

河道貯留による洪水ピーク流量の低減量の推定

早稲田大学大学院創造理工学研究科 学生会員 青山修一郎
 早稲田大学大学院理工学研究科(当時) 脇谷 新
 早稲田大学理工学部 フェロー 鮎川 登

1. はじめに

河幅の広い河川では河道貯留による洪水ピーク流量の低減が顕著に生ずる。ここでは、埼玉県と東京都を流れる河幅の広い河道が長い区間に渡って続く荒川を対象として、洪水流の1次元数値計算により河道貯留による洪水ピーク流量の低減量を推定した結果について述べる。

2. 荒川の概要

荒川は流域面積 2940km²、流路長 173km の一級河川で、寄居で平地に出た後から笹目橋までの 65.3km の区間は河幅 1～2.5km の河道を流下する。笹目橋から下流では河幅は狭くなり、岩淵から下流 22km の区間は人工的に開削された幅約 700m の河道(放水路)を流れ、東京湾に注ぐ(図1・図2)。荒川では低水路に沿って堤防を築き、河道内に5つの調節地をつくり、洪水調節効果を高めることが計画され、第一調節地は完成している。5つの調節地の全面積は 21.5km²、洪水調節容量は 1 億 4500 万 m³ で、4300m³/s の洪水を調節することが計画されている。



図1. 荒川流域図

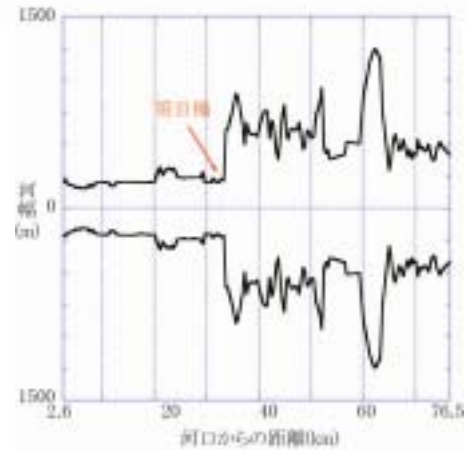


図2. 荒川の河幅の縦断変化

3. 洪水流の数値計算

洪水流の数値計算は開水路1次元非定常流の連続方程式と運動方程式を用いて複断面河道として行った。

$$\text{連続方程式: } \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_l \quad (1)$$

$$\text{運動方程式: } \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial h}{\partial x} - S_0 - S_f \right) = q_l v_l \quad (2)$$

ここで、相当粗度係数 n および運動量補正係数 β は次式で算定した。

$$n = \frac{\sum_{i=1}^N h_i^{5/3} \Delta y_i}{\sum_{i=1}^N \left(h_i^{5/3} / n_i \right) \Delta y_i} \quad (3),$$

$$\beta = \beta_h \frac{A^2 \sum_{i=1}^N (h_i / n_i)^3 \Delta y_i}{\sum_{i=1}^N \left(h_i^{5/3} / n_i \right) \Delta y_i} \quad (4)$$

ここで、 β_h は水深方向の流速分布に対するエネルギー補正係数で 1.0 とする。また、 N は河道断面分割数、 Δy は河道断面分割幅、 h は i 断面における水深、 n は i 断面における粗度係数である。

4. 洪水流の数値計算結果

洪水流の数値計算は1999年8月洪水を対象として、熊谷～小名木間(74km)で行った。境界条件は上流端(熊谷)で流量、下流端(小名木)で水位を与えた。入間川からの合流は横流入として扱った。Manningの粗度係数は表1のように与えた。

