

- (3) 各 Rule 의 許容壓力은 Hovgaard 의 壓力曲線에 接近한다. 即 永久變形으로서 두께의 約 20%를 基準으로 하고 있다.
- (4) 提案한 式은 現 船級協會의 規則에 依한 두께 보다 큰 값을 얻으나 美海軍, 英海軍의 設計値가 거의 一致한다. 이 式에 依하면 發生할 永久變形은 板 두께의 20% 보다 크며 心距의 1% 보다는 적을 것이다.
- 끝으로 商船에 比하여 危險度가 높은 艦艇에 높은 許容壓力을 使用하여야 한다는 法은 없을 것이다. 따라서 現在 檢討中이라는 KR Rule 에 式 (14)를 果敢하게 採用 重量減少와 材料節減에 이바지 하였으면 한다.

參 考 文 獻

- ① International Conference on Safety of life at Sea in 1960.
- ② “鋼船規則” 韓國船級協會, 1964.
- ③ “鋼船規則” 日本海事協會 1969.
- ④ “Rules for Building and Classing Steel Vessels.” American Bureau of Shipping, 1965.
- ⑤ “Rules and Regulations for the Construction and Classification of Steel Ships,” Lloyd Register of Shipping, 1966.
- ⑥ “Rules for Classification and Construction of Seagoing Steel Ships,” Germanischer Lloyd, 1963.
- ⑦ 黃宗屹·任尙鉞, “隔壁板의 두께에 關한 各 船級協會 規則의 比較研究”, 大韓造船學會誌, 1964年, 第1卷 第1號.
- ⑧ 本間康之, “隔壁板의 設計法에 對하여” 造船協會誌, 第445號
- ⑨ 安藤文隆, “縱橫補強板의 強度計算法” 日本造船學會誌, 第465號
- ⑩ 藤田 讓, “船體構造에 있어서의 塑性設計에 對하여” 船의科學, Vol. 14, No. 4.
- ⑪ 長澤 準, “板構造와 塑性設計” 船舶, 1966, 4.
- ⑫ H. A. Schade, “Design Curves for Cross-Stiffened Plating under Uniform Bending Load,” SNAME, 1941.
- ⑬ W. Hovgaard, “Structural Design of Warship”
- ⑭ U. S. Navy, “Structural Design of Flat Plating and Stiffeners Subject to Water Pressure,” DDS 1100-4.
- ⑮ J. Clarkson, “A New Approach to the Design of Plates to Withstand Lateral Pressure,” TINA, 1956.
- ⑯ J. H. Evans, “Bulkhead Plating,” Journal of Ship Research, Dec. 1956.
- ⑰ S. Levy, “Normal Pressure Test of Rectangular Plates.” P. B. Report, No. 748.

Radar航法에 있어서 衝突豫防을 위한 變針 및 變速의 効果

尹 汝 政

The Effect of the Alteration of Course and Speed for Collision

Avoidance in Radar Navigation

Yoon Yu-Jung

Abstract

Under conditions when two vessels are approaching so near as to involve risk of collision, the observer's vessel having the other on her own starboard side on radar scope shall take any action in order to avoid the collision.

The author has studied the effect of the alteration of course and speed by using the maneuvering board, the results obtained are as follows;

- (1) If speed ratio Q is less than 1, a bold action is needed, and when the course is altered to starboard side, it is most effective to slacken her speed, too.
- (2) If collision angle θ is larger than 90° and Q is smaller than 1, the alteration of course to starboard side is more effective than the reduction of speed only.

But if θ is smaller than 90° , it is more effective to slacken the speed than the alteration of course more than 60° .

- (3) In case the course is altered to port side and the larger velocity ratio is than 1, the less effective it is to slacken the speed.

〈目 次〉

- | | |
|---------------------------------------------|----------------------------|
| 1. 緒 言 | 4. 變速과 $\Delta\beta$ 와의 관계 |
| 2. 變針, 變速과 最近接距離와의 관계 | 5. 結 論 |
| 3. 變針角 $\Delta\theta$ 와 $\Delta\beta$ 와의 관계 | 6. 參考文獻 |

1. 緒 言

衝突豫防이란 觀點에서 볼 때 Radar보다 더 有効한 航海計器는 아직 없다. Radar를 裝備한 船舶에 있어서 效果의으로 衝突을 防止하기 위한 가장 좋은 方法은 映像을 Plotting하고 相對船의 針路, 速力 및 最近接距離등을 산출하여 充分한 餘裕을 두고 避航動作을 取하는 것이다.

