

# スペリー式ジャイロコンパスの 急速静定に関する一実験\*

神 鳥 昭・大 村 千 之

An Experiment on Quick Settling of Sperry Gyro Compass  
by Restricting the Initial Conditions

By

Akira KANDORI and Kazuyuki ŌMURA

The recent trends in improving a gyro compass were toward how to simplify its handling. This has resulted in fairly common use of gyro compass on even small fishing boats. But there remains such a disadvantage as a gyro compass may be out of practical use for three hours or more after started. This disadvantage is inconvenient especially for the fishing boats which are not allowed sufficient time to leaving port. It is, therefore, necessary to explore some way of getting over this disadvantage.

The theoretical examination on the settling process of a gyro compass suggests that the method describe below is effective in settling the compass quickly:

1. Check the scale of the latitude error corrector.
2. Set the master compass card to the true ship's heading after the rotor has attained full speed.
3. Adjust the gyro axis to the tilt given in Fig. 1.

Adopting this method, the authors conducted a series of experiments on the quick settling of Sperry gyro compass (MK. 14 Mod. 2) installed on the fisheries training boat "Kōyō maru" in an attempt to get over the above-mentioned disadvantage. And the following results have been obtained:

1. It takes us as short as about thirty minutes to settle the gyro compass within the ordinary permissible range of compass error, that is within half a degree.
2. The settling time depends largely upon the accuracy of the adjusting.
3. A good adjusting may make the gyro compass usable for the practical purpose even just after it is started.

---

\* 水産大学校研究業績 第497号, 1967年2月13日 受理  
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 497  
Received Feb. 13, 1967.

\* 昭和41年10月21日日本航海学会第35回講演会(清水市)において発表

## 1. 緒 言

最近では漁船においても、運航の自動化と漁場の遠隔化に伴ない、ジャイロコンパスは小型船にまで急速に普及している。ジャイロコンパスは磁気コンパスにくらべて多くの利点をもつ反面、起動後直ちに使用することは不可能で、使用できるまでに数時間を要する欠点がある。

ジャイロコンパスにはこのような特性があるため、出港直前までジャイロ電源の得られない小型漁船では、出港後数時間はジャイロコンパスが使用できず、立素ジャイロコンパスを使いなれた航海者は不便を感じる事が多い。したがって、ジャイロコンパスは、起動後きわめて短時間で静定することが望ましい。

スペリー式ジャイロコンパスを急速静定させるために二三の方法<sup>1)</sup>があるが、本報では小型漁船でも実施可能な一方法、すなわち起動時のジャイロ軸にコンパス静定時の諸条件を与えることについて、実船に装備したジャイロコンパスを使用して実験し、コンパス静定までの一連の過程におけるジャイロ軸の動きを追究して、この急速静定法の有効性について検討した結果を報告する。

## 2. 基礎的考察

ジャイロコンパスは起動後、水平および垂直両方向の減衰振揺を続け、数時間経過すれば自動的に静止する。ジャイロコンパスが静止した状態においては、ジャイロ軸は子午線からの偏角 ( $\alpha_0$ ) と傾斜角 ( $\beta_0$ ) を保持している。したがって、ジャイロコンパス静定時の条件 ( $\alpha_0$  および  $\beta_0$ ) を起動直後のジャイロ軸に与えることができれば、ジャイロコンパスは起動、調整の直後から静定し、使用できるものと考察される。しかして  $\alpha_0$  および  $\beta_0$  は次式で与えられる<sup>2)</sup>。

$$\alpha_0 = -\gamma \tan L \quad (1)$$

$$\beta_0 = \frac{H\Omega}{K} \sin L \quad (2)$$

ただし  $H$  : ジャイロローターの角運動量,  $K$  : 水銀安定器の定数,  $\gamma$  : 偏心接触点の偏心角,  $\Omega$  : 地球自転の角速度,  $L$  : ジャイロコンパス所在地点の緯度。

