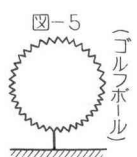
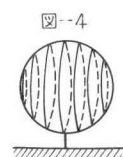
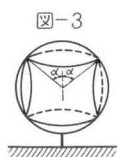
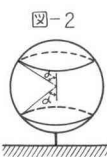
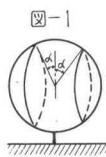


1. まえがき

海底に設置された構造物が表面波によってどのような影響を受けるかといった問題について、著者らは以前模型実験を行ない、その結果を報告した⁽¹⁾⁽²⁾。それによると、波の進行方向に直角方向の振動（前の論文ではY方向の振動と呼ぶことにしたので本論文でも同様の呼び方とする）が起り、その周期は波と同周期であるか、または波の周期の $\frac{1}{2}$ であるような規則的な振動であることが判明した。この論文は、おもにY方向の振動についてさらに実験を行ない、その振動の原因について実験的に考察しようとするものである。まず、振動の原因の一つとしては物体の背後に非対称に発生する渦（二次元の場合の左右交互に発生するKármán渦に相当する

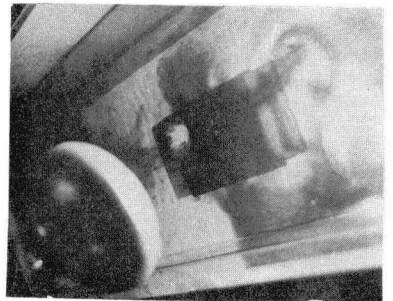


(ゴルフボール)

と考えられる。)によって物体が一次的に振動を生じ、さらにこの物体の動きが物体周囲の流れと変動させ振動を促進させるという、いわゆる流れと振動との相互作用も考えられる。流体と物体の相互作用については流体の媒介になる構造物の作用の中では最も重要な事であるとAllen T. Hjelmfelt⁽³⁾らは述べている。また振動の中では更に剥離突が周期的に移動する効果も考えられる。

このような振動防振の方法の一つとしては物体上において流れの剥離突を固定させることが考えられるが、著者らはこのようなことから本実験では図1～図4に示すように針金の輪と球に対称に取付けた場合の防振効果の実験、および図5に示すようなゴルフボールと使用した場合の実験を行なった。実験結果、防振効果が認められた。

写真2-1: 波動による球のまわりの流れ



2. 球の周りの流れの状況

過マンガン酸カリを使用して球のまわりの流れの状況を観測したものと写真1および写真2に示した。写真1は水路水深15.5cm, 水路巾40cm, 流量7.25 (l/s), Re数 6.7×10^4 の場合の定常流における状況である。図で流れの方向は右側から左側方向である。写真によると渦輪の発生および剥離突のだいたいの位置がわかる。

また写真2は水路長1.8m, 水路巾40cm, の小型造波水路に球径5.4cmのものと使用し表面波を与えた場合の流れの状況を水路下流端の斜め上から撮影したものである。

写真1: 定常流における球のまわりの流れの状況
 $h=15.5\text{cm}$, $D=5.35\text{cm}$
 $Re=6.7 \times 10^4$

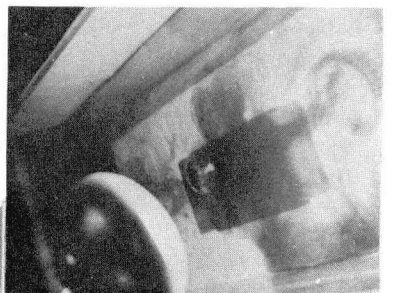


図6の進行方向は左側より右側の方向である。観測によると定常流の場合に対し剥離点は周期的に移動している。また定常流の場合のRe数とストロハル数(S)の関係と調べたものが図-6である。図の中で f_m は球の振動数と示すが、Re数が小さい所ではわずかながら振動数が一様でないの平均値で示した。またDは球径、 δ は水深から球の中に位置までの高さを示す。 δ の長さの次元としては球の振動振巾が球径(D)に比較して小さいので球径(D)を採用した。 U_m は球の中心位置における平均流速と示す図によると、ストロハル数は固有角振動数(ω)や球径(D)によって異なることがわかる。このことからKármán渦的ものの効果は少ないことが一応考えられる。

