

韓國產 磁氣컴퍼스의 性能-II

— 制振特性 試驗 —

安 瑛 化

濟州大學校

(1990년 4월 14일 접수)

Performance of the Magnetic Compass made in Korea — II

— An Examination of the Damping Characteristics —

Yong-Hwa AHN

Cheju National University

(Received April 14, 1990)

This paper described to be measured the damping Characteristics in the artificial magnetic field in order to estimate the stabilized of the card and characteristic of movment of the directional system of the magnetic compasses made in Korea.

The results obtained are summarized as follows.

- 1) It is compared by the elements of performance of the magnetic compasses made in Korea with the standards for magnetic compass of the IMO NAV/ANNEX II. The results are suited in the korean off shore, but it is unsuited in the high latitude sea than over the latitude 60 degree.
- 2) The characteristic of damping curve by the diameter of cards when the diameter of cards are 170mm and 175mm (clearance are 10.0m, 12.5mm), the fricative error is indicated the least than the other ones.

緒 論

磁石의 指北力에 의해 物標의 方位測定이나 船舶의 針路維持에 이용되고 있는 磁氣컴퍼스는 電氣的인 故障의 염려가 없고 船內設置가 간단하므로, 최근 韓國沿岸의 小型漁船에서 價格이 저렴한 韓國產 磁氣컴퍼스를 操舵用으로 많이 사용하고 있다.

따라서 우리나라에서도 IMO나 ISO가 規定한 性能과 規格에 알맞는 韓國產 磁氣컴퍼스의 製作이 요구되며, 또한 그 性能을 檢査할 수 있는 施設과 規格에 관한 標準이 要望되고 있다.

磁氣컴퍼스의 性能試驗과 規格에 관한 國際規定으로서 ISO1069, 2269(1973)와 IMO NAV/ANNEX II(1976)등이 있으며, 이에 관한 研究로는 熊凝와 石井(1951)등에 의한 磁氣羅針儀 實驗室의 磁場測定 및 檢定裝置, 川崎 및 鈴木(1951, 1961)등의 磁氣컴퍼스의 制振曲線에 관한 研究, 鈴木·白井(1962, 1980)등의 磁氣컴퍼스의 性能改善과 試驗에 관한 研究등이 있으나, 현재 우리나라에서 製作하여 사용되고 있는 韓國產 磁氣컴퍼스의 性能檢査와 이에 관한 研究는 안(1987)에 의한 韓國產 磁氣컴퍼스 方位指示部の 隨伴角 試驗이 있을뿐 性能改善이나 制振特性에

관한 研究는 아직까지 미비한 편이다.

本 研究는 韓國產 磁氣컴퍼스의 性能試驗과 改善을 위한 研究, 第1報의 隨伴角 試驗에 이어 韓國產 磁氣컴퍼스 카아드의 安定性을 調査하기 위하여 人工磁場發生裝置에 의한 水平磁場의 세기를 地球磁場의 水平磁力과 對應하도록 조정하여 그 磁場의 세기에 따라 컴퍼스 種類別 카아드의 크기와 컴퍼스液의 粘性係數別로 制振特性을 測定하여 韓國產 磁氣컴퍼스 方位指示部의 運動特性을 分析·檢討하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

本 實驗에 사용한 韓國產 磁氣컴퍼스는 현재 韓國沿岸의 小型漁船에서 많이 사용되고 있는 것으로서, 컴퍼스 카아드의 크기別로 4가지 類型(A,B,C,D)을 選定하였으며, 그 性能諸元은 Table 1과 같다.

2. 實驗裝置

液體式 磁氣컴퍼스 카아드의 安定性은 地球磁場의 水平磁力과 磁針의 磁氣能率 및 컴퍼스液의 粘性係數에 따라 다르기 때문에 이들 상호간의 크기가 磁氣컴퍼스 方位指示部의 運動特性에 미치는 영향을 調査하기 위하여 이용한 人工磁場發生裝置 및 컴퍼스 回轉裝置(安 등, 1983)는 Fig. 1과 같다.

