

複断面開水路流れにおける中規模渦の内部構造について

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
 大 阪 府 正員 〇 福 井 淳 太

1. はじめに: 複断面流れにおける高・低水路境界部近傍の内部構造については従来から多くの研究者によって検討がなされ、高水敷先端から低水路自由水面に向かう斜昇流とこの斜昇流によって誘起される3種の渦の存在が指摘されている。¹⁾ 本研究はこのような渦の内部構造を種々の可視化法により観察しその特性について検討したものである。

2. 実験装置および方法: 流れに注入した中立粒子 ($d=0.4\text{mm}$, $s=1.05$) をシート状のレーザー光で照明し、断面平均流速で移動する内視鏡を装着した増感装置付ビデオカメラにより横断面流況を撮影した(図-1)。また、水面渦の発生周期を検討するためにアルミ粉末を塗布したおが屑を水面に散布し、水路上方の35mmカメラによる移動撮影を行なった。なお、移動速度として高水路と低水路の表面流速の平均値を用いている。

3. 実験結果および検討

(1) 内部流況: 写真-1はビデオにより観察される横断面流況のテレビ画像を35mmスチルカメラで撮影を行なった結果である。このようにして得られた画像上で対象とする断面内の粒子の挙動を追跡することにより流れを解析する本手法は流れの内部構造を把握する上で非常に有効である。図-2は1/3秒間に対象断面内で描く粒子の軌跡をモーションアナライザを用いて1/60秒毎に追跡し図化したものである。図は横断面内での2秒間の流体の

表-1 水理条件表

(a) 内部流況観察

Case	$\theta(^{\circ})$	I	Q(l/s)	H(cm)	T($^{\circ}\text{C}$)	Re	Fr
C-1	90	1/1101	0.559	4.04	11.05	1500	0.22
C-2	45	1/1154	0.559	4.04	11.69	1600	0.22

B=20(cm) b=12(cm) h=2(cm)

(b) 表面流況観察

Case	$\tan \theta$	I	Q(l/s)	H(cm)	T($^{\circ}\text{C}$)	Re	Fr
C-3-1	∞	1/ 994	24.50	9.33	23.50	22000	0.46
C-3-2	2.00	1/1015	24.50	9.35	22.30	22000	0.47
C-3-3	1.00	1/1029	24.50	9.35	22.40	22000	0.47
C-3-4	0.67	1/1029	24.50	9.36	23.20	23000	0.48
C-3-5	0.50	1/ 992	24.50	9.34	21.30	22000	0.49

B=100(cm) b=40(cm) h=6(cm)

(Symbol) θ : slope of bank b: width of flood plain
 I: energy slope h: height of flood plain
 Q: discharge T: water temperature
 B: channel width Re: Reynolds number
 H: water depth Fr: Froude number

