

어선안전운항을 위한 레이더 운용

한국어선협회 충청남지부

검사원 하 영 운

1. 머리말

어선은 항해 및 조업을 동시에 수행해야 하므로 특히 해상안전에 만전을 기해야 한다. 여러가지 전자장비중 레이더는 필수조건으로써 충돌예방, 정확한 선위결정, 어장도의 작성, 협수로통과 등 어떠한 일기상황 아래에서도 다른 송신국이 없이 단독으로 사용할 수 있으므로 갈수록 그 필요성이 증대되고 있다. 따라서 안전조업에 필요한 레이더의 일반적인 사항을 기술하고자 한다.

2. 원리(原理)

레이더(Radar)는 그 어원(Radio detection and ranging)에서 나타나는 바와 같이 전파를 이용하여 물체를 탐지하고 그 곳까지의 거리와 방향을 정확하게 측정하여 위치를 결정하는 계기이다. 레이더 전파의 전달속도는 광속도(光速度)와 같고($C \approx 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$) 수마일 내지 수십마일 떨어진 물체까지 보내는 전파의 시간과 그 물체에서 되돌아오는 반사파(反射波)의 시간차는 0.00003 ~ 0.0001 초이며 그 반사파의 늦음(delay) 시간으로 물체의 거리를 구한다. 그림 1(a)은 그 원리를 나타낸 것으로 T(초)의 주기로, 시간나비(幅) t(초)의 짧은 시간간격으로 전파를 반복하여 발사했다고 하자, 이와 같은 짧은 시간에 발사되는 전파를 펄스전파라 한다. T를 펄스의 되풀이 주기, 그 역수($f = \frac{1}{T}$ unite sec)를 펄스주파수(Pulse repetition frequency 또는 Pulse repetition rate; P.R.R), 전파가 발사되어 그 반사파가 발사점에 되돌아 올때 까지의 시간을 t(초)라 하고, 이 전파가 거리 r(m)에 있는 물표에 대해서 그

림 1(b)과 같이 수신되었다고 하면 그 거리는 $\frac{ct}{2}$ 에 의하여 구할 수 있다. 단 C는 전파의 전달속도이다. 이와 같이 반사해 온 전파를 수신기로써 수신하여 음극선관(Cathode ray tube; C.R.T.)의 두 수직 편향판(偏向板) 사이로 지나가게 하고, 또한 두 수평 편향판 사이를 전자 비입으로 보낸다. 그림 1(C)에 나타난 것처럼 전압을 주면 그림 1(b)의 원의 속과 같은 표시를 얻게 된다. 레이더의 전파는 대개 파장 3cm인 극초단파(Microwave)가 사용되고 간혹 파장 10cm도 있다. 이

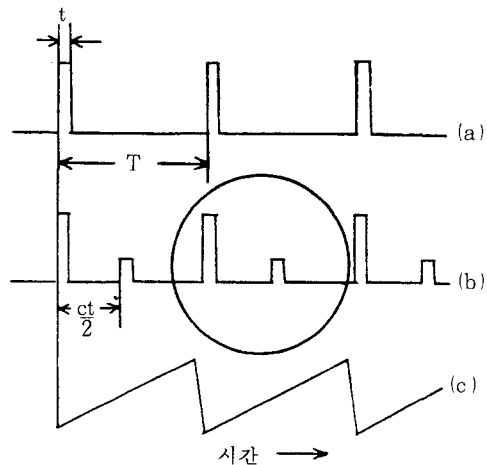


그림 1. 레이더의 원리

와 같이 짧은 전파는 빛과 같이 거의 회절(回折) 현상이 없고 직진(直進)함과 동시에 공중선(Scanner)이 작아도 예리한 지향성(指向性)을 가지고 방사(放射)되기 때문이다. 현재 어선용 레이더의 지시기(Indicator)에는 거의 평면위치

표시방법 (plane position indicator ; P.P.I.) 의 표시법을 사용하고 있다. 그림 2 에서 나타난 바와 같이 음극선관(C.R.T)의 영상면(映像面) 위에서 대선 (pedestal)은 항시 중심에서 바깥 테두리쪽을 향해 같은 속도로 소인 (掃引 ; sweep) 하도록 되어 있으며 공중선의 회전과 같은 속도로 회전한다. 이렇게하여 메아리 (echo)의 수신 입력으로 영상면의 밝기를 변화시켜 메아리의 수신부분만이 영상면에 밝게 나타나도록 되어 있으