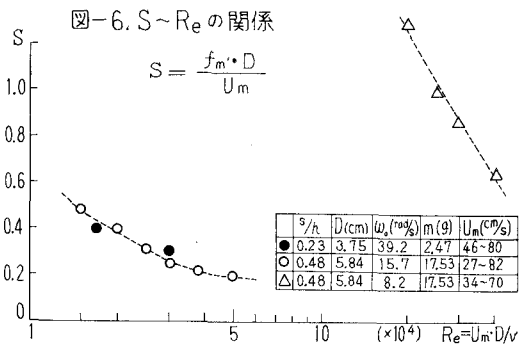


表-1. バネと球の諸元

No.		7	8	9	10	11	12	13
球径(D)	cm	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	4.12	3.75
球の質量	g	24.4	24.7	24.4	24.7	24.4	46.	24.7
仮想質量	g	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	18.15	13.8
防振輪の質量	g	0.148	0.148	0.148	0.148	0.236	—	0.35
輪の位置	°	52.7	52.7	57.3	57.3	52.7	—	—
板ばねの長さ	cm	10	10	10	10	10	7	7
板ばねの厚さ	mm	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
板ばねの巾	mm	10	10	10	10	10	10	10
ばね変位(y)	dyn/cm	$\times 10^4$	$\times 10^4$	$\times 10^4$	$\times 10^4$	$\times 10^4$	$\times 10^4$	$\times 10^4$
固有振動数(ω_0)	rad/s	12.25	22.8	12.25	22.4	12.25	16.6	24.7
減衰係数	g/s	47.3	37.9	27.5	41.8	43.0	65.5	—
水路水深(h)	cm	50	50	50	50	40	50	40
模型		図-1	図-1	図-2	図-2	図-3	図-5	図-4
摘要		水入れ	中空	水入れ	中空	水入れ	ゴルフボール	中空

また(●)印の実験ではRe数が 1.1×10^4 以下になると極めて不規則な振動としている。

3. 実験装置と実験方法

実験装置および実験方法は前の論文に紹介したので本文では省略する。たゞ防振のために取付けた輪は $\phi = 0.2^{mm}$ の銅線と二本に束ねたものでその輪の直径は図-1から図-3の模型はいずれも3cmであり、1箇の輪の重さは0.074gである。また図-4は $\phi = 0.2^{mm}$ の銅線と二本束ねたもので輪の直径は3.7cmが1箇と3.3cm、2.65cm、1.5cmが各々2箇である。図-5はゴルフボールである。以上の模型の板ばねと球の諸元を表-1に示した。

4. 実験結果

4-1. Y方向の外力

球に作用する外力に影響する主な物理量として次のものと仮定する。球の直径(D)、球の中心の水路底からの高さ(δ)、固有振動数(ω_0)、波の振動数(ω)、球の振動数(ω_s)、波高(H)、波長(L)、水深(h)、水の密度(ρ)、動粘性係数(ν)、球の変位(S)、そこで球に作用する外力とPとすると、Pの関数形は(1)式になる。

$$P = f(D, \delta, H, L, h, \rho, \nu, \omega, \omega_0, \omega_s, S) \quad (1)$$

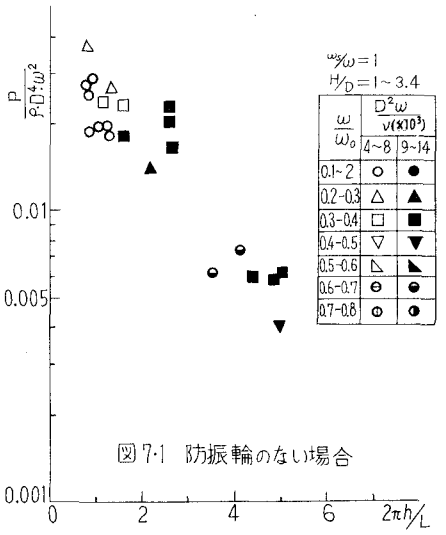


図-7.1 防振輪のない場合

独立変数に D, ρ, ω とえらんで次元解析とすると(2)式のような無次元式が得られる。

$$\frac{P}{\rho b^2 \omega^2} = \phi_1 \left(\frac{\omega}{\omega_0}, \frac{\omega_0}{\omega}, \frac{D^2 \omega}{V}, \frac{H}{D}, \frac{L}{D}, \frac{h}{D}, \frac{s}{D}, \frac{\rho}{D} \right) \quad (2)$$

