

名城大学 正金寅 伊藤 政博

1. はじめに

海岸に離岸堤や突堤などの沿岸構造物を設置するに当り、構造物周辺の地形変動予測やその工法の効果を検討するに当り、しばしば海岸移動床模型実験が行なわれる。この実験結果を現地に適用するにあつて、模型実験特有の実験誤差の特性を十分把握しておくことが肝要である。さらに、この海浜変形の実験誤差は、海岸移動床の相似則を実験的に説明する上でもこの水準を知る必要である。

一般に、実験誤差には、(i)測定器の不備などによる“系統誤差”、(ii)不明の原因による“偶然誤差”及び(iii)観測者による“過失”があげられる。この中で、(i)と(ii)は実験の工夫や測定時の注意により除くことが出来るが、偶然誤差は残るとされている。これは、同一実験を繰り返した場合、一様な初期勾配を有する海浜が波によって変形すると、この断面形状は同一にならないことなどがあげられる。本研究では、このような海浜変形における汀線の移動のみに注目して、どの程度の実験誤差が生じるのかについて検討する。

2. 実験装置及び実験方法

実験は、長さ約30m、幅1m、高さ1mで、この内部が仕切板によって幅50cmに仕切られ、その1端にフラップ型の造波装置を有する計画がウス張りの鋼鉄製水槽を使用し、この造波水槽に、表-1で示すように一様な初期波勾配の海浜を造り、波高、周期などの実験条件をすべて一定に固定した状態で5回程度の繰り返し実験を行ない、従つて、繰り返し実験中、波の作用当初の波高および周期などの波の諸条件はほとんど一定である。海浜断面形状の測定は、それぞれ波の作用時間20, 24及び48時間ごとにポイントゲージにより行ない、その都度碎波の位置、碎波高及び碎波形式などは数10回平均値を取り、波のenvelopeについて波高計を用いて記録紙に出力させておいた。

3. 実験誤差の検討

実験結果の1例として、表-1のRun No. 4M-18による5回の繰り返し実験から得られた波の作用時間が48時間後の海浜断面形状を図-1に示した。この図から、同一の実験条件であっても海浜の断面形状及び碎波の位置に相当大きな相違が認められる。また、図-2には、図-1の海浜断面形状に対応する波のenvelopeを示してある。これらの図から、波の作用当初(左の時間)、波の入射特性がほとんど同一であっても、波の作用時間が経過するにつれて、海浜断面形状及び波のenvelopeなどに大きな違いが現われ、汀線の移動量にも相違が生じることが認められる。このような例はSmithらやChesnutの実験結果にも認められる。このような相違を誤差として取扱うと、この誤差の表木のレオには、(i)平均自乗誤差(mean square error)、(ii)確率誤差(probable error)および(iii)平均誤差(mean error)などがある。そこで、汀線移動の偶然誤差を好適にして、平均自乗誤差について検討する。平均自乗誤差 $\Delta X_{50/L_0}$ は測定値から求めた平均値 $(X_{50/L_0})_{mean}$ を使用すると、次式のように表わされる。

$$\Delta X_{50/L_0} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{(X_{50/L_0})_i - (X_{50/L_0})_{mean}\}^2}{n-1}} \quad \dots\dots (1)$$

表-1 繰り返し実験の諸元

series	run No.	initial beach slope i_0	grain size d_{50} (mm)	deepwater wave height H_0 (cm)	period T (sec)	deepwater wave steepness H_0/L_0	water depth h (cm)	wave duration time t (hrs)	repeated run
A	3M-28	1/30	1)	6.0	1.73	0.013	33.3	24 & 48	5
	4M-16		0.42	6.5	1.15	0.032	33.3		
	5M-17		12.6	6.95	0.064	25.0			
	3M-23	2)	7.3	1.78	0.015	34.5			
	4M-14	1.62	6.5	1.15	0.033	33.3			
	5M-14		9.0	1.12	0.064	35.0			
B	7M-27	1/15	3)	12.1	3.57	0.0061	42.7	24	4
	7M-57		0.35	21.9	1.98	0.036	55.3		

1) sorting conf.=1.19, specific gravity=2.68 sand
2) " " =1.12, " " =2.35
3) " " =1.57, " " =2.37 mean-light

ここで、 $(X_{50/L_0})_{mean}$ は繰り返し実験による汀線移動量の平均値、 $(X_{50/L_0})_i$ は*i*番目の測定値、 n は実験の繰り返し数。つまり、平均誤差 $\Delta X_{50/L_0}$ は次のように表わされる。

$$E_{\Delta X_{14}/L_0} = \pm \frac{\sum_{i=1}^n |(X_{14}/L_0)_i - (X_{14}/L_0)_{mean}|}{n} \dots\dots (2)$$

さらに、 n が大きくなると、式(1)と(2)の両方に次の関係が存在する。

$$E_{\Delta X_{14}/L_0} = \sqrt{2/\pi} \sqrt{\Delta X_{14}/L_0} = 0.7979 \sqrt{\Delta X_{14}/L_0} \dots\dots (3)$$

