

II-184

複断面蛇行開水路流れの速度分布特性について

京都大学防災研究所 正員 武藤 裕 則
 京都大学防災研究所 正員 今本 博 健
 京都大学防災研究所 正員 石垣 泰 輔
 Loughborough University 塩野 耕 二

1.はじめに：近年、複断面開水路流れを対象とした研究は速度・壁面せん断力分布といった流れの構造に関するもののみならず、それらが水路の抵抗特性や物質輸送に及ぼす影響に関しても多面的かつ精力的に行われている。しかしこれらの研究の大半は、いわゆる直線複断面水路を対象としたものであり、低水路のみあるいは低水路・高水敷堤防共に蛇行したものを対象とした研究は極めて少ない。本報告は、低水路のみが蛇行した複断面開水路を対象とし、抵抗特性を解明する第一段階として流速分布の計測を行ったものである。

2.実験方法：実験は、長さ10m、幅1.2mの亚克力製水路内に厚さ53mmのポリスチレン板により成型された高水敷を設置した複断面水路内で行われた。蛇行低水路としては、蛇行度 s （＝低水路長／蛇行波長）をパラメータとして3種（ $s=1.09, 1.37$ および 1.57 ）の形状をを対象とした。低水路湾曲部は半径 0.425m 、 $60\sim 180$ 度の円弧よりなり、前2形状については連続する円弧間に 0.374m の直線部を挿入している。水路幅は 0.15m 、水路勾配は高水敷上において 1000 分の 1 である。図-1に水路平面形状（ $s=1.37$ ）を示す。流速の計測

には、2成分光ファイバー型LDAを各計測点について2回用いることにより3成分流速値を得た。流速データの計測時間は 60sec 、サンプリング周波数は 100Hz である。

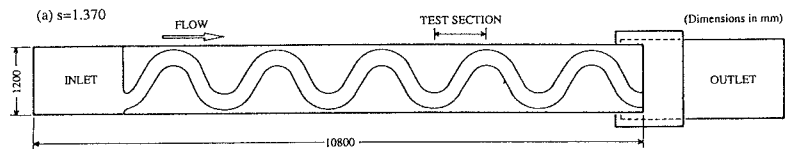


図-1 蛇行水路平面図

表-1 水理条件

s	Dr	$Q(\text{l/s})$	$H(\text{cm})$	$U_s(\text{cm/s})$	Fr	$Re(\times 10^4)$
1.09	bkfl	1.876	5.25	23.7	0.43	2.63
	0.15	3.102	6.33	15.7	0.41	0.82
	0.50	25.755	10.78	35.2	0.50	6.26
1.37	bkfl	1.556	5.19	19.7	0.36	2.19
	0.15	2.513	6.30	12.9	0.34	0.66
	0.50	19.996	10.59	28.2	0.40	4.92
1.57	bkfl	1.382	5.32	17.0	0.31	1.95
	0.15	2.204	6.31	11.3	0.30	0.62
	0.50	19.881	10.87	26.8	0.37	5.16

