

小型漁船に於ける仮舵用放流ロープの効きに就て-I

抵抗並びに振動予備実験

奈良迫嘉一・竹田敏雄

On the Effect of Trail Rope as a Jury Rudder of a Small Fishing Boat-I.

Preliminary Experiments of Resistance and Yawing by a Model Ship

Yoshikazu NARASAKO and Toshio TAKEDA

Abstract

The effect of trail rope was studied by the resistance and yawing experiments. A model of a tuna long liner of gross tonnage about 260 tons was used. Figures 1 and 2 show the plans of the experiments.

When a boat makes head at a higher speed than 3 knots relative to the surface water, the effect on the course stability of the trail rope as a Jury rudder is very marked, while less so at a higher speed than 5 knots. In the case where the speed was 4.4 knots, the boat without trail rope showed a critical yawing angle 12° . The angle increased to 15° with rope of straight line type and to 24° with rope of U-line type. The boat with trail rope, especially of U-type, shows a faster damping period of yawing (Fig. 4a and 4b).

This type of a Jury rudder seems to be very useful in the case of strong gale.

1. 緒 言

台風時舵故障に依り船体を風に立てられず横波を受けて顛覆した小型船舶の例はかなり多い。之に対し浅井氏(1956)¹⁾は太いロープをU型にして船たけの3,4倍の長さ、船尾から垂して進めば有効であることを提唱して居られるが未だ実験的にも理論的にも確たる裏付のないためロープの効果に対し、船舶運用者の意見もまちまちである。現在等閑に附された小型船舶の海難防止への一策として漁具利用の格別費用を伴わない本法の有効性を学理的に又経験的に確定、緊急避難時の操船者に有力な武器を与えようとするものである。

著者はこうした意味での模型実験は従来も行われたことがないことを知り、本報では予備実験の意味で本学回流水槽を利用し静止中及び航進中 Lpp 1 m 模型に予め人為的にある偏角を与え、之を手放した時ロープの有無で yawing の振幅及び周期がどの様に減衰するかを視察し簡単な計算に依りその効果を調べた。

2. 実 船 資 料

昭和32年10月29日付け朝日新聞に依れば和歌山県東牟婁郡那智勝浦町、長尾一雄氏所有の鮪漁船第五清宝丸(G.T. 96 tons)一大西修船長等21人乗組—は昭和32年10月25日朝から夕刻にかけて風速45~50 m/sec, 瞬間最大60 m/secの猛台風(19号)にまき込まれている最中に舵故障し、一時危険にひんした。即ち気圧は正午過ぎから965 mbに下り船体は 40° に傾いた。このときへさきを越した大波に甲板員が6人も一度にたたきつけら

れ一人は前歯を3本も折ったり海に投出されるものもある始末。船長はこの際舵の代りに延縄(鮪に餌をつける縄, 1本の長さが約360m余)380本を次々に海に投げて風上に船首を立てながら舵を応急修理して沈没を免れたという。上記記事に就いて著者等が更に聞き取り調査の結果次の事実が判明した。

船主 長尾一雄(第五清宝丸船頭)
 船名 第五清宝丸
 主要寸法 長さ22.44m, 幅5.03m, 深さ2.40m
 総噸数 69.51 tons, 純噸数 35.15 tons
 従業制限 第2種鮪延縄漁業(94°E~180°E, 13°N~63°N)
 乗組員 23名
 無線設備 (無線機1, 無線電話1)
 端艇 1

当時の外況

気圧 995 mb, 風速 50~60 m/sec, 平均 30 m/sec, 波浪 30~40 m

舵故障の原因

左右舷より猛烈な風浪に叩かれ舵を持ち応えることが出来ず手を離れた瞬間衝撃でラック欠損し操舵不能となる。

操舵不能後の処置

猛風浪に備え本船は当初から船首を立て機関全力運転シーアンカー2個を使用した。但しこの時期は舵故障の前か後かは分明でない。しかしながらロープが直ぐ切断したため実際上シーアンカーは役に立たなかった。このとき常用綿糸延縄を左右両舷より海上へ流し込み所謂「タラシ」を行なった。この場合枝縄一本一本でなく之をそのまま数本宛流しその左右合計は持合せ分350~380鉢従って片舷約180鉢宛流したことになる。この際従来恐れられていた縄が Propeller に巻きつくであろうという危険は全然なかった。但し流した延縄は直ぐ次々と切られて了い最後に手許に残ったものは何程もなかった。かくして風上に船首を立てることが可能となりその間に舵の応急修理を行ない一船、漸く事無きを得た。元来勝浦辺の鮪船はこのような場合常に延縄を流すのが例で「タラシ」と言いその効果も顕著で今は常識的なものとなっている由、小型船の場合は海錨より反って有利という。

