

ブラケットを取り付けた円型オッターボードの揚抗特性

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	梨本, 勝昭 山本, 勝太郎 林, 俊辰
巻/号	55巻11号
掲載ページ	p. 1915-1919
発行年月	1989年11月

ブラケットを取り付けた円型オッターボードの揚抗特性*1

林 俊辰, 梨本勝昭, 山本勝太郎

(1989年7月5日受付)

Hydrodynamic Characteristics of Lift and Drag of Saucer-Shaped Otter Boards Attached with Appendages

Jiun-Chern Lin,*2 Katsuaki Nashimoto,*2 and Katsutarō Yamamoto*2

The characteristics of lift and drag of the saucer-shaped otter board were studied using models with five kinds of cambers (0, 5, 10, 15, 20%). The models attached with appendages were rigged for an attack angle of between 0° and 30° and for an inward heel angle of between 0° and 10° at 5-degree intervals. The horizontal lift, drag and moment were measured by a three-component load cell in a circulating test tank. The lift and drag coefficients, lift-drag ratio and coefficient of pressure centre were then calculated.

Only from the mean lift-drag ratio which was narrowly defined and calculated using the width of 5° on both sides of the attack angle at the maximum lift-drag ratio for all models, it was difficult to evaluate the efficiency of the otter boards because the variation of the mean lift-drag ratio at given different cambers was not significant. Therefore we judged the stability of the otter boards both from the width of attack angle at 75% of the maximum lift-drag ratio and from the coefficient of pressure centre. As a result, the otter boards with cambers of between 15% and 18% and with an attack angle of between 10° and 30° were stable and better than the others.

前報¹⁾では、ブラケットなどの付属品を取り付けない単純化した円型オッターボードの模型を使用してヒールアングルと迎角を同時に変化させた場合のキャンバーの違いによる揚力係数、抗力係数、揚抗比および圧力中心係数を求め、円型オッターボードの基本的な性能と安定性について検討した。

しかし、実際の操業には、ブラケット、沓金などの付属品を円型オッターボードに装着し使用している。従って、これらの付属品を取り付けた実際操業時の円型オッターボードの性能と安定性について明らかにする必要がある。本研究では、ブラケットなどの付属品を取り付けた場合の円型オッターボード模型についてヒールアングルと迎角を変化させて、揚力係数、抗力係数、揚抗比および圧力中心係数を求め、その特性を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

測定に使用した円型オッターボード模型は前報¹⁾で使用した単純化模型と同じであるが、付属品を装着するために厚さ 1 mm、幅 25 mm の鉄板で十字形に両面を補

強し、直径 6 mm、長さ 178 mm の鉄棒で製作したブラケットを模型の中央部に、また水中重量 324 g の鉛板で作った沓金を模型の下端に固定した。ブラケットの大きさ、沓金の長さ、オッターボード模型の大きさは小山および大場²⁾の研究を参考にして実物の四分の一に縮小し、模型の直径を 27.1 cm とした。実験にはこのブラケットと沓金を取り付けたキャンバーが 0, 5, 10, 15, 20% の円型オッターボード模型を使用した。キャンバーが 15% の模型の設計図を代表例として Fig. 1 に示す。測定は北海道大学水産学部の大規模回流水槽を使用して行った。ブラケットなどの付属品を装着しなかった前報¹⁾の結果と比較するために、流速を 45 cm/s とし、この流速についてのみ実験を行った。測定装置は前報¹⁾と同じものを使用した。すなわち、雲台を三分力検力計に固定し、その下端に長さ 94 cm の鉄棒を取り付け、さらにこの下端に長さ 10 cm の短い鉄棒を L 型に溶接し、この先端に円型オッターボード模型を固定した。円型オッターボード模型の中心はヒールアングルが変化しても、常に水深 34 cm になるように調整した。また、流速計は模型中心と同じ水深に保持し、横側へ 65 cm 離して設置した。

*1 円型オッターボードの流体力学的研究—III (Hydrodynamics of Saucer-Shaped Otter Boards—III).

平成元年度日本水産学会春季大会 (東京) において口頭発表した。

*2 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate 041, Japan).

