曳縄釣用板状潜入板の力学的特性

磯 打 登・川上太左英

(京都大学農学部水産学教室)

Mechanical Characteristics of Plate Depressors for Trolling.

Noboru ISOUTI and Tasae KAWAKAMI

With the purpose of determining the mechanical characteristics of trolling depressors, a series of experiments on plate depressors has been carried out in a water tank. From the equations (1) - (4) representing the balancing of the plate and the results obtained by the experiments, the drag coefficient C_D , the lift coefficient C_L , the moment coefficient C_M , the distance, a , from the front edge of the plate to the point through which the hydrodynamic pressure acts, and the direction of the pressure were determined. The results were plotted against the angle, α , of attack in Figs. 3-4. Although a few differences among the characteristic curves of these plates is seen, a remarkable increase in the value of C_M , with the decrease of tapering angle at the bow can be noticed. This fact may increase the stability of the depressor in its working condition.

曳縄釣において漁獲深度を最も有効に調節するには潜入板の力学的特性を明かにする必要がある。本報では平板状潜入板の力学的特性について得られた結果を報告する。

Fig. 1 は長さ C の板がその中心線上において前縁よりの距離 b の糸目につけられた 1 本の曳縄によつて曳航されている状態を示す。図において T は糸にかゝる張力、 W は前端につけられた重りを含めた平板の空気中の重量、 B はその浮力、 P は前端より距離 a の位置に働く水の圧力、 α は板の迎角で、 θ は糸の水平方向に対する傾角、 r は重心と浮心との間の距離、 S は板の面積とする。簡単のために W と B とが釣合うような板を考えれば、板に働く力の水平、鉛直方向及びモーメントの釣合は次式によつて表わされる。

$$T \cos \theta = C_D \frac{\rho U^2}{2} S \quad (1)$$

$$T \sin \theta = C_L \frac{\rho U^2}{2} S \quad (2)$$

$$\frac{W}{T} = \frac{a-b}{r} (\tan \alpha + \tan \theta) \cos \theta \quad (3)$$

ここで C_D 及び C_L は板の抗力及び揚力係数、 ρ は水の密度、 u は曳航速度である。モーメント係数 C_M については

$$\frac{a}{c} = C_M \frac{\rho u^2}{2} \cdot S \cdot \frac{1}{T \sin(\alpha + \theta)} \quad (4)$$

のように定義される。以上の式において T , u , θ , α , の各値が実験的に与えられると、 C_D , C_L , C_M 及び a がそれぞれ (1), (2), (4), (3) 式から求められる。

実 験

実験には面積を 100 cm^2 に、厚さを 5 mm に一定にした木製平板を使用した。形状は Fig. 2 に示すような 5 種類を選び、糸目はそれぞれ図示の位置に設けた。

Fig. 1. Showing the equilibrium state of a depressor plate.

Fig. 2. Shape of the depressor plate examined. SD : Side plate, AP : Attaching point.

実験に際して板の表面の性質をなるべく均等にするために材料の吸水を防ぐために、表面に白色ラッカーを数回塗付し、実験中の不規則な横揺れを防止するために厚さ 1 mm の硬質セルロイド製端板 (43×25mm, 21×25 mm) を両側に 2 枚ずつとりつけた。糸としては直径 0.5 mm のビニロン糸を使用した。実験は当教室の回流式水槽において糸目の位置と流速 u とを順次かえて行はれた。張力の測定には最小目盛 1 g のバネ秤を、角度の測定には最小目盛 1° の傾斜計を製作使用した。板の長さ C を長さの次元にとつた板の REYNOLD'S 数は $2 \sim 7 \times 10^4$ の範囲であつた。

結果と考察

実測値を (1), (2), (4) 式に代入して, C_D , C_L , C_M について各板, を計算した。それらの値と迎角 α との関係を示せば Fig. 3. の通りである。先ず C_D , C_L , C_M 曲線についてみると, C_D , C_L は各板とも同じような傾向をもち, C_D の最大値はどの板でも 1.00~1.05 で迎角 35°~45° の範囲内にある。 C_M 曲線は板 [1] (以下板 [1] を [1] で表わす) にみられるような直線状態から板の先端がとがるに従つ

Fig. 3. Values of C_D , C_L , C_M vs. the angle α of attack. $\circ$: C_D , Δ : C_L , $\square$: C_M .

