

1 はじめに

近年、河川空間に対する役割が見直されてきている。その中でも、河道内に存在している植生の役割は、極めて重要である。そこで本研究では、自然生態系に配慮することを念頭におき、矩形開水路に円柱群を配置し、円柱の配置方法の違いによって円柱群に作用する流体力がどのように変化するかを明らかにし、最も良い樹木の配置を検討した。また、植生群が水深に、どのように影響を及ぼすのかについても検討した。

2.実験概要

植生は流れによって変形したり揺れたりするものであるが、本研究においては枝葉を無視し樹幹部のみを考えた剛性の小さい高木を想定し、水没しないステンレス製円柱、直径5mmのものを模擬植生として用いている。

実験に用いた水路の概要を図-1-1に示す幅0.1m長さ8mの亚克力製開水路で勾配1/500に設定し、流量3.2(l/s)で一定流量とした。植生のない状態で等流状態になるように下流の堰では調整が施してある。

測定は、流量が十分に安定してから、ポイントゲージによって水深を測定、2次元電磁流速計により流速(u, v, w)を測定した。また、歪ゲージ式3分力検出器により各円柱に直接かかる流体力(F_x, F_y, F_z)をサンプリング周波数10Hz、測定時間約1分間として測定を行った。3分力検出器の概要を図-1-2に示す。測定する円柱と水路床には1mmの間隔が開いている。

実験ケースは表-1に示すような2ケースである。case1の密生度は0.133、case2の密生度は0.83で各ケースとも河道内樹木を伐採時の伐採方法である、間伐と区域伐採を考慮に入れている。基本配置の形状を図-1-3に示す。この状態から円柱を取り除いていく。

3.結果及び考察

1)配置形状の違いにおける抵抗係数、抗力値

case1では図-3から、少ない本数の時は抵抗係数はあまり変化していないが、中心部分を取り除いたcase1-4では抵抗係数は大きくなる。これは、6cm開いた距離の間に流速、水深が回復した為に抗力値が大きくなった為である。植生群全体にかかる抗力値はcase1では1-1が一番大きく、本数を半分にした場合、1-4が一番大きく、続いて1-2、1-3と1-5はほぼ同値となった。

case2では図-4より、千鳥状配置の場合は測定値の時間変動が大きくなり(図-2)、下流方向の抗力値は増加する傾向にある。これは、円柱の隙間からの流れ込み量の増加によるものと考えられる。縦断間隔の異なる配置では間隔が広いほうが抗力値は大きく、狭くなると下流1本目は大きく減少し全体の抗力値は減少していく。縦断の配置形状が大きく影響を与えていることがわかる。

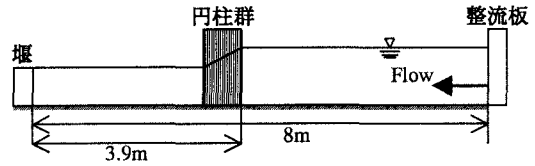


図-1-1 実験水路概要図

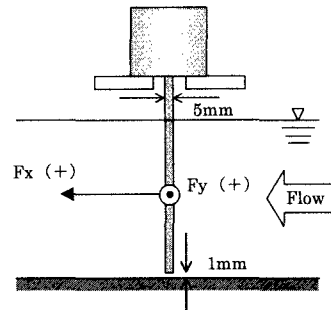


図-1-2 3分力検出器設置概要

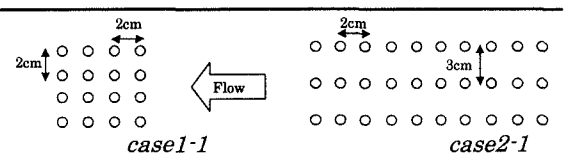


図-1-3 基本配置形状

横断間隔2cm	縦断間隔(cm)	本数	形状
case1-1	2	16	整列
case1-2	2	8	横断2列
case1-3	2	8	両岸側にある
case1-4	6	8	横断真ん中2列が無い
case1-5	2	8	両岸に無い縦断2列

横断間隔3cm	縦断間隔(cm)	本数	形状
case2-1	2	30	整列
case2-2	4	15	千鳥
case2-3	4	15	整列
case2-4	2	15	整列
case2-5	2	15	間隔抜き

表-1 実験ケース

キーワード：流体力、抵抗係数、河道内樹木、伐採

連絡先：埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学工学部環境建設学科

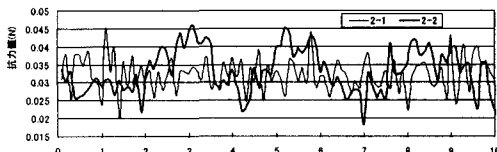


図-2 測定値の一例

2) 水面形の計算値と実験値の比較

実験による水深測定は、植生群前後50cm、植生間の測定も行った。また、計算値では、1次元不等流の式を用い、摩擦損失項である底面せん断力を h_{f1} 、更にここでは、植生群抵抗項を h_{f2} として式に取り入れ、差分法により下流側から計算を行った。また、実験値において、樹木群内以外の範囲で、水深の変化が急激な区間では、計算値において抵抗項を組み込んでいる。この区間では、植生群内と異なる小さい補正量をかけている。両方のケースとも同じ条件(植生群前後から同じ距離・抗力係数も同じ)である。その結果をそれぞれ図5・図6に示す。

