

浅水領域における圧力変換係数について

名古屋工業大学
名古屋工業大学大学院

正員 石田 昭
学員 ○ 春田 賢太郎

1. はしかり：浅海域での非線型波には、二次波峯現象とかSoliton分裂という非定形波現象が存在し、それらの水位変動の波数、周波数特性をこれまで調べてきた。ここでは、水位変動と圧力変動を同時に測定し、両方の波数、周波数スペクトルから圧力変換係数の波数、周波数特性を調べた。また、圧力変換係数を精度よく得るために、代表的成分波から構成する推算式を提案し、実験値と比較検討した。

2. 実験方法と解析方法：実験方法は、ほぼ従来どおりであり、実験条件は表-1に示す。水深(h)は15(cm)と10(cm)、周期(T)は1.34~3.05、水深波長比(h/L)が0.0338~0.0711である。我長は正確な測定が困難であるから、微小振幅波理論に基づき決めた値を使っている。表の中でXは二次波峯の発生間隔を示し、Hは平均波高である。波峯の数(Number of Crest)は時間波形をみて最も多く分裂したときの波峯の数を示している。解析方法も、ほぼ従来と同じ方法を用いた。

表-1

DATA (NO)	h (cm)	T (sec)	L (m)	X (m)	H (cm)	NUMBER OFCREST	h/L	H/L	X/L
1	15.0	2.34	2.77	14.93	4.81	3	0.0541	0.0174	5.39
2	15.0	1.34	1.54	3.62	4.29	2	0.0971	0.0279	2.35
3	15.0	2.96	3.54	29.78	3.96	3	0.0423	0.0112	8.41
4	10.0	1.68	1.62	4.94	3.37	2	0.0671	0.0208	3.05
5	10.0	2.48	2.43	11.95	3.54	3	0.0403	0.0146	4.92
6	10.0	3.05	2.96	16.01	3.10	4	0.0338	0.0105	5.41

3. 推算式の説明：浅水領域における圧力変換係数は場所的に変化しているの、推算式を次のように提案する。

(I)式=

$$\left(\begin{aligned} & B/A_0 \cos(R_1 X - \theta_1 t) \\ & + B/A_0 \cos(2R_1 X - 2\theta_1 t + \theta_{02}) \\ & + B/A_0 \cos(3R_1 X - 3\theta_1 t + \theta_{03}) \\ & + B/A_0 \cos\{(R_1 + \Delta R)X - \theta_1 t + \theta_{01}\} \\ & + B/A_0 \cos\{(2R_1 + \Delta R)X - 2\theta_1 t + \theta_{02}\} \\ & + B/A_0 \cos\{(3R_1 + \Delta R)X - 3\theta_1 t + \theta_{03}\} \end{aligned} \right)$$

(II)式=

$$\left(\begin{aligned} & \cos(R_1 X - \theta_1 t) \\ & + A_{02}/A_0 \cos(2R_1 X - 2\theta_1 t + \theta_{02}) \\ & + A_{03}/A_0 \cos(3R_1 X - 3\theta_1 t + \theta_{03}) \\ & + A_{01}/A_0 \cos\{(R_1 + \Delta R)X - \theta_1 t + \theta_{01}\} \\ & + A_{02}/A_0 \cos\{(2R_1 + \Delta R)X - 2\theta_1 t + \theta_{02}\} \\ & + A_{03}/A_0 \cos\{(3R_1 + \Delta R)X - 3\theta_1 t + \theta_{03}\} \end{aligned} \right)$$

分裂する波峯が3つまでは $\theta_2 = \theta_3 = \theta_1 = 0$, $\theta_2 = \theta_3 = \pi$
分裂する波峯が4つまでは $\theta_2 = \theta_1 = 0$, $\theta_3 = \theta_2 = \theta_1 = \pi$
時間と空間の取りかたは違い越し点のCrestに原点がくるようにした。

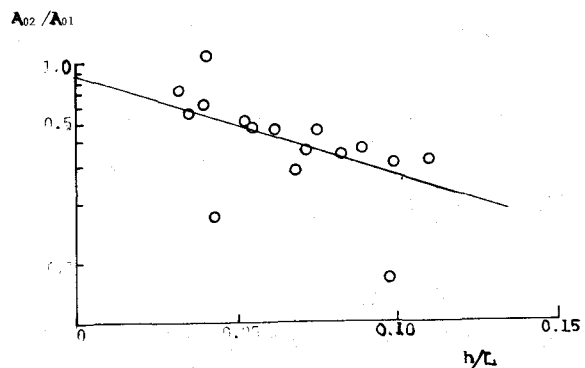


図-1.

