

風浪によるヨーイングの発生と船体の偏流について

“練習船敬天丸について”

嶋 田 起 宜*

On the Occurrence of Yawing and Drift of Ship by Wind and Waves

“In Case of Training Ship KEITEN MARU”

Kiyoshi SHIMADA

Abstract

The author investigates in this paper into the relation between the occurrence of yawing and the direction of wind and waves, and also into the drift of ship caused by wind and waves. The investigation is carried out on the 28th March 1974 in Hyūga Nada on KEITEN MARU, Training Ship of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University, by sailing her systematically toward eight points, under the condition of north wind with the velocity of 10m/sec.

Following tendencies are found out:

- 1) The occurrence rate of yawing is the highest when wind and waves come on the beam. The rate on the starboard beam is, however, different from that on the port beam.
- 2) The occurrence rate is comparatively high when disturbance foces of wind and waves come on the starboard bow 45 degrees. And the rate is followed by that astern and then by that on the port bow 45 degrees.
- 3) This Training Ship has, without any connection with the direction of wind and waves, a tendency to drift toward starboard side, which requires a checking rudder of 2~3 degrees to port side.
- 4) In connection with the tendency mentioned above, the ship must be always steered correspondingly to port side.
- 5) The change of course to the right is able to be finished rapidly, to the left is, on the contrary, inactive and requires a long time.

緒 言

船舶が種々の外乱の中で一定の針路を航行中、常に針路保持の為の保針操舵が行われている。これら外乱の種類や大小は船体の運動に多大の影響を与える。操舵の優劣は操舵員の能力に負う所が大であるが、現在に於いてはオートパイロットの普及がめざましく、出入港や峡水道航行等の特定の場合を除いては操舵員に取って代りつつある。

実際に船橋にあって操船を行う者の立場として外乱の影響によって船体がいかなる運動を行うかを知る事は重要な事である。勿論これらの動きはその時点における内的、あるいは外的要因に左右される非常に複雑なものであり、一概に決定出来るものではないが、今回は自動操舵中一定の風浪

* 鹿児島大学水産学部練習船敬天丸 (Training Ship KEITEN MARU Faculty of Fisheries Kagoshima University.)

に対して船を八方位へ順次回頭し航走させる事により 船体運動を測定したのでその 調査の概要を報告する。

調 査 方 法

1974年3月28日、日向灘において鹿児島大学水産学部練習船敬天丸(300トン500馬力)を使用して実験を実施した。風浪に対して向首した場合を便宜上1とし、順次時計廻りに八方位へ8番迄番号を付した。定針の後、船体運動測定のために航走した時間は約5分間であり、実験開始から終了迄に約1時間を要したがその間の気象、海象に変化は認められなかった。また風向と波浪の方向は一致していた。そのときの外況と船体の状態は Table 1 の通りである。

風向風速はコーシンペンにて測定し、真風向および真風速を求め、波浪等は目視によった。記録には茂在¹⁾や松野、皆元²⁾も述べている如く、現販のコースレコーダーはその機構上、紙送り速度3.7cm/h、1°巾0.12cmと記録精度が不十分である為、本実験には横河電機製の二軸式ペンレコーダーを用いた拡大記録方式を採用した。この装置の概要は Fig. 1 の通りである。

すなわち、既設のコースレコーダー上に直線式ポテンシオメーターを取付け、ペンの動きを電圧に変換しペンレコーダー上に拡大記録する。また一方、舵の動きについてはラダーヘッド上にプーリーを設け、プーリー系により360°方式のポテンシオメーターに連絡し、これにより拡大された舵角信号は電気信号となりペンレコーダー上に拡大記録となって表われる。

