

# 소형 어선에서 전자자기 컴퍼스를 이용한 항행자동시스템의 실용화에 관한 기초적 연구

조현정 · 이유원\*†

강원전문대학, \*부경대학교

## A Basic Study for Utilization of Autopilot System Using Electromagnetic Compass in a Small Fishing Boat

Hyeon-Jeong JO and Yoo-Won LEE\*†

Gangwon Provincial University and \*Pukyong National University

### Abstract

Experiments were carried out to measure the variation of the compass error on ship's head up bearing by magnetic compass and electromagnetic compass on berthing at the pier in order to obtain a basic information on the utilization of autopilot system using electromagnetic compass in fishing boat.

The wooden fishing boat, turned on attracting fish lamps of power consumption 85kW, steering magnetic compass and electromagnetic compass indicated westerly compass error with 7° and 13° ~ 16° respectively. The FRP fishing boat, turned on attracting fish lamps of power consumption 130kW, electromagnetic compass indicated easterly compass error 19° ~ 23°. The steel fishing boat, turned on ship's navigation equipments of power consumption 225kW, steering magnetic compass indicated westerly compass error with 16°. While the difference of compass error using electromagnetic compass indicated westerly compass error with 68° on the upper deck when the navigation and fishing equipment turn on compare to turn off the equipment, it had easterly compass error with 16°, 32°, 20° on the forecastle deck, wheel house and compass deck respectively.

Key words : autopilot(항행자동), electromagnetic compass(전자자기 컴퍼스), magnetic compass(자기 컴퍼스), fishing boat(어선)

### 서 론

해상에서 선박의 선수방위 정보는 컴퍼스를 통하여 얻어지는데, 종래에 사용되었던 선박의 컴퍼스는 주로 자기 컴퍼스, 자이로 컴퍼스였으나, 근래에는 전자자기 컴퍼스, GPS 컴퍼스, 광섬유 컴퍼스 등이 개발되어 요트나 레저용 선박에 점차 보급되고 있다.

현재 소형 어선들은 대형 선박이 선수방위 정보를 얻기 위하여 사용하고 있는 고정도의 자이로 컴퍼스를 이용한 자동항법시스템과 같은 장비를 탑재하지 못하고 있다. 그 주된 이유는 연근해 어업의 영세성 및 협소한 조타실에 여러 가지의 장비를 설치할 수 없는 구조상의 문제를 들 수 있으며, 또한 자이로 컴퍼스는 작동하여 사용할 수 있을 때까지

† Corresponding author : yoowons@yahoo.co.kr

수 시간의 안정시간이 필요하므로 입, 출항이 빈번한 연안 소형 어선에서 활용하기에는 부적합하기 때문이다.

한편 자기 컴퍼스는 구조가 간단하여 보수, 관리하기 쉽고 가격이 저렴하며 더욱이 IMO에서 기준 컴퍼스로 모든 선박에 장비하도록 규정하고 있으므로 연안 소형 어선에서는 자기 컴퍼스가 주 컴퍼스로 활용되고 있다. 그러나, 자기 컴퍼스는 그 자체에서 디지털 신호추출이 불가능하여 항행자동시스템의 구축이 곤란하고, 더욱이 자차나 경선차 등에 의한 오차를 포함하고 있을 가능성이 높아 선수방위 정보의 정확성과 신뢰성은 비교적 낮은 편이다. 최근 수산업 개방에 대처하기 위한 방안으로서, 국내 어업의 국제 경쟁력 확보를 위하여 어선어업의 효율화와 자동화에 관심이 집중되고 있다. 소형 어선의 항행자동시스템의 구축을 위한 하나의 방법으로서, 먼저 기존의 자기 컴퍼스에 방향감지기 (azimuth detector)나 magnetic sonde를 부착하여 자기 컴퍼스의 방위를 디지털 신호로 변환하여 자동조타가 가능하도록 하는 방식이다. 이 방식은 기존의 자기 컴퍼스를 그대로 활용할 수 있다는 장점은 있으나, 자기 컴퍼스가 갖는 자차나 경선차에 의한 선수방위동요 문제를 보완해야 할 필요가 있다<sup>1)</sup>. 또 다른 방법은 전자자기 컴퍼스를 활용하는 방법이다. 전자자기 컴퍼스는 재래식 자기 컴퍼스의 특성을 유지하면서 초소형화, 고성능화 및 방위정보 정도의 향상을 도모하고, 소형 어선의 항행자동시스템을 구축하는데 적합한 방위측정센서로 활용될 수 있다고 보고되고 있다<sup>2)</sup>.

