

筑波大学 正会員 伊藤政博

1. はじめに

異常波浪によつて海岸堤防前面の海浜が予想以上に急激かつ大量に移動すると、堤防前面に洗掘が起り、堤防の決壊にまで及んだ事例が少なくない。海岸堤防前面に生じる洗掘および海浜変形についで、穂木ら(1960)、Herbich(1965)および佐藤ら(1966)などの研究を始めとして、かなり多くの研究成果が発表されている。いずれもこれらの研究は、現地海岸を相似則に従つて再現したものでなく、実験結果に詳細に検討を加へたものや、理論結果を基礎と確められたものである。したがつて、これらの研究成果を現地海岸へ適用する場合と、反転に現地を基礎的に再現する場合とでは、相似則が必要となる。しかし、この相似則はいまだ定量的に解明されていない。

本研究は、海浜に鉛直の海岸堤防を設置した場合、堤防前面の洗掘および海浜変形の再現性を二次元実験で調べたことと、従来、筆者らが実験的に明らかにした二次元海浜変形の相似則との対応性についても検討する。この種の実験は、一般に、造波水槽内の海浜に鉛直堤防を入れたとき、堤防と造波板との間に生じる波の多重再反射の影響が無視できなくなつた。この影響下、筆者が実験的に確かめられた結果²⁾によると、碎波より沖側に堤防を設置した場合、特に著しくなる。したがつて、この研究では、波の多重再反射の影響が比較的小さいと思われる河口域付近に堤防設置位置を限定することとした。

2. 実験方法および実験装置

2種類の手法で実験を行ひ、すなわち、Series A の実験では、底質に2種の異なる粒径の珪砂を用ひしことにし、実験の手法および波の特性は造波水槽の規模から定まる最大の Run No. SD3M-1 および SD3M-5 から最小の Run No. SD3M-4 および SD3M-8 までの段階的に縮尺を変へた。一方、Series B の実験では、佐藤らが運輸省港湾技術研究所の大型造波水路で行ひた実験条件および結果を原型とし、この実験で、佐藤らは堤防設置位置 X を碎波点 X_b への比で、 $X/X_b = 0.06, 0.71$ および 0.86 に変化させたが、特に $X/X_b = 0.06$ の場合のみを対象にする。この模型に実験条件は、図-3 に示す筆者らの相似則 (similitude zone, $\lambda_d > 1$) から波の縮尺 ($1/\lambda_b = 2.2$ すなわち $Scale = 1/2.2$) および底質粒径 ($d_{50} = 0.15 \text{ mm}$ の珪砂) を決定した。以上、いずれの実験も、原型に対して模型の長さおよび波の特性に関する実験条件は、水深・鉛直方向を同縮尺とした。表-1 には、このように決定した実験条件が表わしてある。

これらの実験は、フラッター式造波機を有する長さ 28 m 、幅 1 m および深さ 1 m の鋼鉄製計面ガラス板りの二次元造波水槽を長さ方向に幅約 50 mm の工用板で2分し、ガラス側の部分で行なつた。この造波水槽に、一様な初期海浜を配するより、表-1 で定まる相似則を24時間作用させて、予備海浜を作り、次に、 $X/X_b = 0$ あるいは $X/X_b = 0.06$ に堤防を入れ、さらに同じ波を24時間作用させ、その前後の堤防前面の洗掘および海浜変形を小刻みに測定した。

3. 実験結果および検討

表-1 実験諸元

Series	Scale	Run No.	λ_b	d_{50} (mm)	T (sec)	H_0 (cm)	h (cm)	H_0/L_0	d_{50}/H_0	h/L_0	$\frac{\sqrt{H_0} \cdot d_{50}}{V}$	$1/T$	Constructed position of sea wall X/X_b
A	1/1	SD3M-1	λ_b	0.3	2.24	11.4	54.6	0.018	0.0026	0.071	275	3.9 ²⁾	$X/X_b = 0$ (shoreline) $\theta = 90^\circ$
	1/1-1	SD3M-1'		0.3	2.24	10.3	50.0	0.015	0.0029	0.071	277	4.1	
	1/1-8	SD3M-2		0.3	2.12	6.9	33.3	0.015	0.0043	0.071	234	5.0	
	1/2-6	SD3M-3		0.3	1.73	4.1	20.0	0.015	0.0073	0.071	187	6.4	
	1/4-4	SD3M-4		0.3	1.34	2.6	12.5	0.015	0.0015	0.071	156	8.2	
	1/1-1	SD3M-5		0.15	1.06	10.8	50.0	0.015	0.0015	0.071	114	4.1	
	1/2-2	SD3M-6		0.15	2.12	5.2	25.0	0.015	0.0029	0.071	75	5.0	
	1/3-3	SD3M-7		0.15	1.50	3.4	16.7	0.015	0.0044	0.072	66	7.1	
	1/4-4	SD3M-8		0.15	1.22	2.6	12.5	0.015	0.0058	0.071	57	8.2	
B	Proto. (Sato et al.) 1966		λ_b	0.21	2.30	42.4	106.0	0.061	0.0006	0.13	376	0.8-1.6	$X/X_b = 0.06$ $\theta = 90^\circ$
	2/1-2	SD1		0.15	1.51	11.8	48.0	0.033	0.0013	0.13	179	7.2	

実験結果の1例として、図-1 (a) に Run No. SD3M-1 を原型とし、Run No. SD3M-5 ~ SD3M-8 を模型として、予備海浜形状の比較が示してある。これら両者の相似則の判

