

II-308

複断面開水路湾曲流の3次元流れ構造について

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

中部建設協会 正会員 千葉 茂樹

名古屋工業大学 学生会員 米田 昌史

1. はじめに 河道の湾曲部は洪水時には水衝部となり河川の弱点部であると同時に、平水時には自然で多様な流れ場としての役割が期待されている。湾曲河道の流れ構造の研究は局所洗掘や河岸侵食の面から多くの研究がなされており、最も重要な要素である2次流の構造を含めてある程度理解されているといえる^{1),2)}。しかし、断面形状のある程度固定された中小河川の湾曲河道に対して湾曲の各種パラメータに対する流れ構造の変化は明確になっていない。そこで本研究では、湾曲角 60° の複断面開水路において、流速の横断分布及び2次流構造を実験によって明らかにし、高水敷幅の違いが流れの3次元構造に及ぼす影響を系統的に検討したものである。

2. 実験条件及び方法 実験水路は水路幅 $B=90\text{cm}$ 、深さ 30cm の台形断面水路で路床勾配は $1/1000$ で、その平面形は上流端から 10.8m の位置に湾曲角 30° 、 60° の単一湾曲部を設置し、その下流に 3.6m 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、高水敷幅を $d=15, 22.5, 30\text{cm}$ の3通り変化させ、C-1($d=15\text{cm}$)では流量 $Q=40\ell/\text{s}$ 、水深 $h=15\text{cm}$ 、レイノルズ数 $Re\approx 33300$ 、フルード数 $Fr\approx 0.35$ 、C-2($d=22.5\text{cm}$)では $Q=35.5\ell/\text{s}$ 、 $h=15\text{cm}$ 、 $Re\approx 30000$ 、 $Fr\approx 0.35$ 、C-3($d=30\text{cm}$)では $Q=32\ell/\text{s}$ 、 $h=15\text{cm}$ 、 $Re\approx 26600$ 、 $Fr\approx 0.36$ のケースの3通りを行った。各ケースの計測断面位置は図-1のようである。計測には2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。また染料注入による可視化実験も行った。

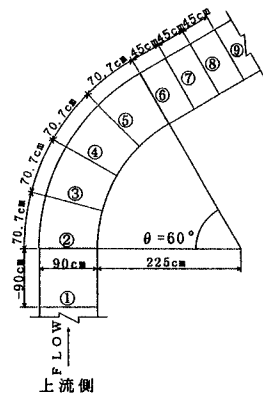


図-1 計測断面位置

3. 実験結果 湾曲角 60° の各ケースの2次流ベクトル図を図-2に示す。2次流ベクトル図に関しては、水路軸に対して流軸が傾いているため断面内の質量保存に基づく流向補正を行っている。湾曲入口では、湾曲部に特有の2次流は発生していなかった。断面③の $\theta=15^\circ$ 付近から低水路で湾曲部に特有の2次流が発生しているが、ケースC-3では他のケースに比べ顕著に発生していない。断面⑥の $\theta=60^\circ$ (湾曲出口)でいずれのケースも2次流の合成流速が最大値に達する。両高水敷上および低水路でそれぞれ独立した2次流が存在し、複断面特有の内岸側高水敷先端近傍から水面側に向かう斜昇流が存在している。また、ケースC-2、C-3では外岸側高水敷上に逆回転の2次流が発生している。ここから下流の直線部ではすべてのケースにおいて2次流は減衰するが、断面⑨の湾曲下流 135cm においてもそれぞれのケースでの湾曲部と同様の構造を保っている。この2次流構造について注目すべき点は、それぞれに独立した2次流が存在し、高水敷幅が広くなるにつれて外岸側高水敷上に逆回転の2次流が現れることと、低水路内での2次流の下降流位置が湾曲部および湾曲下流部において $0.7b$ (b :低水路幅)付近に生じることである。図-3はそれぞれのケースの主流速のコンターである。断面②の湾曲入口ではそれぞれのケースですでに内岸側が速く外岸側が遅い自由渦型分布が発達し始めている。断面③の $\theta=15^\circ$ 付近で内側が速く外側が遅い自由渦型分布が最も達し、ここから内岸側高水敷先端近傍の減速が始まり、断面⑥の $\theta=60^\circ$ (湾曲出口)付近となると、ケースC-1ではその減速域が水面に達し、高速域が

湾曲流, 2次流, 複断面開水路, 3次元流れ構造

〒466 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 052-735-5490

低水路と高水敷上に分割される傾向にある。直線部に入ると、外岸側に高速域が移り、内岸側水面近傍の減速がさらに進展するが、これは高水敷幅が狭いケースで特に顕著に見られる。湾曲下流部での外岸側への高速域の進展は、高水敷幅が狭い場合には顕著に見られるが、高水敷幅が広い場合ではむしろ外岸側の加速が緩やかで、全体的に主流の横断方向偏差が小さくなる様相を呈する。

