

広島大学工学部 渡邊明英

同 上 福岡捷二

1. はじめに

樹木群がある河道では洪水時に水平渦が発生し、これにより大きな抵抗が引き起こされ、洪水位が上昇する。そのため、樹木が設置された流れ場に関して多くの実験が行われ、その抵抗の評価方法¹⁾が実用化されている。一方、近年樹木群が設置された場の流れに関する数値解析モデル²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾が種々開発されている。これらの多くは、二次元的に流れ場を扱う浅水方程式を基礎方程式としている。樹木の繁茂形態によっては流れ場は二次元的であるが、複断面河道では繁茂位置によって3次元な流れになり得る。ここでは、片複断面水路の横断面内で樹木の繁茂位置を変化させて3次元解析を行い、流れ場の3次元性について数値解析的に検討を行う。

2. 解析方法及び解析条件

図1は、解析対象とした水路の断面形状と樹木群の位置を示している。各ケースにおける樹木群の位置と流下した流量は表1に示す通りである。解析では、水路勾配 1/600、低水路水深 9cm、高水数水深 4cm、樹木群の透過係数 $K=0.38\text{m/s}$ となるように設定されている。底面抵抗係数は、低水路 15、高水数 4.5 とした。解析には著者らが開発した流下方法に周期境界条件を用いるスペクトル法による3次元数値解析モデル⁶⁾が樹木群のある流れ場に適用されている。ただし、本解析では静水圧近似を行い、鉛直方向流速は連続式から求める簡易3次元解析を行った。

横断面内は、鉛直方向には低水路で8分割、高水数上で3分割、横断方向に80分割している。また、流下方向には、基本波長を2.4mとして7次モードの波長まで解析を行っている。

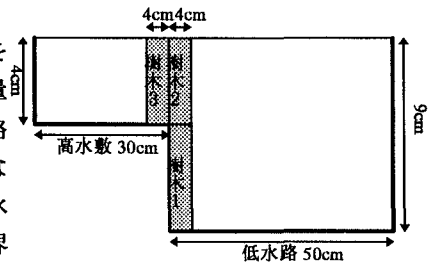


図1 水路の横断面形状

表1 ケースと樹木群位置

	樹木位置	流量 (l/s)
ケース1	1 + 2	16.9
ケース2	3	23.5
ケース3	2	18.5

3. 解析結果

図2(1)(2)(3)は、それぞれケース1、ケース2、ケース3の条件で解析から得られた断面内における主流速と二次流の分布を示している。図は計算開始120秒後のものである。低水路内にある樹木群があるケース1、3では、低水路内で左周りの二次流が発生している。二次流の大きさは数 cm/s であり、それほど大きくはないが主流速分布を変形させている。一方、高水数上に樹木群があるケース2では、低水路の河岸近傍で右周りの二自流が発生しており、下層の方が流速が速くなっている。二次流の大きさや影響については実験や厳密な数値解析によってさらに検討する必要がある。

図3(1)(2)(3)は、それぞれケース1、ケース2、ケース3の条件で解析から得られた断面内における水平渦による横断方向のレイノルズ応力の分布を示している。これより、低水路河岸に樹木があるケース1では大きな水平混合が生じている。しかし、樹木群の近傍では低水路の上層と下層ではせん断応力の大きさが異なり、高水数高さより上の部分で大きなせん断応力が生じており、高水数高さより下の部分では、上層の大きさの数分の1程度になっている。ケース2は高水数上の河岸際に樹木があり、低速

