

可変ピッチプロペラ船の操縦性能について-I

CPP 船と FPP 船の比較

狩 俣 忠 男*

Maneuverability of the Ship equipped with Controllable Pitch Propeller-I

Comparison between CPP Ship and FPP Ship

Tadao KARIMATA*

Abstract

In order to compare the maneuverability of the ship equipped with Controllable Pitch Propeller (CPP) and the ship equipped with Fixed Pitch Propeller (FPP) under the same sailing speed, the Nansei Maru (G. T. 75.14 ton) was employed, and the Zig-zag tests and the Turning circle tests on the vessels had performed by setting the sailing speeds at Full speed (8.5 knot), Half speed (6.5 knot) and Slow speed (4.5 knot) under the condition of CPP or FPP.

Results obtained are as follows;

1. Under the sailing speed of 6.5 knot, there was no difference between CPP and FPP during the Zig-zag tests and the Turning circle tests.

2. Under the sailing speed of 4.5 knot, maneuverability index K was larger for CPP than for FPP and T was smaller. And both Maximum advance (D_A) and Maximum transfer (D_T) in the turning circle were smaller for CPP than for FPP.

From the above, it can be said that the maneuverability on the both CPP and FPP hardly differ each other when sailing at a half speed, however, CPP was slightly superior to FPP in the maneuverability when sailing at a slow speed.

1. は し が き

漁船や調査船、あるいは出入港の頻度の高いフェリー等では、優れた停止性能やプロペラ翼角の変節が容易であり、任意の速度が得られる等の長所をもつ可変ピッチプロペラ（以下 CPP という）を装備する船が多くなり、今後更に増加する傾向にある。

CPP 装備船がその性能を発揮するのは、通常の航海状態にある場合よりも、漁船が漁場において漁ろう作業に従事している場合や船舶の輻輳する狭い港内で操船する場合であって、この時の速度は半速または微速であり、操船者が特に旋回性や追従性などの操縦性能を重視する場合でもある。

そこで、半速または微速において、同一速度で航行している CPP 装備船と固定ピッチプロ

* 鹿児島大学水産学部漁船運用学研究室 (Laboratory of Fishing Vessel Seamanship, Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

Table 1. Principal particulars and conditions of "NANSEI MARU"

Length over all	25.30m
Length b. p.	20.70m
Breadth (mld.)	5.70m
Depth (mld.)	2.55m
Gross Tonnage	75.14 t
Main Engine: YANMAR 6A-UT	1 Set
Single Acting 4 Cycle Supercharged Diessel Engine.	400 ps. × 1,200 rpm.
Propeller: KAMOME CPP	1 Set
Diameter	1,600 mm
Pitch	640 mm
Pitch ratio	0.4
Developed area ratio	0.416
Number of brade	3
Direction of rotation (View from stern)	Left
Rudder: Rudder area	1.980 m ²
Rudder area ratio ($A_R/L \cdot d_m$)	1/23.5
Aspect ratio	1.636
Draft: Fore	1.55m
After	2.95m
Mean	2.25m
Trim	1.40m
Displacement Tonnage	142.50 t
Block co-efficient	0.62

ペラ (以下 FPP という) 装備船の操縦性能を比較検討することを目的として、実船による操縦性能試験を実施した。

2. 実験方法

供試船として鹿児島大学水産学部漁業練習船南星丸 (2世) (総トン数75.14トン) を使用した。同船の主要目および本実験中のコンディションは Table 1 に示す通りである。

実験海域は十分な広さと操縦性に影響を及ぼさない水深を有し、平穏、且つ他船の航行の妨げとなるおそれの少ない好適地として鹿児島湾奥部を選び、実験に当っては特に風潮流、波浪の影響の少ない時に実施するよう配慮した。

操縦性能試験としては、Z試験および旋回試験を実施した。

試験速度 (初速) は両試験とも全速: 8.5 kt., 半速: 6.5 kt., 微速: 4.5 kt. の3段階とし、6.5 kt. および 4.5 kt. については CPP の状態、すなわち主機回転数を 1,100 rpm (減速比 3.47, 従って、推進器軸の回転数は 317 rpm) に固定し、プロペラ翼角の変節により速度を安定した状態と、FPP の状態、すなわち、プロペラ翼角を最大 (19°) に固定し、主機回転数の調整により速度を安定した状態の2種類、合計5種類について実施した。

Z試験は上記各速度別に 5°Z, 10°Z, 15°Z, 20°Z, 25°Z, 30°Z の試験を実施し、K, T 解析

を行なった。

旋回試験は浮標方位盤法により、前記速度別に舵角 10°, 15°, 20°, 25°, 30° で左右の旋回を行ない旋回圏を測定した。

無風状態でない限り船は旋回試験中も一定方向に漂流する。このような風の影響を修正除去するには全ての旋回試験を2周旋回を行ない漂流方向と漂流量を求める事が望ましいが、時間的制約があるため適当な間隔で2周旋回を行ない、旋回軌跡の修正を行なった。

