

開水路隅角部における乱流構造(2)

徳山高専	○正員	佐賀孝徳
徳山高専	正員	大成博文
徳山高専	正員	山本恭子
山口大学	正員	斎藤 隆

1. はじめに

実河川の河岸は、土砂の堆積や浸蝕が著しく進行する領域であり、さらには大規模な水平渦の発生位置である。また、洪水時には濁りが激しく、岸に沿う表面流速の速速変化や河岸沿の誘導流の存在が知られている。^{1,2)} そのため、これらの河岸特有の現象を説明し制御することは、今日の河岸水理学上きわめて重要な問題である。

本研究の目的は、開水路隅角部特有の流れ、特に乱流二次流れの形成機構を解明することである。実験方法は、レーザースリット法という可視化法であり、縦渦の可視化には横断面視、横渦の可視化には縦断面視が用いられた。その結果、隅角部特有の縦渦、横渦の特性が若干明確にされた。

2. 実験方法および実験条件

Fig. 1, Fig. 2 は、レーザースリット法を用いた可視化法の概略を示しており、それぞれ、隅角部の縦渦の挙動を観察するための横断面視、横渦の可視化のための縦断面視に対応する。横断面視で用いた鏡(9cm×9cm)は、スリット面の形状に影響しない50cm下流で側壁から鏡の中心まで20cmのところに設置された。縦断面スリットは、レーザースリット面を水路上方より円柱アライズを通して挿入することによって作られた。縦断面の撮影は、次に示す8ヶ所で行われた。(Z=0.4, 0.7, 1.3, 2.7, 4.0, 5.4, 6.7, 8.8cm ただし側壁をZ=0とする。) 撮影には、モータードライブカメラ(横断面視)、ビデオカメラ(縦断面視)が用いられた。

実験条件をTable 1に示す。

3. 隅角部の秩序運動

Fig. 3 は、隅角部における縦渦の秩序運動を示した可視化写真の一側である。写真から明らかなように、底壁、側壁、そして側壁近くの水表面に縦渦(対)が多数形成されており、これらが隅角部特有の流れ構造に重要な役割を果たしていると考えられる。乱流二次流れとは、主流方向に対して直角の隅角方向へ流れ込む定率的な流れのことである。Fig. 3では、この隅角部方向へ流れ込む挙動が存在していることを示唆している。その理由として第一に考えられるのは、隅角を二分割する角度線上には、トレーサが存在しない場合がほとんどの写真から観察できる。ところが、底壁側壁の両粘性底層に滞留したトレーサは、それぞれ縦渦(対)を形成し壁面近傍の縦渦構造を常に写し出している。このことは、トレーサが存在しない流体が、両壁から離れた領域から隅角部へ侵入してきたと考えられるからである。またこのような流れは、底壁、側壁の縦渦が相互に作用し、それらの渦により誘起された流れであることが、縦渦の挙動からも観察できる。これらの縦渦は、底壁、側壁、水表面近

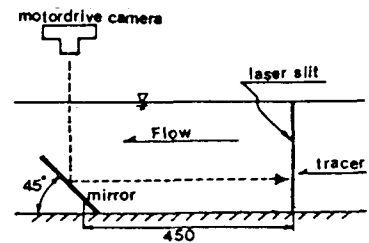


Fig. 1 Schematic of streamwise visualization

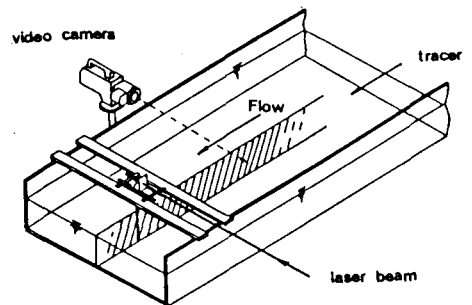


Fig. 2 Schematic of side visualization

Table 1 Experimental condition

CASE	U_m cm/s	U_r cm/s	H cm	Re $U_{max} H / \nu$
A	5.43	0.33	6.71	4720
B	6.48	0.41	6.80	5070

