第Ⅱ部門　　沿岸砂州の発達過程に関する PIV 計測を用いた実験的研究

京都大学大学院工学研究科　学生員　本田健悟
国立研究開発法人会場・港湾・航空技術研究所　港湾空港技術研究所　正会員齋藤　遼太
五洋建設株式会社　技術研究所　齋藤　有志
京都大学教授　防災研究所　　正会員　山上　路生
京都大学助教　防災研究所　正会員　松本　知将

１．はじめに

一般に砂浜は波浪の打ち上げ高や越波を緩和させる効果や津波のような長波の到達を遅らせる効果を持っているため，これらの消失は津波や高波に対する防災・減災機能の低下をもたらす．さらに，岸沖方向における特徴的な地形である沿岸砂州の有無は，高波浪時に特徴的な沿岸砂州を伴う侵食型の暴風海浜と，ステップに特徴づけられる堆積型の正常海浜の分類に対応している．一方で，沿岸砂州周辺における流れ場の理解は，海浜形状の変化過程や乱流が海浜変形に与える影響を明らかにする上で不可欠である．そこで，本研究では，室内の移動床実験により，波形勾配や波高粒径など波浪条件を系統的に変化させた際の海浜形状の応答を記録した．次に得られた海浜形状の中から，沿岸砂州地形が形成されたものを１つ選定し 3D プリンターによりモデル化した．このモデルに波浪条件の異なる規則波を作用させ，Particle Image Velocimetry（以下，PIV）を適用した固定床実験を行った．これにより，地形変化が起きやすい砕波点近傍の沿岸砂州流速場が，波浪条件によりどう変動するか，並びに地形変動に寄与するかについての評価を行った．

２．実験方法

移動床実験で形成された沿岸砂州を３D プリンターでモデル化した．長さスケールは 1/2 であるため，移動床実験と固定床実験での相似則による評価が可能である．このモデルを図-1 の様に設置し，水中に水とほぼ同じ密度のトレーサーを投入した．これをレーザーで可視化し、高速カメラで連続撮影することで，PIV による流速計測を行った．

表―１　固定床実験を実施した実験ケース及び水理条件

実験ケース名	波高 H (m)	周期 T (s)	沖波波形勾配 H_0/L	砕波形式	水温 θ_w (℃)
s-h12_r15_hl1	0.037	0.60	0.051	巻き波型	23.8
s-h12_r13_hl1	0.031	0.69	0.041	巻き波型	23.8
s-h12_r11_hl1	0037	0.83	0.032	砕け寄せ波型	23.8
s-h12_r09_hl1	0.017	1.00	0.013	砕け寄せ波型	23.8
s-h12_r13_hl2	0.032	0.69	0.043	巻き波型	27.1
s-h12_r11_hl2	0.035	0.82	0.034	砕け寄せ波型	27.1

３．結果と考察

まず４周期分の時間平均処理により，定常的な流速場に対する検討を行うと，図-2 のように，楕円形の循環が形成された．この循環は波形勾配が大きいケースでは確認できなくなった．いずれのケースにおいても砕波直後は岸向き流れが底面に沿って発生したが，巻き波型の砕波に分類されるケースにおいては，砕け寄せ波型の砕波に比べ，底面付近での岸向き流

Kengo HONDA, Ryota SAITO, Yushi SAITO, Michio SANJOU, and Kazumasa MATSUMOTO
honda.kengo.45j@st.kyoto-u.ac.jp

