

## 沿岸漁船의 磁氣컴퍼스에 관한 研究

洪長杓 · 辛亨鎰

釜山水產大學校

(1993년 2월 4일 접수)

### **Performance of Magnetic Compasses Installed on the Small Fishing Vessels**

**Jang-Pyo HONG and Hyeong-II SHIN**

National Fisheries University of Pusan

(Received February 4, 1993)

The magnetic compass as a principal navigational instrument has been long used to fix ship's position and to determine ship's course.

Particularly, in the small fishing vessels the studies on performance and rational usages for magnetic compass are required to improve the safety and productivity of the small fishing vessels even though gyro compass is developed nowadays.

For this purpose, the author examined the present condition of the magnetic compasses which are intalled on 219 small fishing vessels, and carried out a series of performance survey for each compass of them and also found the measured values of deviation by installation position of compass, respectively.

The results obtained are summarized as follows :

1. The small fishing vessels less than 4 tons among the 219 small fishing vessels from 1 to 10 tons investigated were 50% of them. Only 1% of them were equipped with the deviation correctors, and 14 fishing vessels used the magnetic compasses which are more than 20 years old.
2. According to the compass installation position, the measured values of the deviation of the compass installed on the top bridge and the compass bed in bridge were ascertained to be the smallest, and those values of the compass installed on the bridge deck above engine room were larger and irregular.
3. The concomitant angle of the magnetic compasses installed on the experimented 4 fishing vessels were measured to be 6° to 16° and not accorded with the Korean standard values.

## 緒 論

磁氣컴퍼스는 선박의 針路維持와 位置測定을 위하여 사용하는 기본항해계기로서, 비교적 구조가 간단하고 설치가 용이하기 때문에 沿岸小型漁船用으로 오래 전부터 사용하여 왔다. 그러나, 磁氣컴퍼스의 磁針은 외부 磁場의 변화에 민감하게 작용하기 때문에 偏差와 自差의 誤差要因을 갖고 있다. 磁氣컴퍼스의 自差는 船舶의 動搖, 構成材質, 艤裝 및 漁撈裝備 등의 영향을 받아 불규칙적인 변화를 한다.

특히, 沿岸漁船에 있어서 磁氣컴퍼스는 주된 항해계기로서 安全運航과 漁業生産에도 직접적인 영향을 미치므로, 沿岸漁船의 安全性과 生産性을 향상시키기 위해서는 磁氣컴퍼스의 설치 위치의 적합성, 自差의 測定 및 修正등과 사용자로서의 합리적인 운용 방법의 강구를 위한 磁氣컴퍼스의 성능에 관한 연구가 필요하다.

이에 관한 연구로서는 鈴木<sup>2),3),12)</sup>의 「船舶用 磁氣컴퍼스의 성능에 관한 研究」, 原河<sup>4),7)</sup>의 「漁船의 磁氣컴퍼스 自差改善과 修正에 관한 研究」 등이 있으며, 安<sup>13)~15),18)</sup> 등의 「韓國産 磁氣컴퍼스의 성능에 관한 研究」가 있으나, 아직까지 沿岸漁船用 小型磁氣컴퍼스의 裝備現況과 성능에 관한 研究는 거의 없다.

본 연구에서는 沿岸漁船에 장비된 磁氣컴퍼스의 설치상의 문제점과 그 성능을 改善하기 위하여 총 톤수 1~10톤급 漁船 219척의 磁氣컴퍼스 이용에 대한 現場說問調査를 행

하였으며, 또한 이들 漁船 중에서 가장 많은 비율을 차지하고 있는 총톤수 4~6톤급 漁船 4척을 선정하고, 設置位置別 磁氣컴퍼스의 自差測定 및 性能實驗을 통하여, 沿岸漁船에 장치된 磁氣컴퍼스의 성능에 관하여 檢討·考察하였다.

## 資料 및 方法

### 1. 磁氣컴퍼스 裝備現況과 自差測定

#### 1) 裝備現況調査

1990년 3월부터 1991년 8월까지 인천, 원도, 충무, 부산, 구룡포, 포항, 죽변 및 속초항 등에 정박 중인 沿岸漁船을 대상으로 설문지로서 說問調査를 행하여 船舶諸元과 磁氣컴퍼스의 裝備現況을 파악하였다.