衝突의 危險如否는 最近接距離의 크기로 판단되며 一定한 時間間격을 두고 2回以上 같은 船舶의 方位와 거리를 測定하면 직접 작도하거나 다음 ①식에 의하여 산출할 수 있다.

$$D = R_1 \frac{r \sin \Delta Z}{\sqrt{1 - 2\gamma \cos \Delta Z + \gamma^2}} \dots\dots\dots ①$$

단 D : CPA

R_1 : 제1차 관측시의 相對船까지의 거리

R_2 : 제2차 관측시의 相對船까지의 거리

$$\gamma: \frac{R_2}{R_1}$$

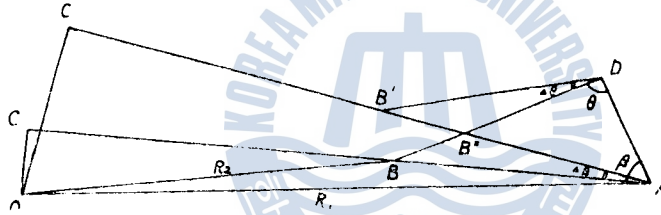
ΔZ : 제1, 제2관측 사이의 方位의 변화

지금 두 船舶이 衝突의 위험이 있을때에는 方位의 변화 ΔZ 는 아주 微小하거나 0이 되어 ①식의 D 는 거의 0이거나 또는 0이 될 것이다. 따라서 이런 狀況아래에서는 義務船(自船)은 針路나 速力만을 바꾸거나 또는 針路와 速力を 同時に 바꾸는 避航措置를 取하지 않으면 안된다.

義務船이 取한 이러한 動作의 結果로 最近接距離가 어떻게 변화하는 가를 考察하는 것은 Radar航法에서 극히 중요한 일이라 생각한다.

2. 變針, 變速과 最近接距離와의 관계

제1도에서 O 를 Scope의 중심, A 와 B 를 각각 제1, 제2관측시의 相對船의 映像이라 하고 $\triangle ABD$ 를 自船과 相對船 및 相對運動의 Vector로 이루어진 3각형이라고 하면 $\angle ADB$ 는 두 船舶의 針路의 交叉角이다. 이 針路의 交叉角을 여기서는 衝突角이라 부르기로 하며 이 角의 크기는 義務船인 自船을 기준으로 하여 反時計方向으로 180° 까지 측정하는 것으로 정한다.



제 1 도

만일 義務船인 自船이 $\Delta\theta$ 만큼 變針하거나 針路는 變하지 않고 DB'' 로 速力を 變하였을 때 $\angle DAB (= \beta)$ 는 $\angle BAB' (= \Delta\beta)$ 만큼 변화하며 이들 사이의 關係를 구하면 다음과 같다.

$\triangle ABD$ 에서 $\angle ABD = \alpha$ 라면

$$\alpha = 180^\circ - (\theta + \beta)$$

$$\therefore \tan \frac{1}{2}(\alpha - \beta) = \cot \left(\frac{1}{2}\theta + \beta \right) \dots\dots\dots ②$$

$$\text{또 } \tan \frac{1}{2}(\alpha - \beta) = \frac{1 - Q}{1 + Q} \cot \frac{1}{2}\theta \dots\dots\dots ③$$