전자자기 컴퍼스에 관한 연구는 자기위도의 변화와 선체의 경사로 인한 자차 및 경선차의 자동적 수정 등 자기 컴퍼스의 단점을 극복하기 위해 신소자를 이용한 전자자기 컴퍼스의 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다<sup>2-7)</sup>.

전자자기 컴퍼스의 이러한 장점에도 불구하고 어업현장의 대부분의 소형 어선들은 자기 컴퍼스를 그대로 사용하고 있으며, 자동조타가 필요한 선박에서는 자이로 컴퍼스를 이용한 자동항행시스템을 탑재하고 있다. 이와 같이 전자자기 컴퍼스가 널리 보급되지 못하고 있는 것은 조업현장에서 발생하는 컴퍼스 오차에 기인하는 것으로 알려져 있으며, 특히 소형 어선의 경우, 어로장비가 가동될 때 발생하는 선내 자장의 변화가 전자자기 컴퍼스의 선수방위에 영향을 주게 된다. 따라서, 항해와 조업 중에 발생하는 선내자장의 변화를 측정하고 이러한 변화

를 제어하여 전자자기 컴퍼스의 정밀도와 효율성을 높이는 것이 필요할 것이다.

따라서, 본 연구에서는 어업현장에서 사용되는 전자자기 컴퍼스의 방위정보 신뢰도를 향상시키기 위하여 자기 컴퍼스와 전자자기 컴퍼스의 컴퍼스 오차를 측정하고, 컴퍼스 오차에 영향을 미치는 요인을 조사, 분석하였다.

## 장치 및 방법

### 1. 측정장치 및 시험선

선박에 설치된 전자자기 컴퍼스의 방위 정도를 확인하기 위하여 자차 수정을 완료한 동일 계통의 전자자기 컴퍼스를 사용하여 선박에서의 컴퍼스 오차를 측정하였다. 측정대상 선박은 오징어 채낚기 어업을 하는 어선 중에서 azimuth detector를 이용한 자기 컴퍼스 자동조타장치가 설치된 목선(A선)과 전자자기 컴퍼스를 이용하여 자동조타장치가 설치된 FRP선(B선)과 magnetic sonde에 의한 자동조타장치가 설치된 강선(C선)을 대상으로 하였다.

선수방위별 컴퍼스 오차 측정에 사용된 전자자기 컴퍼스(TOKIMEC INC., EMC-10)와 측정대상 선박의 제원은 각각 Table 1, 2와 같으며, 측정시 대상 선박의 위치와 선수방향 및 편차는 Table 3과 같다.

Table 1. Specification of electromagnetic compass

Item	Specification
Accuracy	$\pm 2^\circ$
Deviation correction	$\pm 15^\circ$
Variation adjustment	$\pm 30^\circ$
Power source	DC 12~24 V
Power consumption	Max. 5~8 W
Allowable inclination	$45^\circ$
Operation environment	
Temperature	0~60°C
Humidity	95%RH
Vibration resistance	2.5G(5~8Hz)
Shock resistance	20G(11ms)

Table 2. Principal specification of experimented fishing boats

Item	Specification		
	A	B	C
Type	squid hook boat	squid hook boat	stern trawler
Material	wooden	F.R.P.	steel
Length(L.O.A.)	16.6m	20.4m	81.7m
Breadth(M.L.D.)	4.3m	4.8m	13.2m
Depth(M.L.D.)	1.8m	2.1m	8.0m
Gross tonnage	19.0ton	34.0ton	1737.0ton
Main engine	365ps	485ps	2976ps
Generator	148kW	184kW	1350kW
Delivered	1991. 6.	1994. 5.	1993. 9.