(2)式の無次元量のうち使い易い形のものに変えると、

$$\frac{\rho}{D} = \phi_2 \left(\frac{\omega}{\omega_0}, \frac{\omega_0}{\omega}, \frac{D^2 \omega}{V}, \frac{L}{D}, \frac{H}{D}, \frac{h}{L}, \frac{s}{L}, \frac{P}{\rho D^2 \omega^2} \right) \quad (3)$$

式の中で $\omega/\omega_0, \rho/D$ は表-1から一定と考えさらに $\omega_0/\omega=1$ の場合だけについて考えると図-7.1のような実験結果が得られる。さらに防振輪のある場合も同様にして整理すると図7-2のようになる。図7-1は資料数の関係からパラメーター $(\frac{D^2 \omega}{V}, \frac{H}{D})$ と相当の範囲でプロットしたけれども比較的統一的な整理ができたとと思う。図7.1と図7.2と比較すると防振効果が相当にあることがわかる。つぎに図7.2を用いて、防振方法による効果と比較したものが図-8である。資料が少ないので充分ではないが、図によれば模型図4.5.3がもっとも効果がある。また $(\frac{D^2 \omega}{V})$ の値の大きい部分の外力について言えば、金体として図7-1とは逆の関係であり、このことから波長の異なる程防振効果の大きいことが判断される。

4-2. Y方向の変位

防振の効果の大きいと思われるときの実験No.13(模型図-4)の場合の一側と効果の小さいと思われるときの実験No.10(模型図-2)の場合の波形をそれぞれ図-9、図-10に示した。図-9では防振輪のために変位はほとんどなく、図-10でも約60%変位が減少している。つぎに波形のどのような位置で振動が起こるかといった事は重要なことだと考えるが、図-9で防振輪のある場合と見ると水面が上昇する時、レかも時期的には

$t=0, T, 2T, \dots$ といった時が可能性が強い。このことは他の実験でも云える。つぎに振巾の防振輪による効果について調べたものが図-11である。図-11では平均的に見ると50%程度の振巾減少がわかるであろう。つぎに模型別の防振効果について、図-8と同様の整理としたものが図-12である。

5. むすび

以上の実験結果と結論づけることは大変であるが次の事は云えると思う。

(1) 波動による球の剥離は時局

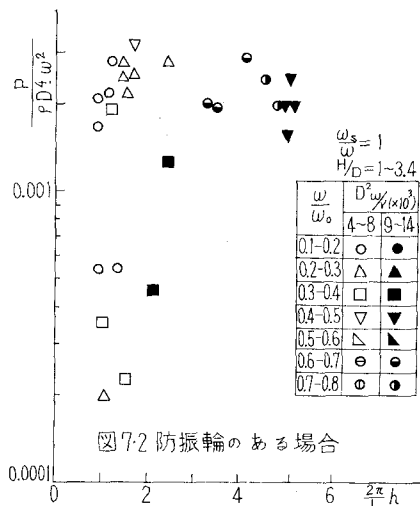


図7.2 防振輪のある場合

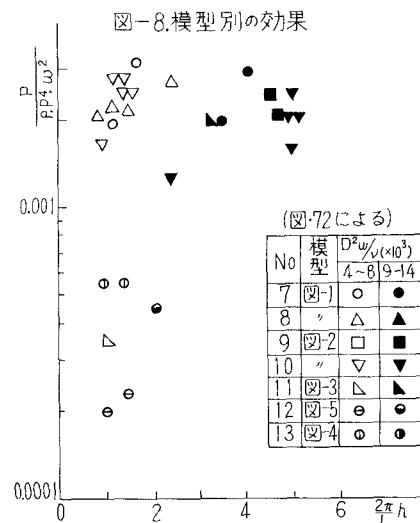


図-8. 模型別の効果

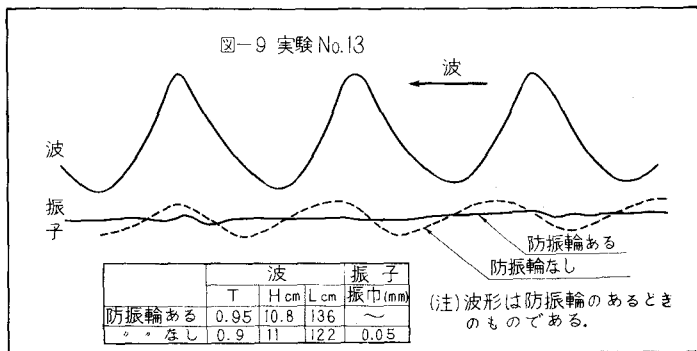


図-9 実験No.13

(注) 波形は防振輪のあるときのものである。

動に移動する。

(2) 剥離点を固定すると固定の仕方によってはY方向の振巾は減少する。

6. 補足

本論文では $\frac{\omega_s}{\omega} = 1$ の

場合と取扱い、前論文 {参考文献 1), 2)} では $\frac{\omega_s}{\omega} = 1, 2$ の場合だけでなくかつ振巾がほぼ一様の場合と取扱っているが、この他に $\frac{\omega_s}{\omega} = 3$ の場合もある。

