

# 신항해장비의 설치목적과 특성에 대하여(Ⅱ)

오 석 환/선박검사기술협회 검사제도부

## 5. 선박의 위치를 자동으로 표시할 수 있는 전세계 위성항법시스템 (GPS, DGPS)

### 가. 목적

선박이 원하는 항로를 따라 항행하고 목적지에 안전하게 도착하기 위해서는 항해 중 자신의 위치와 항로를 결정하기 위한 위치 정보가 필요하며 특히 장애물(산호초, 암초 등) 및 천수구역 항해시에는 본선의 위치를 파악하기 위한 정밀한 연속적인 위치 정보가 필요하다.

이러한 위치 확인 방법중 위성항법시스템(GPS)은 가장 신뢰성이 높은 위치정보 시스템으로서 처음에는 미국에서 군사적인 용도로 개발하였지만 경제성 및 유용성으로 인해 급속도로 민간용으로 확대되어 현재에 이르러 가장 일반적인 항법 시스템으로 자리잡고 있다.

### 나. 성능 및 특성

- 위성을 이용한 전파항법 시스템
- 어떠한 기상 조건에서도 사용 가능
- 정확한 위도, 경도, 고도, 시간 제공

- 20,200km 상공에 위치한 28개의 위성을 6개의 궤도에 배치 및 12시간의 주기로 지구 둘레를 회전함
- 세계측지계(WGS-84 : World Geodetic System) 좌표 사용
- 군사용·민간용 응용분야 다양함

### 다. GPS의 구성

- 위성부분(Space Segment)
  - 궤도와 시간의 정보를 가진 신호를 전송
  - 28개의 위성이 12시간 주기로 궤도 운행
- 사용자 부분(User Segment)
  - 위성의 신호를 받아 위치와 속도, 시간을 계산
  - 항법용, 측지용, 시각 동기용 수신기
- 통제부분(Control Segment)
  - 지상 제어국은 위성의 궤도와 시간의 특성을 보정
  - 5개의 감시국, 3개의 전송국, 1개의 주 제어국

### GPS 오차의 종류와 크기

- 다중경로 오차 (오차크기 0~1m)
  - 반사파에 의한 영향
- 수신기 오차 (오차크기 0~10m)
  - 수신기 시계오차
  - 수신기의 코드 측정 잡음
- 위성의 원자시계 오차 (오차크기 0~1.5m)
  - 위성 관제소에서 위성시계의 오차를 수정하지 않았을 경우
- 천력 데이터(Ephemeris Data) 오차 (오차크기 0~1m)
  - 위성 궤도와 관련된 것임(궤도의 이심율(Eccentricity), 경사각 (Inclination), 장(단)반경, 시간 등
- 대류층, 전리층의 굴절 (오차크기 0~30m)
  - 대류층, 전리층은 전파를 굴절시키는데 약간의 굴절도 큰 영향을 줄 수 있으며 각 층의 굴절률이 다르기 때문에 오차율의 범위가 큼
- 다중경로 'Multi-Path' 오차 (오차크기 0~1m)
  - Multi-Path 신호는 인공위성에서 바로 오는 신호가 아닌 장애물에 반사되어 들어오는 신호를 받아들여 틀린 위치를 측정

### DGPS란?

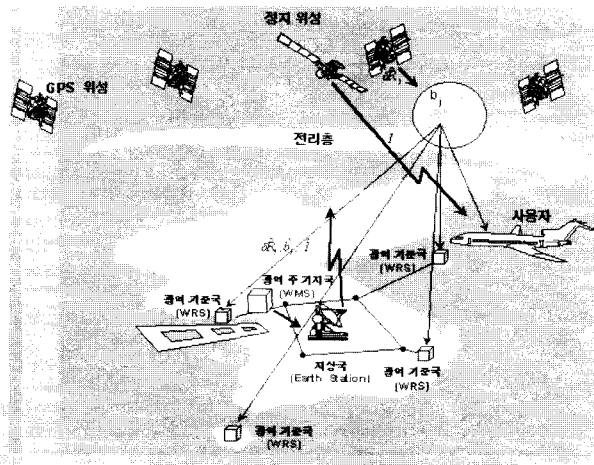
#### ○ 성능 및 특성

GPS는 현재까지 개발된 전파에 기반을 둔 항법 체계 중 가장 정확한 정보를 제공한다. 그러나 좀 더 향상된 정확도를 가지는 체계를 마련하기 위해서 Differential GPS라는 방법이 고안되었다. DGPS 체계는 기본 GPS에 수반하는 여러 오차요인을 제거함으로써 움직이는 물체에 있어서는 수 m, 정지한 대상에 대해서는 1 m 이내의 위치 측정을 가능하게 하였다.

