

졸업논문

레이다를 이용한 항법의 기본 지식



지도교수 윤여정

1997년 11월

한국해양대학교 해사대학
해사수송과 학부

정의은

머리말

레이다를 이용한 항해에 있어서 가장 기본적인 레이다에 관한 지식을 토대로 하여, 각각의 선박에서 사용하고 있는 레이다의 기능을 수행한다면 보다 효율적인 사용법이 될 것이다.

이는 레이다가 가지는 오차를 감안하여 보다 정확히 본선이나 타선의 위치를 측정할 수 있음을 의미한다.

여기서는 이러한 레이다에 관한 기본적인 지식에 관해서 열거하고 있다.

우선, 레이다의 화면에 관해서 논의하자면 물표의 동작과 위치를 표시하는데 있어서 서로 상대적인 위치를 통하여 나타내는 방법과 실제적인 물표의 이동을 통해서 나타내는 방법이 있다. 이러한 두가지 방법을 통해서 물표의 위치와 동작을 이해하고 그러한 위치와 동작을 레이다 디스플레이 상에 나타내는 방법으로 헤드업, 노스업, 코스업 등이 있다.

둘째, 레이다에 있어서 중요한 것이 위치의 확인과 더불어 충돌의 위험성 회피이다. 이 충돌의 회피를 위해서 필요한 정보는 상대선의 침로와 속력을 알아야만 한다. 이런 정보를 얻기 위해서는 일정한 시간 간격을 두고 2회 이상의 관측을 통해서만 얻을 수 있다. 이러한 행위를 플로팅이라 하며, 이것을 통해서 얻은 정보를 해석해서 관측자가 이용할 수 있도록 한 것이 ARPA이다.

ARPA를 통해서 얻을 수 있는 것은 CPA와 TCPA 이다. 이는 최근접점과 최근접시간을 나타내어 줌으로 충돌의 위험성을 사전에 파악이 가능하며 충돌회피 동작을 적절히 수행할 수 있게 만들어 준다.

셋째, 레이다 스크우프 상에 나타난 여러 가지 반점들을 해석에 있어서 그것의 진위여부와 육지인지 아니면 선박인지 등을 식별이 필요하다. 이것을 통해서 보다 정확한 본선의 위치 결정을 할 수 있을 것이다. 이런 식별을 돕기 위하여 연안이나 협수로 등에서 항로 표지를 사용한다.

협수로나 연안에서는 레이다상의 육지물표나 항로표지 등의 방위와 거리를 이용하여 위치를 구한다. 이러한 협수로나 연안에서의 안전 항해를 위해서는 사전에 해도를 이용하여 항해계획을 세워 두는 것이 중요하다.

이상과 같은 순으로 정리하였으며, 무엇보다도 중요한 것은 레이다가 위치확인 및 충돌회피 동작등에 관한 참고 사항이지 그것이 반드시 옳다는 것이 아님을 인식하고 있어야 한다.

I. 레이더 화면의 표시 방식

1. 상대동작과 진동작의 표시

레이더의 화면상에 있어서 물표의 위치와 동작을 나타내기 위해서 기본적으로 두 가지 표시방법이 있다. 상대동작 표시법은 관측선의 동작에 상대적인 어떠한 동작을 묘사한다. 진동작 표시법은 물표와 관측선의 실제적인 동작 즉 진동작을 묘사한다.

사용된 PPI 표시법에 따라 항해용 레이더는 상대동작 레이더나 진동작 레이더의 어느 하나로 분류된다.

1.1 상대동작 표시법(relative motion display)

PPI상 자선의 고정위치로부터 측정된 물표의 거리와 방위의 계속적인 표시를 통해서, 상대동작 레이더는 관측선의 동작에 상대적인 물표의 동작을 나타낸다. 자선과 물표가 움직이고 있을때는 연속되는 물표의 점들이 물표의 실제적인 운동이나 진운동을 나타내는 것은 아니다. 물표의 실제성의 운동속력과 운동방향을 결정짓기 위하여는 도식적인 해석법이 요구된다. 자선이 움직이고 있다면 육지와 같은 고정물표의 휘점이 자선의 동작과 같은 속력으로 반대방향으로 PPI상을 이동한다. 자선이 정선하거나 움직이지 않을 때, 물표의 휘점은 그 진동작과 일치하여 PPI상을 이동한다.

(1) 상대동작 표시법의 방위측정

1) 헤드업(Head-Up)

선수방위를 위로 하는 즉 선수 방향을 0° 로 표시하여 물표의 휘점이 자선의 선수방위와 상대적인 방향으로 그 관측된 거리에 나타나게 된다. 이는 배 주위의 상황을 배를 중심으로 좌현이나 우현에 존재하는지에 대한 식별이 다소 편리하지만, 변침할 때 화면이 흐트러진다. 예를 들면 좌현으로 변침하면 선수 방위는 상방, 즉 0° 에 그대로 남아 있고 화면이 반대 방향으로 돌아 잔광성 때문에 화면이 흐려진다. 변침하는 동안이나 그 뒤 얼마 동안은 화면의 영상을 거의 사용할 수 없다.

그러나 변침하는 동안 수신 감도를 낮추어 상이 흐려지는 것을 막을 수 있다. 변침시 방위는 상대적이고, 스크린 위에서 반사파가 흔들리며, 반사파의 항적은 끊어진다. 변침하는 동안 그 직후에 배의 영상의 상대적인 운동을 추정할 수 없게 된다.

따라서 이 방식은 안개가 짙은 협수로나 강 등에서 변침을 자주할 때 대단히 불리하다.

2) 노스업(North-Up)

진북을 위로 또는 PPI의 상단에 두는 방위 표시방식에서 물표 휘점은 자선에서부터 진방향으로 그 측정된 거리에 나타나게 된다. 지시기는 자이로 컴퍼스와 연결되어 있고, 선수 지시선은 가리킴으로 해도와 비교할 때 편리하다.

변침할 때 선수 지시선이 새로운 방위 쪽으로 돌아가며 화면은 같은 위치에 정지해 있어, 화면이 흐트러지지 않는다.

변침시에도 방위는 진방위이고, 배의 영상의 항적이 끊어지지 않으므로 관측을 계속할 수

있다.

헤드업 지시 방식에 이미 익숙해진 사람에게 이러한 지시 방식이 조금 어려운 것은 사실이다. 그러나, 이 방식이 헤드업보다 이점이 훨씬 많다.

3) 코스업(Course-Up)

상대 방위 지시 방식에서 선수 방향을 위로 하는 것과, 진방위 지시 방식의 화면을 안정시킨 것을 합친 방식이다.

예를 들면 다소 요잉을 하면서 진침로 060° 로 항행하는 선박이 090° 로 변침할 때, 스코우프 상에서는 최초 060° 가 스코우프 상부의 상대 방위 눈금 000° 에 정해지고, 그것을 중심으로 요잉의 폭만큼선수 회선이 좌우로 흔들리고 있다. 그러나, 090° 로 변침을 개시하면 회두함에 따라 선수 회선은 오른쪽으로 회전하여 상대 방위 눈금 030° 에 달하여 거기서 요잉 폭만큼 흔들리게 된다. 그 사이에 스코우프상의 영상은 자이로에 의해 안정되어 있으며 선수 방향의 변화에는 일체 영향이 없으므로, 영상이 흐려지는 일은 없다. 그렇게 하여 변침 뒤의 적당한 시기에 방위조정기를 누르면, 새로운 설정 침로인 090° 가 상대 방의 눈금의 기준이 되도록 영상이 회전하여 새로운 상대방위의 관계가 나타난다. 그래서 현재는 변침하여도 헤드업에서 처럼 선수 지시선이 항상 상방을 향하도록 음극선관(CRT) 자체를 변침하는 쪽의 반대 방향으로 회전시켜 영상을 안정시킨 방식을 이용한다.

이것은 변침등을 고려하여 고안된 방식으로서, 방위 정도도진방위 지시 방식과 같으므로, 조선헌 때 레이더를 쓰거나 플로팅할 때 가장 적당한 방법이라고 할수 있다.

(2)안정성

화면의 방위 측정기점이 진북에 고정된 진북을 위로 한 진방위 표시방식은 안정된 화면이라 불리운다. 자선의 선수방위가 변함에 따라 방위 측정기점이 바뀌어지는 선수방위를 위로 한 상대방위 표시방식의 화면은 불안정한 화면이라 불리워 진다. 그래서 레이더 지시기 설계는 진방위 표시방식과 상대방위 표시방식의 두가지 화면 모두를 가지고 있다. 이러한 이중의 안정한 화면에서는 자선의 선수방위를 위로 또는 PPI의 상단에 있도록 하기 위해 자선의 선수방위가 변함에 따라 음극선관(CRT)이 회전해야만 한다.

1.2 진동작 표시법(Ture motion display)

진동작 표시법은 자선과 움직이는 물표들을 그들의 진동작으로 나타내 준다. 이는 항해중인 자선의 위치가 PPI상에 고정되어 있지 않기 때문에 자선은 PPI화면상에서 움직이는 점으로 나타난다. 따라서 자선과 다른 움직이는 물표들은 그들의 진침로와 진속력에 따라 PPI상을 이동하게 된다. 또한 상대동작 레이더와 달리 육지와 같은 고정물표는 PPI상에서 정지하여 있거나 또는 거의 정지한 것과 같다. 그래서 정지한 물표는 아무런 꼬리가 나타나지 않고 제자리에 정지하여 나타난다. 그러므로 이 방식은 육지에 대하여 움직이는 자선과 타선들을 관측하게 되어 해도의 모양과 비슷하기 때문에, 상대 동작 지시 방식의 노스업에 대하여 영상을 판독하기가 더욱 쉽다.

(1) 안정성

통상적으로 진동작 지시방식 레이더 화면은 진방위 표시방식으로 안정이 되며, 이 안정성으로 화면은 항해용 해도상의 어떤 플롯과 유사하다. 일부 설계형태에서는 화면의 방위 측정기점이 선수방위를 위로 한 상대방위 표시방식이다. 진동작 화면은 진북에 고정되어져야

만 하기 때문에, 선수방위를 상부 또는 윗쪽으로 하기 위해서 음극선관(CRT)이 회전되어
져야만 한다.

(2) 레이더 스크우프의 지속성과 반사잔상

진동작 화면으로부터 최대의 이점을 구할 수 있도록 하기 위해 높은 지속성을 가진 레이더
스크우프가 사용된다. 물표의 레이더 영상은 회전하는 Sweep에 의해 높은 지속성을 가진다.
상대적으로 더 오랜 시간동안 영상이 계속해서 밝아져 있게 된다. 운동속력, 탐지거리 선택과
지속성의 정도에 따라서, 이 휘점은 각 물표의 진동작을 나타내는 가시 반사잔상이나 꼬리
를 남기게 될 것이다. 이동하는 Sweep 기점의 휘점이 자선의 진동작을 나타내는 가시잔상
을 남기게 된다면, 그들의 반사잔상 또는 꼬리의 길이를 자선의 잔상 길이와 비교해 봄으로
써 레이더 물표들의 진속력을 판단할 수 있다. PPI상에 자선의 위치를 다시 설정해야 하는
필요성 때문에 지속성의 정도에 실제적인 한계가 있다.

(3) 재설정 필요성과 그 방법

자선이 PPI를 가로지르며 이동하기 때문에 자선의 위치는 주기적으로 다시 놓여져야만 한
다. 설계에 따라 자선의 위치는 수동적으로, 자동적으로 또는 자동적인 방법을 무시하고서
수동으로 다시 놓여질 수가 있다. 보통 재설정이 필요할 때는 관측자에게 이를 알려주기 위
해서 어떠한 신호(Buzzer나 지시등)가 설계되어 있다.

어떤 설계에서는 관측자로 하여금 자선의 위치를 가장 편리한 PPI상의 지점에 둘 수 있도록
하는 재설정 조정기가 포함되기도 한다. 다른 설계에서는 자선의 위치가 PPI상에 재설정
될 수 있는 장소를 더욱 제한 하기도 하며 선수회선이 PPI의 중심을 지나는 선으로부터 어
느 지점까지 제한 하기도 한다.

레이더 관측자는 재설정 필요성에 관해서 주의해야만 한다. 가장 나쁜 시간에 자동 또는
수동으로 재설정하는 것을 피하기 위해서, 레이더 관측자는 그의 상황평가에 있어서 자선의
위치를 재설정해야 할 최적의 시간이 언제인가를 결정하는 것도 고려해야 한다.

(4) 작동 방식

진동작 표시방식 레이더는 진동작 화면이나 상대동작 화면의 어느 하나로 작동되어질 수
있지만, 진동작 작동은 탐지거리를 단거리와 중간거리에 설정했을 때로 제한된다.

상대동작 방식에서, Sweep 기점은 전방의 광경을 확장시키기 위해 중심에서 벗어날 수 있
다. 확장된 전방의 광경에 있어서는 탐지거리를 바꿀 필요가 줄어들게 된다. 또한 Sweep 기
점이 중심에서 벗어난 경우가 PPI의 중심에 고정된 Sweep 기점의 경우에 있어서 보다 더
욱 짧은 탐지거리 눈금에서 레이더 물표의 관측을 가능케 할 수 있다. 보다 짧은 탐지거리
눈금을 사용하면 레이더 물표의 상대동작이 더욱 분명하게 나타난다.

(5) 진동작 화면의 형태

육지와 같은 고정물표가 진동작 화면에서 정지하여 있거나 또는 거의 정지한 것과 마찬가지로
지인 동안에는 해조류가 아예 없거나 또는 조류를 없도록 하기 위해 유향과 유정이 조정기
에 의해 보상되어 지는 경우이다. 레이더 장비의 설계에 따라서 유향 및 유정 조정기를 통
해 또는 직항침로와 직항속력 조정기에 의해서 해조류의 보상이 행해질 수 있을 것이다.

