

令和元年東日本台風における夏井川の不等流計算～植生群の粗度解析～

日本大学工学部 学生会員 ○松本 啓吾
日本大学工学部 正会員 朝岡 良浩

1. はじめに

近年、地球温暖化により台風の進路は大きく変わらないが、台風の強度が増大している¹⁾。台風の強度が増大すると現在の計画を上回る台風が発生することで甚大な被害をもたらすことが懸念されている²⁾。また、水深変化については、植生群が及ぼす影響が懸念されている。夏井川では、治水安全度70年を想定して河川整備されているが、令和元年東日本台風では大きな被害を受けた³⁾。夏井川で破堤した場所の多くに植生群が繁茂し、水深変化に大きく影響している可能性が高い。また、繁茂する植生群の多くは竹林であった。河川の不等流計算では河床の状態を粗度を用いて表す。本研究は、夏井川において竹林が繁茂する領域を対象として、粗度が不等流計算に及ぼす影響を評価する。

2. 対象地域

対象地域の夏井川流域を図-1に示す。夏井川は、阿武隈山系大滝根山、仙台平、高柴山、黒石山を結ぶ稜線を分水嶺とし、南に流下し滝根町で梵天川、小野町で右支夏井川を合流後向きを南東に変え、阿武隈山地を横断する。さらに、いわき市で小玉川、好間川、新川と合流した後、太平洋に注ぐ流域面積748.6km²、法指定区間67.1kmの二級河川である。好間川の合流部より上流側は、谷平野が発達しており、下流部は海岸平野が発達し、砂層が厚く分布している。流域の平均年間降水量は約1,000mmから1,500mmとなっており、年平均気温は13℃となっている。支川の小玉川上流には小玉ダムがあり、県営の多目的ダムとして利用されている。ダムの目的は洪水調節、既得取水の安定化及び河川環境の保全、都市用水、発電に利用されている。

3. 研究手法

不等流計算の基礎式となるベルヌーイの定理を(1)式、マンニングの式を用いて摩擦勾配を(2)式に示す。また、(1)(2)式より(3)が得られる。(3)式を標準逐次計算法で不等流計算する。

$$\text{ベルヌーイの定理: } dz + d\left(\frac{Q^2}{2gA^2}\right) + dh = -I_f dx \quad (1)$$

$$\text{マンニングの式: } I_f = n^2 \frac{U \cdot |U|}{R^3} \quad (2)$$

$$0 = (h_2 - h_1) + (Z_2 - Z_1) + \frac{1}{2} \left(\frac{n^2 Q^2}{A_2^2 R_2^3} + \frac{n^2 Q^2}{A_1^2 R_1^3} \right) dx + \left(\frac{Q^2}{2gA_2^2} - \frac{Q^2}{2gA_1^2} \right) \quad (3)$$

ここで、h:水深(m)、Z:地盤高(m)、n:粗度係数、Q:流量(m³/s)、A:流積(m²)、R:径深(m)、dx:下流から上流の距離(m)、g:重力加速度(m/s²)である。

横断面のデータを用いて、(3)式での断面積と潤辺に関しては水位を変数とする関数を作成した。水位を0.01mずつ変化させ、三角形の相似と三平方の定理を用い断面積と潤辺を求めた。水位が堤防高を超えた場所では、右岸左岸の最大値を超えた場合、その地点から垂直に水位を変化させ断面積を取得した。計算領域の下流端の横断面を図-2、上流端の横断面を図-3に示す。



図-1 夏井川流域

キーワード 竹林、破堤、標準逐次計算法、水害、越流

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定中河原 1 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8732

