

海況変形過程における前波勾配の挙動について.

名城大学 正会員 伊藤政博

1 まえがき.

これまで、海況変形過程における前波勾配の挙動について、現地海況資料から Bascom は底質の中央粒径と前波勾配との関係で整理を行なった。一方、実験的には、若田・野田、土屋、吉岡らは底質物質に砂を使用した場合、また、I. V. Nayak, 田中・新保らは砂および砂より比重の小さいくろみ粉、ポラスチック、石炭粉などを使用して、最終前波勾配の特性について論じている。その結果、前波勾配に影響する因子として、底質粒径、沖波々形勾配、砂の安息角などを指摘した。

しかし、波の作用により、海況がある状態から別の状態に移る過程中的前波勾配の挙動についての研究は少ない。筆者はこの点を考慮して、底質物質として比重が異なる砂とメサライトを使用し、模擬海岸に波が作用した場合、初期海況形状が逐次定常状態に移る過程について、これまでの実験結果を整理した。この実験資料から、前波勾配を求め、前波勾配の変動に関与している各因子の影響の推測統計的に解析を行ない、解析結果について若干の考察を行なった。

2. 前波勾配 I_f の次元解析.

フラットな初期波勾配を有する海況に波が作用し、海況が逐次変形する過程に次元解析を適用する。図-1 から、 I_f とこの現象に関する物理量との関係は (1) 式にまとめられる。

$$I_f = f_1 \left[\frac{x}{L_0}, \frac{h}{L_0}, \frac{d_{50}}{H_0}, \frac{H_0}{L_0}, \left(\frac{\rho}{\rho_s} - 1 \right), \frac{\nu}{d_{50} \sqrt{g H_0}}, \frac{t}{T}, S_f, \phi \right] \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 x : 汀線から沖方向の距離; h : 静水面から海況面までの深さ; d_{50} or d_m : 底質物質の中央粒径 or 平均粒径; ρ : 底質物質の密度; ρ_s : 流体の密度; ν : 流体の粘性係数; H_0 : 沖波々高; L_0 : 沖波々長; T : 波の周期; t : 波の作用時間; S_f : 海況形状 (初期波勾配); ϕ : 底質物質の水中安息角; g : 重力の加速度。

(1) 式の右辺の中で、 I_f に対して効果の小さい量を除外すると、

$$I_f = f_2 \left(\frac{x}{L_0}, \frac{d_{50}}{H_0}, S_f, \frac{H_0}{L_0}, \frac{t}{T} \right) \dots \dots \dots (2)$$

さらに、無次元量 x/L_0 は海況形状と静水面とが交わる点の前波勾配を考慮する場合、除外することができよう。結局、 I_f に影響をおよぼす外的作用因子は d_{50}/H_0 , S_f , H_0/L_0 , t/T である。なお、これら4個の外的作用因子は鉛直方向の海況変形過程を議論する場合と同様である。

3. 実験および実験結果.

実験は (2) 式で得られた4個の因子を直交配列表 $L_8(2^4)$ に割り付け、この表に従って行なったものである。実験に使用した底質物質は砂 I, とメサライト II の2種類である。実験条件の概略は表-1 にまとめて示した。図-2 は一般によく使用される沿岸砂州の発生限界を示す図で、その中に表-1 の実験条件がプロットしたものである。図-3 は、I と II で実験条件が類似している場合の海況変形状態を示す。この図で、I と II とでは縮尺が異なっており、II は I の $1/2$ の縮尺である。

図-4は図-3のよう整理した逐次変形図から読み取った前次分配をRun NO. と T/T との関係でプロットしたものである。参考までに、二種の底質物質の水中安息角を天印で記入した。