또한, 실험 대상 船舶은 現場說問調査와 漁船漁業統計年譜<sup>17)</sup>에서 그 척수가 가장 많은 총톤수 4~6톤급 沿岸漁船으로 하였다. 실험 대상 漁船의 개요와 장치된 컴퍼스의 제원은 Table 1과 같고, 基準컴퍼스는 1979년에 제조된 自差修正이 가능한 200mm 磁氣컴퍼스로 하였다.

#### 2) 設置位置別 自差測定

沿岸漁船의 磁氣컴퍼스는 주로 조타용이므로 운용자가 사용하기에 편리한 곳에 설치하고 있는 경우가 많으나, 본 실험에서는 각 선박의 컴퍼스 카드의 직경이 100mm인 磁氣컴퍼스를 기관로부터 0.3~0.5m 높이에 있

Table 1. Principal dimensions of the experimented fishing vessels and magnetic compasses

Name of vessel	Material of hull	Tonnage (G/T)	Launching year	Making year of compass	Diameter of compass card(mm)
M.S. Deokryong	Wooden	6.1	1984	1989	100
M.S. Jeongsoo	Wooden	5.3	1990	1984	100
M.S. Haeseong	Wooden	4.7	1987	1988	100
M.S. Sinyang	Wooden	6.1	1989	1987	100

는 브리지 감판상에 설치한 경우와 브리지감판보다 0.7m 가 더 높은 브리지내의 컴퍼스대에 설치한 경우 및 브리지 감판보다 2m가 더 높은 컴퍼스감판상에 설치한 경우의 각 설치위치별 자차를 측정하고, 그곳에 自差修正을 한 컴퍼스 카드의 직경이 200 mm인 基準磁氣컴퍼스로 측정한 결과와 比較·檢討하였다.

2. 磁氣컴퍼스의 性能實驗

1) 實驗裝置

磁氣컴퍼스의 性能을 실험하기 위한 人工磁場發生裝置의 系統圖는 Fig. 1과 같고, 그 세원은 Table 2와 같다.

Table 2. Specification of the helmholtz coil

Diameter (mm)	Interval (mm)	width (mm)	Thickness (mm)	Times of winding (turns)
1,000	750	50	1	117

人工磁場發生裝置內의 磁場의 세기는 슬라이더 저항으로써 조절하였으며, 電壓의 변동에 의한 장치 내의 磁場의 변화를 방지하기 위하여 定電壓機를 사용하였다. 人工磁場發生裝置의 설치 방향은 자이로 컴퍼스에 의한 眞北方向을 기준으로 하여 眞子午線과 일치하도록 하였다.

2) 實驗 方法

(1) 制振特性測定

컴퍼스 카드의 制振特性實驗은 人工磁場發生裝置內에서 水平磁場을 각각 0.18, 0.24, 0.30, 0.35 및 0.39 gauss로 변화시켜 45°의 初期位相角을 준후, 카드의 指北端이 磁北을 통과하여 정지할 때까지의 거동을 video camera로 촬영하고, 그것을 VTR의 모니터에 재생하여 측정하였다. 또한 測定値는 다음 式<sup>2)</sup>에 의한 計算値와 比較·檢討하였다.

$$\theta = \frac{\pi}{4\sqrt{1-\xi^2}} e^{-\xi\omega t} \cdot \cos(\omega\sqrt{1-\xi^2}t + \phi)$$

但,  $\xi = \frac{K}{\sqrt{MH}}$

$$\omega = \sqrt{\frac{MH}{I}}$$

$$\tan\phi = \frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}$$

$\theta$  : 磁北에서의 偏角 (degree)

$I$  : 컴퍼스 카드의 慣性能率 ( $g\text{-cm}^2$ )

$K$  : 減衰定數

$H$  : 水平磁場 (gauss)

$M$  : 磁針의 磁氣能率 (C.G.S.E.M.U.)

