

開水路乱流隅角部の秩序構造

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

本研究は、河岸防災上重要である開水路隅角部の流れの秩序構造を横断面可視化と水表面可視化をもとに検討したものである。特に、隅角部の2次流れの形成機構に関わる縦渦と側壁から発達する水平渦の挙動を90度および45度の側壁の場合とを比較しながら考察を行った。

2. 実験方法および実験条件

Fig.1に実験方法の概略が示されている。レーザースリットを蛍光染料が通過する際に出現する縦渦の可視化形象がビデオカメラで撮影された。また、上流より水表面に注入された蛍光染料がつくりだす水平渦の挙動が水路上方より撮影された。

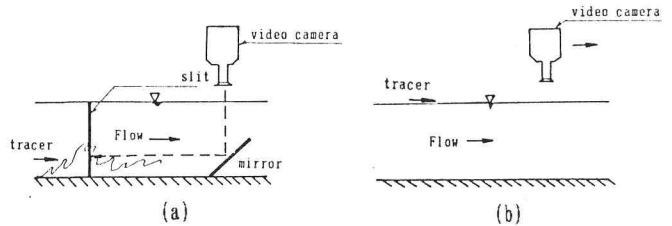


Fig.1 実験方法 (a)横断面可視化 (b)水表面可視化

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 $u_* = 0.38 \text{ cm/s}$ である。また、内・外層スケールの相互関係は $H = 216 \nu / u_*$ で表された。

3. 隅角部の縦渦の特徴

Fig.2は、90度および45度の隅角部の横断面可視化の一例である。それぞれ水路の底壁、側壁、水表面に囲まれた隅角部特有の流れであり、特に底壁および側壁の両方に縦渦が多数形成され、それらが複雑な3次元構造を有し、隅角部のさまざまな規模の2次流れの形成に大きな役割を果たしていることが窺える。90度隅角部についてはこれまでの研究¹⁾により、底壁・側壁の縦渦が間欠的に隅角部へ流れ込む2次流れを誘起させていることを明らかにしているが、今回の実験においても同様の縦渦の特徴が観察された。45度隅角部においても同様の縦渦の特徴がビデオ映像から窺えるが、90度隅角部の

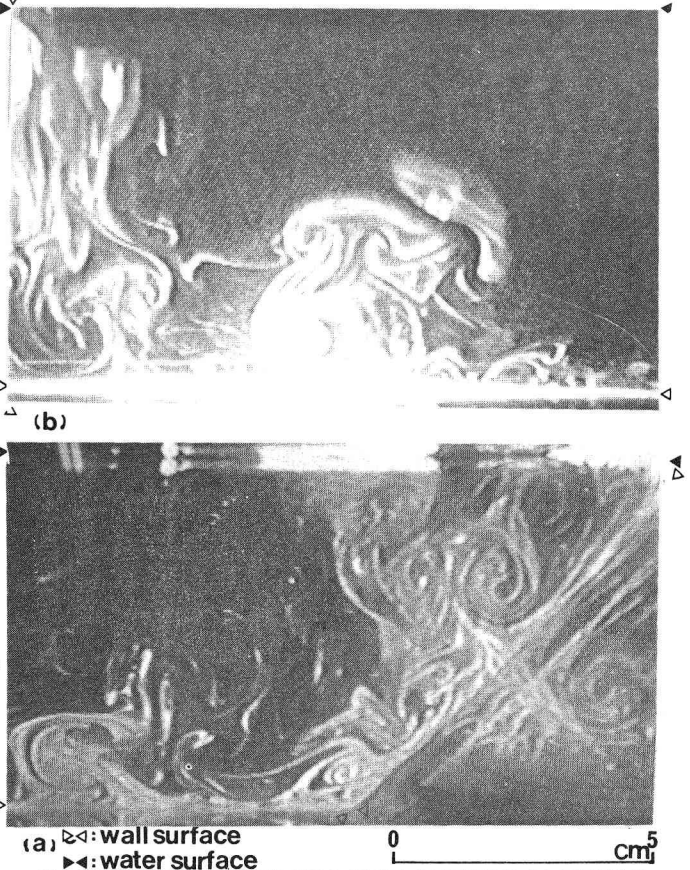


Fig.2 隅角部の横断面可視化写真 (a)90度隅角 (b)45度隅角

場合特に底面縦渦が支配的役割を示したのに対し、45度隅角部では側壁上の縦渦が底面の縦渦と同程度かそれ以上の役割を果たしているようである。また、45度の隅角部の水表面および側壁に囲まれた領域では絶えず縦渦が観察され（側壁に根を持つ縦渦が多い）、それが水表面隅角に向かう2次流れを形成していることが窺える。これは、これまでの二次流計測の結果²⁾と一致する。

