

## 舵面積が船の操縦性に及ぼす影響について

狩 俣 忠 男

### Effect of the Rudder Area on the Maneuverability of the Ship

Tadao KARIMATA \*

#### Abstract

The author had the chance to investigate into the effect of the change of rudder area on the maneuverability of the ship, through the two ships.

One of them named No. 32 SUMIHOH MARU (G. T. 131.95 tons) had her hull extended by 2.6 meters in order to enlarge her live fish hold. After that, on the claim of the crew that the maneuverability of the ship got worse than before, she was remodeled again; the increase of the rudder area by about 8% and the shape change of the rudder into square type. The other ship named NANSEI MARU (G. T. 82.97 tons) also had her hull prolonged by 1 meter in order to increase the capacity of the crew's accommodation and the fresh water tank.

The measurement was carried out on those two ships before remodeling work and after that through Zig-zag test and turning trials to study the relation between the rudder area and maneuverability.

The following results are obtained :

- 1) The increase of the rudder area made No. 32 SUMIHOH MARU improve her turning ability and quick responsibility and stability in steering. And they can get the expected result.
- 2) Concerning NANSEI MARU, the variety of each factor of the ship depends on the length of her hull. So we may as well regard this ship after remodeling work as different from that before remodeling work, and compare them by using zero dimension maneuverability indices  $K'$  and  $T'$ .
- 3) Even if the variation of the rudder area ratio may be small, it seems to have influence on the quick responsibility and stability in steering of ship.

船体の諸元が変化した場合は操縦性も変化するが舵の影響は特に大きい。実船において測定するには時間、経費、労力等種々の制約があって詳しく計測することは困難であるため機会が少なく、またその結果を単純に舵のみの影響とすることは難しいが、2隻の漁船について測定する機会を得たので報告する。

---

\* 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,  
4-50-20 Shimoarata, Kagoshima, 890 Japan)

第32住宝丸(総トン数131.95トン)は、先に活漁艙を大きくするため船体中央部を2.6m延長し、総トン数において98.65トンから131.95トンに増加した。しかし、改装後操縦性が特に悪くなったという乗組員の訴えにより舵の形状並びに面積を変える等の改装工事を実施した。

また、南星丸(総トン数82.97トン)は清水槽および乗組員の居住区の増大を図るため船体中央部を1.0m延長し、総トン数において75.14トンから82.97トンに増加した。

この2隻の漁船について、改装工事の前後において旋回試験、およびZ試験を実施し、操縦性への影響について考察した。

## 実験方法

### 1. 第32住宝丸について

Table 1 は、同船の船体ならびに改装前後における舵の要目を示したものである。

Table 1. Principal particulars of "No. 32 SUMIHOH MARU"

	[ Before remodeling ]	[ After remodeling ]
Length over all	35.05 m	35.05 m
Length b. p.	30.90 m	30.90 m
Breadth (mld.)	5.80 m	5.80 m
Depth (mld.)	2.85 m	2.85 m
Gross tonnage	131.95 t	131.95 t
Net tonnage	65.26 t	65.26 t
Main engine	4 Cycle Diesel Engine 850 ps × 1200 RPM	1 set
Propeller	FPP 4 Blade 1800 mm Right handed single screw	
Rudder : Area	2.300 m <sup>2</sup>	2.485 m <sup>2</sup>
Aspect ratio	1.726	1.739

また、Fig. 1 に舵の構造図を示す。舵面を後方に38mm、上方に105mm引き伸ばし、舵面積を2.300m<sup>2</sup>から2.485m<sup>2</sup>に約8%拡大した。また、舵面後部の形状を図のごとく角型に改造した。図において、斜線の入った部分が改装された個所である。実験は舵改装前は愛媛県法花津湾において、改装後は鹿児島湾奥のいずれも極めて平穏な水域を選び、ほとんど無風に近い状態で実施した。

試験は、Z試験と旋回試験により、満載状態および軽荷状態において次に示す項目について実施した。

Z試験について、速度は高速(10 kt.)と中速(7~8 kt.)の2種類、舵角は10°Z, 20°Z, 30°Zの3種類について行なった。

旋回試験は、浮標方位盤法により、速度は6 kt., 8 kt., 10 kt.において、舵角10°, 20°, 30°について右旋回、左旋回をそれぞれ1回ずつ実施した。