3. 抵抗並びに振動予備試験

問題の性質上方向安定性に対する放流ロープの効きを確かめる目的で模型実験を先行した。実験水槽としては本学大型対称式回流水槽^{2),3)}を利用, 模型として漁業練習船「敬天丸」(G.T. 265 tons, Lpp 35.5 m, Bmd 7.00 m, Dmd 2.85 m)⁴⁾の Lpp 1 m を用い, その船尾にロープなし, 直線型ロープ付き(実物換算, 直径約 10.7 cm, 長さ 142 m, 4本), U字型ロープ付き(前記ロープ4本をU字型に使用, 従って見掛上前記の略々 $\frac{1}{2}$ 長さ)の三状態に於て流速夫々実船換算 3.01 knots, 3.60 knots, 4.39 knots, 5.09 knots の抵抗試験並びに振動試験を行なった。その経過は次の通りである。

船舶の状態: 満載出港状況

実船 d_r 2.46 m, d_m 2.99 m, d_a 3.52 m, Δ 522.8 tons

模型 d_r 6.93 cm, d_m 8.40 cm, d_a 9.92 cm, Δ 11.679 kg

- i) 抵抗試験 通常の回流水槽に於ける船型試験要領に従った。ロープの取付状態は Fig. 1 の通りである。測定せられた抵抗値を Table 1 に示す。
- ii) 振動試験 Fig. 2 に示すように模型船を船体中央で回転出来るように支えその方向は

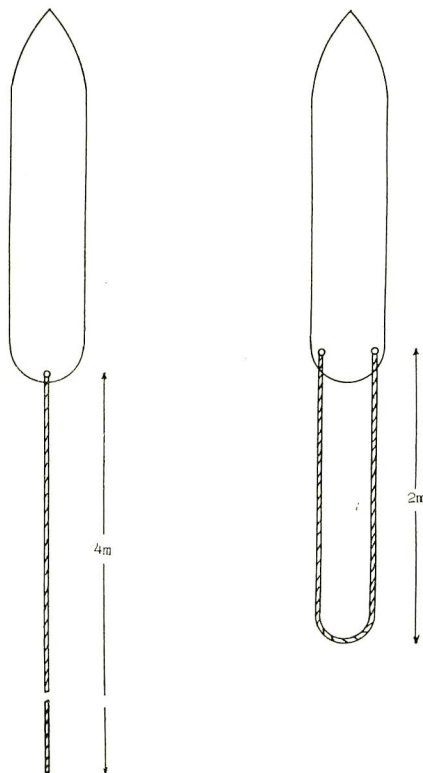


Fig. 1. Types of the trail rope.

Table 1. Resistance under running condition.

r.p.m.		v m/sec	V knots	Model Ship r_t gr	Rope of Straight line type r_t gr	Rope of U-line type r_t gr
200	Model Ship	0.26		6.58	31.58	32.89
	Actual Ship	1.55	3.01			
250	Model Ship	0.31		9.21	40.79	44.73
	Actual Ship	1.85	3.60			
300	Model Ship	0.38		11.84	44.74	60.53
	Actual Ship	2.26	4.39			
350	Model Ship	0.44		19.74	51.31	71.05
	Actual Ship	2.62	5.09			
400	Model Ship	0.49		26.32	57.89	82.89
	Actual Ship	2.92	5.68			

