

II-11 実河川の乱流計測（2）

戸工業大学 正員 西田修三

1. はじめに

実河川の流況・水質の数値予測には、流れ場の正確な乱流量の把握が不可欠である。しかしながら、現在まで、実河川におけるレイノルズ応力や密度フラックスといった乱流量を測定した例はほとんどなく、流況・水質の数値シミュレーションに際しては、室内実験の結果や数少ない野外調査結果を基に、乱流係数が決定されてきた。これは、数値解析に十分応え得る乱流量の測定が可能な計測器が存在しなかったことにも起因している。本研究では、昨年度に引続き最近試作されたフィールド用2次元レーザー流速計を用い、実河川において乱流計測を行った。その計測方法と解析結果の一例を報告する。

2. 測定方法

測定は1989年11月5日札幌市内を流れる発寒川において実施した。測定箇所はほぼ直線水路であるが上流側は緩い曲線水路のため流心は左岸に寄り、図-1に示すような断面形状となっている。測定点を横断方向に3点Pt.1～3（それぞれ左岸から2.0、4.2、7.2m）設け、水深方向には2.5cm間隔に水平・鉛直2成分の流速測定を行った。

L DVは異なる周波数のビームを使用しない限り流向の判別はできず、そのままではV、W方向流速の測定には使用できない。そこで、主流U（ $=U_m + u$ ）に対し 45° 傾いた2方向の流速成分を測定するようにプローブを設置し、その出力信号を基にU及びV（またはW）方向成分を一次変換により算定すれば、V（またはW）に関して正負の値を得ることができる⁽¹⁾。今回の測定では、試作L DVプローブの2測定面を主流に対して 45° 傾けカメラ用三脚に取り付けて河床に設置し、プローブの動揺を除去した測定を行った。プローブの昇降は三脚の昇降レバーによって行い、計測位置が変位しないように注意した。各測定点において、サンプリング周波数20Hzで4100データをデジタルデータレコーダに収録し、持ち帰ってデータの解析を行った。

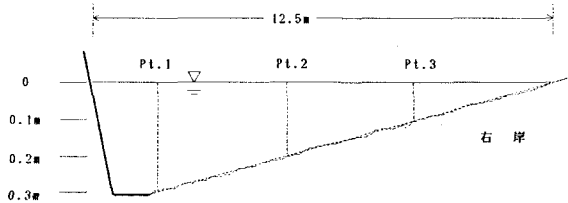


図-1

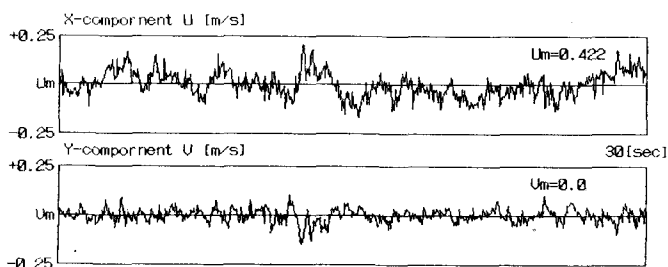


図-2

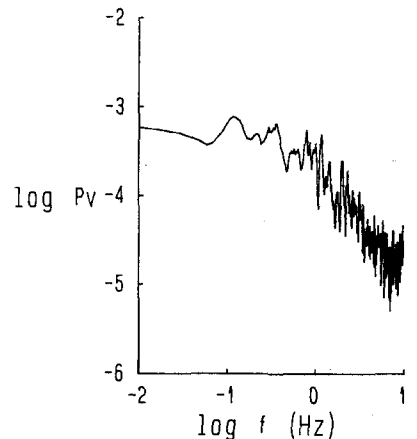
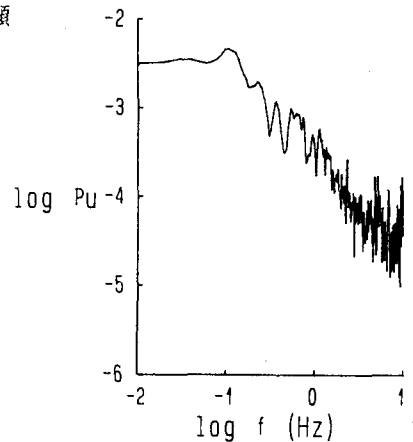