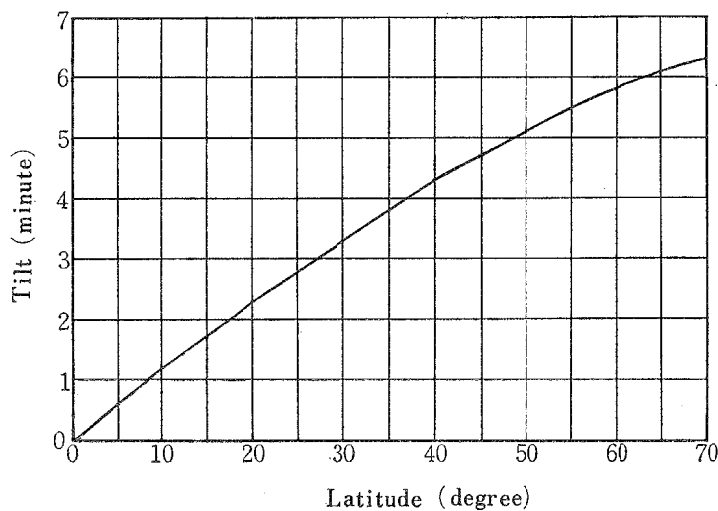


Fig. 1. Latitudinal change in the tilt of gyro axis after settled.

式(1)の  $\alpha_0$  は緯度誤差修正器に構造的に組み込まれている。また式(2)の  $\beta_0$  は北緯の地ではジャイロ軸

の指北端が仰角，南緯の地で俯角となる。ジャイロ軸の傾斜角はスペリー式 MK. 14 Mod. 2 の場合，その設計上の諸元  $H=13.9 \times 10^8$  ( $\text{g} \cdot \text{cm}^2/\text{sec}$ )， $K=5.16 \times 10^7$  ( $\text{dyne} \cdot \text{cm}$ )，および地球自転の角速度  $\Omega=7.3 \times 10^{-5}$  ( $\text{radian}/\text{sec}$ ) を式(2)に代入して得られる。傾斜角 ( $\beta_0$ ) と緯度との関係を図示すれば，図 1 のとおりである。

### 3. 実験の方法

この実験には，漁業練習船耕洋丸装備のスペリー式ジャイロコンパス MK. 14 Mod. 2 を使用し，実験は主として下関停泊中（岸壁係留）に行なった。

実験の方法は次のとおりである。ジャイロコンパスと磁気コンパスの船首指度から，磁気コンパスの誤差を求めた後，ジャイロコンパスを停止する。次に緯度誤差修正器の調整を確認の上起動し，ジャイロローターの回転が規定回転に達するのを待って，ジャイロコンパスのマスターコンパスカードを磁気コンパスを基準にして，船首の真方位に合わせる。ついで所要のジャイロ軸の傾斜を図 1 より求め，レベルの気泡位置を調整する。また起動の直後からコースレコーダーを作動させジャイロ軸の動きを記録した。さらに遠標により調整後のジャイロコンパスエラーの経時変化を観測した。

なお，式(2)はジャイロローターの角運動量が一定，すなわちローターが規定の回転 (6,000 rpm) をしている場合のみ成立する。したがって，実用上ローターの回転が規定回転に達したことを確かめる目安が必要であり，ローター回転数に対する起動後の経過時間およびローター駆動電圧との関係を計測した。この計測には倉本計器精工所製ホール型回転計，ビナクル付属の交流電圧計およびストップウォッチを使用した。

### 4. 実験結果とその考察

#### 4.1 ローター回転数と起動後の経過時間およびローター駆動電圧値の推移

ローターの回転数と起動後の経過時間およびローター駆動用交流電圧値との関係について計測の結果を図 2 に示す。

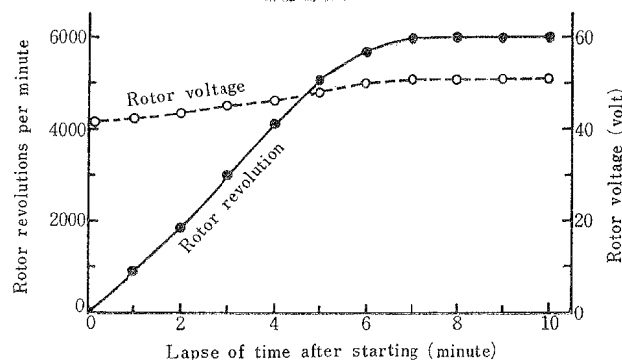


Fig. 2. Change in the rotor revolutions and rotor voltage with lapse of time after starting of gyro compass.