Fig. 1의 人工磁場發生裝置에 의한 水平磁場의 세기는 船舶의 位置變化에 따른 地球磁場의 變化에 對應할 수 있도록 赤道附近의 水平磁力에 해당되는 0.39gauss에서 부터 極地의 水平磁力에 해당되는 0.03gauss에 이르기 까지 電流의 세기에 따라 磁場의 세기를 0.02gauss간격으로 變化시켰으며, 또한 實驗에 사용한 컴퍼스液의 粘性係數는 에칠알콜과 증류수를 각각 3:7, 7:13, 4:6, 5:5의 比率로 혼합하여 Ostward粘度計로 測定하였으며 磁針의 磁氣能率은 Tangent式(井關 등, 1956)으로 測定하였다.

Table 1. Specification of the experimented magnetic compass

Type of compass	The inside diameter of bowl(mm)	Diameter of card(mm)	Clearance (mm)	Magnetic moment (C. G. S.)	Manufactured year
A	106.5	100	3.25	505	1986
B	131.0	125	3.0	920	1986
C	154.5	150	2.25	1,415	1986
D	195.0	175	10.0	1,925	1986

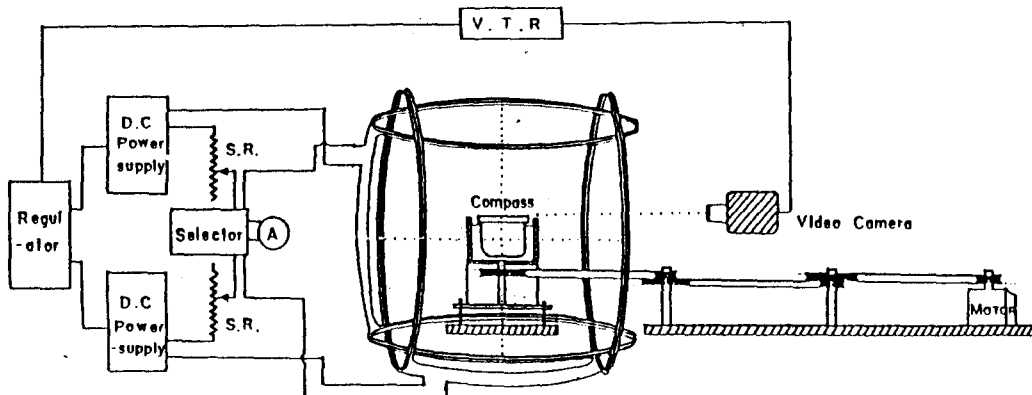


Fig. 1. Block diagram of the apparatus generating artificial magnetic force and testing performance of magnetic compass.

3. 實驗方法

實驗用 컴퍼스를 Fig. 1과 같이 人工磁場發生裝置의 中央에 놓고, 컴퍼스 카아드의 指北端이 磁氣子午線과 一致하도록 한 다음, 小磁石으로 實驗用 컴퍼스 카아드의 指北端을 45° 偏角시킨 후 小磁石을 떼었을 때 카아드의 指北端이 磁針의 指北力에 의해 磁北으로 되돌아 와서 靜止할때까지의 旋回運動을 Video Camera로 撮影하여, V, T, R를 보면서 制振曲線의 週期(T), 過行角(P_i), 主要點까지의 經過時間(t_i)등을 測定하고, 그 결과를 Fig. 2와 같이 制振曲線을 作成하여 韓國產 磁氣컴퍼스 카아드의 制振特性을 分析, 檢討하였다.

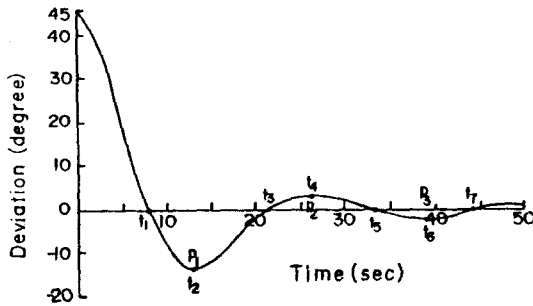


Fig. 2. Notation of the principal time and peak angle of a damping curve.

