

## 揚錨時の船体運動について

狩 俣 忠 男\*

### On the Movement of Ship in Heaving up the Anchor

Tadao KARIMATA

#### Abstract

When a ship leaves the wharf heaving up the anchor, it is very important for captain to estimate the tracks of bow and stern.

Using Nansei Maru and Keiten Maru, I measured the tracks of bow and stern and got the following results:

1. The track of bow has no relation with the speed of heaving up the anchor.
2. The ratio of the maximum length of swinging out of stern to ship's length over all ( $K_{max}/L_{OA}$ ) is proportional to the cable direction ( $\theta$ ) and its ratio is calculated by the following expression;

$$\text{Nansei Maru} \quad K_{max}/L_{OA} = 0.00275\theta - 0.0103$$

$$\text{Keiten Maru} \quad K_{max}/L_{OA} = 0.00271\theta - 0.0182$$

3. In case that the swinging out of stern is greatest, the turning angle of the ship ( $\alpha$ ) is as follows;

$$\text{Nansei Maru} \quad \alpha = 0.5554\theta - 0.349$$

$$\text{Keiten Maru} \quad \alpha = 0.5573\theta - 0.418$$

and in practice we can get the turning angle by the following expression,

$$\alpha = 5/9\theta$$

4. In case that the cable direction is  $63^\circ \sim 73^\circ$ , the trace of the bow is at the right angle with the bow and aft midship line in the early stage of heaving up the anchor.

#### 1. 結 言

船舶を岸壁に係留する場合は一般に接岸する側と反対舷の船首錨を投入し、出航に当ってはこの船首錨を捲き込みながら離岸するが、この時操船者は特に船首端および船尾端の動きに注意を払う。すなわち、錨鎖を捲き込むと船首は岸壁から離れると同時に前進または後退し、船尾は投錨舷と反対側に振り出される。その後、船は錨鎖を捲き込みながら蛇行し、ついには揚錨を完了するが、本実験は離岸後の初期の段階における運動のうち、特に船首の進

\* 鹿児島大学水産学部漁船運用学教室 (Laboratory of Seamanship, Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

出量(後退を含む)と船尾の振り出し量を予測して操船の手助けとする目的で実施した。

実際の操船に当っては、必要に応じ主機を種々使用したり、曳船などの援助手段を講じたり、或は、風や潮流、波浪などの外力の影響も加わってその動きは複雑であるが、本報告書ではこれらの外力の影響のない状態における船首尾の運動について検討した。

## 2. 実験方法

### a) 供試船

実験には本学部漁業練習船敬天丸(総トン数300.07トン)および南星丸(総トン数44.56トン)を使用した。両船の主要目および実験中の状態はTable 1に示す通りである。

Table 1. The principal dimension and ship's condition of "KEITEN MARU" and "NANSEI MARU".

Item	KEITEN MARU	NANSEI MARU
Length over all	42.87 m	22.32 m
Length b. p.	38.68 m	19.54 m
Breadth (mld.)	7.00 m	4.60 m
Depth (mld.)	3.51 m	2.30 m
Gross tonnage	300.07 t	44.56 t
Weather	Fine	Fine
Sea condition	Calm	Calm
Wind force	0~1	0~1
Draft		
Fore	1.73 m	0.90 m
After	3.52 m	2.42 m
Mean	2.625 m	1.66 m
Trim	1.79 m	1.52 m
Displacement tonnage	456.50 t	81.00 t

投錨方位は船首から30°, 45°, 60°, 75°, 90°, 105°, 120°の7方位とした。

錨鎖を使用する場合は投錨の方法などにより錨鎖が海底によこたわる際、弯曲して投入されることがあることを懸念して、本実験では両船とも錨鎖の代りにホーサーを使用し、捲込み速度を測定するため予めロープにマークを入れた。

錨索の長さは全て75mで実施した。

### b) 実験場所

実験場所は風、潮流、波浪などの影響が少なく、海底は平坦で、しかも他船に迷惑を及ぼさない、十分な広さを有する海面が必要でその選定に苦慮したが、南星丸は鹿児島港魚市場前岸壁を使用、敬天丸は山川港日冷工場前岸壁において実施した。

