

海岸移動床模型実験の相似律

鳥取大学 工学部 正 員 野田 英明
鳥取大学 大学院 学生員 ○田中 茂信
アイサワ工業 正 員 鈴木 洋二

1. はじめに 本研究は, Immanが初めて用いた Empirical Eigenfunction の解析手法を適用して, 移動床模型に規則波を作用させて得られる海底地形と, 鳥取海岸で観測された海底地形を比較検討して, 海床変形の相似則を考察しようとするものである。

2. 実験 長さ18.1m, 幅0.25mの水槽の一端にフラッター式造波装置, 他端には1/10勾配の移動床を設けた。移動床には中央粒径0.30mm, 比重2.60の自然砂と, 中央粒径0.36mm, 比重2.30の軽量骨材を用いた。一様水深部で水深は40cmとし,

波の特性は, 周期0.74~1.46sec, 波高1.3~6.8cmである。実験中は定期的に海底面測距器を用いて海底面の形状を測定し, 波高分布も測定した。

3. 結果および考察 Empirical Eigenfunction は, 水深 $h(x,t)$ を場所 x の関数とし, 時間 t の関数の積で表わすという統計的手法である。データ $h(x,t)$ は,

$$h(x,t) = \sum_n C_{nt} e_{nx} \quad (1)$$

に分離される。ここに e_{nx} は Eigenfunction (固有関数) であり, 場所 x の関数である。 C_{nt} は e_{nx} の時間的变化を表わす時間関数である。著者らの実験結果および鳥取海岸の観測値に対して, それぞれ e_{nx} と C_{nt} を求めたのが図-3~図-6および図-9, 10である。図-1, 2は平衡海浜形状を示し, 図-7, 8は図中に示した年月における海浜形状を示している。式(1)で示されるように, 水深 $h(x,t)$ が m 個の成分の重ね合わせによって表わされるとき, C_{nt} の値が大きくなると, e_{nx} との積 $C_{nt} \cdot e_{nx}$, すなわち水深の第 m 成分が大きくなる。この第 m 成分の全体に占める割合は e_{nx} に対応する固有値 λ_n によって表わされる。

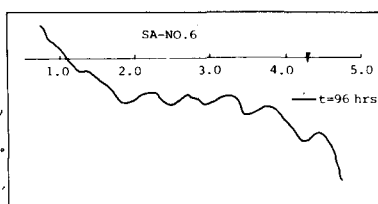


図-1 SA-NO.6 の平衡海浜形状

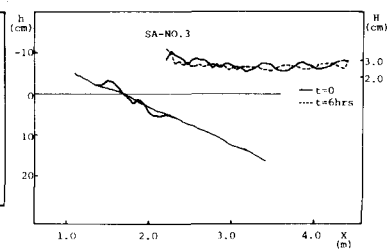


図-2 SA-NO.3 の平衡海浜形状

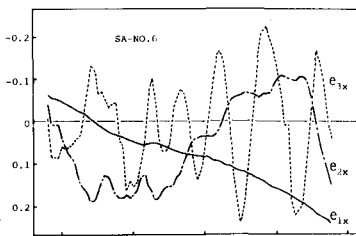


図-3 SA-NO.6 の e_{nx}

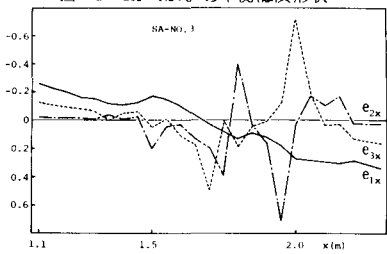


図-4 SA-NO.3 の e_{nx}

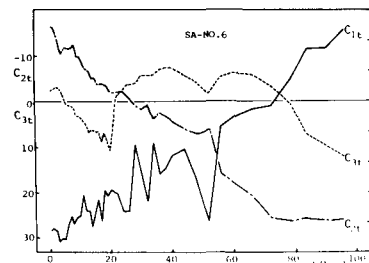


図-5 SA-NO.6 の C_{nt}

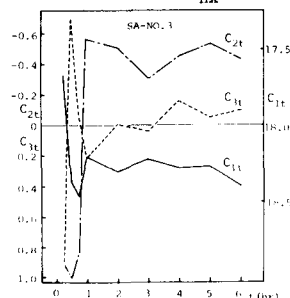


図-6 SA-NO.3 の C_{nt}

表-1 固有値の大きさと海浜形状の分類

No.	$\lambda_1 \times 100$	$\lambda_2 \times 100$	$\lambda_3 \times 100$	海浜形状の分類
SA-No.1	98.2	1.6	0.1	Ⅱ
SA-No.2	99.8	0.1	0.0	Ⅲ
SA-No.3	99.8	0.1	0.0	Ⅲ
SA-No.4	99.0	0.5	0.4	Ⅲ
SA-No.5	76.7	15.8	6.1	Ⅲ
SA-No.6	98.8	0.8	0.1	Ⅲ
SU-No.1	99.7	0.1	0.1	Ⅲ
SU-No.2	99.5	0.4	0.1	Ⅲ
SU-No.3	98.8	1.1	0.1	Ⅲ
SU-No.4	99.5	0.3	0.1	Ⅲ
SU-No.6	91.3	6.4	1.3	Ⅲ
TOTTORI PORT	100.0	0.0	0.0	Ⅲ