$$\text{단 } Q = \frac{v_a}{v_b} = \frac{\text{自船의 速力}}{\text{相對船의 速力}}$$

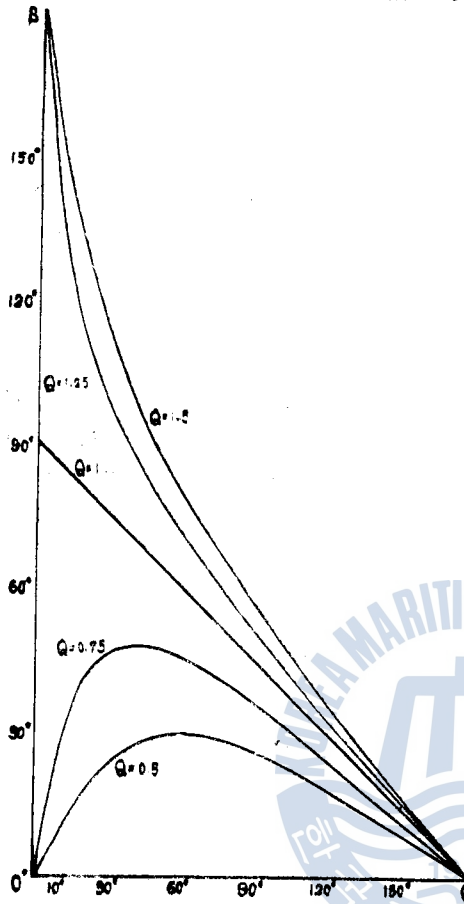
② = ③에서

$$\cot \beta = \frac{1}{Q} \csc \theta - \cot \theta \dots\dots\dots ④$$

$$\text{또는 } \beta = \cot^{-1} \left(\frac{1 - Q \cos \theta}{Q \sin \theta} \right) \dots\dots\dots ⑤$$

④식에 의하여 β 의 변화를 나타내면 제2도와 같다.

θ 와 Q 의 微小한 변화에 대한 β 의 변화를 보기 위하여 偏微分하면



$$\Delta\beta = -\frac{\partial\beta}{\partial\theta}\Delta\theta + \frac{\partial\beta}{\partial Q}\Delta Q$$

$$= \frac{Q\cos\theta - Q^2}{1+Q^2-2Q\cos\theta}\Delta\theta$$

$$+ \frac{\sin\theta}{1+Q^2-2Q\cos\theta}\Delta Q \dots\dots\dots ⑥$$

제1도에서 만일 두 船舶이 衝突의 위험이 있으면 $\angle OBC=0$ 즉 $OC=0$ 이므로 最近接距離는 제1관측시의 相對船까지의 거리와 $\Delta\beta$ 의 크기에 따라서 결정되며 이들 사이에는

$$\text{最近接距離} = R_1 \sin\Delta\beta$$

인 관계가 성립한다. 고로 $\Delta\beta$ 와 R_1 이 클수록 最近接距離는 커진다.

3. 變針角 $\Delta\theta$ 와 $\Delta\beta$ 와의 관계

⑤식에서 $\Delta Q=0$ 이면

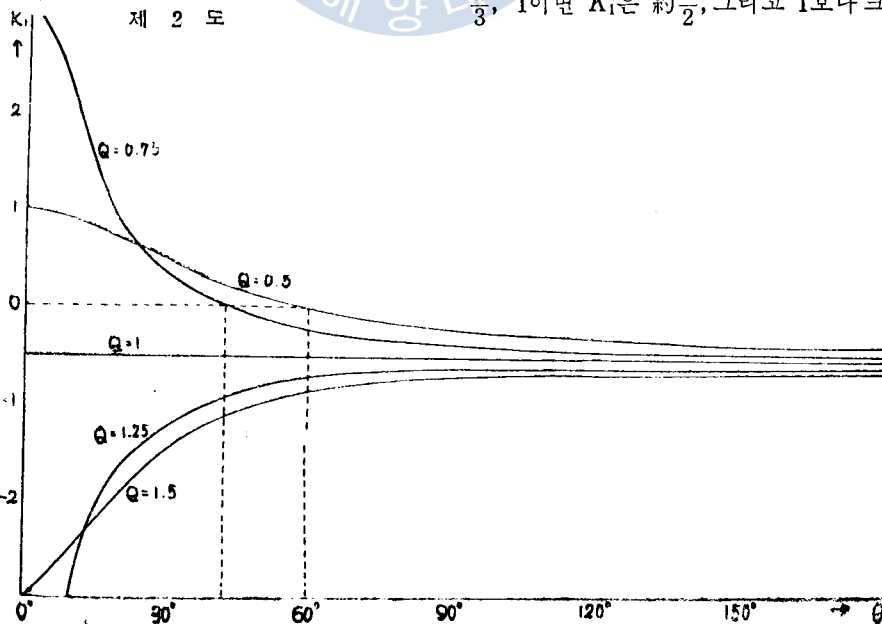
$$\Delta\beta = \frac{Q\cos\theta - Q^2}{1+Q^2-2Q\cos\theta}\Delta\theta$$