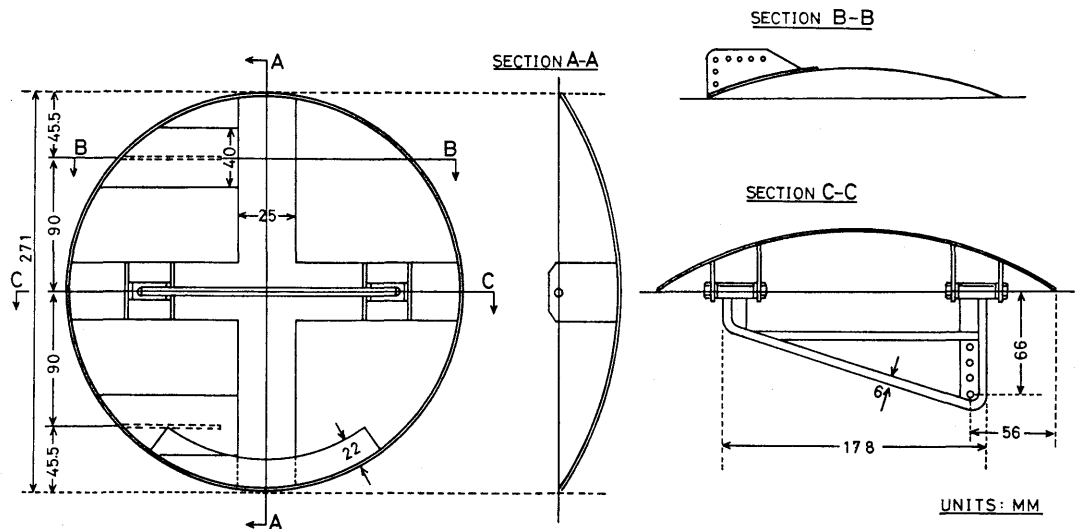


Fig. 1. General arrangement of the saucer-shaped otter board with a camber of 15 per cent.

各模型とも、内方のヒールアングルを 0~10° まで、また迎角を 0~30° までそれぞれ 5° ずつ変化させた。模型に作用する抗力、揚力およびモーメントを三分力検力計で測定した。なお、迎角およびヒールアングルごとに支持棒の抗力、揚力を取り除いて測定値とした。実験時の水温は 4~6°C の範囲であった。

結果と考察

揚力係数、抗力係数 揚力係数 C_L と抗力係数 C_D は次の式から求めた。

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad (1)$$

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad (2)$$

ここに、 ρ は水の密度 ($\text{kgw} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$)、 S はオッターボードの最大投影面積 (m^2)、 V は流速 (m/s)、 L は揚力 (kgw)、 D は抗力 (kgw) である。

キャンパー 15% の円型オッターボードについて、ヒールアングルが 5° の時の揚力係数および抗力係数と迎角との関係を前報¹⁾ のブラケットを取り付けなかった時の結果と比較して示したのが Fig. 2 である。同図から明らかのように、揚力係数はブラケットを取り付けた場合の方が取り付けなかった場合よりも小さくなる傾向を示す。FAO の調査では、ブラケットを取り付けた模型平板のオッターボードの揚力係数はブラケットを取り付けなかった場合より小さくなる事が報告されている。²⁾ 本研究で得た結果も同じ傾向が見られる。また、抗力係数は取り付けなかった場合とほぼ同じ値となる。これらの揚力係数、抗力係数の傾向は、測定したキャンパーの

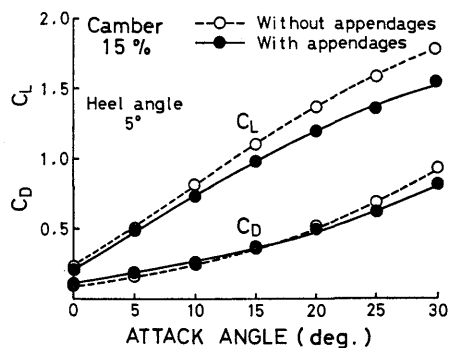


Fig. 2. Relationship between lift coefficient (C_L), drag coefficient (C_D) and attack angle for the otter board of 15 per cent camber attached with and without appendages at a heel angle of 5 degree.