3. 結果および考察

Fig. 1 はZ試験のデータから得られた操縦性指数 K, T 解析結果を各速度, および CPP, FPP の別に表わしたものである。

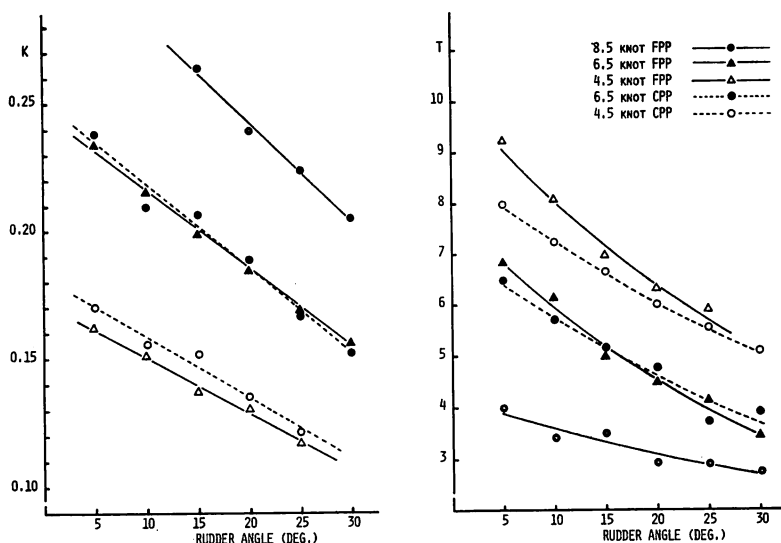


Fig. 1 Relation between K or T and rudder angle.

K, Tの値は各船個有のものであり、船形や舵面積比 ($A_R/L \cdot d$) によって変化する。操縦性の立場から船形の肥大度 ($\nabla/L^2 \cdot d$) や方形係数 (C_b) 等を変えることは困難であるから、一般に $A_R/L \cdot d$ を変えることにより、K, T両性能の改善を行なっている。

しかし、本実験は一つの船において、同じコンディションの下で行なった実験であるから主要寸法、 $A_R/L \cdot d$, $\nabla/L^2 \cdot d$, C_b 等も全て一定である。従って、同一速度、同一舵角におけるK, Tは一定と考えてよい。若し異なる値を示すとすれば、CPP と FPP の違いによる影響と考えてよいであろう。

Fig. 1 において、速度 8.5 kt は全速であるから CPP と FPP の区分はなく、6.5 kt においては、K, T共に CPP と FPP の違いはほとんど見られない。4.5 kt においては、KはCPP が FPP より僅かに大きく、TはCPP が FPP より小さい値を示し、小舵角程差が大きい。換言すれば、低速においてはCPP と FPP で差が見られ、旋回性および追従性・進路

安定性共に CPP の方がよい。特に、低速、小舵角における追従安定性が良好である。

これは、4.5 kt においては CPP と FPP の状態のピッチ比の差が大きく、CPP の方が推進器後流が強く舵の効果を増すため、丁度舵面積を増加したと同じような結果となったと考えられる。6.5 kt においては、この程度のピッチ比の変化では推進器後流の状況が特に大きく変化しないためであろう。

Fig. 2 は旋回試験の結果から最大縦距 (D_A) および最大横距 (D_T) と舵角の関係を各速度および CPP, FPP の別に表したものである。

旋回試験の結果も、Z試験の結果と同様、初速 6.5 kt. における旋回では CPP と FPP による差はほとんど見られず、初速 4.5 kt. における旋回では D_A , D_T 共に CPP が FPP より小さい値を示した。