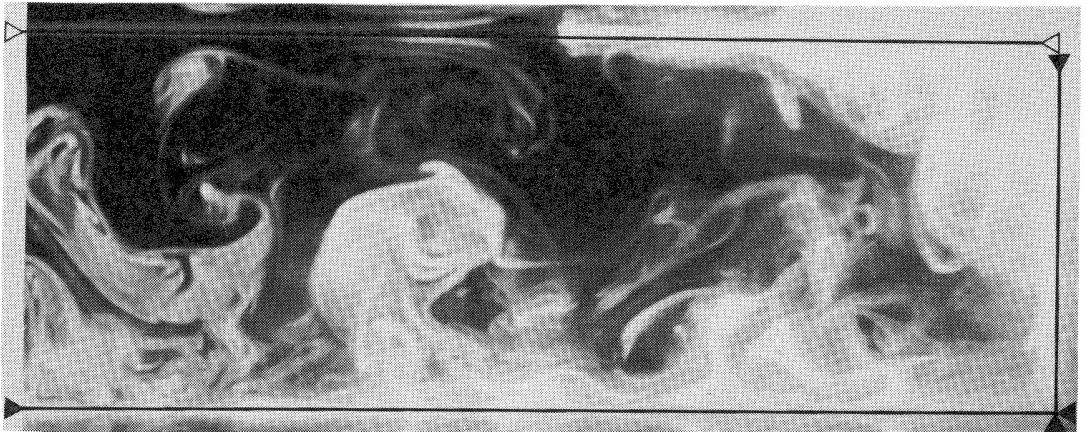


Fig. 3 Streamwise view of the corner CASE A

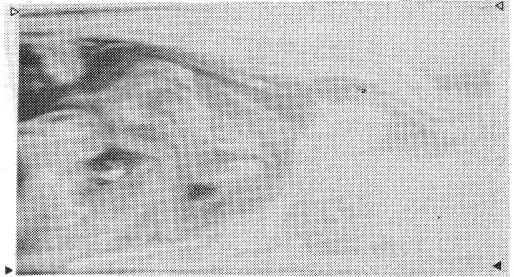
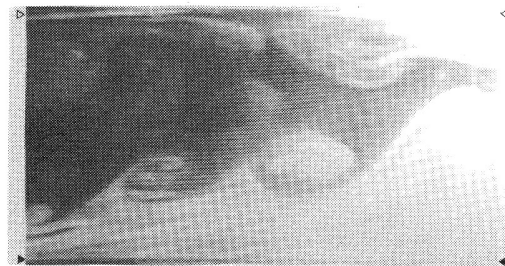
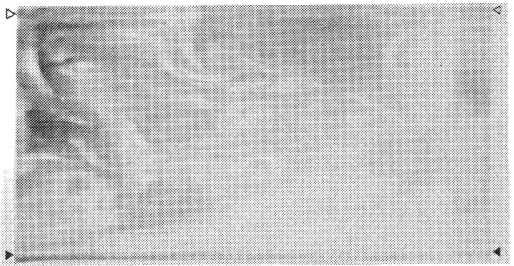
(a) $Z = 0.4 \text{ cm}$ (b) $Z = 2.7 \text{ cm}$ (c) $Z = 5.4 \text{ cm}$ (d) $Z = 8.8 \text{ cm}$

Fig. 4 Side view of the corner CASE B

▷◁ water surface
▷◁ wall surface

流と形成される領域によって若干の異なる特徴をもつ。底壁にできる渦は隅角へ向うほど縦渦の背丈が低くなっており、側壁に支配される渦は全体的に背丈があまり大きくない。また水表面近傍にできる縦渦は、流れ方向に比較的長いスケールを持っており、河岸近くの層界流と関連していると考えられる。

次に、Fig. 4は隅内部近傍の縦断面可視化の結果であり、側壁からの距離になじりそれぞれ特徴ある流れ構造を示している。流れ方向は左から右である。(a)では、側壁のごく近傍であり、壁乱流の特性底層外縁に見られる *low speed streak* が顕著に見られる。(b)では、中央部付近に各種の河溝造が可視化されている。(c)では、底壁から発達している横渦が特に顕著に見られる。この横渦については、側壁より4 cm 程度離れたあたりから顕著に見られ、底壁に比較的安定して発達する縦渦の発生位置に一致している。(d)は(c)より水路中央部寄りであるが、横渦の背丈については、(c)に比べて全体的に低くなっている。今後、さらに横渦、縦渦について検討を進めて、隅角部の流れの形成機構を明確にしていきたい。

1) 木下良作：流れの可視化，1661, No. 3, 1981, 2) 木下良作：土木学会論文集 354号/II-1, 1984.