

II-211

開水路乱流隅角部における二次流れの形成機構

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 渡辺 勝利
山口 大学 正員 斎藤 隆

1. まえがき

著者らは、開水路乱流隅角部の横断面可視化から二次流れの形成に関わると思われる特徴的な壁縦渦¹⁾構造について考察を行ってきた²⁾。本報告では、それを踏まえて隅角部近傍の流れの横断面可視化と流速計測の同時併用実験を行い、二次流れの形成機構についてさらに検討を加えたものである。

2. 実験方法および実験条件

図1に実験方法の概略が示されている。隅角近傍に注入された蛍光染料のハロゲンスリットを通過する際に出現する壁縦渦の横断面形象がビデオカメラで撮影され、同時に流速変動がレーザードップラー流速計により計測された。鏡を水路中央方向に設置することで流れ場の擾乱を少なくするよう工夫された。また、計測点は隅角より $y=z=3.0\text{cm}$ 離れた点選ばれた。

実験条件は、水路中央部において最大流速 $U_{\max}=7.14\text{cm/s}$ 、水深 $H=6.8\text{cm}$ 、レイノルズ数 $Re=4020$ 、摩擦速度 $u_{\tau}=0.38\text{cm/s}$ である。また、内・外層スケールの相互関係は $H=216\nu/u_{\tau}$ で表された。

3. 瞬間的二次流れに寄与する隅角部の壁縦渦構造

図2は、レーザードップラー流速計により計測された本実験条件における隅角部の等流速線図である。これより、等流速線は底壁および側壁の接合部の隅角方向へ突出した分布形状を示している。すなわち、ニクラゼが指摘したように、高速流体が隅角方向へ輸送されるために平均流速分布にこのような歪みが生ずると考えられ、隅角方向への二次流れの存在を示唆している。そこで、隅角方向への瞬間的な二次流れを検出するために、 $y=z=3.0\text{cm}$ の点で流速計測が行われた。そして、二次流れが生じる際に発生すると考えられる瞬間的な高速波形（ u 成分）を捉え、その時刻の横断面可視化より得られる隅角近傍の壁縦渦の時空間構造について検討を行った。

すでに著者らは、開水路乱流中央部の平滑壁面上において、この壁縦渦構造の特徴を詳しく検討し、さらにそれと流れ方向および水深方向の流速変動の相互関係を明らかにしている^{1), 3)}。そこで以下の考察は