주로 충돌회피 목적을 위해 진동작 레이더가 사용될 때는, 일반적으로 대수안정화면

(Sea-Stabilized Display)이 더 낫다. 최근의 화면 형태는 해조류에 대해 아무런 보상이 없는 대지안정화면(Ground-Stabilized Display)과는 다르다. 자선과 어떤 레이더 탐지물표가 동일한 해조류로 영향을 받게 된다고 가정한다면, 대수안정화면은 정확한 대수침로와 대수속력을 나타내게 된다. 만일 자선이 풍압을 가지거나 해조류의 영향을 받고 있다면, 움직이지 않는 물표의 반사파가 대수안정화면 상에서 이동할 것이다. 풍압 또는 유향에 반대되는 방향으로 작은 반사잔상이 생길 것이다. 만약 작은 바위의 방향이 정북으로 2노트의 속력으로 움직이는 것으로 나타난다면, 그때 선박은 정남으로 2노트로 밀리고 있는 것이다.

대지안정화면은 움직이지 않는 물표부터의 반사파가 조금씩 이동하는 것을 멈추게 하기 위한 수단을 제공한다. 이 화면은 보다 명확한 PPI표시를 얻기 위해서 또는 자선에 대한 풍압 또는 해조류의 영향을 결정하기 위해서 사용될 수 있다.

대지안정화면에서 자선은 화면상을 대시속력과 대지침로로 이동한다. 따라서 화면상에서 물표 반사파의 이동은 물표의 대지침로와 대시속력을 나타낸다.

이런 방식은 파일럿이 배의 대지 침로를 부표와 비이콘을 육지와 관련지어 알고자 하는 협수로 항해에 대단히 유용한 방식이다.

2. 진방위 표시방식 화면과 상대방위 표시방식 화면의 플로팅

2.1 안정된 진방위 표시방식 화면

Sweep의 출발점이 PPI의 중심에 있는 정상상태를 가정하여, 레이더 물표의 휘점은 PPI상에서 물표거리에 해당하는 PPI 중심으로부터의 거리에 진방위로 나타나게 된다. PPI의 지속성과 레이더 비임이 정상적으로 계속 회전하기 때문에, 꽤 좋은 반사특성을 가지는 물표들의 휘점은 PPI상에 계속적으로 나타날 것이다. 시간이 경과함에 따라 보다 앞서 표시된 휘점들은 PPI로부터 사라진다. 그러므로 이 레이더에 도움이 되는 휘점의 위치를 주기적으로 표시함으로써 물표의 과거와 현재 위치에 대한 시각상의 표적이 원하는 분석을 가능케 한다.

2.2 불안정한 상대방위 표시방식 화면

불안정한 상대방위 표시방식 화면상의 플로팅은 안정한 진방위 표시방식 화면상의 플로팅과 비슷하다. 잔상은 관측선의 선수 방향에 상대적인 방위 값으로 나타나기 때문에, 관측선의 선수방향이 바뀔때는 복잡하게 된다. 만일 불안정한 상대방위 표시방식 상에서 관측선에 의한 변침이후 플로팅 표면은 침로 또는 선수방향이 바뀌어지는 것과 똑같은 도수로써 이 변화에 반대되는 방향으로 돌려져야만 한다. 그렇지 않으면 변침 이후에 만들어진 플롯 부분은 이전의 플롯 부분과 연속되지 않을 것이다.

또한 불안정한 상대방위 표시방식 화면은 관측선의 요잉에 의해서도 영향을 받는다.

선박이 원하는 선수방위로부터 벗어나 있을 동안에 만들어진 플롯은 안정된 진방위 표시방식화면에 의해 주어질 수 있는 것보다 정도가 훨씬 낮거나 엉뚱하게 된다. 심한 요잉상태 하에서, 플롯의 상당한 정도를 얻으려고 한다면 불안정한 상대방위 표시방식 화면상의 플로팅은 선박이 침로상에 있는 순간에 맞추어 행해져야만 한다.

이를 보완하기 위해 플로팅 표면이 변침과 같은 크기만큼 그 반대 방향으로 돌려져야만 한다. 그렇게 함으로써 진방위 표시방식 화면상에 나타나는 동일한 상태를 만들게 된다. 그러

므로 요잉에 의한 아무런 휘점의 얼룩이 생기지 않으며 변침으로 인한 물표 휘점의 위치이동이 생기지 않는다. 물표 휘점의 위치에 있어서의 변화는 단지 변침 동안에 물표까지의 거리와 진방위의 변화 때문이다. 변침 동안의 그리고 변침 이후의 플롯은 변침 이전의 플롯과 연속적이다. 그러므로 화면이 안정한 진방위 표시방식일 때는 플로팅 표면을 회전시킬 필요가 없다.



II. 레이더 플로팅

1. 레이더 플로팅소개

항해용 레이더는 해상에서의 항법용 및 타선의 정보분석을 통한 충돌의 위험을 피하기 위한 견시의 보조도구로 이용된다. 여기서 레이더로 타선을 탐지했을 때, 그 선박에 대해서 얻을 수 있는 정보는 방위와 거리이다. 따라서 1회의 레이더 관측만으로는 그 배가 자선과 충돌의 위험이 있는가 없는가의 판정은 불가능하다. 충돌의 위험 여부를 판정하기 위해서는 일정한 시간 간격을 두고 2회 관측함으로써 가능하다. 그러기 위해서는 처음 타선의 위치를 기억해 두어야 하며, 제 2의 선위로부터 작도에 의해 상대선의 진침로 및 진속력 등을 분석하여 충돌의 위험성을 판단할 수 있게 되는데, 이것을 플로팅(Plotting)이라 한다. 타선이 레이더에 포착되었을 때 가장 자주 요구되는 세가지 문제들의 해답을 찾기 위한 단계적인 방법은 다음과 같다.

- ① 최근접거리의 시간과 거리는 얼마나 될 것인가?
- ② 타선의 현재 침로와 속력은 얼마인가?
- ③ 충돌 위험을 줄이기 위하여 자선이 취할 조선행은 무엇인가?

위의 사항에 의해서 선박의 충돌 예방과 타선과 자선의 보다 큰 안전을 위해 사용할 수 있는 정보로 변환하는 것에 대해 다루고 있다.

1.1 플로팅의 종류

1.1.1 진 플로팅

레이더의 정보로부터 일정한 시간 간격의 자선과 타선의 실제의 위치를, 자선 침로를 기준으로 하여 플로팅해서 타선의 침로, 속력 등을 구하는 방식이다. 이것은 양선의 대지 운동을 도시하여 해도상에 그리면 타선의 침로를 추정하거나, 양선의 지리적 환경의 판단이 가능하다. 일반적으로 간단하여 이해하기 쉽고 잘못도 적은 방식이지만, 최접근점이나 최접근 시간을 구하기가 다소 불편하다.

이 방식은 진운동 표시 방식 레이더에서 채용하고 있다.

1.1.2 상대 운동 플로팅

레이더 정보로부터 자선을 중심으로 하여 타선의 상대 운동을 기입하고, 작도에 의해 타선의 침로와 속력을 구해서 최접근 거리, 충돌 여부를 판단하는 방식이며, 앞으로 이 방법을 주로 설명한다.

1.2 플로팅할 때 주의 사항

- 1) 영상의 방위와 거리를 측정한다.

타선의 위치에 오차가 있으면, 충돌 위험의 판단이나 피항법의 결정에도 영향을 미친다.

- 2) 레이더를 관측하는 시간은 정확히 읽고, 시간 간격도 될 수 있는 한 일정하게 한다.

시간 간격이 일정하면 관측 오차, 또는 타선의 행동의 변화를 빨리 탐지할 수 있다. 다만, 타선이 원거리에 있거나 접근속도가 느린 경우에는 간격이 길어도 좋다. 반대로, 타선이 근

거리에서 접근 속도가 빠른 경우에는 시간 간격을 짧게 한다.

3) 될 수록 원거리에서부터 규칙적으로 실시한다. 원거리 플로팅은 과신하면 안 되나, 결과의 정도를 향상시키는 데나 타선의 행동을 예측하는 데 대단히 유용하다. 적어도 10-12마일 이상에서부터 실시해야 한다.

4) 그 때의 상황에 맞는 방식을 선택한다. 진로에 만곡부가 있거나, 항로가 교차하는 곳에서는 진운동 플로팅이 더 좋을 때가 많다.

5) 플로팅에서는 필히 오차가 있으므로 오차의 크기를 파악해 둔다.

이 오차를 고려하여, 충분히 여유 있는 안전 항과 거리로 피항 동작을 하면 틀림없다.

6) 플로팅은 과거의 정보에 근거를 둔 것이므로 신속히 처리하고, 위험이 없어질 때까지 계속 한다. 2-3 회의 관측만으로 타선의 상황을 판단했다고 해서 플로팅을 중지하면 안된다. 특히, 자선이 피항 동작을 취한 후 타선의 영상이 예정대로 움직이는가를 확인할 필요가 있다.

7) 타선이 많을 때는, 달리 유효한 방법이 없으면 최접근거리, 접근속도, 거리 등에 따라 우선 순위를 붙여 순서대로 처리한다.

이 때는 가장 위험하다고 생각되는 타선에 대한 피항 침로나 속도가 다른 배에 대해 급박한 충돌 위험을 가져오지 않는가를 확인한다.

8) 영상과 플로팅의 내용을 비교하는 것을 염두에 둔다. 평소 시계가 양호할 때, 기회가 있는 대로 플로팅을 하여 그 결과를 확인해 둘 필요가 있다.

9) 플로팅을 할 만한 시간이 없이 절박한 때는 우선 감속, 또는 대변침하여 물표에서 멀리 떨어지도록 한 후 다음 동작을 결정한다.

1.3 기본 플로팅

그림 1-1에서 12마일 거리 범위 지시기의 PPI상에 10시 05분에 물표가 나타나서, 10시 06분에 그 위치를 플로팅한 뒤 계속하여 관측한 상황을 나타낸다. 이 때 자선의 침로는 000° 이고 속도는 20노트로 한다.

플로팅의 순서를 보면,

- 1) 10시 06분에 상대선의 위치에 시간과 함께 표시하고, 그 점을 편의상 A점이라 한다.
- 2) CA가 본선의 속력 벡터가 되도록 C점을 잡는다. 곧, CA의 길이는 자선이 6분간에 항행한 거리인 2마일에 해당되며, CA의 방향은 선수 지시선과 평행하게 긋는다.
- 3) 06분의 6분 뒤인 12분이 되었는지 확인하여 12분에서의 물표의 위치를 잡아 B점으로 한다. 이렇게 하여 삼각형 ABC가 얻어지는 데, 이를 속력 삼각형이라 한다.
- 4) CB가 상대선의 속력 벡터이다. 곧, 상대선의 진침로와 시속력을 나타낸다. CB의 길이는 상대선이 6분간에 항행한 거리이므로 속도를 알 수 있고, CB의 선분을 평행 이동하여 PPI 중심에서 B쪽 방향이 상대선의 진침로가 되는 것이다.
- 5) AB는 상대운동이 되며, AB가 향하는 방향을 DRM(Direction of Relative Motion), AB의 길이는 SRM(Speed of Relative Motion)이라 한다.
- 6) AB의 중심 쪽으로 연장선에, PPI의 중심에서 수선을 내려 그 점, 또는 그 거리를 CPA(Closest Point of Approach)라 한다.
- 7) CPA에 달하는 시간, 또는 CPA까지의 경과한 시간을 TCPA(Time to CPA)라 한다.
- 8) CB의 B쪽으로의 연장선(상대선의 침로)과, B점과 PPI 원점을 이은 선이 이루는 각을 앵스펙트(aspect)라 하며, 이것도 중요한 정보이다.

2. 레이더와 충돌 예방

레이더를 적절하게만 사용한다면 충돌 예방에 커다란 도움을 받을 수 있다. 그러기 위해서는 레이더 정보에 대한 이해가 필수적이다. 그러나 이러한 정보를 토대로 레이더 성능의 제한성을 충분히 이해하지 못하고 부적합한 조치를 취한다면, 그 결과는 그것이 없었다면 일어나지 않았을지도 모를 사고를 일으킨 경우가 발생할 수도 있다.

2.1 레이더 정보의 기본적인 이해 사항

1) 레이더는 탐지된 물표의 현재 위치있는 방향과 그 거리를 순간적으로 나타내 준다는 것을 절대 잊어서는 안 될 것이다.

2) 레이더는 탐지물이 어떤 선박인지 또는 움직이는 물표인지를 일반적으로 나타내 주지 않고 또 상대선의 침로와 속력 또는 그 모양을 바로 나타내주지도 않는다.

3) 레이더는 또 물표의 형태나 크기에 관한 확실한 정보를 주는 것도 아니다.

4) 레이더는 다른 선박에 의한 침로와 속력의 변경을 즉시 알려주지 않는다. 그리고 타선이 레이더를 장치하고 있는지 또 타선의 선교 근무자들이 자선과 마찬가지로 규모로 이루어져 있는지, 또는 타선이 본선의 존재를 알고 있는지에 대한 아무런 표시가 없기 때문에 타선의 내용에 대해 알려주지 못한다. 한마디로 말해 레이더는 실제 눈으로 보는 것과 같지는 않다.

5) 레이더는 물표의 현침로와 현재 거리를 나타낸다. 그래서 그것 자체로서는 그 정보가 충돌을 피하는데 비교적 큰 가치를 갖고 있지 않다.

정확한 플롯에 의한 추가 정보에 의해 보완된 후 적당한 시기에 합리적인 동작을 취함으로써 대양에서 레이더가 장비된 모든 선박의 충돌사고를 예방할 수 있게 된다.

2.2 시계 조건에 따라 얻을 수 있는 정보

해상에서의 충돌사고에는 최소한 다음 5가지의 명확한 상황으로 구별되어진다.

① 좋은 시계

② 시계 불량시 가까운 거리의 물표

③ 시계 불량시 원거리 물표

④ 시계 불량시 여러 거리에 있는 다수의 물표

⑤ 시계 불량시 물표가 화면에 나타나지 않을 경우

위의 시계 상황중 크게 나누어 좋은 시계와 나쁜 시계로 나눌 수 있다.

