

II-291

湾曲部の流れ構造と河床変動に及ぼす樹木群の影響について

名古屋工業大学 学生会員○木村聡洋

名古屋工業大学 正 会 員 富永晃宏

愛 知 県 正 会 員 大沼保仁

1. はじめに 開水路の湾曲部の流れ構造は遠心力に起因する2次流によって特徴付けられる。河道内の湾曲部に樹木群が存在する場合、これが抵抗となり湾曲部特有の2次流を含む流れ構造と河床変動に影響を及ぼすと考えられるため、伐採方法の違いによって樹木群の位置が流れに及ぼす影響の違いを把握することが必要である。そこで本研究では湾曲角 60° の湾曲水路において、樹木群の分布形態の違いが流れの3次元構造に及ぼす影響を実験的に調べ、流速の横断分布及び2次流構造を系統的に検討した。また、移動床による実験を行い、河床変動後の流れ構造の変化を検討した。

2. 実験条件及び方法 実験水路は水路幅 $B=90\text{cm}$ 、深さ 30cm の長方形断面水路で、その平面形は上流端から 10.8m の位置に湾曲角 60° の単一湾曲部を設置し、その下流に 4.5m の直線部を接続させたものである。湾曲部の中心曲率半径は $r=270\text{cm}$ で $r/B=3.0$ であり、流量 $Q=34\ell/\text{s}$ 、水深 $h=15\text{cm}$ として行った。樹木群模型は直径 5mm 、長さ 18cm の木材の棒を用い、流下方向、横断方向に 5cm 間隔で格子状に配置し、横断方向に5列、 22.5cm にわたって設置した。ケースV-1のみ 5cm の格子の中心に1本加えた千鳥状配置として密生度を大きくした。樹木帯は内岸側配置、中央配置、外岸側配置の3種類を考え、設置位置も変化させ、表-1に示すように設置した。計測断面位置は図-1のようである。

計測には3成分電磁流速計（東京計測製）を用いた。また、湾曲部の河床変動を調べるため平均粒径 0.05cm の砂を湾曲上流 180cm から湾曲下流 200cm まで厚さ 11.5cm で敷詰め河床形状と流速を計測した。

3. 実験結果 図-2は、ケースV-2、V-4、V-6の2次流ベクトル図である。2次流ベクトル図に関しては、断面内の質量保存に基づく流向補正を行っている。すべてのケースにおいて、樹木群を除いた領域において湾曲部に特有の2次流が発生し、樹木群内では明確な渦構造はみられない。内岸側に樹木群があるケースでは、外岸側に長方形断面で見られた逆回転の2次流が現れるが¹⁾、外岸側に樹木群があるケースでは、この逆回転の2次流は発生しない。この結果は、清水らによる数値計算結果の傾向と一致するものである²⁾。樹木群を内岸前半部に設置したケースV-5および外岸後半部に設置したケースV-6においても、 $\theta=60^\circ$ から下流の2次流構造に大きな変化はなかった。図-3は、横断平均流速 V の水面最近点と底面最近点の差の $1/2$ で表示される2次流強度 $V_{\max}$ の流下方向変化を示す。樹木群のない長方形断面のケースR-5とほぼ同様な発達減衰過程を示し、 $\theta=60^\circ$ で最大となる。外岸に樹木群のあるケースV-4、V-6が、2次流強度としては、最も大きくなり、その他はほぼ同程度であることが分かる。図-4はケースV-2、V-4の水深平均主流速の横断分布である。ケースV-2では流下にしたいが樹木群内の流速が減少し、境界部のせん断層は樹木群内へ進入せず外岸側へ発達していき、外岸側が高速化していく。ケースV-4では、 $\theta=30^\circ$ で内岸側が大きく加速され、流下にしたいが減速し、減速域は内岸から外岸側へ広がっていく。

表-1 実験条件

ケース名	配置位置
V-2	内側・上流90cm～下流90cm
V-4	外側・上流90cm～下流90cm
V-6	外側・湾曲角 45° ～下流90cm
K-1	樹木群無し
K-2	外側・湾曲角 45° ～下流90cm

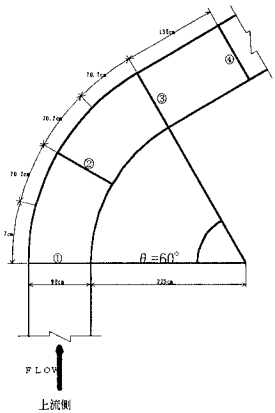


図-1 計測断面図

キーワード：湾曲流，2次流，河道内植生，河床変動

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学工学部社会開発工学科 Tel&Fax 052-755-5490

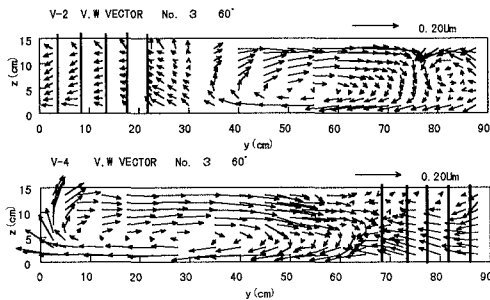


図-2 2次流ベクトル図

樹木群境界部のせん断層は、流下にしながらって樹木群の方へ平行移動している様子がわかる。湾曲出口より下流ではない岸側が大きく減速し、水路中央部よりやや外岸側に最大流速が現れている。

