

II-323 砕波帯内外の水面・流速波形の非対称性

九州大学工学部 学正員 ○深川 孝之 学生員 小野 信幸
正員 武若 聡 正員 入江 功

1. はじめに 波形の非線形性が岸沖漂砂に大きく寄与するということはよく知られている。入江ら¹⁾は固定床砂れん上の砂の移動が、水面波形の上下の非対称歪み率 S_1 と前後の非対称歪み率 S_2 により支配されていることを示した。また橋本ら²⁾はこの成果を基に、砂れん上の漂砂をモデル化し、砕波帯外の海浜変形計算を行った。今後、この計算手法を拡張して砕波帯内の地形変形を計算するためには、砕波帯内の平均流、波形の非対称性、流れと共存した場での砂れん上の砂移動特性、等についての知見が必要である。本研究では上述の計算手法の砕波帯内への拡張を念頭に置き、砕波帯内外の波形の非対称特性を実験的に調べた。

2. 実験方法および実験内容 実験は、両面ガラス張りとなっている長さ28.0m、幅0.3m、高さ0.5mの二次元造波水路の端に勾配 1/20の木製の斜面を設置して行なった。一様水深部水深は0.3mに設定し、表-1に示す条件の波を入射させた。流速測定にはレーザードップラー流速計を用い、底面上 0.5cmの点の水平流速成分を、斜面の始点付近から砕波点までの間を波長の 1/8程度の間隔で、砕波点から汀線までの間を10cm間隔で測定した。同時に同位置での表面波形を容量式波高計を用いて測定した。これらの波形データは、データレコーダに 0.01sのサンプリング間隔で記録し、後に電算機処理を行い、各波形の歪み率、振幅、平均値等を求めた。

3. 実験結果 先に述べたように、漂砂の岸沖方向の移動を考える際には波形の非対称性が非常に重要な要素となる。ここでは図-1に示すような波の非対称性を表わす諸元〔波形の上下の非対称による歪み率 $S_1=(H_c-H_b)/H$ 、前後の非対称による歪み率 $S_2=(L_r-L_f)/L$ 〕を定義し、これらの砕波帯内外の分布を調べた。各歪み率は、生波形の波動成分を位相平均して求めた波形から算出した。

図-2(a)、(b)は、砕波帯内で得られたの水面波形および流速波形の S_1 、 S_2 の値を、Spilling型砕波の全ケースについてプロットしたものである。横軸は静水汀線から測点までの距離 X を汀線から砕波点までの距離 X_b で割って無次元化したものである。図中の曲線は、水面波形および流速波形の S_1 および S_2 の分布を 2次の曲線で回帰したものである。水面波形の S_1 の値は砕波点において 0.5～0.6 の値をとった後、岸に向かって減少し、汀線付近で0に近い値になる。また S_2 は、砕波点で0.3程度の値をとってから岸に向かって増加し、汀線付近で 0.6程度に漸近している。これは汀線に近づくにつれて波形が鋸状になることに対応している。流速波形の S_1 、 S_2 の分布は共に水面波形と類似した分布傾向を見せるが、どちらの値も水面波形のそれに比べて全体的に小さい値となっている。

図-3(a)、(b)は、砕波帯外で得られたの水面波形および流速波形の S_1 、 S_2 の値を、 Ur 数 ($= H L^2 / h^3$ H :波高, L :波長, h :水深)を横軸にとり、Spilling型砕波の全ケースについてプロットしたものである。図中の曲線は S_1 、 S_2 の値を2次の曲線で回帰したものである。 S_1 は Ur 数が約60となる地点まで増加を続け、それより岸側では砕波点に近づくにつれて徐々に0.5～0.6の値に漸近していく。各実験ケース毎に詳細に検討したところ、 S_1 は沖波波形勾配に応じた増加の特性を示した。 S_2 は S_1 と比較すると、かなりゆるやかに増加している。同図には、佐藤ら³⁾により提案された、底面流速波形を表す実験式から求めた S_1 、 S_2 も図示した。流速波形の S_1 、 S_2 はこれに比較的よく一致する。図-4には、Spilling型砕波の4ケースについて首藤の浅水変形理論⁴⁾により砕波帯外の波高変化を

表-1 入射波の諸元と砕波形式

case	T	H ₀	H ₀ /L ₀	砕波形式
1	1.0	9.5	0.0609	* Spilling
2	1.0	8.9	0.0571	
3	1.0	8.8	0.0564	
4	1.0	8.7	0.0558	
5	1.0	7.3	0.0468	
6	1.0	7.0	0.0449	
7	0.9	4.8	0.0380	
8	0.9	4.0	0.0317	
9	1.5	7.5	0.0214	* Plunging
10	1.5	7.2	0.0205	
11	1.7	7.6	0.0169	
12	1.7	7.5	0.0166	
13	2.0	7.2	0.0115	
14	2.0	7.0	0.0122	
15	2.0	3.2	0.0051	
16	2.0	3.1	0.0050	

T:周期(s), H₀:一様水深部での波高(cm)

H₀/L₀: " 波形勾配

(*は水面波形と流速波形を同時測定、

無印は水面波形のみの測定)

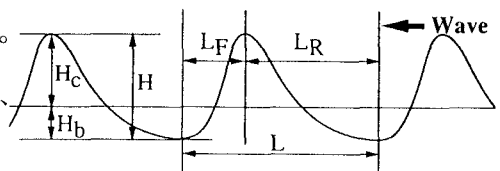


図-1 波形の非対称性

(S_1 :上下の非対称性, S_2 :前後の非対称性)

