

数値解析に基づく大野川と乙津川の樹木群混合係数値の推定

九州工業大学大学院 学生会員 ○中江 邦昭 九州工業大学工学部 正会員 重枝 未玲
 山口大学工学部 正会員 朝位 孝二 九州工業大学工学部 フェロー会員 秋山壽一郎
 (株)建設技術研究所 正会員 坂本 洋 (株)建設技術研究所 正会員 徳永 智宏
 国土交通省九州地方整備局大分河川国道事務所 正会員 西尾 崇

1. はじめに

河道内樹木は、適切に管理されていない場合に治水面上の問題が生じる。そのため、適切な樹木管理基準が近年求められている。樹木管理は河道内樹木が洪水流に及ぼす影響を勘案しながら行う必要があり、その検討ツールとして準2次元解析が一般に用いられる。準2次元解析では樹木群を死水域と樹木境界で流れに働くせん断力として取り扱う。死水域やせん断応力を求めるための境界混合係数 f 値の設定は痕跡水位に基づいて行われるため、痕跡水位が存在しない樹木伐採後の f 値や死水域の推定方法は確立されていないのが現状である。本研究は、大野・乙津川の治水と環境保全とが調和した樹木管理基準を明確にすることを目的に大野・乙津川の平均的な f 値の推定を行うとともに、樹木伐採が f 値に及ぼす影響を数値解析に基づき検討する。

2. 大野・乙津川の概要

本研究で対象とする大野・乙津川は、大分県の中央部を貫流する一級河川である(図-1)。河道特性による河道区分はセグメント 2-2 に対応する。河道内樹木は、メダケ等の竹林が多く、そのほとんどは低水路沿いに位置する。

3. 境界混合係数

準2次元解析では、ある程度樹木が密生していれば死水域として取り扱われることが多い。しかし、実際には繁茂状況によって樹木内にも流れが生じるために、樹木群内の流れが洪水流に及ぼす影響は f 値に陰的に含まれることになる。従って、痕跡水位に基づく f 値の修正の必要性が生じる。 f 値は推奨値があり、樹木が堤防に接する場合は $f=0.03$ 、樹木が河道の中央にある場合には $f=0.10$ が用いられる。また、河道中央に繁茂する樹木の f 値を求める式(1)のような実験式も存在する。

4. 結果と考察

(1) 平面2次元解析モデルの予測精度の検証

まず、平成9, 11, 17年に発生した流量(H9:6447m³/s, H11:7060m³/s, H17:8318m³/s)の異なる3つの出水に対して、痕跡水位に基づき平面2次元解析モデルの検証を行った。平面2次元解析にはSA-FUF-2DFモデル¹⁾を用いた。図-2は大野川の平面2次元解析水位と平成17年の痕跡水位との比較を行ったものである。これより、平面2次元解析は痕跡水位を十分な精度で再現していることが確認できる。また、いずれの出水に対しても誤差0.6~3.1%と同程度の精度の結果が得られた。また、乙津川への分流量と河道内水位についても同程度の精度が得られた。これより、平面2次元解析は痕跡水位と分流量を十分な精度で再現できることが確認できた。

(2) 樹木伐採前の境界混合係数 f 値の検討と妥当性の検証

大野・乙津川の平均的な樹木繁茂面積の割合に対する f 値を把握することを目的として、単位面積中に占める樹木繁茂面積の割合(0.0~5.0%)を変化させた平面2次元解析と f 値(0.01~0.2)を変化させた準2次元解析を行い、両解析結果が一致するような関係を調べた。準2次元解析には河道計画シミュレータ²⁾を用いた。堤防沿いの樹木につ

