

琉球大学工学部

正會員

津嘉山 正光

沖繩県庁

天久茂

1 まえがき

防波堤や港湾岸壁等に作用する波力についてはかなり古くから研究され、実用公式も一定定着している。しかし、岸壁前面の消波ブロック等に作用する沖向きの波力については研究例も少なく、まだ検討すべき点があるように思われる。沖縄島の離島などでは、急深海岸に港を建設しなければならぬところがあるが、このような港では大型のコンフリートブロック等が波の打込みによって沖方向に滑动・転落することがよくある。このような状況に鑑み、筆者らは鉛直壁前面の固体に作用する沖向きの波力に関する検討

を開始した。手はじめに固体モデルとして box-type のものを押して実験を行ない、若干の理論的検討も試みた。本報はその結果をとりまとめて報告するものである。

2. 理論的檢討

図・1の④～⑤と固体表面とでできる領域境界面を検査面にとって運動量の定理を適用する。境界④～⑤と固体表面を S, S' とし、法線方向を各々 n, n' とすると x 方向の運動量方程式は次のようになる¹⁾。

$$\int_S p u v_n ds + \int_{S'} p u v_n' ds' = \int_V F_x dV - \int_S p \cos(x, n) ds - \int_{S'} p \cos(x, n') ds' \dots\dots\dots (1)$$

ただし、式中の u および u_n, v_n は水粒子の x 方向及び n 方向速度、 F_x は固体に作用する x 方向の質量力、 V は固体体積、 p は境界面での作用圧力である。(1) 式の右辺第 3 項が固体への作用力になるが、ここで $v_n' = 0$ 、 $F_x = 0$ であり、微小振幅波理論による u, p を用いて、作用力が沖向きと考えられる時間範囲についての平均の

作用力 F_t を求めると、
$$\frac{F_t}{\omega H^2} = \frac{1 - K_r}{2\pi} \left\{ \frac{2\alpha l + \tanh \alpha l}{\pi \delta_i} + \frac{1 - K_r}{2} \cdot \frac{2\alpha l + \sinh 2\alpha l}{\sinh 2\alpha l} \right\} \dots \dots (2)$$

となる。式中の H_i , δ_i , k は入射波の波高, 波形勾配, 波数を示し, K_r は波の反射率を示す。

3. 実験装置と実験方法

実験には琉球大学土木工学科の2次元造波水路 ($0.8^m W \times 1.0^m D, 22^m L$) を用いた。実験装置概要は

図・1に示すが、鉛直壁及びステップモデルは木製、固体モデルはアルミ板製(幅 10.5 cm ×高 10.5 cm ×奥行 9.5 cm)である。実験方法は表・1に示す各実験ケースにつき波送りをし、固体モデルに作用する冲向波力と、図示の電気容量式波高計①～③によって入射波・反射波を計測するものである。波力は横青銅の板ばねにはりつけた歪ゲージを用いて動歪

