

II-23 波動中の物体の振動に関する2.3の実験

東京工業大学 工学部 正員 吉川秀夫
東京工業大学 工学部 正員 河野二夫
大林組 ○ 坪井 修

1. はじめに

図-1に示めすように断面が矩形のものゝ三角形の2種類の潜堤と造波水路に設置し、その下流側の近傍に1箇の球の側立振子と似た場合の球の振動について簡単な実験を行なった。

海底に潜堤を設置する目的は色々考えられるが、従来行なわれた研究としては、主として海底土砂の沖方向への流失と防止することや、潜堤背後の波浪を減殺させることなどであった。¹⁾例えば、波動の中に固定した物体の長さ(大きさ)が波の反射率にどのように影響するかと調べた、UrSELL (1947)、Cooper and L. Higgins (1951)、Wiegelらの研究や、厚さのうすい防壁と水面に固定した場合の反射率と調べたF. John (1950)らの研究²⁾または次元解析で反射率がよく整理出来る事と示めた合田ら³⁾の研究など主として波浪減殺に関する研究と云える。

Ippenの説明によると²⁾波動中の物体の近傍では'local Standing Wave'が起るので、波の反射や透過率は進行波の機構から決められるが、物体に作用する外力はこの'local Standing Wave'の機構を考える必要があると述べている。このような物体の近傍の流体については、例えばJ.N. Newman (1965)らは理論的に取扱っている⁴⁾また最近堀川ら⁵⁾(1968)は直立潜堤の近傍では部分重複波が発生することと実験的に示めている。しかし以上述べた研究については、まだ種々の問題が残されている。本論文は次のような事と考へて、簡単な実験を行なったものである。

将来、海底位置やその他の海底施設が考えられるようになると、そのような施設の近傍に他の施設を設置することが予想される。その場合お互の影響はどうであらうかといった問題である。本論文では単純なmodelとして三角形または矩形の潜堤と球状の物体について考へてみた。

2. 実験装置と実験方法

図-1に示めた模型の諸元は表-1の通りである。

参 考 文 献

- 1) 岩垣雄一, 海岸堤防論: 水工シリーズ, 64-08, 土木学会水理委員会; 1964年7月 P38.
- 2) Ippen., Estuary and Coastline Hydrodynamics.
- 3) Y. Goda 他., Laboratory investigation on Wave Transmission over Break waters: 連研報告.
- 4) J.N. Newman., Propagation of Water Waves over Infinite Step; J.F.M. vol 23 (1965)他
- 5) 堀川, 小森, 潜堤における風波の減衰機構について, 第15回海岸講演会 (1968)
- 6) M. Homma, Horikawa: A study on submerged Break Waters: C.E. in Japan. vol 4.
- 7) 前田他: 有限潜堤における重複波および共振について, 第9回海岸講演会 1962年.
- 8) M. Nakamura他: Wave damping effect of submerged dike; C.E.J. vol, 1966.

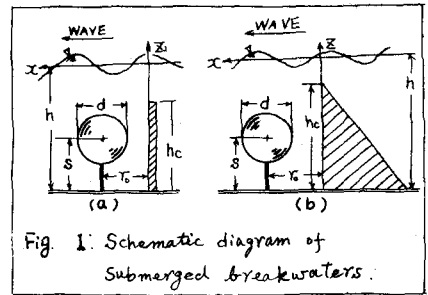


Fig. 1: Schematic diagram of Submerged breakwaters.

実験にはまず模型と造波水路の中央附近に設置し、堤の下流壁面から γ_0 の位置に倒立振子と固定して表面波と予え、 γ_0 の位置での波形と球の振動と測定するのである。 γ_0 は 7, 20, 40, 70, 100, 150 cm, 水深は 30, 40, 50 cm に変化させて測定した。また振子は球の径 (5.4 cm), 質量 ($M = 17g$), 仮想質量 ($m = 41g$), ばねの長さ (7.5 cm) 固有振動数 (21.6 rad/sec), 減衰係数 (90.3 $\%$) である。

さて、波高や球の変位が潜堤をおいたことによつて、どのように影響されたかと調べるためには、やはり潜堤とおかないときに比較して、どのように変化したかを示めずが最もわかりやすい。

実験装置の関係でこの時の入射波高を同時に測定してないので、正確な値はわからないが、潜堤と取り除き、水深や造波機の stroke と潜堤とおいた場合と同一にして測定された入射波高や球の変位と参考のため表-2 に示めた。

3. γ_0 や波の周期と一定にして水深を変えた場合。

波の周期と球や波形測定的位置と一定にして水深だけと変化した場合に振動がどのようになるかについてこの例と図-2 に示めた。

図-2 で水深は①②③が各々 $h = 50 \text{ cm}$, 40 cm , 30 cm である。図-2 と表-2 によつて潜堤の効果と調べると表-3 になる。

表-3 から入射波形勾配に若干の差はあるが
① 水深に対し堤高を増すと波高減衰の効果はあるが球の振動に対する効果はないと云える。
② 水深に対し堤高を増すと振動に二次的な要素が加わる事が考えられる。これは恐らく越浪による衝撃や渦の影響が考えられる。

