

京 都 大 学 大 学 院 学 生 員 ○ 岸 本 秀 隆
京都大学防災研究所 正会員 石 垣 泰 輔

1. はじめに：鳴門海峡では、大規模な地形性の渦が発生することが知られている。鳴門海峡のように陸地が海域に突出している場合、海峡中央部の速い流れと突出部の背後のよどみ水域の間で非常に強いシアーが形成され、突出部の先端から剥離した渦は境界層内で互いに合併・拡大しながらある程度の規則性をもって流下する。現地では、海峡の下流側に数百メートルにわたって、直径が数十メートルはあると思われる大きな渦が規則正しく並んでいる様子が見られている¹⁾。本研究は、海峡部の海底地形を考慮した装置で実験を行い、このような地形性渦の発生・発達過程と海底地形との関係について、流れの可視化および1成分 LDA 速度計測結果をもとに、基礎的な検討を行ったものである。

2. 実験装置および方法：本研究では地形性渦の発生・発達過程を検討するために、直線水路内の一方向流中に3種の海底形状モデルを設置し、流れに直角に置いた仕切板の先端より発生する渦を対象とした実験をおこなった。3種の海底形状とは図-1に示すように、一様水深流れに仕切板を設置した場合(Case S)、複断面河道のように流れ方向に一樣な深水路と浅水路があり、浅水路に仕切板を設置した場合(Case C1)、仕切板の周囲に局所的な浅水路を設けた場合(Case C2)である。各ケースの水理条件を表-1に示す。

可視化実験では、染料としてメチレンブルーを仕切板先端の上流側から外径 1.5mm の真鍮パイプを通して注入し、渦を可視化した。渦の挙動は、水路上方および側方から2台のビデオカメラで同時撮影した。得られたビデオ画像をキャプチャーしてパソコンに取り込み、市販のソフトを用いて処理した。また、1成分レーザ流速計を用いた速度計測もおこなったが、ここでは可視化結果を用いて検討をおこなう。

3. 実験結果および考察：図-2～図-4 は、各ケースにおける可視化例である。上が水路上方からの水平面可視化結果、下が同時刻における水路側方からの縦断面可視化結果である。水路床および側壁に写し込

んだ正方格子は一辺が 2cm である。各ケースの流況特性は以下のである。

(1) Case S：図-2 に示すように仕切板先端から剥離した渦が、流下するに従って合体しながら、その規模を拡大し、崩壊する様子が見られる。また縦断面流況を見ると、渦が流下するに従って染料が緩やかに水深方向に沈んでいくことが分かる。

(2) Case C1：図-3 に示されるように、仕切板先端より発生した渦が浅水路にあるうちは、流下するに従って合体しつつ渦径を増大していく様子が観察される。しかし、渦が浅水路と深水路の境界付近に達すると、

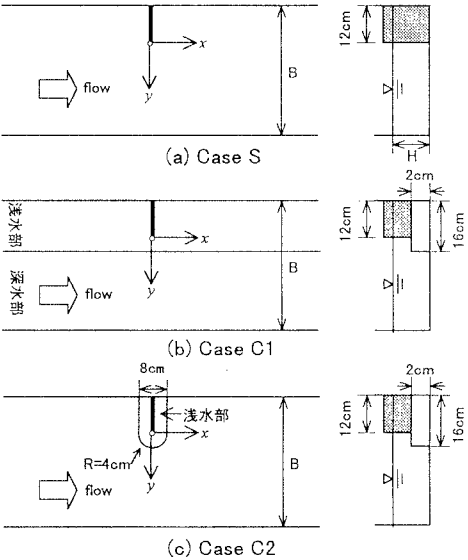


図-1 実験装置

表-1 水理条件表

Case	流量 Q (l/s)	水路幅 B (cm)	水深 H (cm)	断面平均流速 (cm/s)
S	0.541	39.0	4.0	5.0
C1	0.503			
C2	0.503			

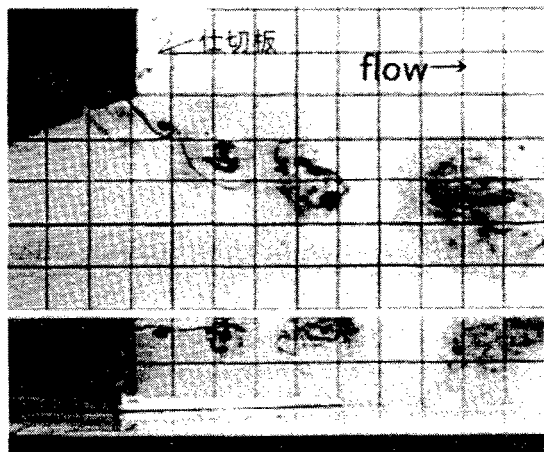


図-2 可視化結果(Case S)