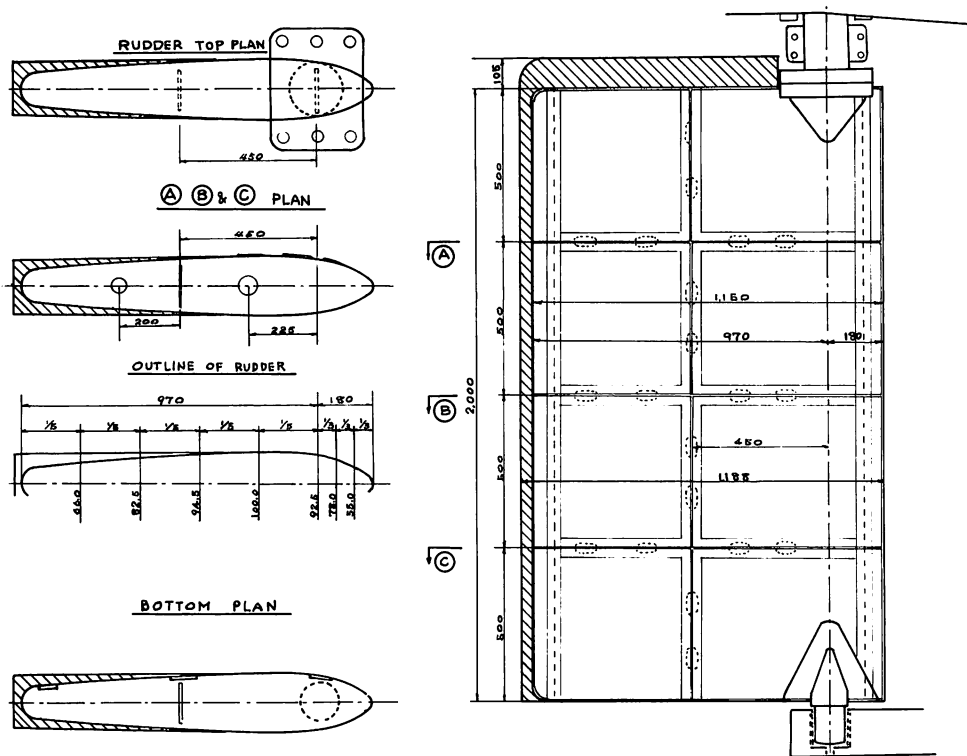


Fig. 1. Rudder plan of No.32 SUMIHOH MARU.  
The hatching shows the new area of improved rudder.

試験時の同船のコンディションは Table 2 に示す通りである。本船は活魚運搬船であるため前後 2 艙の活魚艙に海水を漲水することにより短時間で容易に所定の喫水とすることができるので満載状態および軽荷状態の設定に好都合であった。舵改装後の試験においては船のコンディションに特に細心の注意を払い、燃料タンクおよび清水タンクの状態をほぼ同じくすると同時に活魚艙を調節して改装前とほとんど同じ状態で試験することができた。

## 2. 南星丸について

南星丸の船体延長工事前および工事後の船体主要目を Table 3 に示す。

実験は、鹿児島湾奥の平穏な海域において無風に近い状態の時を選んで行なった。実験時の本船のコンディションを Table 4 に示す。

本船は延長工事により船の長さが変わっているため、工事の前後では  $B/L$ ,  $d/L$ ,  $C_b$ , 排水量等も変わっている。従って、改装工事前後の喫水を等しくすることは出来ず、両者共に通常航海時の平均的な喫水を選んで設定した。舵面積比は船体延長に伴い浸水面積が変わるので  $1/23.6$  から  $1/25.3$  に変化した。

操縦性試験は第32住宝丸同様、Z 試験および旋回試験を実施した。

Z 試験は、船速を 4.5 Kt, 6.5 Kt, 8.5 Kt の 3 種類とし、舵角  $5^\circ Z$ ,  $10^\circ Z$ ,  $15^\circ Z$ ,  $20^\circ Z$ ,

Table 2. Test condition "No. 32 SUMIHOH MARU"