$t$  : 時間 (sec)

(2) 隨伴角測定

隨伴角은 人工磁場發生裝置內에서 컴퍼스 bowl을 회전대 위에 놓고 4분간에 1회전시킨

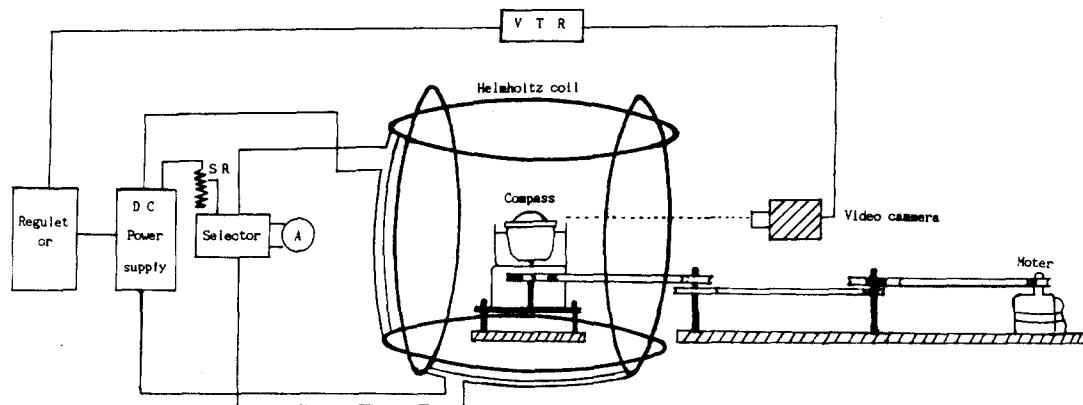


Fig. 1. Block diagram of the test performing apparatus of magnetic compass.

후에 컴퍼스 카드의 偏角을 측정하였으며, 制振特性 측정시와 같이 人工磁場發生裝置內에서의 水平磁場을 각각 0.18, 0.24, 0.30, 0.35 및 0.39 gauss로 변화시키면서 컴퍼스 카드의 거동을 video camera로 촬영한 후 그것을 VTR의 모니터에 재생하여 측정하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 磁氣컴퍼스의 裝備現況과 自差

#### 1) 裝備現況

韓國沿岸에서 조업하는 총톤수 1~10 톤급 沿岸漁船 219척을 대상으로 現場說問調査를 행하여 기관의 평균마력수, 기관실로부터 磁氣컴퍼스의 設置位置까지의 평균거리, 컴퍼스 카드의 평균크기를 총톤수의 톤급별로 분석한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 조사된 漁船 중 총톤수 4톤 미만이 약 50%를 차지하였으며, 기관의 마력수는 총톤수가 2톤씩 증가함에 따라 평균 약 15 마력 증가하였고, 기관실로부터 磁氣

컴퍼스 설치위치까지의 거리는 약 0.3 m씩 증가하였다.

또한 컴퍼스카드의 직경은 총톤수 4톤 이하의 漁船에서 75 mm, 총톤수 5 톤 이상의 漁船은 100 mm인 크기의 컴퍼스를 장비하는 경향이었고, 自差修正用具는 총톤수 9~10톤급 어선 25척 중 2척 만이 장비하고 나머지 선박은 장비하지 않았다.

Table 4는 漁船의 건조연도와 컴퍼스의 제작연도를 나타낸 것이다. 이 표에서 장비한 磁氣컴퍼스는 어선의 진수연도와 磁氣컴퍼스의 제작연도는 대략적으로 비슷한 경향이나, 제작연도로부터 20~30년이 경과된 것을 장비한 선박도 14척이나 되었다. 한편 自差는 신조선에서 첫 검사를 받고자 할 때, 컴퍼스를 교환하였을 때, 장기간 계선되어 있던 선박을 검사받고자 할 때, 선박 수리 후 검사를 받고자 할 때, 컴퍼스 주위 구조물이 변경된 경우와 충돌, 화재, 낙뢰 등으로 인한 손상이 생긴 경우 등에 반드시 自差修正을 해야 한다고 ISO에서 규정하고 있다. 그럼에도 불구하고 대부분의 沿岸漁船에서는 自差

Table 3. Present conditions of magnetic compasses installed on small fishing vessels G/T from 1 to 10 tons

Class of vessel tonnage(G/T)	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	Total
Number of vessels	34	74	54	32	25	219
Mean PS of engine	63	79	94	102	123	—
Mean distances(m) from engine room	0.7	1	1.1	1.4	1.5	—
Diameter of compass cards(mm)	75	75	100	100	100	—
Number of vessel with corrector	—	—	—	—	2	2

