

沿岸砂州背後の長周期波の伝播変形

名古屋工業大学 学生員 古川智将・片桐正樹
名古屋工業大学 正会員 柏原謙爾・喜岡 渉

1. はじめに 多段砂州は潮位差が小さくフェッチが限られた海域に面した緩勾配の海岸に発達し、わが国では日本海側の海岸によくみられる。こうした多段砂州の発生については、実験的検討から入射波の共鳴干渉によって生じるエネルギースペクトルの空間変動をその成因とする説（例えば、Hulsbergen, 1974）があるが、Boussinesq方程式を用いた理論的検討からは否定的な結論が示されている（Elgar et al., 1990）。一方、理論的検討としては多段砂州の成因を長周期成分の反射定常波のドリフト流速とする（例えば、加藤, 1984）説があるが、長周期波が多段砂州の発生間隔に対応した狭い周波数帯に集中している必要があり、石川海岸にみられるような5段もの砂州の成因まで説明し得るものとはなっていない。碎波型砂州の存在によって砂州背後の流体場は砂州上での波群の強制碎波により発生する長周期波とその汀線からの反射波に強く支配されると考えられることから、本研究は、多段砂州の発生機構として碎波型砂州が形成された状態を初期断面と仮定し、単独の碎波型砂州背後での長周期波の変形特性を調べるものである。

2. 実験方法 模型実験には一端に波形式不規則波造波装置を設置した長さ12.0 m、幅1.5 m、高さ0.6 mのコンクリート製水槽を使用した。装置の概略を図-1に示す。水深 h は12 cmとし、砂州の模型を造波板から3.0 m離れた地点より設置して頂部から20 cm間隔で砂州背後の水面変動を計測した。模型形状は現地（石川海岸）の多段砂州において碎波型と想定される砂州の形状を参考に、頂部の水深を6 cm、法面勾配を前面1/35、背面1/28に設定した。比較のために砂州と同様の天端上の水深、法面勾配を持つ天端幅1.15 mの潜堤についても実験を行った。入射波は2成分の正弦波からなる単一波群に2次の伝達関数より計算される拘束長周期成分を合成したものを与えた。なお、模型背後への透過波は端部の消波装置により消波させている。模型実験は砂州、潜堤それぞれの模型について、全く碎波が生じないケース、砂州あるいは潜堤の天端に達して碎波するケース、模型前面の法面上で碎波するケースの計3ケースを行った。入射波の短周期成分の周期 $T_1 = 1.1$ s、 $T_2 = 0.9$ sは各ケース同一とし、振幅 $a_1 = a_2$ をケースに応じて変化させた。実験条件を表-1に示す。

3. 数値計算方法 断面2次元の非回転・非圧縮性流体場を考え、基礎方程式はNwogu (1993) により提案された修正 Boussinesq 方程式を用いた。碎波減衰については片山・佐藤(1993)と同様に運動量方程式に付加した粘性項によって考慮する方法をとった。数値計算に際しては差分法を用い、空間方向については格子をスタガード状に配し中央差分で離散化し、時間積分はCrank-Nicolson法に基づく予測修正子法により行った。

4. 実験および計算結果とその考察 碎波の生じないケース1について砂州沖側法面上端からの距離 x の計測点における水面変動の時間波形を図-2に示す。また、比較のため砂州前面において碎波するケース3の波形を図-3に示す。以下、図中の実線は水面変動 ζ 、破線はその長周期成分 $\tilde{\zeta}$ を表す。砂州沖側法面

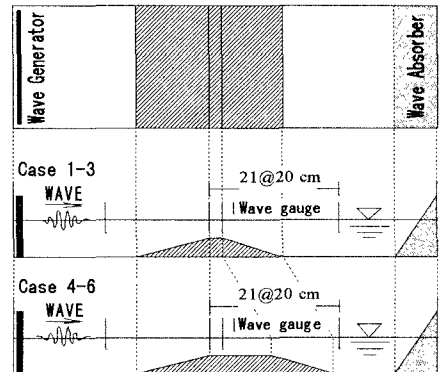


図-1 実験装置

表-1 実験条件

Case No.	模型	a_1, a_2 [cm]	碎波の有無
1	砂州	1.5	碎波無し
2	砂州	2.0	天端で碎波
3	砂州	2.5	前面で碎波
4	潜堤	1.2	碎波無し
5	潜堤	2.0	天端で碎波
6	潜堤	2.5	前面で碎波