4 解析方法、解析結果

2で述べた4個の外的作用因子が I_f に与えている影響を推測統計的に解析するため、実験 I と II の解析因子を次のように考える。

i) d_{50}/H_0 : 解析因子 A,

$$A \begin{cases} (A)_1^I : (d_{50})_1^I / \tilde{H}_0^I = 0.00197 \\ (A)_2^I : (d_{50})_2^I / \tilde{H}_0^I = 0.0983 \\ (A)_1^II : (d_{50})_1^{II} / \tilde{H}_0^{II} = 0.003 \\ (A)_2^II : (d_{50})_2^{II} / \tilde{H}_0^{II} = 0.24. \end{cases}$$

ii) S_f : 解析因子 B,

$$B \begin{cases} (B)_1^I : (S_f)_1^I = 1/10 \\ (B)_2^I : (S_f)_2^I = 1/8 \\ (B)_1^II : (S_f)_1^{II} = 1/10 \\ (B)_2^II : (S_f)_2^{II} = 1/8. \end{cases}$$

iii) H_0/L_0 : 解析因子 C,

$$C \begin{cases} (C)_1^I : (H_0/L_0)_1^I = 0.0054 \\ (C)_2^I : (H_0/L_0)_2^I = 0.0314. \\ (C)_1^II : (H_0/L_0)_1^{II} = 0.0119 \\ (C)_2^II : (H_0/L_0)_2^{II} = 0.0308. \end{cases}$$

iv) T/T : 解析因子 D の値は図-4で示されている Calculation point の次元値である。ただし、波の周期が多少異なるため、I と II で C. P. は異なった値をとる。

D.
$$\begin{cases} (D)_1^I, (D)_1^{II} : (T/T)_1^I = (T/T)_1^{II} = 500. \\ (D)_2^I, (D)_2^{II} : (T/T)_2^I = (T/T)_2^{II} = 1000. \\ (D)_3^I, (D)_3^{II} : (T/T)_3^I = (T/T)_3^{II} = 2000. \\ (D)_4^I, (D)_4^{II} : (T/T)_4^I = (T/T)_4^{II} = 4000. \\ (D)_5^I, (D)_5^{II} : (T/T)_5^I = (T/T)_5^{II} = 6000. \\ (D)_6^I, (D)_6^{II} : (T/T)_6^I = (T/T)_6^{II} = 10000. \\ (D)_6^I : (T/T)_6^I = 12521. \end{cases}$$

i) ~ iv) で、 $(A)_1^I, (A)_2^I, \dots, (D)_5^I, (D)_6^I$ の添字 1, 1, ..., 5, 6 は水準値を示す。図-4 の Run NO. 1 ~ 8 で I_f の挙動の相違は A, B, C, D の各水準値 x_1, x_2, x_3, x_4 の組み合わせによるものとする。したがって、 I_f は (3) 式の構造模型式で表現する。

$$\begin{aligned} I_f_{x_1 x_2 x_3 x_4} = & m + a_{x_1} + b_{x_2} + c_{x_3} + d_{x_4} + (ab)_{x_1 x_2} + (ac)_{x_1 x_3} + (ad)_{x_1 x_4} + (bc)_{x_2 x_3} \\ & + (bd)_{x_2 x_4} + (cd)_{x_3 x_4} + (abc)_{x_1 x_2 x_3} + (abd)_{x_1 x_2 x_4} + (bcd)_{x_2 x_3 x_4} \\ & + (abcd)_{x_1 x_2 x_3 x_4} \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

(3) 式に基づいて、 $I_f^I_{x_1 x_2 x_3 x_4}$ と $I_f^{II}_{x_1 x_2 x_3 x_4}$ の場合について、分散分析を行なうと、その結果、 I_f に与える因子 A, B, C, D, $A \times B$, $A \times C$, $A \times D$, $B \times C$, $B \times D$, $C \times D$, $A \times B \times C$, $A \times B \times D$, $A \times C \times D$, $B \times C \times D$, $A \times B \times C \times D$ の寄与率(%) が計算できる。この計算で、 I_f に対する影響の大・小判定には F-検定を使用する。その結果、小さい場合には誤差にプールする。この計算で求めた各因子の寄与率は

