

中小河川香東川を対象とした河床変動の検討

香川高専専攻科 学生会員 野村一至
秋田大学大学院 正会員 ○渡辺一也

1. はじめに

香川県では二級河川以下の中小河川が大半を占め、流路長が短く、勾配が急であるといった特徴を持っている。そのため、洪水が発生すると上流域の河床は洗掘され、流出した土砂が下流域で堆積し氾濫の危険性が高くなるという状況にある¹⁾。しかし、県や市町村が管理している中小河川は財政的に厳しく、管理のための測量データが少ないという状況にある。そのため、中小河川を対象とした効率的な河川管理が求められている²⁾。そこで、本研究では香東川を対象に植生を考慮した二次元の洪水流計算を行い数値計算の精度を確認するとともに、二次元河床変動計算より河床変動の傾向を把握した。

2. 研究方法

過去の研究³⁾より、一次元非定常計算及び二次元非定常計算による精度の検討は行っている。そのため、本研究では香川県高松市にある香東川を対象に植生による流れの阻害及び河床変動を考慮した二次元非定常の洪水流計算を行った。解析対象領域は河口から岩崎水位局の約 14.3km とした (図-1)。

本研究で使用した基礎式を式 (1)～式(3)に示す。河川形状は県から頂いた測量データを用いて作成した。計算格子は計算時間等を考慮し、流下方向 50m 間隔、横断方向 12 分割の境界適合型の非正方格子を作成した。境界条件は台風 0423 号による洪水及び潮位をそれぞれ上流端、下流端に与えた。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} D^x \quad (2)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} D^y \quad (3)$$

ここで、 u, v : x, y 方向の流速、 h : 水深、 τ_x, τ_y : x, y 方向の河床剪断力、 D_x, D_y : x, y 方向の拡散係数である。式(1)は連続式、式(2)は x 方向の運動方程式、式(3)は y 方向の運動方程式を表している。

植生の設定方法については、航空写真を基に植生の位置を断定し植生無しの低水路、草木ありの高水敷、樹木ありの高水敷の 3 種類に分類し、以下の 2

ケースについて計算した。また、図-2 に植生の抵抗係数を設定した一例を示す。

- ・ケース 1 : 樹木が分布している所に抵抗係数を与える。
- ・ケース 2 : 樹木が分布している所、草木が分布している所にそれぞれ抵抗係数を与える。

河床変動を考慮した計算は、上述の二次元非定常の洪水流計算で用いたモデルに粒径データを与えた計算である。平均粒径は 2011 年 11 月に本研究で実施した河床材料調査の結果より 45mm を与えた。

3. 結果及び考察

ケース 1 では抵抗係数 C_v を 0.0 から 1.0 まで 0.1 間隔で変動させた際の最大水位の変化を検討した。その結果を図-3 に示す。ここで、実測水位の最大値と計算結果の最大値をとり、実測値に対する計算値の比 (計算値/実測値) を用いて考察を行った。

図-3 より、岩崎水位局及び成合水位局では抵抗係数を増加させるにつれて最大水位が上昇した。それに対し、郷東水位局では抵抗係数が上昇するにつれ、はじめは減少したがそれ以降はほぼ一定という結果とり、城渡水位局では水位の変動は見られなかった。

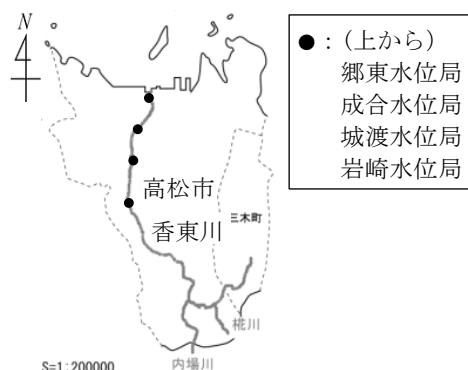


図-1 測量点及び水位局

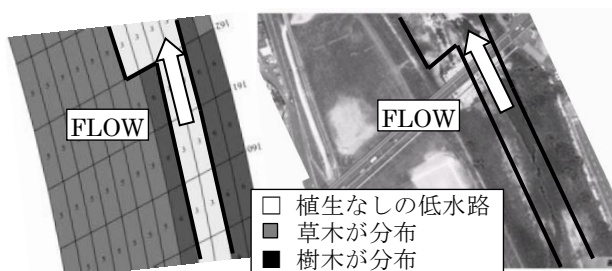


図-2 植生の設定例

ケース 1 は樹木が分布している所のみ抵抗係数を与えた計算であるため、樹木が分布していない水位局では抵抗係数の影響を受けなかった。

続いてケース 2 の計算結果について記述する。ケース 1 では出力点によって最大水位の比に差が生じたため、抵抗係数の適切な値が不明確であった。そのため、草木が分布している所にはケース 1 の結果より $C_{V1}=0.1$ を、樹木が分布している所には $C_{V2}=0.6$ を試験的に設定し解析を行った。