異なる他のオッターボードでも同じようにみられた。ブラケットと沓金を付けた円型オッターボードの揚抗特性、性能と安定性について以下に検討する。

揚抗比 ブラケットを取り付けた円型オッターボードのヒールアングルの違いによる揚抗比をキャンパー別に示したのが Fig. 3 である。図から、揚抗比が最大を示すヒールアングルはキャンパーが 5, 10% の時では 5°, キャンパーが 15% では 10°, キャンパーが 20% では 0° であった。この中、揚抗比はキャンパーが 5% のものが最も大きく、前報¹⁾ のブラケットを取り付けなかった場合と同じ結果が得られた。また、揚抗比はキャンパーが 5% のオッターボードではヒールアングルによる違いが明瞭であるが、キャンパーが 10, 15, 20% のオッターボードでは迎角が 10° 以上になると、ヒールアングルの違

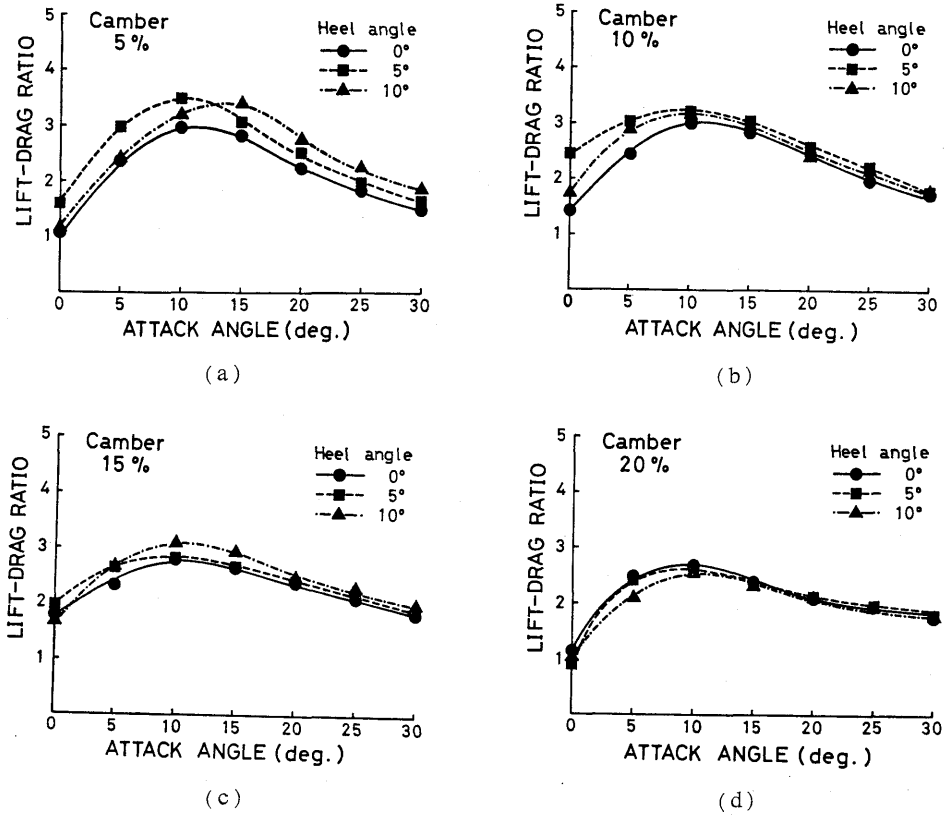


Fig. 3. Relationship between lift-drag ratio and attack angle for the otter boards with cambers ranged from 5 to 20 per cent attached with appendages and at a heel angle from 0 to 10 degrees.

いによる著しい差は認められなかった。

性能と安定性 従来、オッターボードの性能判定は最大揚抗比だけに注目して行われてきたが、実際の使用に際し迎角は変化するから、一定迎角範囲における平均揚抗比を考慮してオッターボードの性能について考える必要がある。そこで、前報¹⁾と同じ方法で最大揚抗比を与える迎角の前後に迎角の変位幅を10°にしてこの迎角範囲内の平均揚抗比 R_m を求め、ブラケットを取り付けた場合の円型オッターボードの性能を検討した。ヒールアングルの違いによる平均揚抗比 R_m とキャンパーとの関係性を求め示したのが Fig. 4 である。同図にはブラケットを取り付けない場合についても同時に描いた。図から明らかのように、平均揚抗比はブラケットを取り付けた場合よりブラケットを取り付けた場合の方が小さく、キャンパーに対する変化も小さくなるが、幾分上に凸になる傾向が見られ、キャンパーが 5~7.5% の付近で最大値を示す。