Table 3. Position of fishing boats and variation of compass in the berthing

Item	A	B	C
Lat.	37° 53.4'N	37° 53.3'N	35° 07.7'N
Long.	128° 49.9'E	128° 48.8'E	129° 07.1'E2
T. bearing	122°	1°	15°
Var.	8.0° W	8.0° W	7.0° W

## 2. 측정방법

A, B 두 선박이 주문진항의 부두에 계류중인 상태에서 집어등을 점멸하면서, 조타실(wheel house)내에서와 컴퍼스 갑판(compass deck)상에서의 컴퍼스 오차를 측정하였다. 조타실 내에서는 선체의 선수미 정중앙선을 기준으로 측정점의 높이를 1.5m로 하여 측정하였고, 컴퍼스 갑판상에서는 측정점의 높이를 0.5m로 측정하였다. A, B선에 대해서는, 먼저 어선에 설치된 조타용 기준 컴퍼스가 집어등의 점멸에 의한 변화가 어느 정도인지를 조사하였고, 그 후 전자자기 컴퍼스를 사용하여 각 선박의 위치별 컴퍼스 오차를 측정하였다.

C선의 경우, 부산 수영만의 동국제강 안벽에서 항해장비 및 어로장비를 가동하였을 때 전자자기 컴퍼스로 선체가 부두에 우현 접안하고 있는 상태에서 상갑판(upper deck)에서는 측정점의 높이를 1.0m, 측정점 사이의 간격을 2m로 하고, 선수루

갑판(forecastle deck)에서는 측정점의 높이를 1.5m, 측정 간격을 2m로 하였으며, 각종 항해장비 및 어로장비가 집중되어있는 조타실에서는 측정점의 높이를 1.5m, 측정점 사이의 간격을 1.0m로 하여 좌현에서 우현 방향으로 측정하였고, 컴퍼스갑판에서는 측정점의 높이를 1.5m, 측정점 사이의 간격을 2m로 하여 각각 선수쪽에서 선미쪽으로 측정하였다. 한편 상갑판과 선수루 갑판에서는 좌우현 대칭값의 평균을 구하여 컴퍼스 오차로 하고, 그 변화를 기본자료로 하여 A, B, C선을 비교하였다. C선의 각 갑판의 측정위치는 Fig. 1과 같다.

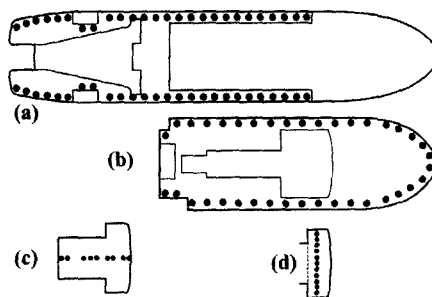


Fig. 1. Measuring point of the compass error on the C boat (●).

- (a) Upper deck
- (b) Forecastle deck
- (c) Compass deck
- (d) Wheel house.

장비의 가동에 소요되는 각 선박별 소비전력은 A, B선에서는 집어등의 소비전력으로 하였으며, C선의 경우에는 장비를 가동시키기 전과 가동시킨 후의 소비전력 차이는 Table 4와 같다.

Table 4. Power consumption and autopilot type of the experimented fishing boats

Item	A	B	C
Power consumption	85kW (attracting fish lamp)	130kW (attracting fish lamp)	225kW (navigation & fishing equipment)
Auto pilot type	magnetic compass & azimuth detector	electromagnetic compass	gyro compass & magnetic sonde

## 결과 및 고찰

### 1. A, B선에 대한 컴퍼스 오차의 변화

A선은 부두에 계류중인 상태에서 집어등을 점멸 하면서 조타실과 컴퍼스 갑판상에서 컴퍼스 오차를 측정 한 것으로 그 결과는 Fig. 2와 같다.

