

離岸流に関する実験的検討

鳥 取 銀 行 山崎亮太郎
鳥取大学工学部 正員 太田隆夫
鳥取大学工学部 正員 ○ 木村 晃

1. はじめに

近年、我が国においてライフセービングなど監視体制が充実し、海水浴場での事故は減少傾向にある。しかし、体制の整っていない海岸も多く、水難事故は後を絶たない。事故の約 60 % は波・流れによるもので、特にその約半数は外洋に面した遠浅海岸での離岸流 (rip current) が原因と推定されている。離岸流の実体に関する現地観測は非常に難しく、危険も伴うため実体は十分に明らかでない。しかし最近行われた観測では離岸流に巻き込まれた場合の対応に、従来言われてきた方法には問題のあることが指摘されている。この研究は、離岸流の詳細な特性について検討することを目的として行ったもので、多方向不規則波を用いた室内実験で、特に離岸流発生スケール、発生時間間隔などの基礎的な特性について実験を行った。

2. 実験および解析

実験は、 $9m \times 19m$ の平面水槽を用いて行った。水槽の約半分の範囲に $1/30$ のスロープを設置し、砕波は主にこのスロープ上で発生するように波を調節した。流れは電磁流速計を用いて、平均的な砕波点を含む $3.0m$ (岸沖方向) $\times 1.8m$ (沿岸方向) の範囲の計 30 点で測定した。流速計の間隔は岸沖方向 $0.6m$ 、沿岸方向 $0.9m$ とした。流速計の probe は静水面下 $5cm$ に設置した。使用した波は Pierson-Moskowitz 型スペクトルで方向分布特性は $S_{max} = 40$ 、波高・周期は $H_{1/3} = 8m$ 、 $T_{1/3} = 1.0s$ のものを用いた。主波向きは汀線 (等深線) に直角方向とし、実験は 1 ケース 30 分を行った。流速のデータは、フーリエ変換したスペクトルの高周波部をカット ($f \geq 0.01Hz$) し、それを逆フーリエ変換した値を用いて検討を行った。

3. 考察と結論

各測点の流速は測定範囲内の平均流速に変換して解析に用いた。図 1 は流速計の設置点 1~4 と岸沖流速 U 、沿岸流速 V を定義した点 0 の位置関係を示した図である。0 を囲む 4 点流速計の岸沖流速 u と沿岸流速 v をそれぞれ u_i 、 v_i ($i = 1 \sim 4$) とし、 U 、 V を次式で与える。

$$U = \frac{u_1 \sin(\pi/4 + \theta_1) + u_4 \sin(\pi + \theta_4)}{2} \sin(\pi/4), \quad V = \frac{v_2 \cos(3\pi/4 - \theta_2) + v_3 \cos(3\pi/4 - \theta_3)}{2} \cos(\pi/4)$$

ここに

$$\theta_i = \tan^{-1}(v_i/u_i) \quad (i = 1 \sim 4)$$

である。

平均流速を定義した点 (Point 1~ Point 5)

の水深を示したものが表 1 である。

表 1 測定点の水深

Point	1	2	3	4	5
水深 (cm)	8.2	10.2	12.2	14.2	35.0

Point 5 は一様水深部 (水深 $35cm$) になる。

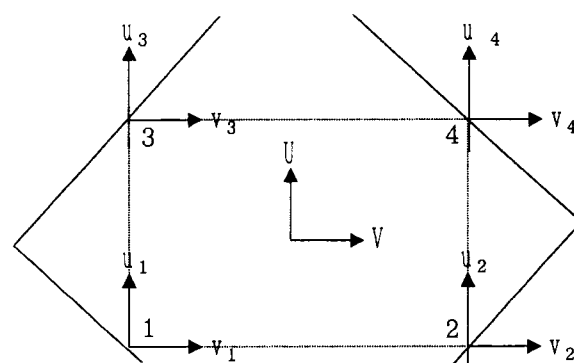


図 1 流速の測定点 (1,2,3,4) と平均流速の定義位置

図 2 は Point1 から 5 の U の値を示したもので、+ 側が沖向きの流れ (離岸流) である。図から分かるように振幅は異なるものの比較的周期的な岸沖方向の流れの変化が発生しており、平均的な周期は $150s \sim 170s$ 程度である。実験に用いた不規則波の有義波周期 $1.0s$ の約 160 波間隔で発生している。

図 3 は U 、 V を合成した流れのベクトルを示したものである。上が沖、下が岸向き、水平方向 (左右) は沿岸の流れである。図から分かるように流れそのものに規則性はあまり見られない。継続時間も $30s$ ほどで終わる場合もあるが、 $250s$ 以上継続する場合もある。

図 4 はベクトル図の時間軸を拡大した図で上から下に Point1 から 5 の値を示したものである。ここに示した時間帯における砕波点は Point2 付近である。図より砕波点の岸側から沖に掛けて流れの強さはそれほど変化していない。さらに水深