4. おわりに 直線水路をつなぐ高水敷幅の異なる3ケースの複断面の単湾曲部の平均流構造の特性を示した。実験結果は従来の研究で得られている複断面の湾曲部流れとほぼ類似する傾向を示したが、より詳細な構造が明らかとなった。2次流構造については、低水路および両高水敷でそれぞれ独立した2次流が存在する。また湾曲下流で高水敷幅が広くなるにつれて、主流の横断方向偏差が小さくなる。今後は、乱れ構造の変化過程を検討するとともに、湾曲部流れの定量的な評価を行いたい。

<参考文献> 1)池田駿介, 土木学会論文報告集, 第229号, pp.55-65, 1974, 2)吉川秀夫ら, 土木学会論文報告集, 第251号, pp.65-75, 1976 3)玉井信行ら, 土木学会論文集, 第351号, pp.83-94, 1983, 4)池田駿介ら, 土木学会論文集, 第351号 5)今本博健ら, 水理講演会論文集, 1983.

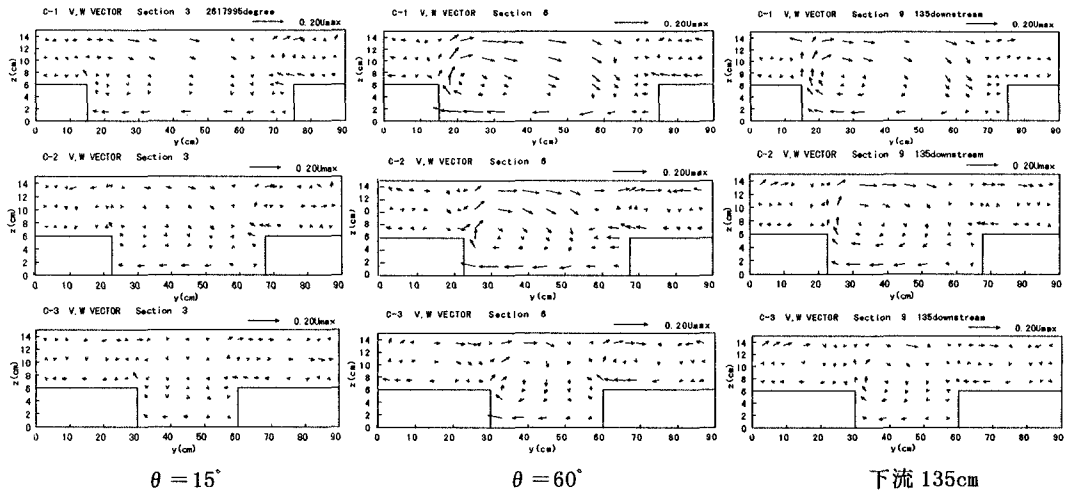


図-2 2次流ベクトル図

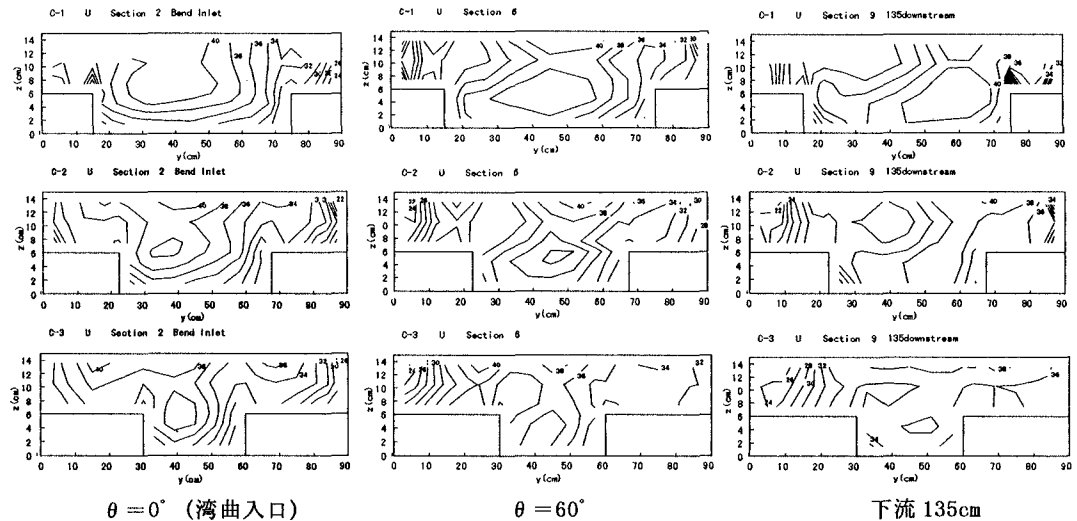


図-3 主流速コンター