

東海大学

° P.S.RENUKARADHYA

東海大学 正員

長崎 作治

1. 概要 近年、係留ラインが沖合で種々に挙動する浮遊構造物に、広く用いられているために、係留ラインの設計は、特に重要な意味を持つ。波浪、風、潮流などの環境外力によって生じる漂流力は、係留ラインの設計に影響をおよぼす。この漂流力、特に浅海における波漂流力の算出は、浅海影響、質量輸送による影響、構造物の喫水影響などにより、非常に困難である。現在では、深海における波漂流力の研究は十分になされているが、浅海における波漂流力についての研究は十分とはいえない。本文では長方形浮遊構造物が浅海および深海において、構造物の喫水深を変化させた場合の規則波による波漂流力の理論値と実験値を比較し、浅海における漂流力へのさまざまな影響を検討した。

2. 理論的背景 浅海における波漂流力 F_0 は、次式で示される。 $F_0 = \rho g C_d^2 \left(\frac{H}{2}\right)^2 B \dots (1)$ ここで F_0 : 波漂流力、 k : 波数 ($2\pi/\lambda$)、 n : $n = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2.4 \rho L}{51 \pi k (2kL)} \right]$ より与えられる浅海影響、 L : 波長、 h : 平均海面下の水深、 ρ : 水の密度、 g : 重力加速度、 C_d^2 : 漂流力係数、 $\frac{H}{2}$: 入射波振幅、 B : 波の進行方向と直交する構造物の幅。水深 h が無限大のとき、 n は $1/2$ となり、(1)式は、 $F_0 = \frac{1}{2} \rho g \left(\frac{H}{2}\right)^2 B \dots (2)$ となる。漂流力係数 C_d^2 は反射係数とも呼ばれ ($C_d^2 = \cos^2(\epsilon_2 - \epsilon_x)$)、(3)の式を用いることにより理論的に算出される。ここで、 ϵ_2 はヒービングと入射波との位相差であり、 ϵ_x はサージングと入射波との位相差を示している。この二つの位相差 ϵ_2 と ϵ_x は、井島

Table 1: Salient features of model study

Model scale	1/100	
Water depths (cm)	110 (deep)	40 (shallow)
Model drafts (cm)	20	30
Model weight (kg)	98.40	147.30
Natural period (sec)		
Roll	1.32	1.40
Heave	1.59	2.00
GM (cm)	11.70	13.20

教授の方法からも求まる。この方法は浮体のまわりの水域を任意に区分し、Laplaceの方程式を、それぞれの境界条件を満足させることにより、各々の速度ポテンシャルが得られる。これらの速度ポテンシャルを用い、浮体の表面に作用する応力を積分すれば、流体力学的諸係数が得られ、位相差 ϵ_2 と ϵ_x は、Haskindの公式より求まる。

3. 実験 本実験は、東海大学海洋学部の造波水槽及び平面水槽で、長方形モデル (98 cm X 50 cm X 60 cm) を用い、喫水深は 20 cm、30 cm とし、水深は 40 cm、110 cm とした。なお、モデルの諸特性を表-1に示す。

漂流力係数は波漂流力を直接測定する方法と、位相差 ϵ_2 と ϵ_x を測定することによりそれぞれ求めた。本実験では、波漂流力を直接測定するのに、スプリングと接続された水没したブリーチシステムを使い、波浪進行方向と反対方向においたウェイトで、作用力を釣り合わせるこゝによって測定した。また、サージングとヒービングをモデルの重心位置に加速度計を取り付け、オシログラフに記録させ、その位相差を読みとった。

4. 考察 図-1は kA (波数 ω/g と波進行方向におけるモデルの幅の半分 $B/2$ との積) と深海における喫水深 20 cm の場合の漂流力係数との関係を示したものであり、実験波漂流力と、ヒービングとサージングの間の位相差

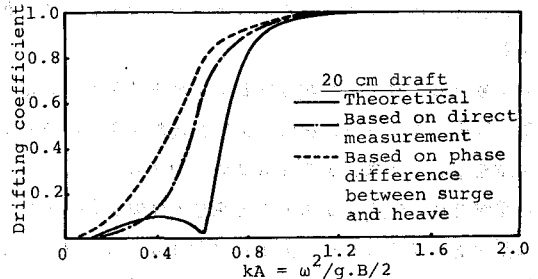


Fig.1: Relation between kA and drifting coefficient in deep water

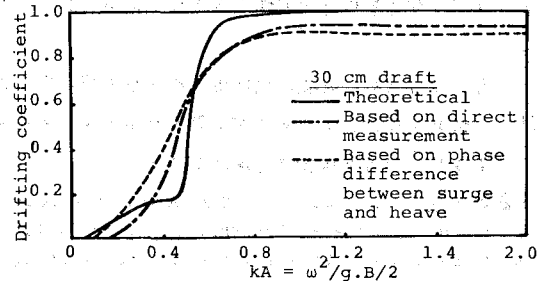


Fig.2: Relation between kA and drifting coefficient in deep water

から計算された2つの漂流力係数の実験値と理論計算値とは、良く一致している。

図-2は深海における喫水深30 cmの場合を示したものであり、ここでも理論値と実験値は良く一致している。また、漂流力係数は波長2 m以上になると急激に増加し、波長が短くなるにしたがい、喫水深20 cmの場合とおなじく1.0に近づいていく。

