

直交多項式近似による二次元海浜変形の定式化に関する研究

鳥取大学工学部 正員 野田 英明
フジタ工業(株) 正員○永瀬 恭一

1. はじめに：著者¹⁾²⁾らは既に二次元海浜断面形状を直交多項式で近似し、その結果得られた係数についていくつかの検討を行ってきた。本研究はこれまでの実験に加えて堆積型断面の実験も追加し、波浪・底質条件とその係数との関係について検討する。

2. 直交多項式近似：図-1のように平衡断面における移動限界水深を用いて無次元化した二次元海浜断面形状を直交多項式近似を応用して

$$h^* = \sum_{i=0}^m a_i(t^*) \cdot x^{*i} \quad (1)$$

と定式化する。ここに、 $h^* = h/h_0$ 、 $l = (x_{ioff} - x_{ion})$ 、 $x^* = (x - x_{ion})/l$ 、 $t^* = t/T$ で T : 波の周期、 t : 波の継続時間、 h_0, x_{ioff} : 沖側移動限界地点の x 軸座標と水深、 x_{ion} : 岸側移動限界地点の x 軸座標、 $a_i(t^*)$: 直交多項式近似で得られた二次元海浜断面形状係数、 m : 近似の次数である。

岸沖漂砂量は (1) 式と漂砂の連続式、沖側移動限界で漂砂量が 0 という境界条件から

$$q^*(x^*, t^*) = (1 - \lambda) \sum_{i=0}^m \left\{ \frac{1}{i+1} \frac{da_i(t^*)}{dt^*} (x_{ioff}^{*i+1} - x^{*i+1}) \right\} \quad (2)$$

となる。ここに、 λ : 砂の空隙率(%)を 100 で割った値である。解析を行う次数は、係数 $a_i(t^*)$ の波浪・底質の条件との関連を調べることに重点をおくために 7 次と小さくし簡単にした。図-2 に 7 次の多項式で近似した断面の一例を示す。

3. 係数の時間変化：実験は斜面勾配 1/10, 1/15, 底質中央粒径 0.017, 0.035 (cm), 波形勾配 0.0161 < $H_0/L_0 < 0.0476$ の 14 ケース行った。まず (1) 式に含まれる係数 $a_i(t^*)$ の時間変化は断面形状のタイプごとに共通した変化をすることがわかった。図-3 に 1 次の係数の時間変化を示す。これらは樫木・出口³⁾らが示した海浜断面形状の 4 つのタイプのうち実験で観測できなかったタイプ 2-2 を除き各タイプのうち 1 ケースを示した。同図のように奇数次の係数は侵食型のタイプ 1 では時間の経過と共に増加傾向を示し、堆積型のタイプ 3 は減少傾向を示す。また、タイプ 2-1 はこれらの 2 タイプと比べ絶対値が小さく時間的な変化が少ない。これに対して偶数次の係数は奇数次の係数の符号を逆転させた傾向を示すことがわかった。

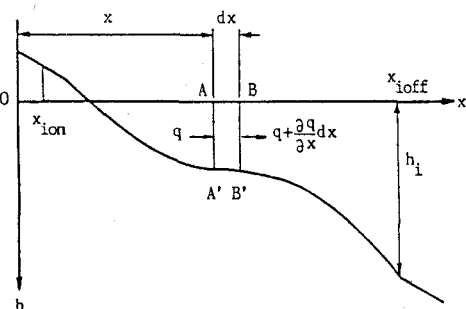


図-1 二次元海浜断面

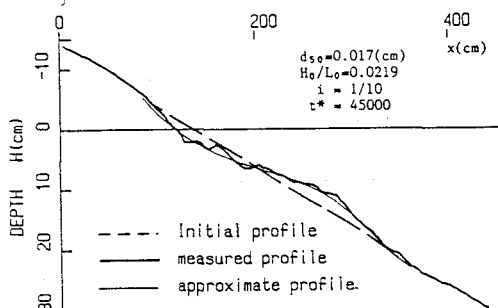


図-2 断面解析の例

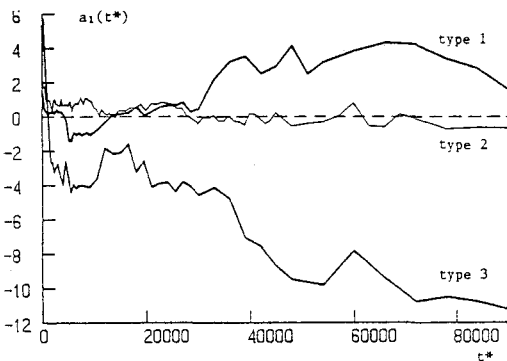


図-3 係数の時間変化

4. 係数と波浪・底質条件との関係: (1)式に含まれる係数 $a_1^*(t^*)$ と底質および波浪条件との関係を明らかにするために、まずこれらに影響する因子を用いいくつかの無次元パラメータを考えた。係数 $a_1^*(t^*)$ は次の無次元量の関数と考えられる。

$$a_1^*(t^*) = f\left(\frac{H_a^2}{\nu T}, \frac{t}{T}, \frac{d_{sa}}{L_a}, \frac{\rho}{\rho_s}, \frac{H_a}{L_a}, i\right)$$