一定の揚抗比以上を保持し得る迎角範囲が大きい程オッターボードの安定性がよいものと判断できる。このことから前報¹⁾の方法と同様にして、揚抗比と迎角との

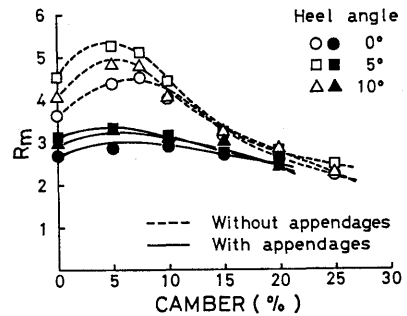


Fig. 4. Relationship between the mean lift-drag ratio (R_m) within 5 degrees on each side of the attack angle at the maximum lift-drag ratio and camber for the otter boards attached with and without appendages at a heel angle from 0 to 10 degrees.

関係を表わす実験曲線を使って最大揚抗比の 75% を示す迎角 α と α' から迎角範囲の大きさ A_w を $A_w = \alpha' - \alpha$ として算出した。迎角範囲 A_w とキャンパーとの関係を整理し Fig. 5 に示す。 A_w はブラケットを取り付

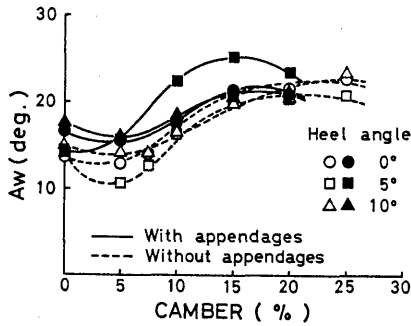


Fig. 5. Relationship between the width of attack angle at 75 per cent of maximum lift-drag ratio (A_w) and camber for the otter boards attached with and without appendages at a heel angle from 0 to 10 degrees.

けた場合の方が取り付けなかった場合よりも全体的に大きくなる傾向を示し、また最大となるキャンバーの値は小さい方へずれ、キャンバーが 15~18% の付近 (ヒールアングルが 0° で約 17%, 5° で約 15%, 10° で約 18%) で最大となる。この中、ヒールアングルが 5°, キャンバーが 15% の時の A_w 値が最も大きい。このことから、キャンバーが 15~18% のオッターボードの安定性が一番よいものと推定できる。

圧力中心係数 ここで使用した三分力検力計は水平の揚力 L , 抗力 D および検力計の中心軸回りのモーメントしか測定できない。ヒールアングルが生じた時の圧力中心位置を求めるには、抗力、揚力と直交する方向の力をもう一つ測定しなければならない。従って、本研究ではヒールアングルが 0° の時の圧力中心係数だけについて論議する。

圧力中心係数と迎角との関係を Fig. 6 に示す。キャンバーが 0% のものを除けばどのキャンバーも迎角が 0~10° までの範囲では圧力中心係数の変化が大きく、迎角が 10° 以上になると圧力中心係数の変動が小さくなる。また、圧力中心係数は一部逆転しているところもみられるが、大略キャンバーの大きいもの程大きい値を示す。キャンバーが 0% のオッターボードの圧力中心係数は他のキャンバーと異なり、迎角の増加にともなわず少しずつ大きくなるが、その値は 5 種類のキャンバーの中で最も小さい。

迎角の広い範囲にわたって圧力中心位置の変動が少ない程オッターボードの安定性がよいと考えられる。本研究では、最大揚抗比を示す迎角の前後 5° の範囲の圧力中心係数の平均値とこの平均値からの圧力中心係数曲線のずれを偏差として変動係数を求め、この変動係数とキャンバーとの関係を示したのが Fig. 7 である。図から明らかなように、キャンバーが変化しても圧力中心の変

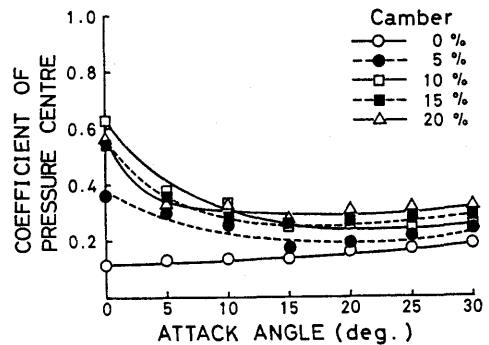


Fig. 6. Relationship between the coefficient of pressure centre and attack angle for the otter boards with cambers ranged from 0 to 20 per cent attached with appendages at a heel angle of zero degree.