図-5に整理した。なお、参考のために、訂線の前進後退量 X_{sl} についても、同様に解析結果を合せてプロットした。

5 考察

実験数がある程度限定されているため、解析結果から指摘できる事柄について多少普遍性に欠ける点があるが、次のことがいえる。

- i) 図-4から、前浜勾配は波の作用時間の経過にもよる、底質物質の水中安息角中の約 $1/2$ の値に接近する。この接近速度は、田中・新保らも述べているように、メサライトの場合砂に比べて2倍の速さである。
- ii) 図-5から、前浜勾配 I_f に対する各因子の寄与率構成は砂とメサライトとで、 $B \times D$ (初期前浜勾配 $\times$ 波の作用時間) の因子以外全く異なっている。一方、訂線の前進後退量 X_{sl} は底質物質による相違が認め

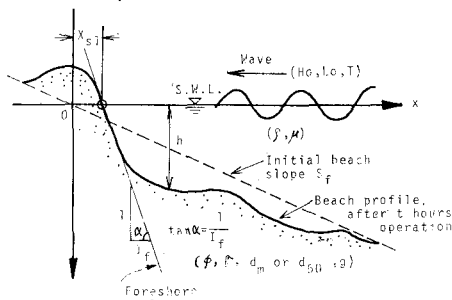


図-1. I_f に関する次元式量

られ、各因子の寄与率構成がほぼ一致している。現在のところこれらについて、十分考察は加えていないが、 I_f の挙動は底質物質の比重による効果がかなり存在するものと推定される。

ii) 砂の場合、 I_f の挙動は主として初期前浜勾配 S_f の効果が強く影響している。また、砂より比重の小さいメサライトの場合、底質粒径 d_{50}/H_0 、波浪周期勾配 H_0/L_0 の効果が強く影響していることがわかる。

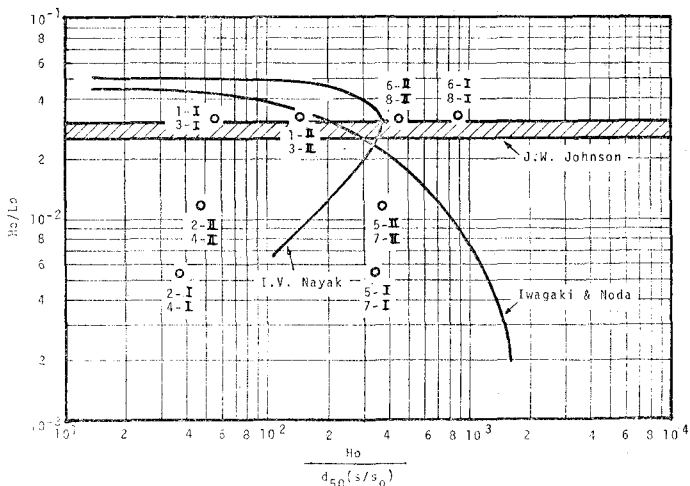


図-2. 沿岸砂州の発生限界と実験条件

表-1. 実験条件

Material of sediment	d_m (mm)	d_{50} (mm)	Specific gravity in air s	Angle of repose in water ϕ	Wave period T (sec)	Deep-water wave height H_0 (cm)	Deep-water wave length L_0 (m)	Deep-water wave steepness H_0/L_0	H_0/d_m	Wave duration time t (hour)	Initial beach slope S_f	Water depth (cm)
Sand	0.20	0.20	2.64	31° (1:1.66)	2.84	6.8	12.58	0.0054	340.0 885.0	0.5, 1,	1/10	45
	1.75	1.20	2.64	32.5° (1:1.57)	1.90	17.7	5.63	0.0314	38.9 101.1	2, 4, 6, 8,		
	0.30	0.33	2.33	31.4° (1:1.67)	2.3	9.8	8.25	0.119	326.7 403.3	0.25, 0.5, 1, 2,		
Mesalite	2.75	2.60	2.33	40.3° (1:1.8)	1.58	12.1	3.91	0.0308	35.6 44.0	4, 6, 8,	1/18	