南星丸の場合は上記の条件をほぼ満足したが、敬天丸の場合は、山川港は海底がすり鉢状になっており、実験場所の海底もかなり傾斜している点に難点があったが、その他の条件は大体満たされている。

実験は特に風潮流などの影響の少ない時期を選んで実施したので、ほとんど風力0~1、

潮流 4cm/min 以下であった。従って、これらの影響はないものとして考察した。なお、実験中この状態をこえたものについては除外した。

### c) 測定法

船首端および船尾端の運動の軌跡を測定する方法は、Fig.1 に示すように、先ず船首錨を所定の方位に投入し、船尾錨索、船首もやい綱、船尾もやい綱の4本のロープによって船体を岸壁から適当な距離だけ離れた位置に固定した。

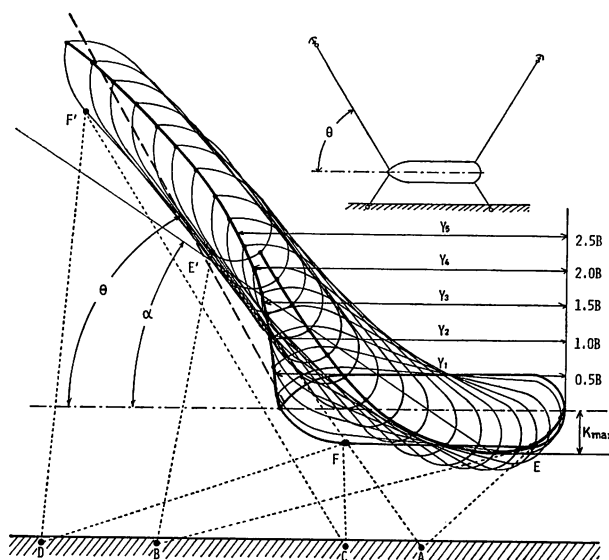


Fig. 1. Example of the measurement for the tracks of bow and stern.

次に、岸壁の適当な位置に A, B, C, D の4点、船上に E, F の2点の定点を設定し、 $\overline{AE}$ ,  $\overline{BE}$ ,  $\overline{CF}$ , および  $\overline{DF}$  の距離を巻尺によって測定するよう準備した。

測定開始の合図と同時に船尾錨索、船首もやい綱、船尾もやい綱の3本のロープを解放し、船首錨索を一定の速度で捲込み、5秒間隔の合図により船首方位をコンパスから読み取った。また、同時に  $\overline{AE}$ ,  $\overline{BE}$ ,  $\overline{CF}$ ,  $\overline{DF}$  の距離を巻尺によって測定記録し、後刻、作図によって船首端、船尾端の位置を出し軌跡を画いた。

巻尺による測定に当っては、巻尺にたるみが生じないように、また、巻尺が張り過ぎて船体運動に影響を及ぼさないよう特に留意した。

作図に当っては、特に船上の F 点は時間の経過と共に岸壁からかなり遠くなり、長さの誤差も大きくなると共に夾角も小さくなるため位置の誤差が増大するので、同時に測定した船首方位の値も加味して誤差を小さくするよう努力した。