bkfl:bankfull, U_s :mean velocity, Fr :Froude number, Re :Reynolds number

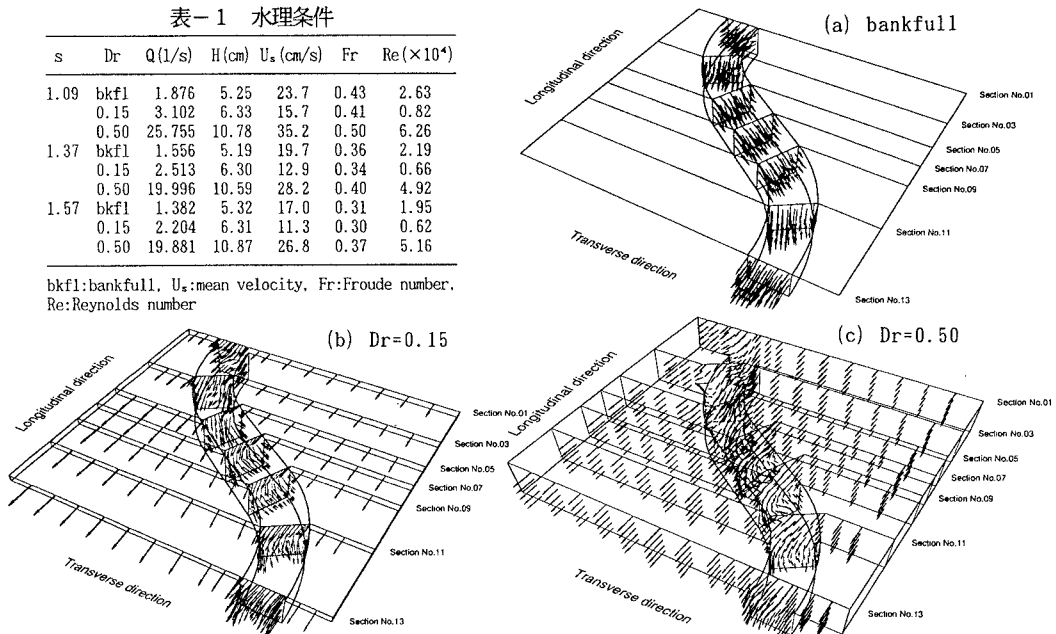


図-2 速度ベクトル計測結果（3次元表示）

3.実験結果および考察：各ケースにおける実験結果は、相対水深 $Dr=(H-h)/H$ 、ここに H =低水路内水深、 h =高水敷高さ）により整理されている。実験条件を表-1に示す。図-2は、 $s=1.37$ における3種の低水路水深すなわちbankfull、 $Dr=0.15$ および 0.50 について計測された流速ベクトルを3次元表示したものである。図より、支配的な流れの構造が水深と共に変化する様子がわかる。すなわち、 $Dr=0.15$ では低水路流れが卓越し、高水敷上流れと強く干渉してその流向を大きく変化させている。これは、流量算定にあたって、高水敷高さにおける水平断面分割法の適用可能性を示唆するものである。一方 $Dr=0.50$ においては高水敷上流れが卓越し、低水路通過に当っては強い二次流を低水路内に誘引しつつ、その上方を縦断している。これは、低水路を付加的粗度要素として取扱うYen & Yen による流量算定法の妥当性を支持するものである。図-3は3種の蛇行形状について低水路内の二次流ベクトルを示したものである。なお計測結果は、蛇行半波長（湾曲頂部～次湾曲頂部）においてほぼ等間隔に、蛇行に沿った軸に直角にとった13ないし9断面の内の7ないし5断面について示したものである。実験条件は $Dr=0.15$ である。図より以下のことが言える。すなわち、本報告で取り上げた範囲の蛇行度（ $s=1.09\sim 1.57$ ）では、その変化の流れの構造に与える影響はそれほど大きなものではなく、換言すれば水深による流れの構造の普遍性の方が、特に $s=1.37\sim 1.57$ については、より明確である。しかるに、二次流セルの位置・大きさ・強さなどについては多少の違いが見られ、流れの細部の構造さらには流量算定法の適用にあたっての蛇行度の考慮の必要性を示唆している。

4.おわりに：複断面蛇行開水路流れの構造は高水敷上水深が変化するにつれて大きく変わる。検討された蛇行度の範囲では、その変化の流れの構造に与える影響は小さい。ただし、水深により規定される流れの構造の普遍性については、今後さらに小さな蛇行度の水路を含めた広範な計測と、流量算定法の適用を含む詳細な検討に待たなければならない。

参考文献：Yen, BC & Yen, CL (1983), River Meandering (Ed. CM Elliott), pp.554-561.

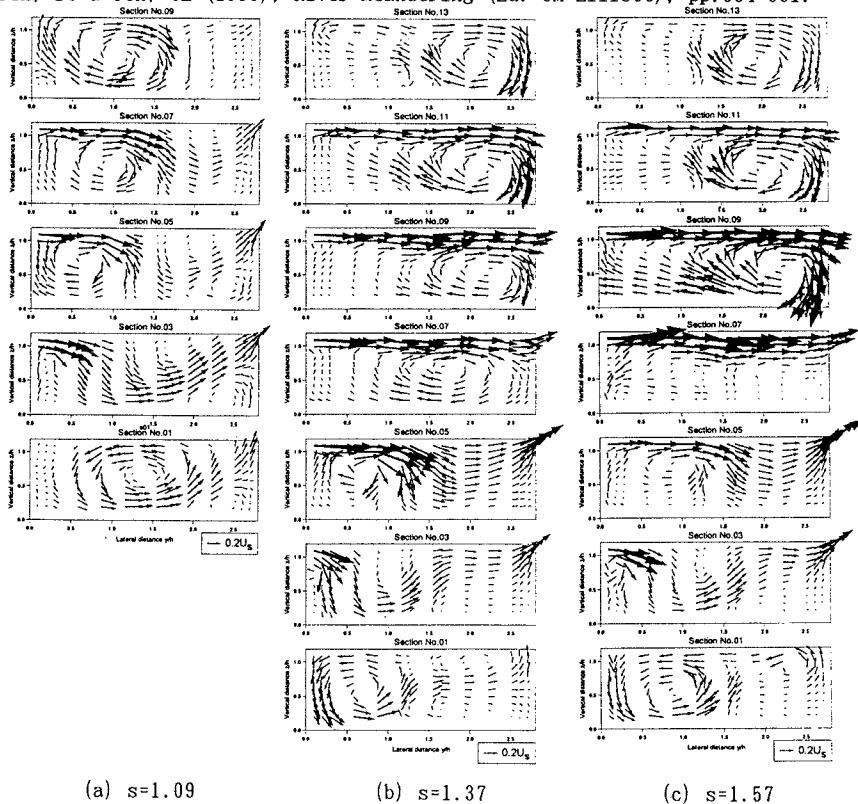


図-3 二次流ベクトル