Fig. 2는 磁氣컴퍼스 카아드의 指北端을 磁氣子午線으로 부터 45°만큼 初期位相角을 주고난 후, 小磁石을 떼었을 때 時間의 經過에 따라 컴퍼스 카아드의 指北端이 磁北으로 되돌아 와 靜止할 때까지의 減衰運動을 나타낸 것으로 t_1 은 카아드를 45° 偏角시킨 후 카아드의 指北端이 최초로 磁北을 통과하는 時機이며, t_2 은 磁北을 통과하여 反對側으로 過行角이 最大에 達한 時機이고, t_3 은 카아드의 指北端이 다시 磁北을 통과하는 時機으로써 過行角이 最大가 되는 時機과 指北端이 磁北을 통과하는 時機등의 主要點까지의 經過時間을 $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ 로 하였으며, 이때 過行角이 最大가 되는 순서에 따라 $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ 로 表示하였다.

또한, 初期位相角에서 偏角이 反對側으로 最大에 達한 후 다시 磁北을 지나 最大가 되는 振搖回數를 m , 初期位相角 45°에 대한 制動角의 比인

減衰率을 D 로 하였으며, 制振曲線의 週期 T 는 主要點까지의 經過時間 t_0 와 t_1 의 差로 表示하였다.

結果 및 考察

1. 컴퍼스 種類別 水平磁場의 세기에 따른 制振特性

Table 1의 實驗用 컴퍼스 보울에 에칠알콜과 증류수를 7:13 으로 혼합한 液의 粘性係數가 0.020poise인 컴퍼스液을 사용했을때, 水平磁場의 세기에 따른 컴퍼스 種類別 制振曲線은 Fig. 3과 같다.

Fig. 3은 人工磁場發生裝置에 의한 水平磁場의 세기를 赤道附近의 水平磁力에 해당하는 0.39 gauss, 韓國近海의 標準磁場인 0.30 gauss, 緯度 60°~70°의 高緯에 해당하는 0.18 gauss, 極地의 水平磁力에 해당하는 0.03 gauss로 하였을때의 컴퍼스 種類別 制振曲線을 나타낸것으로써, 그 制振曲線에 의한 週期(T), 過行角(p), 感度(t), 減衰率(D) 및 振搖回數(m)는 Table 2에 나타내었다.

Table 2에서 水平磁場의 세기에 따른 컴퍼스 種類別 制振特性은 A, B, C, D 컴퍼스 모두 水平磁場의 세기가 강할수록 週期和 感度は 짧고, 過行角은 크게 나타났으나, 極地와 같이 水平磁場이 아주 약한 0.03 gauss에서는 振搖回數가 1회로써 ISO의 허용범위인 3~4회에 미달되어 週期는 測定할 수 없었으며, 減衰率도 ISO의 허용범위인 0.6~0.8보다 크게 나타나 컴퍼스 카아드의 地北端이 磁北으로 復歸하는 시간이 느렸을뿐만 아니라 摩擦角도 각각 15.0°, 2.5°, 1.0°, 1.0°로써 컴퍼스 카아드의 地北端이 磁北으로 復歸하지 않았다.

따라서, 地磁氣의 水平磁力이 0.18 gauss보다 적은 緯度 60°이상의 高緯度 海域에서의 사용은 不適合하다고 생각된다.

이와같은 사실은 地磁氣의 水平磁力이 약해짐에 따라 磁氣컴퍼스 카아드에 附着된 磁針의 地北力이 減少한 반면 컴퍼스液의 粘性에 의한 카아드面이 받는 摩擦抵抗이 커지기 때문이다.

