

II-3 海浜変形の相似律

鳥取大学工学部 正員 野田 英明

1. まえがき 海岸工学における移動床模型の相似則はまだ確立されていない。これを明確にするためには、根本的には漂砂量の時間的・空間的な変化を知る必要がある。しかし漂砂の移動機構が複雑なため、現状でこれを明らかにすることは非常に困難である。ここでは海浜平衡断面形状に関する従来の実験結果を用いてその相似関係を検討する。

2. 海浜平衡断面形状の相似性 著者は以前海浜平衡断面形状における沿岸砂州の発生限界(図-1の左下図)が無次元量 H_0/L_0 と H_0/D_{50} (H_0 : 沖波波高, L_0 : 沖波波長, D_{50} : 底質中央粒径)に

表-1

RUN NO.	H_0 (CM)	T (SEC)	D_{50} (MM)	H_0/L_0	H_0/D_{50}
CE-5-N	9.00	2.54	0.34		264
TN-14	4.78	1.85	0.17	0.009	281

よって表わされることを示した。これらの無次元量は沿岸砂州という海浜断面の形状特性の一つを示す指標であるから、もっとも単純に考えるならば、海浜平衡断面形状における実物(P)と模型(M)との間の相似関係は $(H_0/L_0)_m / (H_0/L_0)_p = 1$ および $(H_0/D_{50})_m / (H_0/D_{50})_p = 1$ によって表わされることになる。表-1は海浜模型

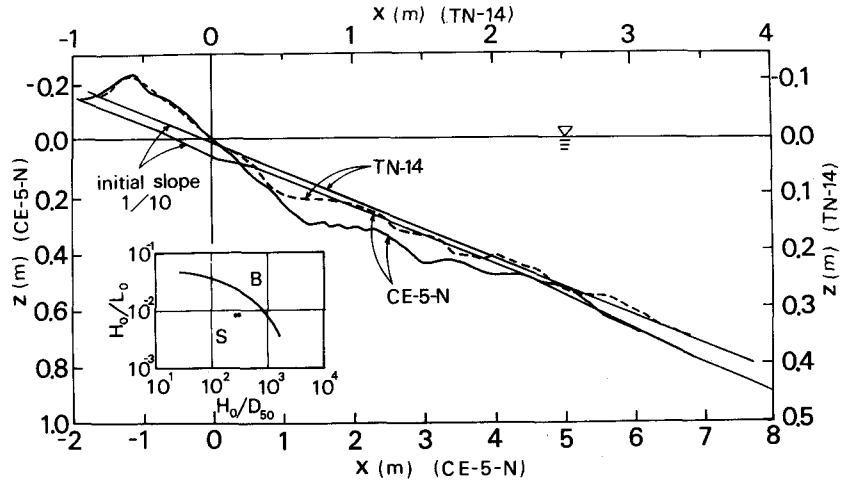


図-1

実験における波および底質特性を示したもので、実物(CE-5-N)と模型(TN-14)の鉛直および水平縮尺は $\mu_w = \lambda_w = 1/4.88 \approx 1/2$ ($\mu_w = H_{0m}/H_{0p}$, $\lambda_w = L_{0m}/L_{0p}$)、底質のそれも $\mu_b = D_{50m}/D_{50p} = 1/2$ であって、 H_0/L_0 と H_0/D_{50} の値は実物と模型ではほぼ等しいことがわかる。図-1は表-1に示す平衡断面形状の結果を示すものであり、この図の左下に示されているように、断面形状はStep型である。なおこの図で実物の形状は $1/2$ に縮尺して示してある。いま、 $(H_0/L_0)_m \neq (H_0/L_0)_p = 1$, $(H_0/D_{50})_m / (H_0/D_{50})_p = 1$ が相似関係を示すものであれば、図-1における実物と模型の形状は当然一致しなければならない。しかし図から明らかのように前浜 berm 付近を除いて、汀線より沖側の形状はそれほどよく一致していない。この事実は、(1) μ_w の値が $1/10$ 以下になる大縮尺の場合には $\mu_b (= D_{50m}/D_{50p})$ の値も $1/10$ あるいはそれ以下としなければならず、模型の底質粒径が非常に小さくなり、実物と模型とで漂砂の移動形式が異なるようになるといわれ、その結果相似が成り立たなくなると考えられている。しかしこの実験結果では $\mu_w = \mu_b = 1/2$ であって模型と実物とで漂砂の移動形式が異なるとは考えられない。にもかかわらず形状は一致しない、(2) 模型と実物とで海浜断面形状全体を一致させるための相似関係は無次元量 H_0/L_0 および H_0/D_{50} のみでは十分に表われない、(3) 図-1の原点は平衡断面形状における汀線位置であるが、初期断面の汀線位置にとれば、平衡形状における前浜部の形状も実物と模型では一致なくなる、および(4) 海浜変形の基点が一致しないなどとも物語っている。

つぎに、Dean (1973)は沿岸砂州の発生限界が H_0/L_0 と $\pi w_f/gT$ (w_f : 底質の沈降速度) なる二つの無次元量で表わされることを示した。著者が検討したところでは、 $\pi w_f/gT$ は、 H_0/L_0 , H_0/D_{50} , $D_{50}\sqrt{gH_0}/\lambda$, および S (底質