1) 좋은 시계 조건인 경우 실측에 근거한 상황판단이 훨씬 좋다.

경험이 많은 관측자는 원거리의 선박을 한번 유심히 관찰함으로써 단순한 관찰 이상의 더 많은 정보를 얻을 수가 있다. 그는 대변에 본선에 대한 상대선의 위치를 결정하는데 이것은 다소 개략적이기는 하나, 방위와 거리도 포함한다. 그리고 낮에는 타선의 마스트와 선체로, 밤에는 항해등으로 상대선의 상대방위를 알 수 있다.

선수파도의 모양과 선형에 대한 지식에 의해 상대선의 속력을 추측할 수도 있다. 본선과 타선의 방위를 관측함으로써 상대선이 본선의 어느 쪽으로 통과할 것인지 또는 충돌의 위험이 있게 될지를 다소 추정할 수도 있다.

통항법을 적용하여 본선이 취할 방법과 타선에 요구해야 할 사항을 알아낸다. 상황의 분석은 일반적으로 양선박에 동일하다.

방향과 침로의 변경 폭은 마스트와 항해등의 각도에 의해 금방 알 수 있다.

속력의 변화는 다소 명확하지는 않지만, 그러나 가끔 탐지할 수도 있다. 좋은 시계내에서 레이다는 정확한 거리 결정에 있어서 상당한 도움이 된다.

2) 시계가 불량할 때는 타선이 위험할 정도로 접근할 때까지 보이지 않거나 아무 소리도 들을 수 없게 될지도 모른다.

이러한 상황하에서는 거리눈금을 원거리, 근거리로 자주 교대해 가면서 계속해서 레이다 감시를 하는 것이 좋다.

하나 또는 여러개의 물표가 충분히 먼 거리에 떨어져 있을 때 레이다 정보는 최근접 거리 및 타선들의 침로와 속력을 결정하는데 사용될 수 있다. 이러한 정보들은 시계가 양호할 때 처럼 바로 알 수 있는 것이 아니다. 이 정보들은 충돌 회피동작을 취할 수 있도록 충분한 시간을 줄 수 있다. 이 때의 지역을 “접근구역(Approach Zone)”라 부를 수 있겠다.

어떤 거리에서는 타선이 관측되어 지거나 또 타선의 무중신호를 들을 수 있을지도 모른다. 그러나 이때는 충돌을 피할 수 없을 만큼의 근거리 일지도 모른다. 이런 범위내에서는 레이다는 타선의 현 위치를 나타내줄 뿐 피항 동작을 결정하는데는 거의 또는 전혀 도움이 안 될 것이며 오히려 위험만 초래할 것이다. 이러한 즉각적이고 단호한 조치가 필요한 구역을 우리는 “충돌구역(Collision Zone)”이라 부른다. 충돌구역의 범위는 제반 상황에 따라 다르다. 그것은 각 선박의 조선 특성에 따라 크게 변한다. 레이다 의존과, 단순한 거리 및 방위를 보다 유리한 침로, 속력, CPA로 바꾸는데 걸리는 시간 때문에 충돌구역의 반경은 시계가 줄면 줄수록 증가한다. 일반적으로 이 반경은 3마일 정도 될 때는 거의 드물고 현실적으로 4마일로 또는 그 이상일 수도 있다.

2.3 레이다 사용 시기

시정이 양호한 때에는 충돌 예방을 위해 레이다가 필요 없지만 그래도 그것은 아주 편리하게 사용될 수도 있다. 수분간 관측한 정보 및 간단한 플롯에 의해, CPA와 비교적 정확한 타선의 속력, 침로를 결정할 수 있다. 두 선박은 CPA에서 취해야 할 동작을 미리 그리고 정확히 결정할 수 있다.

아마도 레이다 사용에 있어서의 자신감과 기술을 향상시키는데는 시정이 양호한 때가 대단히 중요한 기회가 될 것이다. 만약 어떤 사람이 시정이 양호한 때 레이다로 얻은 결과를 실측과 비교함으로써 훌륭한 연습을 할 수 있고 또 시정 불량시 레이다로부터 얻게 되는 결과에 대해 평가를 할 수 있게 될 것이다. 실측을 다른 사람이 한다면 레이다 관측자는 실측에 영향을 덜 받게 될 것이다. 그리고 실측자는 레이다 관측의 신뢰도를 알 수 있을 것이다.

시정 양호시는 간혹 한번씩 타선이 보일때만 레이다를 켜는 것으로 충분할 것이다.

만약 어떤 방향에서의 시계가 충돌구역 이하로 떨어지는 경우는 다른 임무가 없는 사람이 레이다를 전담하여 계속 전시하는 것이 좋다.

사실 많은 선박이 탐지될 때는 한 사람의 관측자와 한 사람 이상의 플로터로 한팀을 짜서 하면 대단히 좋다.

충돌 예방에서 레이다의 역할은 타선을 충돌구역 밖에 항상 두는 것이다. 만약 타선이 충돌구역 안으로 들어왔을 때 이를 밖으로 내 보내는 것은 큰 의미가 없다.

2.4 레이다 사용법

단순히 레이다가 선박에 있다는 것만으로는 선박의 안전에 아무런 도움이 안 된다. 그것이

행운을 위한 부적이 아니다. 레이다는 항상 잘 작동되어야 하고 자격이 있는 사람에 의해 운용되어야 한다. 적당한 관리와 조정이 대단히 중요하다. 고장시에는 초기에 점검해야 한다. 확실하지 않은 정보는 없는 것보다 못하다. 화면상에 아무것도 나타나지 않는 것이 항상 주위에 선박이나 위험물이 없다는 것이 아님을 명심해야 한다.

계기가 잘못 작동되고 있거나 전혀 조정되어 있지 않을지도 모르기 때문이다.

자주 그리고 주의깊게 레이다를 사용함으로써 관측자는 그 장비가 부적당하게 작동되고 있는가를 알아 내는 슬기를 갖게 될 것이다.

그리고 가장 좋은 거리 선택과 여러 가지 조건하에서 화면으로부터 가장 좋은 정보를 얻기 위한 조작법을 알게 될 것이다. 영상에 대한 정확하고 신속한 해석도 얻을 수 있게 된다.

본선의 일부 또는 근접선에 의한 반사, 본선의 구조와 관련한 안테나 위치에 의한 맹목구간, 강수나 한냉전선, 안테나 측엽, 파도 등에 의한 위상이나 레이다 간섭등에 익숙한 관측자는 쉽게 구별할 수 있다.

때때로 잠깐씩 행하는 레이다 화면 관측은 대체로 정확한 판단에 부적당하다. 계속해서 관찰하는 것이 중요하다.

가능하면 언제든지 정확한 시간에 방위와 거리를 기록해 두며, 같은 시간 간격으로 행하는 것이 좋다.

레이다 작동상태가 양호하고 잘 조정되어 있으며 숙련된 관측자에 의해 작동되더라도 단지 물표의 현재 거리와 방향을 순간적으로 표시하는 것임을 잊지 말아야 한다.

CPA와 타선의 침로, 속력을 결정하고 두선박에 의해 취해진 동작의 효과를 알아 내는데는 적당한 플로팅이 필요하다.

그러나 레이다의 사용은 다른 당직 업무를 방해해서는 안 된다. 그것은 예를 들면, 시각에 의한 당직자의 적절한 견시를 배제하는 것이 아니다.

2.5 평가

평가란 상황의 이해를 말한다. 즉 그때의 상황에 대한 느낌을 말한다.

물표의 거리와 방위에 관한 단순한 관찰 또는 레이다 화면 위의 물표의 움직임을 관찰하는 것만으로는 상황의 판단이라고 말할 수 없다.

이 정보만으로는 우리는 상대동작과 진동작을 혼동하기 쉽다. 휘점의 상대운동 방향이, 타선의 진운동 방향으로 자주 혼동된다. 상대운동과 타선의 진침로와 실제속력, 또 CPA, 자선의 타선으로 부터의 상대방위를 알 필요가 있다. 이러한 정보들을 얻을 수 없을 때는 우리는 어떠한 상황으로 추측하려고 하는 경향이 있다. 확실한 근거가 없는 추측은 대단히 위험하다. 예를 들면, 두선이 교차하는 경우에 이를 마주치는 경우로 추정한다고 하면 부적당한 동작을 취하게 될 것이다.

상황의 판단이란 한번 결정되면 계속 변하지 않는 것은 아니다.

항행선들 사이의 상황은 계속해서 재평가 하지 않으면 안 된다.

양선박에 의한 침로와 속력의 변경은 상황을 근본적으로 바꿔 놓는다. 그리고 다른 목표물이 앞서의 평가를 변경시킬 수도 있다. 판단의 잘못이나 실수는 상황이 진행됨에 따라 알아 낼 수 있을 것이다.

화면 위에 바로 플로팅을 할 수 있는 플로팅 헤드는 레이다 장치에 편리한 것이다.

몇 개의 영상들의 상대운동을 연속해서 대략 화면위에 플로팅 하는 것은 위험을 빨리 알아 내는데 도움이 된다. 가능하면 위험한 목표물에 대해서는 분리하여 보다 정확한 플로팅을

해야 한다. 오차가 있을 경우에는 잠재적인 위험상황으로 간주해야 한다. 몇 도의 착오에 의해 교차하는 상황이 추월하는 상황으로 판단될 수 있기 때문이다. 일반적으로, 특히 본선이 필요중일 때는 North-up이 플로팅의 정확도를 높일 수 있고 본선이 변침할 때 오판의 가능성을 줄인다.

반대로 Head-up은 상대위치와 상대운동의 판단에 좋다.

타선의 판단이 본선의 판단과 일치하지 않음을 항상 잊지 말아야 한다. 일반적으로 타선에서는 어떤 정보를 갖고 있는지 또 그것이 어떻게 사용되고 있는지 알 수 없다. 타선이 레이더를 장비하고 있는지 또 플로팅을 하고 있는지 알 수 없다. 타선은 본선의 존재조차 모르고 있을지도 모른다. 만약 양선박의 판단이 일치하더라도 충돌구역에 진입하는 것은 현명치 못하다.

만약 충돌구역내에 들어와서 양선이 침로와 속력을 변경했다라도 레이더 거리와 방위만으로는 즉시 명확하게 알 수 없다. 어떤 변화가 탐지된 후에도 그 의미를 알아내는데는 추가로 시간이 필요하다. 타선의 선장이 충돌을 피하기 위하여 행동을 취했는지도 모른다. 자기가 취한 행동을 소용없게 만든다면 충돌을 피할 수 없게 된다.

따라서 유일한 방법은 충돌구역에서 멀리 떨어지기 위해 충분한 시간을 갖고 적절한 행동을 취하는 것이다. 또한 레이더의 제한성을 감안한 후 타선으로 하여금 자선의 의도를 정확히 판단할 수 있도록 충분히 뚜렷하게 또 적당한 시기에 조치를 취해야 한다.

침로나 속력의 작은 변화는 타선에 의해 즉시 탐지될 수 없거나 전혀 탐지될 수 없다. 연속된 작은 변화는 타선으로 하여금 오히려 혼동하게 만든다.

만약 어떤 조치가 일찍 취해져야 한다면, 그 판단 근거가 되는 정보는 타선이 충분히 멀리 떨어져 있을 때 이용할 수 있어야 한다. 그러나 레이더의 원거리 측정거리범위에서는 소형 선박은 잘 탐지되지 않는다. 어떤 시기에 대한 가장 좋은 거리 범위는 당시 적용할 수 있는 모든 요소들을 감안한 후 선택되어야 하나 충돌회피를 위한 충분한 거리순금을 사용해야 한다. 어떤 거리범위가 사용되든지 특히 가까운 거리에서 플로팅을 하고 있는 도중에는 거리순금을 변경시켜서는 곤란하다.

그렇게 함으로써 실수를 범할 가능성이 많기 때문이다. 그리고 만약 짧은 거리순금으로 바뀌었다면 새로운 목표물이, 사용되는 거리순금 안에 들어오기 전까지는 발견되지 않게 되고, 본선에 위험할 정도로 접근할 것이다.

레이더가 협수로 내에서의 항해중에 사용되어질때는 보다 짧은 거리범위가 종종 바람직하다. 그렇게 함으로써 항로 표지나 지형적 특징이 더 잘 보이게 되어 항행하는 타선의 행동을 예측할 수 있기 때문이다.

2.6 취해야 할 동작

충돌예방에 있어서 레이더의 역할이 상대선을 충돌구역 안에 들어오지 않게 하는 것임을 기억하면 명확하고 빠른 조치의 가치를 깨닫게 된다.

모든 물표의 플로팅은 탐지 가능한 한 가장 먼 거리에서 시작하여, 물표가 안전하게 완전히 통과한 뒤 까지 계속 하여야 한다.

CPA와 상대선의 침로, 속력이 결정되고 나면 비로소 관측자는 상황을 판단할 정보를 갖게 된다.

만약 상대선이 CPA내에 들어오지 않을 것 같으면 추가로 해야 할 것은 상대선이 속력과 침로를 유지하고 있는지만을 확인하기 위해 플로팅을 계속해야 하는 것이다.

만약 상대선이 CPA내에 들어올 것 같으면 다음 행동을 취해야 한다. 각 상황은 그때마다 다르고 주의깊은 분석을 요하지만, 그것에 의해 결정된 조치는 물론 통항규칙에 맞아야 한다. 보통 음향신호와 조타 및 항해규정 통항규칙은 상호시계내에서 적용한다. 그러나 충돌에 방에 있어서의 이 규칙들의 효용은 양선박에서 모두 당시의 상황을 잘 이해하고 있어야만 한다. 그 조치는 규칙의 정신을 계속 따라야 한다.

제일 좋은 방법은 모든 행동을 빨리 취해서 규칙을 적용할 만큼 상대선을 가까이 접근시키지 않는 것이다.