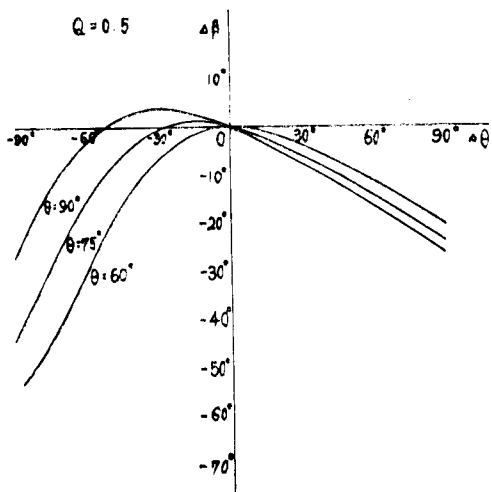
$$= K_1 \cdot \Delta\theta$$

$$\text{단 } K_1 = \frac{Q\cos\theta - Q^2}{1+Q^2-2Q\cos\theta}$$

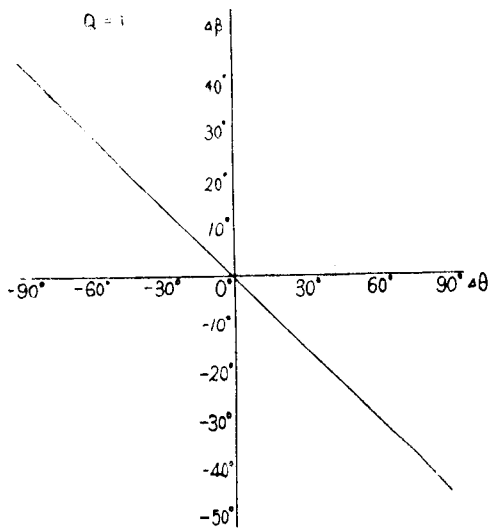
이라 놓고 K_1 의 변화를 나타내면 제3도와 같다.

제3도에서 θ 가 90° 이상이면 K_1 은 Q 값에 관계 없이 거의 일정하며 速力比가 0.5이면 K_1 은 約 $\frac{1}{3}$, 1이면 K_1 은 約 $\frac{1}{2}$, 그리고 1보다 크면 K_1 은