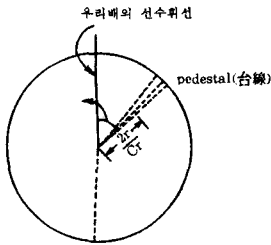


그림 2. 평면 위치 표시 방식

며, 영상면의 밝은 곳 (음극선관에 빛이 남는 성질을 이용하여 대선(台線)이 돌고 상이 남게된다)은 해안, 산, 섬, 배 등의 위치가 되고 마치 지도와 같은 모양을 나타낸다. 영상면을 나타내는 것 중에는 상대방위 (relative bearing ; 영상면위선 선수와 일치시킴, 즉 선수위선이 항상 영상의 북을 가르킴)와 진방위 (true bearing ; 전륜나침의 증계기에 따라 선수위선이 선수와 같이 움직임) 방식에 따라 메아리의 표시위치 방위가 구해지며 영상면 중심 (center focus)에서 거리에 따라 물표까지의 거리가 구해진다.

3. 구 조

레이다의 구조는 다음 3개의 중요한 부분으로 되어있으며, 대체로 AC 115V 60Hz의 전원을 쓰고 있다.

가. 송수신기 (送受信機; Transceiver)

극초단파 에너지 (micro-wave energy)를 발생시키는 발신장치 (Transmitting system)와 반사 에너지를 받아서 증폭, 검파하여 그 출력을 지

시기에 보내주는 수신장치 (Receiving system)를 갖추고 있으며 조타실 또는 그 부근의 적당한 곳에 설치해 둔다.

나. 공중선 (指向性 antenna; Scanner)

공중선은 반사기 (Reflector), 전자나팔 (Electronic horn), 구동장치 (Drive motor) 등으로 수직축의 주위를 회전하고 있으며 송신기에 보내는 극초단파 에너지의 예리한 비임 (beam)을 사방 (四方)으로 발사하여 다시 그 반사파를 받아서 수신기에 보내주는 역할을 한다. 송수신기와 공중선사이의 극초단파 에너지 전송용 (傳送用)으로 도파관 (wave guide) 또는 고주파용 전선이 사용된다.

다. 지시기 (指示機; Indicator)

지시기의 내부에는 주사 (走査) 하는 소인선이 공중선의 회전과 일치하여 돌고 평면위치 표시방식에 따라 모든 방향의 물표를 가리키는 것이며 레이다를 작동시키기 위한 각 조정기 및 개폐기 등이 지시기에 붙어 있다. (그림 3)

4. 작동 (作動; Operation)

지시기의 계기반 (Panel) 위의 조정기가 정확한 작동을 하기 위해서는 그 역할 및 명칭을 파악하여야 하며, 여기서 스페리식 선박용 레이다 (Sperry marine radar)의 일반적인 작동순서를 나열하고자 한다.

가. 전원 개폐기 (Off-stand by-on)

전원 개폐기에는 "off (어프)" "stand by (스탠 바이)" "on (온)"의 3 위치가 있다. 일반적으로 "on" (온)으로 작동하기 전에 "stand by" (스탠 바이) 위치에서 약 3분 정도 모든 회로 전원이 공급된 후 "on (온)"으로 놓으면 공중선과 음극선관의 편향선들이 회전하기 시작한다.

나. 초점 조정기 (Focus)