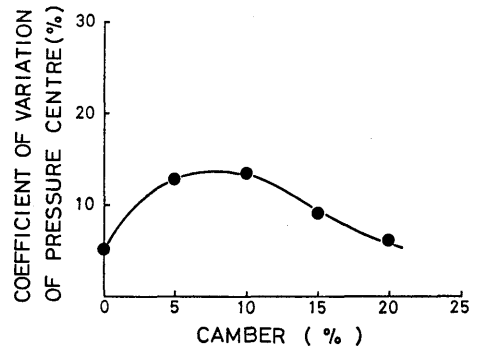


Fig. 7. Relationship between the coefficient of variation of pressure centre within 5 degrees on each side of the attack angle at the maximum lift-drag ratio and camber for the otter boards attached with appendages.

動係数は 10% 前後以下であり、圧力中心位置の変動は小さく、どのキャンバーのオッターボードの安定性も大差ないものと判断される。従って、Fig. 6 から迎角が 10° 以上になると圧力中心係数の変動が小さいことから、迎角が 10° 以上であれば円型オッターボードの安定性はよいものと考えられる。

小山ら⁴⁾はキャンバーが 10% の付属品を取り付けた縦型湾曲単板オッターボードを使用して網具を装着し、海上の曳網実験を行い、オッターボードの迎角が 27.5° (27~28°) の時の揚力係数は 1.2, 抗力係数は 0.65 であることを報告している。これらの揚力係数と抗力係数から計算すると揚抗比は 1.85 となる。本研究の結果から、同じ条件下での円型オッターボードでは揚力係数は 1.51, 抗力係数 0.81 となり、揚抗比は 1.86 が得られ、両者のオッターボードではほぼ等しくなる。しかし、揚力係数は円型オッターボードの方が縦型オッターボードより、約 1.26 倍大きくなるので、同一曳網速度で同じ

揚力を得るためには縦型オッターボードの面積を1.26倍大きくしなければならぬことになる。従って、円型オッターボードは縦型オッターボードより小型にすることができ、実際の操業時には操作がしやすいものと考えられる。

小山および大場²⁾によればソ連で使用されている円型オッターボードのキャンパーは約12%であり、また新潟県の小型底曳網漁船ではキャンパーが約14%の円型オッターボードを使用していることが報告されている。^{*} 本研究では、ブラケットを取り付けた円型オッターボードの性能について、平均揚抗比から判断するとキャンパーの違いによる著しい差は認められなかった。一方、安定性については、主に最大揚抗比の75%以上を保持し得る迎角範囲の大きさから検討すると、15~18%のキャンパーがよいものと判断できる。しかし、ブラケットを取り付けた円型オッターボードでは平均揚抗比はキャンパーが変わっても変化は少なく、ほぼ一定と見なせるので、オッターボードは安定性の優劣だけで考えればよく、実際の操業に際しキャンパー約15~18%のオッターボードを使用するのがよいものと推定でき、また

圧力中心係数から検討すると10~30°の迎角であれば円型オッターボードの安定性はよいものと判断できる。

今後は、オッターボードに網具、ワープおよびハンドロープなどを連結し、曳網実験を行って水平展開の状態を調べ、ワープとブラケットおよびハンドロープとオッターボードとの適正な連結位置について検討する所存である。

終りに、資料の解析に際し、種々ご指導を賜った北海道大学名誉教授佐藤 修博士に深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) 林 俊辰, 佐藤 修, 梨本勝昭, 山本勝太郎: 日水誌, **55**, 295-300 (1989).
- 2) 小山武夫, 大場 修: 水産工学研究所報告, **5**, 217-223 (1984).
- 3) FAO: Otter board design and performance, FAO, Rome, 1974, pp. 27.
- 4) 小山武夫, 工藤孝雄, 大場 修: 水産工学研究所報告, **2**, 95-103 (1981).

^{*} 新潟県水産試験場: 板曳網における選択性漁法について, 新潟県水産試験場試験資料 83-9, 1984, pp. 1-17.