

超音波流速計による河川流の測定

神戸大学工学部 正 員 神田 徹

神戸大学工学部 正 員 瀬良昌憲

神戸大学大学院 学生員○黒岡浩平

神戸大学工学部 学生員 徳永和弘

1. まえがき 超音波流速計は、従来の熱線流速計に比べて長時間の安定性があること、汚水の影響が少ないことなどの特徴を有する。本研究は実際の河川において超音波流速計を用いて流速の測定を行い、種々の統計的性質を示すとともに、河川流の測定に対する適用性について検討した。

2. 測定方法 流速測定に用いたのは三次元超音波流速計であり、構造および性能については前回¹⁾報告したので今回は省略する。測定は、兵庫県東部に位置する二級河川『夙川』で行った。測定断面は図1に示すとおりであり、幅10.9m、最大水深19.5cm、勾配 1/370である。流速計からの出力電圧はデータレコーダに記録し、スペクトラムアナライザーおよびパーソナルコンピュータによって統計処理した。データ処理時のサンプリング周波数は 256Hz、分布特性量についてはサンプリング個数は5000個、相関係数、スペクトルについては1024個のデータによって求めた値を32回平均した。また以下において座標軸は、流れ方向下流に向かってX、横断方向右岸側に向かってY、鉛直方向上に向かってZとする。

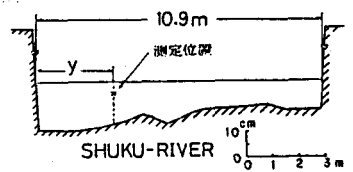


図1 夙川の横断面図

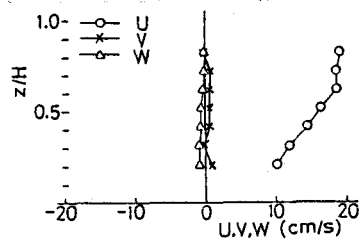


図2 平均流速の鉛直分布

3. 測定結果 今回の測定結果を以下に示すが、右岸側では水深が浅いため測点の数も少なく、乱れ特性量の分布状態が把握できないため、左岸側の $y=1.5\text{m}$ の鉛直線上において検討する。図2は各方向の速度成分の鉛直線上の分布である。横断方向および鉛直方向速度成分VおよびWはゼロに近い値を示し、水面付近で流下方向速度成分Uの1~2%、河床付近で10%前後であった。図3に示すように、各方向速度の乱れ強度は、いずれも河床付近で最大となり自由水面に近づくにつれて小さくなっている。また各方向成分の大小関係については従来の多くの結果同様、 $\sqrt{u'^2} > \sqrt{v'^2} > \sqrt{w'^2}$ なる関係を示している。著者らが行った実験室水路の場合と比較すると、水面付

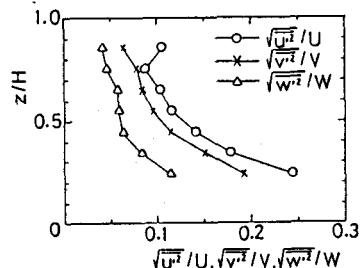


図3 乱れ強度の鉛直分布

近でX, Y成分では1~2倍程度, Z成分では3倍程度の値を示し, 河床付近では各成分とも3倍程度の値を示す. 図4にレイノルズ応力を流れ方向速度成分で無次元化したものの鉛直線上の分布を示す. 河床付近で大きく水面に近づくにつれてゼロに近づくようであるが, 今回の測定では各レイノルズ応力間の大小関係は明確にはあらわれていない. 図5は半水深付近のX成分の自己相関係数であり, Y, Z成分のものと同様な分布形を示す. 図6は半水深付近のX-Z成分の相互相関係数を示し, X-Y成分, Y-Z成分のものとは遅れ時間 $\tau = 0$ 付近で負の値をとることが明らかである. 図7~9は半水深付近の各成分のパワースペクトルであり, どれも5 Hz以下の領域で $-(5/3)$ 乗則に従う慣性領域が, 5~10Hzの領域で -3 乗則に従う粘性領域が確認できたが, 生成領域は確認できなかった. 実験室水路のものと比較すると, 同じ周波数領域で慣性領域, 粘性領域が確認され, 明確な違いはあらわれていない. 10Hz以上の高周波数領域では, 測定中の雑音が大きな影響を与えていると考えられる.

4. あとがき 今回は三次元超音波流速計を用いて実際の河川で測定を行い, 種々の統計的性質を求めた. 今後は高周波数領域のみならずすべての領域に影響を与えていると考えられる雑音の処理を確実にし, さまざまな河川において測定を行い, 特性を明らかにすることにする.

本研究において, 終始適切な御助言を賜った神戸大学工学部, 篁源亮教授に深く感謝の意を表します.

(参考文献) 1) 神田・瀬良・黒岡: 三次元超音波流速計による流れの測定, 関西年講概要, 1985.

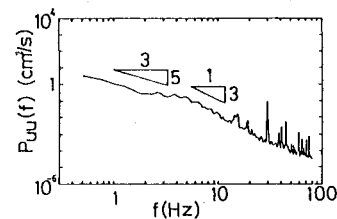


図7 パワースペクトル
(X成分)

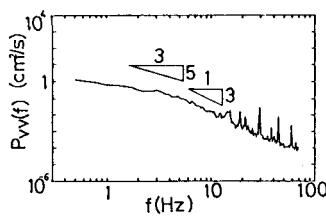


図8 パワースペクトル
(Y成分)

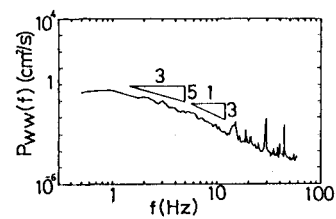


図9 パワースペクトル
(Z成分)

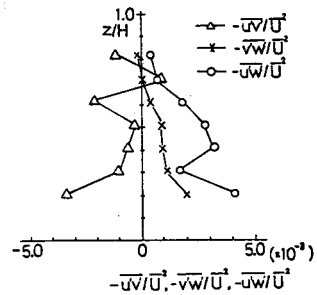


図4 レイノルズ応力の鉛直分布

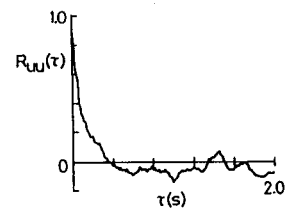


図5 自己相関係数

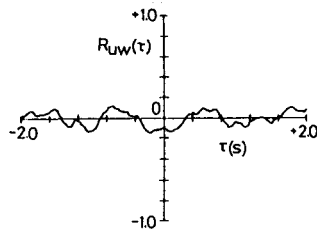


図6 相互相関係数