上で碎波するケース3では、碎波により発生する(拘束波より位相速度が速い)自由長波により砂州背後では波群に先行する長周期成分が現れている。天端上で碎波させたケース2とでは、波群の壊れ方がいくぶん異なるものの、長周期波の位相はほぼ同様なものになっている。図-4はケース6(潜堤、前面碎波)の時間波形である。ケース3と比較して砂州と潜堤における長周期波の波形に有意な差は見られない。非碎波のケース1についての計算結果を図-5に示す。計算結果によると、計算波形は波の切り立ちがいくぶん強く評価される傾向にあるが、個々波および長周期成分の位相についてはよい再現性が得られている。ただし、砂州背後では長周期波の振幅を過大に評価する傾向がある。

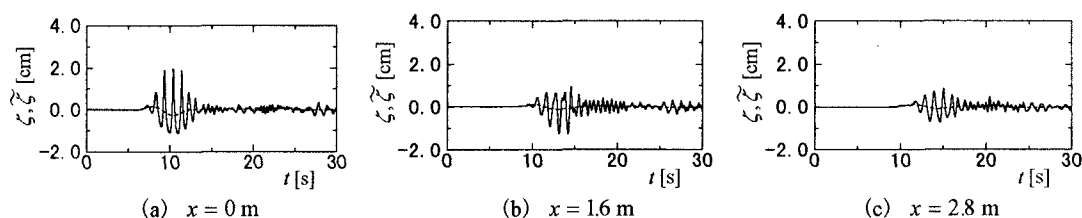


図-2 砂州背後の水面変動(ケース1)

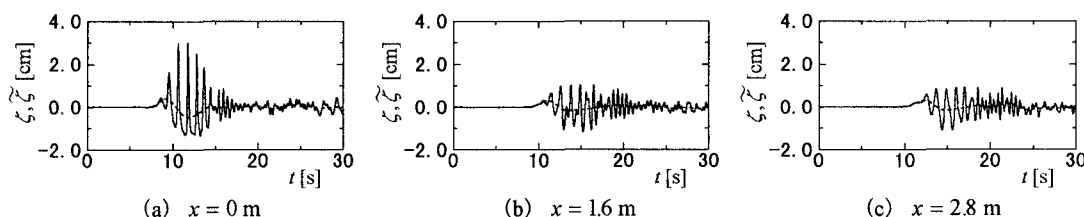


図-3 砂州背後の水面変動(ケース3)

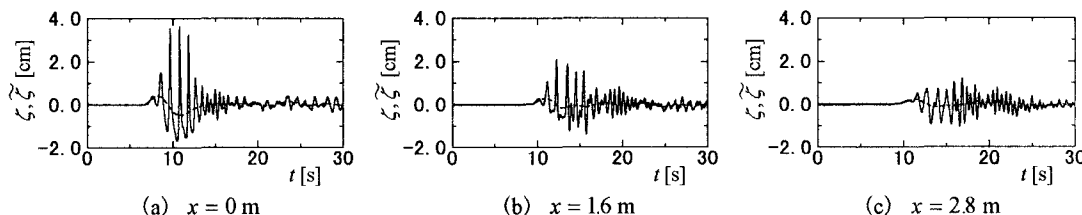


図-4 潜堤背後の水面変動(ケース6)

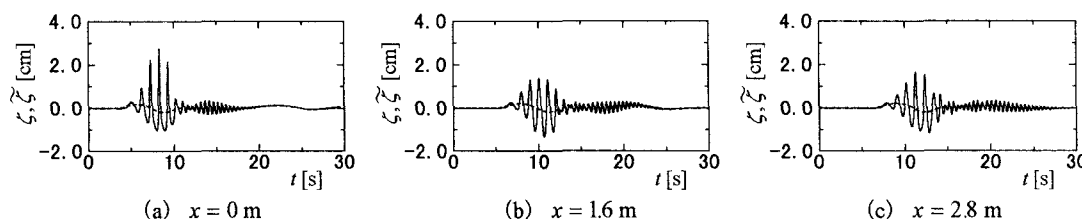


図-5 砂州背後の水面変動の計算波形(ケース1)

5. おわりに 単独の砂州背後の長周期波の変形特性を模型実験および数値実験より調べた。石川海岸の碎波型砂州を想定した実験では、砂州上で碎波を伴う限り長周期波の伝播変形に入射波振幅および砂州形状の違いによる有意な差は見られなかった。

参考文献：加藤一正 (1984), 第31回海岸工学講演会論文集, pp.441-445.

片山裕之・佐藤慎司 (1993), 海岸工学論文集, 第40巻, pp.16-20.

Elgar, S., Freilich, M. H. and Guza, R. T. (1990), J. Geophys. Res., Vol. 95, pp.11547-11556.

Hulsbergen, C. H. (1974), 14th ICCE, ASCE, pp.392-411.

Nwogu, O. (1993), J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng., Vol. 119, No. 6, pp.618-638.