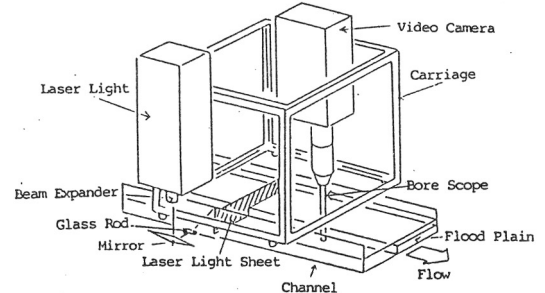


図-1 実験装置

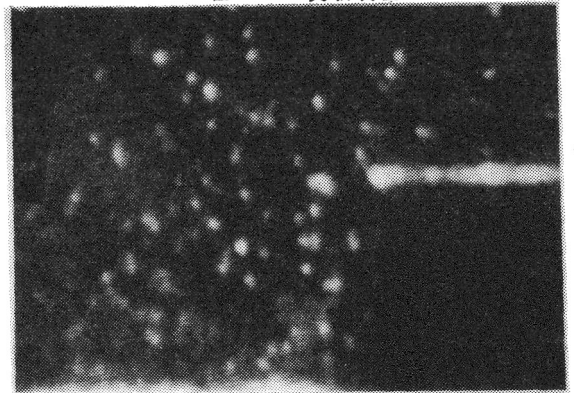


写真-1 横断面流況撮影例

Hirotake IMAMOTO, Taisuke ISHIGAKI, Junta FUKUI

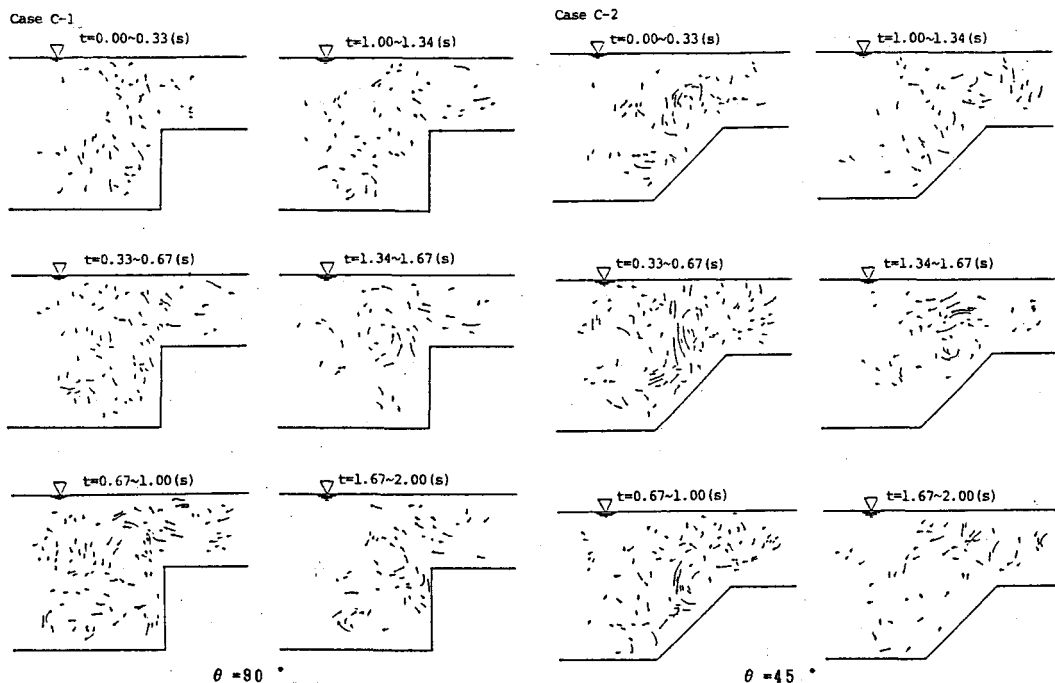


図-2 横断面流況の経時変化

挙動を捉えている。図より、 $\theta = 90^\circ$ および $\theta = 45^\circ$ いずれの場合も次のような流体の挙動が認められる。すなわち、高・低水路境界部近傍には3種の渦が形成されており、この渦によって高水路流体が低水路内に引込まれている。また、渦は定常的に存在するのではなく、発生→変形→消滅という運動を間欠的に繰返し、その平均的な時間間隔は約0.7秒である。この値は高水路水深と境界部の平均流速で規定される時間スケールの約4倍となっている。一方、法勾配による差異を見ると、 $\theta = 45^\circ$ では $\theta = 90^\circ$ の場合に比し斜昇流の上昇方向が不安定であり、形成される渦の形状にも若干の差異が認められる。

(2) 表面流況：図-3は移動撮影によって得られる水面渦の流下方向間隔を頻度分布で示したものである。図を見ると、法勾配がいずれの場合にも高水路水深の2～4倍の所に高頻度部が見られる。渦の発生周期 T を渦の流下方向間隔 Lx と境界部の平均流速 U を用いて $T=Lx/U$ と評価すると図-3の結果より、水面渦の発生周期は高水路水深と境界部での平均流速で規定される時間スケールの2～4倍となる。この値は、内部流況観察で得られた中規模渦の発生周期とほぼ一致する。

参考文献 1) 今本ら；京大防災研年報，B-2，1984。

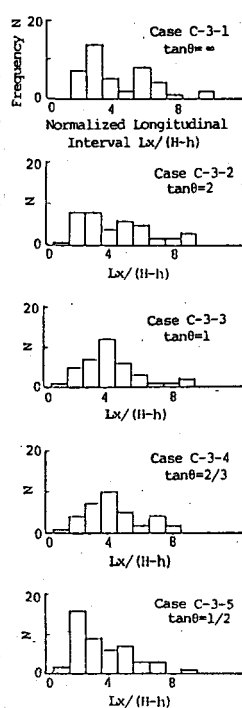


図-3 渦の流下方向間隔