

Fig. 3 プロペラ起振力減少効果例

位置、ダクト形状（コード長さや迎角）に細心の注意を必要とするが、特に肥大船の船尾流場にはまだ不明の点が多く、個々の船について模型試験による確認が必要なのが現状である。模型試験結果から実船の馬力やプロペラ回転数を推定する際、自航要素の求め方や模型—実船相関についても従来の方法でよいかどうかの検討が更に必要である。

この種ダクトについて当初心配された流木等による損傷も、ダクト無しのとときと比べて大差ないようで、今後さらに、採用例が増加すると思われる。前記した設計や模型試験のための理論的解明と、在来型ノズルでは効果の期待できなかった船型への適用拡大が今後の課題である。

(佐藤 和範)

参考文献

- 1) Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., LTD: Ship With Improved Stern Water Flow, Patent Specification (英国) No. 1561506.
- 2) 北沢孝宗, 引野正巳, 藤本留男, 上田耕平: Increase in the Propulsive Efficiency of a Ship by a Nozzle Installed just in front of a propeller, 関西造船協会, 昭和56年度秋季造船三学会連合大会前刷 (1981-11).
- 3) 成田 仁, 八木 光, 他: Development and Full-Scale Experiences of a Novel Integrated Duct Propeller, SNAME (1981-11).

3.2.4 帆

帆を船舶の推進装置として利用する方法としては、帆を主推進装置とする“帆主帆従”方式と、帆を補助推進装置とする“機主帆従”方式がある。現代の海上輸送ニーズを考慮すると、帆が有効に利用できない風条件の場合でも、ある程度の船速を保持する必要があるのでは、こ

こでは、“機主帆従”方式による帆の省エネルギー効果について述べる。

(1) 帆性能

帆に作用する揚力 $L$ と抗力 $D$ は、当然、迎角によって変化する。 $L$ および $D$ を(1)式のように無次元化した係数 $C_L, C_D$ の関係(Polar Curve)の一例をFig. 1に示す。

$$\left. \begin{aligned} C_L &= L / \frac{1}{2} \rho_A V^2 A_S \\ C_D &= D / \frac{1}{2} \rho_A V^2 A_S \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 $\rho_A$ : 空気密度  $V$ : 風速  $A_S$ : 帆面積  
帆の揚力と抗力がどのように船体の推進力 $X$ , 横力 $Y$ に変換されるかを、やはり Fig. 1 に示した。この関係を(1)式と同様に無次元化した係数で表すと、(2)式になる。

$$\left. \begin{aligned} C_X &= C_L \sin \theta_A - C_D \cos \theta_A \\ C_Y &= C_L \cos \theta_A + C_D \sin \theta_A \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

ただし、 $\theta_A$ : 相対風向

ある相対風向に対して、帆の迎角により、 $C_X, C_Y$ は変化するが、通常は当然 $C_X$ が最大となるように、帆の迎角を設定する。すなわち、図のように相対風向 $\theta_A$ を取り、この直線上からPolar Curveに接線を引くと、その接点が $C_X$ の最大となる点である。帆性能として、いくつか重要な要素があるが、最も重要なのは、 $C_L$ の最大値である。Fig. 1を見てわかるように、追い風を除いたほとんどの相対風向に対して、 $C_L$ が最大となるよ