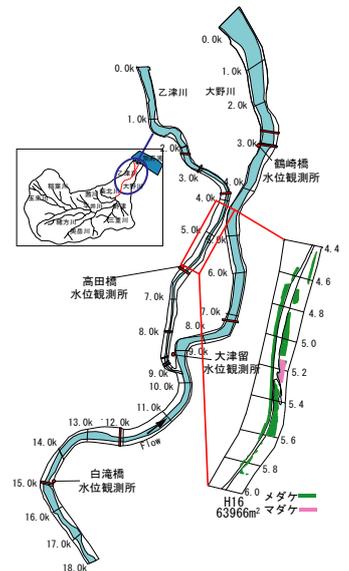


図-1 大野・乙津川の概要

$$\begin{aligned} (K_s\sqrt{h})/(u_m\sqrt{b}) \leq 0.4 \text{ の場合} \\ f = 0.072(K_s\sqrt{h})/(u_m\sqrt{b}) \quad (1) \\ (K_s\sqrt{h})/(u_m\sqrt{b}) > 0.4 \text{ の場合} \\ f = 0.017 + 0.029(K_s\sqrt{h})/(u_m\sqrt{b}) \end{aligned}$$

K_s =透過係数, h =水深, u_m =樹木群に接する分割断面の平均流速, b =樹木群幅

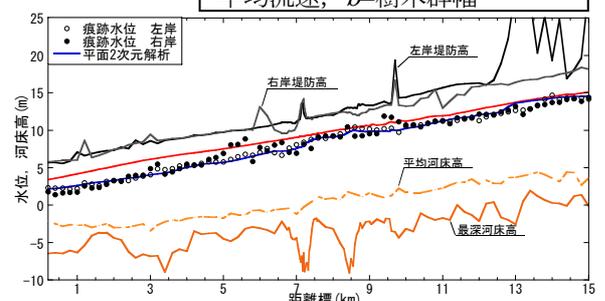


図-2 H17年の大野川の出水時の痕跡水位と平面2次元解析結果との比較

キーワード 洪水流, 境界混合係数, 樹木管理, 数値解析

連絡先 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 水環境工学研究室 TEL 093-884-3125

いても f 値の変化による水位差の検討を行ったが顕著な変化が現れなかったので f 値には推奨値である 0.03 を用い、樹木が河道中央にある場合の境界混合係数について検討した。

図-3 は、両解析の河道中心軸上の水位が一致した時の樹木繁茂面積の割合と f 値との関係を調べたものである。図中には他の河川の f 値についても合わせて示してある。大野川と乙津川の平均的な樹木面積の割合はそれぞれ 0.98% と 0.59% であり、この図から両河川の平均的な樹木繁茂状況に応じた f 値はそれぞれ 0.11 と 0.08 であることが確認できる。また、他の河川の f 値と樹木面積の割合との関係は、大野川と乙津川の曲線付近にデータがちらばっていることも確認できる。これは、 f 値が樹木の繁茂位置や形状などの各河川の河道の特性に応じて変化するためと考えられる。実際、 f 値の検討事例を見ると 0.01~0.37 程度の幅を持っていた。したがって、ここで得られた関係は大野・乙津川に限定されるものだと考えられる。そこで式(1)と大野・乙津川の平均的な f 値との適合性を調べたものが図-4 である。これより、いずれの河川においても実験式周辺にデータがあることから、実験式の関係に概ね従っていること、また、実験式は第 1 近似として十分であることが確認できる。

以上の検討から、大野川と乙津川の境界混合係数はそれぞれ $f=0.11$ と 0.08 と考えられる。この f 値を用いて、平成 9, 11, 17 年に発生した流量の異なる出水に対して痕跡水位に基づき準 2 次元解析の検証を行った。図-5 は、大野川の準 2 次元解析水位と平成 17 年の痕跡水位との比較を行ったものである。これより、準 2 次元解析は十分な精度で再現していることがわかる。また、いずれの出水に対しても同程度の精度の結果が得られた。乙津川についても分流量と痕跡水位を同程度の精度が得られた。以上から、準 2 次元解析は痕跡水位と分流量を十分な精度で再現できることが確認できた。

