

日本鋼管(株)

鈴木建治

正会員 吉田常松

〇植松幹夫

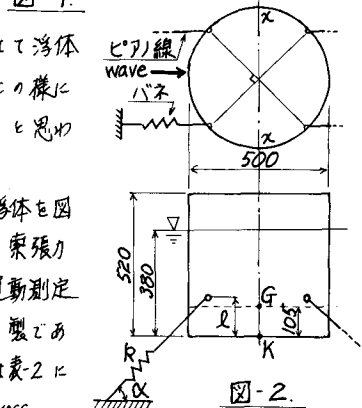
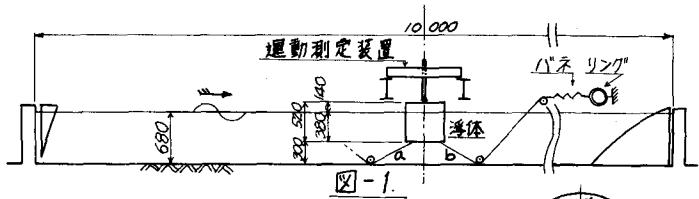
1. 前書 今日、海洋開発の進展に伴い海洋spaceの活用が広く望まれる様になったが、係留浮遊物体の挙動については未解決の分野が多く残されている。本研究は浮遊物体として円筒形浮体を選び、これ

をバネで係留した場合について、バネ定数、係留角、係留点等を変化させて浮体の動揺性能と係留索張力を求め、係留による効果を調べたものである。この様に簡略化した実験を行なう事により係留物体の基本的挙動が把握されるものと思われる。

2. 実験概要 水槽全体図を図-1に示す。水槽寸法は $5 \times 10 \times 0.75m$ である。浮体を図の様にバネとピアノ線で波進行方向と平行に4点係留し、端部リングにて索張力を測定した。また、浮体の動揺(heave, pitch, surge)は浮体上部に取付けた運動測定装置を用いて測定した。浮体の主要寸法を図-2、表-1に示す。浮体はaluminium製である。喫水(d)は係留しない時34cm、係留時38cm($d/D=0.76$)とした。実験項目は表-2に示した通り(1)係留角 α の変化として α を 20° から順次増し 90° (鉛直)、更に索をcrossして -20° まで行なった。(2)係留点 l の変化として、浮体の重心が $KG=10.5cm$ であるので、 l を0, 10.5, 21.0cmと変化させた。(3)バネ定数 k の変化として k を32.0(ピアノ線のみ)から0.8, 0.4, 0.2kg/cmと変化させた。尚、実験時の波高($=2J_a$)は約1cmであり、波周期は約0.6~1.3secである。計測項目は浮体のheaving, pitching及びsurging amplitudeと索張力である。

3. 結果と考察 (1)係留角と変化させた場合の実験結果を図-3-6に示す。紙面の関係上 $\alpha=20^\circ, 60^\circ, 90^\circ, -20^\circ$ を代表して載せた。図-3にheaveを示す。図中の Z_a/J_a はheaving amplitude Z_a と波高 J_a の比、 λ/D は波長と浮体の径 D の比である。また、矢印はheaveの固有周期位置を示す。図より α が増大するにつれてheaveが急減するの分かる。また同じ α では索をcrossした方が動揺が減少する事は興味深い。一般には固有周期と周調してpeak値が存在するが、本実験では明瞭なpeakが表れぬ。次に図-4にpitchを示す。図中 θ_a/KJ_a はpitching amplitude θ_a と波傾斜角 KJ_a の比を示す。 α によつて固有周期(矢印)が大きく変化し、 α の増大に伴いpitching角が減少しているの分かる。この場合、同じ α に於てcrossした時は、固有周期が大きく($\alpha=20^\circ$ で $\lambda/D=1.7$)なると同時に $\lambda/D < 4$ の短波長域に於て

はopen typeと比してpitching角が約半分減少している。但し別途測定した減衰定数はcrossの方が減少している($\alpha=20^\circ$ で $\lambda=0.12, \alpha=20^\circ$ で $\lambda=0.02$)crossに於けるpeak値はopenより増大する様である。図-5はsurge(x_a)を示すが、pitchの場合と同様の挙動を示している事が分かる。尚、図中の矢印はpitchの固有周期を示す。図-6は係留索 α (図-1)の張力(浮体前面の2本の索



径 D	50 cm
高さ	52 cm
重量	66.8 kg
重心位置 (KG)	10.5 cm
慣性モーメント I_{xx}	$2.01 \times 10^{-4} \text{ kg cm}^2$

表-1

	α (度)	l (cm)	k (kg/cm)	wave		喫水	水深
				T	J_a		
(1) 係留角の変化	20 30 45 60 90 -40° -30° -20°	0	0.8	0.6 1.3	約 0.5 cm	係留 38 cm 自由 34 cm	68 cm
(2) 係留点の変化	30	0 10.5 21.0	0.8				
(3) バネ定数の変化	30	0	32.0 0.8 0.4 0.2				

* CROSS ** ピアノ線のみ

表-2

にのり変動張力の平均)をplotしたものである。図中 F/Ja は索張力 F と波高の比である。浮体の動揺の場合と同様に、 α が増大するにつれて索張力も急減する傾向を示し、更にcrossした場合はopenよりも大巾に減少している事が分かる。図中矢印はpitchの固有周期を示した。尚、ここでは図を省略したが、浮体後面の索張力についても同様の傾向を示している。以上より今回の実験の範囲に於ては索をcrossする事が浮体の動揺及び索張力入为大の効果を及ぼす事が判明した。(2)係留点を变化させた場合の実験結果を図-7, 8に示す。係留点と重心の比は $l/Kg=0, 1.0, 2.0$ である。図-7はpitch, 図-8はsurgeを示す。図より、係留点を浮体底面から順次上へ上げると、 $\lambda/D < 4$ の範囲に於てはpitch, surge共に揺れが減少していくという傾向を示している。しかしながら、固有周期に同調するpeak値を比較すれば、係留点を重心位置に置くとpeakは減少し係留位置による効果が認められるが、係留点を更に重心より高くすると、固有周期が伸び($l=21.0\text{cm}$ の時のpitchの固有周期は λ/D で6.9) pitch, surge共にpeak値は大きくなり、ゆくと考えられる。尚、heaveの測定結果は l の変化によっても明瞭な変化が生ぜず、かつ動揺量も微小であったためグラフ化を省略した。(3)バネ定数を変化させた場合の実験結果を図-9~11に示す。

$k=32\text{kg/cm}$ は係留索末端に付属のバネをはずし、ピアノ線のみ(約5m)の場合である。今回の実験では索張力が小さい為(約1~2kg/本) $k=32\sim 0.4\text{kg/cm}$ ではバネ定数の変化による影響は認められなかった。 $k=0.2\text{kg/cm}$ の場合には(図中x印)、heaveは k が減少する事によって全般的に増大する傾向を示し、また、pitch及びsurgeについては $\lambda/D > 2.5$ に於て急激に揺れが減少するという興味深い結果を示した。

3. 結言 本研究は円筒形浮体を用いて、種々係留方式を変化させた場合の、係留による効果を調べたものであるが、 λ/D が約4以下の短波長域に於ては係留角度を増加させる程、また、係留点を重心位置に置く程係留効果が大きくなる事が分かった。特に、係留索をcrossした時の効果は多大である。

尚、本研究は運輸省船舶技術研究所海洋開発工学部の係留水槽を借用して行なったものであり、実験実施に当り、工学部長以下職員の方々の多大の助言と便宜を頂き、ここに深く感謝の意を表します。