図-4 は郷東水位局での計算結果を示している。これより、ピーク流量、ピーク時間、ハイドログラフの形状は実測値とほぼ一致した。また、最大水位の比は 1.01 であった。図-3 より、ケース 1 では $C_V=0.1$ のとき 0.96, $C_V=0.6$ のときは 0.97 であり、洪水到達時間は 1.3 時間ほど遅れるものの、植生を 2 段階に設定した場合の方が水位は実測値により近い結果となり、数値計算の精度向上がみられた。

以上より、数値計算でも十分な精度で洪水を再現できることが確認されたため、河床変動計算を行い河床変動の傾向を検討した。図-5 に河床変動計算の結果を示す。ただし、変化量が $0 \sim \pm 5\text{mm}$ は変動なしに分類し、それ以上を堆積、それ以下を洗掘と分類している。

計算結果より、土砂が最も堆積した点は観測点 5 より約 2.6km 上流で 1.689m、河床が最も洗掘された点は観測点 1 より約 0.35km 下流で -1.761m であった。河床は流速が大きい所で洗掘、小さい所で堆積しやすいという特徴がみられたため、蛇行や滞筋の位置といった河川形状や河床勾配など、地形的な要因が大きく影響していると考えられる。

4. 結論

本研究では二次元非定常計算より香東川の流下特性を把握した。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 植生を考慮した計算より、考慮しない場合よりも良好な結果を得ることが出来た。また、ケース 2 で再現性がほぼ 100%と最も良いという結果を得たため、より詳細に検討することで更なる精度の向上を期待することが出来る。
- (2) 河床変動計算より、河床変動は河川形状や勾配など地形的要因が影響していることが分かった。特に、河床が変化しやすい点は地形的要因が大きく関係している事が分かった。

今後の課題として、洪水流計算では植生を設定す

る事で精度が向上したため、抵抗係数や他の条件をより詳細に検討し更なる精度の向上を目指す。また、河床変動計算では河床変動の傾向を把握できた段階にあるため、局所的に変動量を調査するなど定量的な評価を行う予定である。

謝辞：本研究は（財）河川環境管理財団の河川整備基金の助成を受け実施した。また、国土交通省四国地方整備局ならびに香川県河川砂防課に多くの貴重なデータを提供して頂いた。この場を借りて感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 村上仁士：[台風・豪雨・高潮]四国地域での台風 21 号，23 号による被害状況，土木学会誌，第 89 巻，pp.17-20，2004.
- 2) 福岡捷二：洪水流の水面形観測の意義と水面形に基づく河川の維持管理技術，河川技術得論文集，第 12 巻，pp.1-6，2006.
- 3) 野村一至，渡辺一也：中小河川を対象とした二次元非定常モデルによる洪水流計算，平成 24 年度土木学会四国支部技術研究発表会，pp.93-94，2012.

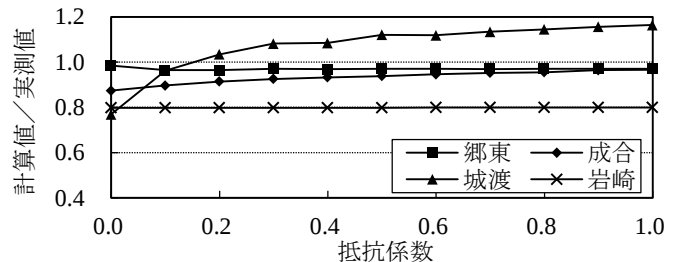


図-3 最大水位の比の変化

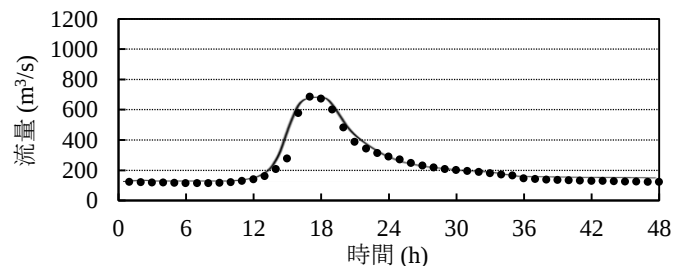


図-4 ケース 2 の計算結果（郷東水位局）

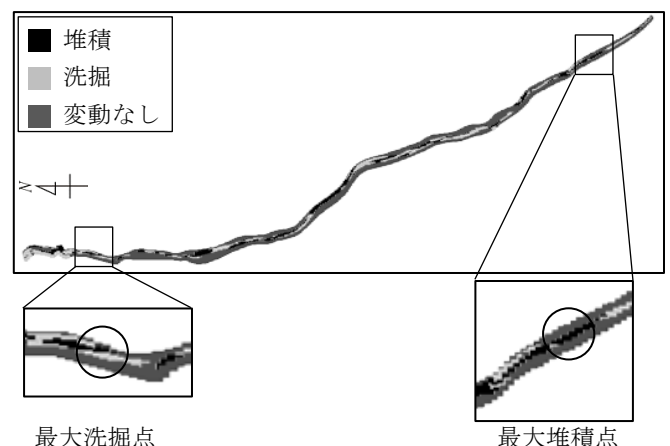


図-5 河床変動計算結果