### 3. 実験結果および考察

実験の結果得られた敬天丸および南星丸の船首端および船尾端の軌跡はそれぞれ Fig.2 お

よび Fig. 3 に示す通りである。

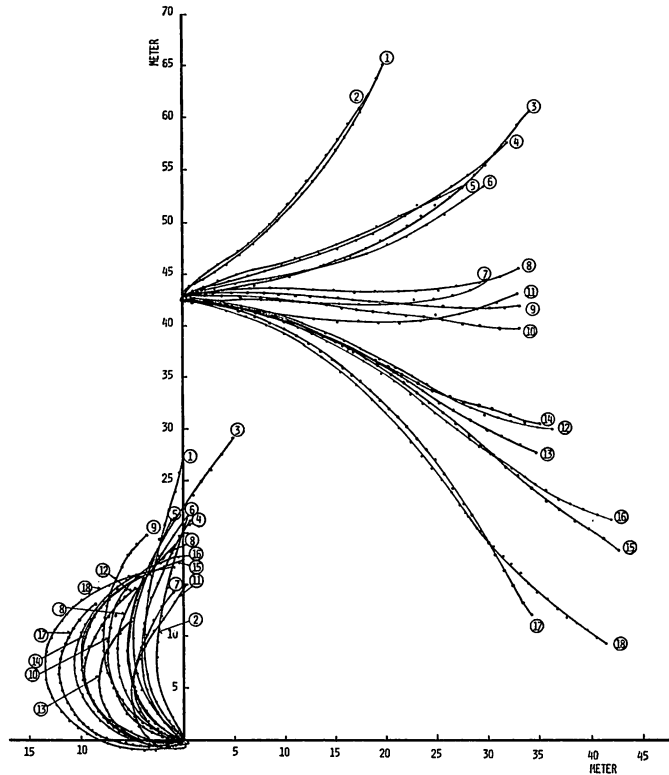


Fig. 2. The tracks of bow and stern of Keiten Maru.

①	Cable direction	30°	⑩	Cable direction	75°
②	"	31°	⑪	"	75°
③	"	46°	⑫	"	86°
④	"	45°	⑬	"	90°
⑤	"	45°	⑭	"	90°
⑥	"	47°	⑮	"	103°
⑦	"	60°	⑯	"	105°
⑧	"	60°	⑰	"	120°
⑨	"	75°	⑱	"	120°

a) 船尾の最大振り出し量について

南星丸における実験では錨索の捲込み速度を 0.30m/sec と 0.45m/sec の2種について実施し、船尾の最大振り出し量を調べた。その結果は Fig. 4 に示す通りである。

図において横軸には錨索方位角 ( $\theta$ ) を、縦軸には船尾の最大振り出し量と船の長さの比 ( $K_{max}/LOA$ ) をとった。その結果、船尾の最大振り出し量と船の長さの比は錨索方位角に比例し、捲込速度の大小による差はほとんど見られないことがわかった。すなわち、船尾の最大振り出し量は錨索の捲込速度にはほとんど関係しないと云える。