1) 式は、植生群抵抗項が働かない区間では、底面せん断力項のみ適用し、流体力が、水深に影響を及ぼす区間では、 $h_{f1} \cdot h_{f2}$ の両方を適用している。2) 式は、植生抵抗項を表している。1) 式中の植生抵抗項(2) 式中の β)を変化させることにより、曲線のなめらかな部分を表現できる。1) 式では、抗力係数・初期水深・植生群幅のみ入力するプログラムとした。

植生群を構成している樹木が多いほど、植生群前後での水深の変化が大きいことが分かった。case1では、植生群区間で徐々に水深が変化している。これは、植生区間が大きく、樹木数も多いためと考えられる。case2では、case1の約2倍の樹木数があり、樹木群距離も2倍以上である。植生群区間では、徐々に水深が変化している。これは、植生区間が大きく、樹木数も多いためと考えられる。case2もcase1と同様に、植生群手前での堰上げ効果は同じように見られる。また、樹木群前後の水位差は、ほぼ一致した。

$$\frac{dh}{dx} + \frac{ds}{dx} + \frac{\alpha}{2g} \frac{dv^2}{dx} + \frac{dh_{f1}}{dx} + \frac{dh_{f2}}{dx} = 0 \quad \cdots(1)$$

$$h_{f2} = \frac{\beta}{2g} C_D \quad \cdots(2)$$

4 おわりに

実測値との不一致はまだ残るが、抵抗係数の変化を取り入れた簡単な1次元解析で水面の上昇・下降の激しい区間での水位変動を表すことができた。

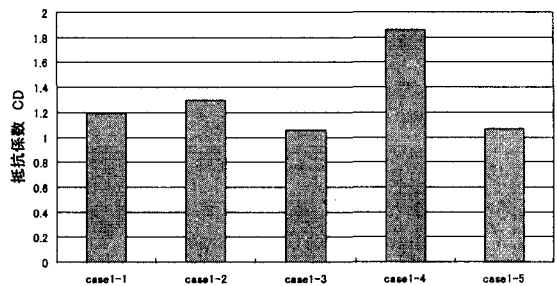


図-3 case1の抵抗係数

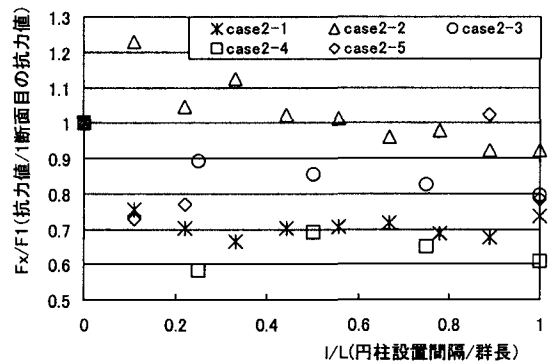


図-4 case2の抗力値縦断変化

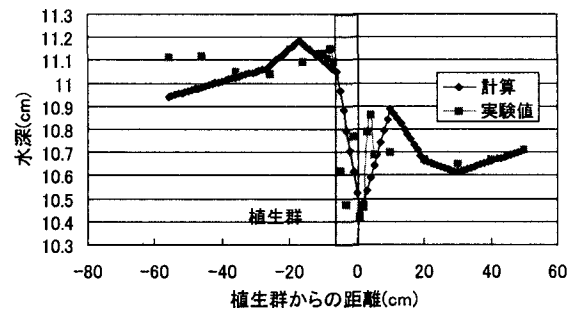


図-5 植生16本計算値と実験値の水深比較

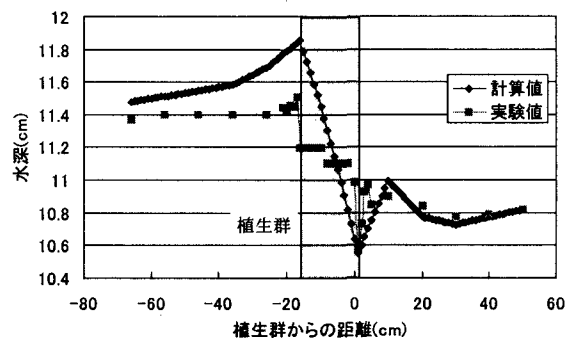


図-6 植生30本計算値と実験値の水深比較

参考文献)

- 林 藤井 他:開水路中における円柱群に作用する流体力に関する実験、水工学論文集第45巻
本溜 福井 他:流体中に設置された円柱群に作用する流体力について、第28回 関東支部技術研究発表会