또한, 實驗用 컴퍼스를 韓國近海의 標準磁場인

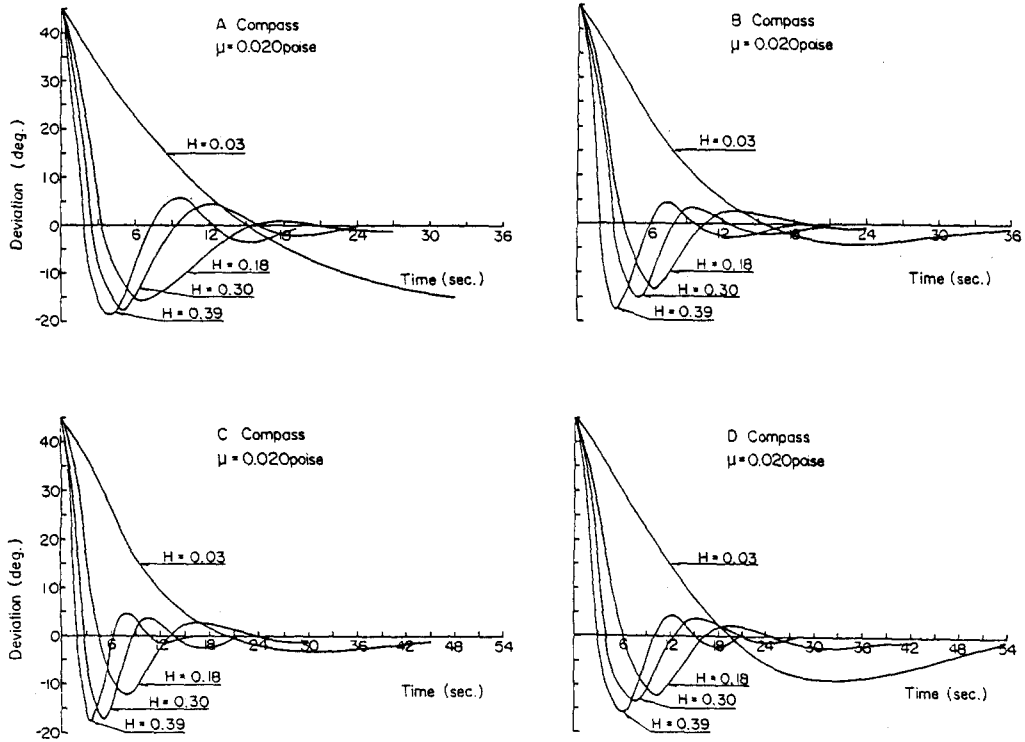


Fig. 3. Damping curves by the types of compass in the horizontal magnetic fields.

Table 2. The comparison of the principal time of damping curve by the types of compass in accordance with the horizontal magnetic force

Type of compass	Horizontal magnetic field (gauss)	Period (T)	Damping degree (P)	Damping factor (D)	Swing number (m)	Sensitivity (t)	Fricative degree (F)
A	0.39	10.5	19.0	0.58	3	2.0	0.5
	0.30	13.5	18.0	0.60	3	2.5	0.5
	0.18	12.3	16.0	0.64	3	3.2	1.0
	0.03	-	15.0	0.66	1	15.0	15.0
B	0.39	7.8	18.0	0.60	3	2.0	0
	0.30	9.5	16.0	0.64	3	3.0	0.5
	0.18	15.0	14.0	0.69	3	4.0	1.0
	0.03	-	4.0	0.91	1	15.5	2.5
C	0.39	8.5	18.0	0.60	3	2.0	0
	0.30	11.0	17.0	0.62	3	3.0	0
	0.18	19.5	12.0	0.73	3	4.5	0.5
	0.03	-	3.0	0.93	1	20.0	1.0
D	0.39	12.0	16.0	0.64	3	3.0	0
	0.30	17.0	13.0	0.71	3	4.0	0
	0.18	19.0	12.0	0.73	3	6.0	0.5
	0.13	-	8.5	0.81	1	19.5	1.0

韓國產 磁氣컴퍼스의 性能 - II

0.30gauss로 하고 測定한 컴퍼스 種類別 性能諸 要素를 IMO NAV/ANNEX II의 性能標準과 比較해 본 결과 週期를 제외한 全 要素가 IMO NAV/ANNEX II의 性能標準범위 이내로써 韓國近海에서의 使用이 適合하나, D컴퍼스를 제외한 A, B, C컴퍼스는 모두 週期는 짧고, 過行角은 크게 나타나 感度가 예민하므로 컴퍼스 카아드가 不安定한 상태이다.