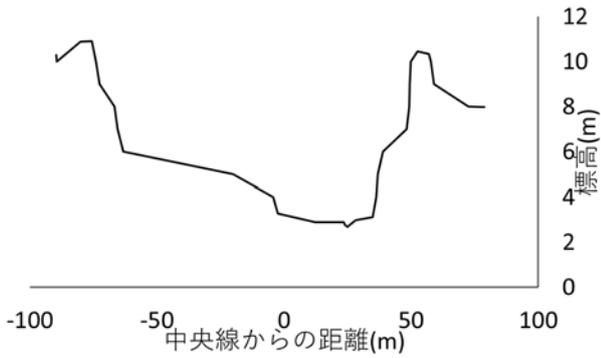


図-2 下流端横断面

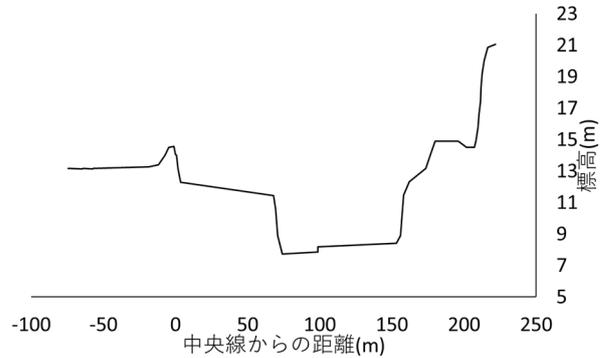


図-3 上流端横断面

4. 結果と考察

不等流計算の結果を図-4 に示す．不等流計算の粗度係数を 0.018 から 0.021 に設定すると，破堤箇所 B の水位が堤防高に到達するが，下流の破堤箇所 A では水位が堤防高に達しないことを確認できる．自然河川の粗度係数は植生の多い場所では 0.040 から 0.055 の範囲である⁴⁾．自然河川の粗度係数と比較すると夏井川の河道内粗度係数は小さい値となった．これは，不等流計算において上流側の破堤箇所に合わせて粗度係数の値を設定したが，実際には竹林の密度が大きいエリアで粗度係数は大きくなると考えられる．下流側で破堤した区間の水位が堤防高に達していないため，下流側の破堤箇所に合わせて粗度係数を設定した不等流計算の結果を図-5 に示す．粗度係数を 0.050 から 0.060 に設定すると，水位が破堤箇所 A の堤防高に達することが確認できる．また，自然河川の植生が多い場所の粗度係数とほぼ等しい値となった．下流端からの距離が 1,600m から 2,300m の区間では横断面の計算間隔が長いため計算の信頼性が低下したと考えられる．

5. まとめ

本研究は不等流計算によって夏井川の植生群の粗度係数の解析した．今後の課題として，横断面ごとに粗度係数を設定して不等流計算を行うことで，計算の妥当性が向上すると考えられる．

謝辞

本研究は福島県いわき建設事務所より夏井川の整備に関する資料提供を受けた．ここに謝意を示す．

参考文献

- 1) 吉野 純・荒川 悟・豊田将也・小林智尚(2015): 高解像度台風モデルによる台風強度に対する温暖化影響のシナリオ間相互比較.土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.71, No.2.
- 2) 和田一範・村瀬勝彦・富澤洋介(2005): 地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究), 土木学会論文集, No.796, p.23-37.
- 3) 福島県 (2003): 夏井川水系河川整備基本方針.
- 4) 建設省河川局監修 社団法人日本河川協会編 (2016): 改定新版建設河川砂防技術基準 (案) 同解説調査編, 山海堂.

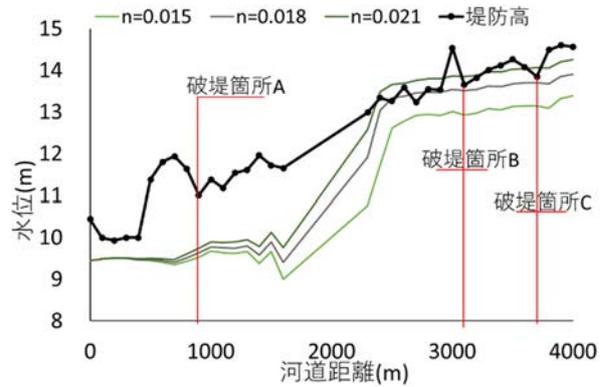


図-4 水位の縦断変化 (n=0.015 から 0.021)

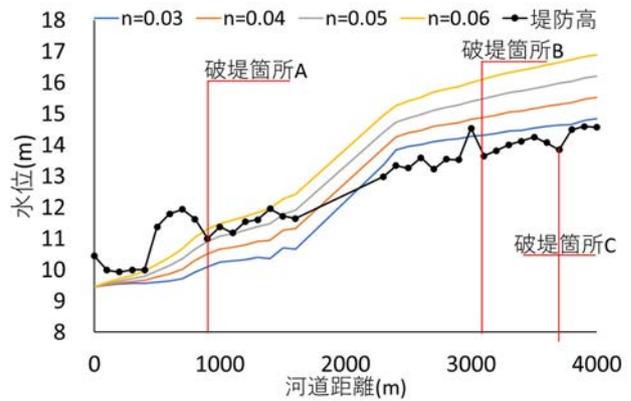


図-5 水位の縦断変化 (n=0.030 から 0.060)