

名城大学 正会員 伊藤 政博

1. はじめに 海岸移動床模型実験を実施するに際して指標となるべき普遍的相似則は必要不可欠なものでないが、いま仮定説化され相似則がない。そのため、筆者はこの数年来この問題に取り組み、二次元海浜変形が平衡状態になっている場合について、模型の縦横方向の縮尺に否が無く、原型と比重の等しい砂を使用しとき、底質粒径の縮尺と実験の長さの縮尺との関係で海浜変形の相似則が成立する領域を表わした。海浜断面形状が波の作用により時間とともに変化していく、いわゆる過渡状態下での現象については、時間縮尺も明らかにしておく必要がある。海浜変形の時間縮尺に関して、野田(1967)、Kamphuis(1974)及び出口・橋本(1976)らは、漂砂の連続式、漂砂量公式及び砂の移動限界水深表示式などから時間縮尺を与える式を導いている。これらの研究では、実験による検証がなされていない。一方、従来行なわれていた現地海岸を対象とした模型実験についても海浜地形の相似性を保つことに主眼を置き、時間縮尺については、Froude則による方法や現地との対応関係で試行錯誤的に決定している場合が多い。従って、時間縮尺を定量的に表すことができるような指標が必要である。

本研究は、過渡状態及び平衡状態での二次元海浜変形を対象とした実験に基づいて、原型と模型の間で定量的に相似性が成立する時間縮尺を求める。さらに、筆者が求めた時間縮尺表示式と実験結果との比較検討を行なう。

2. 実験方法及び実験結果 筆者によるこれまでの研究で明らかになっている原型と模型で平衡海浜断面形状が相似となる実験条件を整理して表-1に示した。この表中、原型のRun No. 3は大型造波水槽を使用して行なうものであり、Run No. T-26はSanville(1957)によってすでに行なわれていた現地海岸に匹敵するスケールの実験結果である。これらに対する模型は比較的スケールの小さい実験造波水槽を用いて行なう。実験は表-1の実験条件に従ってFlatな一様勾配の海浜を造り、平衡形状に到達するまで波の作用時間を区切って、各時間の断面形状を測定した。この結果の一例を図-1に示してある。

3. 実験による時間縮尺 図-1で示されている原型(Run No. 3)と模型(Run No. 3M-25)の各波の作用時間における海浜断面形状が相似になるかどうかを比較照合する。すなわち、原型の $t_p = 1 \text{ Hr.}$ に対して、模型の $t_m = 0.39, 1.93, 3.9, \dots, 23.20 \text{ Hrs.}$ の各断面形状を順次照合判定する。次いで、 $t_p = 2, 5, \dots, 60 \text{ Hrs.}$ についても同様に行なう。このような方法で、

汀線移動量、bermの位置・高さ、海浜変形の起算水深などの海浜断面特性について、原型と模型の実験誤差を比較し、相似:「○」、擬相似:「△」、非相似:「◆」のいずれかに判定する。

表-1. 実験条件.

Scale	Run No.	d_{50} (mm)	T (sec)	H_0 (cm)	h (cm)	H_0/L_0	d_{50}/L_0 $\times 10^{-3}$	h/L_0 $\times 10^{-2}$	$\sqrt{gH_0} \cdot d_{50}$ Δ	t_{final} (hrs)	Remarks
Proto.	3	0.94	3.0	20.6	100	0.015	5.0	7.0	925	60	} $t_0 = 1/30$
	1/2.9	3M-23'	1.62	1.76	7.2	34.5	0.015	22.4	7.1	1194	35.23
	1/6.7	3M-25	0.42	1.18	3.5	15	0.017	12.0	7.2	215	23.20
	1/6.0	3M-61	0.30	1.22	3.4	16.7	0.015	8.7	7.1	151	24.24
Proto.	T-26	0.46	11.33	138.2	426	0.0069	0.33	2.1	1355	m40	} $t_0 = 1/15$
1/10	T-27	0.15	3.57	13.4	42.7	0.0067	1.1	2.1	200	24	
1/30	T-29	0.15	2.06	4.4	14.2	0.0066	3.4	2.1	88	24	

模型に対する原型の時間の比
 λ_t の逆数を縦軸に取り、
 実験の長さの縮尺 λ_L の逆数を
 横軸に取、判定結果を整理
 すると図-2 のように表わ
 される。この図から、海浜変
 形の時間縮尺はある幅を越
 へ領域として存在することが
 認められる。