초점 조정선圈 (Focus coil)의 전류를 가감해서 전자비임이 형광막상에 초점이 맺도록 되어 있으며 이 초점을 조정하여 소인선이 가장 가늘고

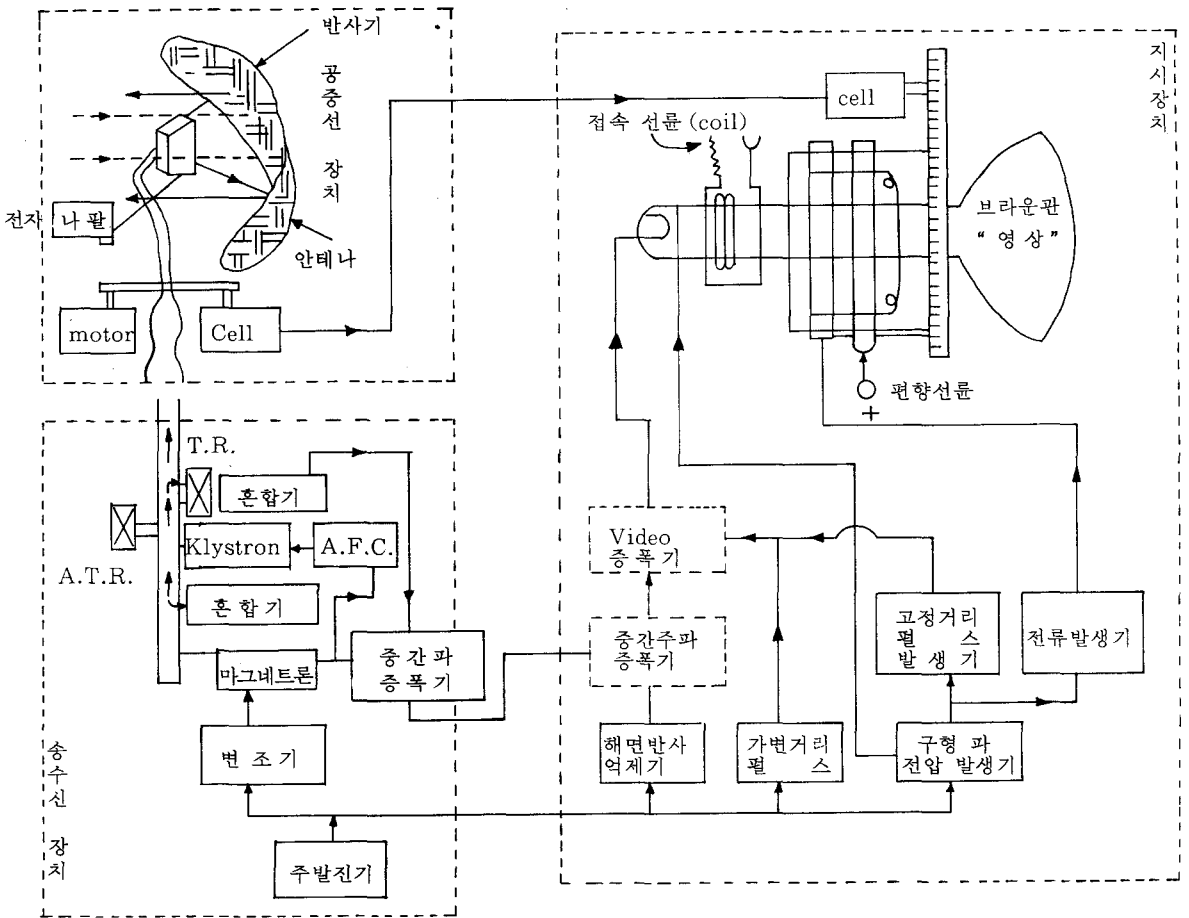


그림 3. 레이더의 기구

예리하도록 한다.

다. 수신기 이득 조정기 (Rcvr - gain)

수신기 이득 조정기는 수신기의 감도를 조정하는 것으로 시계방향 및 반시계 방향으로 돌려 영상의 전반적인 물체가 최대한 식별 용이하도록 최적의 위치에 놓는다. 단, 이득을 지나치게 놓으면 잡음이 많게된다.

라. 척도 개폐기 (Scale)

거리눈금은 레이더의 최대거리를 여러단계 위치로 바꿀 수 있다 (예 ; 1, 2, 6, 15, 및 30, 45, 60, 80, 마일). 경사조정판의 윗쪽에 있는 램프에 눈금의 숫자를 나타낸다. 또 고정거리 휘선은 그 눈금에 따라 자동적으로 바뀌어져 나타나게끔 되

어 있다. 사용자가 보고져 하는 물체가 용이하게 판별할 수 있는 단계의 거리 눈금에 맞춘다.