상대선이 자선과 동시에 행동을 취할 수도 있다. 그때의 결과는 충돌위험을 감소시키거나 더욱 증가시키는 둘중의 하나가 될 것이다. 확실하지 않을 때는 상황이 확실해질 때까지 또는 충돌의 위험이 없어질 때까지 초기에 감속 혹은 정지시키는 것이 유일한 방법이다. 무선 전화나 무선으로 상대선과 교신하는 방법도 가능할지 모른다.

어떻든 그 때의 상황에 어떤 것이든 불확실한 점이 있을때는 고속으로 진행해서는 안 된다. 얼마나 적당한 속력으로 항진할 것인가는 물론 각 선박의 선장이 결정할 것이다. 주위에 타선이 없거나, 있더라도 충돌구역 내에 들어오지 않을 것이 확실하다고 하더라도, 고속을 유지할 때는 충돌의 원인이 되는 속력은 적당한 속력이 아니라는 사실을 명심해야 한다. 20마일 떨어져서 서로 상대선의 의도를 충분히 알고 있을 때의 적당한 속력과 불확실한 상황 일때나 충돌구역 내에 타선이 들어왔을때의 적당한 속력은 의미가 다르다.

충돌구역 내에서는, 타선의 변화를 탐지하는 시간 때문에 레이더를 사용하고 있을때의 안전 속력은 더욱 작아진다. 안전속력을 결정할 때는 자선의 조종특성, 해상상태, 부근의 교통량, 소형선의 조우 가능성, 조종 공간의 제약, 레이더의 성능, 레이더 조작자의 인원과 숙련도 등을 고려해야 한다.

근접구역에서 피항 동작을 할 때는 속력의 변경 보다는 침로의 변경이 더욱 바람직하다. 일반적으로 변침하는 것이 시간의 지연이 적을 뿐 아니라 타선이 탐지하여 판단하기가 빠르기 때문이다. 비교적 고속으로 항진하는 대형선의 경우 엔진을 바로 쓸 수 있도록 준비하고 있다고 해도 조타를 이용하는 것이 훨씬 빠르다.

일반적으로 충분한 여유수면이 있다면, 좌전보다는 우전이 바람직하다. 그러나 모든 상황은 그때의 상황에 따라 유리한 방향으로 판단되어야 한다.

화면 상의 한 물표만 집중적으로 관측하면, 새로운 타 물표의 출현을 알지 못하게 되므로 좋지 않다. 동시에 두 개 이상의 물표가 있을 때는 모두 플로팅해야 한다.

다른 것은 모두 상대운동선에만 플롯해 둔채, 가장 위험한 것(가장 가깝게 접근한 것과 상대 속도가 가장 큰 것)을 먼저 집중적으로 해야 한다. 만약 이것이 불가능하다면 제 2,3의 물표는 일정 간격으로 상대 위치를 관측해야 한다. 그래서 먼저의 위험이 지나가면 곧 그것에 더 많은 주위를 기울여야 한다.

충돌 회피동작을 할 때는 주위의 타선에 유의해야 한다. 가능하면 피항 동작이 제 3의 선박에 위험을 증가시키지 않도록 해야 한다.

협수로나 제한된 수로에서는 대양과는 다르다.

이때 플로팅은 당직자의 더 급한 조치를 태만케 만들지도 모르기 때문이다. 이때는 충돌구역 내에 들어가는 것은 거의 확실하나 -항해 가능한 침로가 제한되어 있으므로- 대양상에서와 같이 위험을 나타내는 것은 아니다.

유일한 실행 동작은 속력 변경일지도 모른다. 이런 조건하에서는, 엔진은 사용준비 상태로 두어야 한다. 어떤 경우든 충돌회피 동작에 요하는 시간지연과 상대선의 판단 여부등을 염

두에 두면서, 얻을 수 있는 모든 정보들을 기초로 조심스러운 상황 분석이 행해져야 하는 것이다.

2.7 일반사항

언제든지 시정이 감소되었을 때, 항해시에는 끊임없는 주의를 기울여야 한다. 통항법 규칙의 숙지, 선원의 상무로서의 음향 신호판단, 가능한 한의 모든 보조기구의 이용 등이 필수적이다. 정확하게 알 수 있는 것을 추측한다든지, 틀린 결론을 끄집어내는 것은 재앙을 초래하는 것이다. 자료의 정확한 평가는 해상 안전에 필수적이다.

레이다 정보를 타선의 CPA, 속력과 침로 등으로 환산 이용하지 않는 선장은 레이다의 이점을 충분히 이용하지 못하는 것이다.

만약 선장이 시정이 양호할 때 연습하기를 요구하지 아니 한다면, 시정이 감소되었을 때 정보를 정확히 판단하는데 불리해 지는 것이다.

마지막으로, 우리가 충돌예방에 레이다를 유효한 수단으로 이용하려면 항상 다음을 염두에 두는 것이 중요하다.

①레이다의 기능이란 타선을 충돌구역 안에 들어오지 않게 하는 것이지 충돌구역 내에서 밖으로 내보내는 것이 아니다.

②적당한 플로팅이 없이는 레이다 정보는 완전하지 못하다.

3. 자동레이다 플로팅 보조장치 (ARPA : Automatic Radar Plotting Aids)

3.1 데이터의 추출과 해석

현대의 기술은 자선의 주위에 있는 어떤 배들의 움직임을 해석할 수 있게 되었다. 실제로 레이다의 정보로부터 추출하고, 그 데이터를 이용하여 플로팅을 하고 해석하는 것이 ARPA 이다.

레이다는 반사파의 거리와 방위를 직접 표시할 수 있는 기능만을 갖고 있다. 충돌 방지의 결정을 하는 데 필요한 정보는 반사파의 움직임을 그 거리와 방위의 변화 속도로부터 구해야 한다. 보통 이것은 반사파의 움직임을 경과를 종이 위나 반사 플로터 면에 수동으로, 또는 이용 가능한 전용의 평가 장치의 어느 것인가에 의해 플로팅하여 얻어진다.

다음 두 종류의 정보가 필요하다.

1) 충돌의 위험: 이것은 어떤 행동이 필요하다는 것을 결정하기 위해 상대 항적으로 표시된다.

2) 진운동: 취해야 할 동작을 선택하기 위해 필요하다.

이러한 두 개의 모드 중의 하나가 레이다에 표시되고, 어떤 시간 간격마다 반사파의 위치를 간단히 기록하여 움직임을 추미한다. 추가의 정보를 얻기 위해서는 추미한 움직임을 해석하기 위해 플로팅에 의한 여러 가지 벡터가 필요하다.

그림 1-1에 보인 대로 상대 운동이 추적되고 물표의 진운동이 구해진다. 즉, 일정한 시간 간격으로 물표의 위치를 기점하고 이 점들을 이은 선이 화면의 중앙을 지나게 하여, CPA를 TCPA를 측정하여 충돌의 위험 여부를 알아낸다. 상대 항적에 자선의 운동을 합쳐 상대선의 진속력과 진침로를 알아내는 것이다.

상대선의 진침로와 자선에서 본 시선이 이루는 각으로부터 에스펙트를 알아낸다.

상대선이 기동했을 때 그림 1-2와 1-3에서 보인 바와 같이 상대 항적의 변화를 알아낸다.

자선이 기동했을 때는 그림 1-4과 1-5에서 보인 바와 같이 상대 항적의 변화를 알아낸다.

3.2 ARPA의 표시

ARPA는 처리한 데이터를 여러 가지 방법으로 표시한다. 가장 알기 쉬운 것은 눈으로 보는 비디오 표시이며, 데이터를 레이더의 PPI와 같은 모양으로 표시하는 것이 보통이다. 이 경우 상대선이 진 또는 상대속도 벡터를 표시할 수 있다. 가장 고급인 표시기는 위협의 염려가 있는 범위나 충돌점과 같이 더 많은 정보를 만들어 낼 수 있을 것이며, 이 분야에서는 장래 달라질 여러 가지 정보의 표시를 만들어 낼 수 있을 것이다.

벡터로 표시하는 모드에서는 레이더와 별도의 단말이 사용되는 경우와, 레이더 영상과 중첩하여 표시하는 경우가 있다. 전자에서는 육지등의 합성 영상도 합해 넣는 것이 있다. 후자는 깨끗한 표시로는 되지 않을지 모른다. 이러한 표시의 장점과 단점은 다음과 같다.

- 1) 완전한 합성 표시는 반사파의 데이터 처리로 반사파를 잃어버릴 가능성이 있다.
- 2) 중첩하는 원래의 레이더 영상은 실제로 필요한 것 이상의 데이터가 있으나, 처리의 결과로서 약한 물표를 잃어버리는 일은 없다.

@충돌 위험점(PPC; Potential Collision Points)

물표의 기본적인 플로팅에 의해 속도를 바꾸지 않으면, 그 물표와 충돌하는 자선의 침로를 가정할 수 있다. 이렇게 하여 그 PPC를 표시기상에 나타낼 수 있고, 그것에 의해 항해사는 충돌을 막을 수 있다. 어떤 물표를 관계지으므로 특별한 주의가 필요하다.

@충돌 예측 범위(PAD; Predicted Areas of Danger)

PPC의 주위에, 거기에 들어와서는 안 되는 범위를 나타내는 것은 논리의 당연한 귀결이다. 이러한 PAD는 Sperry사의 장치의 특징으로, PAD의 형은 초기에는 타원, 뒤에는 6각형으로 바뀌었다. 시간으로 정해지지 않은 벡터로 물표와 PAD의 중심이 연결되어 있으나, PAD의 중심이 반드시 PPC는 아니다.

3.3 충돌점과 PAD

3.3.1 충돌점

같은 해역에 있는 두 척의 배는 항상 충돌할 가능성이 있고, 그 충돌할 가능성이 있는 점은 다음의 두 가지로 정해진다.

- 1) 두 척의 배의 속력비
- 2) 두 배의 위치

빠른 쪽의 배는 필요에 따라 물표를 추적할 수 있으므로 항상 하나의 충돌점을 갖는다. 이 점은 항상 그 물표의 항적의 연장선 상에 있다. 물표는 침로를 바꾸지 않았다고 가정하기 때문이다.

이것에 대해서 느린 쪽의 배는 두 개의 충돌점을 갖고 그것들 역시 항적의 연장 선상에 있다. 하나는 느린 쪽의 배가 물표를 향해 항행하여 가로지르는 곳에 생기며, 또 하나는 느린 쪽의 배가 물표를 향하고 있지 않으나 항적의 연장선과 교차하는 곳에 생긴다.(그림 2-1)

그 외 느린 배는 물표의 항로의 연장선 상에 도달할 수 없을 수도 있으므로 충돌점이 안 생긴다. 이 경우는 그림 2-2에 나타나 있다. 위의 양자의 경계는 느린 배는 빠른 배의 항적에 겨우 닿게 되므로 충돌점은 하나이다.

3.3.2 자선이 속도를 유지할 때 충돌점

실제로 충돌의 위험이 있든지 없든지간에 충돌점은 존재한다는 것을 아는 것이 중요하며,

충돌점은 양선 모두 다 같다. 그림 2-3는 충돌이 일어날 때 양선이 레이더 상에서 충돌점이 시간과 함께 어떻게 이동해 가는가를 보이고 있다. 빠른 배에서는 선수선 상에 하나만 충돌점이 나타나고, 충돌이 가까워 옴에 따라 자선에 가까워진다. 느린 배의 경우는 두 개의 충돌점 중에서 하나는 선수선 상에, 또 하나는 다른 방위에 있으며, 같은 방위선 상을 따라 자선 쪽으로 가까이 온다.

충돌의 위험이 없을 때, 충돌점은 선수선을 가로지르지 않고, 빠른 배에서는 자선이 이 물표의 선수를 가로지르든가 선미를 가로지르든가에 따라 변하는 데, 그림 2-4에 대표적인 예가 나타나 있다.

느린 배의 레이더 화면 상에서의 충돌점의 움직임은 그것이 두 개이거나 전혀 없거나 하므로 더욱 복잡하다. 두 개의 충돌점이 자선의 선수선의 양쪽에 있고 충돌의 위험이 없을 때는, 양점은 동일 방위가 아니고 자선에 가까이 와서, 최후에는 자선의 선미에서 1점으로 합쳐지고 그 뒤 없어진다. 그림 2-5에 그 상황이 나타나 있다. 느린 배가 빠른 배의 선미를 통과하는 때는 지시기 상에서 충돌점이 하나만 나타났다가 사라진다. 제 2의 충돌점은 대단히 멀리 있고 빨리 움직이나 표시에는 나타나지 않기 때문에, 주의할 필요가 있는 충돌점은 표시되어 있는 점인 것이다.

3.3.3 자선이 변속할 때 충돌점

만일, 양선의 속력비가 무한대, 즉 물표가 정지해 있으면 충돌점은 확실하게 그 물표의 위치에 있다. 자선이 일정한 속도를 유지하고, 물표가 정지 상태로부터 속도를 증가하기 시작하면, 충돌점은 물표의 항적 연장선 상을 이동하기 시작한다. 물표와 자선의 속도가 같게 되면 두 번째의 충돌점이 무한히 먼 곳에 나타난다. 물표의 속도를 더욱 증가시키면 두 개의 충돌점은 서로 접근하여, 양선의 속도비가 충돌점이 없어질 때까지 물표가 빨라지면, 양 충돌점은 1점으로 합쳐진 뒤 사라진다. 이러한 상황은 그림 2-6에 나타나 있다.

