

離岸流の3次元分布に関する基礎的研究

茨城大学 学生会員 ○吉野哲平  
茨城大学 正会員 信岡尚道

1. 研究の背景と目的

海難事故防止、海浜保全のために離岸流の3次元分布を把握することが重要である。離岸流の研究については、発生メカニズムやその幅、発生間隔について、堀川ら（1975）を始めとして精力的な研究が行われた。しかし、離岸流速については実験、現地観測を含め数える程しかなく（例えば佐々木（1982））、その3次元分布に至っては、ほとんど研究がなされていない。また現地観測では様々な要因が絡み合うため、どの要因によって流れが発生しているのかを確かめることは困難である。

そこで本研究の目的は、離岸流を発生させる一要因である海底地形の沿岸方向非一様に着目して、地形の違いによる離岸流3次元分布の変化を実験により明らかにすることである。

2. 3次元離岸流の実験方法

2.1 実験方法及びケース

まず離岸流発生の確認及び、全体的な特徴をとらえるために、ラグランジュ的方法によりトレーサーを用いた観察を行い（測定1）、次に離岸流を定量的に比較するためにオイラー的方法により流速を測定した（測定2）。

測定装置には長さ21(m)、幅0.6(m)の造波水槽を用い、rip channel を造るために、金属製のプレートを図-1のように水槽の底に敷きつめた。その際、プレートによって底面に岸沖方向と平行に、rip channel を造ることで離岸流を発生させた。

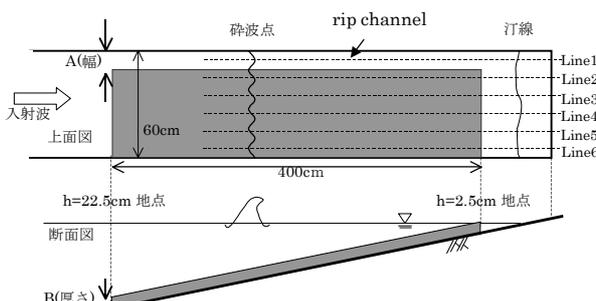


図-1 プレートの配置図

表-1 測定ケース

A(幅) \ B(厚さ)	10cm	15cm	20cm
0cm	CASE1		
1.2cm	CASE2	CASE3	CASE4
2.4cm	CASE5	CASE6	CASE7

地形の影響を調べるために、表-1に示す様に rip channel の深さ、幅を変化させた7ケースで測定した。一樣水深部 (h=0.35m) での入射波は、波高: H=10cm、周期: T=1.5s である。

2.2 ラグランジュ的方法による離岸流況の観察

比重 0.98 のトレーサーの動きを水槽の上面と側面から5分間ビデオ撮影した。水槽には目盛りをつけ、5秒間のトレーサーの移動距離から流速を求めた。

2.3 オイラー的方法による離岸流速の測定

流速の測定には超音波ドプラー流速計を用い、ラグランジュ的方法による離岸流の結果をもとにして、測線、測点を設定した。測線は沿岸方向に rip channel 側の壁面から 5cm の位置より 10cm ごとに、Line1~Line6 (図-1参照) の6本、岸沖方向20cm間隔で4本、水深方向は静水面を基準に z=6cm の位置から 2cm 間隔で設定し、一番深い所には水底から 3cm の位置とした。

なお、測点、測線を決定する際、ケースごとの離岸流速を比較できるように、それぞれのケースの砕波線を基準とした。

3. 3次元離岸流の測定結果

3.1 ラグランジュ的方法による離岸流況

結果の一例として最も循環が大きいCASE6を図-2に示す。図より rip channel を通り砕波点を越え循環する流れが発生していることが分かる。この循環傾向は、流線の目視観察でよりはっきり確認できた。水槽を上から見て大きく特徴をとらえると、rip channel 深さによって分類される。

一樣な水底(CASE1)ではトレーサーの動きが不規則で、砕波点より沖に出る流れはなかった。rip channel 深さが 1.2cm の時の3ケース (CASE2~4) では、砕波点が等しく、rip channel を通り、わずかに砕波点を越え沖に出る流れ (離岸流) が見られた。また、沖へ出たトレーサーが Line6 側の壁面に向かい Line6 を通り岸に戻るといった循環が見られた。深さ 2.4cm の時の3ケース (CASE5~7) では、離岸流が砕波

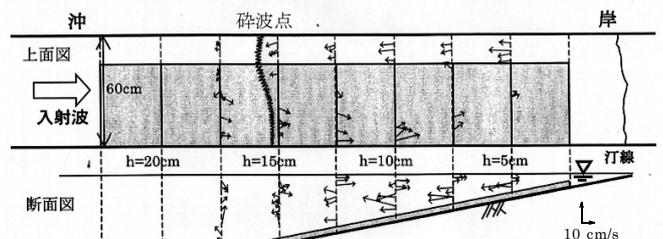


図-2 ラグランジュ的方法による離岸流況(CASE6)

