

拡網板の流体特性*1

松田 皎*2

東京水産大学

1. はじめに

拡網板とは水中で漁網を上下または水平に拡げる作用をする装置で、主として曳網に使われるカイト、デプレッサー、オッターボードなどがある。カイトおよびデプレッサーは網口をそれぞれ上下に拡げ、オッターボードは水平に拡げる役目をする。しかしその中で最も重要なのはトロール網に使われるオッターボードである。現在、世界では様々な形のオッターボードが使われている。オッターボードの研究には、航空機の翼型の研究に負う所が大きい。しかし、オッターボードと航空機の翼とはその使用目的、性能の評価基準が大きく異なることから、必ずしも優れた翼型がそのままオッターボードに採用されることはなかった。オッターボードの場合、構造が簡単・丈夫で、安価に製造することが出来るような形状として、角型平板や断面が円弧形の湾曲板がその

基本となった。角型平板から横V型、卵型、円型などのオッターボードが、また湾曲板から縦湾曲形、Süberkrüb型、縦湾曲V型、複葉型などのオッターボードが開発された(図1)。¹⁾

2. 角型平板

角型平板の中で最も一般的な型は横型平板で、この型は前世紀末、オッタートロールが開始されて以来ほぼ1世紀に亘って世界中で使用されている。揚抗比が小さく、性能的には劣るが、構造は簡単で、作動は確実・安定し、多少の外乱に対しても効果が著しく低下することがないのが長続きした理由として上げられる。²⁾

一般に使用されている縦横比0.5の角型平板の最大揚力係数は迎角40°で1.24であるが、その時の抗力係数は1.06と大きいため揚抗比は小さい。この値は中層状態における特性値であるが、通常角型平板は海底に接し

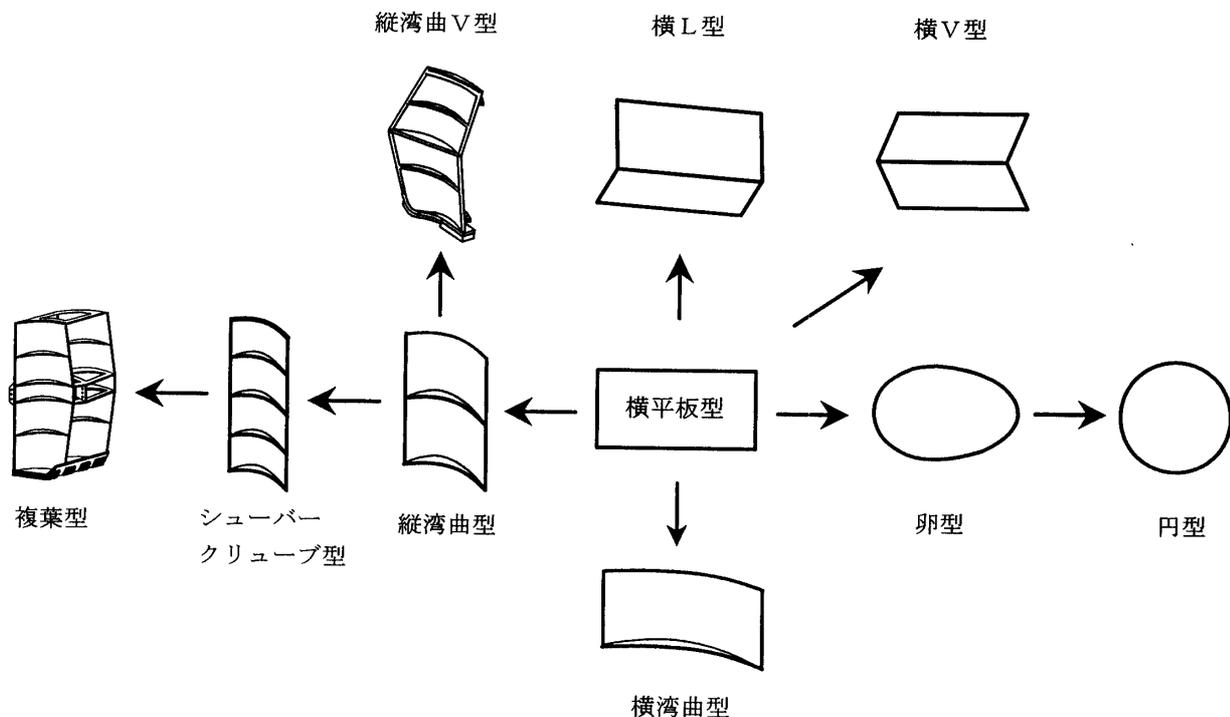


図1 各種オッターボードの形状と改良の流れ

*1 Hydrodynamic Characteristics of Otter Boards.

*2 Ko Matuda (Tokyo University of Fisheries, 4-5-7 Konan, Minato, Tokyo 108-8477, Japan).