3.3.4 자선이 변침할 때 충돌점

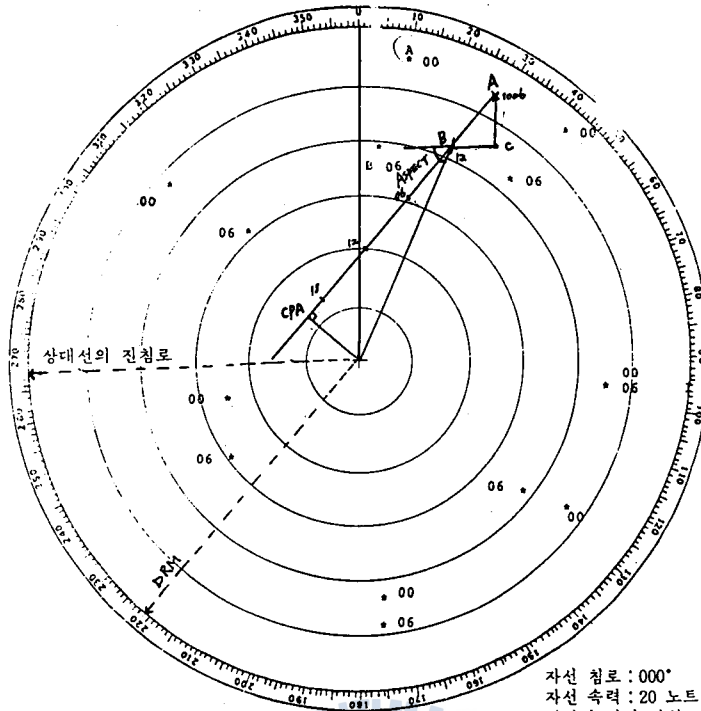
그림 2-7에, 여러 가지 속도비에서 물표의 애스펙트가 바뀔 때의 충돌점의 변화를 보인다. 양선의 속도가 같으면, 충돌점은 양선을 잇는 선의 수직이등분선 상을 이동한다. 애스펙트가 크게 되면 충돌점은 무한히 멀어지므로 실제 상의 애스펙트의 상한은 90° 이지만, 이 경우 충돌점은 무한히 멀어지므로 실제상의 애스펙트의 상한은 85° 정도로 생각된다.

1) 자선이 더 느릴 때

자선이 물표보다 더 느릴 때는 충돌점이 2개 존재하고, 그것들은 그 중심과 반경이 양선의 속도비로 변화하는 수직 이등분선보다 자선 쪽에 있는 원위를 이동한다. 애스펙트의 상한도 또 속도비에 의해 바뀌고, 자선이 느릴수록 애스펙트의 상한은 적어지며, 그 상한 이상의 애스펙트에서는 자선이 물표를 따라잡을 수 없으므로 충돌의 위험은 없어진다.

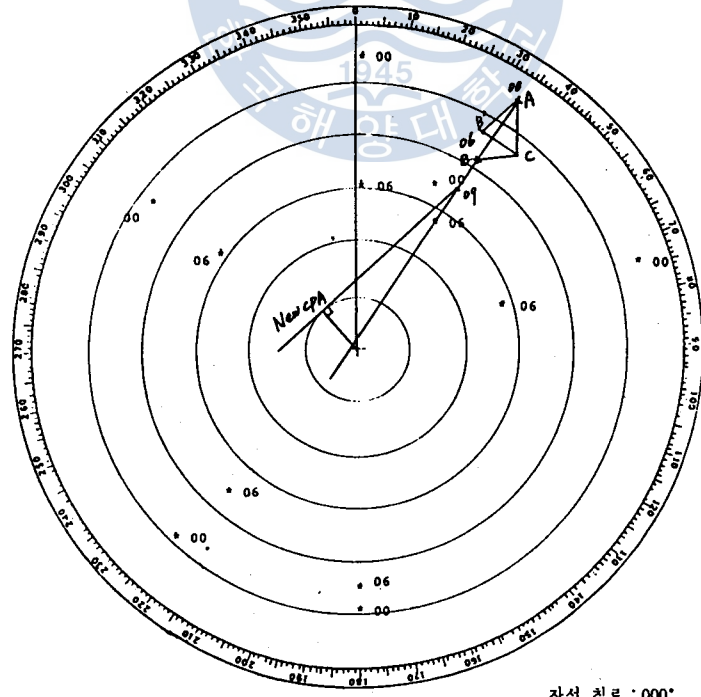
2) 자선이 더 빠를 때

자선 쪽이 빠를 때는 충돌점이 수직 이등분선보다도 물표 쪽의 원위를 이동하고, 충돌점은 하나이며 애스펙트의 상한은 없어져서(항상 충돌의 위험이 남으며) 애스펙트가 커짐에 따라 충돌점은 자선으로부터 멀어지게 된다. 그림 2-7에서, 자선이 느릴 때 애스펙트의 상한이, 자선이 빠를 때는 거꾸로 되고, 이것이 자선에 대한 한계 침로이다. 만일, 실제의 선수가 상한선보다 위쪽에 있게 되면 모든 충돌점은 한쪽 선수에 나타난다. 만일, 선수가 이 한계 방향의 안에 있으면 물표가 애스펙트를 바꾸기 때문에 충돌점은 선수선을 가로질러 움직인다.



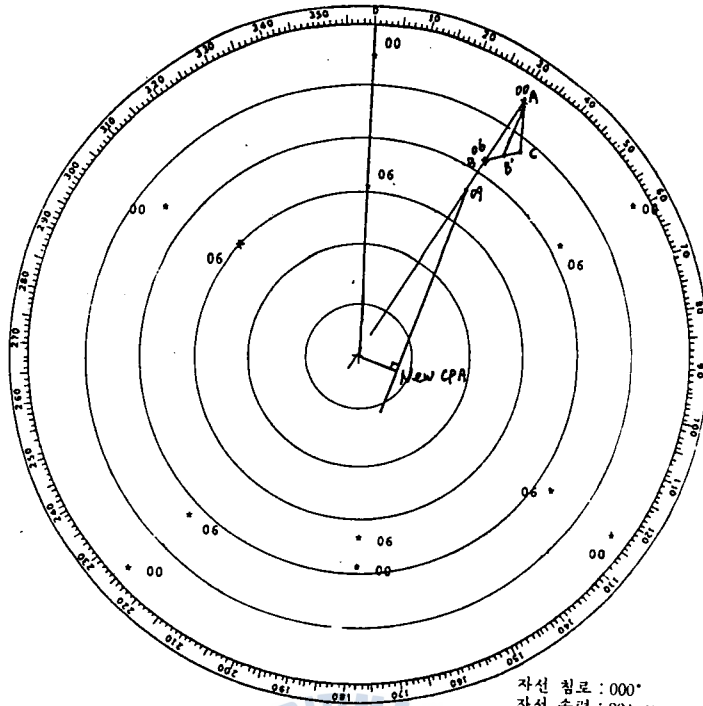
자선 침로 : 000°
 자선 속력 : 20 노트
 레이더 거리 범위 : 12마일

<그림 1-1> 기본 플로팅



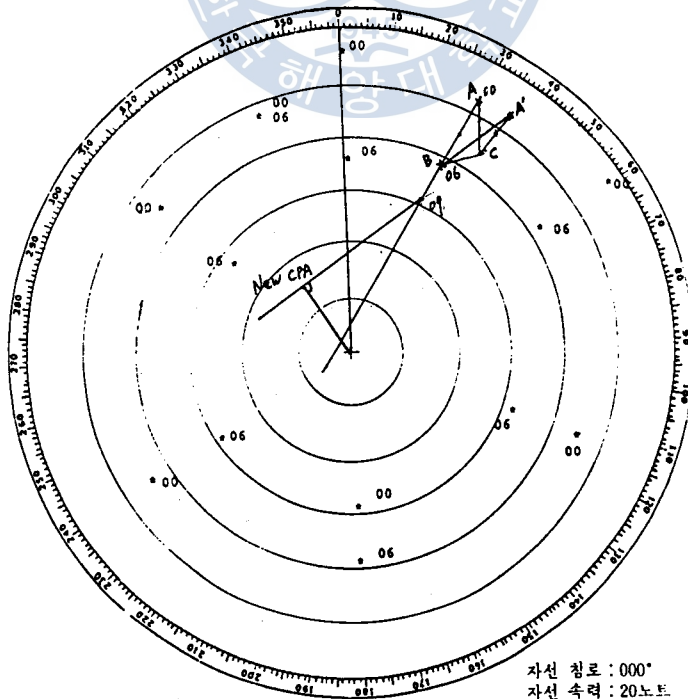
자선 침로 : 000°
 자선 속력 : 20노트
 레이더 거리 범위 : 12마일

<그림 1-2> 상대선 변침시 플로팅



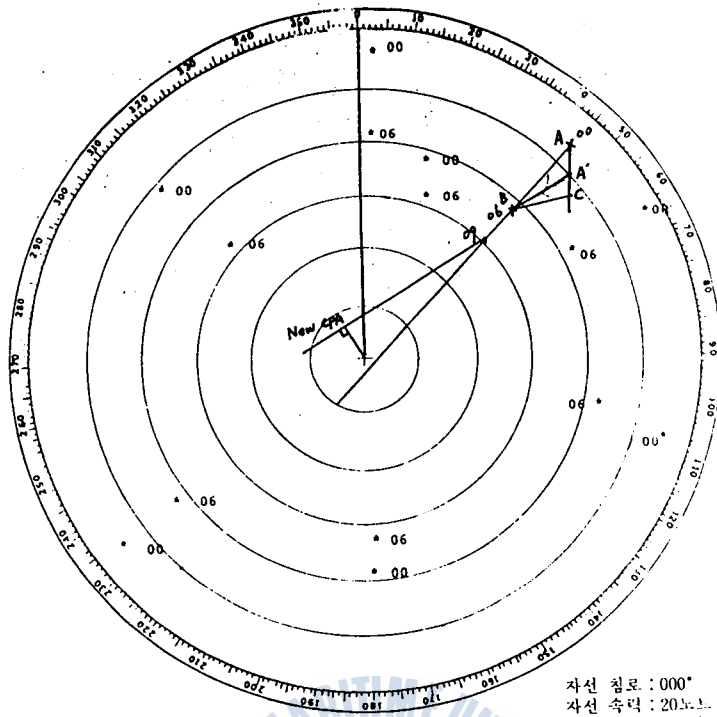
자선 침로 : 000°
 자선 속력 : 20노트
 레이더 거리 범위 : 12마일

<그림 1-3> 상대선 변속시 플로팅



자선 침로 : 000°
 자선 속력 : 20노트
 레이더 거리 범위 : 12마일

<그림 1-4> 자선 변침시 플로팅

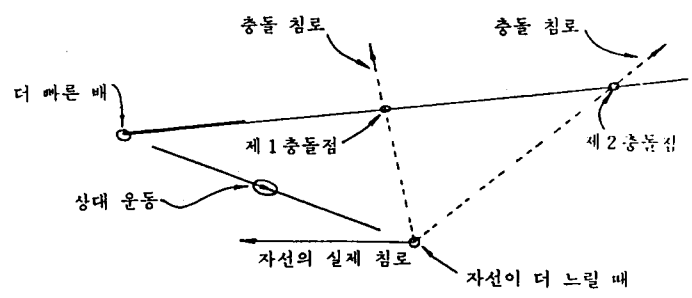


자선 침로 : 000°
 자선 속도 : 20노트
 레이더 거리 범위 : 12마일

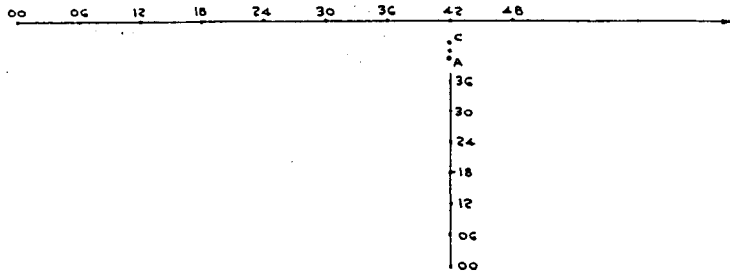
<그림 1-5> 자선 감속시 플로팅



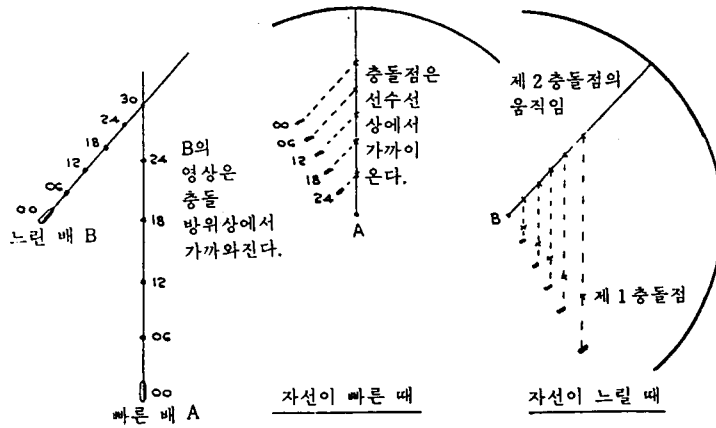
195



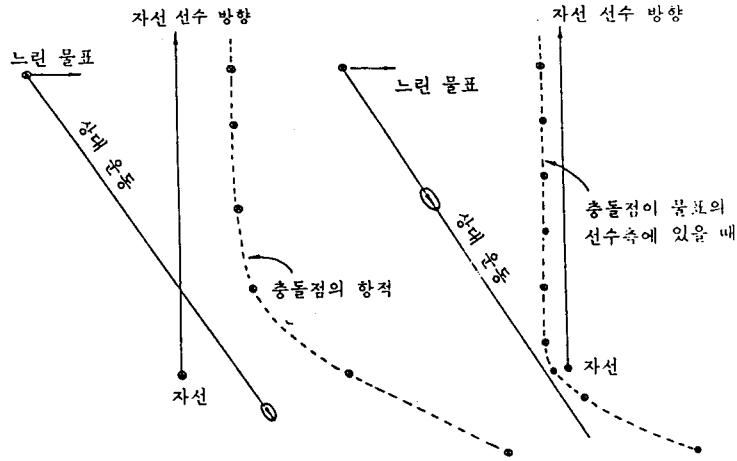
<그림 2-1> 충돌점이 두 개인 경우



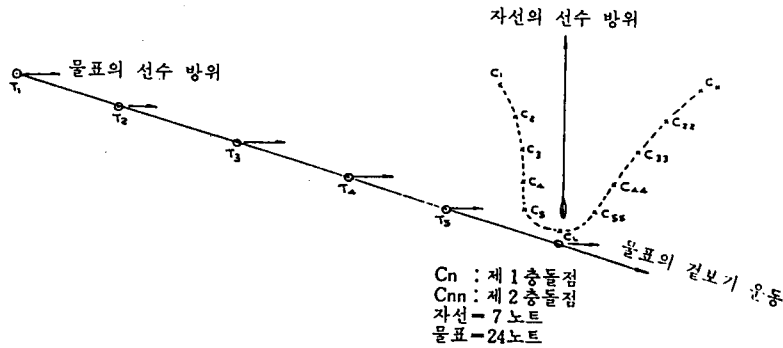
<그림 2-2> 충돌점이 없는 경우(자선의 속력이 현저히 느릴 때)