	[ Before remodeling ]	[ After remodeling ]
<i>Light condition</i>		
Weather	Cloudy	Fine
Wind force	0 ~ 1	0 ~ 1
Sea condition	Very smooth	Very smooth
Draft : Fore	1.085 m	1.090 m
After	3.035 m	3.040 m
Mean	2.060 m	2.060 m
Trim	1.950 m	1.950 m
Displacement	219.1 t	219.5 t
Rudder area ratio	1/27.67	1/25.67
<i>Load condition</i>		
Weather	Cloudy	Fine
Wind force	0 ~ 1	0 ~ 1
Sea condition	Very smooth	Very smooth
Draft : Fore	1.885 m	1.875 m
After	3.260 m	3.275 m
Mean	2.573 m	2.575 m
Trim	1.375 m	1.400 m
Displacement	302.5 t	302.8 t
Rudder area ratio	1/34.56	1/32.01

Table 3. Principal particulars of "NANSEI MARU"

	[ Before extension ]	[ After extension ]
Length over all	25.30 m	26.30 m
Length b. p.	20.70 m	21.70 m
Breadth (mld.)	5.70 m	5.70 m
Depth (mld.)	2.55 m	2.55 m
Gross tonnage	75.14 t	82.97 t
Main engine	YAMMAR 6A-UT 4 Cycle Diesel Engine 1 set 400 ps × 1200 RPM	
Propeller	CPP 3 Blade 1600 mm Left handed single screw	
Rudder : Area	1.980m <sup>2</sup>	1.980m <sup>2</sup>
Aspect ratio	1.636	1.636

Table 4. Test condition of "NANSEI MARU"

	[ Before extension ]	[ After extension ]
Weather	Fine	Fine but cloudy
Wind force	0 ~ 1	0 ~ 1
Sea condition	Very smooth	Very smooth
Draft : Fore	1.650 m	1.685 m
After	3.000 m	2.925 m
Mean	2.325 m	2.305 m
Trim	1.350 m	1.240 m
Displacement	153.5 t	162.3 t
Rudder area ratio	1/24.3	1/25.3

25°Z, 30°Z で実施した。速度は CPP の翼角を変化して設定した。

旋回試験は浮標方位盤法により、船速4.5 Kt, 6.5 Kt, 8.5 Kt において、舵角10°, 20°, 30°, 35°で右旋回および左旋回を1回ずつ行なった。

## 結果と考察

### 1. 第32住宝丸について

Fig. 2 は満載状態, Fig. 3 は軽荷状態における Z 試験の結果で高速 (10 kt) および中速 (満載状態 7 kt, 軽荷状態 8 kt) における舵改装前後の旋回性指数 K 及び追従安定性指数 T を示したものである。

図において満載状態では K は高速で約18%, 中速で約14%大きくなっており, T は高速で約21%, 中速で約26%小さい値を示している。また, 軽荷状態では K は高速で約15%大きい値を示しているが, 中速ではほとんど変化していない。T については高速で約27%, 中速で約30%小さくなっている。

以上の結果から, 舵の改装により全般的に旋回性, 追従安定性共に改善されているが, 軽荷状態では K はほとんど変化はなく, T のみ小さい値となり, 舵面積の僅かな変化に対しては旋回性については変化が少なく, 追従安定性に影響が現れるものと思われる。

次に, Fig. 4 に満載状態, Fig. 5 に軽荷状態における旋回試験の結果を示す。図はそれぞれ右旋回, 左旋回における  $D_A/L$ ,  $D_T/L$ ,  $D/L$  を示したものである。その結果10°, 20°, 30°いずれの舵角における旋回でも全て舵改装前より改装後のものが小さい値を示している。

以上の結果より, 改装後は舵面積比において満載状態で8.0%, 軽荷状態で7.8%増加したが, この程度の舵面積の変化でも十分に操縦性が改善されることが分かった。

### 2. 南星丸について

本船の場合は, 前述の通り船体延長工事により改装の前後では船の長さ L が変化するので  $B/L$ ,  $d/L$ ,  $C_b$  が変化し, 通常航海時の喫水, 排水量も異なった値となる。従って, 2隻の異なる船として取り扱い, 操縦性について比較する場合は無次元化した指数  $K'$ ,  $T'$  とすることが適当である。