表-3. 潜堤の効果 (水深だけと変えた場合)

図番号	水深	γ_0	$\frac{h_c}{h}$	H/H_0	A/A_0	H_0/L_0	摘要
①	50 cm	20 cm	0.5	1.07	0.93	0.125	三脚堤
②	40 cm	20 cm	0.625	1.09	1.28	0.091	
③	30 cm	20 cm	0.833	0.4	1.29	0.113	

注1) H_0, A_0 と H, A (潜堤のあるときの波高と振幅) は同時測定していない。

注2) $\frac{h_c}{h} = 0.833$ の場合の波高は図-2 の③で最大のもの ($H = 3 \text{ cm}$) と用いた。

表-1. 潜防波堤の諸元

	矩形断面	三角形断面
堤高 (h_c)	15 cm	25 cm
堤巾 (頂部)	6 mm	70 cm
堤巾 (根部)	6 mm	0
基礎き	59 cm	59 cm

表-2. 入射波高および球の変位*

周期 (sec)	$h = 30 \text{ cm}$			$h = 40 \text{ cm}$			$h = 50 \text{ cm}$		
	$H_0(\text{cm})$	$A_0(\text{mm})$	H_0/L_0	$H_0(\text{cm})$	$A_0(\text{mm})$	H_0/L_0	$H_0(\text{cm})$	$A_0(\text{mm})$	H_0/L_0
0.65	7.5	2.2	0.113	7.6	1.4	0.091	8.3	0.9	0.125
0.85	6.2	2.98	0.058	8.5	2.86	0.077	12.4	2.84	0.11
0.88	5.95	3.04	0.053	8.6	2.76	0.072	12.5	2.95	0.1
0.9	5.8	2.98	0.05	8.8	2.97	0.07	12.6	2.98	0.1
1.17	4.1	2.23	0.024	7.1	2.3	0.038	7.1	2.6	0.046
1.2	3.9	2.12	0.022	5	2	0.026	8.8	2.52	0.043
1.7	1.7	0.74	0.006	3.4	0.9	0.011	6	1.32	0.018
2.4	1.0	0.43	0.0025	1.7	0.46	0.002	4.3	0.28	0.008

* (潜堤と取り除き改めて測定したもの)

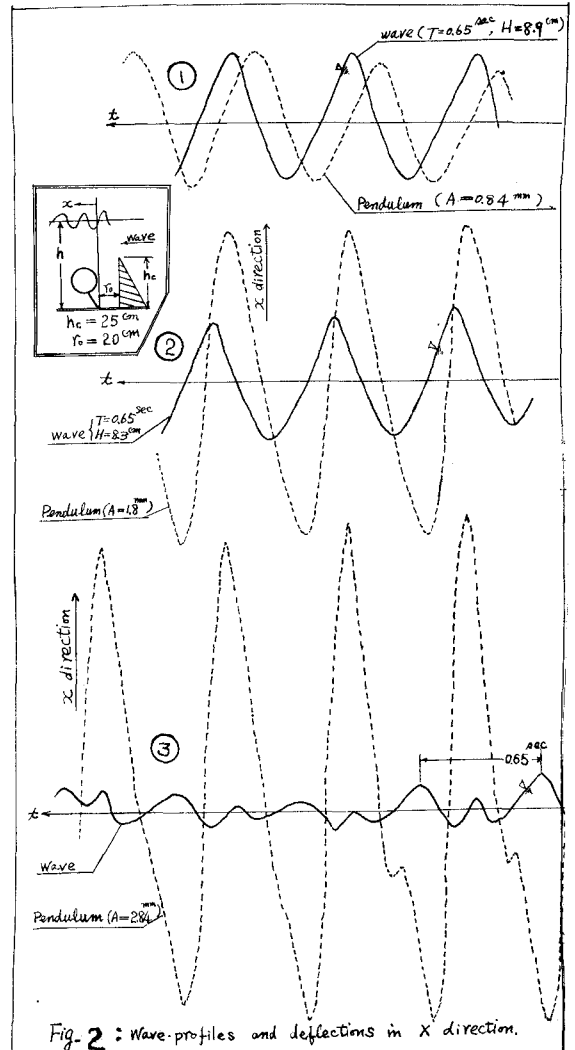


Fig. 2: Wave-profiles and deflections in X direction.