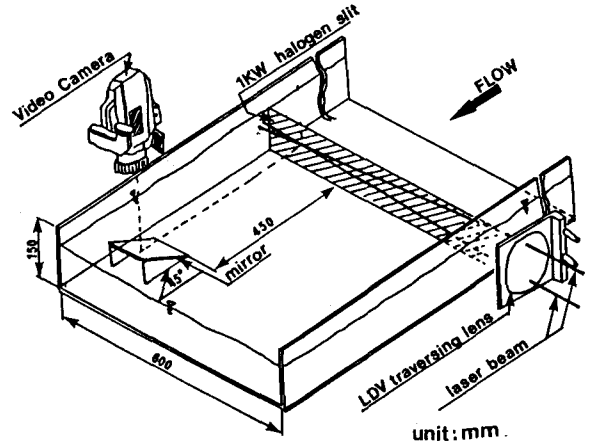


図1 実験装置の概略図

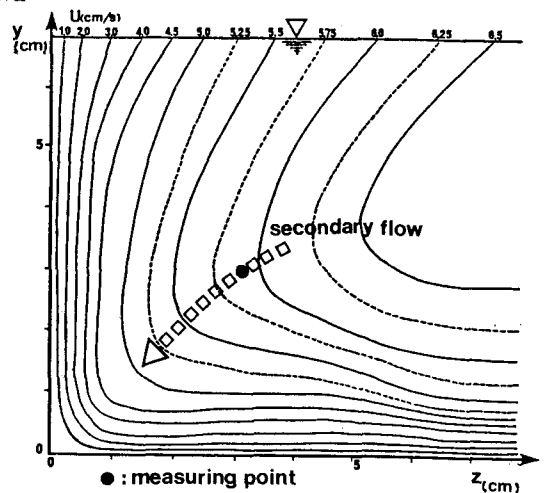


図2 等流速線図

これらの壁縦渦構造の知見を踏まえて行われた。図3には、流速変動とそれに対応した隅角部に形成された壁縦渦の時空間構造の一例が示されている。これは、横断面可視化より得られた壁縦渦の横断面形象の1/30秒間隔のビデオ映像を時間的に重ねたものであり、分かりやすくするために側壁上の壁縦渦は展開して描かれている。また、それぞれに対応する流速変動も同時に示されている。この図より明らかなことは、高速波形（A）が生じる際に、底壁の壁縦渦の横断面形象が時間的に隅角方向へ揺動するような構造を持つことである。さらに、次の高速波形（B）が出現すると同時に、側壁の壁縦渦横断面形象が隅角方向へ揺動する現象が観察された。このような対応は、数多く観察され、瞬間的な二次流れの形成に底壁または側壁の壁縦渦の横断面形象の隅角方向への揺動現象が重要な役割を果たしていることを示唆している。また、一つの高速波形の検出時に底壁および側壁の二つの壁縦渦の揺動が連続的に起こり、最終的には両者の壁縦渦の横断面形象が隅角から離れる方向へ移動する場合も観察された。以上のことより、このような隅角部近傍の壁縦渦構造が隅角部の二次流れの形成機構に重要な役割を果たすことが明らかにされた。

参考文献

- 1) 大成博文・佐賀孝徳・斎藤 隆：土木学会論文集，第363号／Ⅱ-4，1985。
- 2) 佐賀孝徳・大成博文・渡辺勝利・斎藤 隆：水理講演会論文集，1989
- 3) 佐賀孝徳・大成博文・渡辺勝利・斎藤 隆：土木学会論文集，第393号／Ⅱ-9，1988。

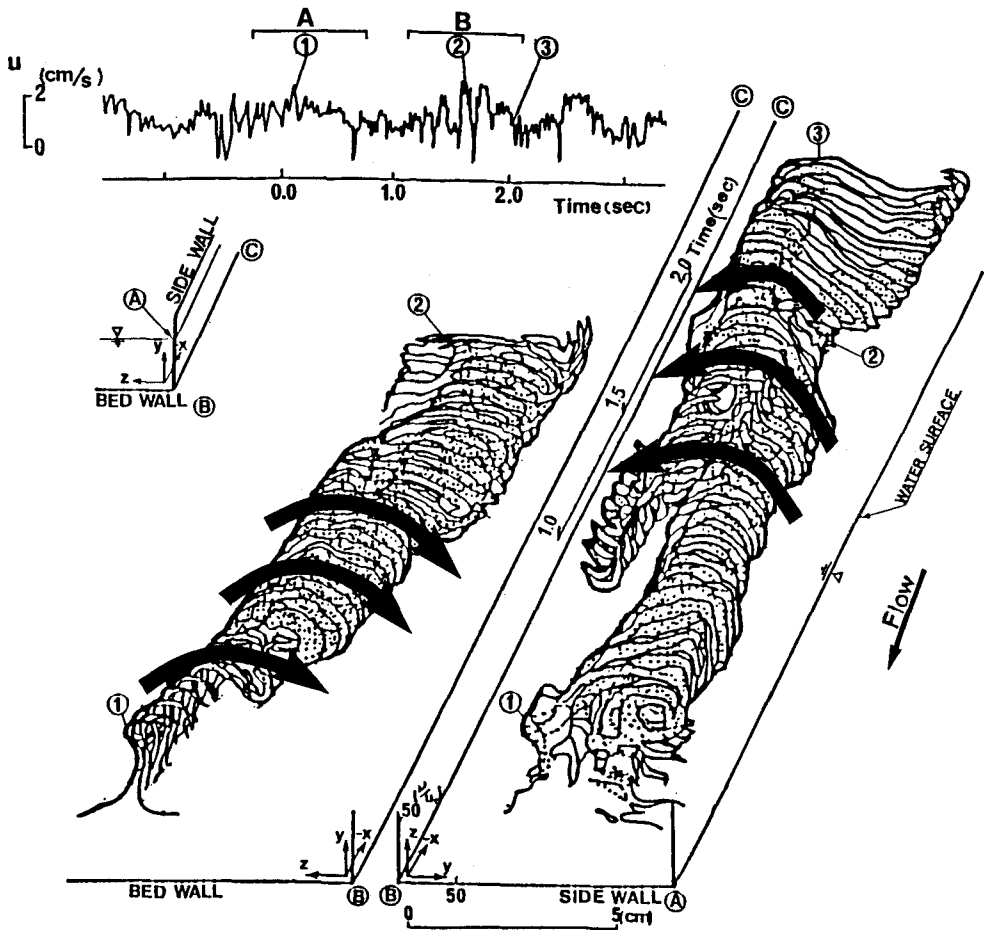


図3 隅角部の壁縦渦の時空間構造と流速変動