起動後ローターの回転は徐々に増し，7分後に規定の 6,000 rpm に達した。一方，電圧は起動と同時に 41.0 V を示し，7分後に 51.0 V に達した後，安定した状態が続いた。したがってローターの回転が規定

回転に達したか否かは、起動後の経過時間およびローター駆動電圧から推定できる。すなわち、起動後7分以上経過するか、ローター電圧が51.0 Vに達すれば、ローターの回転は規定回転に達したものとみてさしつかえないものと考えられる。

#### 4・2 ジャイロ軸の振揺と静定までの所要時間

この急速静定法による実験を27回実施し、ジャイロコンパス調整後の経過時間と、ジャイロ軸の動きをコースレコーダーに記録した。その中から7例を図3に示す。

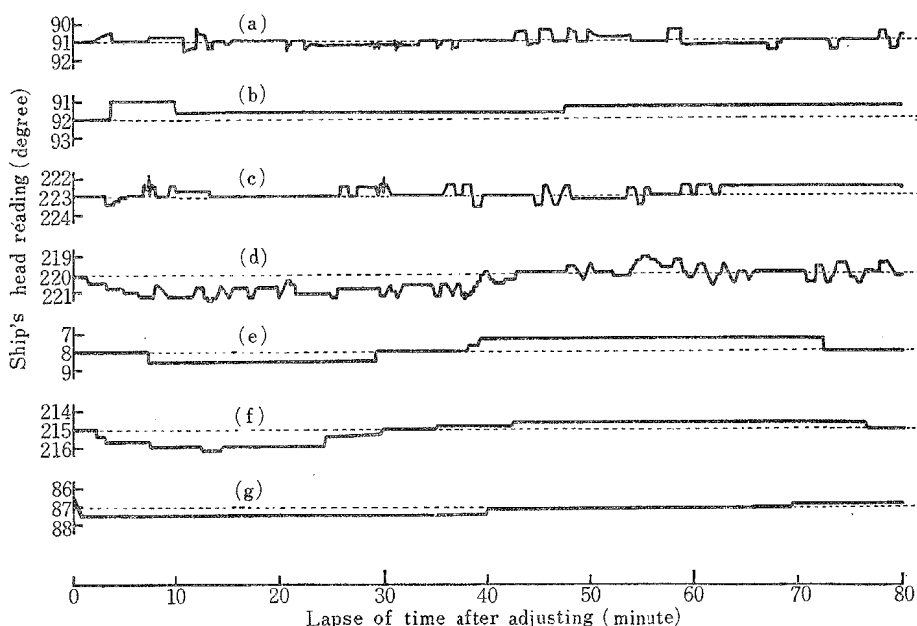


Fig. 3. Examples of the course recorder charts on the ship moored along pier (the gyro compass was started according to the quick settling method proposed in this paper).

Places of experiment.

- (a) No. 7 pier, Shimonoseki.
- (b) The third inner harbor, Djakarta.
- (c) Victoria quay, Fremantle.
- (d) Darsena, Callao.
- (e) The pier in front of the custom office, Nagoya.
- (f) Shinko No. 12 pier, Yokohama.
- (g) No. 6 pier, Shimonoseki.

この急速静定法による場合、起動時の正確な調整が可能ならば、ジャイロ軸は調整の直後から、地球の自転運動を追従し、みかけ上のジャイロ軸の振揺は起らず静定するはずである。ところが図3にみられるように、コースレコーダーには、周期および振幅の不規則な振揺（以後ハンチングとよぶ）が記録されている。図3の(d)ではハンチングがきわめて多く、(a)および(c)では時折ハンチングが認められるが、比較的安定している。また(b)、(e)、(f)および(g)はわずかにハンチングがみられる程度で、きわめて安定している。さらに(e)および(f)における記録では、振幅は小さいが、70~75分の周期性がうかがわれ、これはジャイロコンパスの減衰振揺周期に近いところから、ジャイロ軸がわずかながら振揺しているのではないかと推測される。また(a)および(g)は、同一港内の実験結果であるが、日時が異なるだけで記録にみられるハンチングの傾向はかなり違っている。コースレコーダーの記録では(a)から