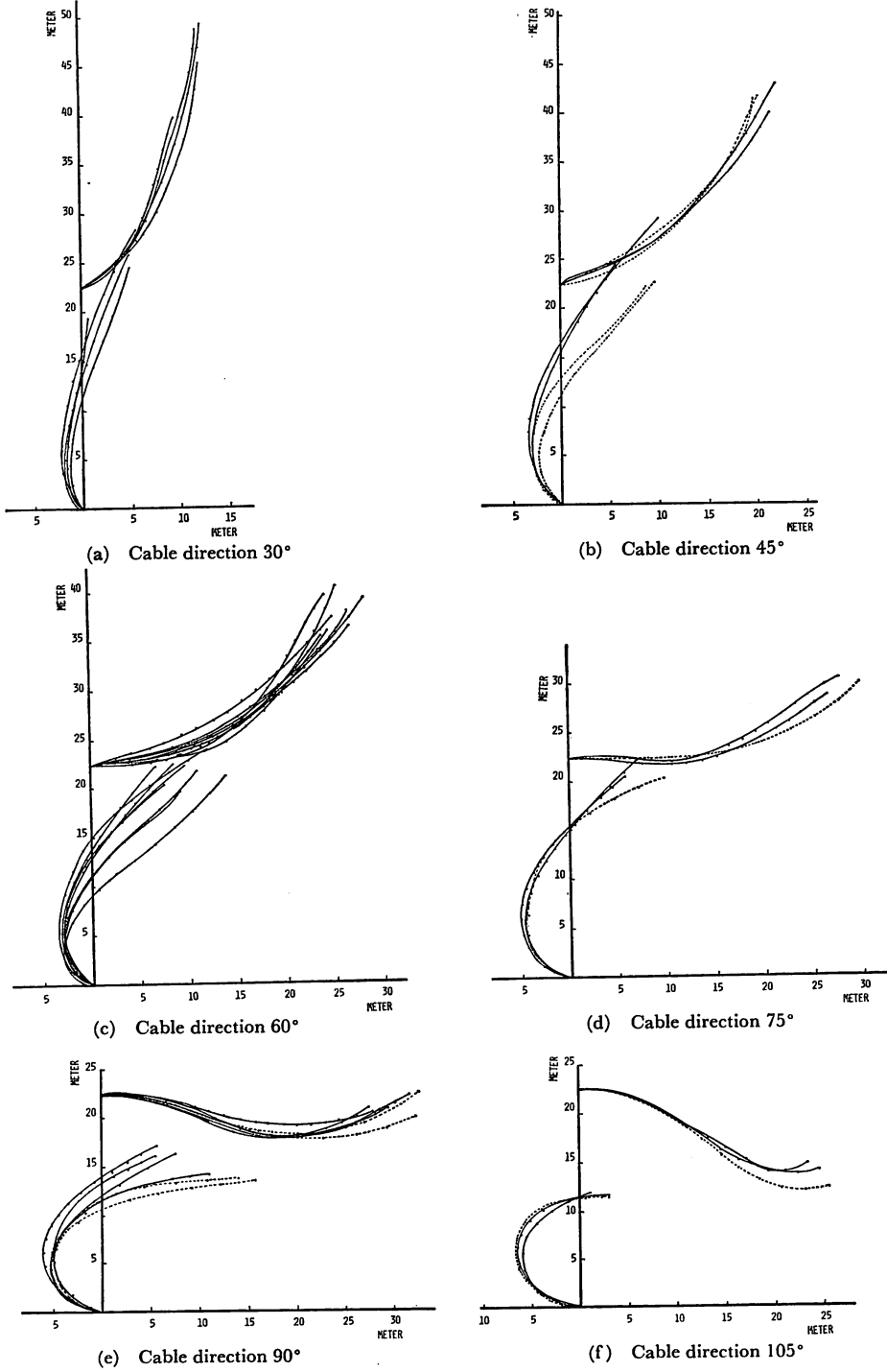


Fig. 3. Tracks of bow and stern of NANSEI MARU

Heaving up the anchor with slow speed: ————

Heaving up the anchor with fast speed: ······

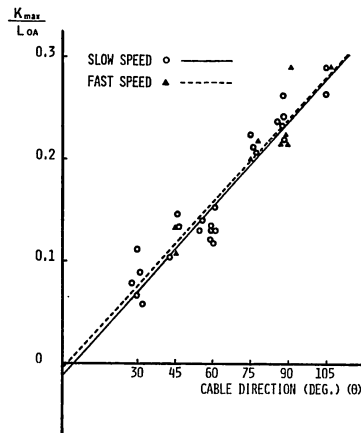


Fig. 4. Relation between the ratio of the maximum length of swinging out of stern to ship's length over all and the cable direction, when the speed of heaving up the anchor with slow and fast at Nansei Maru.

$$\text{Slow: } K_{\max}/L_{OA} = 0.00276\theta - 0.0112$$

$$\text{Fast: } K_{\max}/L_{OA} = 0.00271\theta - 0.0056$$

次に船尾の最大振り出し量について南星丸と敬天丸を比較する。比較のために Fig. 4 と同様船尾の最大振り出し量と船の長さの比 ( $K_{\max}/L_{OA}$ ) を求め、錨索方位角 ( $\theta$ ) との関係を示すと Fig. 5 の通りである。