$$\frac{P/P_0}{\eta} = K_F = \frac{(I)式}{(II)式}$$

ここで、 A_{ij} は波形を構成する成分波の振幅を表わし、 P_{ij} は圧力波形を構成する成分波の振幅を表わしている。それぞれ A_{01} (基本成分波の振幅) で基準化した値は水深波長比の関数で表示することができる。これまでに得られた値をも含めてプロットした一例が図-1, 図-2 であり, $\exp(A+B\%)$ の形になるよう最小二乗法で決定した係数 A, B の値を表-2 に示してある。図中の実線はこのようにして決めた関係式を示している。この推算式は水深比の値を与えるだけのものである

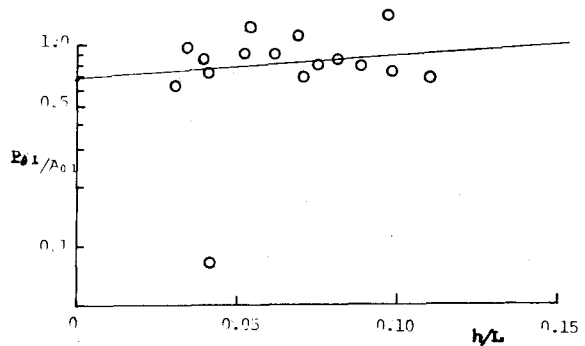


図-2 基本成分波の比で示した圧力係数

表-2

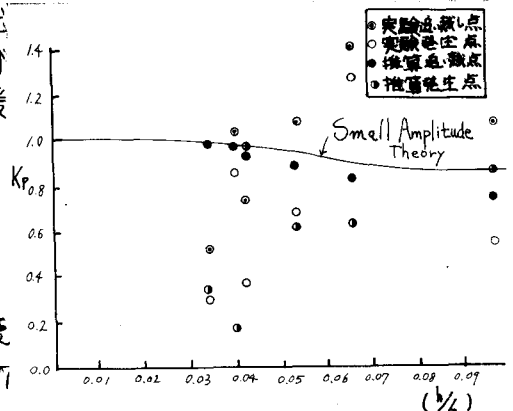
	A	B		A	B
	X	X	P_{01}/A_{01}	-0.358	1.287
A_{02}/A_{01}	-0.128	-12.382	P_{02}/A_{01}	-0.118	-18.080
A_{03}/A_{01}	-1.448	-9.294	P_{03}/A_{01}	-0.761	-29.291
A_{11}/A_{01}	1.319	-43.735	P_{11}/A_{01}	1.609	-50.164
A_{12}/A_{01}	0.098	-25.442	P_{12}/A_{01}	-1.585	-13.834
A_{13}/A_{01}	-0.827	-22.274	P_{13}/A_{01}	-0.023	-46.910

こと, また厳密には水深波長比だけの関数ではなくて波高水深比などによっても変化する筈であることなどから, 今後の改良を必要とする。

4. 解析結果及び結論: A_{ij} と P_{ij} の解析結果はその一例を図-1, 2 に示すように, これまでに得られた値と同じ傾向を持っていた。本研究では, 追いつき点, および発生点における時間波形を別個に収録し

それぞれの場所での波形と圧力の最大値の比を取って実験値とし, 推算式による推算値と比較をしてみた。図-3 はこうした値と水深における微小振幅波理論の圧力係数, $K_F = 1/\cosh(kh)$ をプロットしたものである。図をみると, 追いつき点での推算値は微小振幅波理論にはほぼ一致する傾向を示すが, 発生点での推算値は K_F が小さく出るので, 線型理論値を使って波高を求めるのは危険であることを示唆している。一方, 実験値の方はデータのばらつきが大きく, 測定精度に問題があることがわかるが, 発生点の方が追いつき点より小さくなるという傾向だけは, 推算値通りである。また, 実験値にばらつきが出る原因は追いつき点および発生点の決定方法にも問題があると思われる。最後に本研究の完成に際して多大の援助をしていただいた学生, 菅秀夫, 鈴木直己両君に, 感謝の意を表します。

図-3 推算値と実験値との比較



参考文献

- 1) 石田田, 吉松邦明, : 二次波峯現象における圧力変換係数について: 第32回年次学術講演会講演要録, 1977 P. 39 ~ 40.