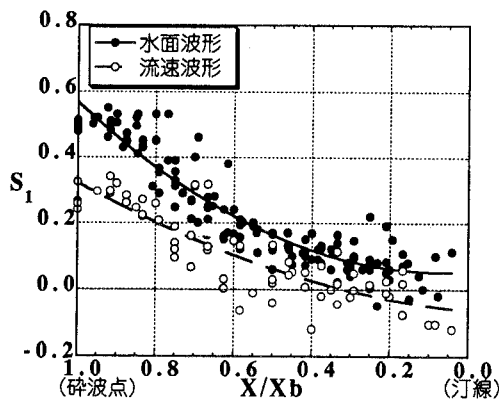
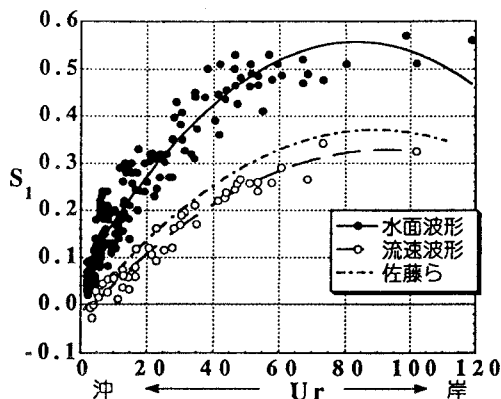
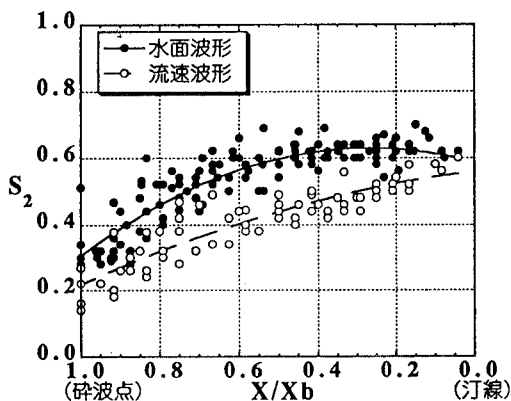
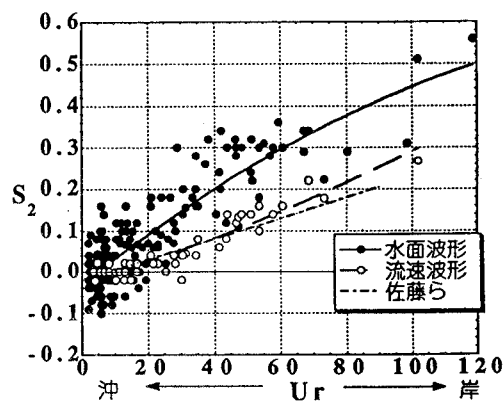

(a) S_1 (上下の非対称性, Spilling型砕波)

(b) S_1 (上下の非対称性)

(b) S_2 (前後の非対称性, Spilling型砕波)

(b) S_2 (前後の非対称性)

図-2(a), (b) 砕波帯内の波形の非対称性

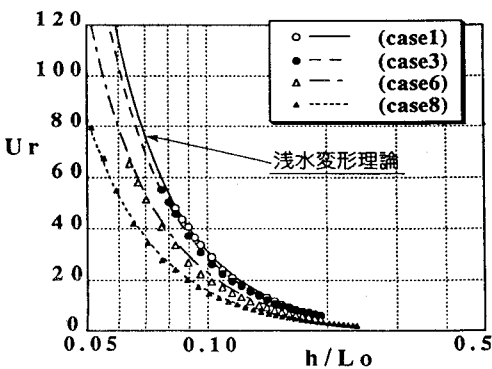
図-3(a), (b) 砕波帯外の波形の非対称性

計算し、 Ur 数の予測を行った結果を示す。横軸は相対水深 h/L_o である。理論値と実験値はそれぞれの波形勾配で良く一致しており、砕波帯外の Ur 数の変化は予測可能である。さらに、砕波帯外の S_1 、 S_2 は図-3(a)、(b)で得られた関係式から予測できる。

Plunging型砕波の場合について述べる。砕波帯内における水面波形の S_1 の分布はSpilling型の場合とほぼ同じような傾向を示すが、 S_2 の値は砕波帯内で0.6~0.8のほぼ一定値をとる。砕波帯外の水面波形の S_1 、 S_2 は、類似した分布傾向を示す。すなわち、両者共に沖よりの地点で急激に増加した後それぞれの一定値に漸近する。砕波帯内流速波形の S_1 、 S_2 は、波の突っ込み点付近で大きな乱れが生じ波動場の性質が大きく変わるため、この点を境に分布が共に不連続となる。大規模渦が流速波動成分に大きな影響をもたらしたと考えられる。

4. おわりに 水面および流速波形の非対称性の特性を、砕波帯内外の地形変化計算に応用することを念頭に置いて調べた。波形の非対称性は、砕波帯内では砕波形式に、砕波帯外では沖波波形勾配に依存する。

参考文献 1) 入江 功 他(1993)：歪み砂れんマットによる沖浜帯の岸沖漂砂の制御：海岸工学論文集，第40巻，pp. 561-565. 2) 橋本 誠也 他(1993)：モンテカルロ法を用いた海浜変形の数値計算：海岸工学論文集，第40巻，pp. 366-370. 3) 佐藤 慎司 他(1990)：砕波帯における底面流速変動波形の評価法：海岸工学論文集，第37巻，pp. 51-55. 4) 堀川 清 編(1985)：海洋環境工学，東京大学出版会，pp. 47-49.


図-4 砕波帯外の Ur 数