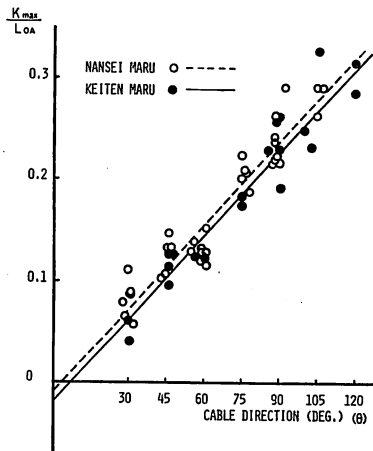


Fig. 5. Relation between the ratio of the maximum length of swinging out of stern to ship's length over all and the cable direction.

$$\text{Nansei Maru: } K_{\max}/L_{OA} = 0.00275\theta - 0.0103$$

$$\text{Keiten Maru: } K_{\max}/L_{OA} = 0.00271\theta - 0.0182$$

図において

$$\text{南星丸 } K_{\max}/L_{OA} = 0.00275\theta - 0.0103$$

$$\text{敬天丸 } K_{\max}/L_{OA} = 0.00271\theta - 0.0182$$

となり、両船の間にほとんど差はない。

b) 船尾振出量が最大となる時の回頭角について。

操船者は船尾の振出量が最大となる時の船首方位を予測することが出来ると非常に都合がよい。

Fig. 6 は船尾振出量が最大となる時の回頭角 ( $\alpha$ ) と錨索方位角 ( $\theta$ ) の関係を示したものである。図において

$$\text{南星丸 } \alpha = 0.5554\theta - 0.349$$

$$\text{敬天丸 } \alpha = 0.5573\theta + 0.418$$

の傾向線となるが両船の間にはほとんど差がなく、錨索捲込速度にも関係しない。更に、上式は実用上

$$\alpha \doteq \frac{5}{9}\theta$$

として計算して差支えない。

この式から操船者は錨索方位角によって船尾を最大に振り出す時の船首方位を容易に予測することができる。

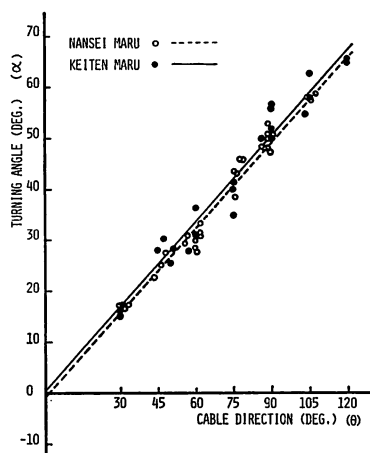


Fig. 6. In case that the swinging out of stern is greatest, relation between the turning angle and the cable direction.

$$\text{Nansei Maru: } \alpha = 0.5554\theta - 0.349$$

$$\text{Keiten Maru: } \alpha = 0.5573\theta + 0.418$$

c) 最大回頭角について

Fig. 7 は南星丸における錨索捲上げ時間の経過と回頭角の関係を示したものである。

図において、同一錨索方位角のとき捲込速度が等しければ回頭角は一致する。

最大回頭角は錨索方位角が小さい場合には捲込速度が速いとき小さく、遅いとき大きい、錨索方位角が大きくなるに従って捲込速度の速い方が遅い方よりも大きくなる。

この場合、前述の通り捲込速度が変わっても船首軌跡は変わらず、船尾軌跡が変化する。これは転心の位置が変化するためと思われる。

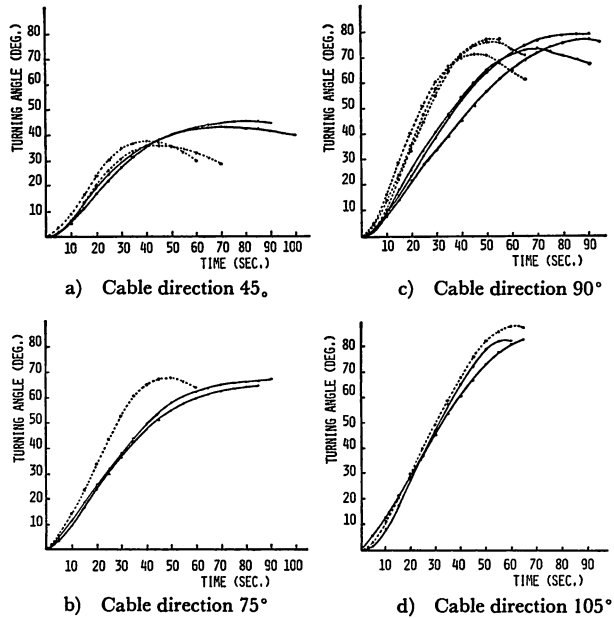


Fig. 7. Relation between the turning angle and the lapse of time.