Fig. 2에 나타낸 것과 같이, A선은 조타실내에 자동조타용 자기 컴퍼스가 설치되어 있었는데, 선수 방위를 기준으로 하였을 때 85kW의 집어등을 점등 한 후 조타용 기준 컴퍼스는 7° 편서되어 나타났다. 전자자기컴퍼스를 이용하여 측정 한 결과, 집어등을 점등한 후 조타실내에서는 13° 편서되어 나타났고, 컴퍼스 갑판에서는 집어등을 켜기 전 조타실에서의 전자자기 컴퍼스의 선수방위를 기준으로 하였을 때, 2° 편서되었다가 집어등을 점등한 후 16°가 더욱 편서되어 18° 편서값을 나타내었다.

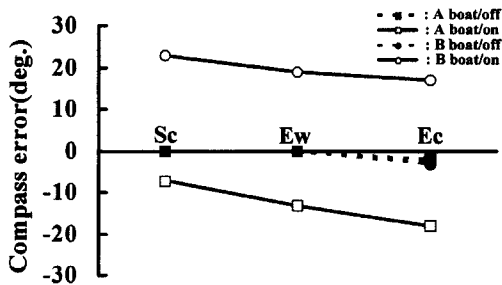


Fig. 2. The compass error of ship's head up bearing by the power supply on/off in the berth.

- Sc : Compass error of steering compass
- Ew : Compass error of the electromagnetic compass in the wheel house
- Ec : Compass error of the electromagnetic compass on the compass deck.

B선은 컴퍼스 갑판에 자동조타용 전자자기 컴퍼스의 감지부가 설치되어 있다. 집어등을 켜기 전의 선수방위를 기준으로 하였을 때, 130kW의 집어등을 점등한 후의 조타용 전자자기 컴퍼스는 23° 편동되어 나타났고, 측정용 전자자기 컴퍼스는 조타실 내에서는 19° 편동되어 나타났다.

컴퍼스 갑판에서는 집어등을 켜기 전 조타실에서의 전자자기 컴퍼스 선수방위를 기준으로 하였을 때 3° 편서되었다가 집어등을 점등한 후 20° 편동되어 17° 편동값을 나타내었다.

### 2. C선에 대한 컴퍼스 오차의 변화

C선은 컴퍼스갑판에 자동조타용 자기컴퍼스가 설치되어 있는데, 항해장비 및 어로장비를 가동시키기 전에는 선수방위 225°에서 3° 편서되었으나 장비를 가동한 후에는 238°로 나타나 13° 편서된 것으로 나타났다.

#### 2.1 상갑판상에서의 컴퍼스 오차의 변화

Fig. 3은 각 측정점에서의 전자자기 컴퍼스의 선수방위 변화를 나타낸 것이다. Fig. 3(a)는 상갑판에서 상부로 1.0m 떨어진 공간상에서 2m 간격으로 측정 한 전자자기 컴퍼스의 선수방위를 나타낸 것이다. 항해장비 및 어로장비를 가동시키기 전의 선수방위가 016°~358° 까지 분포하고 있으며 245°를 중심으로 나타났으나, 장비를 가동한 후에는 128°~330° 까지 변화하면서 205°를 중심으로 나타났고 각 측정점별로는 68° 편서된 것으로 나타났다. 트롤원치, 선미 마스트 부근을 제외하고는 대체로 편서인 경향을 나타내고 있다.

#### 2.2 선수루 갑판상에서의 컴퍼스 오차의 변화

Fig. 3(b)는 선수루 갑판상에서 상부로 1.5m 떨어진 공간상에 2m 간격으로 측정 한 전자자기 컴퍼스의 선수방위를 나타낸 것으로, 항해장비 및 어로장비를 가동시키기 전의 선수방위가 025°~359° 범위에서 284°를 중심으로 나타났으나, 장비를 가동한 후에는 021°~358° 범위에서 281°를 중심으로 나타났고, 각 측정지점별로는 16° 편동된 것으로 나타났다. 선수 윈드라스 부근과 원치실 부근을 제외하고는 대체로 편동인 경향을 나타내었다.