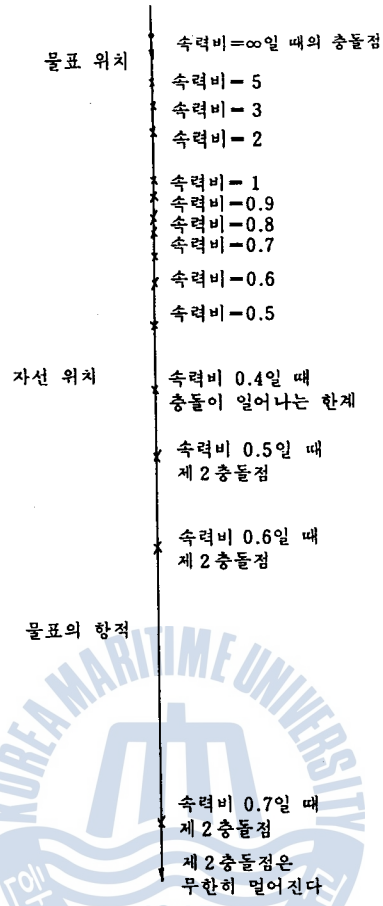
<그림 2-3> 충돌이 일어날 때 충돌점의 움직임



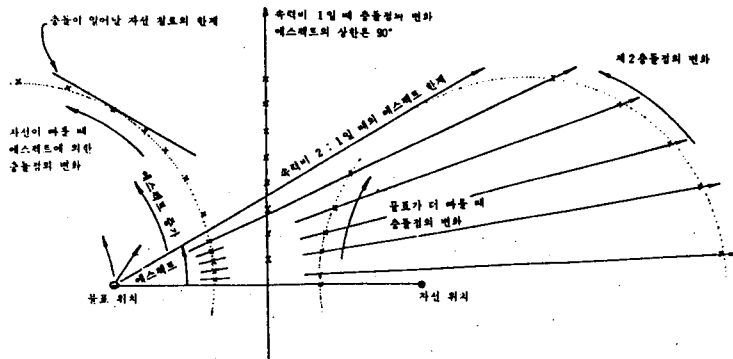
<그림 2-4> 충돌점의 이동 (한 점일 때)



<그림 2-5> 충돌점의 이동 (두 점일 때)



<그림 2-6> 자선대 물표의 속도비를 바꿀 때 충돌점의 움직임



<그림 2-7> 속도비가 2:1과 1:1/3일 때 물표의 에스펙트의 변화에 따른 충돌점의 움직임

III. 레이더 항법

1. 레이더 스코우프의 해석

레이더를 위치관측 및 항해에 이용할 경우 그것의 성질과 한계를 이해한다면 매우 가치있는 계기로서 항해자에게 큰 도움을 줄 것이다. 레이더 관측에 있어서 물표나 해안선의 관측이 명백하지 않거나 잘 명시되어 있지 않을 때는 사용되고 있는 레이더의 특성에 대한 전문지식을 알고 있어야지만 보다 나은 관측을 할 수 있을 것이다.

육지를 초인하여 자선의 위치를 레이더로 탐지될 때 PPI상에 해도와 같은 표시가 나타나는 반면에, 소인에 의해 나타난 상은 실제 해안선과 다른 형태로 나타나게 된다. 이러한 원인은 레이더 비임 폭과 파장의 길이 변화로 나타난다.

이런 현상 때문에 해안선 근처의 지형들이 실제로 스코우프상에 그려지는 반사파 인가를 결정하는 것이 중요한 문제이다. 특히 맨 앞의 해안이 가파른 절벽 해안이 아니고 낮은 해안일 경우 레이더로 탐지되어도 상당히 불확실할 것이다. 또한 다른 자연적인 물체나 장애물에 의해 레이더 비임이 차단되기 때문에 그들이 비록 좋은 반사 특성을 가지고 있더라도 물표의 반사파가 돌아오지 않을 수 있다. 이것은 스코우프상에 나타난 상과 그 지역의 해도가 다른 원인이 된다.

항해자가 레이더 스코우프상에 있어 해도와 같은 표시를 이해할 수 있으려면 항해자는 레이더 전파의 특성, 레이더 수상기의 특성, 레이더 물표들의 서로 다른 반사특성을 이해해야 하며, 그리고 표시된 지형들이 레이더 비임으로 차단되거나 혹은 펄스를 잘 반사할 수 있다는 것과 더불어 해도를 분석할 수 있는 능력이 있어야 한다.

1.1 육지물표

육지는 레이더의 상대동작이나 진동작 표시에 쉽게 인식되어 지며, 또한 추정된 위치를 통해 선박의 예상된 위치를 알 수 있게 한다. 육지를 레이더 표시법에 따라 보면 우선 상대동작 표시에서는 관측선의 실제적인 동작과 같은 속력, 그리고 반대 방향으로 움직인다. 진동작 표시에서는 유향과 유정에 대하여 확실한 보정이 있다면 PPI상에서 움직이지 않는다. 그러나 보정이 없을 시는 아주 적게 이동할 것이다.

육지는 쉽게 알 수 있는 반면에 해도로 표시된 지형들이 반사파를 반사하는 것에 대하여 불확실하고 그리고 비임폭과 펄스의 길이에 의하여 뒤틀린 현상을 나타내는 다양한 요소들 때문에 관측이 아주 어렵게 될 수도 있다.

다음의 상황을 고려하자.

1) Sandspits와 완만하고 매끈한 해변가는 통상 1-2마일 떨어진 거리에서는 PPI상에 나타나지 않는다. 왜냐하면 이들 목표물은 레이더의 반사파를 다시 반사할 수 있는 지역을 거의 갖고 있지 못하기 때문이다.

2) 개펄이나 습지는 보통 Sandspit보다 약간 더 레이더 펄스를 반사한다. 홍수림과 짙은 숲은 강한 반사파를 만든다. 그러므로 해도상에 높으로 표시된 지역들은 그 지역에서 자라는 식물의 크기와 밀도에 따라 강한 반사파 혹은 약한 반사파를 반사한다.

3) 모래 언덕이 식물로 덮여 있고 그리고 낮고 완만한 해변으로 가려져 있을 때 레이더에 의해 결정된 외견상의 해안선은 실제 해안선이라기 보다는 모래 언덕의 선으로 나타난다. 어떤 조건 아래서는 모래 언덕은 수평의 해변과 식물의 수직표면의 결합이 일종의 Corner reflector를 형성하기 때문에 강한 반사파 신호를 반사할 수도 있다.

4) 석호와 내륙 호수들은 평평한 수면이 레이더 아테나에 반사파를 되돌려 보내지 못하기 때문에 PPI상에서 여백으로 나타난다. 가령 모래 언덕이나 암초는 수면에서 너무 낮게 놓여 있기 때문에 PPI상에서 나타나지 않는다.

5) 환상산호도와 긴 사슬형의 섬들은 레이더 비임이 섬들의 선에 수직으로 발사될 때 반사파의 긴 선들을 만든다. 이 표시는 섬들이 가깝게 접근하여 있을 때 특히 뚜렷하다. 그 이유는 레이더 비임 폭으로부터 기인된 분산이 반사파들을 연속된 선에 혼합하기 때문이다. 그러나 사슬형의 섬이 세로로 길게 혹은 비스듬히 보여질 때 각각의 섬은 분리된 휘점을 만든다. 환상산호도 돌레의 암초에 부딪친 파도는 다양한 반사파의 선을 만든다.

6) 물속에 잠긴 물체는 레이더 반사파들을 만들지 못한다. 수면 위로 돌출된 한 두 개의 바위들, 혹은 암초에 부딪치는 파들이 PPI상에 나타날 것이다. 물체가 거의 침수되고 그 위의 해면이 잔잔할 때는 어떤 지시도 PPI상에 나타나지 않는다.

7) 만일 육지가 해안선으로부터 규칙적이고 완만히 융기한다면 그 지역의 어떤 부분도 다른 어떤 지역의 반사파 보다 더 강한 반사파를 만들지 못한다.

8) Blotchy 신호는 구름으로부터 반사되어 돌아온다. 왜냐하면 각 구름의 마루는 비록 계곡이 그림자 속에 있을지라도 완전한 반사파를 반사하기 때문이다. 만약 높은 수신기이동속정기가 사용된다면 그 형상은 매우 진한 그림자를 제외하고 뚜렷해질 것이다.

9) 낮은 섬들은 보통 약한 반사파를 만든다. 뾰족한 야자림이나 다른 군림이 섬에 자랄 때, 강한 반사파들이 종종 만들어진다. 왜냐하면 섬들레의 수평 수면은 숲의 수직표면과 함께 일종의 직각 반사기를 형성하기 때문이다. 그 결과 나무로 덮인 섬들은 좋은 반사파를 반사하고 그리고 황량한 섬 보다도 더 먼 거리에서 관측될 수 있다.

1.2 선박 물표

PPI상에 작은 휘점이 나타날 때 선박과의 구별은 제거과정에서 도움을 받을 수 있다. 항행 위치를 체크해 보아 육지일 가능성을 없앨 수 있으며, 휘점의 크기는 보통 PPI상에 대규모로 나타나는 육지 또는 우설일 가능성을 없애는데 사용할 수 있다. PPI상의 휘점의 이동 속도는 항공기일 가능성을 없앨 수 있다. 앞의 가능성들을 제거하고 PPI상에 선명하고 확고한 상으로 중앙부에 있는 휘점은 그 물표가 강선일 가능성이 높다. 선박 물표의 휘점은 때때로 밝아지다가 천천히 밝기가 감소한다. 정상적으로는 선박 물표의 휘점이 거리 눈금이 너무 클때만 PPI상에서 희미해 진다.

1.3 RADAR SHADOW

레이더 비임으로써 육지를 탐지할 때 PPI영상은 대강 해도와 비슷한 반면에 어떤 지형이 다른 지형에 의해서 레이더 비임으로부터 가려지기 때문에 꽤 큰 면적이 나타나지 않을 수도 있다.

선박이 어느 한 지점에 있을 때 PPI 영상에 연속된 해안선이 그 선박이 다른 지점에서 같은 해안선을 탐지할 때는 연속되지 않을 수도 있다.

레이더 비임은 곳과 같은 장애물에 의해 해안선의 일부분을 놓치게 할 수 있다. 선박이 어

는 지점에 있을 때 PPI상에 나타나는 협곡이나 만과 같은 해안선은 또 다른 지점에서는 나타나지 않을 수도 있다. 그리하여 레이다 그늘 만으로도 PPI영상과 해도 표시 사이에 상당한 차이를 야기시킬 수도 있다. PPI영상의 비임폭과 파장의 찌그러짐이 합쳐져서 보다 큰 차이 까지도 야기할 수 있다.

1.4 비임 폭과 펄스 길이의 찌그러짐

해안에 가까이 있는 선박, 바위, 다른 물표 등은 PPI상에서 해안선 영상과 합쳐질 수도 있다. 이렇게 합쳐지는 것은 수평 비임폭과 펄스길이의 찌그러짐 효과 때문이다. PPI상에서 물표의 영상은 효과적인 수평 비임폭과 항상 동등한 양으로 각을 이루며 찌그러진다. 뿐만 아니라 적어도 1/2펄스길이에 동등한 양으로써 항상 방사상 모양으로 일그러진다. 비임폭의 일그러짐 때문에 직선 혹은 직선에 가까운 선 및 해안선은 가끔 PPI상에서 초승달 모양으로 나타난다. 이러한 효과는 비임폭이 넓을 때 더욱 커진다. 주의할 것은 이러한 찌그러짐은 비임 축과 해안선 사이의 각이 감소함으로써 증가한다는 것이다.

1.5 불필요한 반사파의 인지와 그 효과

1) 간접반사(거짓상)

간접반사 혹은 거짓상은 마스트나 연돌같은 선체의 구조물에 레이다 비임 주엽의 반사에 의해 일어난다. 그러한 반사가 발생할 때 반사파는 적합한 레이다 도달점으로부터 꼭 같은 경로로써 안테나에 되돌아 올 것이다.

따라서 반사파는 반사 물체면의 방위에서 PPI상에 나타날 것이다. 이러한 간접반사는 간접적인 경로에 의한 추가 거리를 무시한다고 가정하면 직접 반사파가 수신 됨으로써 같은 거리범위의 PPI상에 나타날 것이다. 간접반사를 인지할 수 있는 특징들은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ① 간접반사는 대개 그늘 구간에서 발생한다.
- ② 레이다 도달점에 대한 진 방위가 다소 변할지라도 간접반사는 사실상 일정 방위에서 수신된다.
- ③ 간접반사는 그 해당하는 직접 반사와 부합함으로써 같은 거리에 나타난다.
- ④ 플로팅할 때 거짓상의 움직임은 대개 비정상적이다.
- ⑤ 거짓상은 직접반사가 아닌 것을 표시한다.

