

中小河川を対象とした草本植生を考慮した治水安全度評価に関する研究

(独) 土木研究所 自然共生研究センター 正会員 ○高岡 広樹・原田 守啓・大石 哲也

(独) 土木研究所 河川生態チーム 正会員 萱場 祐一

1. はじめに

現在、多くの中小河川で河道内の草本植生が、維持管理上、大きな問題となっている。河道内の植生は、生物のハビタットになる等、河川環境上の利点もあるが、洪水時には水位上昇を引き起こし、洪水氾濫の危険性を高めることが知られている。特に中小河川では、河道断面に占める植生の割合が大きく、治水安全度を評価する際には、植生を考慮する必要がある。

河道内の植生について、例えば、福岡ら¹⁾はヨシの繁茂した河川に実験水路を作成し、ヨシの倒伏条件や粗度係数について調べている。また、清水ら²⁾、内田ら³⁾は、河道内の植生を考慮した解析を行っている。

そこで、本研究では、岐阜県の中小河川を対象に、河道内の草本植生が治水安全度に与える影響について評価する。

2. 対象河川

岐阜県の小里川を対象とし、草本繁茂の著しい約 200m の区間(図-1)について植生を考慮した洪水流の水位解析を行う。対象区間は、川幅約 20m、河床勾配 1/500 であり、兩岸を護岸で拘束された掘り込み河道となっている。対象区間の上流側は、植生域が点在しているが、下流側は、約 100m に渡って左岸側がテラスになっており、テラス全面に草本が繁茂しており、断面のほとんどを植物が占めている(図-2)。草本は、主にヨシであり、高さ 2m、茎径 1cm、密度は 100 本/m² と非常に密集しており、特に除草なども行われていない。

3. 植生を考慮した水位解析

植生が流向に与える影響についても検討するため、平面 2 次元不定流計算により行う。基礎式を以下に示す。

$$(x \text{ 方向運動方程式}) \quad \frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial(u^2h)}{\partial x} + \frac{\partial(uvh)}{\partial y} = -gh(1-\lambda) \frac{\partial(h+z)}{\partial x} - (1-\lambda) \frac{gn^2u\sqrt{u^2+v^2}}{h^{1/3}} - \frac{1}{2}u\sqrt{u^2+v^2}C_Dah \quad (1)$$

$$(y \text{ 方向運動方程式}) \quad \frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(uvh)}{\partial x} + \frac{\partial(v^2h)}{\partial y} = -gh(1-\lambda) \frac{\partial(h+z)}{\partial y} - (1-\lambda) \frac{gn^2v\sqrt{u^2+v^2}}{h^{1/3}} - \frac{1}{2}v\sqrt{u^2+v^2}C_Dah \quad (2)$$

$$(連続式) \quad (1-\lambda) \frac{\partial(h+z)}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

ここに、 u : x 方向流速、 v : y 方向流速、 h : 水深、 z : 河床高、 g : 重力加速度 (=9.8m/s²)、 n : マニングの粗度係数であり、河道改修計画に使用された 0.03 とした。植物による抵抗は、清水ら²⁾と同様、抗力係数で考慮し、 λ : 草本密度、 C_D : 抗力係数、 a : 密生度であり、現地調査より得られたデータを使用した。

河道内を 1m メッシュで分割し、河床高は空中写真測量より得られた現況の地形データとし、航空写真より植生域を特定した(図-1 参照)。境界条件として、上流端から整備計画の計画洪水流量 130m³/s を与えた。

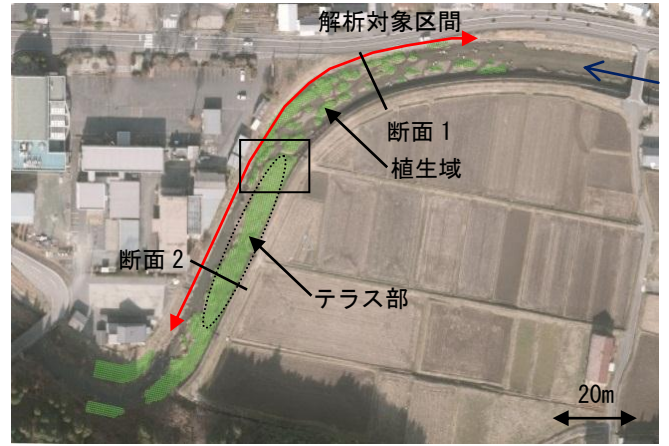


図-1 解析対象範囲

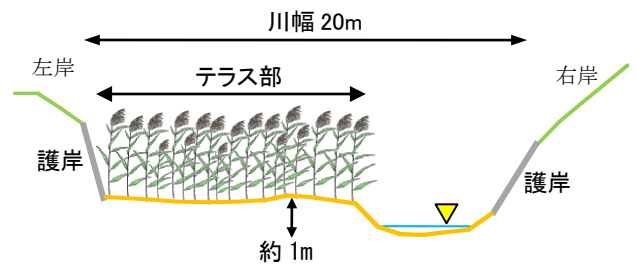


図-2 断面2の模式図

キーワード 中小河川, 治水安全度, 草本植生, 平面 2 次元不定流計算

連絡先 〒501-6023 岐阜県各務原市川島笠田町官有地無番地 自然共生研究センター TEL: 0586-89-6036

解析は植生域の状態を変えた4ケース行った。表-1に解析条件を示す。

表-1 解析条件

	植生域
Case1	植生なし
Case2	植生あり(現況)
Case3	テラス部のみ植生なし
Case4	植生あり(密度を1/2)