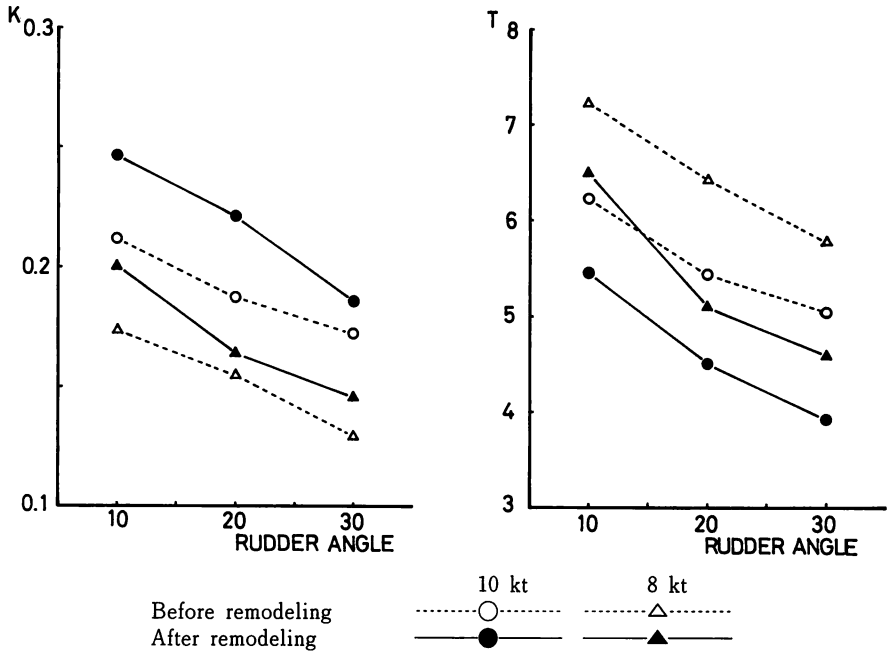


Fig. 2. Comparison between No. 32 SUMIHOH MARU before remodeling rudder and that after remodeling on index K and T in the load condition.

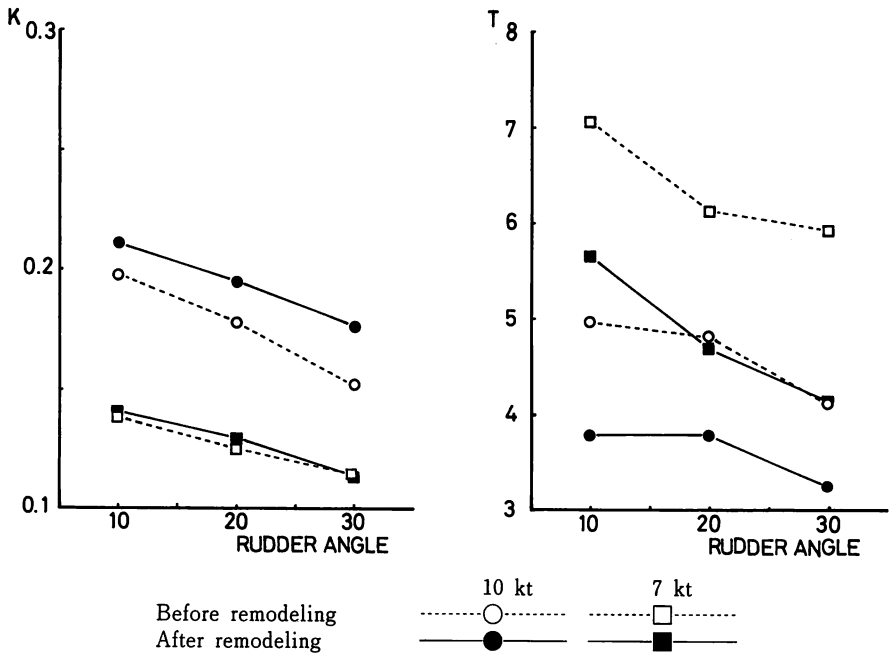


Fig. 3. Comparison between No. 32 SUMIHOH MARU before remodeling rudder and that after remodeling on index K and T in the light condition.