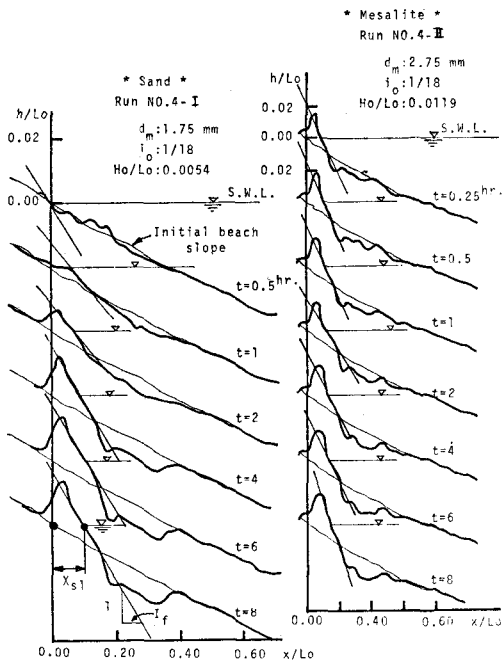


図-3. 波の作用による海岸変形状態

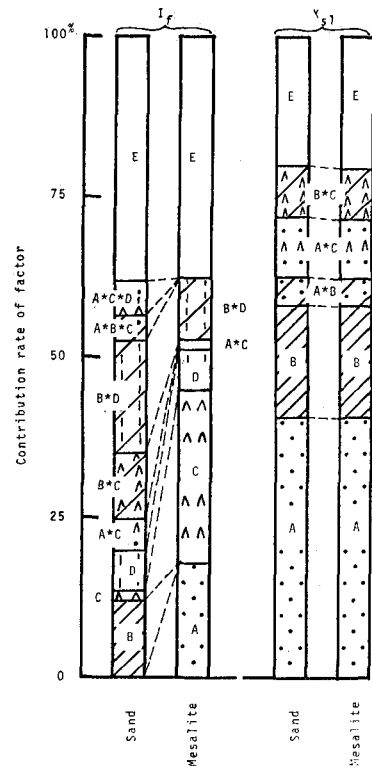


図-5. I_f と X_{s1} に与える因子的分解図

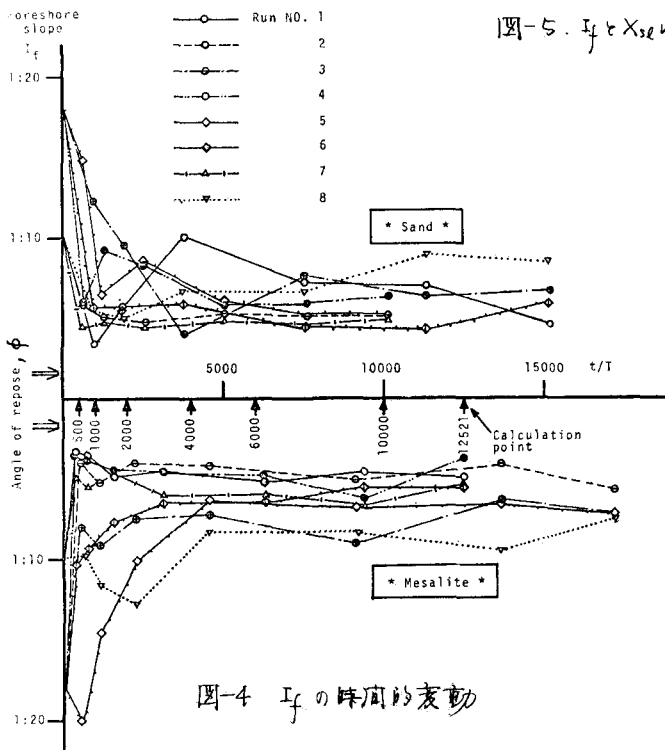


図-4 I_f の時間的変動