

LDAによる水制周辺の流速測定

鳥取大学 工学部 正員 道上 正規
鳥取大学 工学部 正員 檜谷 治
㈱ウエスコ 正員○川端 千秋

1. はじめに：本研究は、実験水路に連続水制を設置した場合の水制周辺の流況を、二次元のレーザードップラー流速計（LDA）を用いて測定し、それらの流況を実験的に検討するとともに、その流況特性と水制まわりの局所洗掘との関係についても考察するものである。

2. 実験の概要：実験条件および記号を、表1と図1に示す。図1は実験水路を上から見た図である。実験は全長9m、幅30cm、深さ30cmの開水路を用い、水路片側に、厚さ1cm、高さ15cm、幅5cmの亚克力製の水制模型を水路壁面に対して直角に設置し行なった。なお、水制は全部で11個で水制間隔は20cmであり、水深は6cmとした。流速の測定にあたっては、二次元のLDAを用い、鉛直方向と流下方向の二成分を測定した。LDAの周波数シフターのシフト周波数 f_s は100kHz、ドップラー周波数トラッカーのレンジは333kHzに設定した。また、データ収録にはデジタルレコーダーを用い、1測点につき、25秒間の収録で5000個とした。測定場所は図2に示す測点メッシュ上の各格子点で、水深方向に水路床より0.5cmの点から0.5cmピッチで4cmの点まで全部で8層測定した。なお、座標はすべて流下方向にx軸、水路横断方向にy軸、および河床の垂直上方にz軸をとり、流速成分をそれぞれ u, v, w とする。

流量 (Q)	2.88	ℓ/s
河床勾配 (I)	1 / 330	
水路幅 (B)	30	cm
水制長 (b)	5	cm
水制設置領域長 (L)	200	cm
水制設置間隔 (l)	20	cm

表1 実験条件

3. 実験結果および考察：実験結果の一部を図3-1から図3-5に示す。なお、図は全て水路床より0.5cmの所のものである。

図3-1は、流速 u のy方向の分布を表した平面図であり、点線が測点の位置であり、値は右向きが正で、剥離域は一点鎖線で示してある。第1水制と第2水制の中間に流速 u の最大値が存在し、値は23.20cm/secで、第1水制の上流側の水制の影響のない場所の最大流速14.69cm/secの1.6倍である。第2水制と第3水制の中間、第3水制と第4水制の中間での同じような位置での最大流速を調べてみると、第2～第3水制間で19.60cm/sec、第3～第4水制間では、17.77cm/secとなっており、次第に流速が減少していることがわかる。また、剥離域の中には逆流が生じているが、第1～第2水制間の逆流は、第2～第3水制間の逆流より値が大きくなっている。

図3-2は、流速 w の平面分布を表すコンター図で

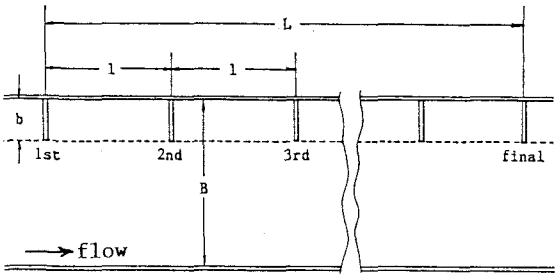


図1 実験記号

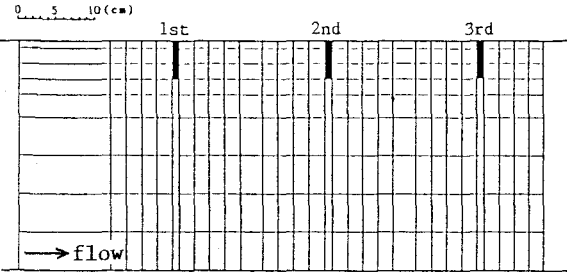


図2 測点メッシュ

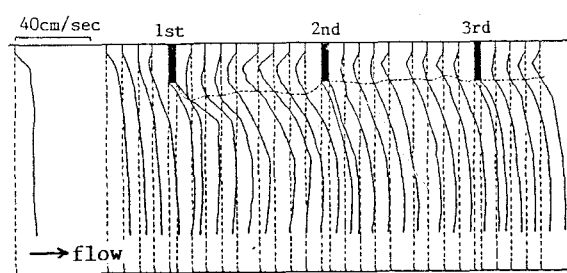


図3-1 流速 u の水路幅方向の分布図 (単位:cm/sec)

ある。この図から第1水制先端から下流にかけて強い下降流が生じていることがわかる。また、第2水制下流側、第3水制下流側にも下降流が生じているものの、第1水制周辺ほど大きくない。また、水制側壁と反対側の測点で大きな上昇流が生じており、第2水制の上流側では水路幅方向に帯のように下降流が生じているが、これらの理由については、はっきりとわからなかった。