마. 휘도 조정기 (Intensity)

휘도 조정기는 음극선관의 제어격자 편이 (Screen grid bias)를 가감하는 것으로 시계방향으로 돌리면 편이가 감하고 스크로프상의 화면이 밝게 된다 (수신이득기와 약간의 연관성을 가지고 있으므로 서로 밝기의 차이가 크게 되도록 조정하는 것이 좋다).

바. 고정휘선 밝기 조정기 (Markers)

고정휘선 밝기 조정기는 고정거리 휘선의 밝기를 조정하여 시계방향으로 돌리면 밝게된다.

사. 선수휘선 밝기 조정기(Heading)

선수휘선 밝기 조정기는 선수휘선의 밝기를 조정하는 것으로 시계방향으로 돌리면 밝게된다.

아. 조명휘도 조정기(Dimmer)

조명휘도(照明輝度) 조정기는 방위 눈금판의 조명등 및 거리계의 조명등의 밝기를 가감한다.

자. 휘선 선택 개폐기(Marker selector)

휘선 선택 개폐기는 고정거리 휘선(Fixed) 및 가변거리 휘선(Var) 중 어느 하나 또는 모두를 스코프상에 나타나게 하든지 사라지게 하는데 사용한다.

차. 중심 확대용 개폐기(Center-expand-normal)

가까운 거리인 곳이 분리되어 그림 4에 나타낸 것과 같이 1 해리, 2 해리의 가까운 거리 눈금을 확대 사용해서 좁은수로를 항행할 수 있도록 되어 있다.

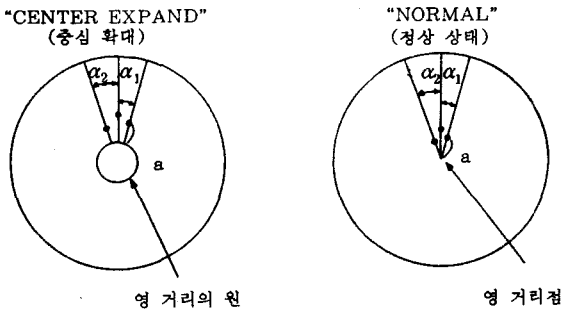


그림 4. Center expand-normal의 설명

카. 장애 소거 개폐기(Anti-clutter)

장애 소거 개폐기는 파랑(波浪) 및 구름, 비, 눈 등에 의한 반사장애를 없애기 위하여 사용하는 것으로 1, 2, 3, 4, 네개의 위치가 있고 사용할 때 상황에 따라 그 중 하나를 선택하여 사용한다. 또 S.T.C(해면반사제거) 및 F.T.C.(비, 눈 반사제거)로 나누기도 한다.

5. 성능(性能)

레이다가 전파를 이용해서 물표를 탐지하고 그 방위 및 거리를 계측(計測)하는 계기라는 것은 살펴본 바와 같다. 따라서 레이다에 요망되는 중요한 사항을 다음과 같이 나눌 수 있다.

가. 물표의 탐지범역(範域)이 넓을 것.

물표의 탐지범역은 최대 탐지거리와 최소 탐지거리의 양쪽에서 판정되는 것으로써 앞의 경우에는 그 거리가 클 수록, 뒤의 경우에는 적은 수록 탐지영역은 넓게 된다.

나. 물표의 분해능이 좋을 것.

두개 이상 근접하고 있는 물표에 대해서 C.R.T. (음극선관) 스코프상에 그들의 영상이 분리하여 표시되자면 그들 상호간에 어느 정도의 거리를 갖는 것이 필요하다. 따라서 이 경우 상호간의 거리를 적게하는 정도가 좋으므로 거리 분해능과 방위 분해능으로 나누어 판정하고 있다.

다. 물표의 거리 및 방위의 측정정밀도가 높을 것.

C.R.T. (음극선관) 스코프 상에 표시된 영상에서 측정된 거리 및 방위가 그 물표의 실제거리 및 방위와 같게 하는 것이 가장 이상적일 것이다. 따라서 C.R.T. 스코프 상에서 거리 및 방위를 측정할 때 일어나는 오차가 적을 수록 정밀도는 높게 된다.

라. 물표 탐지능력이 좋을 것.

탐지영역에서 선박의 항행상 문제가 되는 물표는 그 종류 대소를 불문하고 C.R.T. 스코프 상에 표시되기를 바란다.