Heaving up the anchor with slow speed: —————

Heaving up the anchor with fast speed: ·········

#### d) 船首の進出量について

船首の進出量は次の方法で求めた。すなわち、操船者の立場から目測の基準を自船の幅におき、最初の位置から船幅の $\frac{1}{2}$ 倍、1倍、 $1\frac{1}{2}$ 倍、2倍、 $2\frac{1}{2}$ 倍離れたとき前後方向にいくら移動したかを測定し、それぞれ  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5$  とした。(Fig.1 参照)

船の前後方面の移動量と船の全長との比と錨索方位角の関係を Fig. 8 に示す。

図において敬天丸では錨索方位角 $63^\circ$ 附近、南星丸では $73^\circ$ 附近において各線が交叉し、船首端は船首尾線に対し直角な軌跡を画いて離岸することを示している。又、この図から任意の錨索方位角によって船首の進出(又は後退)量、或は船首端の軌跡を予測することができる。



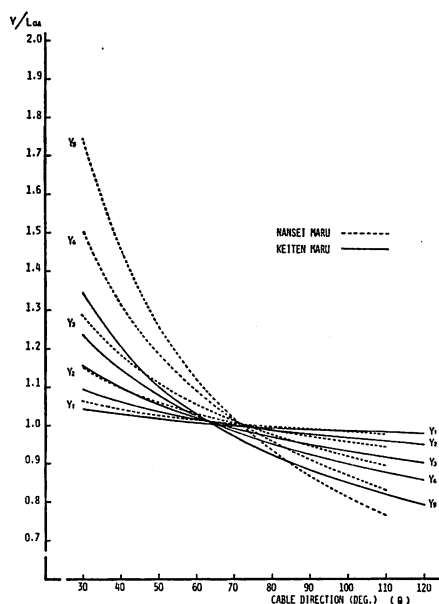


Fig. 8. Relation between the ratio of the length of advance to ship's length over all and the cable direction.

#### 4. 結 論

錨を捲上げながら船を離岸させるとき、操船者にとって船首および船尾の軌跡を予測することは重要である。

敬天丸、および南星丸を使用して揚錨時の船首尾の軌跡を測定して次の結論を得た。

1. 揚錨時の船首軌跡は捲上げ速度に関係せず同一錨索方位に対して一致する。
2. 揚錨時の船尾の最大振り出し量と船の全長の比は錨索方位角に比例し、両船ともほとんど等しい値を示した。
3. 船尾の振り出し量が最大となる時の回頭角は両船ともほとんど等しい値を示し、実用上  $\alpha \doteq \frac{5}{9} \theta$  で求められる。
4. 錨索方位角  $63^\circ \sim 73^\circ$  付近において、揚錨初期における船首軌跡は最初の船首尾線に対して直角となる。

終りに、本実験を行なうに当り御協力賜わった練習船敬天丸辺見富雄船長他乗組員御一同、および練習船南星丸高橋琴一船長他乗組員御一同に感謝の意を表します。

#### 文 献

- 1) 北原久一 (1966) : “港内の操船”, 91-154 (成山堂)。
- 2) 横田利雄・他 (1962) : 錨の把駐力に関する実船実験, 日航誌, 27, 27-35。

- 3) 久々宮久・他 (1970) : 旋回軌跡の計算について, 日航誌, 43, 45-50.
- 4) 泉益生 (1972) : “連絡船メモ (上巻)”, 78-106, (船舶技術協会).
- 5) 元良誠三 (1959) : “船体運動力学” (共立出版).