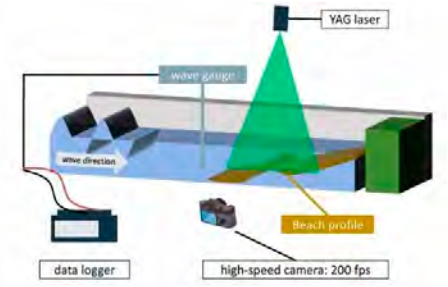


図-1　固定床実験のシステム概要

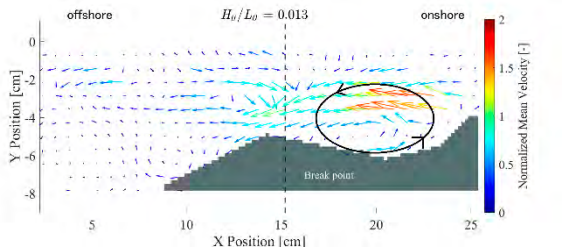


図-2　s-h12-r09-hl1 周期平均を施した流速場（黒点線：砕波点）

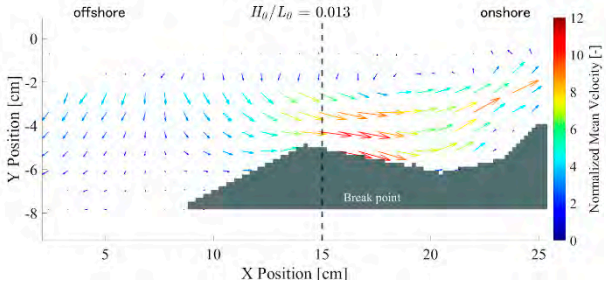


図-3　s-h12-r09-hl1 砕波直後の流速場(phase1)

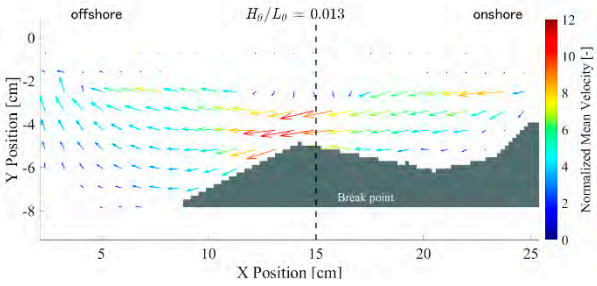


図-4　s-h12-r09-hl1 砕波直後から半周期後の流速場(phase5)

れ成分が相対的に小さくなることで周期平均としての循環流が消失していると考えられる．

次に砕波開始を基準とした波浪の位相を８等分し，phase1~8 と定義して位相解析を行った．代表的なケースとして．波形勾配が小さいケースの s-h12_r09_hl1 と波形勾配の比較的大きい h12_r13_hl1 を選定した．周期内での流速場の時空間変化を分析した結果，両ケースともに図-3,4 のように沿岸砂州周辺では砕波終了のタイミングで岸向きの流れが発生し，半周期後までに徐々に沖向き流れへと変化することを確認した．一方，波形勾配の小さい s-h12_r09_hl1 では s-h12_r13_hl1 と異なり底面近傍流速が非常に小さくなっており，砕波直後の岸向き流れが 1 周期内で卓越するため，図-2 で示した周期平均場において見かけの循環流が形成されることになると考えられる．

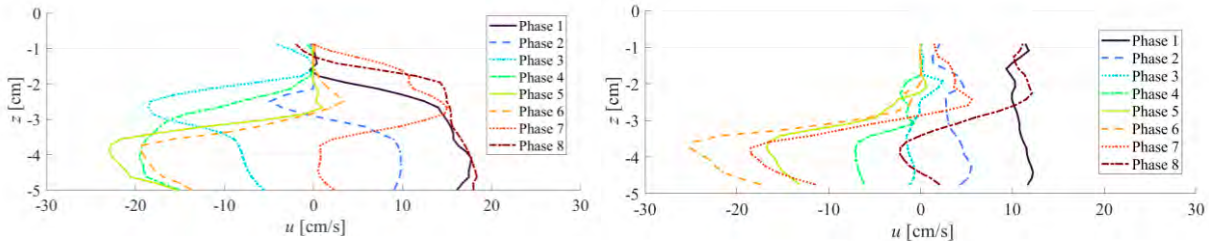


図-5　沿岸砂州直上の水平速度プロファイル u(z)の 1 周期内変化（左：s-h12_r09_hl1,右：s-h12_r13_hl1）

最後に．沿岸砂州直上の水平速度プロファイルを u(z)の位相解析を行ったものをケース間で比較する．図-5 のように波形勾配の比較的小さい s-h12_r09_hl1 においては，左右対称性の強い分布となっている．一方で，波形勾配の大きい s-h12_r13_hl1 においては，砕波に伴う非線形性の影響および比較的高速な戻り流れの影響が強いと考えられる．s-h12_r09_hl1 に比べて層状の速度構造が明瞭であり，砕波の半周期後から砕波直前にかけて戻り流れの発達が顕著であることが確認された．s-h12_r09_hl1 においては，層状の速度構造はやや不明瞭であり，全体として岸向き流れと沖向き流れの最高速度の絶対値も同程度であることが確認された．現段階では底質の移動評価に結び付けられなかったが，今後は算定が難しかった摩擦速度についての定量評価を課題として研究に取り組んでいきたい．