

河川流の現地観測

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

欄 竹 中 土 木 正 員 〇川崎哲人

1. まえがき 実河川において超音波流速計を用いた流速の3方向成分同時測定結果を前回報告した¹⁾。今回は比較的流速の大きい河川において流速測定を実施したので、その測定結果を報告する。

2. 測定方法 流速の測定には前報と同様、3次元超音波流速計を用いた。測定は兵庫県下の揖保川および市川で行った。揖保川の測定地点はJR山陽本線、龍野駅の北部に位置する。測定地点付近で河道はやや左に湾曲しており、流路幅は37 m、測定位置は右岸から4.6 mである。河床状態は30~40 cm角の石が敷き詰められた状態である。市川の測定地点はJR播但線、寺前駅付近である。河道は緩く左に湾曲し、測定地点の約10 m下流で急勾配になる。流路幅は26 m、測定位置は右岸から7.6 mである。河床状態は20~30 cm角の石が敷き詰められた状態である。各河川の横断面と河道形状を図1、2にそれぞれ示す。水理条件を表1にまとめて示す。

3. 測定結果 図3、4に平均流速の鉛直線上の分布を示す。この流速分布は実験室水路の結果とかなり異なり、水面から河床に向かって急激に流速が変化している。図5、6に乱れ強度の鉛直線上の分布を示す。乱れ強度は、各方向成分の大小関係については従来の多くの結果と同様に、 $u' > v' > w'$ なる関係を示しているが、前回報告した比較的流速の小さい河川の乱れ強度より平均で70~80%大きい。揖保川の結果を見ると半水深より下方にいくにつれて値が減少する傾向にあるが、河床の凹凸の激しさを考慮すると理由を説明することができない。図7、8にレイノルズ応力の鉛直線上の分布を示す。各レイノルズ応力間の大小関係は $-\overline{uw}/U_*^2$ の分布が卓越して大きな正の値をとる。その分布形状は水面から半水深にかけて今本らの実験結果²⁾と一致するが、半水深より下方ではその実験結果と異なり小さくなっている。このような分布形状の特異さは本流速計のセンサースリーブの構造に関係していると思われる。図9、10に流下方向成分の自己相関係数を示す。乱れの時間的平均スケールを表す second mild

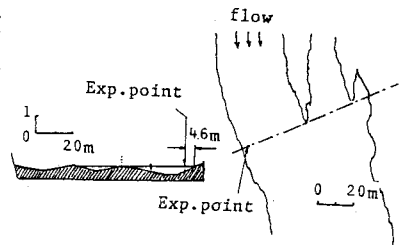


図1. 横断面と河道形状 (揖保川)

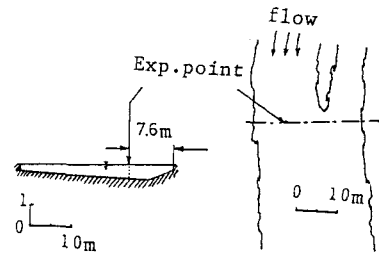


図2. 横断面と河道形状 (市川)

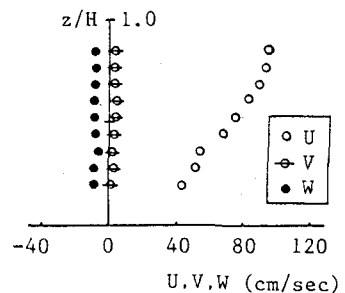


図3. 平均流速分布 (揖保川)

表-1 水理条件

河川名	流路幅 B (m)	水深 H (cm)	平均流速 $\bar{U}$ (cm/s)	摩擦速度 U_f (cm/s)	レイノルズ数 $Re = \bar{U}H/\nu$	フルード数 $Fr = \bar{U}/\sqrt{gH}$	河床状態
揖保川	37.0	37.0	66.0	14.8	2.5×10^5	0.28	30~40 cm角の石
市川	26.0	45.0	83.4	12.8	3.3×10^5	0.39	20~30 cm角の石

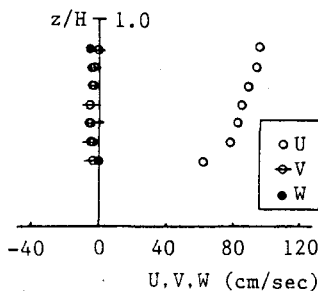


図4. 平均流速分布 (損保川)