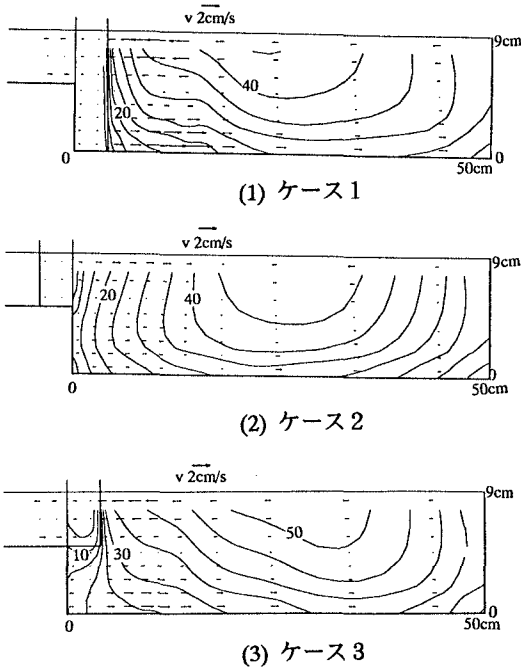


図2 断面内の主流速及び二次流分布
（主流速コンターピッチ 5cm/s）

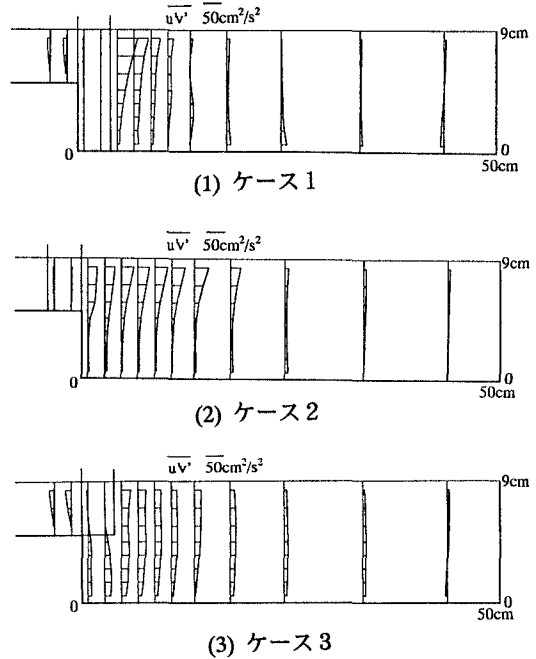


図3 水平渦による横断方向せん断応力の
断面内分布

領域は高水敷高さより上でしか生じていないので、水平混合も高水敷高さより上の上層で大きくなる。ケース 1, 2 のどちらの場合も低水路下層の河岸際にせん断応力が小さくなっているが、これは流れに渦運動が生じていないのではなく、生じていてもせん断応力を生成しないような流れの構造になっているためである。ケース 3 の場合は、ケース 1, 2 と比べて鉛直方向の大きさに変化が少ない。これは樹木群位置の下層部分における流速が小さくなっており、この低速領域と主流部の間で水平方向の運動量交換が生じるためである。ケース 3 の低水路下層におけるせん断応力の大きさはケース 1 の場合と同程度以上である。図 3 (1)(2)(3) から、せん断応力はケース 1, ケース 3, ケース 2 の順に大きい。表 1 に示したように流量はケース 1 が小さく、ケース 2 が大きい。ケース 3 の抵抗特性はケース 1 に近い。

4. おわりに

実際の河道で多く見られる繁茂形態である低水路側の河岸部上層に樹木群が張り出している場合は、高水敷上にある場合よりも、河岸下層まで樹木群がある場合に近い抵抗特性を示し、かつ、せん断応力は鉛直方向に差が小さくなっている。したがって、樹木が河岸から低水路内に向かって生えている場合には、高水敷上にあるとした場合よりも大きな抵抗が生じている可能性がある。

参考文献

- 1) 藤田・福岡, 土木学会論文集 II-15, 1991.
- 2) 灘岡・八木, 土木学会論文集 II-24, 1993
- 3) 福岡・渡邊・津森, 土木学会論文集 II-27, 1994
- 4) 渡邊・福岡, 土木学会論文集 II-29, 1994
- 5) 清水・辻本・小葉竹, 水工学論文集, 1997
- 6) 渡邊・福岡, 第 51 回年次学術講演会概要集, 1996