#### 2.3 조타실의 컴퍼스 오차의 변화

Fig. 3(c)는 항해갑판에서 상부로 1.5m 떨어진 공간상에서 좌현에서 우현방향으로 1m 간격으로 측정 한 전자자기 컴퍼스의 선수방위를 나타낸 것으로, 항해장비 및 어로장비를 가동시키기 전 선수방위가 245°~352° 범위에서 297°를 중심으로 나타났으나, 장비를 가동한 후에는 264°~358° 범위에서 329°를 중심으로 나타났고, 각 측정 지점별로는 32° 편동된 것으로 나타났다. 전체 측정지점에서 편동차가 고르게 나타나는 이와 같은 현상은 조타실 내에 설치된 어로장비, 항해장비, 각종 전원 장치들이 큰 영향을 미치고 있기 때문이라 생각된다.

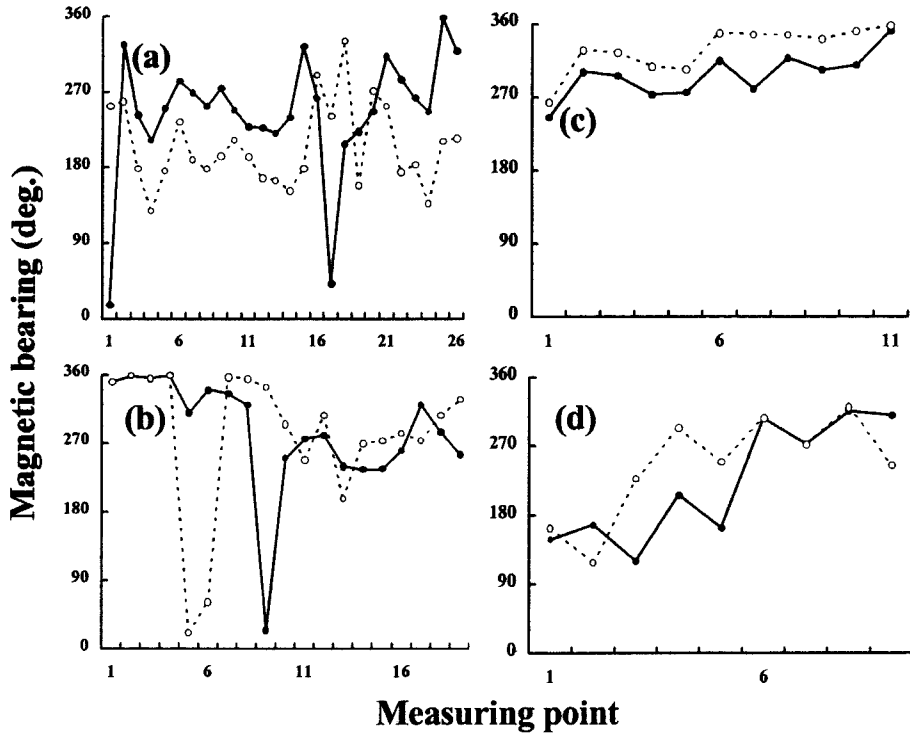


Fig. 3. Distributions of ship's head up magnetic bearing for electromagnetic compass by the power supply on/off at the pier.  
 (a) upper deck, (b) forecastle deck, (c) wheel house,  
 (d) compass deck-center,  $\cdots \circ \cdots$  : on,  $\text{---} \bullet \text{---}$  : off.