4. 水深や周期と一定にして γ_0 と変えた場合

この場合の実験結果を図-3に示めた。表-3と同様にして潜堤の効果を示めると表-4になる。

表-4 潜堤の効果 (γ_0 をかえた場合)

図番号	水深	h/h_c	γ_0	$T_{(x=0)}$	γ_0/h_c	H/H_0	A/A_0	H_0/L_0	摘要
①	30cm	0.833	7cm	0.90	0.28	0.48	0.33	0.05	三角堤
②	30cm	0.833	20cm	0.88	0.8	0.76	0.86	0.053	
③	30cm	0.833	70cm	0.89	2.8	0.59	0.68	0.053	

表-4によると、 $\gamma_0=20\text{cm}$ の場合が $\frac{H}{H_0}$, $\frac{A}{A_0}$ の値は最大になり潜堤の効果の小さい事を示す。このことは潜堤とおいた事によって、潜堤下流側の特定の位置の流体(波動)に超越になる衝撃とか、渦とかの特殊な作用が大きく影響したものと考えられる。

なお γ_0 と細かく測定すると、場所的に波高も振中も増減しているが本文では省略した。

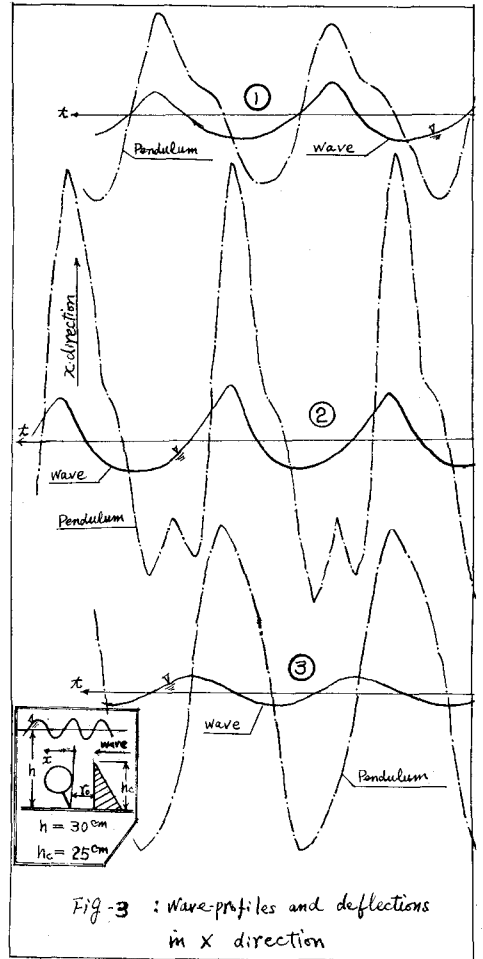


Fig-3 : Wave-profiles and deflections in x direction

5. 波高と球の振巾について

今まで主として波や振子の振動波形について簡単に調べたのであるが、ここでは波高や球の振巾が場所によってどのように変わるかと調べる。

5.1) 波高について

このことについて調べたものが図-4である。図によると、潜堤下流側の波は部分重複波の状態になっているように思う。

また図と表-2と比較すると γ_0 の位置によっては透過率が1以上になるものもあるが、このようなことについては、本間、堀川^①や前田ら^②も測定している。堀川らによると $h/h_c > 0.7$ になると、内水の水位は急昇すると述べている。また中村ら^③によると $\frac{h-h_c}{H_0} = 3 \sim 4$ のとき透過率は1以上になると述べているが、これらの問題も含め、潜堤の問題はまだ多くの未解決の点があるように思う。

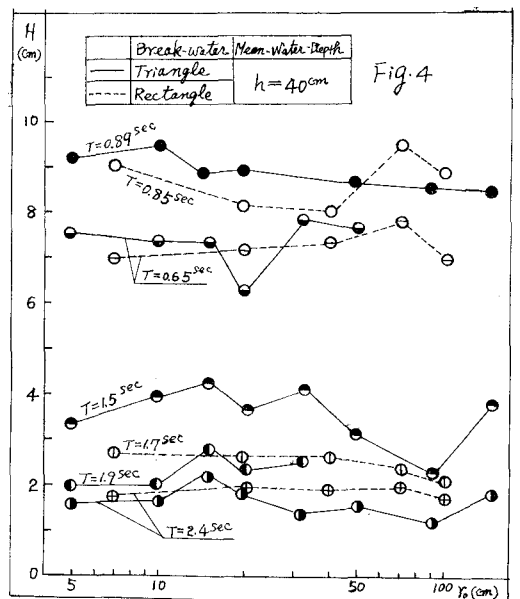


Fig. 4

5.2) 堤の振巾について

このことについて調べたものが、図5～図7である。図によると堤に充分近いときは振巾は小さいが、或る距離の所で最大の振巾になり、それ以上離れると振動しながら振巾は減少する傾向が見られる。

振巾の最大になる位置は、この図だけでは充分な判断が出来ないが、(2)の周期の)の)い程、水深の)の)い程堤の近くで発生している。

例えば、周期約0.65秒の時の三角堤の場合、 $h=30$, 40, 50cmに対し振巾が最大と思われる位置は、各々 $\eta_0=20$, 20~30, 40cm附近にある。このような現象がなぜあるかと考えると、

- ①、水面の周期的変動が場所異なる。
- ②、堤天端から渦が発生する。
- ③、越波による特殊な衝撃

などがその原因として考えられるが、充分に判断するまでには到らなかった。

6. 結び

以上の事から次のことが判断される。

- a) 潜堤下流側におかれた振子は潜堤から或る距離の所で最大の振巾になる。
- b) 波高dampingの効果は大きい場所でも振子の振巾は非常に大きくなる事がある。