定結果は表-2に表わしてある。図-1・(b)には、平衡 scour の訂線に堤防を入れた後、さらに波を24時間作用させた後の洗掘および海況変形が堤防の位置を左標原矢に取り、図-1・(a)と左右対称させて示してある。図-1・(b)では、原型と模型の堤防位置が左標原矢に取ってあるため、海況変形が若干左にずれている。原型と模型の相似性を判定するにあたって、堤防前面の洗掘形状もあわせて検討できるように、ここでは洗掘形状を3種類のタイプAに大別することを考える。すなわち、

タイプI：堤防前面のみが非常に深く掘られるV型洗掘

タイプII：堤防より少し離れたところが深く掘られる凹型洗掘

タイプIII：堤防から沖に向って徐々に深くなる傾斜面型あるいは一様な水深部が存在する平坦型洗掘。

図-2には、図-1・(b)で示す原型および模型について、堤防前面の洗掘深と波浪変形との比で表わされる相対洗掘深 $\Delta h/H_0$ の経時変化に洗掘形状のタイプが併示してある。この図では、原型(Run No. SD3M-1)を除いて、洗掘深および洗掘形状のタイプの経時変化が完全に一致する模型はないが、相似性の判定は、洗掘深、洗掘形状のタイプ、海況変形などの経時変化、ならびに実験誤差を加味して総合的に付たりが必要である。この判定結果の1例が表-2に洗掘深と海況変形に分けて示してある。この表から、堤防設置前の平衡海況変形の相似性と堤防設置後の洗掘深および海況変形相似性の比較が比較的一致していることがわかる。表-1のすべての実験結果について、堤防前面の洗掘深と海況変形の相似性の判定結果をまとめ、従来、筆者らが明らかにした海況変形の相似性則を示す図とあわせて、図-3に示した。この図から、海況変形のみ相似性則が成立する領域では、堤防前面の洗掘および海況変形の再現性もかなり良いことがわかる。[参考文献]

- 1) 土屋義人・伊藤政博：海況変形の相似性則に関する実験的研究，第2回海洋工学講演会論文集，pp.315~317, 1987。
- 2) 伊藤政博：沿岸堤防模型実験における波浪電圧経時源法，土木学会・新技術の発展と研究発表会論文集，pp.164~165, 1988。

表-2 相似性の判定結果

原 型 Run NO.	模 型 Run NO.	相似性の判定結果		
		平均海況変形	海況変形設置後 洗掘深	海況変形
SD3M-1	SD3M-5	△	○	◆
	SD3M-6	○	○	○
	SD3M-7	○	○	○
	SD3M-8	○	○	△
原形・田中・入江 SD1	SD1	○	○	△

○：類似。 △：類似。 ◆：非類似

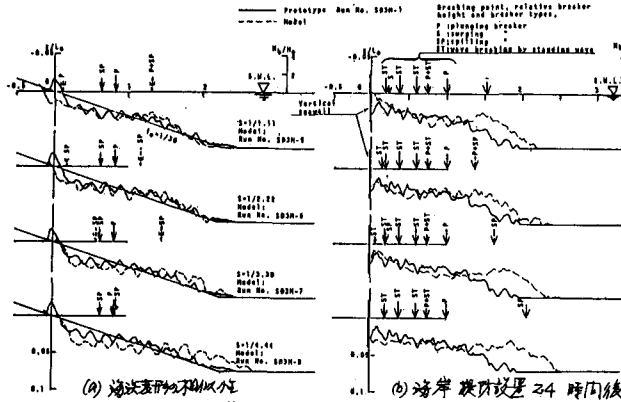


図-1. 堤防前面の洗掘および海況変形相似性。

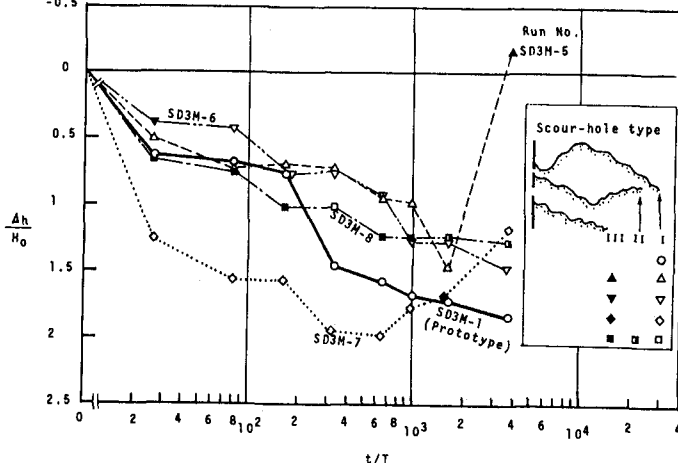


図-2. 洗掘深および洗掘形状の経時変化

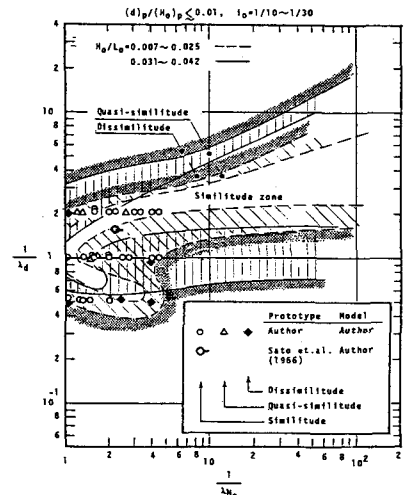


図-3. 堤防前面の洗掘および海況変形の相似性則と海況変形の相似性則の比較