

金沢・高橋川における乱流測定

金沢工業大学 正 員 中川武夫
 金沢工業大学 学生員 〇小澤 誠
 金沢工業大学 正 員 今井 悟
 金沢工業大学 平谷彰訓
 金沢工業大学 学生員 桃井康晃

1. 緒 言

1.2)
 張糸式流速計の出現によって、従来の熱線流速計、超音波流速計あるいは電磁流速計を用いた場合と比較して流場の三次元測定をやるかに容易に行うことが可能となった。張糸式流速計はこれまでほとんど主として量水実験用として用いられていたことが可能であったことは設計当初から十分に認識されていた。実験用水路内での乱流測定例としては熱線式（または熱膜式）流速計によるものがいくつか報告されている。³⁾ しかしながら、これらの測定例の大部分は主流及び水深方向の乱流速度成分の測定に限られていた。一方、奥河川内での乱流測定例は著者の知った限りではほとんど報告されておらず、その乱流特性は未だ明らかではない。

本研究においては、奥河川内の乱流特性を明らかにするため、張糸式流速計を用いて流場の三次元成分の同時測定を行った。本論文では高橋川におけるこれらの測定結果の一部を報告する。

2. 実 験

本実験は金沢工業大学ライブラリー・センター横を流れる高橋川の中において行われた。Fig.1 はここに用いた座標系及び高橋川測定部の水路境界条件を示した。この測定断面の川幅は 17.3 m であり、この断面の上・下流側、各 100 m 程度にわたって河床は直径 5-20 cm 程度の乱石によって敷き詰められたような状態であった。図示したように、左岸は土堤防の表面に雑草が生い繁っており、右岸はコンクリート堤防であった。

座標原点は左岸から 9.5 m の位置にある河床面上の点であり、 x, y, z 座標の正方向はそれぞれ、流下方向、左岸方向、垂直上方向とする。流速測定は z 軸上の $z = 1.65 - 9.65$ cm の範囲内において、1.0 cm 間隔で合計 9 点において行われた。張糸式流速計は各測定点で所定の高さとなるように支持棒を介して四脚台に固定された。各測定点においては 2.5 秒間の時系列データが各速度成分ごとに独立に記録された。これらのアナログ・データはサンプリング周波数 500 Hz での 16 ビットデジタル化された後、データ処理が行われた。すなわち、各測定点各速度成分ごとに独立に平均速度、乱れの強さ、レイノルズ数及びエネルギー・スペクトルが求められた。

Table 1 には本実験の主要な水理パラメータの値を示した。ここで、 $\bar{U}$ は合計 9 つの測定点における x 方向平均速度 U の平均値である。また、以下の実験結果の提示にあたっては乱れの強さをレイノルズ数の無次元化のために U ではなく $\bar{U}$ を用いた。

3. 結果

本章において乱れの強さを、レイノルズ応力から二成分解析結果を測るに述べ、平均速度とエネルギー・スペクトルの解析結果について述べる。

(a) 乱れの強さ: Fig.2 に x, y, z 方向の各乱れ強さの分布を示す。速度変動の二成分平均平方根を各測定点における x 方向平均速度 $\bar{U}$ (無次元化した値) の水深方向への分布を示した。また、この図には既存データと比較のために x, z 方向の速度変動の二成分平均平方根を $\bar{U}$ (無次元化した値) と同時に示した。各乱れの強さは図示されたように河床付近で大きく、

$z/d = 0.2$ から急減し、以後は水表面に近づくにつれて比較的ゆるやかな増減をくりかえすことになる。この結果をみると、乱れの強さの水深に対する依存性は x, y, z の各成分とも異なるわけではなく、これら三成分が同様の依存性を示すということがある。また、各水深における三つの乱れの強さは互いに同程度のオーダーである。すなわち、これら三つの間には一定の大小関係は認められない。

(b) レイノルズ応力: Fig.3 には各レイノルズ応力の水深方向への分布を示した。この図から、各レイノルズ応力は河床付近で大きく、河床から遠ざかるにつれて増減をくりかえすことになる。すなわち、これら三種類のレイノルズ応力の水深に対する依存性は各成分それぞれ異なるわけではなく、互いに同様の依存性を示す。また、各水深におけるこれら三種類のレイノルズ応力の絶対値は同程度のオーダーであり、これら三つの間には一定の大小関係は認められない。

参考文献

- 1) Nakagawa, T. 1983 On characteristics of the water-particle velocity in a plunging breaker, J. Fluid Mech. 126, 251-268.
- 2) Nakagawa, T. 1983 A new instrument to measure three velocity components of water particles in breaking waves, J. Physics E: Sci. Inst., 16, 162-165.
- 3) McQuivey, R.S. & Richardson, E.V. 1969 Some turbulence measurements in open-channel flow, Proc. of ASCE, J. of Hydraulic Division, 94, 411-430.

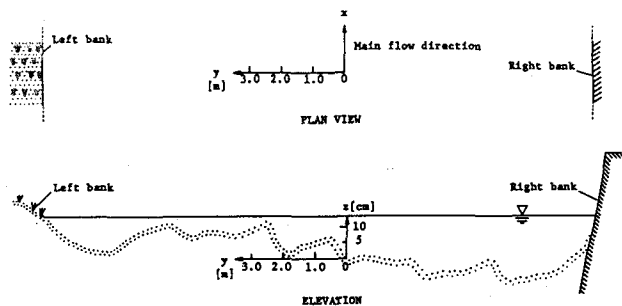


Fig.1 Definition sketch of co-ordinate system and boundary conditions of the Takahashi river

Table 1 Hydraulic parameters

Mean velocity $\bar{U}$ [cm/s]	72.9
Water depth d [cm]	13.5
Water temperature T [degree]	12.5
Kinematic viscosity ν [cm ² /s]	1.22×10^{-2}
Reynolds No. $Re = \bar{U}d/\nu$	8.06×10^4
Froude No. $Fr = \bar{U}/\sqrt{gd}$	0.63

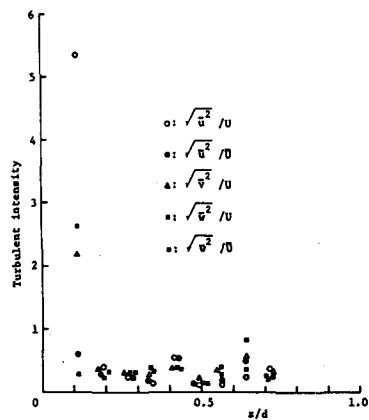


Fig. 2 Turbulent intensity vs. normalized vertical co-ordinate z/d

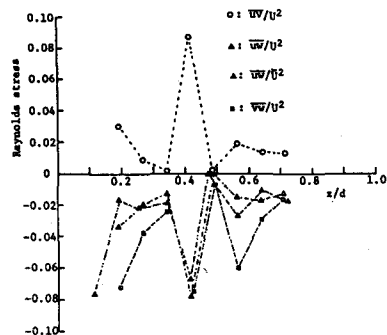


Fig.3 Reynolds stress vs. normalized vertical co-ordinate z/d