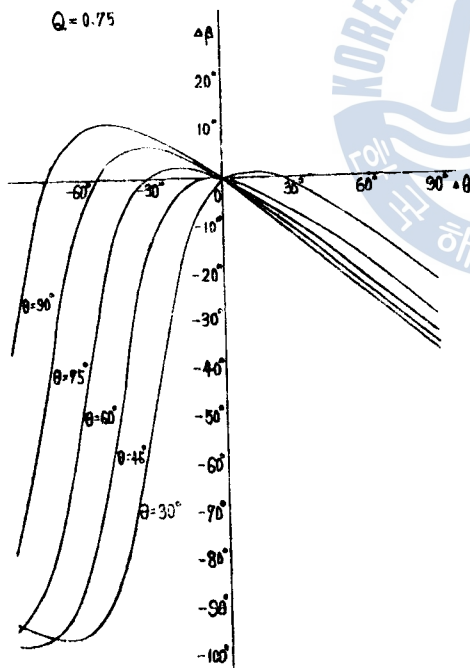




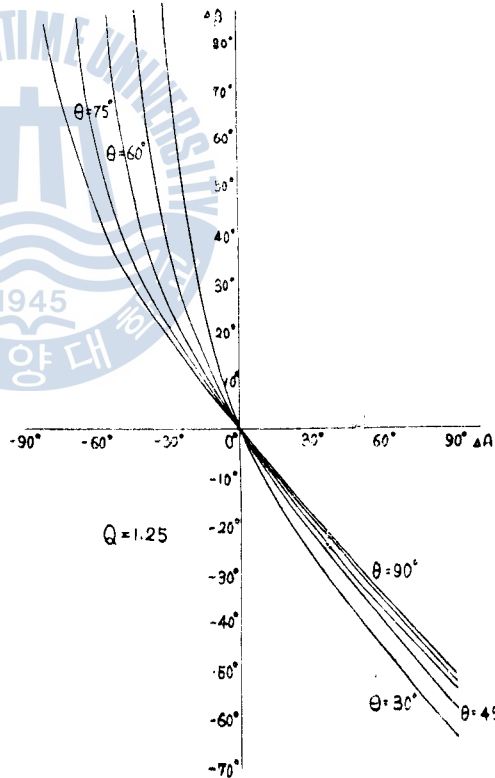
제 4 도



제 6 도



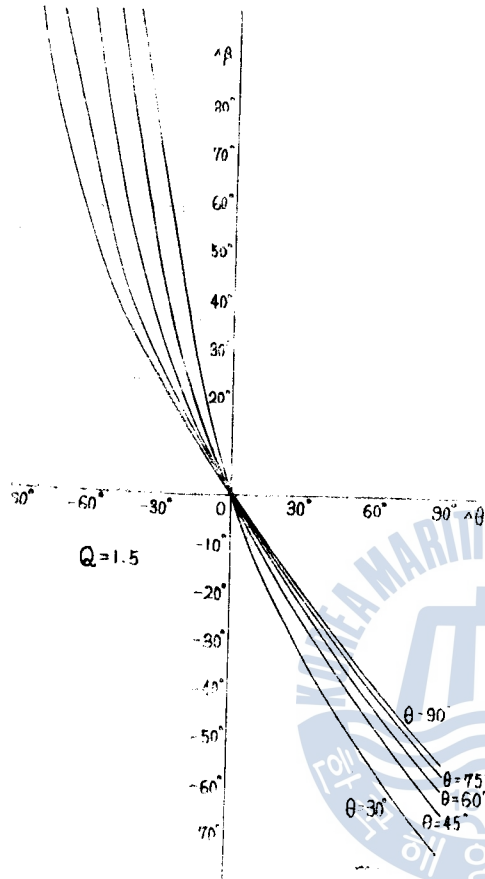
제 5 도



제 7 도

約 $\frac{2}{3}$ 가 된다. 그러나 θ 가 90° 以下에서는 K_1 이 일정한 값을 취하지 않을 뿐만 아니라 θ 가 점차 커져서 어느 값을 넘게 되면 符號가 “+”에서 “-”로 변하게 되는 것을 볼 수 있다. 이것은 變針角 $\Delta\theta$ 에 따라 $\Delta\beta$ 가 “+”되는 경우와 “-”되는 경우가 있음을 뜻한다.

이 관계를 더욱 明確히 나타내기 위하여 $\Delta\theta$ 의 변화에 대한 $\Delta\beta$ 의 변화를 θ 를 parameter로 하여 도시하면 제4~8도와 같이 된다.



Q=1.5

이 들 그림에 의하면 $Q=1$ 인 경우를 제외하고는 $\Delta\theta$ 가 “+”일 때 즉 θ 가 커지는 방향으로 變針할 때와 $\Delta\theta$ 가 “-”일 때 즉 θ 가 작아지는 방향으로 變針할 때에 $\Delta\theta$ 에 대한 $\Delta\beta$ 의 변화가 각각 다르며 $Q>1$ 일 때에는 $\Delta\theta$ 보다 $-\Delta\theta$ 에 대한 $\Delta\beta$ 의 변화가 크고 $Q<1$ 일 때에는 $-\Delta\theta$ 에 대한 $\Delta\beta$ 의 변화가 變針初期에는 “+”였던 것이 일정한 變針角 以上이 되면 “-”로 변화하는 것을 알 수 있는데 이 점은 특히 주의 하지 않으면 안된다. $\Delta\beta$ 가 0이 되는 이 角度만큼 變針하였을 때에는 事實上 變針效果는 전혀 發生하지 않는다. 이와같이 符號가 바뀌는 變換點은 θ 가 클 수록, $Q<1$ 이고 Q 가 1에 가까울수록 크며 $\Delta\beta$ 의 變化는 Q 가 클 수록 커진다.

