

어선의 자기컴퍼스에 대하여

한국어선협회 검사관리부
검사원 하 영 운

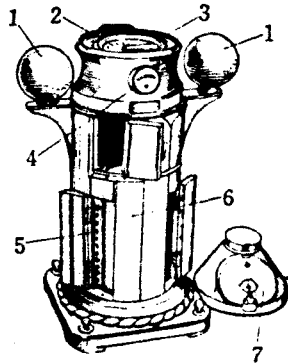
1. 머리말

자기컴퍼스는 자기(磁氣)를 띤 철침(자침)의 지북(指北)원리를 이용한 것으로 어선의 침로(針路)를 보거나 시계(視界) 내에 물표의 방위(方位)를 측정하여 선위(船位)를 결정하는데 필요한 항해계기 가운데 가장 기본적이면서 중요한 기구의 하나이다. 종래에는 어선용 자기컴퍼스로 건식 컴퍼스(Dry compass)가 사용되었으나 최근에는 이것을 사용하는 어선은 거의 볼 수 없으며, 일반적으로 사용되고 있는 액체컴퍼스(liquid compass)에 대해서 기술하고자 한다.

2. 자기컴퍼스의 종류 (The kinds of magnetic compass)

가. 기준컴퍼스(Standard compass)

이것은 가장 정확한 것으로 다른 컴퍼스의 기준(基準)이 되며 천체 또는 육지의 어떤 물표의 방위를 측정할 때의 침로를 결정할 때에 사용되는 것이다.



1. 연철구 2. 유리덮개
3. 보울 4. 경사계
5. 수정용마그넷
6. 비너클스탠드
7. 비너클덮개

그림 1. 기준컴퍼스

나. 조타컴퍼스(Steering compass)

테이블 위에 거치해서 사용하는 것으로 기준컴퍼스에 비해 1/3 정도 이하의 크기로서 소형어선에 조타용(操舵用)으로서



그림 2. 조타컴퍼스

사용된다. 자침(磁針)과 수정용자석(Campensating magnet)의 거리가 가깝기 때문에 자차(自差)수정의 성능에 대해서 약간의 문제가 있다.(그림 2)

다. 보트 컴퍼스(Boat compass)

구멍보트 등에 의장품으로서 비치하는 자기컴퍼스로서 자차수정없이 휴대하는데 편리하도록 작게 되어 있다.(그림 3,4)

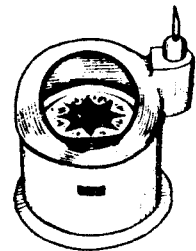


그림 3. 보트 컴퍼스

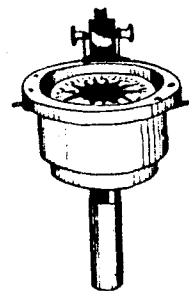


그림 4. 핸드 컴퍼스

3. 컴퍼스 카드 (Compass card)

컴퍼스 카드의 방위를 나타내는 눈금의 분할법은 다음과 같다.

가. 도수식 분할법 (Division of degree)

카드 둘레를 360 등분하여 1° 간격으로 눈금을 표시한 것으로 카드의 북(N)을 0°로 하여 시계 방향으로 360°까지 분할하는 것과, 북(N) 또는 남(S)을 0°로 하여 동(E)과 서(W)를 향한 각 상한을 90°로 분할하는 것이 있다.

나. 포인트식 분할법 (Division of point)

컴퍼스 카드의 N 및 S를 기점으로 하여 E 및 W 사이를 8 등분하고, 2 등분을 1 포인트(one point)라 하며, 1포인트를

다시 4 등분 한다.
포인트와 각도와와의 관계는 다음과 같다.

$$1 \text{ 포인트} = 11^\circ 15' 00'' \quad (360^\circ / 32)$$

$$3/4 \text{ 포인트} = 8^\circ 26' 15''$$

$$1/2 \text{ 포인트} = 5^\circ 37' 30''$$

$$1/4 \text{ 포인트} = 2^\circ 48' 45''$$

방위의 눈금은 그림 5와 같다. 그리고 N·S·E 및 W는 기본점이 되며, 이 기본점과 NE, SW, NW, SE의 4 방위까지 합하여 8 주요점이 된다.(그림 5)