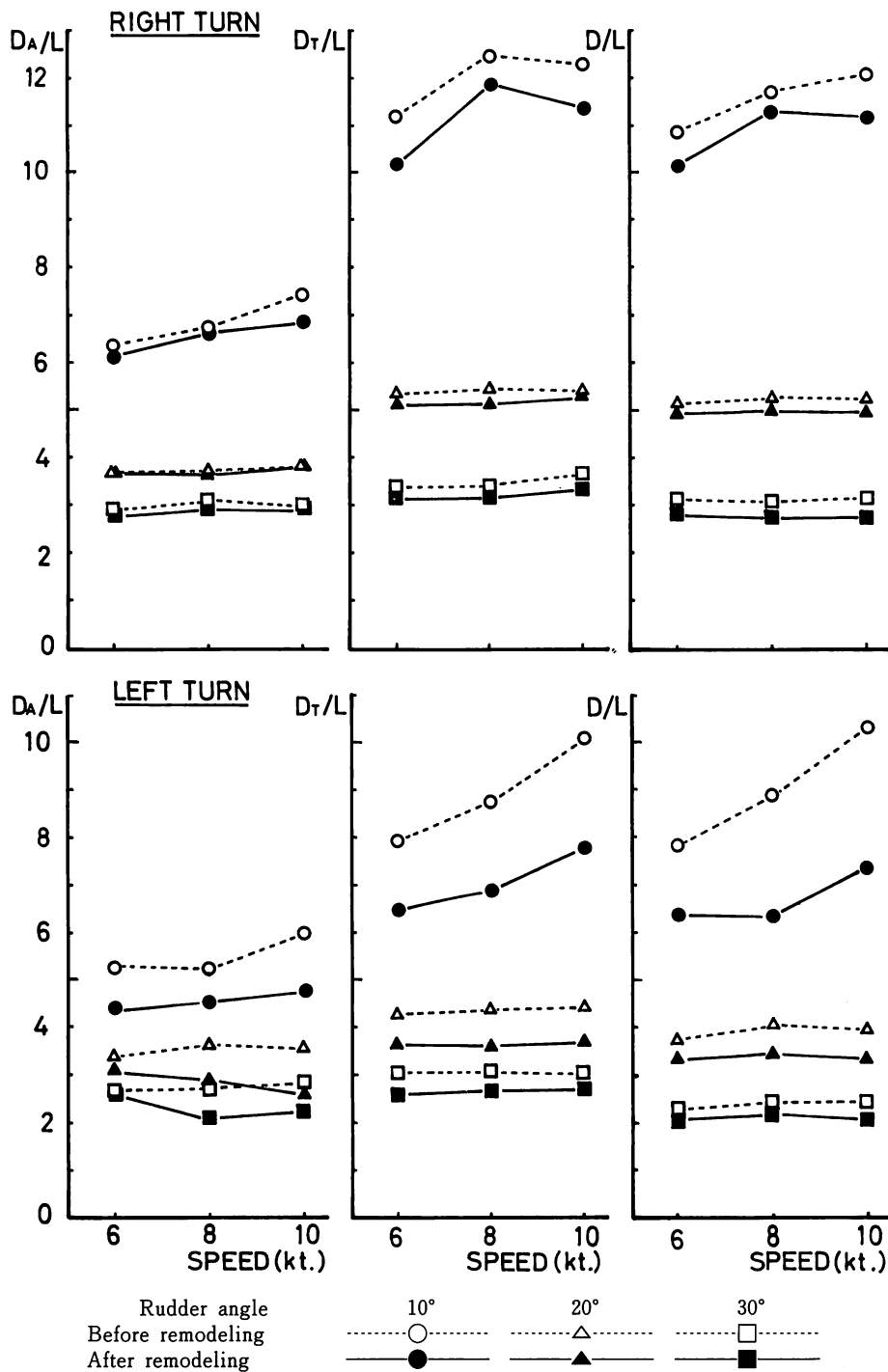


Fig. 4. Comparison between No. 32 SUMIHOH MARU before remodeling rudder and that after on  $D_A/L$ ,  $D_T/L$  and  $D/L$  in the load condition.