4. 變速과 $\Delta\beta$ 와의 관계

⑥식에서 $\Delta\theta=0$ 이라면

$$\Delta\beta = \frac{\sin\theta}{1+Q^2-2Q\cos\theta} \Delta Q$$

$$= K_2 \cdot \Delta Q$$

단 $K_2 = \frac{\sin\theta}{1+Q^2-2Q\cos\theta}$

라 놓으면 $K_2>0$ 이다.

速力은 보통 Telegraph에 의하여 變更되고 ΔQ 는 浬후, Trim, 기관의 종류, Draft에 따라서 다르지만 그 표준을 대략 다음 제1표와 같이 정

제 8 표

Order	속력의 변화
Full	1.0
Half	0.7
Slow	$0.7^2 \approx 0.5$
Dead slow	$0.7^3 \approx 0.4$
Stop	0

제 1 표

하여 圖示하면 제9도와 같이 된다.

이에 의하면 $\theta>90^\circ$ 에서는 Half down으로 하였을 때 $\Delta\beta$ 는 12° 以下, Slow down으로 하였을 때에는 20° 以下이고 Stop engine하였을 때에는 제2도에서 約 60° 以下로 된다.

또 θ 가 작을수록, Q 가 클수록 變速에 의한 $\Delta\beta$ 의 變化는 급격히 커짐을 알 수 있다.

5. 結 論

Radar航法을 實施할 때 Plotting에 의하여 相對船의 움직임을 관찰하고 衝突의 위험을 豫期할 수 있을 때 衝突을 豫防하기 위하여 취할 變針, 變速에 있어서는 무엇보다 義務船인 自己船舶이 취한 動作을 相對船에 明確히 認識시켜야 하므로 變針하거나 變速하거나 $\Delta\beta$ 가 어느 정도 크지 않으면 안된다. $\Delta\beta$ 가 얼마以上 되어야 하는가는 避航動作을 취하는 時機에 두船舶間의 距離등에 관계가 있으므로 一律적으로 定하기 곤란하기 때문에 變針과 變速의 두가지 경우를 比較하여 考察하면 다음과 같은 事實이 明白하여 진다

(1) 速力이 느린 船舶일수록 즉 速力比 Q 가 1보다 작은 때일수록 大角度變針이 必要하다. 右舷으로 變針할 때에는 變針에 의한 $\Delta\beta$ 와 減速에 의한 $\Delta\beta$ 가 相加되어 가장 效果적이다.

(2) 衝突角 θ 가 클 때 ($\theta > 90^\circ$)에는 速力比가 작을수록 減速만 하는 것 보다는 右舷으로 變針하여 避航하는 것이 效果的이다. 그러나 衝突角 θ 가 작을 때 ($\theta < 90^\circ$)에는 60° 以上 變針하는 것 보다는 Slow down以下로 變速하는 것이 效果的인 避航方法이다.

(3) 衝突角 θ 가 크고 ($\theta > 90^\circ$), 速力比 Q 가 1以下일 때에는 左舷으로 變針하여서는 $\Delta\beta$ 를 크게 할 수 없으며 $\Delta\beta$ 를 크게 하려면 變換角보다 훨씬 큰 大角度 變針이 必要하고 θ 가 클수록 變換角도 커지므로 그에 따라 變針角을 크게 하여야 한다.

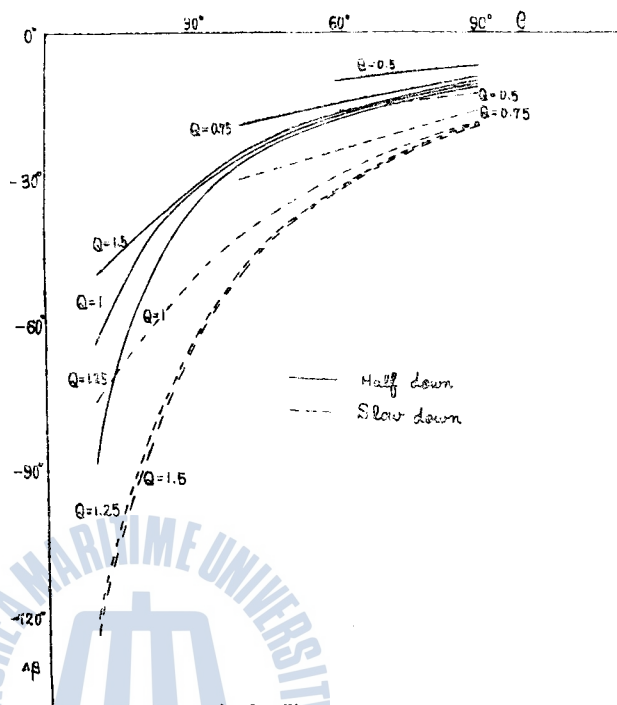
한편 速力比 Q 가 1以上이면 右舷으로 變針하는 것보다 左舷으로 變針하는 것이 $\Delta\beta$ 가 커서 避航效果는 增大한다.