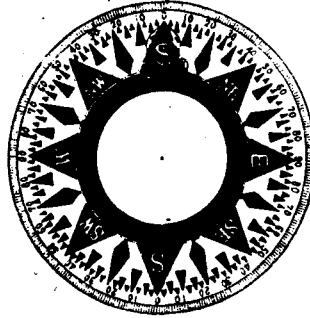


그림 5. 컴퍼스 카드

다. 도수식 분할눈금과 포인트식 눈금과의 관계 (Relation of degree point)

이것을 도표로서 나타내면 아래 표와 같다.

4. 자기컴퍼스의 구조 (The structure of magnetic compass)

가. 볼 (Bowl)

볼은 컴퍼스 카드, 자침, 캡 등으로 구성된 지북장치(Direction system)를 피벗에 의해서 지지하고, 이들 지북장치의 중량을 경감시키기 위한 컴퍼스액을 담은 용기(容器)이다. 컴퍼스에 사용되는 액체에는 여러가지가 있는데(예 : 순에틸알콜 40%와 증류수 60%를 혼합한 것임), 이들은 어느 것이나 + 50°C에서 - 20°C 사이에서는 기포가 생기지 않아야 되며, 볼내

〈 비 교 표 〉

포인트식	90°식	360°식	포인트식	90°식	360°식
N	N	0°	S	S	180°
N/E	N11°·25E	11°·25	S/W	S11°·25W	191°·25
NNE	N22°·5E	22°·5	SSW	S22°·5W	202°·5
NE/N	N33°·75E	53°·75	SW/S	S33°·75W	213°·75
NE	N45°E	45°	SW	S45°W	225°
NE/E	N56°·25E	56°·25	SW/W	S56°·25W	236°·25
ENE	N67°·5E	67°·5	WSW	S67°·5W	247°·75
EN	N78°·75E	78°·75	W/S	S78°·75W	258°·75
E	E	90°	W	W	270°
E/S	S78°·75E	101°·25	W/N	N78°·75W	281°·25
ESE	S67°·5E	112°·5	WNW	N67°·5W	292°·5
SE/E	S56°·25E	123°·75	NW/W	N56°·25W	303°·75
SE	S45°E	135°·0	NW	N45°W	315°
SE/S	S33°·75E	146°·25	NW/N	N33°·75W	326°·25
SSE	S22°·5E	157°·5	NNW	N22°·5W	337°·5
S/E	S11°·25E	168°·75	N/W	N11°·25W	348°·75

의 각부 내면 도료 등이 액체와 화학적 변화를 일으키지 않아야 하고 열지도 않아야 한다. 또 외기가 들어가거나 새면 안된다.

나. 컴퍼스 카드 (Compass card)

컴퍼스 카드는 불의 윗간에 있는데, 자침과 일체가 되어 방향을 가리키는 것으로서 운모 또는 낫쇠로 만든 원반(disc)을 사용하여, 표면에는 에나멜칠을 하고 돌레에는 32 포인트 및 360°의 방위늑금이 있다.

다. 자침 (Magnetic needle)

자침은 잔류자기(Residual magnetism) 및 보자력(coercive force)이 큰 인공자석이 사용되는데, 밀폐된 2개의 낫쇠 튜브 속에 몇개를 한 묶음으로 하여 들어 있거나, 또는 큰 것을 하나로 하여 넣고 중심에서 같은 간격으로 컴퍼스 카드의 남북선과 평행하게 부자의 하부 양쪽에 고정되어 있다.

라. 부자 (Buoyant chamber)

지북장치인 컴퍼스 카드의 중량을 경감시켜 피벗(pivot) 마찰오차를 방지하기 위한 속이 비어 있는 금속체인데, 윗면은 파도모양이고 아랫면의 중심부는 원뿔 모양으로 되어 있다.

마. 캡 (Cap)

캡은 알루미늄으로 만든 것으로 카드의 중심축 위에 있다.