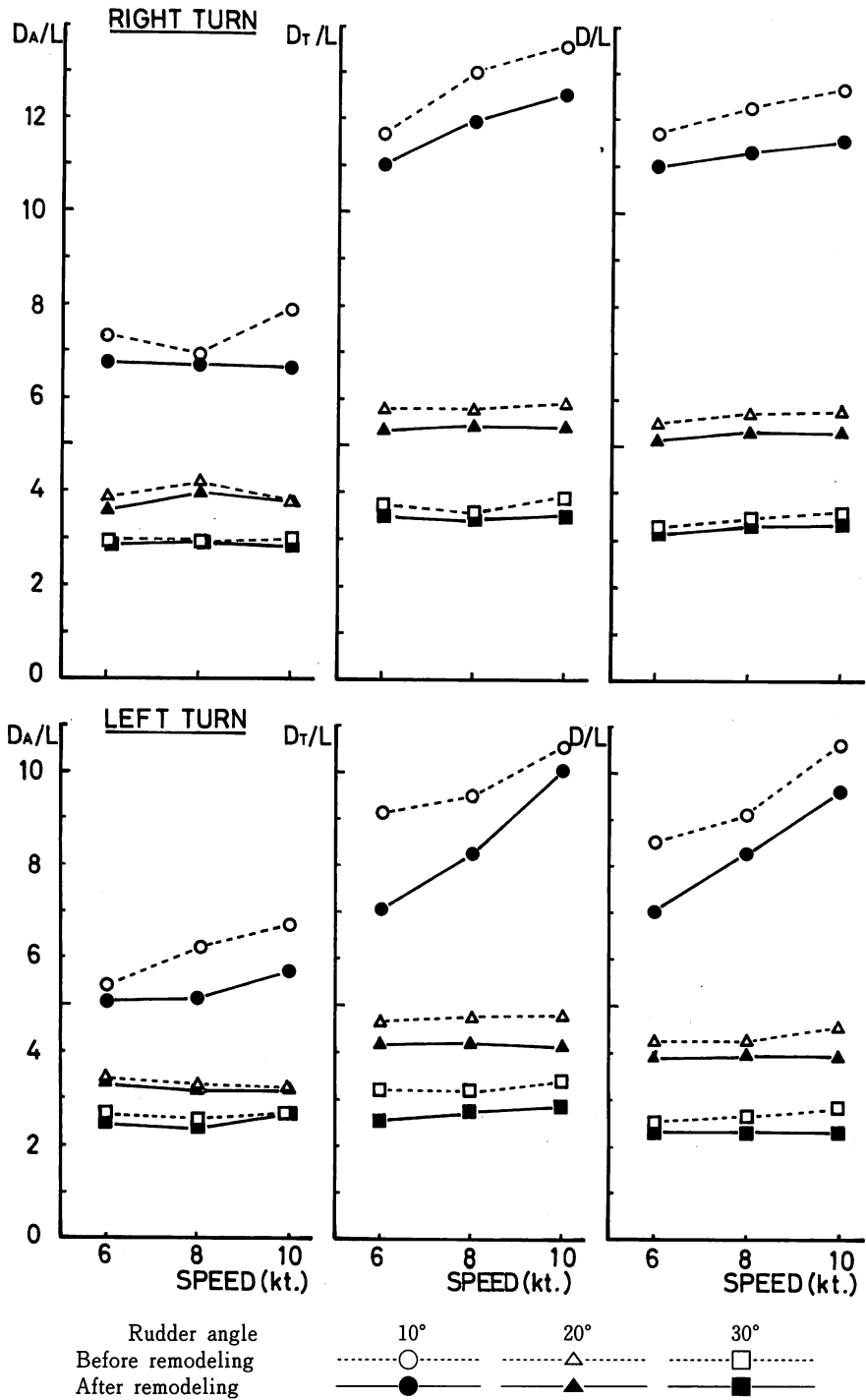


Fig. 5. Comparison between No. 32 SUMIHOH MARU before remodeling rudder and that after in  $D_A/L$ ,  $D_\tau/L$  and  $D/L$  in the light condition.