図-3は浅海における喫水深20 cmの場合の関係を示したものである。ここでは、波長が2 m以上になると、実験値は理論値を上回り、波長が短くなるにつれて理論値の方が実験値よりも大きくなる。漂流力係数は波長が約1.8 mのとき、理論計算値では1.2近くになるが、波長が短くなるにしたがい徐々に減少し、1.0に近づく。波長1.8 m以下の場合は理論計算による漂流力が大きく示される。喫水深が30 cmに増加すると漂流力係数の実験値は波長4 m以上の場合1.0から0まで減少し4 m以下では約0.8でほぼ一定となる。理論計算値は波長4 m以上では過小に、2 m以下では過大に評価される。波長4 m以下ではモデル喫水深が10 cm増せば漂流力係数は平均0.8から0.7に減少し、なお、浅海影響によるものと思われるが図-6では深海と浅海との漂流力係数のひらきが大きく示された。

5. 結論 (1) 実験漂流力から計算した漂流力係数とサージングとヒービングの位相差から求めた係数とはよく一致する。

(2) 深海では、漂流力係数は波長2 m以下では1.0に近づき、波長が長くなるに伴ない急激に増加する。(3)式による理論値と2方法による実験値は一致する。

(3) 浅海では、波長2 m以下での漂流力係数は約0.8で、波長が長くなるに伴ない急激に増加する。2方法による実験値と(3)式による理論値は一致せず、喫水の増加に伴ない浅水及び質量輸送の影響が大きくなる傾向が示された。

(4) 浅海、深海とも、波長が構造物の長さの4倍以下では漂流力係数はほぼ1.0であるが、波長が構造物の4倍以上になると、漂流力係数は急速に0に近づく。

6. 参考文献 (1) Maruo, H - The drift of a body floating on waves - J. of Ship Research, Vol.4, No.3, Dec.1960. (2) Tasai, F - On the drifting force for cylinders on waves (in Japanese), Kansai Zosen Kyokai, No.152, March 1974.

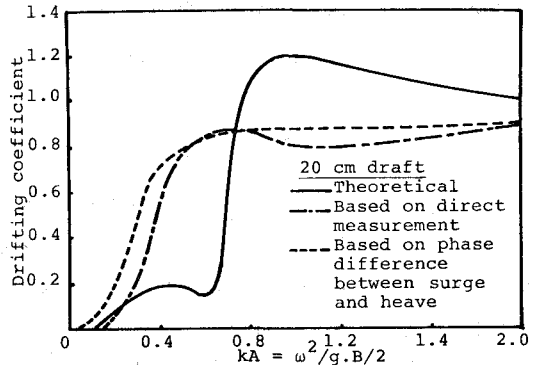


Fig.3: Relation between kA and drifting coefficient in shallow water

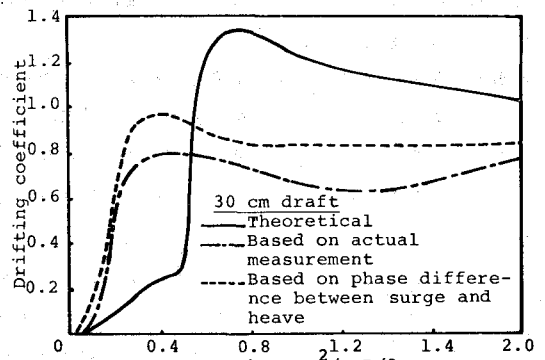


Fig.4: Relation between kA and drifting coefficient in shallow water

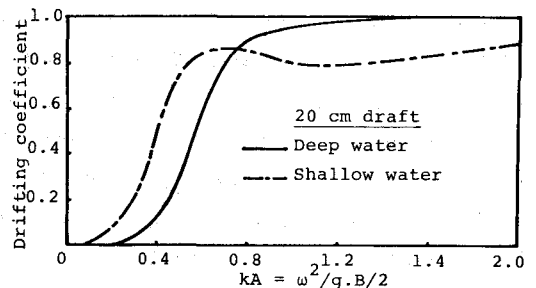


Fig.5: Comparison of relations between kA and drifting coefficient in deep and shallow waters

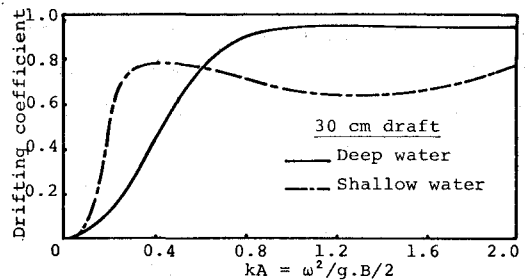


Fig.6: Comparison of relations between kA and drifting coefficient in deep and shallow waters