(g) までのすべてに、大なり小なりハンチングがみられるが、いずれの場合も偏角の最大は  $1.5^\circ$  以下である。また、ハンチングの起る状態は、調整後の経過時間にはほとんど関係なく、終始同じような傾向を示している。図3には調整後80分までの記録を示したが、実験では4~5時間後までの記録をとり、ハンチングの傾向を確かめた。4~5時間後までの記録においても、ハンチングの傾向はほとんど変らなかった。

以上の結果から考察すると、コースレコーダーの記録上で認められるハンチングの原因としては、ジャイロ軸振揺のほか、船のヨーイングおよびマスターコンパスとレピーターコンパスの同調不全が考えられる。そこで、ジャイロ軸の動きを確認するため、コースレコーダーの記録上にみられるハンチングの原因を追究した。

岸壁係留の同一条件で、一般起動法とこの急速静定法による場合との、コースレコーダーの記録を比較し(図4)、さらにマスターコンパスとレピーターコンパスの同調および調整後のコンパスエラーの時間的変

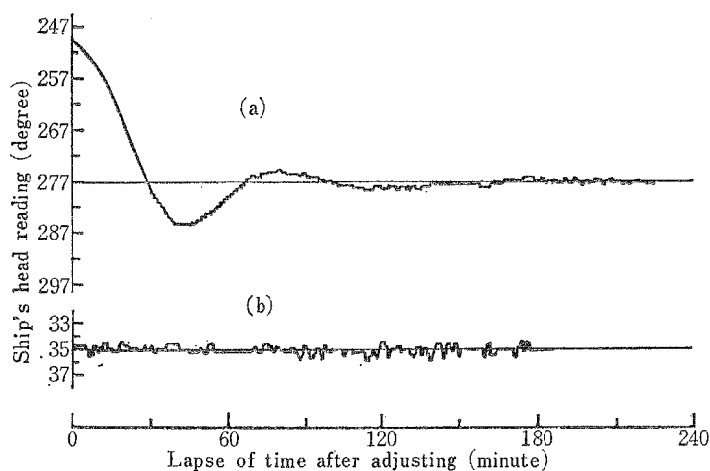


Fig. 4. A comparison of the settling processes by the proposed method and the method commonly employed.

- (a): according to the method commonly employed, at Mitsubishi Dockyard, Shimonoseki.  
 (b): according to the quick settling method proposed in this paper, at No. 3 pier, Shimonoseki.

化を調べた。すなわち急速静定法によって起動後、コースレコーダーにジャイロ軸の動きを記録するとともに、起動後の任意時におけるマスターコンパス、コースレコーダーおよび方位測定用レピーターコンパスの船首の指度を、一斉にチェックした。同時に係留位置より約3,000m離れた遠標(門司側山頂のパゴダ)方位を測定し、海図上から求めた遠標の真方位と比較してコンパスエラーを算出した。これらの結果を表1に示した。

図4の一般起動法による(a)では、大勢としてジャイロ軸が減衰振揺曲線を描きながら、しだいに静止点に近づく様子がうかがえるが、部分的には急速静定法による場合と同様ハンチングが認められる。また表1に示す実験結果から、方位測定用のレピーターコンパスはほぼ完全に同調していることが認められる。コースレコーダーは、突発的に  $0.4^\circ$  の指差がみられたが、その記録は概して正確であることがわかる。以上のことから、コースレコーダーに記録されたハンチングの主因は、ジャイロ軸の振揺とヨーイングによるものと推測される。また、調整後初期の段階で  $0.8^\circ$  のコンパスエラーが認められたので、さらに遠標による

コンパスエラーの経時変化について観測し、その結果を図5に示した。

図5から、この急速静定法による場合も、調整の直後からコンパスエラーを実用上の許容限界 ( $0.5^\circ$ ) 内

Table 1. Settling process of gyro compass (shown in compass error) and the fluctuation of difference between the repeater compass and the master compass for the ship's head reading.