2. 컴퍼스 카아드의 크기別 制振特性和 主要點의 變化

水平磁場의 세기를 韓國近海의 標準磁場인 0.30gauss로 했을때, 韓國產 磁氣컴퍼스 카아드의 크기別 制振曲線과 主要點의 變化는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4(a)는 보울의 內徑이 195mm인 韓國產 磁氣컴퍼스 보울에 카아드의 크기를 각각 180mm, 175mm, 170mm, 165mm를 사용했을때의 制振曲線을 나타낸것으로서 컴퍼스 보울의 크기에 比較해 카아드 直徑이 적을수록, 즉 clearance

가 클수록 感度가 예민하고 週期는 짧아져 方位指示部의 地北端이 磁北으로 復歸하는 시간이 짧아진 반면 摩擦角은 각각 1.5°, 0°, 0.5°, 2.0°로써 카아드의 크기가 175mm와 170mm일때가 IMO NAV/ANNEX II의 性能標準에 規定된 摩擦誤差(3/H)°의 허용범위 이내로써 컴퍼스 보울의 內徑과 카아드의 外徑과의 間隔인 clearance가 10.0mm와 12.5mm일때가 가장 적게 나타났다.

또한, Fig. 4(a)의 컴퍼스 카아드의 크기別 clearance에 따른 制振曲線의 主要點까지의 經過時間 t_i 및 過行角 p_i 는 Fig. 4(b)와 같고, 그 결과는 Table 3에 나타내었다.

Fig. 4(b)에서 컴퍼스 카아드의 크기에 따른 制振曲線의 主要點까지의 經過時間 t_i ($i=1, 2, 3, \dots$) 및 過行角 p_i ($i=1, 2, 3, \dots$)는 clearance에 대하여 直線狀으로 變化했으며 過行角 p_i 는 正相關 關係, 主要點까지의 經過時間 t_i 는 負相關 關係를 이루었다.

이상으로 컴퍼스 보울의 內徑과 카아드의 直徑

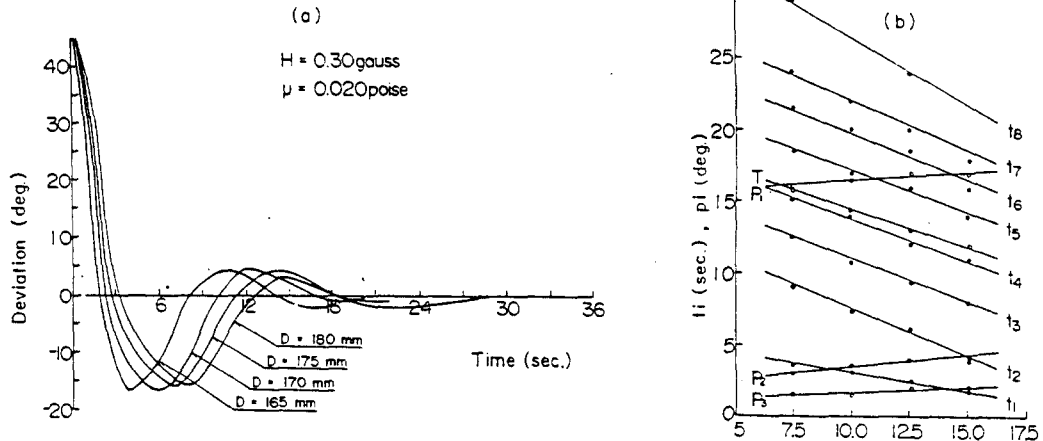


Fig. 4. Damping curves(a) variation of the principal points(b) by the diameter of the cards of ccompass.

Table 3. The comparison of the principal time of damping curve by the diameter of cards of compass

Diameter of card (mm)	Clearance (mm)	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	T	P_1	P_2	P_3
180	7.5	3.5	8.0	12.5	15.0	18.5	21.0	24.0	29.0	15.0	16.0	3.0	1.5
175	10.0	3.0	7.0	10.5	14.0	17.0	20.0	22.0		14.0	16.5	3.5	1.5
170	12.5	2.5	6.5	9.5	12.0	16.0	18.5	20.0		13.5	17.0	4.0	2.0
165	15.0	2.0	4.0	8.0	11.0	14.0	16.0	18.0		12.0	17.0	4.0	2.0

D : 195mm, μ : 0, 020poise, H : 0, 30gauss, M : 1925 C, G, S, E, M, U

과의 clearance가 클수록 感도가 예민하고 週期가 짧아지는것은 clearancer가 클수록 상대적으로 카아의 面積이 적어지기 때문에 컴퍼스液의 粘性에 의한 카아드面이 받는 摩擦抵抗과 磁針의 地北力에 의한 慣性能率이 減少하기 때문이라 생각한다.