Table 4. Distribution of the launching year of small fishing vessels and the making year of magnetic compasses

Years	1960~1969	1970~1979	1980~1989	1990~1991
Fishing vessels	4	23	160	16
Magnetic compasses	2	12	163	26

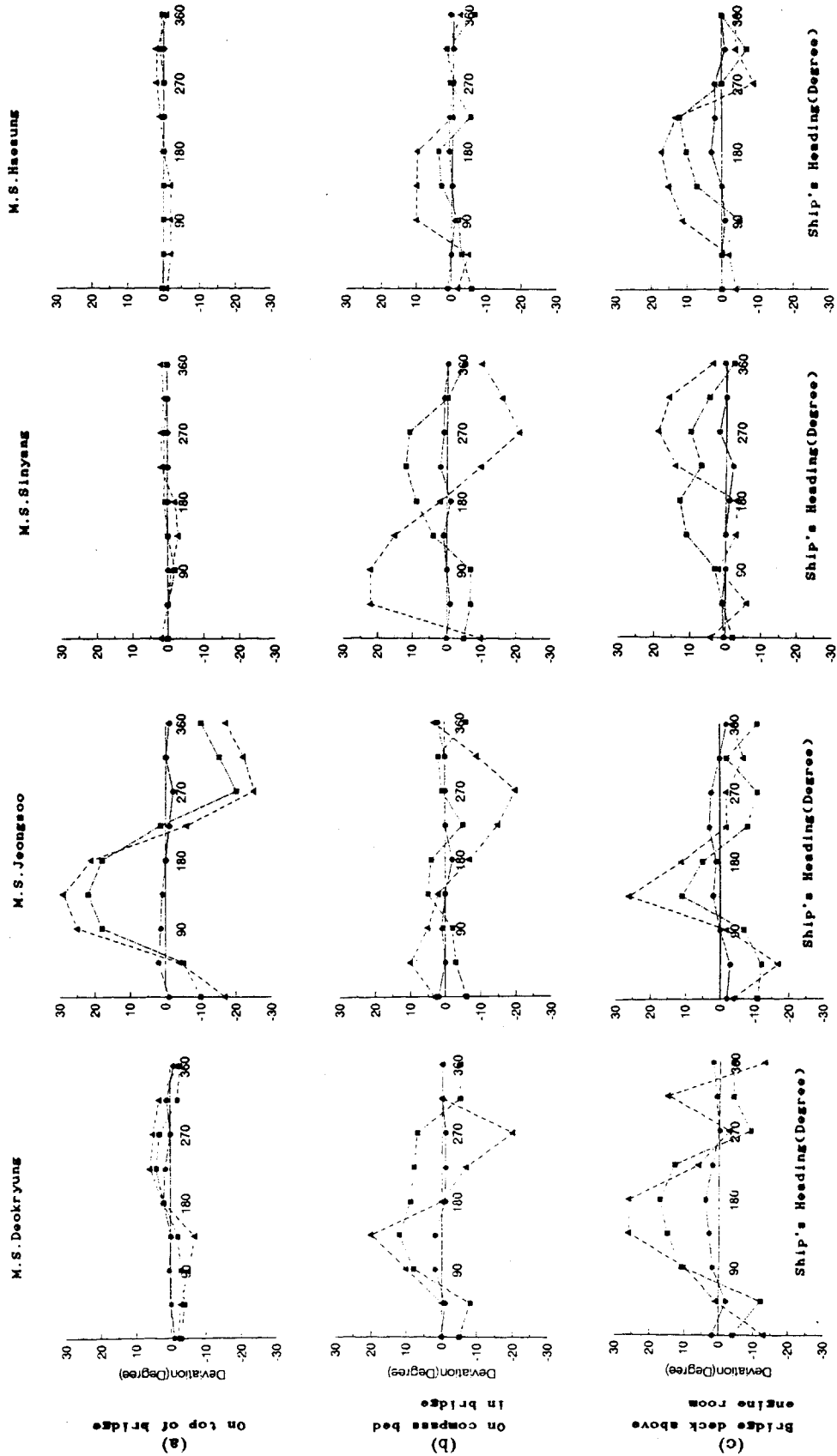


Fig. 2. Change of deviation by the installation position of magnetic compasses.  
 —▲— : Using —■— : Standard —●— : Correct

修正을 하지 않음은 물론이고 修正用具 조차 비치하지 않고 있다는 것은 漁船의 安全運輸을 위하여 재고되어야 할 중대한 문제인 것으로 판단된다.

