

湾曲部の流れ構造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 〇木村聡洋
名古屋工業大学 学生会員 大沼保仁

名古屋工業大学 正 会 員 富永晃宏
名古屋工業大学 彦坂裕靖
名古屋工業大学 学生会員 米田昌史

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に影響を及ぼすと考えられる。また、樹木群の配置により湾曲部の局所洗掘や堆積を制御することが考えられる。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。

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。樹木群モデルは直径 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、外岸側配置及びこれらの組み合わせを考え、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、サンプリング周波数 100Hz で 41 秒間計測を行った。

3. 実験結果 図-2は、ケース V-2、V-3、V-4 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。断面①の湾曲入口において内岸に樹木群のあるケース V-1、V-2 で水路中央部に水面で樹木群へ向かい底面で樹木群から離れる、弱い左回りの2次流が発生していた。断面②の $\theta=30^\circ$ では、すべてのケースにおいて樹木群内に2次流はほとんど発生しておらず、樹木群を除いた領域において湾曲部に特有の2次流が発生している。水路中央に樹木群を設置したケース V-3 では、樹木群の両側にそれぞれ2次流が見られる。断面③の $\theta=60^\circ$ （湾曲出口）では、いずれのケースも2次流が発達し、合成流速が最大値に達している。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、外岸側に樹木群があるケースでは、この逆回転の2次流は現れなかった。内岸樹木群内は、外からの流れ込みがあり渦構造は見られない。外岸樹木群内は、通常の長方形断面の外岸渦とは逆向きの渦が存在し、境界部では内への流出が見られる。中央樹木群の外岸側の湾曲渦は弱くなり、外岸渦が発達している。断面④の湾曲下流 135cm では、すべてのケースにおいて2次流は減少するが、湾曲部と同様の構造を保っている。また、図に示していないが、湾曲部内岸側全体に樹木群があるケース V-1、V-2 と、湾曲部入り口付近にのみ樹木群があるケース V-5 とでは、ほぼ同じ2次流構造になっていた。図-3は、ケ

表-1 実験条件

ケース名	配置位置
V-1	内側・上流90cm～下流90cm
V-2	内側・上流90cm～下流90cm
V-3	中央・上流90cm～下流90cm
V-4	外側・上流90cm～下流90cm
V-5	内側・上流90cm～湾曲角 15°
V-6	外側・湾曲角 45° ～下流90cm
V-7	内側・上流90cm～湾曲角 15° 外側・湾曲角 45° ～下流90cm

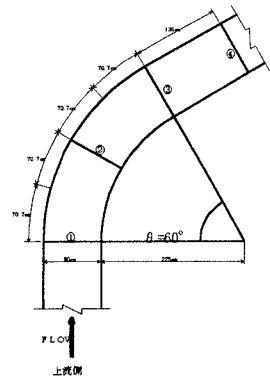


図-1 計測断面図

ース V-2, V-4 の主流速コンターである。断面②の $\theta = 30^\circ$ では、ケース V-4 で内岸側に最大流速が現れている。断面③の $\theta = 60^\circ$ (湾曲出口) では、ケース V-2 で水路中央部よりやや外岸側に最大流速が現れている。また、ケース V-2 では樹木群境界部での減速が水面近傍で水路中央部まで影響している。ケース V-4 では内岸側の水面近傍で、減速域が現れている。断面④の湾曲下流 135cm では、減速域がさらに外側に移行しており、ケース V-2 では外岸側に、ケース V-4 では水路中央部に高速域が移っている。これは、2次流の影響で上層の低流速は外岸側へ、下層の高速流は内岸側へ運ばれたものと思われる。

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。樹木群が内岸側の湾曲入口にあるケースでは、2次流構造、主流速とともに湾曲入口での影響が下流まで持続する。また、樹木群が外岸側にあるケースでは、内岸側にあるケースに比べて最大流速が小さくなる。今後は、河床変動への樹木群の影響を検討していきたい。

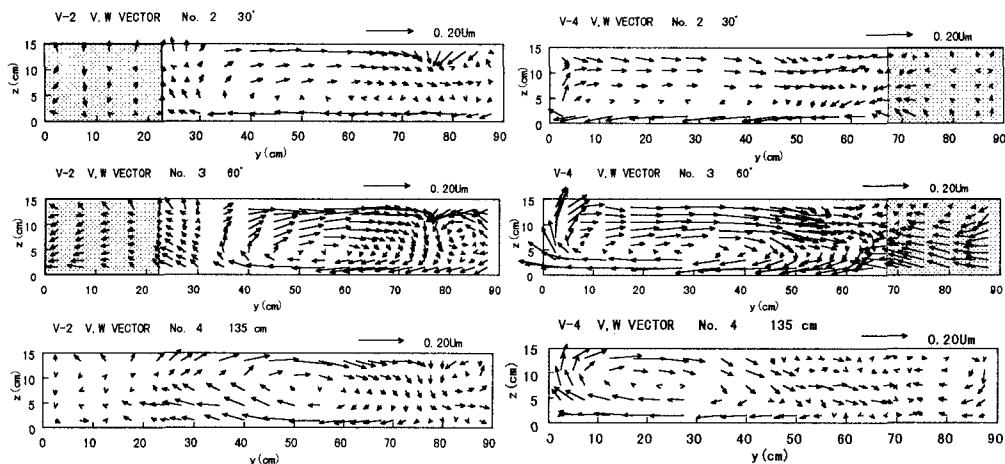
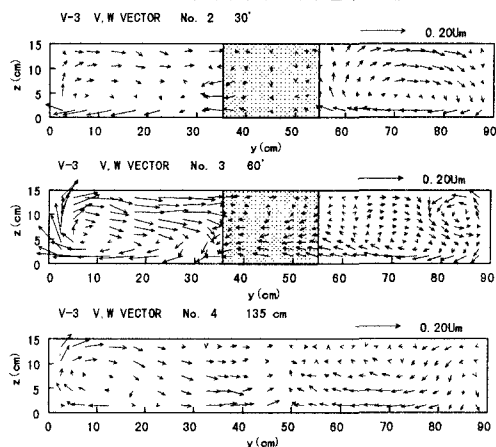


図-2 2次流ベクトル図

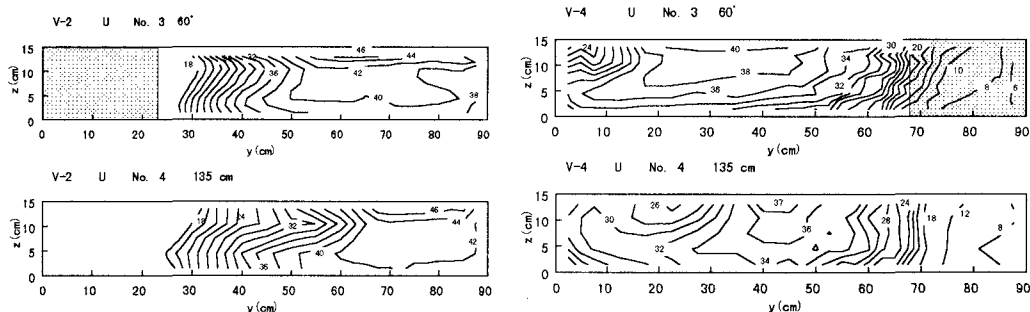


図-3 主流速コンター