그러나 左舷으로 變針하고 變速도 하면 變針 및 變速에 의한 $\Delta\beta$ 의 符號가 相反되어 Radar plotting에 있어서는 變針 또는 變速만 하는 것보다 오히려 避航效果를 減少시키게 된다.

특히 θ 가 크고 Q 가 클수록 이와같은 現象은 뚜렷이 나타난다. 이 때에는 左舷으로 비록 大角度變針하였더라도 減速한 때문에 오히려 $\Delta\beta$ 를 작게 하는 결과가 되므로 正確한 判斷없이 左舷變針은 삼가하지 않으면 안된다.

6. 參 考 文 獻

1. 松本吉春, 井上篤次郎; 레더-航法에 있어서의 避航措置에 對하여, 日本航海學會誌 第20號 (1958)
2. 松本吉春; 레더-航法에 있어서의 最も 近づく 距離의 變化, 日本航海學會誌 第25號 (1961)
3. 坂 平吾; Davis Newton Lott의 Collision Prevention 考, 日本航海誌 第18號 (1963)
4. Robert M. Slack; The Keystone System of Anti-Collision Radar Navigation, Codan Marine Inc.



제 9 도

機器의 信賴性에 關하여

金 喜 澈

Reliability of machinery

Kim Hi Choul

Abstract

Reliability is shown by means of probability, which is the measure of judgment that whether a machine continues to operate or not under the circumstances and condition of its operation during a given period.

This paper intends to define reliability, and present the method of computation and the relationship between maintenance and reliability.

〈目 次〉

- | | |
|------------|--------------|
| 1. 序 論 | 4. 信賴性의 時間分布 |
| 2. 信賴性의 定義 | 5. 保全과 信賴性 |
| 3. 信賴度의 計算 | 6. 結 論 |

1. 序 論

近來 技術革新의 進展에 따라 製品에 對한 要求가 漸次 高度化 및 複雜化 되었으며 製造現場에서는 機械의 故障, 當初의 計劃下의 稼動與否, 性能의 低下의 原因 等を 究明하여야 하며 稼動率 低下가 故障의 原因에 依한 것이면 어떻게 對處할 것인가, 調査 檢討가 必要하게 된다. 信賴性은 이와 같은 問題에 對處하기 위한 技法으로 開發하게 된 것이며 組織的으로 研究하게 이른 것은 第2次 世界大戰中 美軍이 使用하는 諸種 機器가 納入된 時點에서는 規定의 性能이었던 것이 現地에 到着하였을 때는 大半이 故障, 使用不能이란 事實이 頻發하여 그 對策으로 本格的으로 研究하게 된 것이라고 알려졌다.

어떤 製品이 原因은 如何問에 故障으로 어떤 損失이 있었다면 그 程度를 數量化 하므로써 故障의 重要性이 認識하게 되는 것이다. 信賴性에서는 確率을 利用하여 그 尺度를 表現하게 된다. 信賴性 工學에서는 다음의 두 가지를 基礎로 하여 研究되고 있다.

- (1) 製造面에서의 信賴性(固有信賴性)
- (2) 故障인 境遇에 機能을 充分히 回復하기 爲한 保全技術의 開發(使用信賴性)

이와 같은 두가지 事項은 Data의 收集, 統計의 技術的인 解析 等 情報技術의 뒤받침과 有機的인 關係가 있다.