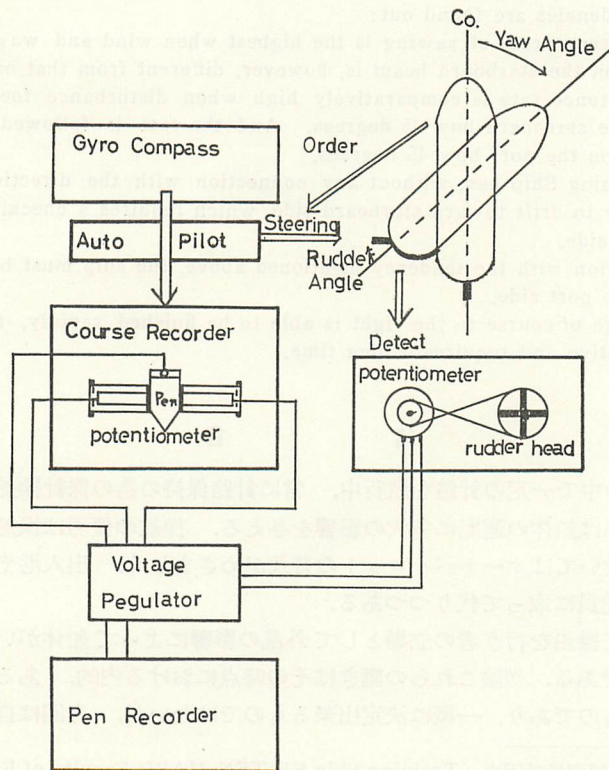
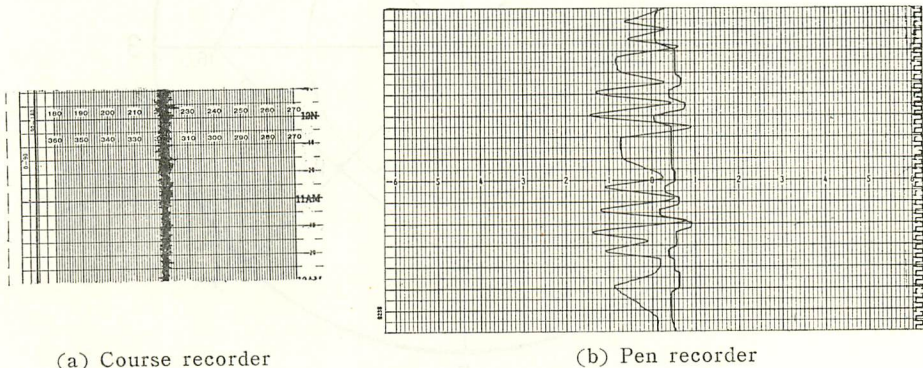


Fig. 1 Enlargement of Recorder System.

Table 1. Condition of ship and weather.

Length p. p.	38.68m	Gyro compass	HOKUSHIN-PLATH HKrK-C-1
Breadth (mld.)	7.00m	Auto pilot	PC-1-1
Depth (mld.)	3.51m	Checking rudder adjust	1
Draft: Fore	1.75m	Helm Adjust	1
After	3.51m	Weather Adjust	0
Mean	2.63m		
Trim	1.90m		
Speed	9.00kt		
Wind Direction	North	Wave	Slight
Wind Force	10m/sec	Swell: Hight Freq.	50cm 2~3 sec



(a) Course recorder

(b) Pen recorder

Fig. 2 Records by Course recorder and Pen recorder.

なお、本装置は測定範囲切換用として17レンジ、紙送り速度切換8レンジを有するため目的に応じて種々選定出来るが、今回は1°巾4mm、記録紙速度6cm/minを使用した。拡大記録の一例をFig. 2に示す。

結果と考察

I. 風浪に対する船首方位とヨーイングの発生率

各船首方位に対するヨーイング発生の相違を知るため記録紙より八船首方位におけるヨーイングの発生率を求めた。その結果はFig. 3の通りである。

3方向、即ち左舷正横より風浪を受ける場合に於いてヨーイングの発生率は最高を示した。この事は“同一風力下においては風向を正横方向から受ける場合がヨーイングの発生率が高く、基準針路の保針に苦勞する”とする高島³⁾の結果と一致する。特に左舷からの風浪によるヨーイングの発生は右舷からのそれに比べ大きな影響が表われる結果となった。平岩⁴⁾は“自動操舵による保針は系統誤差的なもの他に偶然誤差を見込まねばならず、又系統誤差は風浪を受ける舷によって異ると見るのが妥当である”としている。