2) 측엽효과

측엽 효과란 일련의 측엽 반사파가 주엽에 의한 반사파와 같은 거리에 스크린상에 나타나는 것을 말하며 반원이나 완전한 원의 형태로 나타날 수 있다. 측엽의 저에너지 때문에 이들 효과는 보다 짧은 거리에서만 규칙적으로 발생한다. 이러한 효과는 수신기 이득이나 해면반사 제거장치를 사용함으로써 최소화하거나 제거할 수 있다. 슬롯(도파관)안테나는 측엽 문제를 크게 제거했다.

3) 다중반사

다중반사는 근방에 있는 타 선박으로부터 강한 반사파가 수신될 때 나타날 수 있으며, 하나의 펄스가 선체와 물표 사이를 2회 혹은 수회 왕복하여 2중반사 또는 다중반사를 일으켜 영상이 여러개 나타나는 수가 있다.

4) 2차소인반사

2차소인 반사파는 거리눈금의 최대탐지 범위 보다 실제로 더 먼 거리 까지의 물표로부터

수신되는 반사파이다. 만일 다음과가 송신된 후에 멀리 떨어진 물표로부터의 반사파가 수신된다면 반사파의 거리는 틀리지만 방위는 정확하게 레이더 화면상에 나타날 것이다. 비정상적인 대기의 조건이나 초굴절 현상을 제외하면 2차 소인 반사파는 잘 일어나지 않는다.

5) 전자적 간섭효과

본선과 같은 주파수로 작동하는 또 다른 레이더가 부근에 있을 때 발생하는 것과 같은 전자적인 간섭 효과는 난잡하게 흩어지거나 혹은 PPI에 대해 중심으로부터 가장자리로 확장하는 점선의 형태로 무수한 밝은 점들로서 PPI상에 가끔 나타난다.

간섭효과는 보다 오랫동안 거리눈금을 고정할 때 크게 나타난다. 간섭효과는 일정한 장소에서 안테나가 연속적으로 돌아갈 때는 나타나지 않기 때문에 정상적인 반사파와 쉽게 구별할 수 있다.

6) 맹목 구간과 그늘 구간

연돌, 마스트, 지주 및 다른 구조물이 특히 레이더 안테나에 가까이 있다면, 이러한 장애물들 뒤편에서는 레이더 비임 강도가 감소될 수 있다. 만일 장애물에 대한 안테나의 각도가 2-3도 정도의 각 보다 크면 장애물 뒤편에서는 레이더 비임의 강도가 감소되어 맹목 구간이 생긴다. 그늘 구간에서는 먼 거리의 큰 물표가 탐지되는 반면에 근거리의 작은 물표는 탐지되지 않을 수도 있다.

7) Spoking

Spoking은 다수의 방사상 또는 방사선 형으로 PPI상에 나타난다. 방사선은 모든 거리눈금에 걸쳐 끝은 일련의 점들이 아니라 실선이므로 Spoking은 간섭효과와는 쉽게 구별된다. 그 방사선은 PPI전주위나 혹은 한 구간에 제한되어 나타날 수 있다. 만일 Spoking이 좁은 구간에 제한 된다면, 그 효과는 레이마크(Remark) 신호의 방위가 변화하는 곳에서 방사선의 일정한 상대방위를 관측함으로써 유사하게 나타나는 레이마크 신호는부터 구별할 수 있다. Spoking이 나타남은 장비의 필요함을 나타낸다.

8) Sectoring

번갈아 가면서 정상적인 구간과 어두운 구간이 PPI상에 나타나는 것이다. 이러한 현상은 대개 자동주파수 조절장치 AFC(Automatic Frequency Controller)에 기인한 것이다.

2. 레이더 항로 표지

반사파가 약한 원추형 부표, 구멍정, 구멍벌들에 코너 리플렉터를 부착하여 반사강도를 높이고 또 등대 기타 항로상의 중요한 위치에는 특별한 레이더표지를 설치하여 항해의 안전을 도울 수 있도록 여러 가지 장치가 고안되어 있다.

2.1 레이더 리플렉터(Radar Reflectors)

부표나 소형 목선 등은 반사파 강도가 약하여 레이더에 탐지되기 어렵다. 따라서 입사한 레이더 전파를 삼각형 또는 사각형의 금속판을 서로 직각으로 조합시켜 삼면경과 같이 전파가 어느 방향에서 오더라도 그 방향으로 강한 반사파가 나오게 하는 코너 리플렉터(Corner Reflector)형태인 레이더 리플렉터를 부표에 붙여 물표의 탐지거리 증대에 도움이 되게 한

다.

2.2 레이더 비이콘(Radar Beacons)과 트랜스폰더(Transponder)

레이더 비이콘 및 트랜스폰더는 항해상의 안전을 도모하기 위한 항해정보의 개선을 위하여 설치되는 레이더 항로표지로서, 레이더 비이콘에는 소인 주파수 레이더 비이콘(Swept frequency radar beacon)과 고정주파수 레이더 비이콘(Fixed frequency radar beacon)이 있다. 레이더 비이콘과 트랜스폰더의 무제한 급증은 항해용 선박레이더 지시에 심각한 저하를 초래하거나, 다른 용도로 개발된 장치들과 상반되거나, 또는 레이더 비이콘 및 트랜스폰더의 점진적인 개발을 도모하기 위하여 선박용 레이더에 지속적인 변형을 가할 필요가 생길 수 있다. 이러한 가능성을 피하기 위하여, 레이더 비이콘 및 트랜스폰더의 적절한 적용과 관련하여 이러한 권고가 채택되었다.

레이더 비이콘 또는 레이콘(Racon)이란 레이더파가 이것에 부딪히면, 레이더파를 발사한 레이더의 지시기에 나타날 수 있는 거리, 방위 및 식별정보를 자동적으로 되돌려 보내는 송수신장치로서, 고정된 항로표지이다. 레이더 비이콘은 이러한 용도를 위하여 독자적으로 보존되어야 하며, 항해의 목적을 위하여 고정된 물표위에 또는 고정된 위치에 설치된 장치를 포함한다.

① 고정주파수 레이더 비이콘

고정주파수 레이더 비이콘이란 부근에 있는 레이더를 장비한 선박에 자동적으로 응답할 수 있고, 특별한 수신장치를 가진 레이더의 PPI상에 나타날 수 있는 고정된 주파수의 신호를 응답하는 레이더 비이콘으로 적절한 레이더 주파수 밴드에서 동작하는 레이더의 송신에 의하여 자동적으로 응답파가 발사되며, 그 신호는 레이더 화면상에 겹쳐지던 분리되던간에 연속적으로 지시될 수 있고 또 사용자의 선택에 따라 지시스위치를 끌 수 있다.

② 소인 주파수 레이더 비이콘

소인 주파수 레이더 비이콘이란 레이더를 장비한 근방의 선박에 대하여, 자동적으로 경계 신호를 발사할 능력이 있는 해사서비스를 행하는 레이더 비이콘으로 적절한 레이더 주파수 밴드로 동작하는 레이더의 송신에 의하여 자동적으로 응답파가 발사되며, 특별한 수신장치가 없어도 발사된 레이더의 PPI위에 응답신호가 지시된다.

트랜스폰더(Transponder)란 적합한 질문을 받았을 때 또는 송신이 지역의 지휘소에 의해 개시된 때에 자동적으로 발신하는 해사용 전파항법 서비스를 위한 송수신 장치이다. 송신에는 부호화된 식별신호 및 데이터가 포함된다. 신호의 적용 및 내용에 따라서 응답은 레이더 PPI에 지시되거나, 레이더와 분리된 지시기위에 나타나거나, 또는 양쪽 모두에 지시된다.

2.3 레이마크(Ramark)

이것은 선박용 레이더파의 수신에 관계없이 끊임없이 전파를 발사하여 선박의 레이더에 방위선을 나타내는 것으로서, 무선방향탐지기에 있어서의 무선표지국과 같은 것이다. 그래서 선박의 스캐너가 레이마크 쪽을 바라보면 전파가 수신되어 스크린의 중심에서 그 쪽으로 1° ~ 3° 의 직선이 나타난다.

이 방위선은 레이마크국이 선박의 거리범위안에 있던지밖에 있던지 상관없이, CTR의 중심에서 외주에 이르는 방위선으로 나타나므로, 방위만을 구할 수 있고 거리는 측정할 수 없다. 인접한 해역에 여러대의 레이마크가 있을 때는 식별을 위하여 시간분할하여 교대로 발사하기로 한다.

2.4 레이더 플래어(radar flare)

레이더 라이프세이빙 로켓(RADAR LIFESAVING ROCKET)라고도 불리는 이것은 총으로 쏘아 올릴수 있는 로켓으로 되어 있는 레이더 보조 수단이다. 그것이 쏘아 올려지면 약 400M의 높이에서 강한 빛을 발하며, 3Cm파 레이더에 잘 반사되도록 조정된 한 덩어리의 다이폴들을 분출한다. PPI상에 약 15분 동안 나타내며 최대 탐지 거리는 12마일이다. 그것은 구조 신호로 사용될 수 있으며, 소형선이나 구명정, 구명벌 등을 레이더로 발견하는 것을 돕는다.

3. 레이더를 이용한 위치 구하는법

3.1 단일 물표의 거리와 방위

될 수 있으면 단일 물표의 거리와 방위를 측정하여 구한 레이더 위치는 확실하게 확인할 수 있는 작고 고립된 고정된 물표를 선택하여야 한다. 여러 가지 상황에 있어서 이 방법이 이용할 수 있는 유일하고 확실한 방법일 경우, 가능하다면 그 위치는 레이더의 거리와 시각 자이로방위로 구해야 한다. 왜냐하면 레이더 방위는 시각 자이로방위보다 정확하지 못하기 때문이다. 이 방법의 일차적인 장점은 신속하게 위치를 구할 수 있다는 것이다. 단점은 그 위치가 단지 동일 물표 관측으로 얻어진 2개의 교차하는 위치선, 즉 방위선과 거리호(Rang Arc)에 기초를 두고 있다는 것이다. 위치 측정이 부유물에 기초를 둔다면 상당한 주의를 가지고 다루어야 한다.

3.2 둘 이상의 방위

일반적으로 레이더 방위로 구한 위치는 거리호로 구한 위치보다 정확하지 못하다. 이 방법에 의한 위치의 정확성은 작고 고립된 레이더상에 뚜렷한 물표의 중심방위를 관측할 때 더욱 커진다. 그 방법은 신속하기 때문에 초기에 개략적인 위치를 결정하는데 이용되는 방법이다.

3.3 Tangent 방위

Tangent 방위에 의한 위치는 가장 정확하지 않은 방법중의 하나이나 거리측정과 이 Tangent 방위를 사용하여 상당히 합리적이고 정확한 위치를 얻을 수 있다. 그림 4-19에서도 설명한 것 처럼 Tangent 방위선은 비임폭의 비틀어짐 때문에 측정된 거리보다 관측된 점으로부터의 거리가 더 짧은 곳에서 교차한다.

우측 Tangent 방위는 대략 수평 비임폭의 1/2이 줄어들어야 하며, 좌측 Tangent 방위는 같은 양 만큼 증가 되어야 한다. 위치는 방위선 사이의 거리호 중앙의 점으로 취해진다. PPI상의 섬의 영상으로 해도에 기입된 것 처럼 섬의 좌우 끝을 상호관련 시키는 것이 매우 어렵다. 그러므로 비임폭의 1/2을 보정 한다 하더라도 보통 방위선들은 거리호와 교차하지 않을 것이다.

3.4 둘 이상의 거리

많은 경우에 있어서 레이더 위치는 2개 혹은 그 이상의 고정된 물표의 거리를 거의 동시에 측정 함으로써 보다 더 정확한 위치를 얻을 수 있다. 가능한 위치를 결정하는데 최소한 3개의 거리를 사용해야 한다. 특별한 상황에서 사용 가능한 거리의 수는 확인과 거리 측정에 요하는 시간에 좌우된다. 많은 경우에 있어서 위치를 구하기 위해 3개 이상의 거리호를 사용하면 측정간의 시간지연 때문에 과대한 오차를 유발 할지도 모른다.

만약 가장 빠르게 변하는 거리를 처음에 측정한다면 그것을 마지막에 측정한 것보다 잘못

은 의도한 경로를 따라 덜 진행할 것이다. 그래서 선박의 실제 위치로부터 레이더 작도상의 지역이 가장 빠르게 변하는 거리를 마지막에 측정함으로써 덜 일어난다. 시각교차방위와 같은 레이더위치의 정확도는 교차하는 위치선을 자르는 각에 의존한다. 보다 더 정확한 측정을 위하여 선정된 물표는 가능한 90도에 가깝게 자르는 각을 가지는 거리호를 제공하여야 한다. 2개의 동일한 물표가 반대 방향 혹은 거의 반대 방향에 놓여 있는 경우에 그들의 거리호는 비록 자르는 각이 매우 적게 교차하거나 실제로는 교차하지 않을 지라도 그들의 선과 거의 90도의 각으로 교차하는 다른 거리호와 결합함으로써 고도의 정확한 위치를 제공할 것이다.

2개의 거리호의 가까운 접촉은 육지가 좌현 또는 우현에서 먼 거리에 떨어져 있음에도 불구하고 정확한 위치를 나타낸다. 작고, 고립되고, 뚜렷하고, 고정된 물표들은 그들의 결합된 거리호가 거의 90도의 각도로 교차하는 위치에 있을 때 레이더위치를 구하는데 가장 정확하고 신빙성 있는 방법을 제공한다.

