目的

栃木県から茨城県に流下する那珂川は、堤防の未整備箇所や小規模な堤防が多く、毎年大小の洪水を繰り返している。特に、平成 10 年 8 月と昭和 61 年 8 月の大水害は未だ記憶に新しい。現在、水害の再発防止のため、堤防や水門などの建設が進められているが、この影響により、将来的に洪水時の水位が上昇すると予想される。

そこで本研究では、流量の横流入出計算を組み込んだ次元洪水解析モデルを構築し、平成 10 年 8 月洪水のデータを用いて洪水解析シミュレーションを行なうこと、さらに、那珂川における洪水時水位分布などの洪水特性を解明し、有効な治水対策を提案することを目的とした。

2. 洪水解析モデル

洪水解析には、細田・朝位¹⁾によって提案されたモデルを参考とし、次元・一層流れの洪水解析モデルを用いた。このモデルでは、差分法を用いて運動方程式と連続式を連立させて解いている。

また、時間差分には、3 次精度の Adams - Bashforth 法を用いており、運動方程式の移流項には、一次精度の風上差分式を用いて離散化を行っている。

洪水解析の対象範囲は、河口から上流方向を正とし、38.3km 地点の野口から - 1.7km 地点の海域部までの総延長 40.0km 区間。計算時間間隔: Δt は 1 秒、計算格子間隔: Δx は 100 m とした。

基礎式の離散化手法に explicit(陽)型の解法を用いており、数値計算における時間の差分間隔と、空間の差分間隔は無関係に設定することができない。そこで、Courant 数を用いて、計算の安定条件である $c \leq 0.78$ を満足していることを確認した。

3. 河川流量の横流入出計算法の開発

洪水時に堤防を越流する流出量や、氾濫水などが河川に戻ってくる流入量を考慮するためには、河道途中の任意の場所で任意の水量を増減させることのできる、河川流量の横流入出計算方法を新たに開発する必要がある。

河道途中のある地点で河川流量を単に増減させるだけだと、隣接する地点との流量差を用いて、水位を算出する連続式が成立しなくなり、上流側で水位の過剰な上昇が生じる。

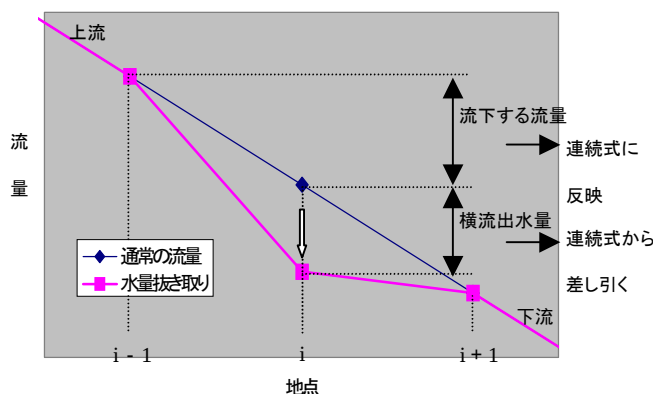


図2 流量を用いた補正計算に関連する各要素

そこで、隣接する地点間の流量差から横流出水量を差し引き、連続式に用いるべき流量差を求める方法が考えられるが、本研究の計算条件では、計算時間間隔に比べて流量の変化に要する時間が長いため、横流入出を行なう時間ステップが1である時のみでしか適用できないことが分かった。

結局、本研究では、連続式内の隣接地点における流量差を制御することにより、水位の変化量が決定されることから、流量差を適正に制御した結果と同じ意味を持つ、1 上流側地点の水位変化量を、流下に要する時間差を考慮して用い、当該地点の水位変化量を決定する方法を採用した。

キーワード：洪水解析、洪水、水害、治水、那珂川

連絡先：〒316 - 8511 茨城県日立市中成沢町 4 - 12 - 1 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター

TEL:0294 - 38 - 5169 FAX:0294 - 38 - 5268

これにより、横流入入による上流への水位・流量低下の伝播を表現し、同時に、過剰な水位上昇を制御することができた。この計算方法を用いて、横流入入を伴う洪水計算を行い、各洪水対策による影響をモデル化した。