今回の実験に於いても、これらの誤差をはじめその他の内的要因をも含めて考慮せねばならない

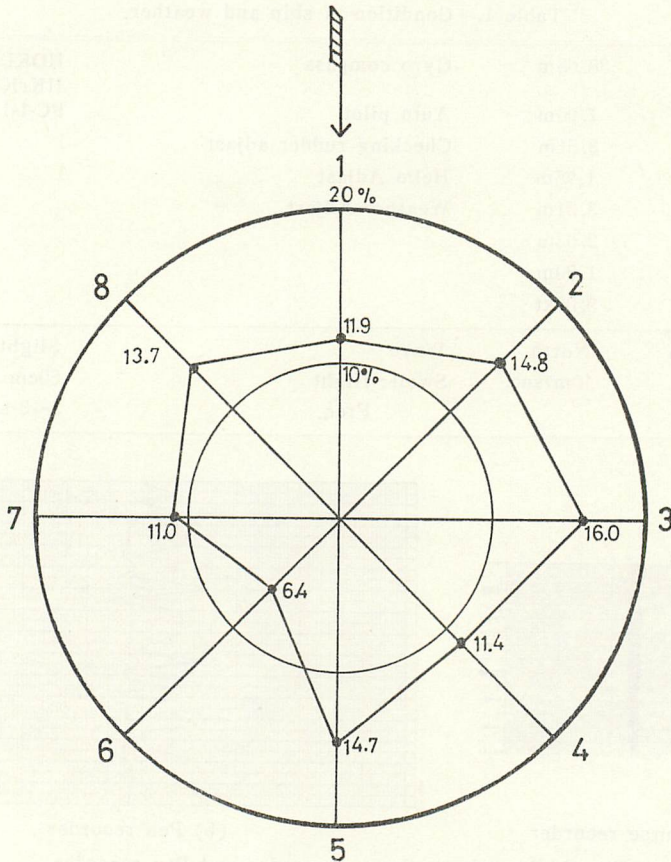


Fig. 3 Relation between the Occurrence rate of yawing and the direction of Ship's head.

のは当然であるが、本船はホイールスタンドよりステアリングエンジンへの連絡にロッドを使用しており、それに起因する抵抗、ベベルギアの遊び、あるいは片擦れ等による誤差を特に考慮に入れる必要があろう。

その他操舵に起因するヨーイング、即ち保針操舵の為に誘発されるヨーイングも大きな影響を与えているものと考えられる。

針路安定性と保針性について野本⁵⁾は“進路安定の良い船は外乱によって運動が起きてもそれが早く減衰するので余り大きなコース変化にならない。しかも安定の良い船は追従が早いからコース変化を打消すための操舵効果がすみやかに現れて、正しい保針が出来る。舵をとれば直ちにそれに応ずる旋回に入り、中央へもどせば直ちに旋回を止める追従の早さが容易な操船の重点である”と述べており checking rudder, Helm, あるいは weather adjust を最適に選定する事がヨーイングをおさえる為の大きな条件であろう。

右舷正横に次いで船首左右舷 45° 方向あるいは船尾よりの風浪に対して発生率が高くなる。

II. 操舵誤差と平均抵舵

基準針路とペンレコーダーに記録されたコースの平均値との差を求め、これを操舵誤差⁴⁾として

船体の左右舷への偏流を調べた。その結果は Fig. 4 の如くである。

Fig. 4 にて明らかな様に船体は風浪の方向とあまり関わりなく右舷への偏流を顕著に示している。即ち右舷からの風浪に対しては向風性を、また左舷からの風浪に対しては離風性を示した。これら右舷への偏向はおしよる丸における調査⁴⁾においても表われている。

針路の偏差に起因する損失として小山⁶⁾は“広い意味での抵抗増加として航路の延長、遠心力による抵抗増加（即ち波による損失、風による損失、操舵に起因する遠心力による損失）操舵による損失”を述べている。本船の場合最大2度、平均で約0.9度の右舷へのコースの偏りを示しており、針路の偏差による損失を無視出来ない。

本船の上記の様な偏向に対する舵の動きを見る為平均抵舵を求めた。即ち各船首方位に於ける片舷の総舵角を同一舷の操舵数で除し、同様にして他の舷を求めその差を表したものである。従って平均抵舵は平均して舵がどちらの舷に片寄っていたかを示すものであり、基準針路からの離脱に対する偶力に略々比例すると考えられる。