비록 작은 물표를 관측할 때라도 레이더 거리에 의한 위치는 레이더 방위에 의한 위치보다 더 정확하다. 이상적인 위치에서도 한 점에서 일치하는 위치를 구할 수는 없다. 레이더 고유의 오차 때문에 어떠한 위치점도 플롯팅 에러와 해도의 축척에 의존하는 우연성으로서 다루어져야 한다. 관측된 레이더 방위가 위치를 결정하는데 사용되지는 않을 지라도 레이더상의 명확한 물표를 확인하는데 있어서 유용하다. 선박이 거리호를 자르는 각이 감지할 수 있을 정도로 감소될 때까지 3개의 뚜렷한 물표는 여전히 매우 정확한 위치를 제공한다. 그때 자르는 각이 좋은 다른 뚜렷한 물표를 선택해야 한다. 될 수 있는대로 최초의 새로운 물표를 선택해서 자르는 각이 눈에 띄게 적어지기 전에 관측해야 한다. 새로운 물표의 거리호와 정확한 위치를 제공했던 물표의 거리호와 결합함으로써 새로운 물표를 보다 명확하게 구별할 수 있다.

3.5 혼합된 방법

교차하는 거리호에 의해 위치를 구하는데 둘 또는 그 이상의 작고, 고립된 뚜렷한 물표는 교각을 좋게 해 주기는 하지만 이용할 수 없는 것이 보통의 경우이다. 항해자는 해도상의 물표가 실제로 위치해 있는 것을 판단하기 위하여 레이더스코우프 판독에 있어서 상당한 기술을 가지고 행하여야만 한다.

만약 처음에 매우 불명확한 물표가 나타나고 선박의 위치가 상당히 불확실하면 항해자는 명확한 확인을 위해 임시로 확인된 물표의 레이더 방위를 관측해야 할 것이다. 만약 교차방위 위치가 그 물표가 어느 정도의 정확도를 가지고 확인된 것임을 나타낸다면, 교차방위로 구한 선박의 위치에 대한 판단은 지속적인 레이더상의 판독에서 사용되어질 수 있다. 선위를 보다 잘 알면 레이더상의 저그리짐에 영향을 미치는 요소들은 레이더상을 보다 정확하게 판독하는 과정에서 더 잘 사용할 수 있다.

흔히 정확하게 확인된다면 단일 물표에 대한 거리와 방위로서 위치를 구할 수 있는 최소한 이용 가능한 하나의 물표가 있다. 그래서 얻어진 하나의 위치는 두 개 혹은 그 이상의 교차하는 거리호에 의해 위치를 결정하는데 대한 레이더스코우프 판독에 보조물로서 사용되어질 수 있다. 항해할 동안 레이더스코우프 판독에서 직면할지도 모를 어려움이 너무 크면 거리호의 방법에 의한 정확한 위치를 구할 수 없다. 이러한 주위 상황에서는 어느 정도 정확성을 가지는 거리호가 거리와 방위에 의한 방법을 사용한 물표의 확인에 도움을 주기 위해 사용될 수 있다. 관측된 물표의 정확한 확인으로 단일 물표에 대한 거리와 방위로 얻어진 위치의 정확도는 보통 레이더 방위 대신 시각자이로 방위를 사용함으로써 보통 개선될 수

있다. 특히 시계가 좋지 않은 기간 동안 항해자는 기회가 있을 때마다 시각 방위를 측정하여야 한다.

3.6 거리호의 사전작도

작고 격리된 레이더의 뚜렷한 물표는 레이더 위치를 신속히 결정하기 위하여 해도상에 거리호를 미리 작도하는 것이 가능하다. 이 사전 작도는 그 거리가 통과하는 동안 상화의 변화에 따라 각각의 물표에 똑 같은 점 혹은 근사하게 측정될 수 있기 때문에 가능하다. 보다 덜 명확한 고정된 레이더 물표를 가지고 일반적으로 항해자는 거의 레이더스코우프상의 판독에 따라 거리호의 중심을 계속적으로 변화시켜야 한다. 그 이후의 작도를 빨리 하기 위하여 항해자는 또한 레이더상의 뚜렷한 물표에 대한 일련의 방위선을 미리 작도할 수도 있다. 거리호와 방위선을 미리 작도하는데 있어서 그 각도는 해도에 부가되어 있는 워호나 선으로부터 생기는 해도의 복잡함에 달려 있다. 보통 사전 작도는 묘박지 부근이나 통항로의 위험한 부분에 한정된다.

4. 협수로 항법

저시계에서 협수로를 통과할 때 레이더는 굉장히 유용하다. 보통 배의 위치는 해도 위에 기점되지 않는다. 그 기기의 최소 탐지 거리가 중요하고, 근거리 범위를 사용하며, 가끔 더 먼 거리 범위로 바꿔 보고 정보를 알고 있어야 한다. 자선의 구조물에 의해 레이더 그늘이 생기는 것을 염두에 두어야 한다. 무중에 데릭은 내려놓아야 하고, 거짓상이 영상을 혼란시킬 때도 있다.

강이나 협수로에서는 배와 부표의 반사파를 구별하기가 어렵고, 배가 정박해 있으면 더욱 곤란하다. 지리적인 상황을 알고 감도를 낮추면 도움이 될 것이다.

레이더 반사파에 대하여, 특히 부표의 반사파는 해도와 비교하여야 한다. 이것은 배의 반사를 알아내는 데 도움이 된다. 부표가 너무 많이 있으면 혼동이 되겠지만, 부표를 지나칠 때 체크하고 시간 등을 기록해 두는 것은 좋은 훈련이다.

레이더는 또한 닻을 내릴 때도 사용된다. 정박지를 향하고 있을 때, 전방에 현저한 물표가 있으면 크게 도움이 된다. 가변 거리원을 그 물표로부터 정박지까지의 거리에 해당하는 곳에 맞춘다. 천천히 항행하여 가변 거리원이 그 물표에 접촉하기 직전에 닻을 내린다. 닻의 끌림도 같은 방법으로 체크할 수 있다.

5. 연안항법

연안에서 항행할 때 레이더는 더욱 정확한 정보를 제공한다. 레이더 위치를 결정할 때 방위의 정확도보다 거리의 정확도가 더 높다는 것을 기억해야 하며, 이것은 기계적 방위선을 사용할 때 더욱 그렇다.

세 개의 레이더거리로 결정된 위치가 바람직하고 정확하다. 가능하면 방위가 떨어진 물표를 선택하고, 물표를 관측자의 방향에서 볼 때 높고 가파르면 좋다.

각도가 직각이고 가파르면 좋은 이유는 다음과 같다.

- 1) 레이더 거리가 어디서부터인가 찾기가 쉽다.
- 2) 빔 폭에 의한 왜곡 오차를 없앨 수 있고, 거리에만 오차가 포함된다.

스크린 위의 해안이 배를 사이에 두고 양쪽에 있으면 물표로부터 거리를 재는 것이 좋다.

만일, 오차가 있으면 결정된 위치는 협수로 쪽으로 옮겨질 것이며, 그것이 차라리 더 안전하다.

해안선이 가파르더라도 돌출부가 없이 쪽 뻗어 있거나 레이더 거리를 긋는 데 해도의 윤곽에만 의존한다면, 해도의 어느 점에서 위치원을 그어야 할지 어렵게 된다.

어떤 경우에는 거리보다 방위를 재는 것이 더 좋을 것으로 생각될 것이다. 그러나, 기계적인 방위선을 이용하면 방위에 오차가 있다는 것을 알아야 한다. 시각 방위와 레이더 거리를 이용하여 위치를 내는 것이 이상적이다.

만일, 방위를 측정하려면 상대적으로 작고 동떨어진 물표를 선택하는 것이 좋다. 깨끗한 반사파를 얻고, 빔 폭에 의한 왜곡을 줄이기 위해서는 될 수 있는 대로 감도를 낮추어야 한다.

거리와 방위를 조합하여 위치를 내면, 전체적인 방위 오차의 개략을 알 수 있을 것이다. 먼저, 거리로 위치를 내고 해도로부터 물표의 진방위를 쟀다. 레이더에서 측정한 방위와 비교하면 오차를 알 수 있으며, 이것들의 평균이 레이더의 방위 오차가 된다.

6. 항행계획

위험 수역을 항파하기 전에 항해자는 이용 가능한 항해 수단을 최대한으로 이용하기 위해 실행할 수 있는 계획을 세워야 한다. 계획을 수립할 때 항해자는 상황에 따라서 각 수단의 이용 가능성과 제한성을 연구하여야 한다. 항해자는 교차방위에 의해 위치를 구하는 방법과 레이더 거리를 측정하여 위치를 구하는 다른 방법을 어떻게 서로 도움이 되도록 이용할 것인가를 결정해야 한다.

항해자는 항해중에 어떤 지점에서 표시된 물체가 갑자기 흐려지기 때문에 레이더 관측에 의해 주로 선박의 이동을 지시할 필요가 있다는 것을 포함하여 예상되지 않는 것에 대비해야만 한다. 선박의 안전을 보장하는 주요 수단으로서 레이더 사용에 대한 적합한 계획이 없으면 항해자가 갑자기 시정이 나빠질 때 레이더에 의하여 믿을만한 위치를 얻기 전에는 상당한 어려움과 지연을 초래하게 될 것이다.

예정항로는 시각 관측에 대하여 이상적이며, 레이더 관측상에 심한 제한성을 부과할 수도 있다. 어떤 경우에는 이 예정 항로의 수정은 시각관측의 신뢰도를 과도하게 하락시키거나 항해거리를 크게 증가시키는 일이 없이 믿을만한 레이더 관측 능력을 증가 시키기도 한다.

그런 경우에 레이더 설비를 갖춘 선박의 항해자는 도선구역에서 선박을 운행하는 주요 수단으로서 레이더 사용준비를 해야만 하고, 통과하려는 예정 항로를 결정하는 동안 시각위치와 레이더 위치를 결정하기 위하여 필요한 것들을 적절히 절충해야 한다. 도선구역에서 항해용 레이더의 효용은 주로 유능한 관측자에 의해 계속적으로 다루어지지 않으면 잃게 된다.

보통 선박의 안전을 보장하는 주요한 수단으로서 레이더의 신속하고 효과적인 사용을 위하여 믿을만한 레이더스코우프 판독과 관련된 문제를 연속적으로 다루어야 한다.

항해상의 주위 환경이 변화하거나, 특수한 지형을 확인하기 위하여 작동하고 있는 조종기를 적당히 조정함으로써 가장 좋은 레이더스코우프 상을 얻기 위하여 레이더를 연속적으로 조작할 필요가 있다.

선박이 위험 수역을 통과할 때, 시각 위치를 구하는데 레이더가 도움을 주면, 시각 관측은

레이다로 관측한 것을 확인하는데 도움을 준다.

실제로 시각 위치를 구하는데 레이다가 도움을 줄 수 있으면 주요한 수단으로서 레이다 사용에 대한 변화는 레이다를 연속적으로 조작하지 않거나 시각 위치를 구하는데 도움을 주지 못하는 경우 보다 더 안전하고 덜 어렵게 된다.

개인의 숙련도, 조작하는 수준, 항해상의 주위환경, 항해 보조물이나 장비의 특성, 레이다전 파특성등에 따라 항해계획을 세워야 하며, 항해자는 레이다를 연속적으로 조작하는데 준비가 부족해서 오는 항해상의 제한성을 알아야 한다.

항해계획은 항해상황, 항해표지의 특색 또는 장비, 레이다 전파의 특색 뿐만 아니라 개인적 기술과 레이다 관측자의 교체를 감안하여 준비되어야만 하는 반면에 항해자는 레이다 관측자의 계속적 교체 부족으로 인한 항해 제한성을 인식하여야 한다. 유능한 관측자에 의해 레이다가 계속 조작되면 상당히 안전을 기할 수 있을 항해가 레이다를 연속적으로 조작하기 위한 준비가 이루어지지 않으면 많은 위험을 초래하게 된다.

유능하고 지정된 관측자에 위해 레이다의 계속적인 조작을 위한 준비를 한다는 것은 때때로 다른 책임이 있는 항해자들이 그 레이다스코우프 상을 관측하지 못한다는 것을 뜻하지만은 않는다. 사실은 다른 항해자들에 의한 관측도 매우 바람직하다.

항해계획에 따라 지명된 관측자는, 레이다가 항진중 어떤 지점에서 선박의 안전을 보장하는 주요 수단으로서 사용되어야 한다는 점에서, 더 경험있고 능숙한 관측자에 의해 교체될 수 있다. 그러한 경우에 레이다를 조작해 온 관측자는 레이다 상황에 대하여 교대자에게 레이다 상황에 대하여 간단하고, 신속하게 알려줘야 한다.

만일 항진중 항로상의 여러 지점에서 계획에 따라 이전의 관측자가 최적 범위를 결정한다면 교체된 관측자는 거의 즉시 레이다를 효과적으로 사용할 수 있다.

만일 위험 구역에서 레이다가 효과적으로 사용된다면, 레이다 관측자와 다른 책임 항해자는 레이다 지시기의 가까이에 있는 해도를 조사할 수 있도록 준비하는 것이 필수적이다. 신속하고 믿을 수 있는 레이다스코우프 상의 판독이 요구되는 상황에서 해도를 조사하기 위해서 조타실에 설치된 레이다 지시기를 떠나지 않는 것이 좋다.

레이다 관측자는 그러한 조사와 연속적인 레이다 관측사이에 과도한 시간 지체없이 해도를 자주 조사할 수 있어야만 한다.

만일 레이다스코우프 판독을 위해 레이다 관측자에 의해 사용되는 것보다 항해상의 플롯이 해도에 표시되면 관측자의 해도는 기초 계획자료, 예정항로, 회전방위각, 회전거리 등을 포함하게 된다.

레이다를 효과적으로 사용하기 위해서 레이다 관측과 시각 관측에 대한 구두보고를 할 때 정확한 절차와 표준 전문용어를 사용하는 것이 바람직하다. 시각과 레이다의 동시 관측이 이루어지는 지점에서 적절한 보고 절차가 없으면 조종하기가 매우 곤란할 것이다.

<참고 문헌>

- | | |
|-----------------|---------------------------------|
| @ 레이다 항법 | 저자 김 우숙 |
| @ 레이다 항법과 플로팅 | 편저 한국 선원 선박 문제 연구소
항해 연구 위원회 |
| @ 전파항법과 전파 수로측정 | 저자 정세모 |