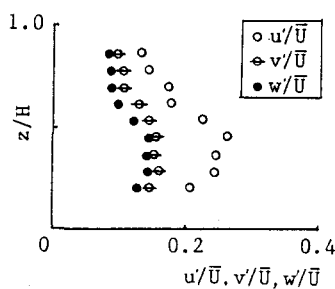


図5. 乱れ強度分布 (損保川)

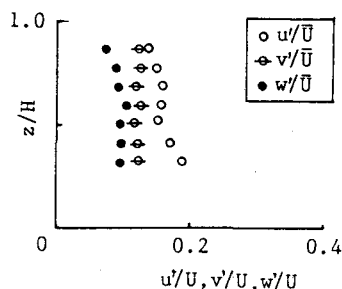


図6. 乱れ強度分布 (市川)

maximum の発生する遅れ時間

τ は両河川とも0.3secより

少し大きな値となり、この値

は前回の測定結果とほぼ同じ

である。図11, 12に流下

方向のエネルギー・スペクトル

を示す。いずれの図におい

ても0.3Hzから5Hzまで $-5/3$

の傾きを持つ慣性領域と5Hz

から15Hzまで -3 の傾きを持つ

粘性領域が認められた。この結果は前回の測定結果と同様である。さらに15Hz以上の高周波数域では $-13/3$

の傾きに近い値をとることがわかった。

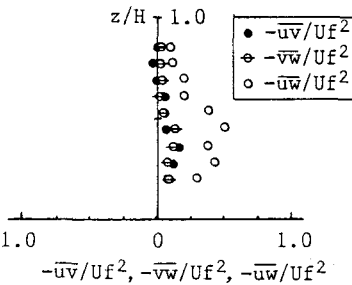


図7. レイノルズ応力 (損保川)

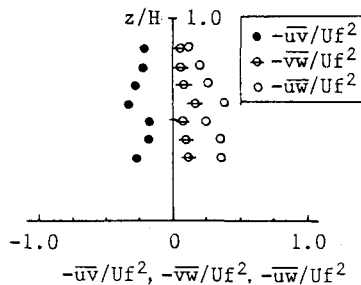


図8. レイノルズ応力 (市川)

粘性領域が認められた。この結果は前回の測定結果と同様である。さらに15Hz以上の高周波数域では $-13/3$ の傾きに近い値をとることがわかった。

4. 結語 今回は前回の河川に比べ水深は同程度で、流速が5～6倍の河川で測定を実施した。乱れ強度の値については比較的流速の小さい河川に比べて今回測定した河川の方が大きくなることがわかった。また乱れ強度やレイノルズ応力の値が半水深より下方で小さい値となる場合があるが、この点に関しては今後さらに検討を加える必要がある。

本研究を行うにあたり適切な御助言を賜った、神戸大学工学部、箕原亮教授に感謝の意を表します。

参考文献 1) 神田・瀬良・黒岡・筒井: 超音波流速計による河川流の測定(続), 関西支部年講, 1987.

2) 今本博健・石垣泰輔: LDVによる開水路流れの速度ベクトル計測について(1), 京大防災研究所年報, 28B, pp. 471-486, 1985.

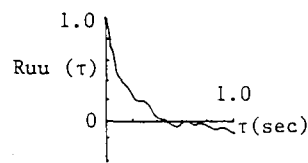


図9. 自己相関係数 (損保川)

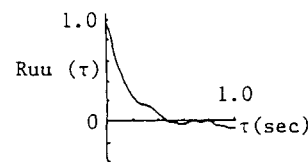


図10. 自己相関係数 (市川)

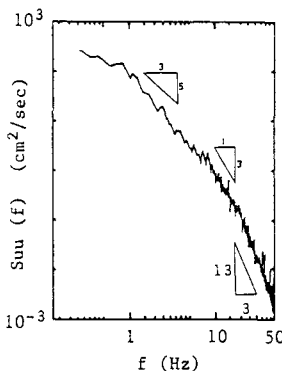


図11. エネルギー・スペクトル (損保川)

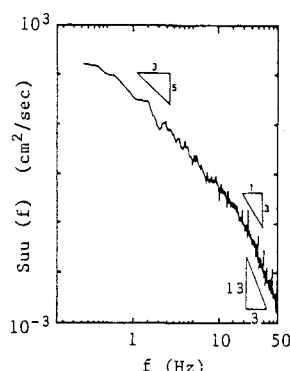


図12. エネルギー・スペクトル (市川)