바. 피벗 (Pivot)

피벗은 캡에 끼워져 카드를 떠 받치고 있으며, 카드가 15°

경사져도 회전이 자유로이 될 수 있도록 되어 있다. 그리고 피벗은 아래 위 두 간의 경계가 되어 있는 유리판의 중심에 수직을 유지하고 있다. 피벗은 낫쇠 제품인데, 끝에는 백금 약 10%, 이리듐 약 90%의 합금이 달려 있어서 캡과의 마찰을 작게 하고 있다.

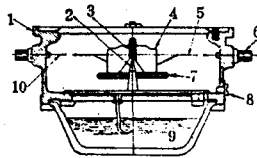
사. 비너클 (Binnacle)

비너클은 낫쇠, 목재 등의 비자성(非磁性) 재료로 되어 있으며, 불을 지지하고 이를 적당한 높이에 두는 것으로서, 자차수정용구를 넣을 수 있는 장치이다.

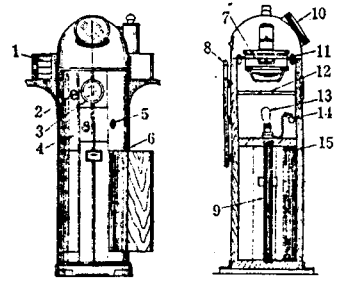
아. 자차수정용구 (Compensating tool)

비너클에 장치되어 있는 자차수정용구에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 1) 수정용자석 : 선수미 B 자석, 정형 C 자석
- 2) 연철구(Soft iron sphere or quadrant sphere) 또는 퍼멀로이(Permalloy)판
- 3) 플린더스 바아(Flinders bar) 또는 퍼멀로이 바아(Permalloy bar)
- 4) 힐링 마그넷(Heeling magnet)



(a) 1. 불 2. 피벗 3. 캡 4. 부자 5. 컴퍼스카드 6. 나이트 예저 7. 자침 8. 주예구 9. 컴퍼스에 10. 기선



(b) 1. 상한차 수정장치 2. 조명가감장치 3. 경사계 4. 비너클 5. 스위치 6. 선수미 'B' 자석용 트레이 7. 컴퍼스 불 8. 플린더스바아 9. 경선차 수정장치 10. 커버 11. 짐벌링 12. 조명가감장치 13. 전동 14. 스위치 15. 정형 'C' 자석용 트레이

그림 6. 액체 컴퍼스

5. 자기컴퍼스의 오차 (Error of magnetic Compass)

가. 편차 (Variation)

자기자오선(Magnetic meridian)과 진자오선(True meridian)이 이루는 각을 편차라 한다. 이것은 지구상의 위치에 따라 다를 뿐만 아니라, 같은 장소일지라도 시간에 따라 다소 변화한다. 그리고, 자북(磁北)이 진북(眞北)의 오른쪽에 기울었을 때를 편동편차(Easterly variation), 왼쪽으로 기울었을 때를 편서편차(Westerly variation)라 하며, 해도에는 그곳의 편차와 해마다 변하는 양(量)이 기록되어 있다.

나. 자차 (Deviation)

선내 컴퍼스 카드의 남북선과 자기자오선이 이루는 수평각을

자차라 하는데, 카드의 북(Card north)이 자북(Magnetic north)의 오른쪽으로 기울었을 때를 편동자차라 하고 왼쪽으로 기울었을 때를 편서자차라 한다. 자차는 컴퍼스가 선체자기, 그 밖에 철제류의 작용을 받기 때문에 생기는 것으로 그 값은 대개 다음과 같을 때 변화한다.

