

実験計画法による海浜変形の研究

岐阜大学 工学部 正 員 増田竜臣
岐阜大学 大学院 学生員・伊藤政博

Ⅱ まえがき

現在の海岸工学の分野において、未解決の点が多い海浜変形の機構を明らかにする目的で実験および解析を行なった。海浜変形の過程・状態は非常に複雑であり、又これを支配する要素も非常に多いと考えられる。ここでは海浜変形を支配する主因子（実験的に条件を変化させることの可能なもの、すなわち底質粒径・海底初期勾配・沖波波形勾配・波の継続時間）と主因子の特別な組み合わせによる寄与率（海浜変形に及ぼす影響度）を求めた。そのために実験方法は実験計画法にしたがって実施し、解析は分散分析を行ない、変量分析法・統計的検定法で処理した。

Ⅲ 実験方法および解析方法

実験計画法にしたがって実験順序を決定するために、表-1の各2水準4因子を表-2の直交型配列表 $L_8(2^7)$ の列番 1, 2, 4 にまず丁を除く因子 A, B, C を割り当けて、直交型配列表の対側に丁を割り当てる直交型配列 $L_8(2^7) \otimes L_6(6^1)$ にこの方法を採用した。その結果実験順序は表-2の 1, 2, 4, 6, 8, 3, 5, 7 の順序で行なうものとする。実験状態は直交型直交配列表の各行の因子の水準に対応する条件を設定する。その場合の海浜変形（海底断面形状）の時間的変化を調べるために、波を起し始めてから 30 分、1, 2, 4, 6, 8 時間毎に測定を行なった。断面形状の測定はゲージの先端に $75 \times 20 \text{ mm}$ の矩形型の金属板を取り付けたものを使用して、20 cm 間隔で沖方向に連続的に行った。

初期勾配と S.W.L (Still Water Level) とが交わる点を原点として、横軸に汀線からの距離 x と沖波波長 L_0 の x/L_0 、縦軸に測定値 y と L_0 の y/L_0 を取って、各時間毎に断面形状を無次元表示し、方眼紙上にプロットした。横軸上取間隔毎に、初期勾配と x/L_0 の差を方眼紙上から読み取って DATA X_{im} とした。

DATA から寄与率 γ を求めるには次の式を使用して

$$CF = \frac{(\sum \text{DATA } X_{im} \text{ の和})^2}{\text{全 DATA 数}}$$

$$SS_i = \sum \frac{(\text{各水準の DATA の和})^2}{\text{水準の DATA 数}} - CF$$

$$SS_{ij} = \sum \sum \frac{(\text{各交互作用の水準毎の DATA の和})^2}{\text{水準の DATA 数}} - CF$$

表-1 各因子の水準値

	因 子	水 準 値	
A	底質粒径 (d ₅₀)	0.2	1.2
	比 重	2.64	2.64
B	海底初期勾配	1/10	1/18
C	沖波波形勾配 H/L	0.0059	0.0272
	沖波波高 H ₀ (m)	6.70	17.38
	沖波波長 L ₀ (m)	13.16	6.3
	波形勾配 H/L	0.025	0.0429
	波 高 H (m)	7.35	16.8
	波 長 L (m)	5.88	3.93
	波 速 C (m/s)	2.07	2.07
	周 期 P (s)	2.84	1.9
T	波の継続時間	0 5 1 2 4 6 8	

表-2 $L_8(2^7) \otimes L_6(6^1)$ 直交型配列表

列番 No.	1	2	3	4	5	6	7	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
1	1	1	1	1	1	1	1	X ₁₁	---	---	---	---	X ₁₆
2	1	1	1	2	2	2	2	---	---	---	---	---	---
3	1	2	2	1	1	2	2	---	---	---	---	---	---
4	1	2	2	2	2	1	1	---	---	---	---	---	---
5	2	1	2	1	2	1	2	---	---	---	---	---	---
6	2	1	2	2	1	2	1	---	---	---	---	---	---
7	2	2	1	1	2	2	1	---	---	---	---	---	---
8	2	2	1	2	1	1	2	X ₂₁	---	---	---	---	X ₂₆
成 分	a	b	a	c	a	b	a	X _{im} : DATA					
				b		c	c						

$$S_{\tau} = \frac{\text{全DATAの二乗和}}{\text{全DATA数}} - CF$$

$$S_e = S_{\tau} - (\sum SS_i + \sum SS_{ij})$$

$$DF = \phi - 1$$

$$MS_K = SS_K / DF_K$$

$$F_K = MS_K / MS_e$$

$$\gamma_K = \frac{SS_K - MS_e \times DF_K}{S_{\tau}} \times 100$$

CF : 修正項 (Correction Term)