が増加すると急に流れが弱くなることが分かる。これより、碎波帯の岸側で強い離岸流が発生し、碎波点を超えて沖まで強い流れが持続していることがわかる。

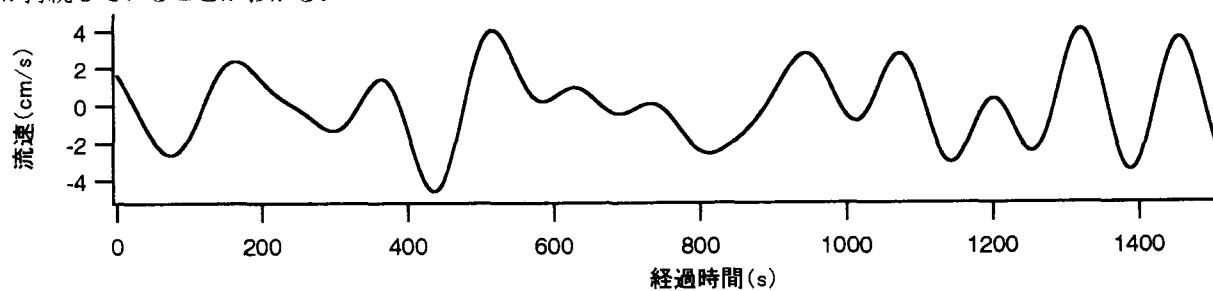


図 2 U の時間変化

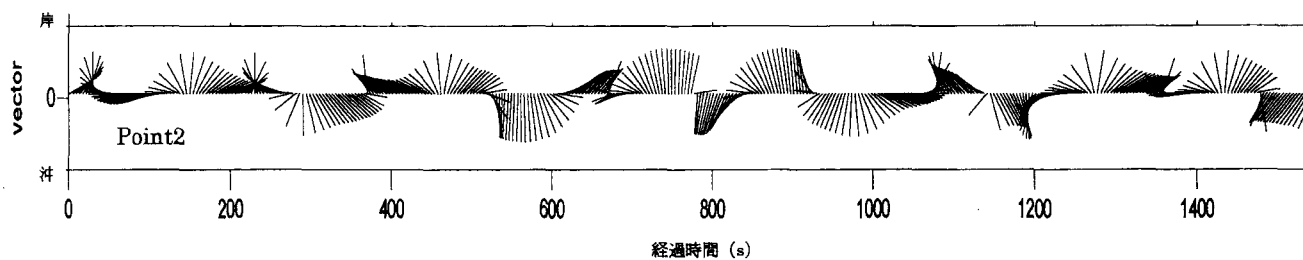


図 3 流速のベクトル図

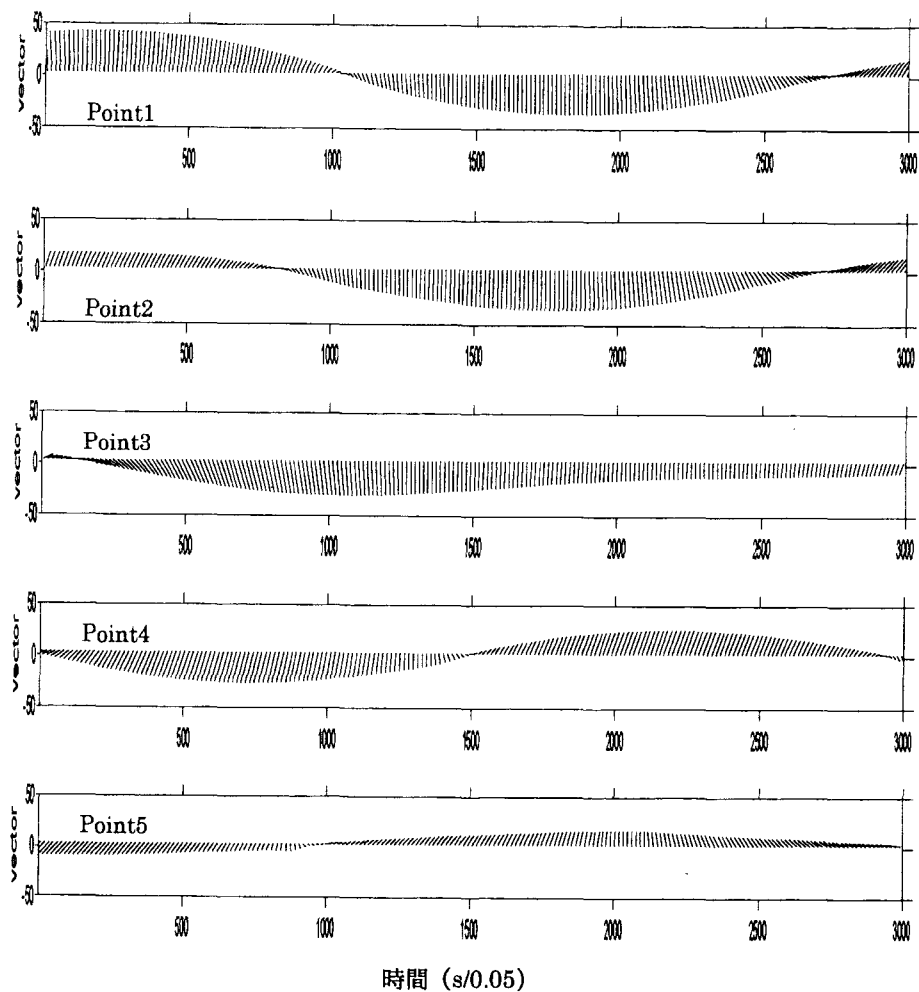


図 4 流速のベクトル図