初期張力 12 gr のバネを介して抑える。航進しながら或る偏角を与えて放すと船は yawing をしながら次第に振幅を減ずる。次に資料の一例を示す。

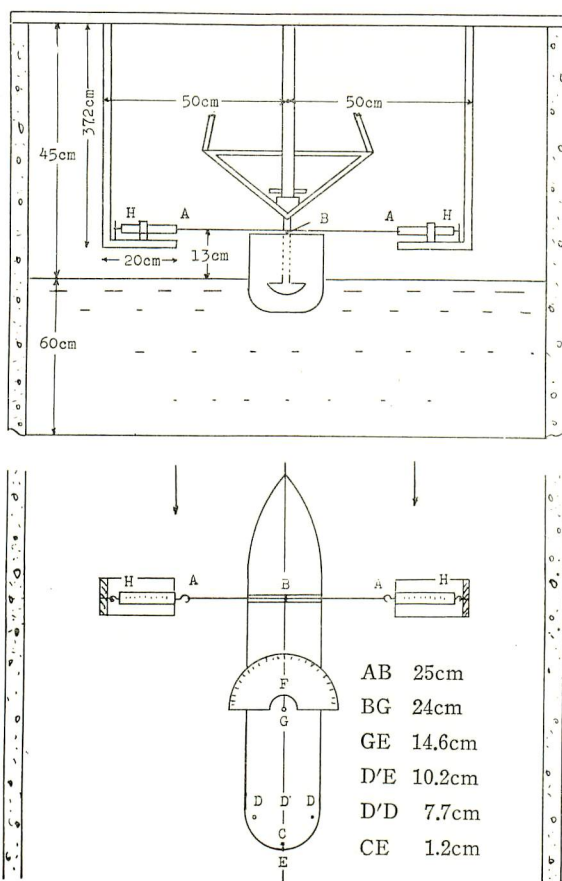


Fig. 2. The apparatus for measurement of angle and half period of yawing.

Table 2a. Yawing under rest condition. ($v : 0$ m/sec)

		θ_0	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_n
Without rope	Yawing Angle ($^\circ$)	20	7.5	3.5	1	0.5	0
	Half Period (sec)	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_n
		0	4.25	3.75	3.45	3.35	3.6
With rope of straight line type	Yawing Angle ($^\circ$)	θ_0	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_n
	Half Period (sec)	20	7.5	3	1	0.5	0
		t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_n
		0	4.25	3.7	3.25	3.45	4.1
With rope of U-line type	Yawing Angle ($^\circ$)	θ_0	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_n
	Half Period (sec)	20	7.5	3	1		0
		t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_n
		0	4.25	3.55	3.6		3.8

Table 2b. Damp in the yawing angle under rest condition. ($v : 0$ m/sec)

		θ (°)	θ_m (°)	$\Delta\theta$ (°)
Without rope	θ_0	20	13.75	12.5
	θ_1	7.5	5.5	4.0
	θ_2	3.5	2.25	2.5
	θ_3	1.0	0.75	0.5
	θ_4	0.5		
With rope of straight line type	θ_0	20	13.75	12.5
	θ_1	7.5	5.25	4.5
	θ_2	3	2.0	2.0
	θ_3	1.0	0.75	0.5
	θ_4	0.5		
With rope of U-line type	θ_0	20	13.75	12.5
	θ_1	7.5	5.25	4.5
	θ_2	3	2.0	2.0
	θ_3	1		

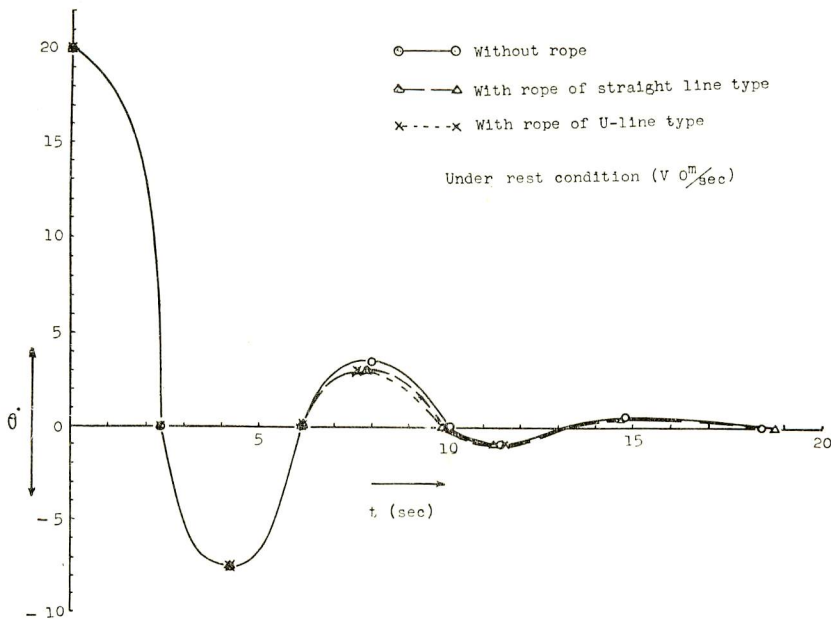


Fig. 3a. The damping curves showing the effect of trail rope on yawing under rest condition.