- 1) 선수방향이 변했을 때
- 2) 배의 지리적인 위치가 변했을 때
- 3) 배가 비스듬히 기울어졌을 때
- 4) 배에 실린 화물이 이동했을 때
- 5) 시일이 경과되었을 때
- 6) 선체에 충격을 받아 격동할 때
- 7) 어떤 침로로 장거리 항해한 뒤
- 8) 벙커가 떨어질 때
- 9) 배에 불이 났을 때
- 10) 지방자기의 영향을 받았을 때

다. 지방자기 (Local attraction)

지구상에는 지구 자기 이외에 여러가지 원인으로 자차에 급격한 변화를 생기게 하는 원인을

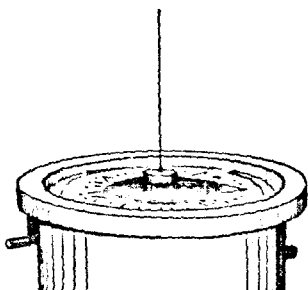


그림 7. 새도우 핀

지방자기라 하며, 지방자기로서 컴퍼스에 영향을 끼치는 것은 계선중 안벽위의 기중기와 철골 주위의 송수관, 부근의 선박, 근방의 화산, 자기를 가지는 특수지방(포크랜드섬, 전남 청산도부근) 등이다.

6. 방위측정용구 (Azimuth Instruments)

가. 새도우 핀 (Shadow pin)

새도우 핀은 똑바른 황동제(黃銅製)의 가느다란 막대기이며 그 밑쪽에는 원형의 받침대로 되어 있다. 이것을 불의 유리뚜껑 중심에 있는 새도우 핀 자리에 세워서, 물표와 컴퍼스 카드를 내다보든지, 그렇지 않으면 태양에 의한 새도우 핀의 그늘을 컴퍼스 카드 위에 지게 하든지 하여 카드의 눈금을 읽고 물표 및 태양의 방위를 측정한다.(그림 7)

나. 방위환 (Azimuth circle)

방위환은 컴퍼스에 장치하여 방위측정에 사용하는 측기(測器)이며 불 테두리에 꽂아서, 자유로이 회전되는 환(circle)의

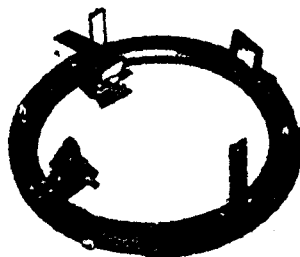


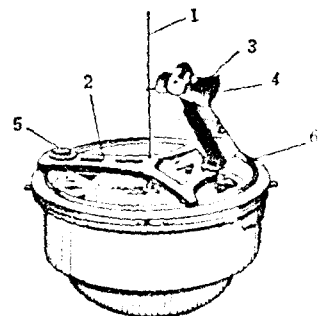
그림 8. 방위환

중심(컴퍼스 카드의 중심과 일치)을 지나 내다보는 환의 끝에, 내다보는데 쓰이는 좁다란 틈으로 된 것을 붙이고, 다른 끝에는 바로 세운 가느다란 선을 평평하게 붙이고 반사경이 붙는 방위편(Sight vane)이 있다.

물표의 방위를 측정하는데는 좁다란 틈의 가느다란 선으로 가능하여 직접 또는 반사경에 따른 물표의 영상을 보고, 선 밑에 있는 컴퍼스 카드의 눈금을 읽는다.(그림 8)

다. 방위경 (Azimuth mirror)

방위경은 컴퍼스의 불 위에 장치하여 천체 또는 물표의 방위를 측정하는데 사용된다. 방위경으로 방위를 측정할 때에는 애로우 업(Arrow up)과 애로우 다운(Arrow down)의 두 방법이 있다. 전자는 고도가 높은 물표 또는 근거리의 뚜렷한 물표의 방향을 측정할 때 사용되며, 화살표를 위쪽으로 향하게 해서 프리즘(Prism)에 비친 상과 지침(Point)을 투시하여 가드의 눈금을 읽는다. 후자는 고도가 낮



1. 새도우 핀
2. 스탠드
3. 프리즘
4. 세이드 글래스
5. 수준기
6. 지침

9 - 1. 방위경

은 물표 또는 잘 보이지 않는 물표의 방향을 측정할 때 사용되며, 화살표를 아래로 향하게 해서 카드의 눈금을 프리즘에 반영시켜 물표와 새도우 핀을 잇는 직선상에서 지침이 가리키는 카드의 눈금을 읽는다.(그림 9-1,2)