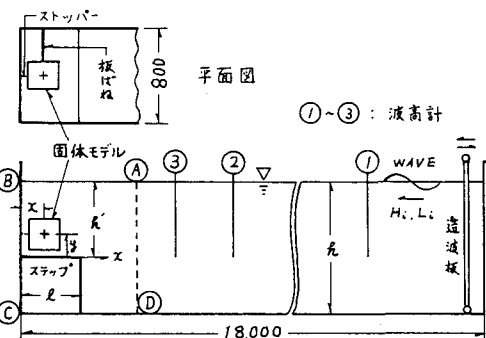


圖. 1 實驗裝置概要圖

表・1 実験ケ-スと実験諸元

Case No.	h/h	l/h	y/h	x/h	T(sec)	Hi(cm)	kh	Hi/Li	h(cm)	
I-1-1(1-5)	0.22	0.29	0.22	0.22 ~ 0.29	0.79 ~ 2.00	2.4 ~ 10.1	0.78 ~ 3.34	0.007 ~ 0.10	51.0	
I-2-1(1-3)		0.59	0.22		0.76 ~ 1.85	2.1 ~ 10.4	0.86 ~ 3.56	0.004 ~ 0.09		
II-1-1(1-3)	0.35	0.00	0.34	0.22	0.79 ~ 1.85	2.9 ~ 13.4	0.99 ~ 4.05	0.011 ~ 0.10	62.0	
II-2-1(1-3)		0.18	0.22	0.77 ~ 1.95	2.6 ~ 12.7	0.92 ~ 4.22	0.008 ~ 0.10			
II-2-2(1-3)		0.24	0.24	0.18 ~ 0.24	0.76 ~ 1.85	2.8 ~ 13.3	0.97 ~ 4.32	0.008 ~ 0.10		
II-2-3(1-3)			0.34	0.22	0.77 ~ 1.84	2.7 ~ 12.6	0.98 ~ 4.27	0.011 ~ 0.10		
II-3-1(1-3)		0.48	0.18	0.22	0.79 ~ 1.95	2.8 ~ 11.8	0.92 ~ 4.00	0.009 ~ 0.11		
II-3-2(1-3)			0.24	0.18 ~ 0.24	0.78 ~ 1.96	2.9 ~ 11.6	0.90 ~ 4.11	0.009 ~ 0.11		
II-3-3(1-3)		0.50	0.14	0.22	0.77 ~ 1.93	3.0 ~ 13.1	0.92 ~ 4.27	0.009 ~ 0.11		80.0
III-1-1(1-3)			0.19	0.34	0.14 ~ 0.19	0.78 ~ 1.82	2.8 ~ 8.3	1.18 ~ 5.29		
III-1-2(1-3)	0.38			0.22	0.79 ~ 1.80	2.9 ~ 8.1	1.20 ~ 5.17	0.009 ~ 0.06		
III-2-1(1-3)	0.38			0.14	0.14 ~ 0.19	0.80 ~ 1.87	3.1 ~ 9.8	1.13 ~ 5.04	0.013 ~ 0.06	
III-2-2(1-3)		0.38	0.22	0.81 ~ 1.95	2.7 ~ 8.6	1.07 ~ 4.97	0.009 ~ 0.06			

計で計測し、反射波の計測は Healy の方法によった。なお波力および波形の記録にはペン書きレコーダを用いた。

4. 結果および考察

1) $F_t/\omega H_i^2$ と R の関係でみた場合: 図・2 は相対

波力 $F_t/\omega H_i^2$ と相対水深 R の

関係図の一例で、図中の曲線は (2) 式による計算値である。

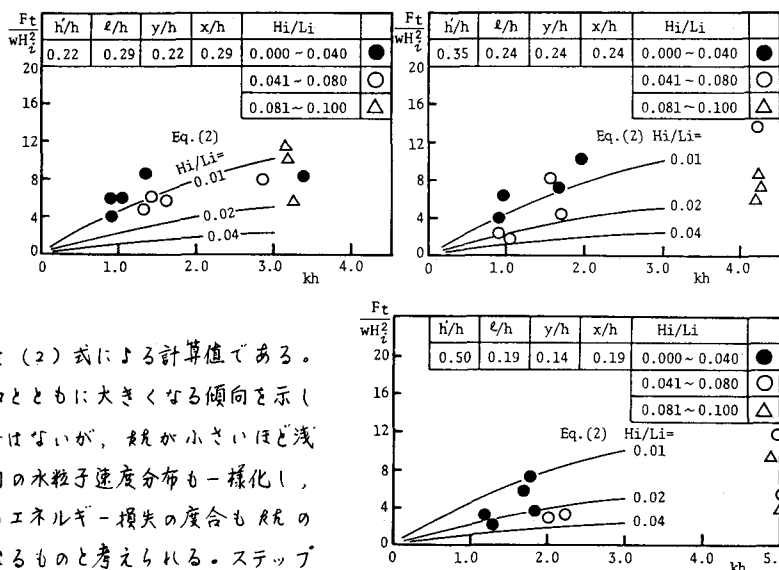
全般的には $F_t/\omega H_i^2$ は R の増加とともに大きくなる傾向を示している。その原因はあまり明確ではないが、 R が小さいほど浅水波としての性質が強くなり水深方向の水粒子速度分布も一様化し、したがってステップ先端におけるエネルギー損失の割合も R の大きい場合より大となることによるものと考えられる。ステップ部の水深および幅を示す ϵ/R , ℓ/R の効果はあまり顕著ではないが、 ℓ/R が大きくなると $F_t/\omega H_i^2$ は小さくなるようである。図