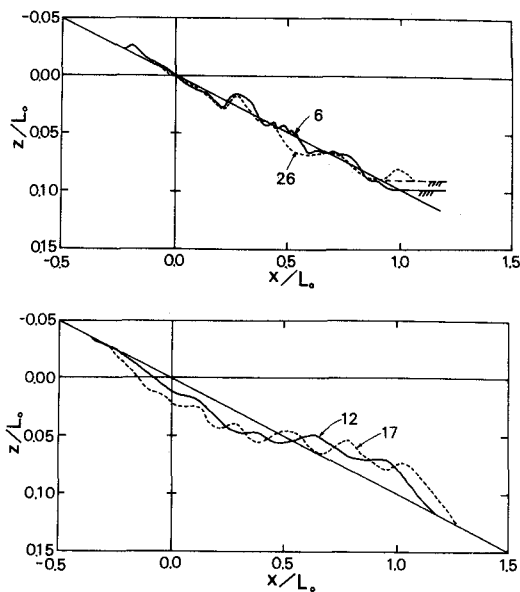


図-2

RUN NO.	H_0 (CM)	T (SEC)	$D50$ (MM)	ρ_s/ρ	H_0/L_0	$\pi\omega_s/gT$
6 (P)	13.24	1.60	0.60	2.65	0.034	0.020
26 (M)	6.61	1.12	0.48	2.63	0.034	0.022
17 (P)	5.83	1.07	0.28	2.63	0.033	0.012
12 (M)	2.42	0.70	0.17	2.64	0.031	0.009

表-2

の水中比重)の関数であり、上述した H_0/L_0 と $H_0/D50$ による相似関係より、一層厳密なそれと表現していると考えられる。図-2は表-2に示す実験条件に対する海床平衡断面形状と比較したものである。これらの詳述については講演時に述べるが、1)実物(6)と模型(26)の縮尺は $\mu_w = \lambda_w = 1/2$, $N_D = 1/1.25$ になるが、 H_0/L_0 と $\pi\omega_s/gT$ の値は実物と模型でほぼ一致し、断面形状の比較は砂浜点および海床変形の基点付近を除いてほぼ良い一致を示すことがわかる。ただし、No. 26における海床変形の基点は実験水槽水平部における水深が浅いため、その影響を受けており、さらに深い水深で実験を行えば、よりよい結果のえられることが予想される。2) 実物(17)と模型(12)の比較では、 $\mu_w = \lambda_w = 1/2.4$, $N_D = 1/1.65$ であり、かつ Bar 型の地形であるが、断面形状の全域にわたって、それほど一致していない。これは $\pi\omega_s/gT$ の値がわずかに異っても地形に影響を及ぼす場合があることを示している。

3. 歪模型の可能性 波運動の鉛直および水平縮尺

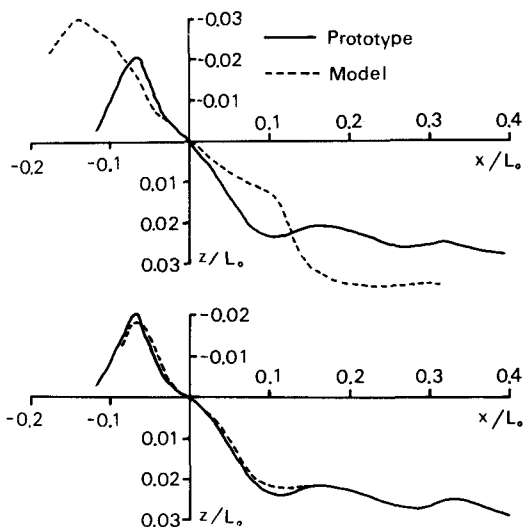


図-3

	H_0 (CM)	T (SEC)	I_0	$D50$ (MM)
WATTS (P)	12.66	2.68	1/20	3.44
SAWARAGI (M)	3.17	0.95	1/10	1.61

表-3

(μ_w, λ_w) に対し、地形変化の縮尺 $\epsilon(\mu, \lambda)$ とすれば、上述の実験では $\mu_w = \lambda_w = \mu = \lambda$ として取り扱ってきた。しかし、これらの実験結果をみれば $\mu_w = \mu, \lambda_w = \lambda$ $\mu = \lambda$ などの関係はかたがたしも成り立っていないようにみえる。そこで、 $\mu_w \neq \mu$, $\lambda_w \neq \lambda$ という仮定のもとに歪模型の可能性を検討する。歪の割合は $N_w = \mu_w / \lambda_w$ によって与えられる。図-3はWatts(実物)と榑本(模型)の実験結果を無次元表示したもので、実験条件は表-3に示してある。この表から、 $\mu_w = 1/4, \lambda_w = 1/8, N_w = 2$ がえられ、また $N_{I_0} = 2 = N_w, N_D = 1/2.14$ がえられる。一方、平衡断面形状は $\mu = N\lambda$ とし、 $N = 1.62$ とすれば図-3下図に示すように実物と模型の形状は一致する。この場合、 $N = N_w^{0.7}$ となっているが、 N, N_w および N_D の間に存在する一般的関係はこの一例のみでは明確でないが、移動床模型実験においても歪模型の可能性のあることを示すことができた。このことは、また逆に歪のない模型においても波運動の縮尺と地形変化の縮尺がかたがたしも一致するとはかたがたないことを示している。したがって、工学的な目的からいえば、底質特性の縮尺、波運動のそれ、地形変化のそれの間の関係を見出すことが重要であるように思われる。