図-3

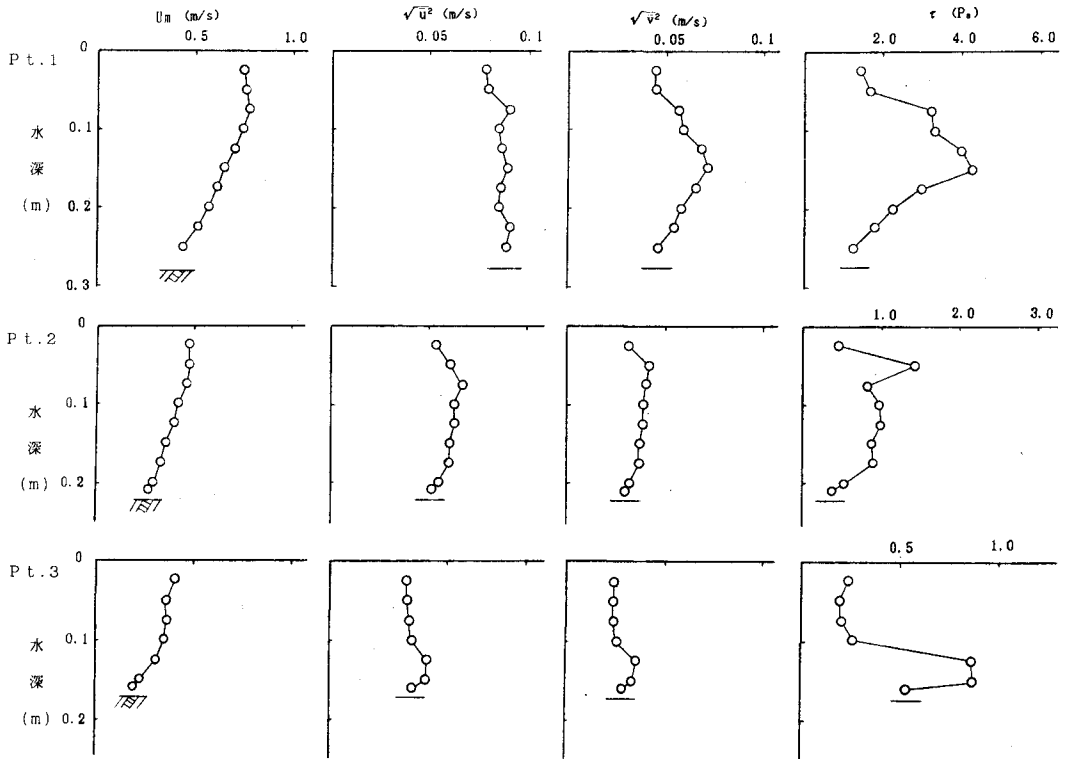


図-4

3. 測定結果

得られた2方向成分の出力信号を一次変換することにより、 U （水平流速）、 V （鉛直流速）成分を求め、乱れ強度等の乱流量の算定を行った。解析には、収録データのうち2048個（102.4秒）のデータを使用した。流速データの一例（Pt.2、水深10cm）を図-2に示す。図中、 U_m 、 V_m は平均流速である。また、図-3はFFT法を用いたスペクトル解析の結果である。流速の変動量はかなり大きく典型的な乱流状態を呈しており、スペクトル勾配もほぼ $-5/3$ 乗則を示している。 U 、 V のパワーを比較すると、低周波成分では U は V の数倍の値を有しているが、高周波成分ではほぼ同程度の値となっている。

図-4は各測点における平均流速、乱れ強度、及び、レイノルズ応力の鉛直分布を描いたものである。乱流量の算定に必要な平均流速は全データの単純時間平均値を採用した。平均流速は各測点ともほぼ同様の形状を示しているが、乱れ強度とレイノルズ応力はそれぞれ異なった分布形状となっている。この結果は、矩形水路の室内実験結果とも異なったものであり、図-1に表されるような測定河川の断面形状の特異性に起因しているものと考えられる。しかしながら、Pt.2及びPt.3それぞれの測定点における U と V の乱れ強度分布は極めて良い相似性を有し、 U の乱れ強度は V の約1.6倍となっており、実験結果より若干大きめの値を示しているものの、その特性は一致している。また、平均流速の大きさにほぼ比例して、乱れ強度が増減していることがわかる。このことは、実河川においても全水深平均流速や摩擦速度等を用いて乱流量を整理・解析することにより、ある程度普遍的に乱流特性を表現しうることを示唆していると言える。

本研究は、北海道大学工学部助教授 吉田静男先生の御指導と御協力のもとに実施することができました。ここに感謝の意を表する次第です。

参考文献

- (1) 吉田静男：レーザードップラー流速計によるフィールド水流計測、光学、Vol.16、No.7、1987。