キーワード：離岸流、3次元、rip channel、海浜流

連絡先 〒316-8511 茨城大学大学院理工学研究科 都市システム工学専攻 TEL:(0294)-38-5173, FAX:(0294)-38-5268

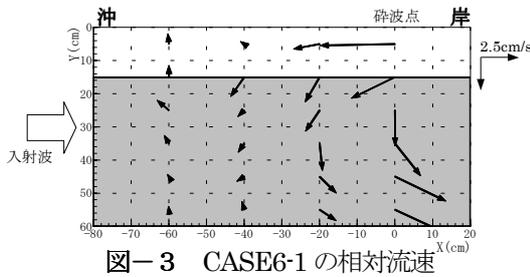


図-3 CASE6-1の相対流速

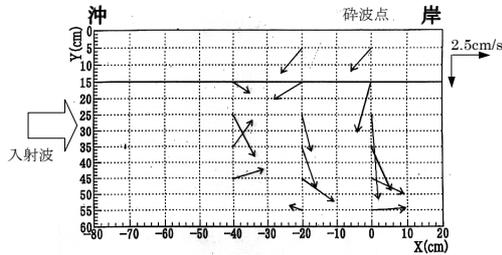


図-4 ラグランジュ的実験によるCASE6の流速

近く越え、大きな循環を形成した。

水槽を横から観察すると、離岸流は底層から中間層にかけて出ており、水面付近では岸に戻る流れ（向岸流）となっている。この傾向は離岸流が発生している全てのケースに共通している。

3.2 オイラー的方法による離岸流速の測定結果

平均流は全ケース全測点で沖向きの結果となった。そこでCASE1（水底が一樣な状態）における各測定点の流速を基準として、CASE2～CASE7との差を求めた。この値をCASE1に対する「相対流速」と定義し、例えばCASE2のCASE1に対する相対流速をCASE2-1と表す。解析結果の一例として最も流速の速かったCASE6-1のデータを、図-3に示す。水平面（X-Y図）では、流速の最も速い $z=6\text{cm}$ である。図から、離岸流、向岸流、及び水槽内の循環の傾向がわかる。また、ラグランジュ的実験の結果(図-4)と比較すると相対流速が離岸流の傾向をほぼ表していることも分かる。CASE2-1～CASE4-1の水平面では砕波点の相対流速のみが、循環を示した。一方、CASE5-1～CASE7-1の水平面では砕波点と $X=20\text{cm}$ における相対流速が循環を示した。鉛直断面図は、Lineによって傾向が異なるが、Line1（rip channel）の砕波点では、すべてのケースで離岸流が認められた。また、すべてのケースで離岸流は水面付近が最も速かった。

4. 離岸流の沿岸及び鉛直分布

相対流速の岸沖成分のみを取り出し離岸流の分布を調べた。相対離岸流速が最も速いCASE6-1の場合の $z=6\text{cm}$ 、 $8\text{cm}$ 、 $10\text{cm}$ において、Lineごとの相対流速の岸沖成分（X成分）を取り出したものが図-5である。水深ごとに流速、流向が異なることが分かる。 $z=6\text{cm}$ ではLine1～3までが離岸流であったが、 $z=8\text{cm}$ 、 $10\text{cm}$ では離岸流はLine1のみで発生していた。離岸流成分だけを取り出せば、 $z=6\text{cm}$ での離岸流

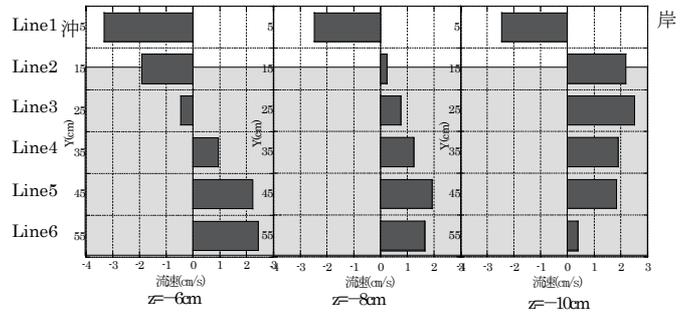


図-5 離岸流の沿岸・鉛直分布

成分が最も大きいことが分かった。他のすべてのケースにおいても同様のことが言えた。

5. rip channelの大きさによる離岸流の強度比較

5.1 離岸流成分の抽出方法

水面付近が最も離岸流速が速くなった結果を踏まえてCASE2～CASE7の計6ケースの $z=6\text{cm}$ における離岸流の強さを比較する。この強さの指標には、離岸流が発生しているLine1,2,3における相対流速の平均値を用いた。

5.2 離岸流の強度比較結果

図-6は、縦軸を図の上方から、rip channelの幅、10cm、15cm、20cmをとった平均離岸流である。

図から、rip channelが深い程、離岸流が速いことが分かる。また、rip channelの幅による流速は、中間の幅である15cmの時の流速が最も速い。この結果からrip channelが極端に広くても、極端に狭くても速い離岸流は発生しないと言える。

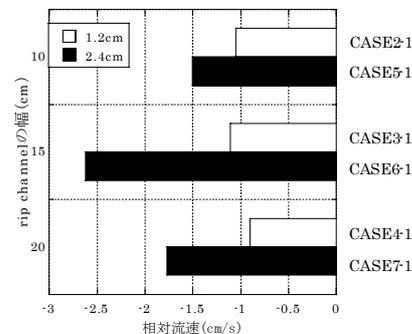


図-6 離岸流の強度比較

6. 結論

本研究を通して得られた結論を以下に示す。離岸流は鉛直分布が存在し水面付近で最も速く、水底に近づくにつれて遅くなる。(2) 地形が変化すると離岸流速、及び向岸流速に変化が生じる事を確認した。(3) rip channelの深さが増すほど、離岸流の規模が大きくなり、流速も速くなる。(4) rip channelの幅が狭すぎず、広すぎないときが最も離岸流が速い。

参考文献

(1) 堀川清司 佐々木民雄 堀田新太郎 桜本弘(1975): 海浜流に関する研究(第三報)、第22回海岸工学講演会論文集, pp.127-129 (2) 佐々木幹夫(1982): 海浜流の流速分布について、第29回海岸工学講演会論文集, pp.356-359