

II-287 レーザ流速計による開水路二次元流速分布の測定

法政大学工学部土木工学科 学生会員 井幡 英紀

法政大学工学部土木工学科 正会員 西谷 隆亘

法政大学工学部土木工学科 正会員 牧野 立平

1. はじめに

木下¹⁾は水深Hに対して流路幅B(アスペクト比)が大きい流れの横断面内に並列螺旋流が存在することを示唆した。この時、流水表面には水深のほぼ2倍の間隔で流下方向に塵や気泡が連なった筋状の模様が形成され、さらに移動床であるならば河床に水面と同じく水深のほぼ2倍の間隔で縦筋が形成される事が指摘されている²⁾。本研究では、開水路流れのアスペクト比を考慮して二次元流速成分の時系列変動及び流速分布を測定し、LDVの性能チェックに重点をおいた。

2. 実験・計測システム

実験に使用された水路は、全長10m、幅0.21m、高さ0.41mの亚克力製可変勾配型開水路で、計測システムには3次元光ファイバ・レーザ流速計(KANOMAX社製)が用いられた。実験水路条件の一例を表-1に示す。

表-1 水路条件

	Case A-1	Case A-2	Case B-1	Case B-2
流 量 Q (ℓ/s)	0.13	0.22	0.17	0.32
平均水深 H (cm)	1.45	1.20	3.20	3.20
アスペクト比 B/H	14.5	17.5	6.56	6.56
平均流速 U_m	4.27	8.73	2.53	4.76
レイノルズ数 Re	455	720	659	864
フルード数 Fr	0.11	0.25	0.05	0.09
摩擦速度 u_* (cm/s)	1.19	1.08	1.77	1.77
河床勾配 I	1/1000	1/1000	1/1000	1/1000

Case A-1, Case A-2 では、水路長方向成分の1次元計測で、Case B-1, B-2 では水路長方向成分と鉛直方向成分の2次元計測で行われた。測線間隔は、Case A-1, Case A-2 では、鉛直方向に1mm間隔で、横断方向には、1~2mm間隔、Case B では水路中央付近から水路半幅の範囲(横断面の右半分)を全て1mm間隔で測定が行われた。

3. 実験結果および考察

Case A-1 は、Reynolds 数 455 で層流である。図-1に示されるように、流速分布は

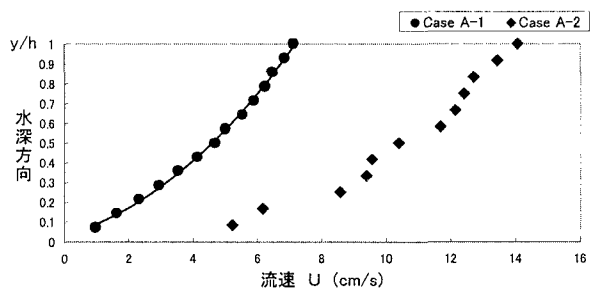


図-1 主流速の鉛直分布(Case a)

キーワード LDV、二次流、開水路流速分布

連絡先 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部土木工学科 電話 042-387-6114 Fax 042-387-6124

概ね2次曲線であらわされる。

Case A-2 は、Reynolds 数 720 で乱流状態と見なせる。流速分布は図-1に示すような結果となった。データを図-2の片対数表示で表すと、粘性底層付近の $u \cdot y/\nu = 8.3$ の値を除くとおおむね一直線上にのり、ほぼ乱流の対数分布則であらわされる。

図-3,4はそれぞれ、Case B-1, Case B-2の主流速成分 U と断面平均流速 U_m の比 U/U_m の等値線である。Case B-1 の場合は比較的流速が小さく流れは安定していて、上昇流と下降流との部分は明瞭には認められない。Case B-2 では、前者に比べ流速が大きく Reynolds 数は 864 で、主流速成分の高速域と低速域に対応して、流速の鉛直成分は上昇域と下降域が認められた（図-5）。