図3-3は、レイノルズ応力のコンター図である。この分布を見てみると、第1水制の上流から先端にかけて大きな値を示している。これは、第一水制の上流側ではねられた流水が加速されて強い下降流が生じ、それによる急激な速度差によりこの部分に強いせん断力が生じているためである。また、第1水制の少し下流側でも大きな値を示しているが、これは、第1～2水制間の剝離域での渦が主流域の激しい流れと接する部分での大きな速度差が原因である。しかし、第2、第3水制周辺で、それほど大きな値がみられないのは、水制の流速減少効果により速度差が第1水制に比べて緩やかなためと思われる。また、最大値は第1水制の先端より少し上流側である。

つぎに、図3-4、図3-5は、それぞれ流速 u 、 w 成分の乱れ強度のコンター図である。これを見てみると、両者とも分布形は似ているものの値としては u 成分の乱れ強度の方が大きくなっている。また、どちらも第1水制の上流側と、先端から少し下流にかけてが大きくなっている。しかし、最大値は u 成分よりも w 成分の方が少し上流側にある。これは第1水制先端部での強い下降流による速度変化や、剝離域からの流れが影響しているからである。そして、図3-1を参照してみると、剝離線のあたりが値が大きくなっていることがわかる。これは、このあたりの流速の変動が最も激しいためである。

つぎに、水制周辺の局所洗掘と前述した流況特性との関係を見てみると、一般に第一水制上流側から先端にかけて洗掘が大きくなるが¹⁾、その分布とレイノルズ応力の分布がよく一致しており両者の間には大きな関連性があるものと思われる。しかし、今回の実験では、第2水制以降については、レイノルズ応力の分布とのはっきりとした関連性はみられず、今後の研究が待たれる。

[参考文献]

- 1) 山本一則：不等過水制の水理機能及びその局所洗掘に関する研究，鳥取大学修士論文，1985。

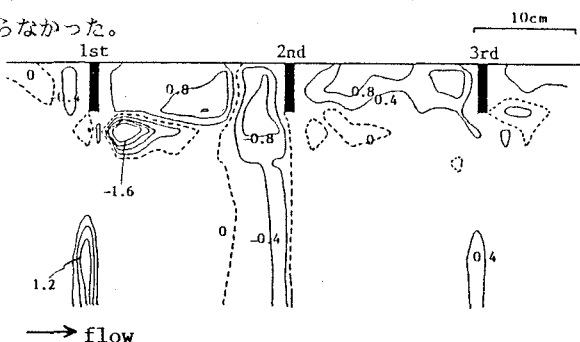


図3-2 流速 w の分布図 (単位: cm/sec)

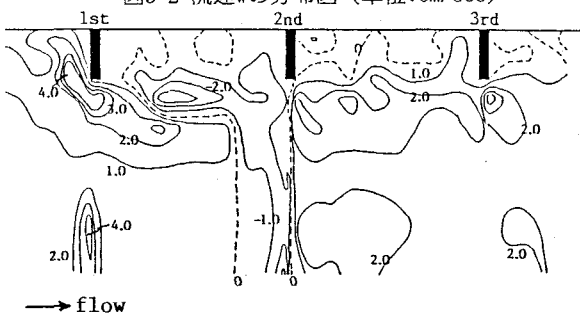


図3-3 レイノルズ応力の分布図 (単位: g/cm·sec²)

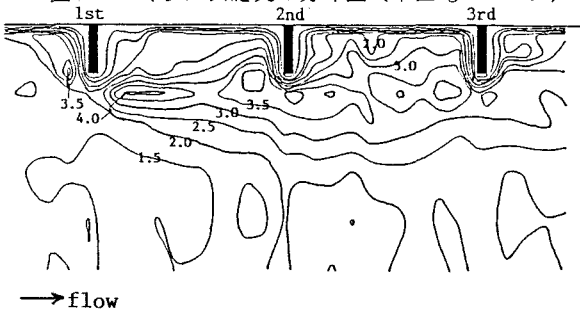


図3-4 u 方向の乱れ強度の分布図 (単位: cm/sec)

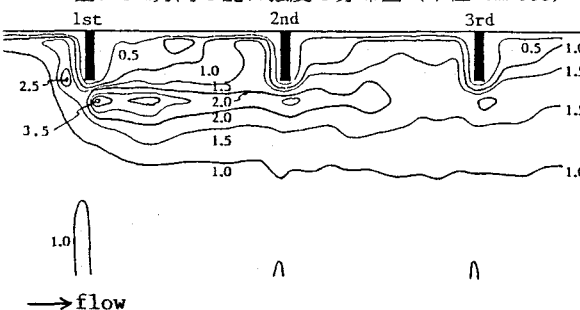


図3-5 w 方向の乱れ強度の分布図 (単位: cm/sec)