表-1及び繰り返し実験の行なわれに往來の結果を式(1)を用いて計算し、その正の部分の値のみを波形勾配の関係で図-3に示した。この図は底質の粒径 d 及び比重 S と波高 H_0 との比、 $H_0/(S-1)d \leq 60$ で分類するとともに、波の作用時間について、 $t \leq 24$ 時間で、さらに汀線の前進と後退で区別して示した。図中、Run No. 6M-17の場合、24時間では、汀線移動の誤差が非常に大($0.8X_{14}/L_0 = 0.44$)だが、これは海岸の地形が bar から berm 成長する途中の段階によるものである。さらに、Watts による実験は波の周期が一定、10分毎に平均値から $\pm 10\%$ 及び1時間毎に $\pm 10\%$ 変動するものであり、現地海岸に近い実験偏差による Saville の結果も図に示してある。この図では、実験資料数などの都合により、波高粒径比、波の作用時間及び汀線の前進後退などが誤差に及ぼす影響について、詳細は検討できていない。そこで、一般的な実験誤差の傾向を示すために線が入れている。この傾向は沖波波形勾配が大きくなるにつれて、実験誤差が増加している。

汀線移動に関する実験誤差の原因として、Smith¹⁾は造波水槽内の静水位の微小な相違(1cm以下)を、さらに Chennutt は水溢、造波水槽幅及び初期汀線から造波板までの距離などの影響を指摘している。しかし、本実験では造波水槽幅一定及び初期汀線から造波板までの距離一定の条件下で行なう。また水溢については、ほとんどが ± 0.2 以内の変動であった。

4. 結 語

造波変形の模型実験から得られる汀線の移動量を現地海岸に適用する場合、この種の相似則による実験的な考察する場合に、図-3で示される値の2倍程度の誤差をあらかじめ考慮しておく必要がある。

最後に、本研究を支援してくれた、京都大学防災研究所工學教員数援より有益なアドバイスをいただいたこと、ここに付記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) Smith IV, D.C., J.B. Herbol and J. W. Spence: Factors influencing equilibrium of a model sand beach, TAMU-SG-77-203, COE Report No. 109, 88p., 1976.
- 2) Chennutt, C.B.: Laboratory effects in beach studies, Miscellaneous Rep. No. 77-7 (VII), U.S. Army, COE, CERC., 127p., 1978.

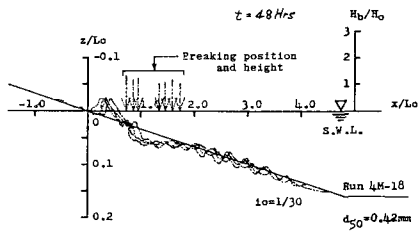


図-1 繰り返し実験による波決断面形状の相違

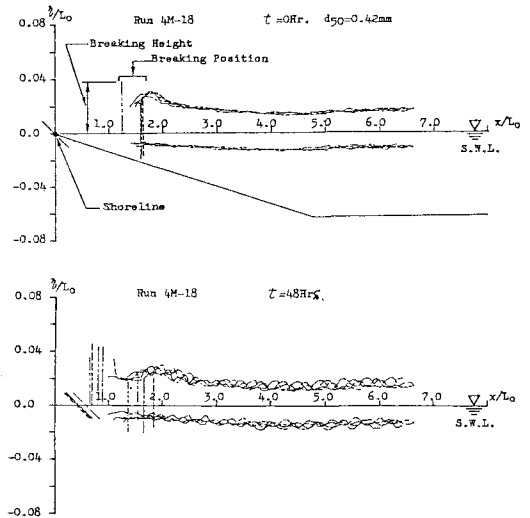


図-2 繰り返し実験による波のenvelope相違

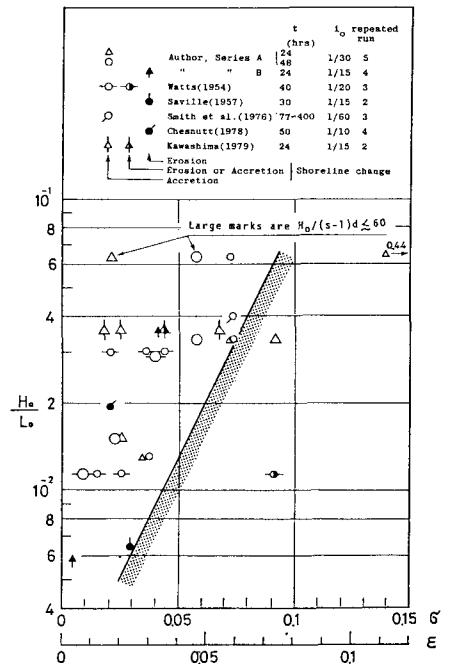


図-3 汀線移動量の実験誤差