

部分重複長波のサージング・フロントに関する実験的研究

秋田大学 学生員 ○ 榎 岡 善 治
秋田大学 学生員 山 上 茂
秋田大学 正 員 松 畠 英 夫

1. はじめに

津波の遡上現象に関する研究では、非碎波のものについてはほぼ解決しているが碎波するものについては多くの問題が残されている。特に、遡上過程における波先端部のエネルギー損失、段波高や力積等については、著者等の一人の研究があるくらいで¹⁾、まだ解明までには至っていない。

そこで、本研究の目的は、斜面上での非線型効果を考慮した部分重複長波のサージング・フロントの段波高に関する著者等の一人の理論解の妥当性を実験的に検討することにある。

2. 実験方法

実験は、深さ0.5 m、幅0.3 m、長さ11.5 mの両面ガラス張り鋼製矩形水路で行なった。水路の一端にはプランジャー造波機が、この端から7.5 mの位置には勾配 $S=1/10$ のペンキ塗装をほどこしたベニヤ板の斜面が設置されている。実験装置の概要を図-1に示す。先端段波高の測定は斜面上に2本の容量式波高計(No. 2, 3)を20 cm間隔で設置し、岸・沖方向に5 cmずつ移動させることによって行なった。また、ビデオ・システム(P点に設置)で目視による遡上高の確認と先端移動速度の測定を行なった。

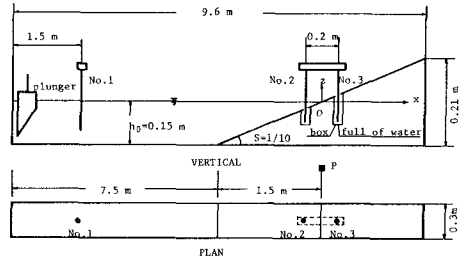


図-1 実験装置

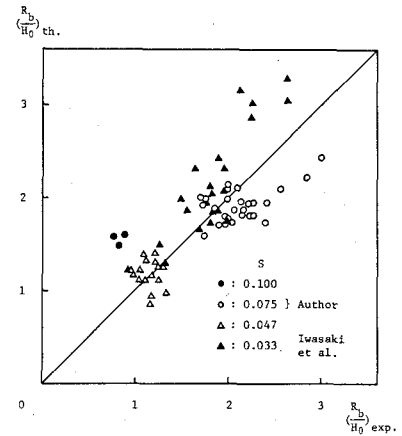


図-2 遡上高に関する理論と実験の比較

部分重複長波を対象としているので、入射波としては引波初動の2谷2山を与え、第2波目を測定することにした。入射波は波高計(No.1)で各RunごとにPen Recorderに記録した。

3. 実験結果と考察

実験ケースと実験結果を表-1に示す。各実験値は10回の平均で、先端移動速度 $\dot{a}$ だけは5回の平均である。入射波の周期Tと波高 H_0 、遡上時の先端段波高 h_b は記録紙から読み取ったものである。遡上高は波先の最高到達点、遡下高は斜面上の最下点をとったもので、ビデオで補っているが目視を重視している。

表-1 実験ケースと結果

	Case - 5										Case - 6						Case - 7							
κ (m)	+0.15	+0.10	+0.05	0.0	-0.05	-0.10	+0.20	+0.15	+0.10	+0.05	0.0	-0.05	-0.10	+0.20	+0.15	+0.10	+0.05	0.0	-0.05	-0.10				
T (s)	4.32	4.34	4.34	4.35	4.32	4.34	4.00	4.00	3.99	4.02	4.00	4.00	3.99	4.52	4.56	4.52	4.53	4.52	4.56	4.52				
L_0 (m)	5.26										4.85						5.49							
H_0 (cm)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8				
Run-up (cm)	+25	+22	+21	+22	+25	+22	+20	+21	+25	+23	+20	+21	+25	+22	+21	+22	+22	+22	+21	+22				
Run-down (cm)	-12	-12	-13	-12	-12	-12	-14	-14	-15	-15	-14	-14	-15	-15	-15	-16	-15	-15	-15	-16				
h_b (cm)	0.57	0.48	0.61	0.77	0.97	0.88	0.25	0.44	0.80	0.73	0.71	0.74	1.00	0.38	0.53	0.64	0.71	0.74	0.72	0.59				
$\dot{a}$ (m/s)	0.22	0.31	0.32	0.32	0.26	0.23	0.18	0.22	0.32	0.38	0.41	0.35	0.22	0.21	0.26	0.33	0.34	0.38	0.39	0.32				
F_r	0.92	1.42	1.33	1.18	0.85	0.73	1.13	1.07	1.13	1.40	1.57	1.31	0.69	1.11	1.15	1.33	1.29	1.39	1.46	1.31				