## 2) 設置位置別 自差

沿岸漁船이 장비하고 있는 磁氣컴퍼스의 사용상의 程度를 검토하기 위하여 Table 1의 실험 대상 漁船의 기관실 위의 브리지갑 판상, 브리지내의 컴퍼스대의위, 컴퍼스갑판상에 장치된 磁氣컴퍼스와 自差修正을 한 200 mm 基準磁氣컴퍼스로서 自差測定을 행하여 比較·分析한 結果는 다음과 같다.

### (1) 操舵室 上部

磁氣컴퍼스를 조타실 상부에 장치하여 사용중인 磁氣컴퍼스의 自差와 수정된 基準磁氣컴퍼스의 殘存自差를 서로 비교 분석한 결과는 Fig. 2의 (a)와 같다. Fig. 2의 (a)에서 사용중인 磁氣컴퍼스의 自差는 基準磁氣컴퍼스보다 다소 크게 나타나고 있는데, 이와 같은 원인은 基準磁氣컴퍼스는 binnacle의 修正用具에 의하여 외부의 영향을 작게 받고, gimbal ring에 의하여 bowl이 안정된 때문이라 생각된다. 그리고 사용중인 컴퍼스는 혜성호, 신양호, 덕용호, 정수호 순으로 自差가 컸으며, 특히 정수호의 경우 다른 선박에 비해 월등히 크게 나타났는데, 이와 같은 원인은 정수호의 조타실 상부에 철 구조물이 다른 선박에 비해 많이 설치되어 있었기 때문이라 생각된다. 또한 사용중인 컴퍼스의 自差는 침로가 남과 북일 때 최소였고 동과 서일때 최대로 나타나 自差係數 B 즉, 船體永久磁氣 중 선수미 방향 분력이 이들 自差에 영향을 미치고 있다고 추정되며, 自差修正을 할 경우 殘存自差를  $\pm 1 \sim 2^\circ$ 로 줄일 수 있음을 알았다.

### (2) 操舵室 內部

磁氣컴퍼스를 조타실 내부에 장치한 경우 사용 중인 磁氣컴퍼스의 自差와 수정된 基準

磁氣컴퍼스의 殘存自差를 비교한 것은 Fig. 2의 (b)와 같다. Fig. 2의 (b)에서 사용중인 磁氣컴퍼스의 自差는  $\pm 20 \sim 22^\circ$ 로 아주 크고 불규칙적으로 나타났다. 이와같은 원인은 조타실 내부에는 漁撈器機 및 각종 철기류가 놓여 있었기 때문으로 판단된다. 그러나 基準磁氣컴퍼스의 경우 自差는  $\pm 8 \sim 12^\circ$ 였지만 修正한 후에는  $\pm 1.5^\circ$ 이내였다.

따라서 操舵室 內部에서도 自差修正만 행하면 自差를 줄일 수 있으므로 실용상 조타실 내부에 장치하여도 큰 지장이 없을 것으로 판단된다.

### (3) 機關室 上部

磁氣컴퍼스를 기관실 상부 선수 방향 끝에 장치한 경우의 사용중인 磁氣컴퍼스 및 基準磁氣컴퍼스의 自差와 수정된 基準磁氣컴퍼스의 殘存自差를 서로 비교한 결과는 Fig. 2의 (c)와 같다. 이 경우에도 조타실 내부에 설치한 경우와 같이 불규칙적이고  $-10 \sim \pm 28^\circ$ 로 아주 크게 나타났으며, 基準컴퍼스도  $-10 \sim \pm 18^\circ$ 로 나타났으며, 自差修正 후에도 殘存自差가  $\pm 5^\circ$  정도로 다소 큰 경향을 보였다. 이와같은 원인은 기관과 가깝고 주위의 원치와 어로시설의 철구조물이 磁氣컴퍼스의 自差에 큰 영향을 미치고 있기 때문인것으로 판단되며, 따라서 기관실 상부에는 설치 장소로 부적당함을 알 수 있었다.