図-3に各ケースにおける河道中央部の水位縦断面図の解析結果を示す。現況のCase2を見ると、植生域のないCase1よりも最大3mほど水位が上昇しており、特に上流側の水位上昇が顕著である。テラス部のみ植物を除去したCase3を見ると、下流側の水位は、植生域のないCase1とほぼ同じであり、上流の水位上昇もかなり抑えられていることが分かる。また、植物の密度を現況の1/2にしたCase4の場合、Case2よりも全体的に水位が低くなっており、ある程度の効果はあることが分かる。

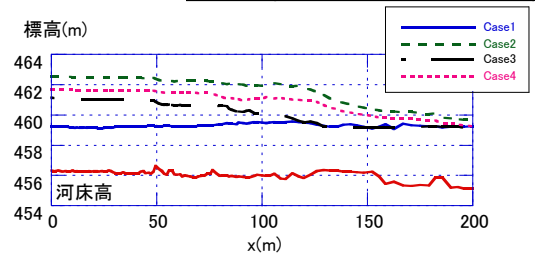


図-3 水位縦断面図

図-4に断面2における断面図を示す。植生域のないCase1については、計画洪水が流下可能であるが、植生域のある他のケースでは、水位が河岸よりも高くなっている。断面1についても同様の傾向であった。従って、計画時には流下可能であった洪水規模であっても、河道内に植物が繁茂することにより水位が上昇し、洪水氾濫を引き起こす可能性があることが分かる。なお本解析では、河道からの越水については考慮していない。

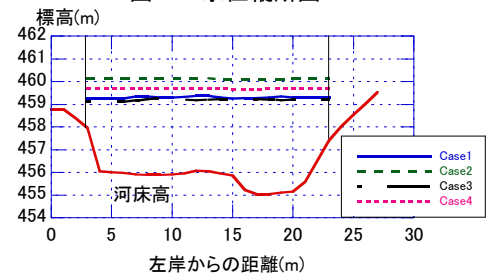


図-4 河道断面図

図-5は、テラス部上流端付近(図-1中の□の範囲)の流向を示す。植生域の無いCase1を見ると、ほぼ断面内一様の流速となっているのに対し、植物のあるCase2では、テラス上の流速は小さく、植物の無い右岸側へ流向が変化している。植生域では、植生の抵抗により流速が低下するとともに、植物の無い場所へ流れが向かうことが分かる。従って、植生域では土砂が堆積しやすく、植生が無く流れが集中する場所では河床侵食が卓越すると考えられる。

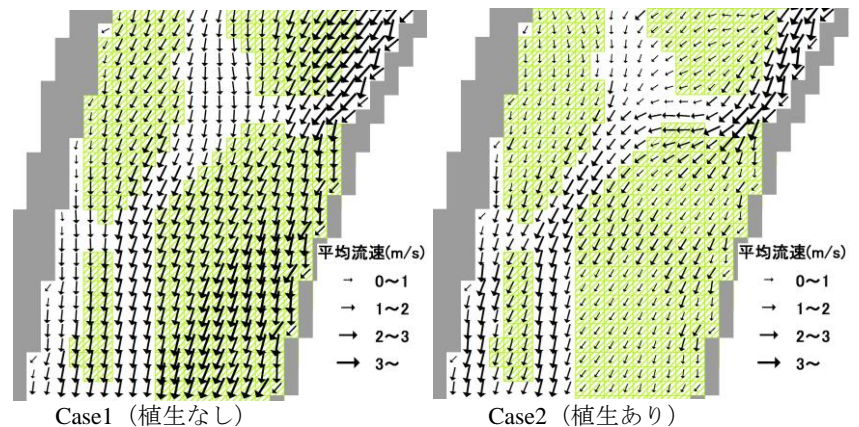


図-5 植生による流向の変化

4. おわりに

本研究では、河道内の植生を考慮した平面2次元不定流計算を行い、植生の有無による洪水流の水位について解析した。その結果、植物がなければ流下可能である洪水が、河道内に植物が繁茂することにより水位上昇を引き起こし、洪水氾濫の危険性が高くなることが示された。従って、改修時から河道形状が変動していない場合でも、河道内に植物が繁茂することにより治水安全度は低下する。また、本解析で対象とした区間では、左岸側の植物繁茂の著しいテラス部だけでも除草することで、全体の水位が低下することが分かった。治水上、すべての植物を除去することが望ましいが、種々な制約上それが難しい場合は、一部だけでも除去すればある程度水位上昇が抑えられることが示唆された。

本解析では、植物の倒伏やそれに伴う粗度の変化を考慮していない。しかしながら、実際は洪水時には倒伏し、流れやすくなるため、福岡ら¹⁾の実験を参考に植物の倒伏条件を考慮するとともに、植生による河道断面の変動についても解析し、植物繁茂による河道地形の変動を考慮した治水安全度の評価を行う必要がある。

謝辞：本研究は、(財)河川環境管理財団の河川整備基金助成事業(代表：高岡広樹)によって実施した。また、岐阜県恵那土木事務所から資料を提供していただいた。記してここに謝意を表します。

参考文献：1)福岡ら：水流による高水敷上のヨシ原の倒伏・変形と粗度係数に関する現地実験，河川技術論文集，第9巻，2003。2)清水ら：水路横断面内に植生帯を伴う流れ場の数値計算，水工学論文集，第36巻，1992。3)内田ら：高水敷に繁茂するヨシの倒伏判定法とそれを用いた非定常平面二次元解析，河川技術論文集，第16巻，2010。