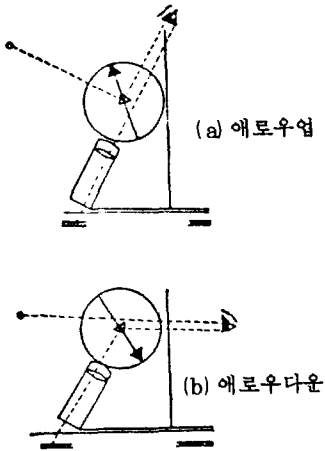


그림 9 - 2. 방위경의 사용법

라. 확대경 (Compass magnifier)

확대경은 카드의 눈금을 읽기 쉽게 하기 위하여 볼 위에 놓고 필요한 부분의 카드를 확대시켜 보는 것이다. 이 목적을 위하여 조타 컴퍼스에는 처음부터 비너클 상부에 수직확대경(Vertical card magnifier)을 장치한 것도 있다.(그림 10)

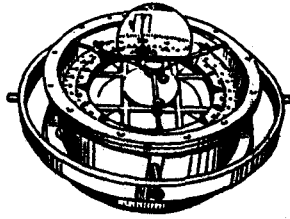


그림 10. 확대경

7. 자차측정법 (The measurement of deviation)

선내 컴퍼스의 자차는 컴퍼스를 설치할 당시와 그 후 적당할 때 수정해야 하는데 그 때 자차 측정이 필요하다.

가. 자차측정의 준비 (Preparation)

- 1) 선내의 모든 철제기구를 항해상태에 놓는다.
- 2) 경사계(Clinometer)의 지침을 검사하고 배를 수평으로 유지한다.
- 3) 측정장소의 최신판차를 구해둔다.
- 4) 사용해면의 넓이, 수심 및 위험물의 유무를 조사해 둔다.
- 5) 방위측정용구의 오차 유무를 검사하고 조정해 놓는다.
- 6) 측정한 자차를 기입할 표

및 자차분석표를 준비해 놓는다.

7) 해도·천측력·항해표 등 필요한 서류를 준비해 놓는다.

8) 천체에 의해 측정할 때에는 시각과 천체의 진방위, 자침방위 등의 도표를 작성해 놓고, 시진의(Chronometer)의 오차도 정확히 구해둔다.

9) 지방자기의 유무를 조사하고, 그것이 있는 곳에서는 하지 않는다.

나. 원거리 물표에 의한 측정법 (By bearing of a distant terrestrial object)

배를 선회시켜 선수를 나침방위 8 주요점에 차례로 향하게 하고, 선수가 자기 나침로상에 정지하였을 때 그 컴퍼스로 방위측정을 할 수 있는 하나의 원거리 물표의 방위를 측정한다. 이와 같이하여 8 주요점의 나침방위를 전부 측정하여 그 평균값을 구하면, 그것이 그 물표의 자침방위이다. 이와 같이 하여 구해진 자침방위와 각 선수 나침방위와의 차가 각 선수방위에 대한 자차이다. 자차의 부호를 결정하는 방법은 나북이 자북의 오른쪽에 있으면 편동자차로서 (+) 또는 E, 왼쪽에 있으면 편서자차로서 (-) 또는 W의 부호

예) 원거리 물표의 방위에 의한 자침방위 및 자차구하는 방법

선수 방위	물표의 나침방위	자 차	선수 방위	물표의 나침방위	자 차
North	340.7°	10.2° W	South	325.0°	5.5° E
NE	338.0°	7.5° W	SW	321.5°	9.0° E
East	332.5°	2.0° W	West	326.0°	4.5° E
SE	328.0°	2.5° E	NW	332.3°	1.8° W

* $340.7 + 338.0 + 332.5 + 328 + 325 + 321.5 + 326 + 332.3 = 2,644.0$
 $2,644.0 \div 8 = 330.5^\circ$ (자침방위)

를 붙인다. 일반적으로 물표의 나침방위의 값이 자침방위의 값보다 클 때에는 편서자차, 작을 때에는 편동자차인 방법을 이용하면 편리하다.