## 2. 制振特性과 隨伴角

Table 1의 실험 대상 漁船의 사용 중인 磁氣컴퍼스, 같은 크기의 신제품 磁氣컴퍼스 및 200 mm 基準磁氣컴퍼스의 制振特性과 隨伴角을 人工磁氣 發生裝置內의 수평 자장 0.18, 0.24, 0.30, 0.35 및 0.39 gauss로 각각 변화 시키면서 측정하였다. 測定値와 계산식에 의한 計算値를 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 制振特性

각 磁氣컴퍼스의 制振特性은 Fig. 3에서 보는 바와같이 測定値와 計算値가 거의 일치하였으며, 水平磁場의 세기에 따라서는 큰 변화 없이 거의 비슷한 경향을 나타내었다. 이 측정 결과에 의하면 基準磁氣컴퍼스만 標準

規格인 반주기의 평균치가 12초 이상이어야 하고, 3회 이상 진동해야 하는 基準을 만족하였으며, 그 외의 컴퍼스는 모두 基準에 미달되었다. 특히, Fig. 3의 (C), (D) 및 (E)에서 보는 바와 같이 신양호, 혜성호의 컴퍼스 및 1992년도에 생산된 100 mm 컴퍼스 카드

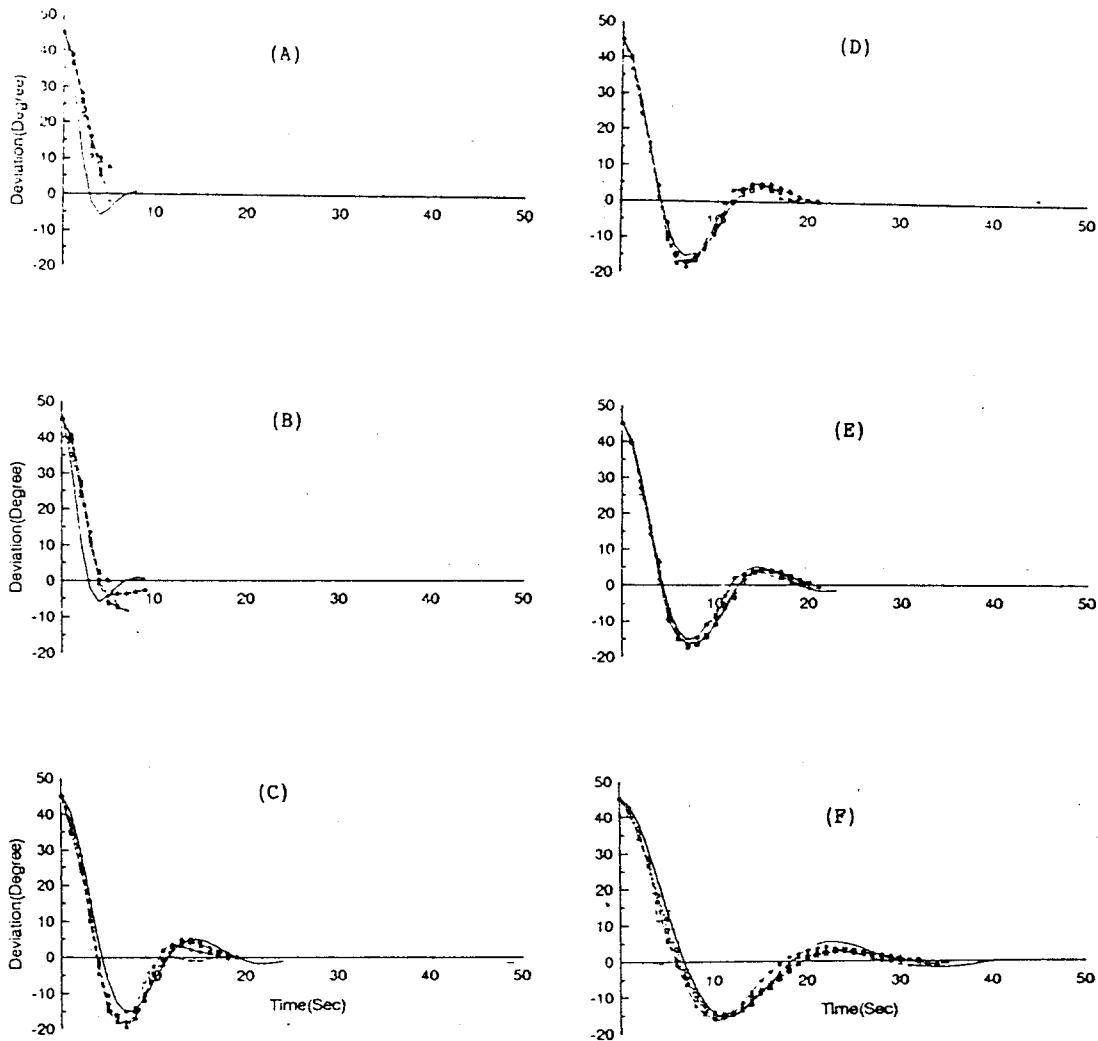


Fig. 3. Damping curves by the types of compass.

(A) Compass of M.S. Deokryung; (B) Compass of M.S. Jeongsoo; (C) Compass of M.S. Haesung; (D) Compass of M.S. Sinyang; (E) Compass of 100 mm types 1992; (F) Compass of 200 mm type 1979

○— : 0.18 Gauss   □— : 0.24 Gauss   ▲— : 0.30 Gauss   ■— : 0.35 Gauss  
●— : 0.39 Gauss   — : Calculated values

Table 5. Concomitant angles by the type of magnetic compasses

Compass type	Concomitant angle(°)
M.S. Deokryung's 100 mm Magnetic compass	9.0
M.S. Jeongsoo's 100 mm Magnetic compass	15.5
