

ポッド・プロパルサ船の自航試験と解析法

輸送高度化領域 * 藤沢純一、右近良孝

1. はじめに

近年、新形式推進器としてポッドにモータを内蔵したポッド・プロパルサが使用されるようになり、ポッド・プロパルサ船の模型試験法に注目が集まってきている [1]。ポッド・プロパルサ模型のスラスト、トルクを正確に計測するにはポッド内部にセンサを搭載する必要があるが、模型船の大きさの制限から内部にセンサを搭載できる程動力計を大きくできないことが問題となる。このような場合、ポッド・プロパルサを検力計に取り付け、ポッド・プロパルサ全体に加わる力とポッド内のトルクセンサまたは駆動モータのトルクを計測することでポッド・プロパルサ全体の性能を評価せざるを得ない。

海技研では、ポッド内部にスラスト、トルクセンサを収納し、三分力計をポッドに取り付け、五分力計測できるポッド・プロパルサ動力計を製作した。そして単独試験結果 [2,3] やポッド・プロパルサ模型船の自航試験結果 [4] について発表してきた。今回上述の計測手法と違う自航試験法で自航要素を算出し、馬力推定を行い、解析結果を比較したのでその一例を報告する。

2. 解析手法

自航試験の解析方法の考え方として、ポッドを船体の一部と見なし、通常型プロペラ船に対して用いる手法（以下、プロペラ・ベース法と呼ぶ）と、ポッド・プロパルサ全体を推進器と見なす手法（以下、システム・ベース法と呼ぶ）がある。

（1）プロペラ・ベース法

ポッド・プロパルサ付きの船体抵抗を計測し、スラスト、トルクはポッド内部のセンサで計測する。自航試験の解析には、使用したプロペラ模型の単独性能試験カーブを用いる。

（2）システム・ベース法

ポッド・プロパルサ無しの船体（以下、裸殻状態と呼ぶ）抵抗を計測し、スラストはポッド・プロパルサ全体が発生する推力を、トルクはポッド

内部のセンサで計測する。自航試験の解析には、ポッド・プロパルサ単独性能試験で得られたポッドの抵抗とプロペラのスラストの和 [2] を用いる。ポッド・プロパルサを推進器と見なしているので、排水量や浸水表面積も裸殻状態の値を用いる。

3. 供試模型、動力計および計測項目

供試模型船は長さ約 7m の 1 軸タンカーで、船尾はバトックフロー型である。付加物としてビルジキールとスケグを取り付けた。供試模型プロペラは直径 0.2m で 4 翼 MAU のストックプロペラを用いた。主要目を表-1 に示す。

表-1 供試模型主要目

Model Ship NMRI M.S.No.			727
Length between Perpendiculars	L_{PP}	[m]	6.799
Length at Load Water Line	L_{WL}	[m]	7.048
Breadth (Mould)	B	[m]	1.283
Depth	D	[m]	0.423
Load Condition			Full Load
Draft at Midship	d_m	[m]	0.423
Type of Pod			Tractor
Model Propeller NMRI M. P. No.			470
Diameter	D_P	[m]	0.2000
Boss Ratio	x_B	[-]	0.280
Pitch Ratio at 0.7R	$p_{0.7}$	[-]	0.800
Expanded Area Ratio	a_E	[-]	0.550
No. of Blade	Z	[-]	4
Blade Section		[-]	MAU

計測は三鷹第 2 船舶試験水槽（400m 水槽）で行い、対水流速、船体抵抗、プロペラのスラストとトルクおよび回転数、ポッドに生じる抗力、横力および旋回モーメント、船体沈下量を計測した。裸殻状態での抵抗試験とポッド・プロパルサ動力計を搭載した状態での抵抗・自航試験を行った。供試模型船に本動力計を取り付けた様子を図-1 に示す。