마. 지시방식이 이해하기 쉬운 표현일 것.

이러기 위해서 일반적 레이다에서는 평면위치 표시 방식이 채택되고 있으나 C.R.T. 스코프 위의 영상의 밝기도 큰 영향을 준다.

바. 취급 및 구입이 용이하고 가격이 저렴할 것.

이들 사항은 서로 밀접한 관련을 가지고 있으

표 1. 성능에 미치는 요소

성 능	영 향 을 주 는 요 소
최대 탐지거리	발신전력, 수신감도, Antenna Gain, 파장, antenna 높이, 기상상태, 도파관의 길이, 접합한 곳의 수, 물표의 종류
최소 탐지거리	pulse 나비, 수직 beam 나비, Brown 판의 특성, 수신기의 주파수 특성, T-R판의 회복시간, 천상(天象), 해상(海象)
방위 분해 능	수평 beam 나비, Brown 판의 특성
거리 분해 능	pulse 나비, 수신기의 주파수 특성, 물표의 종류, Brown 판의 특성
영상의 해명도	pulse 폭, pulse 수평 beam 나비, pulse 되풀이 수, 스캐너회전수, Brown 판 특성, 천상, 해상

며 그 성능은 제작회사, 제품, 각종장비, 선박 등에 의해서 다소 다르나 기본적으로 보아서 그 성능에 영향을 미치는 것과 요소는 다음 표1과 같다.

6. 선위 결정법 (船位 決定法)

레이다는 성능상으로 상당한 방위오차(약 2°)가 있다. 측정방위에는 이것 외에, 나침의 오차, 영상과 가늠줄(cursor)의 시차에 의한 오차, 우리 배를 나타내는 중심위치가 스크오프의 중심과 떨어져 있으므로서의 오차 등, 불확실한 오차가 포함되어 선위결정에 레이다 방위를 사용할 때는 그것만큼 정밀도가 낮게 되는 것을 염두에 두지 않으면 안된다. 거리와 방위를 맞춘 레이다의 선위는 일반적으로 다음과 같은 차례로 정밀도가 점점 좋아진다.

가. 몇 개의 목표 방위선에 의한 방법

시인 교차방위와 같이, 레이다 영상의 몇몇 목표로부터 방위선을 얻어서 해도 위에 위치를 결정한다. 레이다 방위에는 매우 많은 불확정한 양의 오차를 가지고 있으므로 목표의 선정과 교차각도에 신중을 기해야 하고, 그 방법에 따라 얻은 선위는 대략적인 선위임을 잊어서는 안된다. 예를 들면 그림 5(a)와 같이 영상은 점의 끝부분으로부터 $\frac{1}{2}$ 비임 나비 만큼 안쪽으로 실제의 방위가 있으므로 그 부분만을 수정한다. 그림 5(b)와 같은 경우에는 영상이 양쪽에 확대되므로 그 중심을 잡는다. 그림 5(c)와 같이 좁은 강하구, 혹은 수로입구 등을 경계가 확실하지 않

때문에 목표를 잡는데 힘이 든다. 이와 같이 아리송한 영상을 목표로 하지 않으면 안될 때에는 다른 방법으로 결정된 선위에서 역으로 해도 위의 목표 방위를 구하여 그 방위에 가늠줄(cursor)을 맞추어서, 영상이 나타나는 방법을 대략 확인하여 두어야 한다.

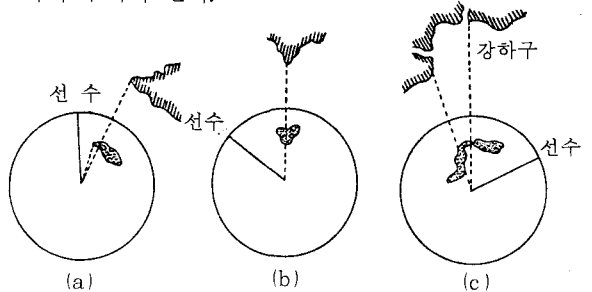


그림 5.