しかし $\frac{\omega_s}{\omega} = 3$ の場合は極めて少ない。また極めて少ないが、振巾が時間と共に増減する、いわゆる「うなり」の現象も生じていることと附記する。

7. 参考文献

- (1) 波動による球の振動：才15回海岸工学講演会講演集 (1968). 椎貝博美, 河野二夫。
- (2) 表面波による球の運動について：才23回年次学術講演会概要集 (1968). 椎貝博美, 河野二夫。
- (3) Alex T. Hjelmfelt, A.M. ASCE, John F. Carney, III: Dynamic Response of A Restrained in Fluid., Proc. of ASCE, 1967.

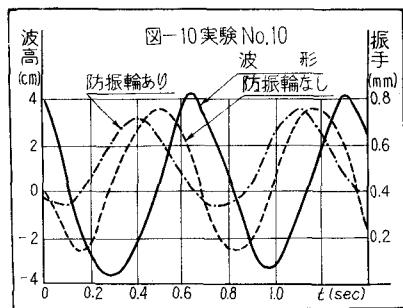
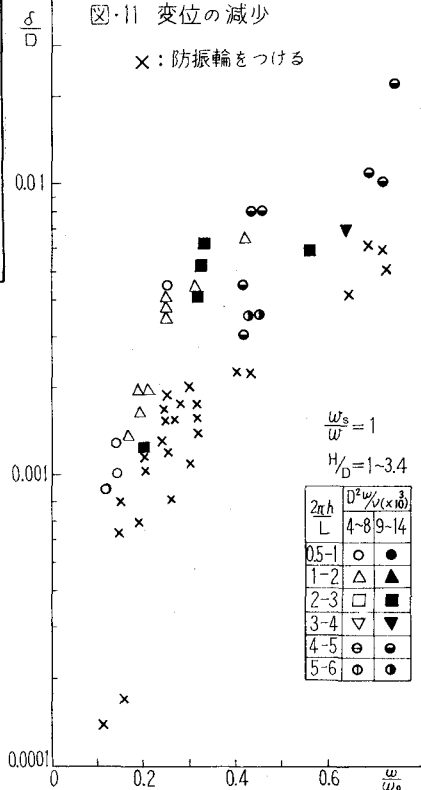


図-11 変位の減少

x: 防振輪をつける

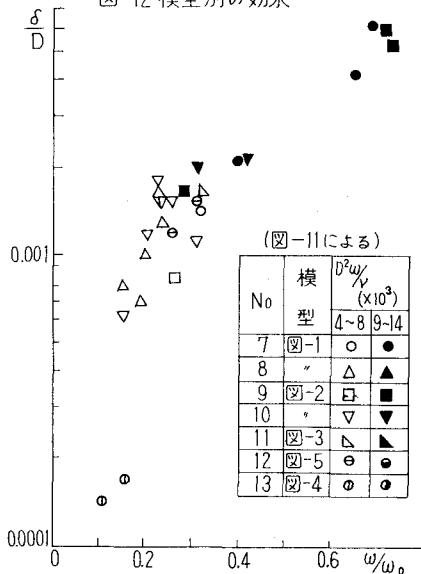


$$\frac{\omega_s}{\omega} = 1$$

$$H/D = 1-3.4$$

$\frac{2\pi h}{L}$	$\frac{D^2 \omega_s}{V} (\times 10^3)$
0.5-1	4-8 9-14
1-2	△ ▲
2-3	□ ■
3-4	▽ ▼
4-5	○ ●
5-6	○ ●

図-12 模型別の効果



(図-11による)

No.	模型	$\frac{D^2 \omega_s}{V} (\times 10^3)$
7	図-1	4-8 9-14
8	"	△ ▲
9	図-2	□ ■
10	"	▽ ▼
11	図-3	○ ●
12	図-5	○ ●
13	図-4	○ ●