

岸沖漂砂量に関する実験的研究

鳥取大学工学部 正 員 野田 英明

鳥取大学工学部 学生員 ○永瀬 恭一

1. はじめに

岸沖漂砂量は原因となる波動運動が非定常であることや、碎波ならびに沿岸流等の影響も加わるため、その機構がきわめて複雑であり漂砂量公式は今日まで確立されていない。本研究では直交多項式近似によって海浜断面の数式化を行い、その係数の時間的変化から断面形状の定式化と漂砂量の算定を試みた。

2. 算定方法

図-1のような座標系を考えると漂砂の連続式は次のようになる。

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{(1-\lambda)} \frac{\partial q}{\partial x} \quad (1)$$

ここに、 q ：沖向きを正とした漂砂量 λ ：砂の空隙率(%)を100で割ったものである。

一方、二次元海浜断面を直交多項式で近似を行う¹⁾と次式のように表すことができる。

$$h(x, y) = \sum_{i=0}^m a_i(t) \cdot x^i \quad (2)$$

ここに、 $a_i(t)$ ：直交多項式近似で求めた係数

(2)式を(1)式に代入すると

$$\frac{1}{(1-\lambda)} \frac{\partial q}{\partial x} = \sum_{i=0}^m \frac{d a_i(t)}{d t} x^i \quad (3)$$

これを岸側の移動限界地点 x_{ion} から任意の地点 x まで積分すれば x_{ion} の岸沖漂砂量 $q(x_{ion}, t)$ は0であるので、任意の地点での漂砂量は

$$q(x, t) = (1-\lambda) \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1} \frac{d a_i(t)}{d t} (x^{i+1} - x_{ion}^{i+1}) \quad (4)$$

となる。同様に沖側移動限界地点 x_{ioff} での漂砂量 $q(x_{ioff}, t)$ が0であるという境界条件より

$$q(x, t) = (1-\lambda) \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1} \frac{d a_i(t)}{d t} (-x^{i+1} + x_{ioff}^{i+1}) \quad (5)$$

となる。以上のように直交多項式近似¹⁾で求めた係数を用いて漂砂量の算定が出来る。

3. 実験とその解析結果

以上の算定方法の適合性を確かめるために、表-1のような実験条件で実験を行った。実験の結果case-1, 2および3は樁木・出口ら²⁾が行った二次元海浜断面形状のタイプ分けのうちタイプ1になり、case-4はタイプ2-1になることがわかった。なお、解析では直交多項式の次数を6次とした。

a) 海浜面形状を直交多項式近似で数式化した結果

図-2(a)にcase-2の $t=900(\text{min})$ における実測海浜断面と数式化した断面形状を示す。この図を見る限り多項式で数式化した海浜断面形状は実測した断面の傾向をよく示していると思われる。しかし、侵食された部分の面積と堆積したと思われる部分の面積が等しくなれないことが認められた。これは、あとで述べる漂砂量の算定の際に影響を及ぼすと考えられる。

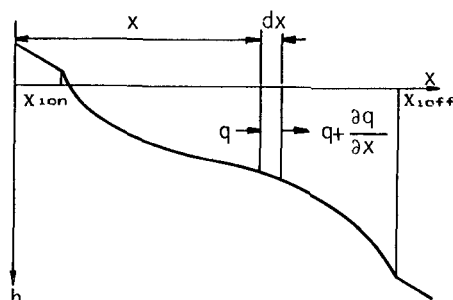


図-1 算定方法説明図

表-1 実験条件

case	1	2	3	4
T(sec)	1.1	1.1	1.2	1.2
H_0/L_0	0.048	0.043	0.029	0.019

初期海浜勾配:1/15 底質: $d_{50}=0.019(\text{mm})$

b) 海浜断面形状を示す多項式に含まれる係数について。

各次数の係数 $a_i(t)$ ($i=1\sim6$) は、当然断面形状の変化にともなういづれも時間的変化をするが、図-3はcase2および4の3次の係数の時間的変化を示したものである。海浜断面が波の作用によって変形し平衡断面に近づけば、この係数はある値に近づき安定すると考えられるが本研究ではcase-4を除いて目視によって平衡したと思われる時刻になっても係数が変化していることが分かった。また、この係数の変化を的確に示すことのできる関数形を決定できたならば、海浜断面形状の定式化および漂砂量の算定が正確にできると考えられるが現段階でその決定はできなかった。今後、実験のケースを増やしさらに検討する必要がある。なおこのために次に示す岸沖漂砂量の算定は実験で求めた係数の差分によって行った。