今回の実験では、主流速の鉛直分布は教科書に載っているように、層流の場合は二次曲線であらわされ、乱流の場合は $u \cdot y/\nu$ が 11.6 以下の粘性底層を除くとほぼ対数則であらわされるようである。また、同じ水深でも、主流速成分の流速が小さい場合は、上昇流または下降流は顕著ではなかったが、主流速が大きい場合は、流速が比較的大きい部分に下降流、比較的小さい部分に上昇流がそれぞれ交互にあらわれた。

4. おわりに

開水路二次流の様子を解明するには、今回できなかった水面付近および境界層付近の詳細な測定と検討が必要であろう。

今後、実験条件、特にアスペクト比とレイノルズ数を考慮して実験を詳細に行ってゆく予定である。

【参考文献】

- 1) 木下良作：河道形状と洪水流に関する検討業務報告書「並列らせん流に関する実験的研究」, 昭和 51 年度, 北海道開発局石狩川開発建設部委託調査, 昭和 52 年 3 月
- 2) 林 泰造・日野幹雄：乱流現象の科学 その解明と制御 pp.507-560, 第 2 刷, 東京大学出版会, 1986 年 7 月 10 日
- 3) 拙著：レザ 流速計による開水路流速分布の測定, 第 26 回関東支部技術研究発表会, pp.378-379, 1999 年 3 月 18 日

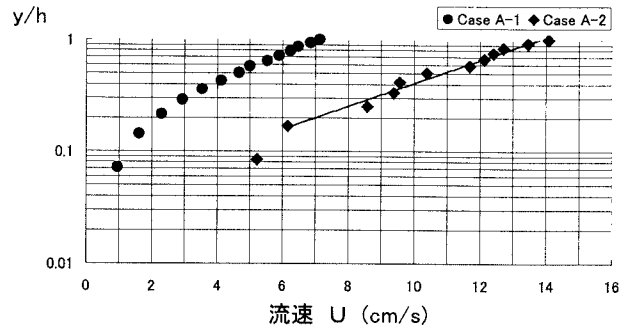


図-2 片対数目盛表示

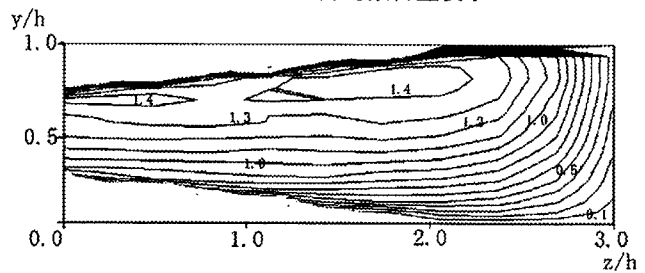


図-3 主流速 U/U_m の等値線 (Case B-1)

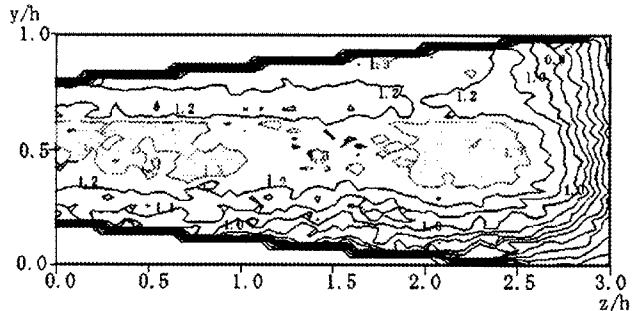


図-4 主流速 U/U_m の等値線 (Case B-2)

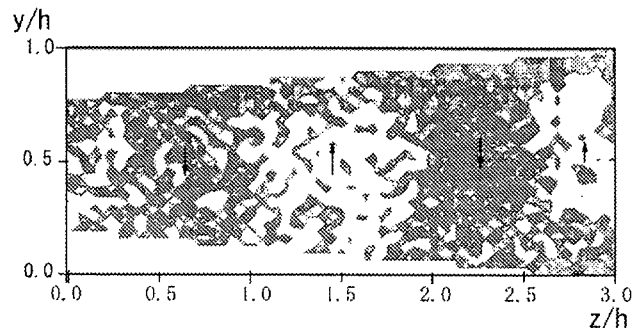


図-5 鉛直成分の分布 (Case B-2)