Fig. 3 は初速に対する定常旋回中の速度の低下率 ($\frac{V_0 - V_s}{V_0}$) を示したものである。

初速は 4.5 kt., 5.5 kt., 6.5 kt., 7.5 kt. の4段階とし、それぞれ CPP と FPP の状態について測定した。

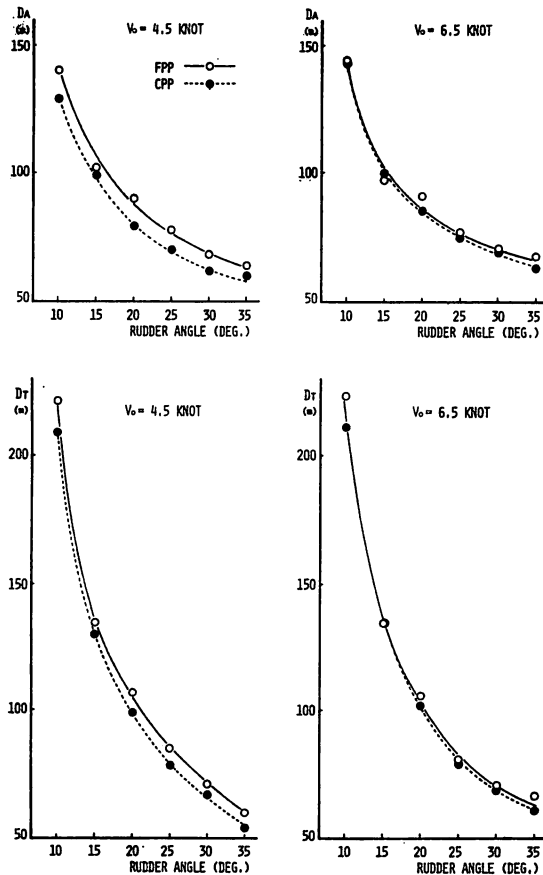


Fig. 2 Relation between D_A and D_T and rudder angle.

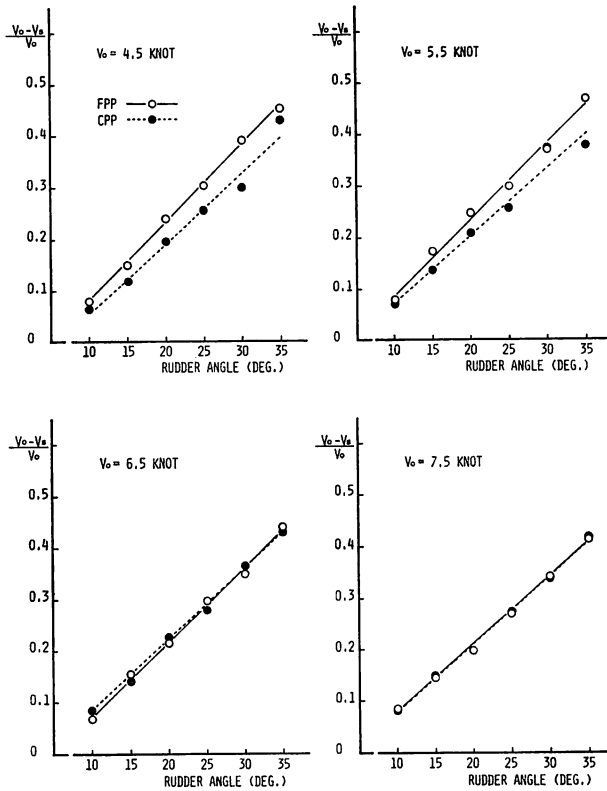


Fig. 3 Relation between rudder angle and speed reduction ratio in steady turning.

速度低下率はいずれも舵角に比例して大きくなり、初速 4.5 kt. および 5.5 kt. では CPP が FPP より小さく、前述の通り CPP の推進器後流が FPP よりも強いことを示しているが、6.5 kt. および 7.5 kt. では差は見られない。

4. 結 論

中速または低速において、CPP 装備船と FPP 装備船の操縦性能を比較するため、南星丸を使用して Z 試験および旋回試験を実施した。その結果次の結論を得た。

1. 速度 6.5 kt. では、CPP と FPP の違いによる操縦性能の差は見られなかった。
2. 速度 4.5 kt. では、旋回性および追従性・進路安定性とも CPP が FPP より良いことがわかった。これは CPP の推進機後流が強く舵効が大きいため舵面積を大きくしたと同じ効果が表れたと考える。

終りに、実船実験を行なうに際し御協力頂いた南星丸柿本亮船長外乗組員各位、並びに漁船運用学教室学生諸君に、深甚なる謝意を表す。

文 献

- 1) 野本謙作・田口賢士・本田啓之輔・平野 進 (1956): 船の操縦性に就いて (1). 造船協会論文集, **99**, 75-82.
- 2) 野本謙作・田口賢士 (1957): 船の操縦性について (2). 造船協会論文集, **101**, 57-66.
- 3) 志波久光・水野時雄・富田哲治郎・江口治三 (1959): 模型船による最適舵面積の研究. 造船協会論文集, **105**, 71-82.
- 4) 野本謙作 (1964): 船の操縦性. 造船協会誌, **424**, 794-808.
- 5) 高島末夫 (1965): 可変ピッチ推進器船の操縦性について-I. 日本航海学会誌, **34**, 37-43.
- 6) 高島末夫 (1965): 可変ピッチ推進器船の操縦性について-II. 日本航海学会誌, **34**, 45-50.
- 7) 大成清 (1973): 推進器後流が舵効におよぼす影響についての実船実験. 日本航海学会論文集, **49**, 73-78.