DGPS는 GPS 보다 괄목할만한 정밀도를 제공하여 선박이나 항공기의 항법에만 사용될 뿐만 아니라 자동차 및 정밀성이 요구되는 측지 및 건물시공 등에도 응용될 수 있다.

#### ○ 원리

DGPS는 두 개의 GPS 수신기를 필요로 한다. 하나의 수신기는 정지해 (Stationary) 있고 다른 하나는 이동을 (Roving) 하면서 위치측정을 한다. 정지한 수신기가 바로 DGPS 개념의 핵심이 되는 것으로 이 정지된 수신기는 실제 위성을 이용한 측정값과 이미 정밀하게 결정된 실제 값과의 차이를 계산하여 보다 정확한 위치정보를 제공한다.



<DGPS 원리 설명>

## 6. 레이더 반사기 (Radar Reflector)

### 가. 목적

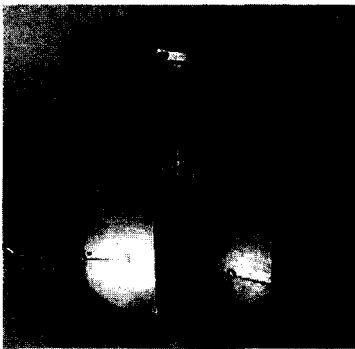
레이더 반사기는 레이더 탐지가 어려운 소형 강선 및 목선·FRP선박 등에 대한 레이더파 반사를 크게 하기 위하여 설치되며, 이에 따라 상대선박의 레이더에 용이하게 탐지되도록 하여 소형선박의 해양충돌사고를 예방하고자 함에 있다.

### 나. 성능 및 특성

- 9 GHz 및 3 GHz 레이더로 탐지가능
- 원거리 물표탐지의 개선
- 해면 또는 비나 눈에 의한 반사 범위 내에서의 물표탐지의 개선
- 상대선박 레이더의 조기탐지로 선박충돌사고 예방

### 다. 장비의 구성

레이더 반사기는 전파를 반사하기 쉬운 구조로 되어 있다.



〈레이더 반사기〉

## 7. 전자플로팅설비 (Electronic Plotting Aid - EPA)

### 가. 목적

전자플로팅설비(EPA)는 주로 총톤수 300~500톤 범위의 규모가 작은 선박에 설치된 레이

더의 부가기능으로 설치되며, 충돌위험을 사전에 판단할 수 있도록 목표물의 거리와 방위를 레이더에 전자적으로 표시하기 위한 장치이다.

### 나. 성능 및 특성

- 수동직접플로팅 설비(Manual direct plotting)
- 수동 선택된 물표의 운동 벡터가 표시되어 타 선박의 선속, 코스 및 본선과의 충돌여부 파악 가능
- 10개 이상의 물표를 플로팅 가능

### 다. 장비의 구성

EPA는 독립된 장비가 아닌 선박 레이더 장비내에 보조기능으로 설치된다.

## 8. 선수방위발신기 (Transmitting Heading Device - THD)

### 가. 목적

선수방위발신기는 RADAR, EPA 및 AIS 등의 항해장비에 정확한 선수방위를 전기신호로 제공할 수 있는 자이로컴퍼스가 설치되지 않는 총톤수 500톤 미만 선박에 설치되는 항해장비이며, 자기컴퍼스의 선수방위정보를 전기적 신호로 변환하여 위의 각 항해장비에 제공하기 위한 장치이다.