治水橋の流量の観測値と計算値を比較すると、図3のようになり、観測値と計算値はほぼ一致した。1999年8月洪水のピーク流量の縦断面図を合流を考慮した場合と変化を示すと、図4のようになる。ピーク流量は熊谷～入間川合流点(25km)間で $1421\text{m}^3/\text{s}$ 、入間川合流点～笹目橋(22km)間で $843\text{m}^3/\text{s}$ 減少するが、河幅が狭くなる笹目橋下流ではピーク流量の低減は非常に小さくなることが認められる。熊谷～入間川合流点間で洪水は7873万 m^3 貯留され、ピーク流量の低減率は23.8%、入間川合流点～笹目橋間で洪水は1.14億 m^3 貯留され、ピーク流量の低減率は12.2%となることが推定された。

洪水流のピーク流量の低減を明確にするために、1999年8月洪水について入間川からの合流を無視して洪水流計算した場合の流下に伴う洪水波形の変化とピーク流量の縦断面図を図4、5に示す。これらの図によると、熊谷～笹目橋間で1.86億 m^3 貯留され、ピーク流量は $5960\text{m}^3/\text{s}$ から $3730\text{m}^3/\text{s}$ に低減(低減率37%)することが推定された。

5. おわりに

洪水流の数値計算により荒川における洪水ピーク流量の低減について検討した結果、河道貯留によりかなりのピーク流量の低減が推定された。

本研究の遂行にあたり、国土交通省荒川上流河川事務所から貴重な資料を提供していただきました。記して謝意を表します。

表1. 計算に用いた粗度係数値

粗度係数	熊谷～治水橋	治水橋～笹目橋	笹目橋～小名木川
高水敷	0.025	0.055	0.055
低水路	0.025	0.03	0.035

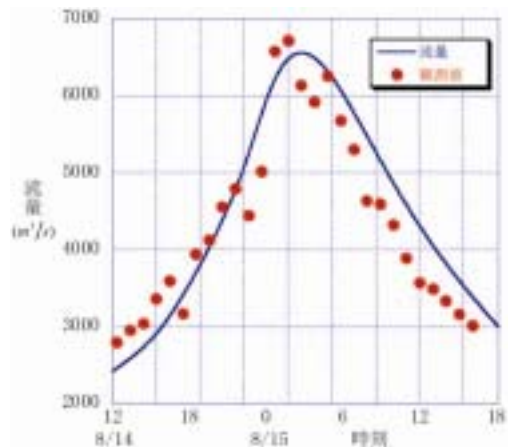


図3. 流量の計算値と観測値の比較(治水橋)

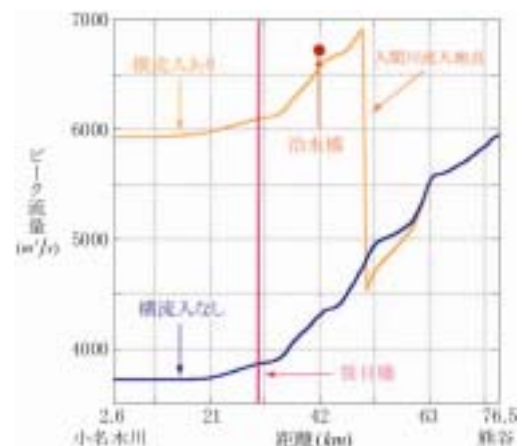


図4. ピーク流量の縦断変化比較図

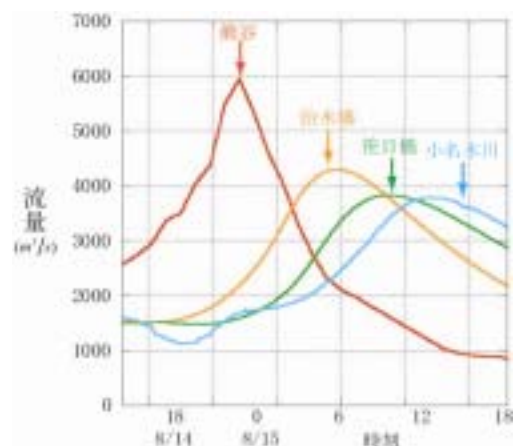


図5. 流下に伴う洪水波形の変化