Fig. 6 は Z 試験の結果を示したものである。本船の場合は舵についての改装はしていないが船体延長により舵面積比は 5% 小さくなっている。図において  $K'$  はほとんど変化がなく、旋回性については影響がない。  $T'$  については延長後の値が 11% 大きくなっており追従安定性が僅かながら悪くなったことを示している。

ここでも、舵面積比が僅かに変化した場合は旋回性よりも先ず追従安定性にその影響が現れることを示している。

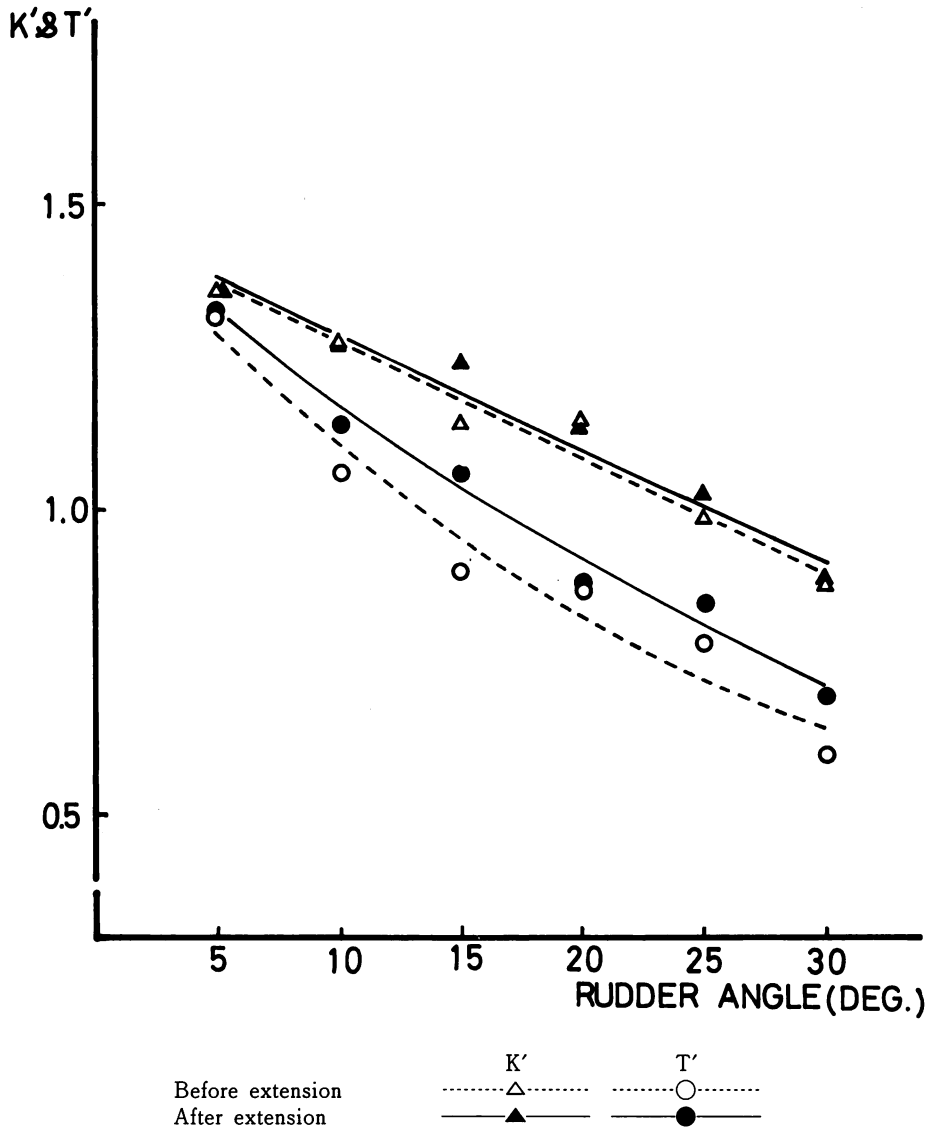


Fig. 6. Comparison between NANSEI MARU before extension and that after extension on index  $K'$  and  $T'$ .