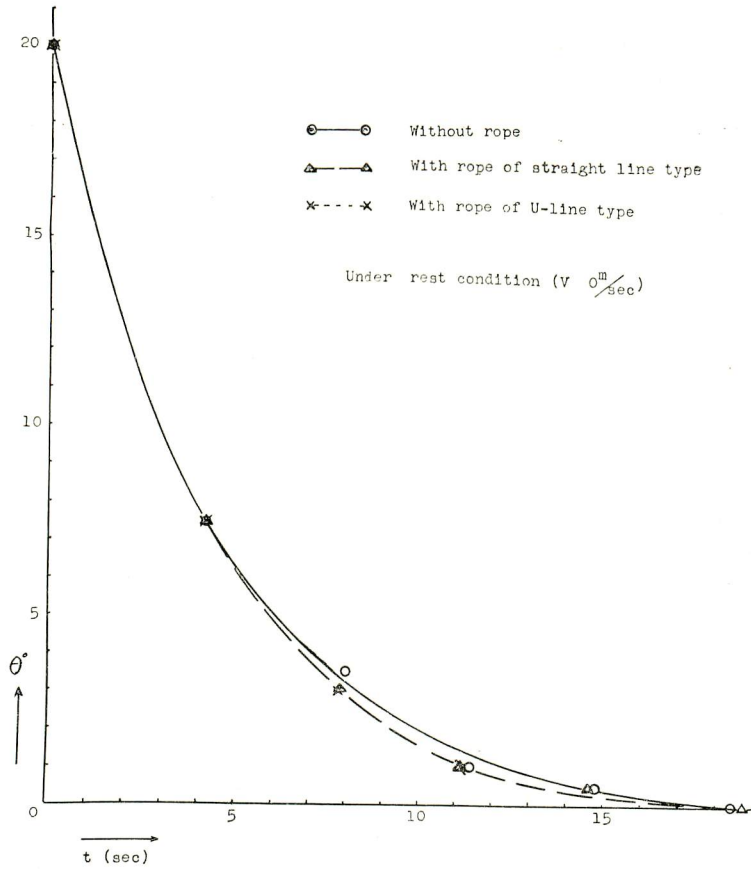


Fig. 3b. The declining angle curves showing the effect of trail rope on yawing under rest condition.

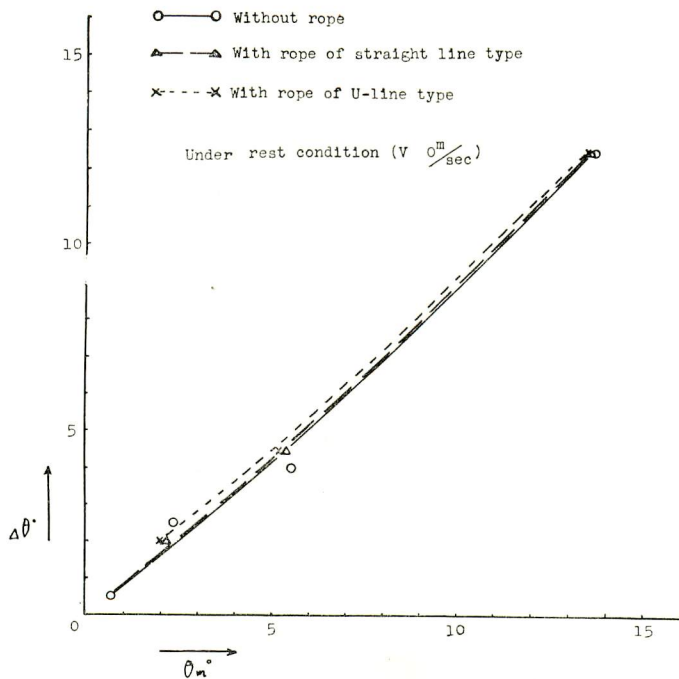


Fig. 3c. The extinction curves showing the effect of trail rope on yawing under rest condition.

