

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
 京都大学防災研究所 正会員 今 本 博 健

1. はじめに：陸岸から岬が突出している海峡では、複雑な海底地形に起因する3次元的な流れが発生することが知られている¹⁾²⁾。著者ら³⁾は、海峡の海底地形を考慮した地形モデルを用いて水理実験を行い、岬先端から発生する水平剥離渦が海底地形に起因する流れの影響を大きく受けることを示した。ここでは、岬部周辺の流れの3次元構造についてさらに詳細な検討した結果を示す。

2. 実験装置および方法：本研究で使用した地形モデルを図-1に示す。Case S は、流下方向に対して直角に仕切板を設置したものであり、海峡を通じた海水交換や渦潮の発生機構に関する従来の研究において用いられてきた装置と同様である。Case C は、岬の周辺を浅水部が取り囲んでいるという海峡部の海底地形の特徴を考慮した地形モデルである。実験は、染料注入法による流れの可視化、および LDA を用いた流速計測を行った。水理条件を表-1に示す。水理条件に関しては、鳴門海峡の潮流最強時のフルード数とほぼ同じになるように設定した。

3. 実験結果および考察：図-2は染料注入法により、仕切板先端から発生する水平剥離渦を可視化した結果である。Case C では、Case S にくらべて渦径が小さい水平剥離渦が、規則正しく並んで流下する様子が観察される。図-3は、Case C においてある一つの水平剥離渦に着目し、1/2秒ごとの画像を合成したものである。これから分かるように、Case C で渦径の小さい渦列が形成されるのは、水平剥離渦が浅水部から深水部に進入する際に鉛直方向に伸長されるためである。この渦の鉛直伸長については、浅水部周辺の流れの構造が大きく影響しており、以下では浅水部周辺の流れの構造について検討を行う。

図-4は、Case C において流れの可視化結果から見出された流れの構造を模式的に示したものである。すなわち、浅水部上流側の底面付近で発生する(a)馬蹄形渦、浅水部頂部付近における(b)らせん渦、らせん渦が周囲の流体を巻き込むことにより発生する(c)下降流、(d)湧昇流である。これらの流れの構造の中でも、水平剥離渦の移流経路と交錯するらせん渦(b)は渦の鉛直伸長について重要な役割を果たしていると考えられる。図-5は半水深付近($y=2.1\text{cm}$)における2成分 LDA (流下方向・鉛直方向)を用いた流速計測結果である。鉛直方向速度成分の等速度線図から、浅水部頂部付近では強い鉛直下向きの流れ、よどみ水域内では鉛直上向きの流れが見られるが、こ

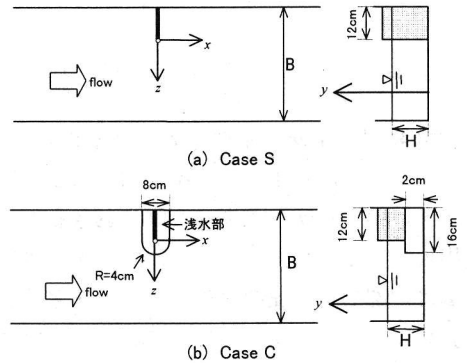
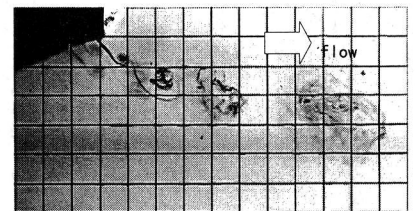


図-1 実験装置

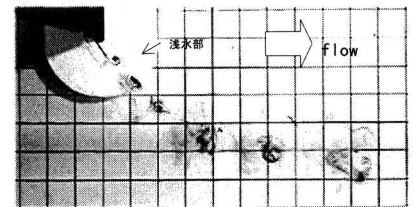
表-1 水理条件表

Case	Discharge † $Q (\text{l/s})$	Channel width † $B (\text{cm})$	Water depth $H (\text{cm})$	depth averaged velocity (cm/s)
S	0.541/0.561	39/40	4.0	5.0
C	0.503/0.521			

† 流れの可視化実験時/流速計測時



(a) Case S



(b) Case C

図-2 可視化結果 (水平剥離渦)

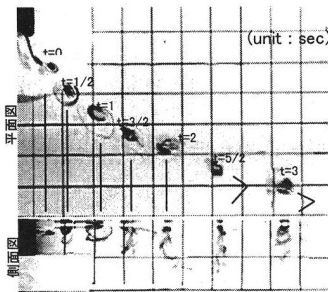


図-3 渦の鉛直伸長 (Case C)