体の位置 x/R , y/R の影響に関しては、 x/R のちがいは $F_t/\omega H_i^2$ の差異はあまり大きくないが、 y/R が大きいほど $F_t/\omega H_i^2$ は大きくなる傾向を示す。(2) 式による計算値は全体的な分布傾向は実験値と合っているが、数値的にはずれがあり、その差は入射波の波形勾配が大きいほど大となる。これは計算値が線形理論値であるのに対し、実験値では波の非線形効果等も効いてくることによるのではないかと考えられる。

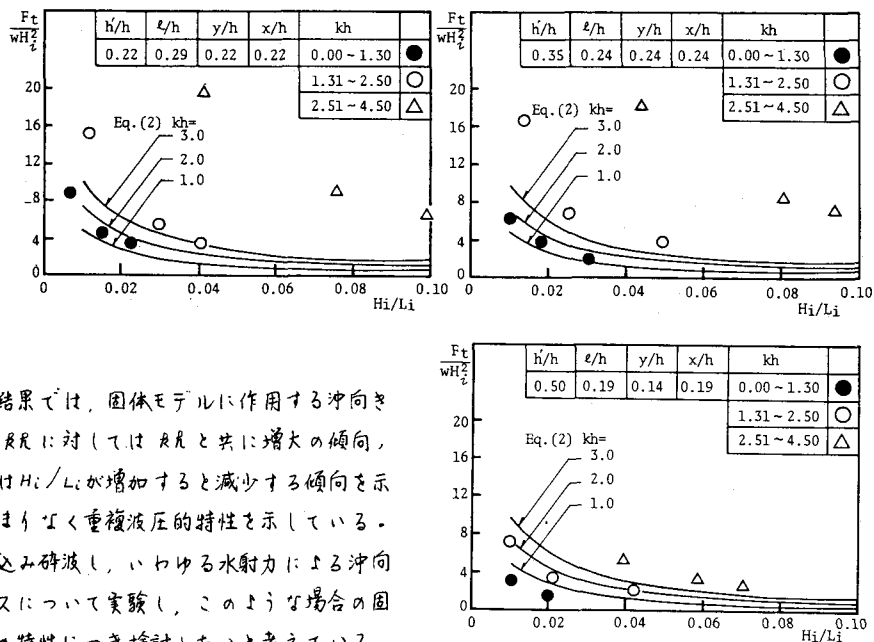
2) $F_t/\omega H_i^2$ と H_i/L_i の関係でみた場合: 図・3 は相対波力 $F_t/\omega H_i^2$ と入射波波形勾配 H_i/L_i との関係図の一部を示したものである。全体的には $F_t/\omega H_i^2$ は H_i/L_i の増加とともに減少する傾向を示している。ステップ部の水深、幅 (ℓ/R , ϵ/R) や固体モデルの位置 (x/R , y/R) の効果はほぼ上記 1) の場合と同様である。(2) 式による計算値と実験値はこの場合も全体的な分布傾向は合っているが、 R が大のとき数値のずれが大きい。

5. 結び; 今回の実験結果では、固体モデルに作用する冲向き波力 $F_t/\omega H_i^2$ は相対水深 R に対しては R と共に増大の傾向、波形勾配 H_i/L_i に対しては H_i/L_i が増加すると減少する傾向を示し、ステップの効果はあまりなく重複波圧の特性を示している。今後は、固体位置で打ち込み破波し、いわゆる水射力による冲向きの力が顕著となるケースについて実験し、このような場合の固体に作用する冲向き波力の特性につき検討したいと考えている。

注1) 橋本一郎; 水理学Ⅰ, 森北出版, 1973, pp. 56~59.



図・2 $F_t/\omega H_i^2$ と R の関係



図・3 $F_t/\omega H_i^2$ と H_i/L_i の関係