Table 3a. Yawing under running condition. ($v : 0.31 \text{ m/sec}$)

Without rope	Yawing Angle ($^{\circ}$)	θ_0	θ_1	θ_n
		20	1	0
Without rope	Half Period (sec)	t_0	t_1	t_n
		0	10.85	2.1
With rope of straight line type	Yawing Angle ($^{\circ}$)	θ_0	θ_1	θ_n
		20	1	0
With rope of straight line type	Half Period (sec)	t_0	t_1	t_n
		0	8.35	2.3
With rope of U-line type	Yawing Angle ($^{\circ}$)	θ_0	θ_1	θ_n
		20	1	0
With rope of U-line type	Half Period (sec)	t_0	t_1	t_n
		0	6.85	3.1

Table 3b. Damp in the yawing angle under running condition. ($v : 0.31 \text{ m/sec}$)

		θ ($^{\circ}$)	θ_m ($^{\circ}$)	$\Delta\theta$ ($^{\circ}$)
Without rope	θ_0	20	10.5	19
	θ_1	1		
With rope of straight line type	θ_0	20	10.5	19
	θ_1	1		
With rope of U-line type	θ_0	20	10.5	19
	θ_1	1		

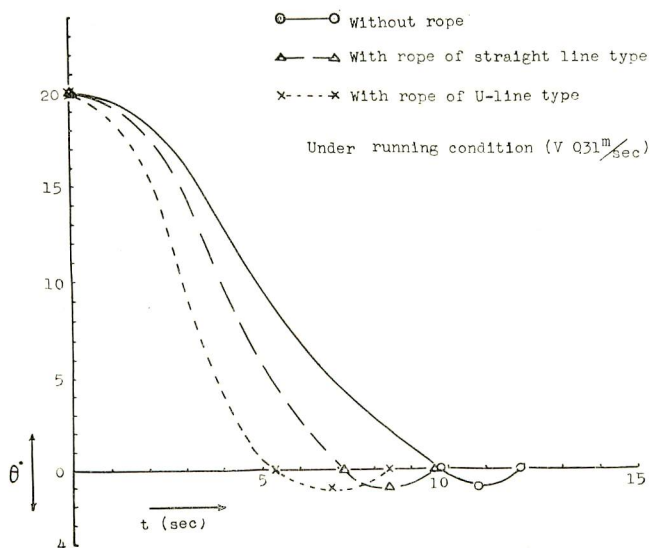


Fig. 4a. The damping curves showing the effect of trail rope on yawing under running condition ($V : 0.31 \text{ m/sec}$).

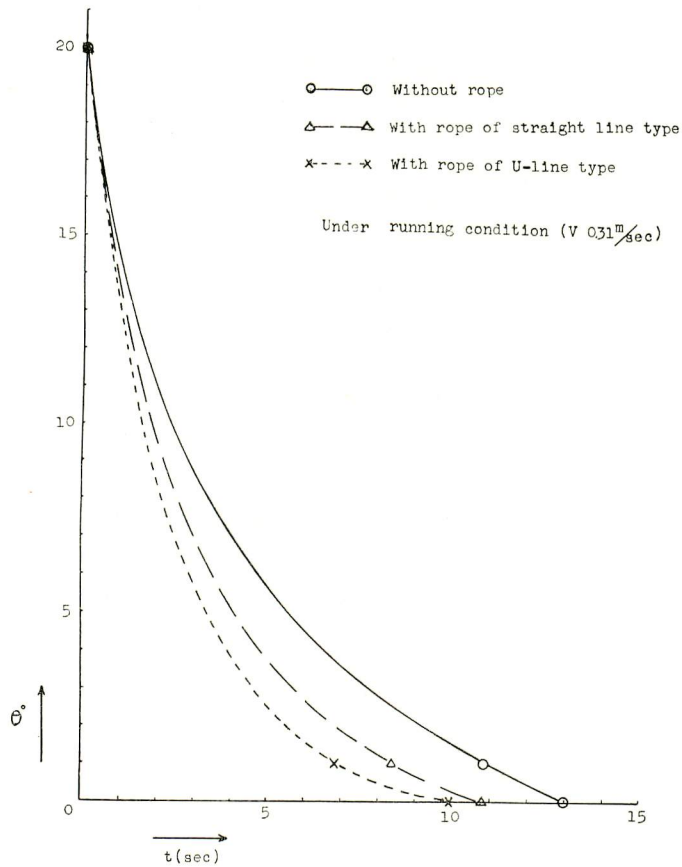


Fig. 4b. The declining angle curves showing the effect of trail rope on yawing under running condition ($V: 0.31 \text{ m/sec}$).