M.S. Haesung's 100 mm Magnetic compass	7.6
M.S. Sinyang's 100 mm Magnetic compass	5.6
100 mm New magnetic compass(1992)	1.5
200 mm Magnetic compass(1979)	1.

는 旋回運動을 하고 있으나 標準規格에는 미달되며, Fig. 3의 (A), (B)의 정수호와 덕용호의 컴퍼스 카드는 振動 조차 하지 않았다. 이러한 현상은 沿岸漁船의 선체 진동이 심할 뿐 아니라 gimbal ring 장치가 되어 있지 않아 pivot와 cap이 마모되어 컴퍼스 카드의 指北作用이 원활하지 못하기 때문인 것으로 생각되며, 또 測定值인 磁氣能率을 계산식으로 환산하면 1400 CGS는 小型컴퍼스의 基準인 400±30 CGS에 비해 크게 나타났다.

2) 隨伴角

각 컴퍼스의 隨伴角을 나타낸 것은 Table 5와 같다. Table 5에서 알 수 있듯이 漁船에서 사용 중인 컴퍼스는 隨伴角이 아주 크게 나타났다. 韓國標準規格에는 컴퍼스 카드가 200 mm 이상일 때 隨伴角은 1.5°이내, 200 mm 이하일 때는 1°이내 이어야 한다고 규정하고 있다.

그러나, 실험대상 漁船의 磁氣컴퍼스는 모두 標準值에 비하여 크게 나타나 標準規格에 부적합하였다. 1992년에 생산된 컴퍼스와 基準컴퍼스는 標準值에 적합하였다. 이러한 원인은 pivot와 cap의 마찰각이 큰 때문이라 생각된다.

한편, 1992년에 생산된 컴퍼스의 액을 에칠 알콜과 증류수의 비율이 각각 3 : 7, 3.5 : 6.5, 4 : 6 및 5 : 5가 되게 혼합하여, 水平磁場을 0.18, 0.24, 0.30, 0.35 및 0.39 gauss로 변화시키면서 隨伴角을 측정하였으나, 에칠알콜과 증류수의 混合比나 水平磁場

에는 관계없이 컴퍼스 카드의 주기와 隨伴角은 동일하였다.

要 約

韓國의 沿岸漁船에 장비된 小型磁氣컴퍼스의 裝備現況과 性能을 연구하기 위하여, 小型漁船 219척의 船舶諸元과 磁氣컴퍼스 이용에 대한 현장 설문조사를 행하고, 그 중에서 총톤수 4~6톤급의 실험대상 漁船 4척을 선정하여 그 선박의 磁氣컴퍼스의 設置位置別 自差測定과 性能實驗을 행하고, 이를 檢討·考察하였다.