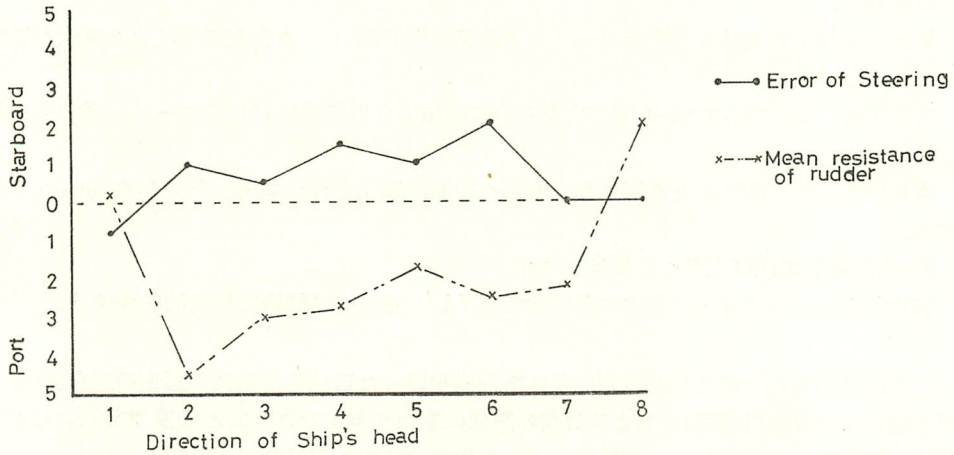


Fig. 4 Error of Steering and Mean resistance of rudder.

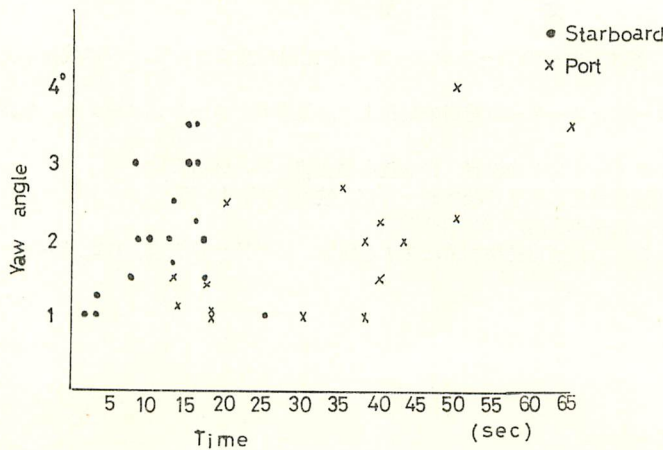


Fig. 5 Relation between Yaw angle and time.

結果は Fig. 4 に表わした如く、本船がいかなる方向からの風浪を受けても左舷舵をとる性質を持っている事を示す。この事は操舵誤差において述べた右へのコースの偏向と一致する。また左右舷への舵角とそれに要する時間との関係を Fig. 5 に示す。

即ち記録に表われたコースの基準針路からの最大偏向と基準針路を通過した後再び基準針路へ復する迄の時間との相互関係を表したものである。右舷へのコースの偏向は急激に短時間で終了するのに対し、左舷への偏向は緩慢で復帰に長時間を要する事が判る。

この事は本船の大きな特徴であるとともに保針操舵のための欠点である。

以上の様な事から自動操舵中には 2 度ないし 3 度の左への当舵を必要とするものと考えられる。

要 約

風向北、風速 10m/sec、うねり高さ 0.5m、周期 2~3 sec の外況のもとで、船首を八方位へ順次回頭させ航走する事により風浪の方向とヨーイングの発生および船体の偏流について調査を行い次の結果を得た。

- 1) 風浪を正横から受ける場合がヨーイングの発生率が高い。また左右舷により発生率に相違がある。
- 2) 右舷正横に次いで左右舷 45 度方向あるいは船尾よりの風浪に対してヨーイングの発生率が高くなる。
- 3) 本船は風浪の方向にあまり関係なく右舷への偏向傾向を有し 2 度から 3 度の左への当舵を必要とする。
- 4) 3) に関連して舵は左舷への傾向を示す。
- 5) 右舷へのコースの偏向は急激に短時間で終了し、左舷へは緩慢で長時間を要する。

終りに本調査を進めるにあたり資料収集に御便宜を賜った辺見富雄船長に感謝の意を表す。また御指導を賜った狩俣忠男講師、および資料の整理にあたり多大の御援助と御協力を戴いた敬天丸の鶴留松穂一等航海士、湯脇泰隆二等航海士、その他の乗組員各位に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 茂在寅男 (1968): 海難審判に資するためのコースレコーダーの記録精度について。日本航海学会誌, 40, 65-70.
- 2) 松野保久・皆元国 (1970): コースレコーダーの記録の記良 I. 海難審判とコースレコーダー。本誌, 19, 33-45.
- 3) 高島末夫 (1962): 手動操舵中のヨーイングの性質。日本航海学会誌, 28, 69-77.
- 4) 平岩節 (1967): 自動操舵と測程儀示度に関する統計的一考察。航海, 26, 12-17.
- 5) 野本謙作 (1964): 船の操縦性。造船協会誌, 424, 8-22.
- 6) 小山健夫 (1967): 外洋航行中の船の最適自動操舵系に関する研究。造船協会論文集, 122, 18-35.