나. 단일 목표의 방위와 거리에 의한 방법

목표로부터 방위와 거리가 결정되면 간단하게 선위가 구해진다. 측정한 방위와 거리가 정확하면 당연히 정확한 선위가 된다. 선위결정의 작업에 소요되는 시간은 될 수 있는대로 짧게 하는 것이 좋으며 작업시간을 단축하기 위해 이것 외에 측정할 수 있는 물표가 있음에도 불구하고 단 한개의 방위와 거리로 선위를 구해서는 안된다.

다. 몇 개의 목표 거리에 의한 방법

그림 6과 같이 적당한 간격을 가진 선명한 물표 몇 개의 거리를 측정하여 각각의 거리내의 교점을 선위로 한다. 이 경우 목표물이 모래밭으로

연속된 해안선은 피하여야 하고 급경사로 뽕족하게 튀어 나온 끝부분, 작은 섬 등은 아주 좋은 목표물이 되나 육지의 높은 산꼭대기는 영상을 판별하는 데 쉽지 않으므로 주의해야 한다.

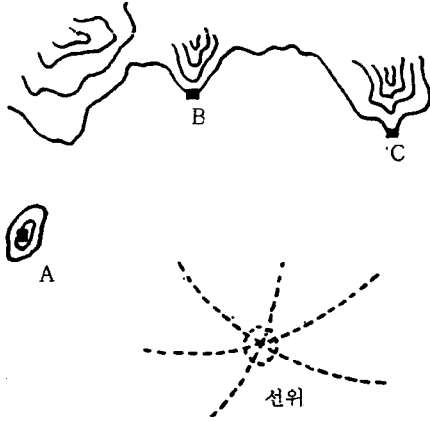


그림 6. 선위 결정법

라. 시인(視認)방위법

목표물이 시인될 때 레이더를 가지고 있어도 될 수 있는 한 나침반에 의한 교차방위 (cross bearing)을 잡아서 선위를 정하고 레이더는 다만 점점의 수단방법으로 쓰는 것이 좋다. 시인물표가 단 한개일 경우, 시인방위와 레이더 거리를 가지고 선위를 결정하는 것이 정확하다.

마. 3물표 양각법(Three-arm protractor methode)

스코프 위에서 바로 진방위를 읽을 수 있을 경우 앞에서 살펴본 바와 같이 가, 나,의 방법에 의해서 선위를 결정할 수 있으나 바로 진방위를 읽을 수 없을 때는 스킵프 위에서 얻은 물표의 그 사이각을 3간분도기(三杆分度器)를 조정하여 선위를 결정한다.

바. 피험선(避險線)

해안에 가까운 암초(shoal reef) 및 그 외의 위험해면을 피항(避航)할 때 과거에는 시인 방위선, 협각법, 고도법, 측심(測深) 등의 방법을 사용하였으나 시계(視界)가 좋지 못하게 되면 측심하는 것 외의 방법은 모두 효력이 없다. 그러나 레이더는 시계가 좋지 못할 때에도 기능을 발휘하고 있다. 더욱 간단한 방법으로는 그림 7(a)와 같이 거리 눈금을 그대로 피험원(避險圓)으로써 이용할 수가 있다.

그림 7(b)에서 해안거리 수마일의 점에 각각 암초 등이 있을 때는 위험선을 점선으로 이어 그 선을 피험선이라고 한다.

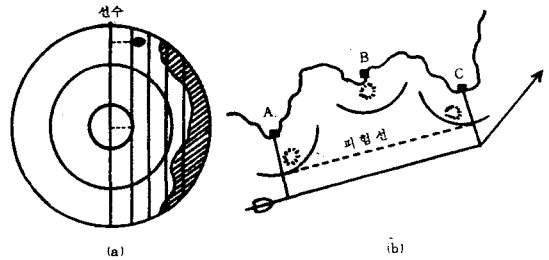


그림 7. 피험선

7. 맺는 말

어선에 있어서 레이더는 항해용 뿐만 아니라 조업시에도 꼭 필요한 장비이다. 그러나 레이더의 능력의 한계를 잊고서 과신했을 경우 또한 사고의 요인이 된다. 레이더를 최대한 활용할 수 있도록 어느정도 원리도 알아야 하겠고, 고장 발견과 그 원리를 제거하는 정도의 기술은 꼭 숙지하여야 한다. 상기와 같이 간략하게 기술한 내용이 어민여러분에게 일조가 되길 바랄 뿐이다.