c) 岸沖漂砂量の算定結果について

先に述べた堆積した砂の量と侵食された砂の量が等しくならぬことによる岸沖漂砂量算定に対する補正は次のように考えて行った。すなわち岸側の移動限界地点付近での岸沖漂砂量の算定は岸側の境界条件で求めた漂砂量算定式、(4)式の重みが大きくなるように、一方沖側移動限界地点ではそれとは逆に(5)式の重みが大きくなるように二つの岸沖漂砂量算定式の重みを連続的に変化させる式を考えた。それを(6)式に示す。

$$q(x, t) = \left\{ (x_{10off} - x) \times (4) + (x - x_{10on}) \times (5) \right\} / (x_{10off} - x_{10on}) \quad \cdots (6)$$

この式を用いて岸沖漂砂量分布を計算した結果を図-2(b)に示す。同図中実線は地形変化から積分して求めた結果であり破線は(6)式から求めたものである。この結果は榎木・出口²⁾が二次元海浜断面形状をタイプ分けした際に漂砂の連続式から定性的に予測した漂砂量分布に良く似た結果となった。次に図-4に漂砂量分布の時間的変化を示す。これらは全ケースとも時間の経過に従って減少する傾向を示しているがその割合は不規則的である。

4. 今後の課題

3.-b)で述べたように二次元海浜断面を表す係数 $a_i(t)$ の関数形を決定する事と共に、今回実験できなかった堆積型の断面への適用性を確かめる必要があると思われる。また直交多項式は本来F分布検定で有意性検定を行って次数を決定する必要があるが、本研究では簡易化のために次数を6次とした。しかし何次で近似すれば最もうまく二次元海浜断面の様子を表現する事が可能であるのか今後検討する必要があると考える。

【参考文献】

- 1) 岸根 卓郎：統計学 養賢堂版 PP.171~176, PP.515~522
- 2) 榎木・出口：二次元海浜の砕波帯における漂砂移動について

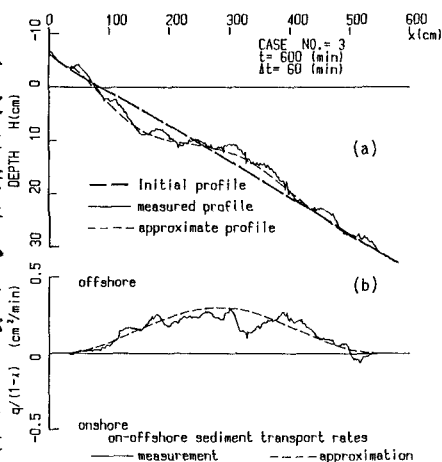


図-2 海浜断面と漂砂量分布

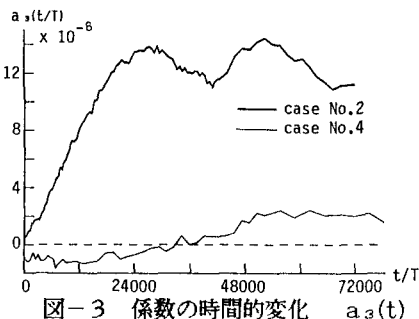


図-3 係数の時間的変化 $a_3(t)$

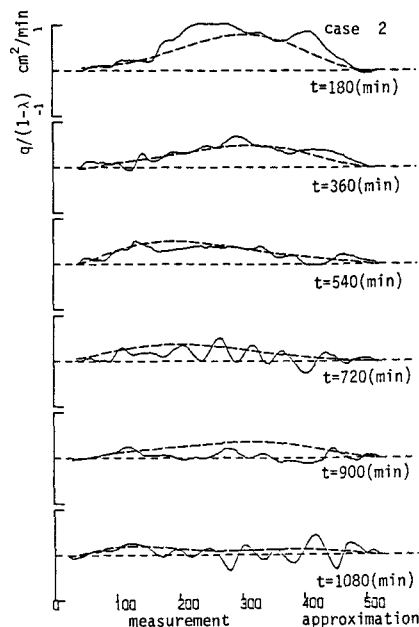


図-4 漂砂量分布の時間的変化
昭和41年