て使用されることが多いので、底面効果のためボード周りの流れの様子が一変することから、流体特性も大きく変化する。この場合最大揚力係数は迎角 25° のとき0.88と中層時の約30%減となる。この底面効果は縦横比 λ が大きくなるに従って小さくなり、 $\lambda=1$ では14%減、 $\lambda=1.5$ では4%減、 $\lambda=2$ の場合はほとんどその影響はなくなる。³⁾

縦横比の小さい平板やデルタ翼の場合、実験で求めた揚力は翼理論による揚力より大きいことが知られている。これは縦横比の比較的小さい翼に作用する揚力は、縦横比に比例する循環による線形的な揚力ばかりでなく、翼の両端に発達する螺旋状の翼端渦により発生する揚力が大きく寄与するためである。⁴⁾この非線形的な揚力の発達は、沓金を付けると板の下端での翼端渦の発達が妨げられ、揚力係数は沓金のない場合に比べて低下する。翼端渦の揚力に及ぼす影響は、縦横比の小さいほど大きいので、板が接地した場合、上述の通り最大揚力が減少する割合も縦横比の小さいほど大きい。

3. 湾曲板

横型平板の次によく使用されているのが縦湾曲型オッターボードである。湾曲板の場合、縦横比はもちろん反り比が変化するとその性能も大きく変わる。縦横比を $\lambda=1.5$ に固定し、反り比を5~20%の間で変化させると、最大揚力係数は1.09から1.90まで増大する。しかし、この場合は縦横比がある程度大きいので接地時と中層時との差は小さい。⁵⁾

反り比を15%に固定して、縦横比 λ を0.5から6.0まで変化させると、最大揚力係数は $\lambda=1.0$ で最大となった後、 $\lambda=3.0$ まではむしろ減少傾向を示し、 $\lambda=3.0\sim 6.0$ では縦横比と共にわずかに増加傾向を示した。この傾向はClark Y翼型⁶⁾とも類似しているが、最大揚力係数はそれよりも全般的にやや大きい値を示した。

4. 縦湾曲V型

縦湾曲板の欠点は安定性にある。一旦転倒すると自力では起き上がれない欠点がある。これを改良したオッターボードとして、航空機にも採用されている上反角および後退角を付けた縦湾曲V型が開発された。水槽実験の結果、上反角の違いによる流体特性への影響は極めて小さいが、上反角を 12° に固定し、後退角を $10^\circ\sim 20^\circ$ 付けることにより、後退角を付けない場合と比べて広い迎角範囲でより高い揚力係数が維持されることが分かった。⁷⁾これは航空機のデルタ翼に近い形状となり、失速するまでは翼端渦により非常に強い非線形揚力が発達し

たためと考えられる。しかしこの特性は、沓金を取りつけることによって減少する。

5. 複葉型

複葉型は、縦湾曲板を2枚前後に組み合わせたオッターボードで、同じ翼面積をもつ単板型のオッターボードに比べてコンパクトになるため、10数年前から東北、北海道沿岸の小型トロール船に採用されている。基本的な複葉型模型を用いた水槽実験によれば、2枚の翼間隔を広げると最大揚力係数は単調に増加するが、ほぼ翼弦長程度で最大となる。一方、前後の翼の食い違い角度を 0° から 60° の範囲で変化させても、最大揚力係数はほとんど変化しない。以上の結果より、複葉型オッターボードとして適切な形状としては、翼弦長に対する翼間隔比を1、食い違い角を 30° 程度にするのがよいとしている。⁸⁾

以上のオッターボードに関する研究には、流れの可視化技術の向上⁹⁾と切り離しては論じられない。従来ナイロン糸等を使ったタフト法だけでは見出せなかった翼端渦の役割が水素気泡発生法の実用化によって明確にされた。これまでは、過去の研究結果に基づいて模型を製作し、これに対して水槽実験によりその流体特性を得てきた。しかし、計算機の進歩により数値シミュレーションによる計算実験が可能となってきた。これからは、数値シミュレーションによる結果に基づいて模型を製作し、研究を進める時代が来るであろう。

文 献

- 1) 松田 咬：漁具力学の基礎研究、「水産教育と水産学研究」(影山昇編)、成山堂書店、東京、1995、pp. 124-146.
- 2) 和田光太：実用トロール漁法、成山堂書店、東京、1976、p. 234.
- 3) 朴 倉斗、松田 皎、胡 夫祥、孫 満昌：縦横比の異なる平板の揚抗力特性に及ぼす底面の影響。日水誌、59、79-84 (1993).
- 4) S. F. Hoerner and H. V. Borst: Fluid-Dynamic Lift. Hoerner Fluid Dynamics, Bricktown, NJ. 1975, p. 505.
- 5) 朴 倉斗、松田 皎、胡 夫祥、東海 正：反り比の異なる湾曲板の流体特性に及ぼす底面の影響。日水誌、59、627-632 (1993).
- 6) C. H. Zimmerman: Characteristics of Clark Yairfoils of small aspect ratio. NACA Rep. No. 431, 1932, p. 12.
- 7) 朴 倉斗、松田 皎、胡 夫祥：縦湾曲型オッターボードの揚抗力特性に及ぼす上反角および後退角の影響。日水誌、62、920-927 (1996).
- 8) 福田賢吾、松田 皎、胡 夫祥、東海 正：複葉型オッターボードの流体特性に関する模型実験。日水誌、63、207-212 (1997).
- 9) 朴 倉斗、松田 皎、東海 正：水素気泡発生法による湾曲板の周りの流れの可視化。日水誌、60、485-491 (1994).