このうちいくつかの組合せを検討し $d_{sa}/\sqrt{H_a \cdot L_a}$ で整理すれば波浪・底質条件と係数 $a_1^*(t^*)$ に相関関係があることがわかった。図-4は1次の係数とこの無次元パラメータ $d_{sa}/\sqrt{H_a \cdot L_a}$ の関係を表したもので平衡断面($t^*=90000$)における結果である。

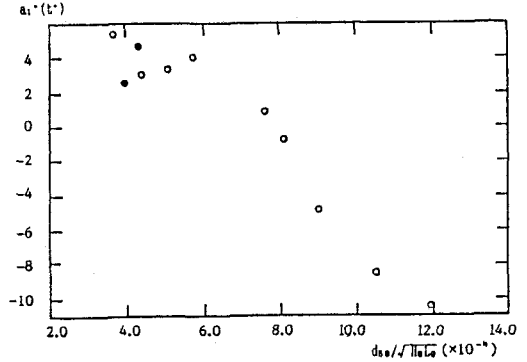


図-4 係数と波浪・底質特性の相関

以上の結果を応用して二次元海浜断面形状のタイプ分けを底質波浪条件から可能かどうか検討するために作成したのが図-5 ($t^*=90000$)である。すなわち初期断面における勾配を i^* とすれば移動限界水深に関して無次元化しているので $i^*=1-a_1^*(0)$ となる。一方岸側移動限界地点の勾配は $a_1^*(t^*)$ であるからこれらと比較すると

$a_1^*(t^*)+aa_1^*(t^*) < 1$ ならば タイプ1

$a_1^*(t^*)+aa_1^*(t^*) > 1$ ならば タイプ2または3

となると仮定できる。同図に●印で示したのは実験でタイプ1になったものでこの仮定が正しいことが裏付けられる。またその限界は $d_{sa}/\sqrt{H_a \cdot L_a} = 6.0 \times 10^{-4}$ 程度となる。

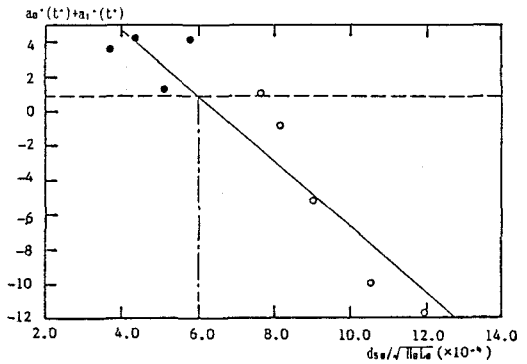


図-5 断面のタイプ分け

5. 岸沖漂砂量: 図-6は $i=1/10$, $d_{sa}=0.035(\text{cm})$, $H_a=3.83(\text{cm})$, $L_a=224.64(\text{cm})$ の実験条件について初期断面から $t^*=250$ ごとに差分間隔 $\Delta t^*=250$ で算出した岸沖漂砂量で破線は実測値から逆算した結果を示し実線は (2)式で求めたものである。(2)式と実測値から求めた漂砂量に大きな違いのないことがわかる。しかし岸側移動限界地点で0とならない結果が存在しこれは地形の測定誤差によるものと思われる。今後岸沖漂砂量をこの方法を応用して算定・予測しようとする場合実験精度の向上を図る必要がある。

【参考文献】

- 1) 野田英明・永瀬恭一: 岸沖漂砂量に関する研究 第39回中四支部講概集 PP165, 166, 昭和62年
- 2) 野田英明・永瀬恭一: 二次元海浜変形に関する実験的研究 第40回中四支部講概集 PP172, 173, 昭和63年
- 3) 榎木享・出口一郎: 二次元海浜の碎波帯における漂砂移動について 第26回海岸工学講演会論文集 PP167, 171, 昭和54年

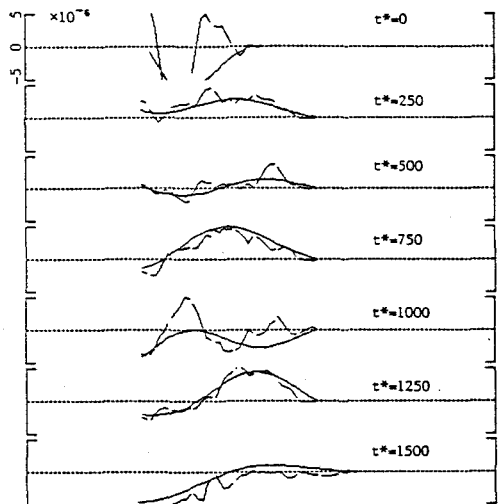


図-6 岸沖漂砂量の時間変化