### 2.4 컴퍼스 갑판상에서 컴퍼스 오차의 변화

Fig. 3(d)는 컴퍼스갑판에서 상부로 1.5m 떨어진 공간상에 2m 간격으로 측정된 전자자기 컴퍼스의 선수방위를 나타낸 것으로, 항해장비 및 어로장비를 가동시키기 전 선수방위가 121°~316° 범위에서 224°를 중심으로 나타났으나, 장비를 가동한 후에는 118°~321° 범위에서 244°를 중심으로 나타났고, 각 측정 지점별로는 20° 편동된 것으로 나타났다. 자기 컴퍼스와 레이더 마스트 부근에서의 변화가 불규칙적으로 나타나고 있는데, 이것은 자기 컴퍼스의 자차 수정용 자석 등에 의한 영향이라 생각된다.

이들의 연구결과로부터 소형어선들이 어장에서 작업시에 각종 장비를 가동함에 따라서 조타용 기준 컴퍼스의 컴퍼스 오차가 나타나므로 전자자기 컴퍼스를 소형어선의 자동항행시스템에 적극 활용

하기 위해서는 이제까지 연구된 자차, 경선차, 편차에 대한 수정뿐만 아니라 조업 시에 사용되는 각종 장비들로 인한 일시적인 선체자장의 변화도 적절히 보정할 수 있는 연구가 이루어져야 어업현장에서 널리 실용화가 확산될 것으로 판단된다.

### 요 약

최근 개발되고있는 전자자기 컴퍼스를 이용한 소형어선의 항행자동화시스템을 구축하기 위한 기초 연구로서, 부두에 계류된 선박에서 각종 장비의 가동시켰을 때 나타나는 컴퍼스 오차 변화를 측정하여 비교 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 목선에서 85kW의 집어등을 점등하였을 때, 조타용 자기컴퍼스는 7° 편서되었고, 전자자기 컴퍼스는 13°~16° 까지 편서되는 것으로 나타났다.

2. FRP 어선에서 130kW의 집어등을 점등하였을 때, 전자자기 컴퍼스는 19°~23° 까지 편동되는 것으로 나타났다.
3. 강선에서 225kW의 전력으로 각종 장비를 가동시킬 때, 가동전과 비교하여 컴퍼스 오차의 차분은 조타용 자기 컴퍼스에서는 13° 편서되고, 전자자기 컴퍼스는 상감판에서는 68° 편서되었고, 선수루 갑판과 조타실 및 컴퍼스갑판에서는 각각 16°, 32°, 20° 편동되어 나타났다.
4. 소형어선의 항행자동화시스템에 전자자기 컴퍼스를 활용하기 위해서는 선박내에서 사용하는 각종 장비에 의해 발생하는 컴퍼스 오차를 측정하여 적절하게 수정하여 사용해야 할 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- 1) 정연수(1996) : 소형 선박의 자기나침의 자차 수정 용구의 영향에 관한 연구. 수산해양교육연구, 8(2), 199-205.
- 2) 안영화, 신형일, 白井 靖幸(1994) : 자기검출소자를 이용한 전자자기 컴퍼스의 기초적 연구. 한국어업기술학회지, 30(3), 182-188.
- 3) 宮本佳則 · 浜田悦之 · 白井靖幸 · 齋藤清隆 (1989) : ホール素子を用いた3軸固定型電子コンパスの試作, 日本航海学会論文集 80, 55-61.
- 4) 宮本佳則 · 浜田悦之 · 白井靖幸 · 齋藤清隆 (1990) : 3軸固定型電子コンパスの磁気緯度に対する自差補正, 日本航海学会論文集 83, 1-5.
- 5) 宮本佳則 · 浜田悦之 · 白井靖幸 · 齋藤清隆 · 中村善彦 (1992) : 電子磁気コンパスの傾船差補正について, 日本航海学会論文集 86, 127-133.
- 6) 양주호(1999) : 소형어선용 자동항행장치를 위한 전자자기컴퍼스의 국산화 개발 I, 선박안전 3, 14-25.
- 7) 양주호(2000) : 소형어선용 자동항행장치를 위한 전자자기컴퍼스의 국산화 개발 II, 선박안전 4, 16-21.

---

2003년 11월 13일 접수

2003년 11월 28일 수리