4. 隅角部の水表面流況

Fig. 3は90度隅角部の水表面流況の一例であり、側壁から発達してゆく水平渦が顕著に観察される。そこで、90度、45度隅角部のそれぞれの水平渦の中心の座標（ X :流れ方向、 Z :側壁からの距離）を0.5秒毎に読み取り、渦の発生位置、移動速度（ U :流れ方向、 W :横断方向）を検討した。Fig. 4は、水平渦の発生位置（ Z ）を示したヒストグラムである。90度隅角部の場合、発生位置がかなり広範囲に分布する（平均位置 $Z/H=1.35$ ）のに対し、45度隅角部ではかなり正規分布に近い形で集中して（平均位置 $Z/H=1.15$ ）発生している。このことは、45度隅角部の底面と側壁との接合部に相当する位置（ $Z/H=1$ ）の水表面付近でせん断流が形成されているためと考えられる。次に、流れ方向の平均移動速度（ U ）は、90度隅角部で6.6cm/s、45度隅角部で7.8cm/sであり、ほぼ平均流速に従って水平渦が流下方向に移動している。特に、45度隅角部のそれが大きい値であることは、最大流速点が隅角部近傍にできるというこれまでの結果²⁾と矛盾しない。水路横断方向の平均移動速度（ W ）は、どちらも流下方向の移動速度の約5パーセント程度の大きさであり、水路中央部へ向かう方向を持つ。個々の渦には、10パーセントを越える流速をもつものもあり、またわずかではあるが逆向きの移動をする渦も存在した。Fig. 5は、水平渦の発生位置と移動速度を同時に示したものである（45度隅角部）。これより、水路側壁からの距離と移動速度とはかなり相関性があり、側壁より離れるに従って移動速度が大きくなっていることが分かる。また、45度、90度隅角部の水平渦の発生周期は、それぞれ1.1sec、1.2secであった。

参考文献

- 1) 大成博文、佐賀孝徳、斎藤 隆：第28回水理講演会論文集、1984
- 2) 富永晃宏、江崎一博、祢津家久：土木学会論文集、381/II-7、1987

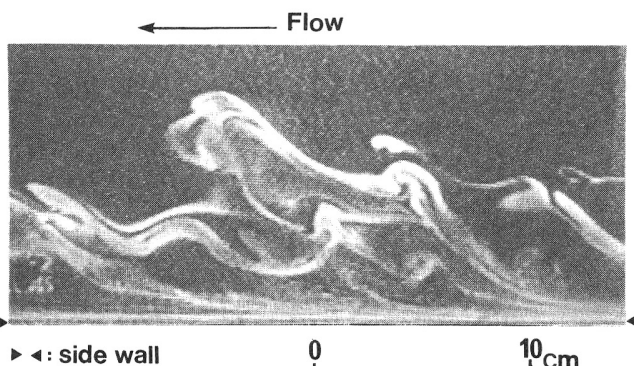


Fig. 3 隅角部の水表面可視化写真（90度隅角）

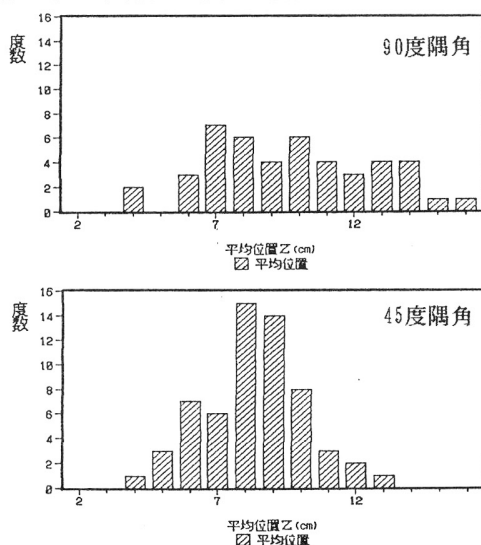


Fig. 4 水平渦の発生位置ヒストグラム

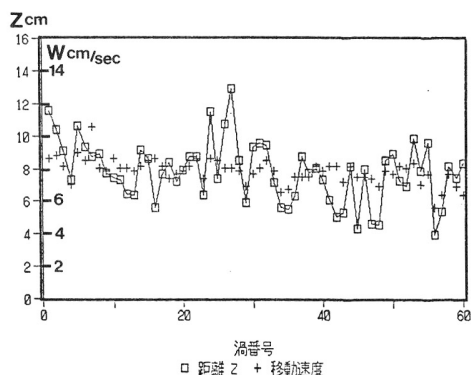


Fig. 5 水平渦の位置および移動速度