3. 컴퍼스液의 粘性係數別 制振特性和 主要點의 變化

Table 1의 D컴퍼스에 에칠알콜과 증류수를 3:7, 7:13, 4:6, 5:5의 比率로 혼합한 液의 粘性係數가 각각 0.01poise, 0.020poise, 0.021poise, 0.022poise인 컴퍼스液을 사용하였을때, 그 液의 粘性係數別 制振曲線과 主要點의 變化는 Fig.5와 같으며, 그 결과는 Table 4에 나타내었다.

Fig.5(a)는 水平磁場의 세기를 韓國近海의 標

準磁場인 0.30gauss로 하였을때 컴퍼스液의 粘性係數에 따른 制振曲線을 나타낸것으로써, 컴퍼스液의 粘性係數가 높을수록 感도와 週期는 길어졌고, 過行角은 減少하는 傾向을 보였다. 또한 Fig.5(a)의 컴퍼스液의 粘性係數에 따른 制振曲線의 主要點까지의 經過時間 t_i ($i=1, 2, 3, \dots$)와 過行角 p_i ($i=1, 2, 3, \dots$)를 그래프상에 表示하면 Fig.5(b)와 같으며, Fig.5(b)에서 t_i 및 p_i 는 컴퍼스液의 粘性係數에 대하여 直線上으로 變化했으며, 主要點까지의 經過時間 t_i 는 正相關 關係, 過行角 p_i 는 負相關 關係를 이루었다.

이상으로 컴퍼스液의 粘性係數가 높을수록 感도와 週期가 길어지고, 過行角이 減少하는것은 液의 粘性에 의한 카아드面이 받는 摩擦抵抗이 增加한 반면 磁針의 磁氣能率이 減少하기 때문이다. 따라서, 本 實驗에 사용한 D컴퍼스의 경우와 같이 카아의 크기가 175mm이고 磁針의 磁

Table 4. The comparison of the principal time of damping curves in accordance with coefficient of viscosity of the liquid of compass

Coefficient of viscosity (poise)	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	T	P_1	P_2	P_3
1.8×10^{-2}	2.0	6.0	10.5	13.0	16.0	21.0	27.0	14.0	13.5	4.0	2.5
2.0×10^{-2}	3.5	7.0	12.0	15.0	19.0	23.0	29.0	15.5	12.5	3.5	2.0
2.1×10^{-2}	4.0	7.5	13.0	16.0	20.5	24.0	29.5	16.5	12.5	2.5	1.5
2.2×10^{-2}	4.5	8.5	14.0	17.0	21.5	26.0	34.0	17.0	12.0	2.5	1.0

H : 0.30gauss, M : 1925 C. G. S. E. M. U, d=175mm

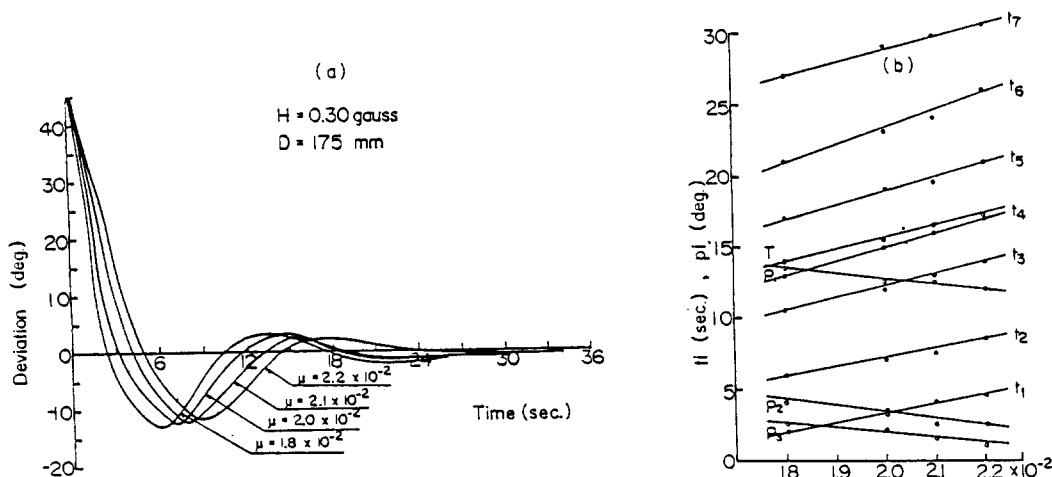


Fig. 5. Damping curves(a) variation of the principal points(b) by the coefficient of viscosity of the liquid of compass.