表-1に e_{nx} の重要度を示す。 e_{1x} の重要度は98~100%であり、その残りを e_{2x} と e_{3x} が占めていることがわかる。固有関数 e_{1x} は時間的平均地形を表わし、これに対応する時間関数 C_{1t} はその時間的変化を表わしている。実験SA-N0.6のように時間とともに C_{1t} の値が小さくなる場合は海岸が浸食されていることを示す。またSA-N0.3の場合、初期に急激な変化がおこり以後は大きな変化は見られない。鳥取海岸の場合、春と秋で季節的変動をしているのがわかる。 e_{2x} はInmanらによればbar-berm functionと呼ばれ、summer bermの所で極大になり、winter-barの所で極小になると言われている。SA-N0.6およびSA-N0.3ではbarに良く対応したピークが現われているのがわかる。鳥取海岸の場合、1971年3月~1972年3月のデータに対してはトラフの所で極大となり、barの所で極小になっているが、1976年3月には逆にトラフの所で極小、barの所で極大になっている。これに対応する C_{2t} は1971年3月~1972年3月では負であり、積 $C_{2t}e_{2x}$ はトラフの所で極小値をとり、barの所で極大値をとる。1976年3月では C_{2t} は正であり、積 $C_{2t}e_{2x}$ は同様にトラフとbarに対応する。SA-N0.6の C_{2t} と e_{2x} を見れば、barが時間とともに大きくなっていることがわかる。SA-N0.3の C_{2t} については、初期に急激な変化が起こりその後平衡状態になっている。

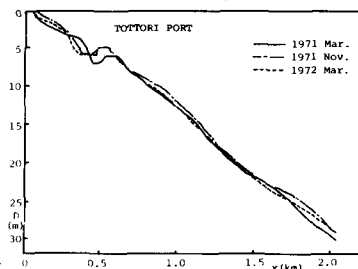


図-7 鳥取海岸の海浜形状

次に著者らの実験について、 C_{1t} と平衡海浜形状との関係を検討する。平衡海浜形状は堀川らによれば、次の3つのタイプに分類される。

- タイプ-I 汀線が後退し、沖に砂が堆積するタイプ
- タイプ-II 汀線が前進し、沖に砂が堆積するタイプ
- タイプ-III 汀線が前進し、沖に砂が堆積しないタイプ

時間関数 C_{1t} の形状を3つのグループに分けると次のようになる。

- タイプ-A 全時間を通して激しい変化が見られず、徐々に値が小さくなるタイプ(グラフは右上がりになる。)
- タイプ-B 全時間を通して激しく変化するタイプ(グラフは上下に振動する)
- タイプ-C 初期に激しく変化し、その後平衡状態へ移行するタイプ(グラフは急な右下がりの後ほぼ一定値になる)

このように分類すれば、タイプ-Iに分類される実験とタイプ-Aに分類される実験は一致する。また同じことがタイプ-IIとタイプ-Bの組み合わせと、タイプ-IIIとタイプ-Cの組み合わせについても言える。表-1に平衡海浜形状と時間関数 C_{1t} の形状による分類を示す。

最後に、SA-N0.6の e_{3x} と平衡海浜形状と比較してみると、砂運と e_{3x} が良く対応していることがわかる。このように e_{3x} は海浜地形の中で比較的細かい地形の特性を表わしていることがわかる。

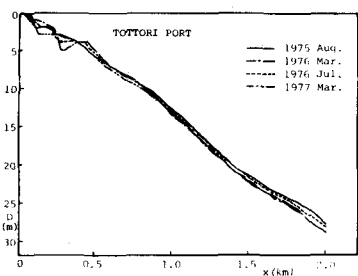


図-8 鳥取海岸の海浜形状

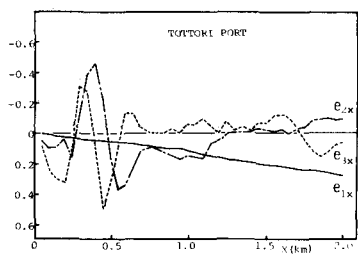


図-9 鳥取海岸の e_{nx}

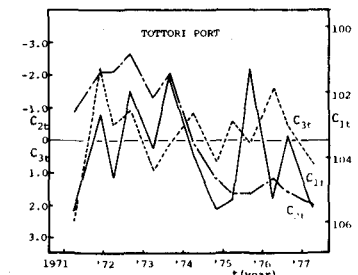


図-10 鳥取海岸の C_{nt}

<参考文献>

- 1) C.D. Winant, D.L. Inman and C.E. Nordstrom: Description of Seasonal Beach Changes Using Empirical Eigenfunctions, J.G.R., Vol. 80, No.15, May 20, 1975, pp.1979-1986
- 2) 堀川清司, 鬼頭平三, 砂村健夫: 波による海浜変形に関する一考察, 第20回海岸工学講演会論文集, 昭48.11, pp.357-363.