Lapse of time (min.)	Ship's head reading (deg.)					Compass bearing of distant object*(deg.)	Compass error (deg.)
	Master comp.	Repeater comp.	Diff. of reading	Course recorder	Diff. of reading		
18	34.4	34.2	-0.2	34.3	-0.1	86.3	0.8 W
35	34.8	34.7	-0.1	35.0	+0.2	86.0	0.5 W
41	35.1	35.0	-0.1	35.2	+0.1	86.0	0.5 W
49	34.9	34.8	-0.1	35.0	+0.1	85.6	0.1 W
67	35.0	35.0	0	35.2	+0.2	85.5	0
69	34.8	34.7	-0.1	34.8	0	85.5	0
73	34.4	35.5	+0.1	34.5	+0.1	85.3	0.2 E
95	35.1	35.0	-0.1	35.5	+0.4	85.5	0
100	35.0	34.8	-0.2	35.0	0	85.5	0
108	35.1	35.0	-0.1	35.5	+0.4	85.5	0

\* True bearing of distant object:  $85.5^\circ$

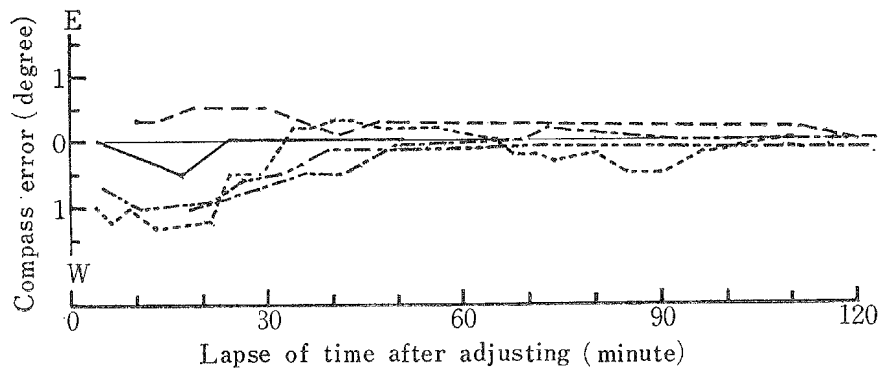


Fig. 5. Settling process (shown in compass error) of gyro compass adjusted according to the proposed method.

におさめることは困難であることがわかった。しかし調整後初期の段階においてもコンパスエラーは  $1.5^\circ$  以下であり、いずれの場合も調整後約 30 分たてばコンパスエラーは、ほぼ  $0.5^\circ$  以内におさまるようである。すなわち、実用上のコンパスエラーの許容限界を  $0.5^\circ$  とすれば、この急速静定法による場合、調整後約 30 分でジャイロコンパスが使用できることになる。実験結果ではコンパスが使用できるので所要時間は、20~30 分とまちまちであったが、これは主として起動時のジャイロ軸の調整精度に影響されるものと考えられる。

## 5. 要 約

ジャイロコンパスを急速静定させるため、起動時においてジャイロ軸にコンパス静定時の諸条件を与えるよう調整して、ジャイロ軸の動きを追究し、この急速静定法の有効性について検討した。

結果を要約すると次のとおりである。

1. この急速静定法によっても、調整の直後からジャイロコンパスを静定させることは不可能であった。これは起動時におけるジャイロ軸の正確な調整が、現状では技術的に困難であるためと推察される。
2. 実用上のコンパスエラーの許容限界を  $0.5^\circ$  とすれば、ジャイロコンパスが使用できるまでの所要時間は調整後約 30 分であった。
3. 調整後の初期の段階においてもコンパスエラーは  $1.5^\circ$  以下であった。

終りに種々御助言を賜った本校巻幡竹夫教授および前田弘博士に厚くお礼を申し上げます。

## 文 献

- 1) 井関 貢, 1957:「ジャイロコンパス及オートパイロット」, 海文堂, p. 55.
- 2) 鈴木 至, 1959:「航海力学」, 天然社, p. 313.
- 3) 神鳥 昭, 1967:本報告, **15**, 258.