

II-115

海峡部における地形性渦の合体・伸長について

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
 京都大学防災研究所 正会員 馬 場 康 之

1. はじめに：鳴門海峡では大規模な地形性の渦が発生し、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と海底地形との関係について、流れの可視化および成分 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異なる水深部と浅水部があり、浅水部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部を設けた場合 (Case C2) である。各ケースの水利条件を表-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、流速の流下方向成分の計測も行った。

3. 可視化結果の定性的検討：図-2～図-4は、各ケースにおける可視化例である。水路床に写し込んだ正方格子は一边が2cmである。各ケースの流況特性は以下のようである。

(1) Case S：図-2に示すように仕切板先端から剥離した渦が、複数の渦と合体し、その規模を拡大しつつ流下している様子がみられる。また、規模を拡大するにつれ形が不明瞭になり、やがて崩壊する。

(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部にあるうちは、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、渦が浅水部と深水部の境界付近に達すると、深水部の高速流と浅水部の低速流の

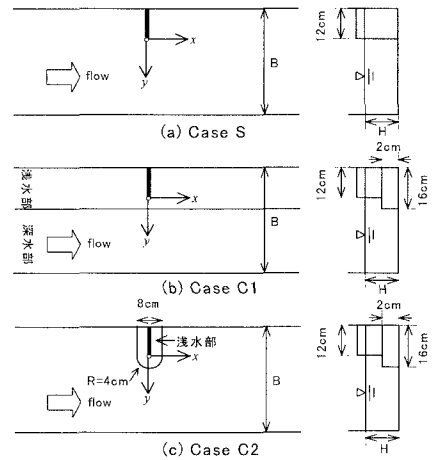


図-1 実験装置概要

表-1 水利条件

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			

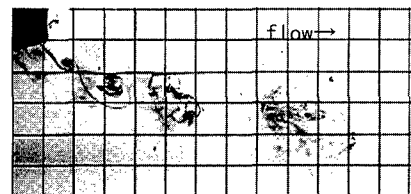


図-2 可視化結果 (Case S)

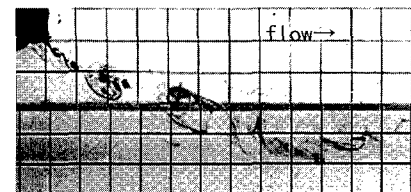


図-3 可視化結果 (Case C1)

Keyword：海峡部・渦の合体・渦の伸長・流れの可視化

連絡先：〒612-8235 京都市伏見区横大路下三栖 tel：075-611-4396 fax：075-612-2413

シアー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は、仕切り板より発生した渦が単独で流下したり、他の渦と合体するのが見られるが、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。これは、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。図-5は Case C2における渦の伸長を検討するため、発生直後に合体した渦に着目し、1/2秒ごとの画像を合成したものである。t=0~1(sec)の間で渦が合体し渦径が拡大するが、t=3/2(sec)以降では渦の鉛直方向の引き伸ばしにより渦径が収縮し、回転速度が速く寿命の長い渦を形成している。

4. **可視化結果の定量的検討** : 図-6は、Case S およびCase C2 について、ビデオ画像を1/3秒間隔で解析し、得られた渦の軌跡を流下方向距離xおよび時間tについてプロットしたものである。Case Sでは、1つの渦が単独で流下するパターンや、複数の渦が合体するパターンが不規則に出現する。それに対してCase C2では、 $x < 8\text{cm}$ の範囲では渦の合体がみられるが、渦の伸長が起こる $x > 8\text{cm}$ の領域では渦の合体はみられない。また図-7は、 $x=2, 4, 6, 8, 12\text{cm}$ の各測線において、渦が通過する時間間隔を50個の渦について求め、その度数分布を示したものである。 $x=2$ での通過時間間隔の最頻値は両ケースとも0.6-0.7(sec)であるが、Case Sでは流下するにつれて通過時間間隔のばらつきが大きくなる。これは、渦が合体する位置や渦径の大きさが不規則であることが原因であり、Case C2の方がより規則正しい並んだ渦列を形成している。

5. **おわりに** : 以上から、いずれのケースでも仕切り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、水深が一様で

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急激な伸長はおこらず、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、速い回転速度で寿命の長い渦が、流下方向に規則正しく並んで渦列を形成する最大の要因は、局所的な浅水部の存在による水深変化が引き起こす渦の伸長であ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。

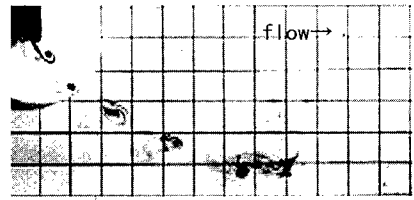


図-4 可視化結果 (Case C2)

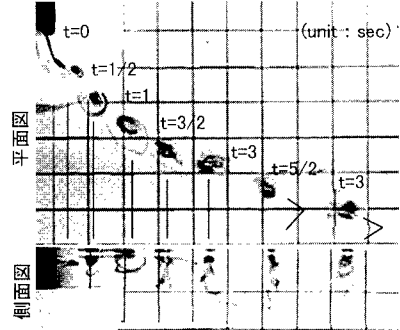


図-5 渦の伸長 (Case C2)

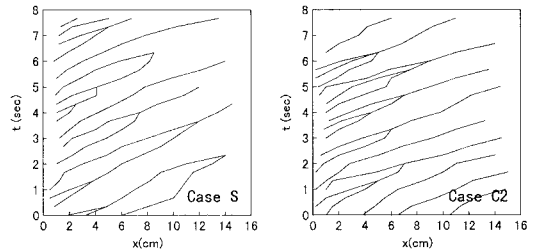


図-6 渦の軌跡

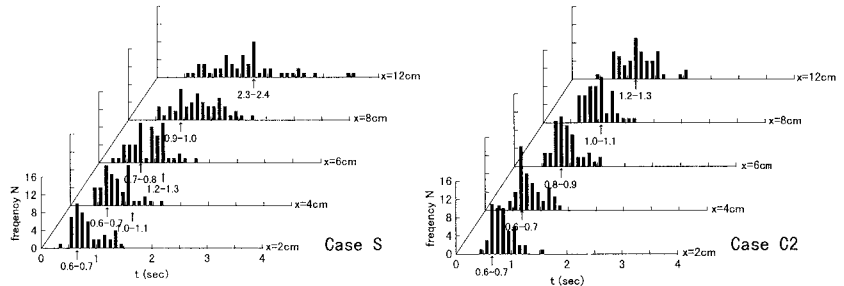


図-7 渦の通過時間間隔