図-5はケースK-2の通水後5時間の河床高コンターである。これは通常洗掘が最大となる外岸側の湾曲出口付近に樹木群を設置したものであるが、樹木群の上流部と横で大きな洗掘が発生し、上流部では樹木群内にも洗掘が及び、樹木群横の洗掘域は下流まで続いている。また、樹木群上流側の洗掘領域のすぐ内側と、 $\theta=15^\circ$ 付近から内岸側に堆積がみられた。図-6, 7は、樹木群のないケース K-1 と、樹木群のある K-2 の $\theta=60^\circ$ における河道横断面図と2次流ベクトル図である。ケース K-1 では、外岸で大きく洗掘され、水路全体に及ぶ強い2次流が形成される。ケース K-2 では、樹木群のない領域で大きな2列の洗掘が発生している。中央に凸部があるものの2次流は固定床と同様に樹木群のない領域に発生している。

4. おわりに 長方形断面の湾曲水路の一部に樹木群を設置して、その配置の流れ構造への影響を検討した。樹木群との境界は一種の壁の役割をし、湾曲渦を縮小させ、また、発生位置を移動させる。主流速は、樹木群による横断方向せん断流と湾曲に伴う流れ構造が複合した流れとなる。樹木によって外岸の洗掘はなくなるものの、樹木群周辺での洗掘が顕著になった。今後はこれらの現象の数値予測を行いたい。

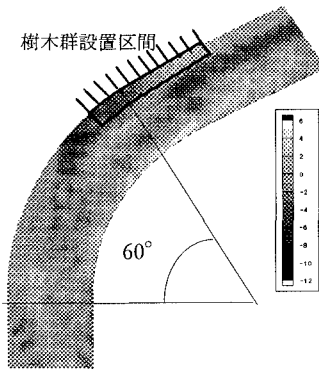


図-5 5時間後の河床形状

<参考文献>1)千葉茂樹・富永晃宏：開水路湾曲流の流れ構造に関する基礎的研究，第51回年次学術講演会講演概要集，II-172，340-341,1996，2)清水義彦・辻本哲郎：樹木群による河道湾曲流れの制御に関する数値計算，第3回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム論文集，31-36，1997

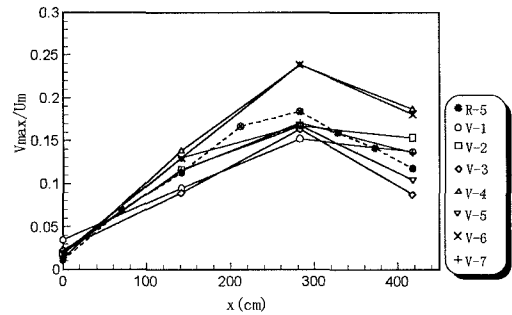


図-3 2次流強度の発達過程
V-2

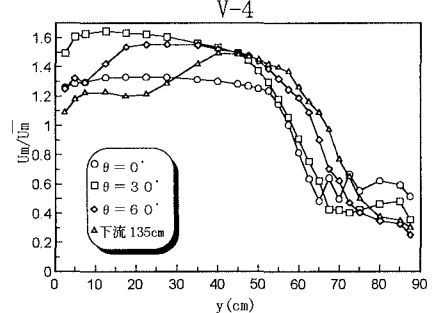
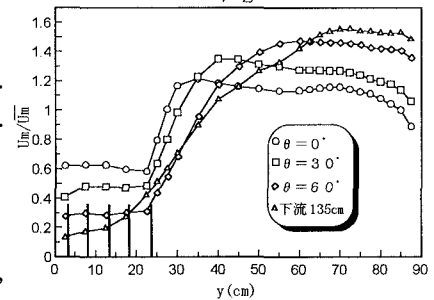


図-4 水深平均流速横断分布

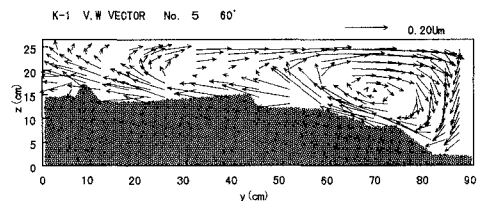


図-6 2次流ベクトル（樹木群なし）

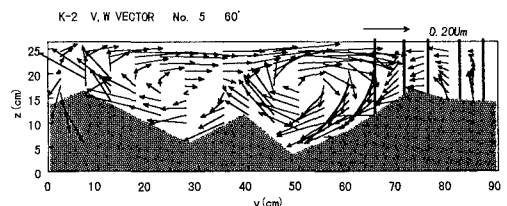


図-7 2次流ベクトル（樹木群あり）