Fig. 7 は旋回試験の結果を船の長さに対する定常旋回径の比で示したものである。

図では舵面積比が小さくなったにもかかわらず船体延長後の値が小さくなっている。これは船体延長により抵抗が増加したため延長前と同じ速力で走るためには機関の出力を大きくしなければならず、そのため舵の受けるプロペラ流が大きく働いて舵圧が大きくなるためと考えられる。

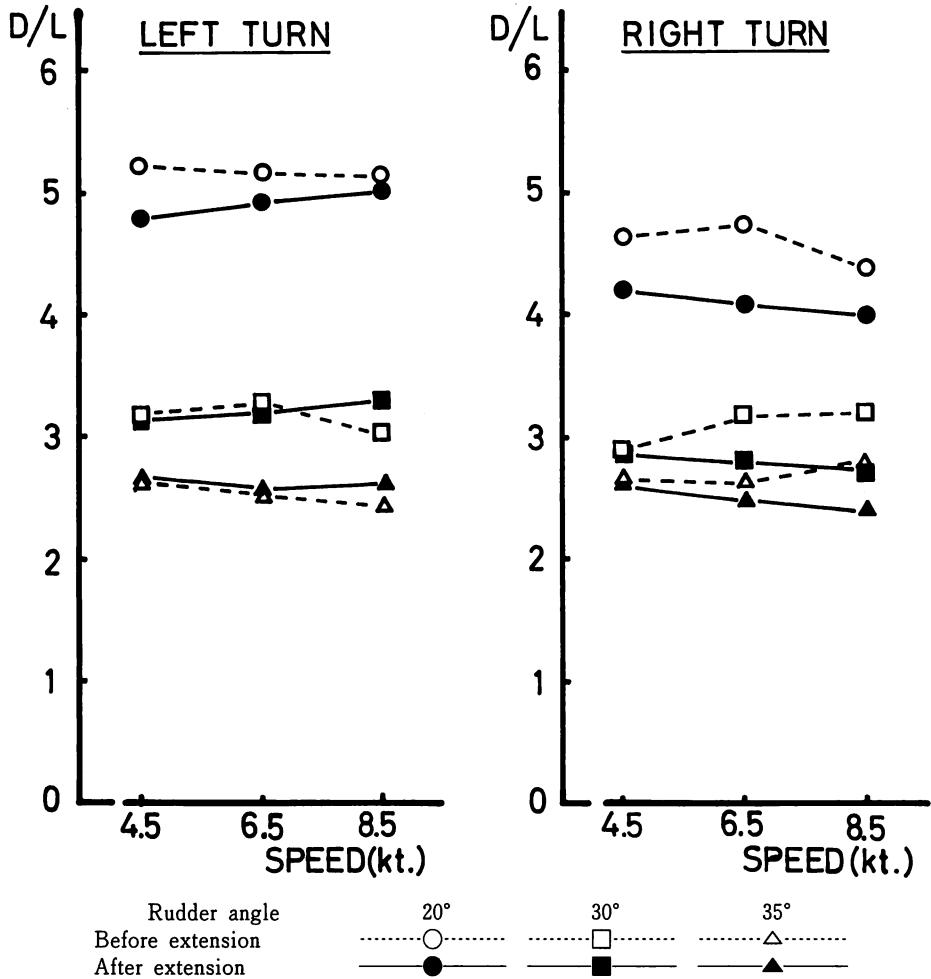


Fig. 7. Comparison between NANSEI MARU before extension and that after extension D/L.

## 要 約

舵面積を大きくする改装を行った第32住宝丸および船体延長工事を行なった南星丸の2隻の船について、改装前および改装後にZ試験および旋回試験を実施して操縦性の変化を調

査し、次の結果を得た。

1. 第32住宝丸は舵面積を約8%大きくすることにより、旋回性、追従安定性共に向上し、所期の目的を達成することができた。
2. 南星丸のような船体延長の場合は、船体諸元が変わるため2隻の異なる船として考え比較することが適当である。
3. 舵面積比が僅かに変化する場合は、旋回性よりも先ず追従安定性にその影響が現れるものと思われる。

終わりに本実験を行うに当り御協力を戴いた第32住宝丸の住田船長、南星丸の柿本船長および両船の乗組員各位に深く感謝の意を表する。

### 参 考 文 献

- 1) 野本謙作・田口賢士・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 (1956)：船の操縦性に就いて(2). 造船協会論文集, 101, 57-66.
- 3) 狩俣忠男 (1974)：ピルジキールが船舶の操縦性に及ぼす影響について. 鹿児島大学水産学部紀要, 23, 71-80.
- 4) 狩俣忠男 (1979)：漁業練習船かごしま丸・敬天丸・南星丸の操縦性について. 鹿児島大学水産学部紀要, 28, 143-150.