遡上高 R_b を粗度を考慮した次の理論式¹⁾と比較したものが図-2である。

$$\frac{R_b}{H_0} = \sqrt{\pi} \left(\frac{f_s}{f} \right)^{1/4} \left(\frac{H_0}{h_0} \right)^{1/2} \left(\frac{\sigma}{S} \right)^{3/4}$$

$$= \sqrt{\pi} \left(\frac{n_s}{n} \right)^{1/2} \left(\frac{H_0}{h_0} \right)^{1/2} \left(\frac{\sigma}{S} \right)^{3/4} \dots (1)$$

ここで、 f_s 、 f はそれぞれ滑面、粗面の摩擦損失係数、 H_0 ：沖波入射波高、 h_0 ：沖の水平底での静水深、 σ ：無次元角周波数、 S ：斜面勾配。ここでは $n_s = 0.010$ 、 $n = 0.017$ として評価している。

今回の実験値（図中の黒丸印）は前報のもの²⁾に比べ理論との差がいくらか大きい。これは、入射波形の違いによるものと思われる。

Case-7 における各点ごの代表的な水位に関する時間波形を図-3に示す。先端段波高が比較的是っきりと読み取れることがわかる。ただし、汀線から岸方向へ +0.15 m と +0.20 m の点では図中の○印の点で先端段波高を読み取った。また、時間軸が一致しているので先端移動速度の傾向も知ることができる。

先端段波高 h_u に関する次の理論式¹⁾と実験値との比較を図-4に示す。

$$\frac{h_u}{R_b} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{Fr} [1 - (Sx/R_b)^2]^{1/2} \text{ (線型)} \dots (2)$$

$$\frac{h_u}{R_b} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{Fr^2} [-2Sx/R_b + 2 + \sqrt{8Sx/R_b + 8}]^{1/2} \text{ (非線型)} \dots (3)$$

実験波の遡上過程での平均フルード数 $\bar{Fr} = 1.3$ （ただし、 $Fr < 1$ のものは除く）で、理論と実験値とはよく一致していることがわかる。ただし、図中の実線は式(3)、破線は式(2)である。

4. あとがき

著者等の一人が誘導した部分重複長波の先端段波高に関する理論式を実験値との比較により検討を行なった。その結果、理論と実験がよく一致することを確認した。

（参考文献）

- 1) Matsutomi, H : ENERGY LOSS AT THE SURGING FRONT OF TSUNAMIS, Tsunami Symposium, 1985, (印刷中).
- 2) 斎藤 浩也：部分重複長波の遡上高と汀線流速について，東北支部技術研究発表会，pp. 84~85, 1985.

注) 入射波条件より理論的に計算した $\bar{Fr}$ も約 1.3 となる。

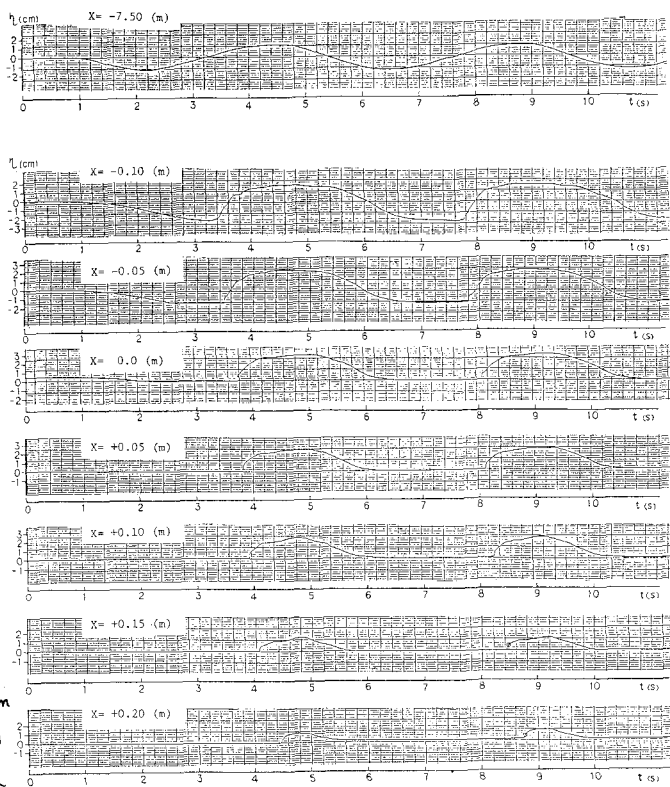


図-3 サージング・フロントの時間波形 (Case-7)

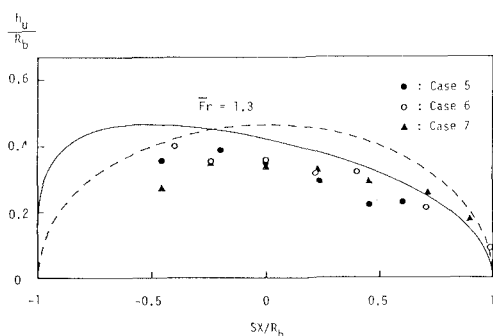


図-4 先端段波高