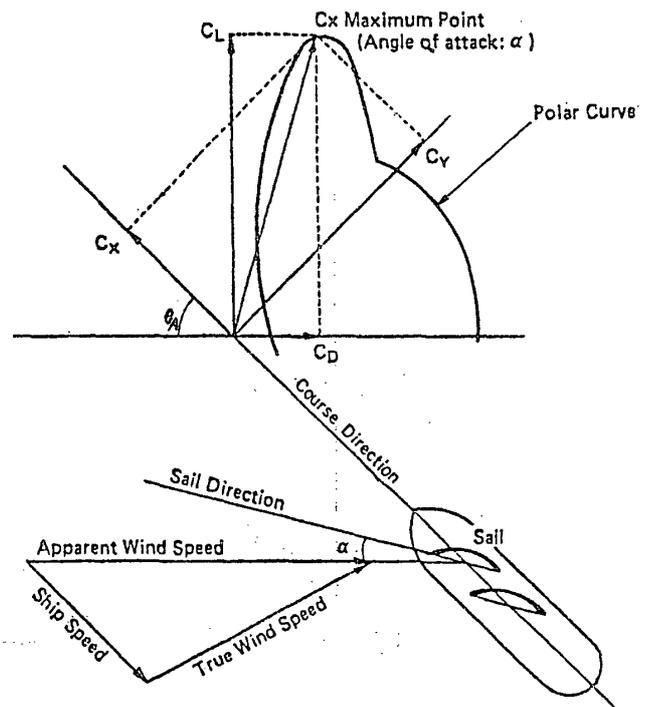


Fig. 1 帆の揚力、抗力と推進力、横力の関係

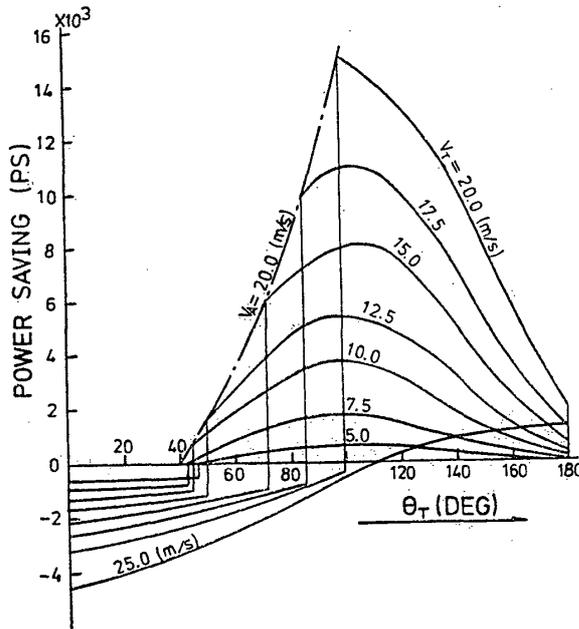


Fig. 2 帆による馬力節減の計算例

うに操帆するのが良い。また、“機主帆従”方式では、船速が比較的大きいので、追い風を受ける頻度も少ない。したがって、 $C_L$ の最大値が大きいほど帆性能が優れていると言える。

以上は展帆時の帆性能について述べたが、向い風の場合や復原性能上、風速が過大な場合は縮帆しなければならず、縮帆面積を小さくするだけでなく、その形状も重要である。

(2) 帆による主機馬力の節減

帆性能が求まり、復原性能、操縦性能等を検討した上で、帆面積および帆の配置が計画されれば、(3)式のような水平面内の力の釣合式により、ある風条件下の定常航走状態が求められる。

船の長さ方向：

$$\left. \begin{aligned} X_{HW} + X_{HA} + X_A + X_R &= T(1-t) \\ \text{船の幅方向：} Y_{HW} + Y_{HA} + Y_A + Y_R &= 0 \\ \text{回頭方向：} N_{HW} + N_{HA} + N_A + N_R &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots (3)$$

ただし、

- 添字 HW は船体が水から受ける
  - “ HA は船体が風 “
  - “ A は帆が風から受ける
  - “ R は舵が水 “
- } 力およびモーメント

T：プロペラ推力      1-t：推力減少率

(3)式に航海速力を与えれば、プロペラ推力 T が求められ、主機馬力 BHP が計算される。また、(3)式の  $X_A$ ,  $Y_A$ ,  $N_A$  を零とすれば、非帆装時の主機馬力  $BHP'$  が計算されるので、帆による馬力節減  $\Delta BHP$  は、

$$\Delta BHP = BHP' - BHP \dots\dots\dots (4)$$

となる。このように、それぞれの真風速  $V_T$ 、真風向  $\theta_T$  に対する短期の  $\Delta BHP$  がえられると、対象航路の風速風向の頻度分布  $p(V_T, \theta_T)$  を用いて、長期の平均馬力節減  $\overline{\Delta BHP}$  が計算される。

$$\overline{\Delta BHP} = \iint \Delta BHP(V_T, \theta_T) p(V_T, \theta_T) dV_T d\theta_T \dots\dots\dots (4)$$

(3) 計算例

Fig. 2 に、20,000 DWT 撒積船に、850 m<sup>2</sup> の帆を 3 本装備した場合の帆による馬力節減を一例として示す。航海速力は 15 ノット、また、安全性を考慮して、相対風速、真風速が 20 m/s を越えると、縮帆する条件で計算した。航路として、日本～アメリカを想定し、長期予測を行った結果、910 PS の平均馬力節減となり、非帆装時の所要馬力に対する比率では、12% である。

以上、帆性能から帆による主機馬力の節減について、ほんの概要を述べたが、帆による省燃費効果を検討するには、さらに主機の諸特性等、種々の要素を導入するわけであるが、紙面の都合上、省略させて頂いた。

(井上 盛夫)

3.2.5 双 胴 船 尾

2 軸船の性能を改善するものに、双胴船尾、双船尾、Split stern, Cochlea-channeled stern, Gondola stern 等のツインスケグに属する新形式の船型が挙げられる。これらは設計思考において、それぞれ相異があるが、このうち、とくに特殊船尾形状を省エネルギー目的に利用する、文献 1), 2), 3) 記載の双胴船尾船型をとりあげる。

(1) 抵抗・推進性能改善の基本思考

双胴船尾船型は個々の要素の改善よりも、総合抵抗・推進性能向上に重点をおいている。

$$\frac{R}{\eta_0 \eta_H} \times C = DHP \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $\eta_0$ ：推進器効率、 $\eta_H$ ：船殻効率

R：推進器なしの船体抵抗、 $C = V/75$  (V：速度)

DHP：伝達馬力

(ただし、 $\eta_R$  は  $\eta_H$  の中に含ませ、C は一定と考える) 抵抗・推進性能改善は (1) 式における、左辺の各要素  $\eta_0$ ,  $\eta_H$ , R の諸値が推進器と船体形状によって相互に影響し合い、総合的によく均衡し、右辺の DHP の値が最小となるように、船型および推進器を改良または選