以上静止中に於てはU字型ロープを付けた場合 yawing 角の減衰が若干早い傾向があるが一般的には流水抵抗が働かないためロープはそのまま船尾直下に垂れて了うのでその効果は認められない。次に航進中の減衰状態を見ると 200 r.p.m. (0.26 m/sec, 実船換算 3.01 knots) の場合 $\theta_0 \rightarrow \theta_1$ の折に yawing 角及び半周期の著るしい減衰が見られ、特に 20° , 24° と大きい偏角を与えた折にロープの効きが明らかとなってくる。250 r.p.m. (0.31 m/sec, 実船換算 3.6 knots) の場合偏角の差はないが半周期が短くなりロープの効果が現われる。300 r.p.m. (0.38 m/sec, 実船換算 4.39 knots) の場合ロープなしでは偏角 12° 迄方向安定性が正となるが直線型ロープの場合偏角 15° 迄、又U字型ロープのとき偏角 24° 迄正となる。350 r.p.m. (0.44 m/sec, 実船換算 5.09 knots) の場合ロープなしで 1° 、直線型ロープで 3° 、U字型ロープで 12° 迄正となる。以上実験の何れの場合も定性的にはU字型ロープが最もその効果が著るしい。尚 5 knots 以上ではそれ程ロープの効果は著るしくない。

4. 考 察

船が舵を中央にして直進中に外から何らかの力を受けて航路からそれ始めたとき外力を取り去ってからも益々方向を転じていくものを方向不安定、それに反し徐々に一定方向に落着くものを方向安定といい、操縦性能上の重要な性質である。元良氏 (1946, 1957)^{6),7),8)}は之を静的安定性と動的安定性とに別け、前者に対しては $\partial N/\partial \theta < 0$ なることを要求し、後者に対しては $q_1^2 - 4q_2 > 0$, $q_2 > 0$, $|\sqrt{q_1^2 - 4q_2}| < q_1$ (非周期的) を要求している。こゝでは一応理論的な取扱いを避け全く実験的、経験的に資料を取り扱った。即ち船を或る一定速度で航進させ、そのとき偏角、角速度 (スプリング初期張力) にある値を与え、それが時間とともにある一定方向に収束した場合を安定と考える。

抵抗実験で認められるように航進中のロープに依る抵抗増加は U 型、直線型、及びロープなしの順であり、之から安定性への寄与も充分予想される所であるが振動実験に於ても U 型が最も方向安定性への寄与が著るしい。尚 5 knots 以上での安定性減は船首波、船尾波の干渉のための水圧中心の前後移動に依るものと思われる。

5. 結 言

未だ予備実験の範囲を脱していないけれども筆者等の放流ロープの模型実験結果に依っても或る限界の風速迄は仮舵としての有効性が大きく認められる。即ち G.T. 260 tons 級船延縄船では風圧に依る表層流のため放流ロープの対水速度 3 knots 以上では一般に速力の大きい程ロープの利きは大でありしかも直線状ロープで有効偏角 15° 、U 字型ロープで 24° の如くかなりの方向安定性が認められ且つ yawing の減衰周期も後者が著るしく早いようである。但し対水速度 5 knots 以上ではロープの効きは余り認められない。

文 献

- 1) 浅井栄資 (1956)：“海難防止と救助” 漁船及小型船編 175 (海文堂，神戸，日本)。
- 2) 奈良迫嘉一 (1956)：大型対称式回流水槽に就て。鹿児島大学水産学部紀要 5,64~77。
- 3) ——— (1958)：———，続。——— 6,99~105。
- 4) 奈良迫嘉一 (1955)：鹿児島大学漁業練習船敬天丸の船型試験成績に就て。西部造船会々報 10, 5~23。
- 5) 奈良迫嘉一 (1962)：大型回流水槽に依る「かごしま丸」船型試験の結果に就て。西部造船会々報 23, 161~171。
- 6) 元良誠三 (1946)：航路安定性に就て。造船協会々報 77,69~90。
- 7) 元良誠三 (1957)：“船体運動力学” 26~32 (共立出版，東京，日本)。
- 8) 造船協会 (1960)：“船舶工学便覧” 1,697 (コロナ社，東京，日本)。