4. 計測結果

表-1 に示す満載状態についての試験結果を述べる。データ解析は 3 次元解析法を用い、形状影

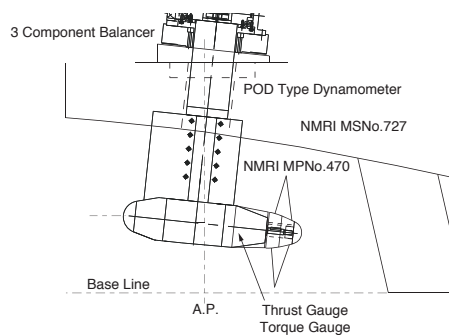


図-1 船体配置図

響係数 K は Prohaska 法で決定した。船体の尺度影響の補正量として、表面粗度修正量 ΔC_F は 0.122×10^{-3} 、伴流修正係数 $(1-w_S)/(1-w_M)$ は 1.04 を用いた。

(1) 抵抗試験

抵抗試験の結果、裸殻状態とポッド・プロパルサ付きの状態での差はほとんど無く、形状影響係数 K は両者とも 0.18 であった。

(2) 自航試験および馬力推定

プロペラ・ベース法およびシステム・ベース法で求めた自航要素を図-2 に、馬力計算結果を図-3 に示す。プロペラ・ベース法での伴流係数 $1-w_{TM}$ はポッドの伴流分、システム・ベース法より小さくなり、前者による推力減少係数 $1-t$ はポッドの抵抗により小さくなる。前者による推進器効率比 η_R はプロペラとスラストの干渉のためシステム・ベース法より大きくなる。

プロペラ・ベース法の馬力推定では、自航試験で得られた自航要素を用いてプロペラを設計し、予測プロペラ単独性能曲線を用いた。システム・ベース法の馬力推定では、ポッド・プロパルサ単独性能試験結果よりポッド抵抗値を推定し、設計プロペラの性能予測値と組み合わせて作成したポッド・プロパルサ単独性能曲線を用いた。設計速力の 14.5kt では制動馬力 BHP で比較すると、プロペラ・ベース法では 8,023PS(5,901kW) となり、システム・ベース法では 8,145PS(5,993kW) となる。2つの方法による馬力推定の違いは 1% 程度であり、計測が適切に行われていることを示している。

5. まとめ

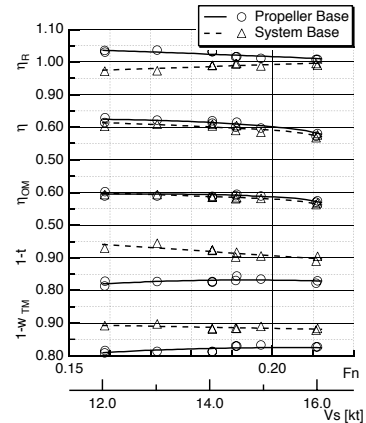


図-2 自航要素曲線

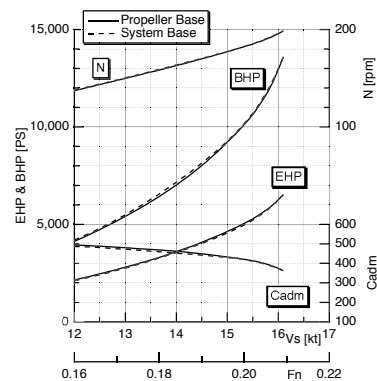


図-3 推定馬力曲線

今回異なるセンサを用いての計測、解析の結果、システム・ベース法でもプロペラ・ベース法でもポッド・プロパルサの設計をすることで同等の計測精度が有ることを確認し、前報 [4] より馬力推定精度が改善した。ポッドの尺度影響を考慮した馬力推定では、システム・ベース法を用いることが提案されているので、今後ポッドの尺度影響を考慮した馬力推定を信頼性をもって行うことができる。

本研究は(社)中小型造船工業会との共同研究の一部として実施された。

参考文献

- [1] 23rd Propulsion Committee, Proc. of 23rd ITTC, Venice, (Sept. 2002), pp.100-101
- [2] 藤沢 他; ポッド・プロパルサの単独性能試験法について、第1回海技研究所発表会講演集 (2001)、pp.307-310
- [3] 右近 他; ポッド・プロパルサの単独性能について、西部造船会々報、第106号 (2003)、pp.145-156
- [4] 右近 他; ポッド・プロパルサ船の自航試験とその解析について、第1回海技発表会講演集 (2001)、pp.343-346