主要한 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 조사 대상으로 한 총톤수 1~10톤급 沿岸漁船 219척 중 4톤 미만의 漁船은 약 50%를 차지하였고, 磁氣컴퍼스의 제작연도가 20~30년이 경과된 漁船이 14척이나 되었으며, 自差修正用具를 비치한 漁船은 2척 뿐이었다.

2. 컴퍼스의 設置位置別로 측정된 自差를 분석한 결과, 기관실위의 브리지갑판상과 브리지내의 컴퍼스받침대위 및 브리지위의 컴퍼스 갑판상에 自差修正을 한 磁氣컴퍼스를 설치하여 사용하면, 브리지내의 컴퍼스대의 위와 브리지위의 컴퍼스 갑판상에서는 殘存自差가 ±1~2° 정도였으나, 기관실 위의 브리지갑판상에서는 그 殘存自差가 ±5°로 이곳은 컴퍼스 설치 장소로서 부적당함을 알 수 있었다.



3. 沿岸漁船에서 사용 중인 磁氣컴퍼스의 制振特性은 標準規格인 반주기의 평균치가 12초 이상이어야 하고, 3회 이상 진동해야하는 基準에 미달하였으며, 測定值인 磁氣能率 1400 CGS는 小型컴퍼스의 標準值 400±30 CGS와는 큰 차이가 있었다.

4. 실험 대상 漁船에 장비하고 있는 磁氣컴퍼스의 隨伴角은 6~16°로서 韓國標準規格인 1~1.5°에 비해 너무 크게 나타나 그 標準規格에 부적합한 것으로 판단되었다.

### 參考文獻

- 1) 川崎種一(1951) : 磁氣羅針의 制振曲線에 について. 日本航海學會誌 3, 67-72.
- 2) 鈴木裕(1962) : 磁氣コンパス의 制振特性에 について. 日本航海學會誌 24, 15-20.
- 3) 鈴木裕(1962) : 船舶用磁氣コンパス의 性能改善에 關する 研究. 東京産業大學特別 研究報告 6(3).
- 4) 源河朝之(1967) : 木造小型漁業練習船南 星號의 自差의 修正에 について. 鹿兒島大 水產學部紀要 16, 146-154.
- 5) U.S Naval Oceanographic Office(1969) : Handbook of Magnetic Compass Adjustment.
- 6) 李鐘洛(1970) : 航海計器 (1). 아성출판 사, 부산, 84-95, 167-187.
- 7) 源河朝之(1971) : 漁船의 磁氣コンパス 自差의 改善에 關する 研究. 鹿兒島大學 水產學部紀要 20(2), 139-234.
- 8) JIS F9101(1972) : 善用磁氣コンパス.
- 9) ISO/TC8/WGI(1974) : Addendum to International Standard ISO 2269, Magnetic Compass and Accessories, Rules for Testing and Certification.
- 10) 李相鏞(1975) : 船用磁氣 compass의 制度面에 關한 考察. 海洋大學論文集 10.
- 11) 李相鏞(1977) : 基本航海計器. 아성출판 사, 부산, 12-18, 81-94.
- 12) 鈴木裕(1979) : 磁氣コンパス에 關する 規格에 について. 日本航海學會誌 59, 50-54.
- 13) 安瑛化·鄭公炘·安長榮·辛亨鎰(1983) : 人工磁場發生裝置와 磁氣컴퍼스의 性能. 漁業技術 19(2), 111-116.
- 14) 安瑛化·鄭公炘(1985) : 磁氣컴퍼스 方位 指示部의 制振特性. 漁業技術 21(1), 28-34.
- 15) 安瑛化(1987) : 韓國產 磁氣컴퍼스의 性能 - I. 漁業技術 22(3), 21-26.
- 16) 港灣廳告示 88-52(1989) : 海運港灣廳.
- 17) 漁船漁業統計年報(1989) : 農水產部.
- 18) 安瑛化(1990) : 韓國產 磁氣컴퍼스의 性能 - II. 漁業技術 26(2), 173-179.