SS_i, SS_{ij} : 平方和 (Sum of Squares)

S_{τ} : 全変動

S_e : 誤差変動

DF_K : 自由度 (Degree of Freedom)

MS_K : 平均平方 (不偏分散) (Mean Square)

F_K : 分散比 (Variance Ratio)

γ : 寄与率

($k = i, j, ij$)

以上の式から各因子、各因子の交互作用の分散比を求めて、それぞれ有意水準1%と5%でF検定を行なった。その結果有意でないものは誤差項 E にアールして [E] の MS を用いて、各因子、各因子の交互作用の寄与率を求めた。

3 実験結果とその考察

上の分析から海浜変形に及ぼす諸因子の寄与率を検討した結果 A, A*B, A*C の3つが他の要因と比べて比較的大きな値を示すことが判明した。図-1は γ_L の増加に対する寄与率 γ の変動を A, A*B, A*C および [E] についてプロットしたものである。

A : (底質粒径) 汀線で γ は約25%の値を示し、沖方向に増加して、碎波点付近より沖側は減少する。 $\gamma_L \geq 0.3$ 以上でほぼ0に近い値を示す。

A*B : (底質粒径 * 海底初期勾配) 汀線に接近するにつれてすみやかに減少し、 $\gamma_L \approx 0.25$ (碎波点付近より沖側) 以上は大きな値を示す。このことは砂灘の発生の原因と大きく関係するものと思われる。(ここで * は因子の交互作用を示す)

A*C : (底質粒径 * 沖波波形勾配) 碎波点付近まで多少上下の変動があるが、ほぼ一律な値を示す。Aの寄与率と類似した形を取っている。

[E] : (測定誤差, 他の因子による変動) 碎波点付近より沖側が大きな値を示す原因として、海浜変形の複雑化、砂灘の発生により多くの因子の影響が入り、測定に与る誤差等が指摘される。全般的に各因子の寄与率は γ_L 軸に沿って一定した値を持たずに、変化が激しいことも興味ある現象といえる。

この実験で岐阜大学学生、柏原謙一郎・新美興元介両君の御協力を得たこと深く感謝する。

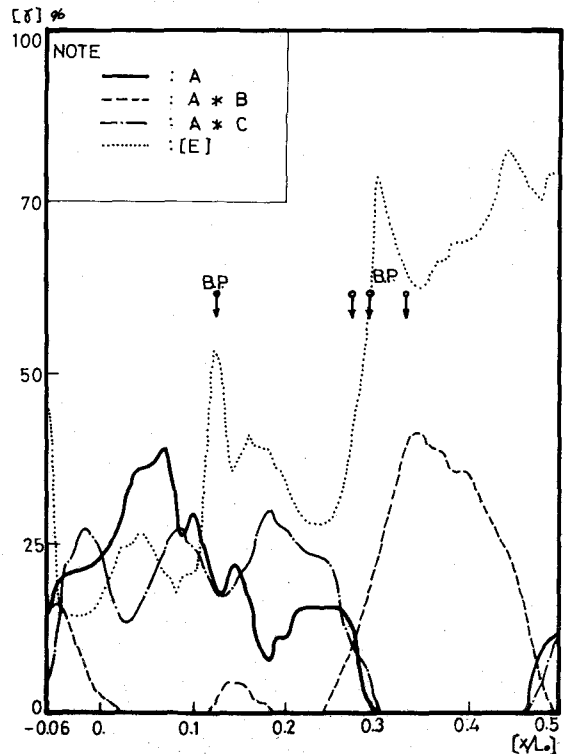


図-1 γ_L 軸方向の寄与率 γ の変動