다. 물표의 자침방위에 의한 방법 (By magnetic bearing of object)

1) 정박중 또는 연안항해중 선위를 정확하게 판명하고 있을 때 해도상에서 임의의 물표의 자침방위를 구하고, 컴퍼스에 의해 그 물표의 방위를 측정하여 그 때의 선수에 대한 자차를 구한다.

2) 연안항해중 2개 이상의 물표가 직선상에 있을 때 그 나침방위를 측정하고, 해도상에서 얻은 그 직선의 자침방위와 비교하여 그 때의 선수에 대한 자차를 구한다.

라. 천체방위에 의한 측정법 (By azimuth of the celestial object)

- 1) 태양출몰방위법 (Amplitude of the sun)
- 2) 시진방위법 (Time azimuth)
- 3) 고도방위법 (Altitude azimuth)
- 4) 극성방위법 (Azimuth by pole star)

앞의 1) 2) 3)은 천체의 진방위를 구한 다음, 나침방위와 비교하여 컴퍼스 오차(Compass error)를 구한다. 그리고 여기에 그곳의 편차를 가감해서 그 때의 선수에 대한 자차를 구한다. 4)의 방법은 북극성의 자오선이 정중하였을 때에는 자차

를 간단히 구할 수 있게 된다. 그리고 또 자오선이 정중(正中)하지 않았을 때에도 북극성의 시각을 구하면 시각과 위도에 의한 방위의 개정을 천측력에 의하여 구하고 자차를 구할 수 있다.

마. 자차곡선 (Deviation curve)

자차는 각 선수방위에 따라 그 값이 달라지므로, 컴퍼스 카드의 각 포인트에 대한 자차를 구하고 그것을 곡선으로 표시하여 침로 및 방위의 개정에 이용하면 편리한데, 이것을 자차곡선이라 한다. 자차곡선은 종선(Ordinate)을 북에서부터 10° (또는 1 포인트)씩 분할하고, 이 분점을 통하는 종선과 각각 60°되는 실선과 점선의 두사선이 직교하는 횡선(Coordinate)을 그어, 그 가장 위의 선을 0°로 하고, 선수방위각 10°에 대

한 자차를 이 척도에 따라 편동자차일 때에는 중앙선에서 오른쪽으로, 편서자차일 때에는 왼쪽으로 그 선수에 상당하는 횡선상에 개입한다.

이와 같이 해서 자차 전부를 기입 완료한 후 그 점들을 연결하는 곡선을 그어서 자차곡선을 만든다. 이 곡선을 네이피어의 자차곡선도(Napier's diagram)라고도 한다.

8. 맺는 말

항해계기도 고도의 과학기술에 힘입어 최선의 전자장비가 속출하고 있는 현재에도 어선은 물론 모든 선박에서도 항해용구로서 자기컴퍼스를 관계 설비규칙 등에서 비치를 의무화시키고 있다.

좀 더 자기컴퍼스에 대한 주의와 관심으로 안전하고 경제적인 항해와 해난사고 예방에 일조가 되기를 바랄 뿐이다.

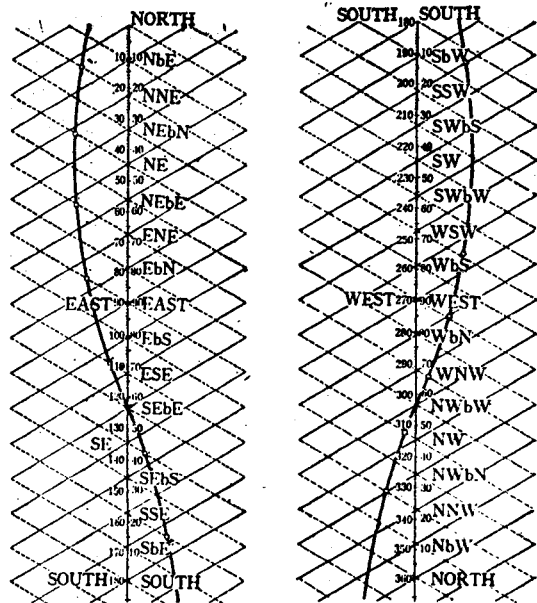


그림 11. 네이피어의 자차곡선도