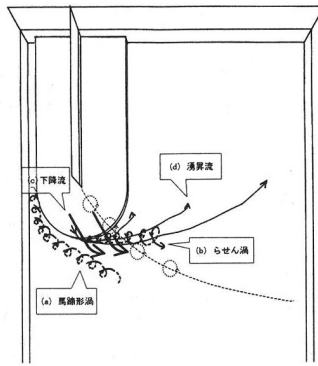


図-4 流れ場の構造説明図

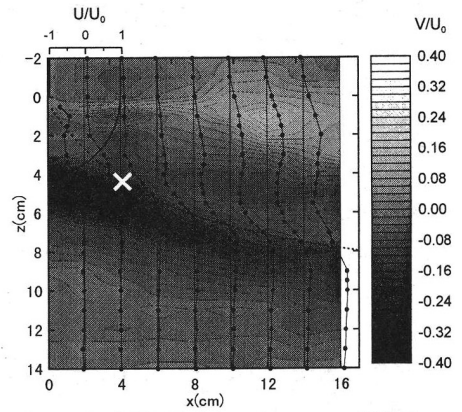
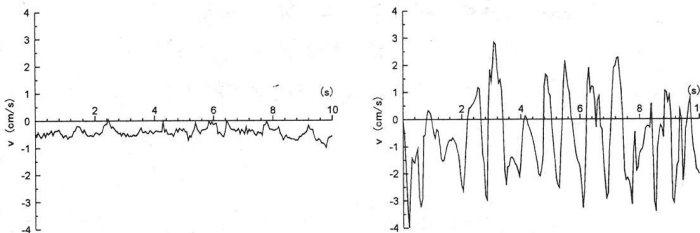


図-5 平均流速分布図 (Case C・中間層)

れらは可視化結果で示された下降流(c)と湧昇流(d)と対応している。しかしながら、渦の鉛直伸長や浅水部周辺の活発な鉛直方向流を誘起するらせん渦については、流速の時間平均値には表れていない。図-6は流れの可視化法により、仕切板の有無による浅水部頂部付近における流れの構造の違いを検討したものである。これより、仕切板が無い場合は染料が流下方向に真っ直ぐ流下するのみであるが、仕切板がある場合は染料がらせん渦に巻き込まれていく様子が見られる。つまりらせん渦は、仕切板の存在により流向が変化した上層の流れが、下層の流れと浅水部の頂部付近で角度をもって交差することに生じる鉛直シアが起動力となって発生すると考えられる。また図-7は、図-6中の×印で示した測点における、鉛直方向速度成分の速度変動波形である。仕切板の有無によって波形が全く異なる様子を示すことが分かるが、これは図-6で示されたらせん渦の有無に起因している。またこの結果から、水平剥離渦の鉛直伸長は、流速の時間平均値には表れないらせん渦による瞬間的に強い下降流によって引き起こされることが示された。以上から、Case Cにおける流れの構造の相互作用についてまとめると、図-8のようになる。

参考文献

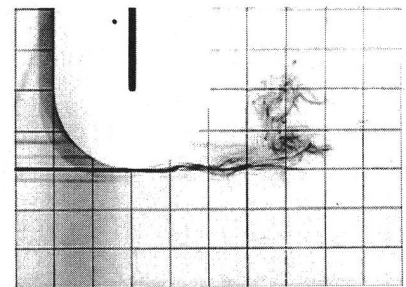
- 1) 大西, 西村: 渦水域における上昇流の観測とその発生機構に関する考察, 第23回水理講演会論文集, pp. 123-130, 1979.
- 2) 武岡, 河内: 鼻栗瀬戸航路の拡幅工事に伴う潮流の変化について, 第35回海岸工学講演会論文集, pp. 277-281, 1988.
- 3) 岸本, 石垣: 剥離渦と2次流構造に関する実験的研究, 水工学論文集, 第43巻, pp. 287-292, 1999.



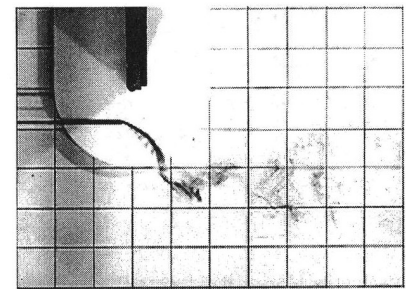
(a) 仕切板無し

(b) 仕切板有り

図-7 速度変動波形 (Case C)



(a) 仕切板無し



(b) 仕切板有り

図-6 可視化結果 (Case C)

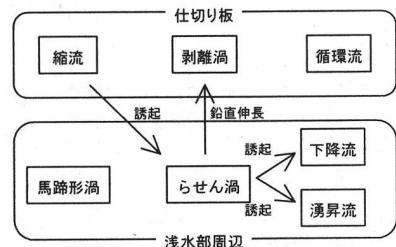


図-8 相互作用説明図 (Case C)