4. 時間縮尺に関する相似 則の誘導と実験結果との比較 検討

いま、二次元海浜変形を対
 象にして、(i) 漂砂に関する

連続式、(ii) 岸沖漂砂量とし、図-1. 原型(a)と模型(b)の波の作用時間の経過による断面形状の変化

で Kalinaka-Brown 型の漂砂量公式及び (iii) 砂の移動限界
 水深表示式として、佐藤・田中あるいは堀川・渡辺による
 式を使て海浜断面の時間縮尺 λ_{ts} を求める。まず、(i)、
 (ii) 及び佐藤・田中の式を使て、実験の水平鉛直方向に縮
 尺の差がない場合について、時間縮尺を求めると、

$$\lambda_{ts} = \lambda_d^{0.67} \lambda_s^{0.83} \lambda_L^{0.33} \dots\dots\dots (1)$$

また、堀川・渡辺の式を用いると、底面及び境界層の状
 態によって次式が得られる。

- a) 層流 $\lambda_{ts} = \lambda_d^{-0.5} \lambda_s^{0.5} \lambda_L^{0.5} \dots\dots\dots (2)$
- b) 滑面乱流 $\lambda_{ts} = \lambda_d^{-0.29} \lambda_s^{0.71} \lambda_L^{0.4} \dots\dots\dots (3)$
- c) 粗面乱流 $\begin{cases} \lambda_{ts} = \lambda_d^{0.18} \lambda_s^{0.32} \lambda_L^{0.32} \dots\dots\dots (4) \\ \lambda_{ts} = \lambda_d^{0.15} \lambda_s^{0.85} \lambda_L^{0.35} \dots\dots\dots (5) \end{cases}$

一方、二次元海浜変形の次元解析によると時間縮尺は次
 式で表わされる。

$$\lambda_{ts} = \lambda_L^{0.5} \dots\dots\dots (6)$$

ここで、 λ : (対象とする模型の水理量の寸法)/(原型の寸法)、 d : 底
 質粒径、 s : 底質の水中比重、 ν : 水の動粘性係数、実験の長さに関する寸法。実験結果と比較す
 るために、原型及び模型で相対比む砂 ($\lambda_s=1$) を使用し、模型の底質粒径を原型の $1/2$ とし ($\lambda_d=1/2$)、
 式(1)~(6) の関係が図-2 に示してある。なお $1/30$ 程度の実験が少ないので、大範囲に渡る時間縮
 尺を表示できなかったが、上述の(1)~(6)で与えられる時間縮尺とよく一致していることが認められる。

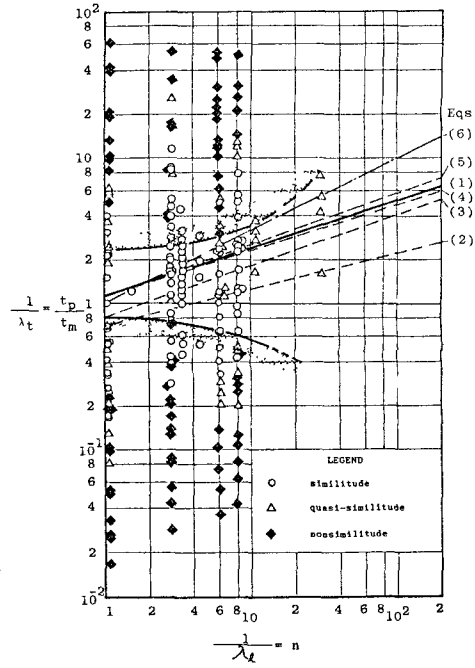
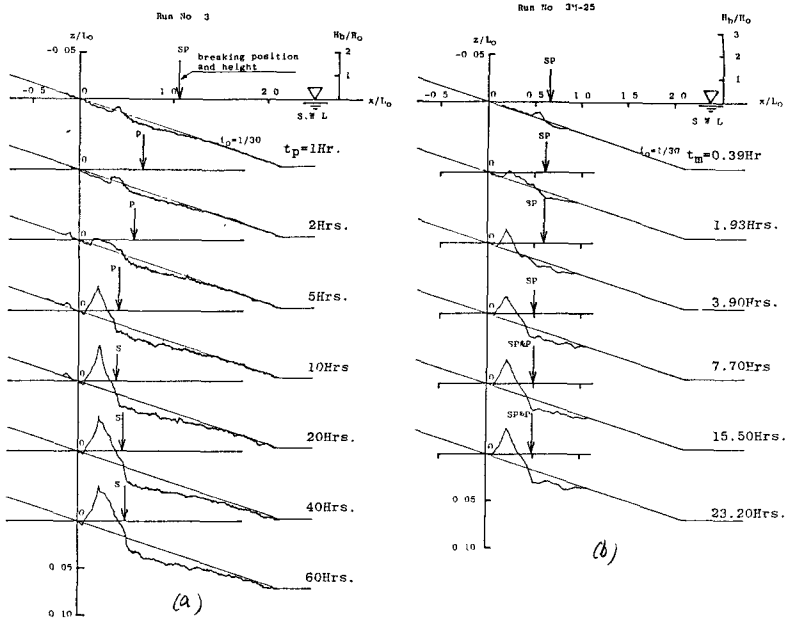


図-2 相似性が成立する時間縮尺