て次第に上に凸になる傾向があり、迎角 30° 以下の範囲において C_D 曲線に漸次接近し、〔3〕、〔4〕、〔5〕では迎角 20° 以下ではほぼ C_D 曲線に重なることがみられる。従つて単なる平板の場合、その抗力と揚力との係数は板の前縁の平面的な形状によつて左右されることなく大体同一とみなされる。これに反しモーメント係数は板の先端がとがるに従つて〔1〕から〔3〕までは比較的是つきりと増加の傾向を示し、それ以上の板では殆んどその変化が認められない。 C_M が比較的大きいということは一般に板が流水中にある場合、より大きいモーメントが板に働いて釣合うために曳航状態においてより安定した状態を保ち得るということであろう。この事実は実験中も観察されたことであつて〔3〕、〔4〕、〔5〕等は〔1〕、〔2〕にくらべてはるかに安定した状態にあるようにみえた。

迎角 α のときの板の受ける圧力の係数を C_P 、 $\alpha=90^\circ$ のときのそれを $C_{P'}$ とすれば、 $C_P/C_{P'}$ と α との関係はどの板でも近似的には Fig. 4 の如く RAYLEIGH の式¹⁾

$$\frac{C_P}{C_{P'}} = \frac{\sin \alpha}{0.56 + 0.44 \sin \alpha} \quad (5)$$

に従うことが知れた。念のために、上式を

$$\frac{C_P}{C_{P'}} = \frac{\sin \alpha}{(1-A) + A \sin \alpha} \quad (6)$$

と書き A と $C_{P'}$ とを実測値を用いて求めると Table 1 の如くである。

次に (3) 式から各板について a/c を計算によつて求め、それと迎角 α との関係を図 5 に示す。図において作用点は迎角の増大とともにいずれもほぼ直線的に後方に移動することがみられる。矩形の平板の場合には作用点は板の中心より前方にあつて $\alpha=90^\circ$ の時は板の中心に一致する筈であるが、板の先端がとがるに従つて作用点は板の中心を越えて後方に移動する。即ち〔2〕～〔5〕では板全体の幾何学的重心をも越えるようにみえる。又理論式¹⁾

$$\frac{a}{c} = \frac{1}{2} - \frac{3}{4} \cdot \frac{\cos \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \quad (7)$$

から得られる作用点の移動の模様を〔1〕について示すと、無視出来ない差が認められる。

板の浮力と重力とが完全に釣合っているとすれば糸の張力 T と板の受ける水の動圧 P の方向とは平行になり、板と P との

Fig. 4. $C_P/C_{P'}$ vs. angle α . Thick line denotes Rayleigh's theoretical curve.

Table — 1 —

plate	〔1〕	〔2〕	〔3〕	〔4〕	〔5〕
A	0.390	0.350	0.363	0.468	0.485
$C_{P'}$	1.68	1.68	1.83	1.66	1.72

Fig. 5. The shift of the center of pressure and the variation of the direction of pressure according to the variation of attack angle.

なす角は $\alpha + \theta$ で表はされる。よつて $\alpha + \theta$ と α との関係を Fig. 5 に示す。これによると α が 40° 以上では P は板に垂直に働くものとみなしてもよいが、 α がこれより小さくなると P は幾分流れの方向に傾く傾向がうかがわれる。本研究費の一部は文部省科学研究費によつたものである。

文 献

- 1) 田内森三郎: “水産物理学” 1 版, 朝倉書店東京, (1949) PP. 50~52.