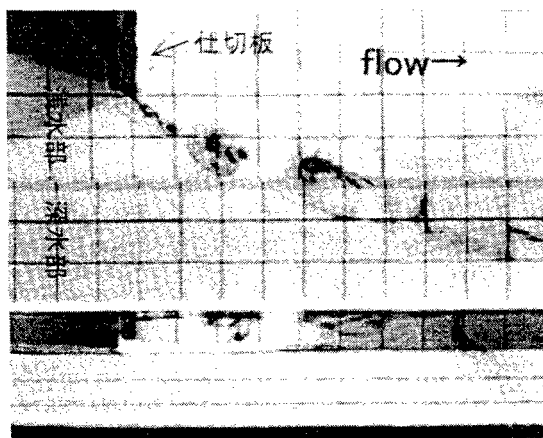


図-3 可視化結果(Case C1)

深水部の高速流と浅水部の低速流のシアによって引き延ばされ、崩壊している。

(3) Case C2 : 図-4 に示すように浅水部で発生した渦が複数の渦と合体したり、単独で流下するのが見られたが、深水部に達すると渦の回転速度が急激に上昇し渦径の増大が抑えられる。このことは縦断面の可視化結果が示すように、渦が浅水部から深水部に入ると水深方向に引き伸ばされるため、渦の回転速度が急激に増加することで説明される。さらに、図-5 は Case C2 における渦の伸長を検討するため、単独で流下する渦に着目し、1/2 秒ごとの画像を合成したものである。図-5において、 $t=0$ (s)から $t=1$ (s)の間は渦の外縁の染料が沈降しているが、 $t=3/2$ (s)以降では渦の中心の染料が深さ方向に細長く引き伸ばされているのが明確に観察される。この現象は、複数の渦が合体した場合にもみられた。

4. おわりに：以上から、いずれのケースでも仕切板の先端より剥離渦が発生して下流側に輸送されていくが、水深が一樣でないケースでは海底形状の影響を大きく受けることが分かった。特に、浅水部が局所的である Case C2 では、渦の伸長による急激な回転速度の上昇が見られるが、浅水部が連続している Case C1 ではこのような渦の伸長はおこらず、渦の寿命は短い。これは、複断面流れの高水敷先端に生じる斜昇流により形成される2次流セルの影響を受け、深水部に入った渦はすぐには伸長されないためである。本研究で観察された Case C2 での現象は、鳴門の渦の形成を説明するものと考えられる。このように速い回転速度で寿命の長い渦が形成される要因として、局所的な浅水部の存在による水深変化の影響が最も卓越していることが指摘される。

参考文献：1) 西村司：鳴門の渦潮—宇宙からその謎を追う—，山文社，1986。

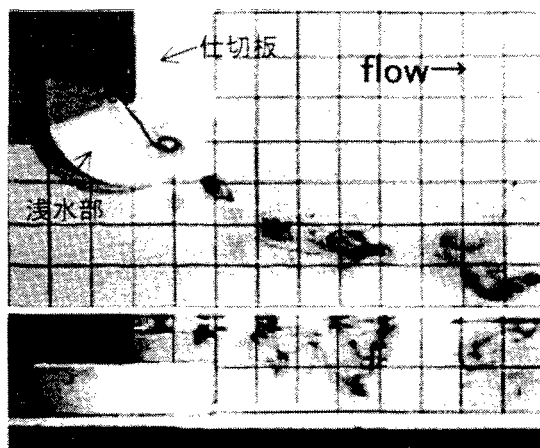


図-4 可視化結果(Case C2)

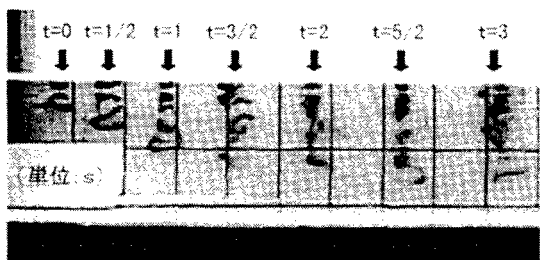


図-5 渦の伸長過程(Case C2)