氣能率이 1,925 C.G.S.E.M.U인 磁針을 사용할 경우, 性能諸要素들을 IMO NAV/ANNEX II의 性能標準과 비교해 본 결과, 韓國近海의 標準 磁場인 0.30gauss에서는 컴퍼스液의 粘性係數가 0.021poise로써 에칠알콜과 증류수의 혼합比率이 4:6일때가 가장 좋았다.

要 約

韓國產 磁氣컴퍼스 카아드의 安定性を 調査하기 위하여 人工磁場發生裝置에 의한 水平磁場의 세기와 카아드의 크기 및 컴퍼스液의 粘性係數別 制振特性을 測定한 결과는 다음과 같다.

1. 實驗에 사용한 컴퍼스 種類別 水平磁場의 세기에 따른 制振特性은 A, B, C, D 컴퍼스 모두 水平磁場의 세기가 강할수록 週期和 感度は 짧고, 過行角은 크게 나타났으며, 極地和 같이 水平磁場이 약한 0.03gauss에서는 振搖回數와 摩擦角 등이 ISO의 허용범위 보다 미달되거나 크게 나타나, 컴퍼스 카아드의 指北端이 磁北으로 復歸하지 않았다.

2. 韓國近海의 標準磁場인 0.30gauss에서 測定한 컴퍼스 種類別 性能諸要素를 IMO NAV/ANNEX II의 性能標準과 비교해 본 결과, 週期를 제외한 全 要素가 IMO NAV/ANNEX II의 性能標準의 허용범위 이내로 韓國近海의 사용이 適合하나 地磁氣의 水平磁場이 0.18gauss보다 약한 緯度 60°이상의 高緯度 海域에서의 사용은 不適合하다고 생각된다.

3. 韓國產 磁氣컴퍼스 카아드의 크기別 clearance에 대한 制振特性은 clearance가 클수록 感度は 예민하고 週期는 짧아져 方位指示部의 指北端이 磁北으로 復歸하는 시간이 짧아진 반면 摩擦角은 각각 1.5°, 0°, 0.5°, 2.0°가 되어 카아드

의 크기가 170mm와 175mm로써 clearance가 10.0mm와 12.5mm일때가 摩擦誤差는 IMO NAV/ANNEX II의 性能標準의 허용범위 이내로 가장 적게 나타났다.

4. 카아드의 크기가 175mm, 磁針의 磁氣能率이 1,925 C.G.S.E.M.U인 磁針을 사용할 경우 韓國近海의 水平磁場 0.30gauss에서는 컴퍼스液의 粘性係數가 0.021poise로써 에칠알콜과 증류수의 混合比率이 4:6일때가 가장 適合하다고 생각된다.

文 獻

- 1) 鈴木裕(1979): 磁氣コンパスに関する規格について. 日本航海學會誌 59, 50-56.
- 2) 態凝武晴・石井謙治(1951): 磁氣羅針儀 實驗室について. 漁船研究技報 2, 83-89.
- 3) 川崎種一(1951): 磁氣羅針儀の制振曲線について. 日本航海學會誌 3, 67-72
- 4) 鈴木裕(1961): 磁氣コンパスの制振特性について. 日本航海學會誌 24, 15-20.
- 5) _____(1962): 船用磁氣コンパスの性能改善に関する研究. 東京水産大學特別技報 6(3), 6-45.
- 6) _____・白井靖幸(1980): 磁氣コンパスの性能試験. 日本航海學會誌 68, 147-150.
- 7) 安瑛化(1987): 韓國產 磁氣컴퍼스의 性能-I. 漁業技術 23(3), 21-26.
- 8) _____・鄭公忻・安長榮・辛亨鎔(1983): 人工磁場發生裝置와 磁氣컴퍼스의 性能. 漁業技術 19(2), 111-116.
- 9) 井關貢・庄司和民(1956): 新訂航海計器. 海文堂, 東京, 15-16.