

名城大学 正金典 伊藤 政博

1. はじめに 波による砂移動に関する現象は非常に複雑であるため、現在ではこの現象はいまだ十分に理論的に解明されていない現状である。そのため、波による海浜変形の模型実験を行なうに際して、基本的な相似則は確立されていないので、従来よりこの種の模型実験の実験条件設定は試行錯誤的に決定されている現状である。これに関する相似則の確立が遅れている原因として海浜変形の模型実験には同知のような縮尺効果が存在することが指摘される。

そこで筆者は二次元的海浜変形の相似則を明確にするために、次のような考えの下で実験的にこの相似則を検討することにした。まず、実験に際して、Prototype (以下 Proto. と称す) と Model との間で、波に関する諸量 (波高, 波長, 周期, 水深) は Froude の相似則に従うものとする。従って、初期浜勾配は一定とし、実験断尺の縦・横方向の歪みは無いものとする。底質砂については必ず Proto. と Model で同じ程度のほぼ等しい砂 ($s \approx 2.65$) を使用することとし、その両者の粒径については波の断尺とは無関係に定めるものとする。すなわち、Proto. と Model との間で粒径の断尺を一定に保ち、波の断尺のみを順次変化させるものとする。このような方法で実験を行ない Proto. と Model の実験結果を照合して両者が相似となる場合を見出すものである。

2. 実験 Proto. の海浜断面形状は本来の限り現地海岸に近い波流条件を作用させて得られることが望ましいことから、この目的に添うような大型実験水槽として京都大学工学部実験研究所、宇治川水理実験所の長さ 70m, 幅 1m, 高さ 1.5m のコンクリート製長水槽を使用し、この水槽に中央粒径 $d_{50} = 0.94\text{mm}$, なる u/ω 係数 $S_o = \sqrt{d_{50}/d_{25}} = 1.14$, 比重 $s = 2.54$ の砂を用いて海浜を造り、波を 60~80 時間作用させた。さらに Saville (1957) は現地海岸に近い波流条件で、 $d_{50} = 0.46\text{mm}$ の砂を用いて実験を行ない波の作用時間 40 時間後の実験結果を述べている。以上、2 種の実験結果を本研究に Proto. として使用する。一方、これらに対する Model として、名城大学の鋼製井面がウス張りの造波水槽 (長さ 30m, 幅 1m, 高さ 1m) を使用し、水槽の中仕切板で幅 50cm に長さ方向に巴切して使用した。Model の海浜は $d_{50} = 0.42\text{mm}$, $S_o = 1.22$, $s = 2.68$ の砂と $d_{50} = 0.15\text{mm}$, $S_o = 1.22$, $s = 2.77$ の珪砂を用いて造った。表-1 の Run NO. 31-T-29~25 については波の作用時間 $t = 24$ 時間後の海浜断面形状を、Run NO. T-27~29 については Run NO. T-26 の $t = 40$ 時間に対する Froude 則から得られる波の作用時間の結果を対照した。

3. 実験結果と二次元海浜断面形状の相似性の検討

表-1 実験諸元

Scale	Run NO.	d_{50} (mm)	T (sec)	H_o (cm)	h (cm)	H_o/L_o $\times 10^{-3}$	d_{50}/H_o $\times 10^{-3}$	h/L_o $\times 10^{-2}$	$\sqrt{gH_o \cdot d_{50}}$ μ	t/T $\times 10^4$	Remarks
Proto.	3	0.94	3.0	20.6	100	15	5	7	925	7.2	$i_o = 1/30$
	1/1.82	0.42	2.22	11.8	55	15	3.6	7.2	391	3.9	
	1/2	"	2.12	9.6	50	14	4.4	7.1	361	4.1	
	1/3	3M-28	1.73	6.8	33.3	15	6.2	7.1	296	5.0	
	1/4	3M-27	1.5	4.8	25	14	8.8	7.0	258	5.8	
	1/5	3M-28	1.34	4.6	20	17	9.1	7.1	250	6.4	
	1/6.7	3M-25	1.16	3.5	15	17	12.0	7.2	215	7.4	
Proto.	T-26	0.46	11.33	138.2	426.7	6.9	0.33	2.1	1355	1.3	$i_o = 1/15$
	1/10	0.15	3.57	13.4	42.7	6.7	1.1	2.1	200	1.3	
	1/20	"	2.53	6.5	21.3	6.5	2.3	2.1	134	1.3	
	1/30	T-29	2.06	4.4	14.2	6.6	3.4	2.1	86	1.3	
	1/40	T-29	1.79	3.4	10.7	6.8	4.4	2.1	76	1.3	

一般に Model の海浜断面形状が相似であるためには、
(1). 外力条件の相似 (波に関する諸量 : 破波高の位置, 破波高, 破波形式, 波の迎上高, 波の反射率, Shoaling),
(2). 海浜断面形状, 及び (3). 床砂の抄