4. 洪水解析による洪水特性の解明

a. 実測値との比較および堤防嵩上げの影響

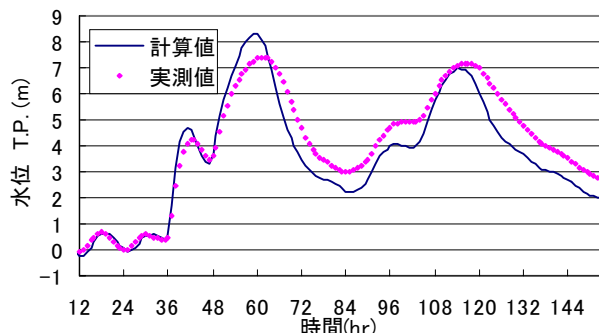
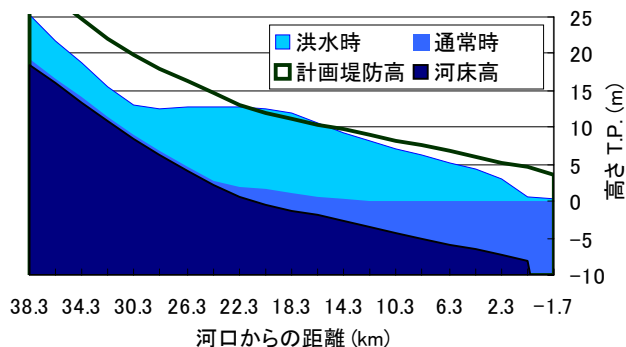


図3 平成10年8月洪水の再現計算と実測値との比較
洪水解析モデルを用いて、平成10年8月洪水の再現計算を行なった。水府橋(河口から12.3km地点)における実測値と比較したものが、図3である。

この計算では、堤防高を無限大としているので、野口(河口から38.3km地点)より下流域において、堤防高を越流地点が発生しないまでに嵩上げすると、水府橋において0.88mの水位上昇が起こることが予測される。

b. 那珂川下流域における洪水特性

図4は、水府橋における最大水位時の水位分布を、



計画堤防高と比較したものである。

図4 最大水位時の水位分布

水位の低い通常時における水位の分布形は、河床高および海水面に沿っているが、洪水時は河床勾配の変化や海水面による背水効果などの影響により、上側に凸の分布形となるため、16～22kmの区間で、河川水位が計画堤防高を上回ってしまう。実際の洪水の際にも、この付近は浸水深の高い洪水被害を受けており、計画堤防高の設定に問題があることが示唆される。

5. 洪水流シミュレーションによる治水対策の提案

現在建設中の水路トンネルである霞ヶ浦導水路に着目し、その最大導水能力 $35\text{m}^3/\text{s}$ を用いて那珂川から排水した場合をシミュレートし、その治水効果を図5に示した。

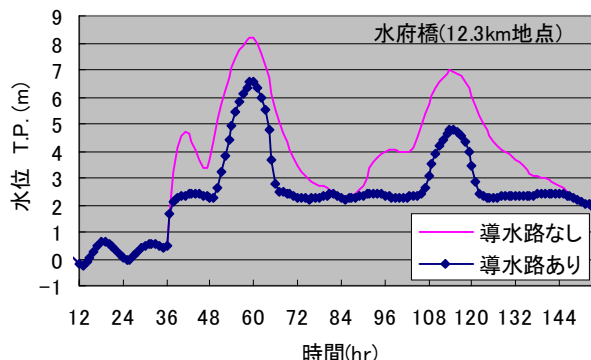


図5 霞ヶ浦導水路を用いた場合の水位変化

この結果、導水路がない場合と比較し、最大で1.76mの水位低減効果が予測された。現況の堤防高データを用いて、導水路のある場合とない場合の、氾濫被害の発生する地域と氾濫水量の計算結果を、表2に示した。

表2 氾濫の発生する地域と氾濫水量の計算結果

地域名	地点	氾濫水量	
		導水なし	導水あり
岩根町	右岸 22.0km	579 万 m^3	236 万 m^3
水府町	左岸 12.3km	61 万 m^3	0 万 m^3
美田多町	左岸 2.0km	82 万 m^3	22 万 m^3
(総氾濫量)	-	721 万 m^3	258 万 m^3
(導水量)	右岸 18.8km	-	849 万 m^3

表中の総氾濫量から、平成10年8月洪水規模の被害を完全に無くするためには、現状で721万 m^3 、導水路を用いると258万 m^3 の遊水地容量が必要であると予測される。

6. 結論

洪水流解析モデルを用いて洪水特性の解明を行なった結果、海水面による背水効果などの影響により、洪水時の河川水位が計画堤防高を上回る可能性が高いため、洪水特性を考慮した堤防高の設定が必要であることが示唆された。

また、横流入入計算をモデルに導入してシミュレーションを行なった結果、平成10年8月洪水の被害解消には721万 m^3 、霞ヶ浦導水路がある場合でも258万 m^3 の遊水地容量が必要であることが分かった。

参考文献

- 1) 細田尚・朝位孝二(1999): ダム破壊流れの1次元解析, 土木学会水理委員会基礎水理部会, 水工学における計算機利用の講習会講義集, pp.23 - 32