(3) 樹木伐採後の境界混合係数 f 値の推定

最後に、樹木伐採が f 値に及ぼす影響について検討した。大野川の伐採量は樹木の幅方向に 1/4, 1/2, 7/8, 乙津川は 1/4, 1/2, 3/4 とした場合と伐採計画案に従った場合とした。平面 2 次元解析と一致した場合の f 値と樹木伐採量を調べたものが図-6 である。いずれの伐採も f 値の変化はなく一定値となった。これは、大野川と乙津川の樹木の平均的な透過係数 K_s は 6.8 と 6.5(m/s) であり、この程度であれば樹木幅による f 値の変化が小さいためと考えられる。このことは、樹木によるせん断応力により水位上昇が引き起こされている河道であれば、樹木伐採を行ったとしても水位低下が生じる可能性が低いことを示唆している。しかし、大野川と乙津川の水位低下率は 11~18% であることから、樹木伐採に伴う水位低下は河積の増加が主な要因であり、 f 値の変化によるものではないと考えられる。以上から、樹木を区域伐採する場合には図-3 より得られる平均的な f 値を用いれば良いと考えられる。

5. おわりに

本研究から、(1)大野川の平均的な f 値は 0.11, 乙津川の平均的な f 値は 0.08 であること、(2)それぞれの平均的な f 値を用いれば流量の異なった 3 つの出水に対する痕跡水位を再現可能であること、(3)数値シミュレーション結果に基づけば、間伐を行う場合には図-3 の関係を、区間伐採を行う場合には図-3 より得られる平均的な f 値を用いれば伐採後の水位を予測できること、などの大野・乙津川の樹木管理を行う上で有用な知見が得られた。

参考文献

1)重枝未玲, 秋山壽一郎: 土木学会論文集, No.740/II-64, pp.19-30, 2003. 2)財団法人国土技術研究センター: 河道計画シミュレータ WebSite, <http://kasen-keikaku.jp/index.html>, 2004.

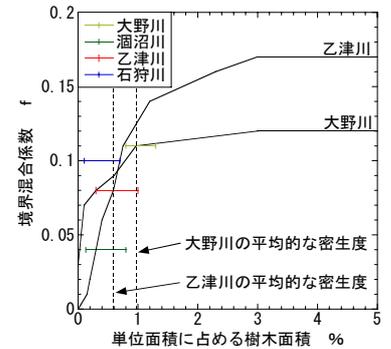


図-3 境界混合係数と単位面積に占める樹木面積との関係

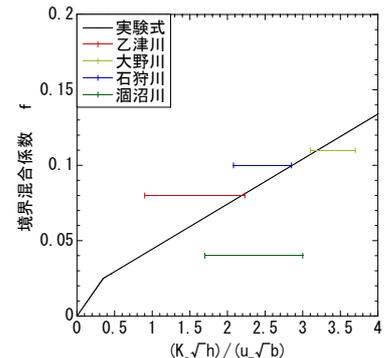


図-4 境界混合係数と無次元パラメータとの関係

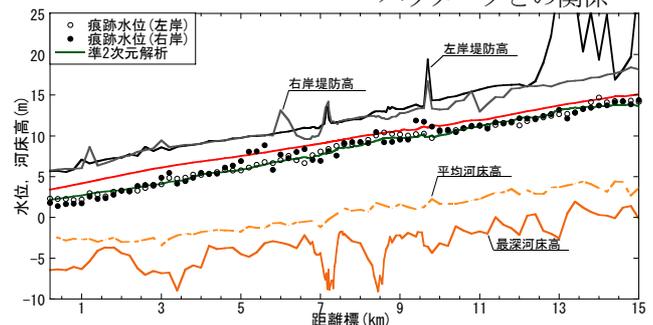


図-5 H17年の大野川の出水時の痕跡水位と準2次元解析結果との比較

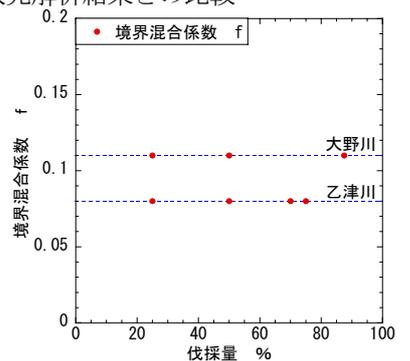


図-6 境界混合係数と伐採量との関係