動限周水深, などの相似になる必要がある。しかしながら, この(1)~(3)は実験を行なう場合に不可欠な諸量のバラツキも考慮に入れなければならない。そこで, Proto. と Model との相似性の照合は同一実験条件下で繰り返し実験を行なった結果を参考にし, 前述の(1)~(3)の各特性を判定資料として。

すなわち, 相似(図-1・A, Bでは「○」)は Proto. と Model との相違が断面形状の類似し, 汀線移動量の相違及び碎波位置の相違がそれぞれ $\Delta X_0/L_0 \approx 0.1$, $\Delta X_0/L_0 \approx 0.2$ 程度以内。"擬相似"「△」は相似条件より若干緩め, 汀線移動量及び碎波位置については約 1.5~2 倍程度以内。"非相似"「◆」はこれら以外の場合とする。図-1・A, Bは以上の方法で Proto. と Model との間の相似性を照合した1例である。

図-2は横軸に波の縮尺(実験縮尺)の逆数, 縦軸に底質粒径の Proto と Model の比 $[(d_p)/(d_m)]$ を取ってある。この図は $H_0/L_0 = 0.007 \sim 0.025$, 初期海床勾配 $i_0 = 1/10 \sim 1/30$, $(d_p)/(H_0) \leq 0.01$ の実験条件を満たす実験結果及び従来多くの研究者によって行なわれた実験結果について, 相似性の照合結果を図示したものである。図-2より海床形状の相似性が成立する領域が存在することが認められる。すなわち, この領域では波の縮尺(Froude 則)より底質粒径の縮尺を若干至めた条件下にある。すなわち, Model の底質粒径は Froude 則から得られる粒径より粗い場合と Reynolds 則から得られる粒径である。しかし, これらの相似性の存在する実験縮尺は約 1/10 程度以内である。

参考文献, 1). Saville, T., Jr.: Scale effects in two-dimensional beach studies, Proc. of Seventh General Meeting, IAHR, 1957, pp. A3-1~A3-10.

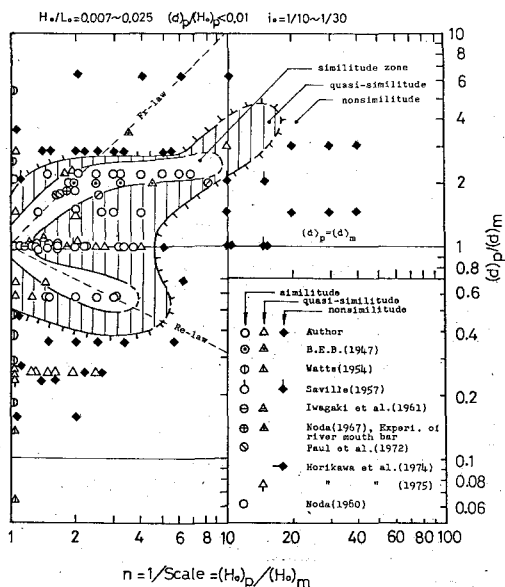


図-2. 海床形状の相似性が存在する領域

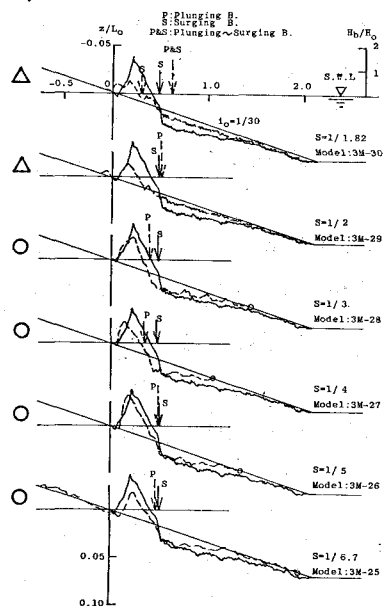


図-1・A

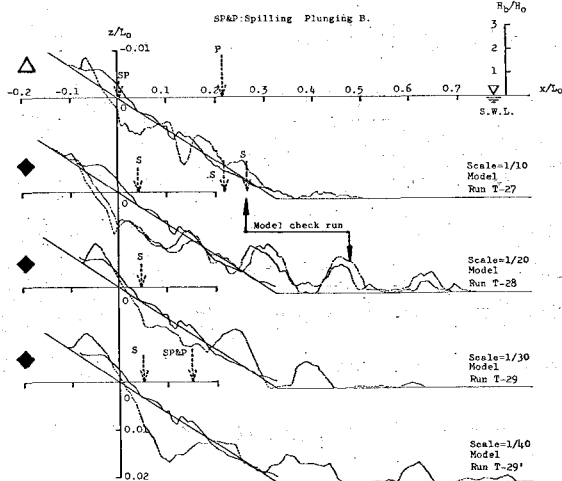


図-1・B

図-1. Proto. と Model の相似性の照合