### 나. 성능 및 특성

- 각 항해장비에 진방위를 제공
- 전송오차  $\pm 0.2^\circ$ , 정적오차  $\pm 0.1^\circ$ , 동적오차  $\pm 1.5^\circ$ , 추종 오차  $\pm 1.5^\circ$  이내에서 작동

### 다. 장비의 구성

- 수신부분(Sensing part) : THD 장비를 통해 입력된 어떤 선수방위정보를 수신담당

- 전송부분(Transmitting part) : 수신된 선수방위정보를 각 항해장비에 전송하기 위해 신호변환 및 전송을 담당

## 9. 자동추적장치 (Automatic Tracking Aid - ATA)

### 가. 목적

ATA는 기존의 'ARPA' (선박자동충돌예방보조장치)와 기본 역할은 동일한 것이나 기능은 ARPA 보다 단순화된 것으로 ATA Monitor상에 표시된 간이전자해도 위에 기존의 레이더 이미지를 중첩시켜 나타내며, 표적된 목표물을 추적하여 벡터로 표시함으로써 충돌 여부를 사전에 탐지하여 항해사가 안전하게 운항하도록 도와주는 장치이다.

### 나. 성능 및 특성

- 물표의 거리, 방위, CPA, TCPA 및 물표의 침로 및 속력 정보 확인가능
- 레이더 인터페이스 기능
- 간이전자해도(ECS Chart)를 이용하는 기능

### 다. 장비의 구성

- ATA Monitor : Color Monitor 사용
- 레이더 화상 변환기(Radar Scan Converter) : 레이더의 화상을 ATA에 전송에 알맞도록 레이더 화상 데이터를 변환하는 장비
- Interface Card : GPS(위치정보), 선속거리계(선속정보), 자이로컴퍼스(방위정보), 간이전자해도(해도정보)의 장비의 정보를 ATA장비에 입력하는 장비
- TWS(Track-While-Scan) System : 레이더에서 검출되는 물표중 감시 대상이 되는 목표물을 추출하여 이동 예측 및 위치 추적을 위한 장비

- 화면중첩장치(Overlay Control) : Interface Card를 통해 수신된 간이전자해도 정보와 변환된 레이더 정보를 ATA Monitor에 중첩해서 나타내기 위한 장비
- 화면처리장치(Display Control) : 중첩된 화면을 사용자가 원하는 데이터로 조정하고 표시하기 위한 장비

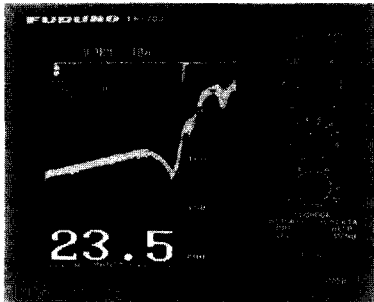
- ◎ 500톤 이상의 선박에는 ATA가 설치되므로 300톤 이상의 선박에 요구되던 전자표시장치(Electronic Plotting Aid)를 설치할 필요 없음
- ◎ 3,000톤 이상의 선박에 설비된 2대의 레이더는 ATA도 추가로 요구되며 ARPA가 ATA보다 그 기능이 우수하여 ARPA가 설치된 레이더는 ATA를 설치한 것으로 인정

## IV. SOLAS 협약 제5장에서 규정하는 기타 항해장비

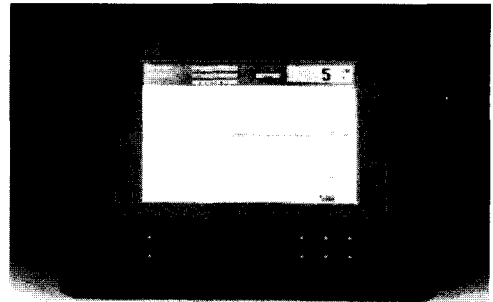
- 수심측정장치(Echo Sounder)
- 레이더(3 GHz Radar, 9 GHz Radar)
- 선박자동충돌예방보조장치(ARPA : Automatic Radar Plotting Aid)
- 선속거리계(Speed and Distance Measuring Device)
- 선수 또는 항적조정장치(Heading or Track Control System)

### 1. 수심측정장치 (Echo Sounder)

실시간으로 수심(Water Depth) 측정, 표시 및 Data 저장이 가능한 장치이며 경고 설정 기능이 있어 사용자가 설정한 수심 이하로 접근시 경고신호가 발생한다.



〈ECHO SOUNDER 1〉

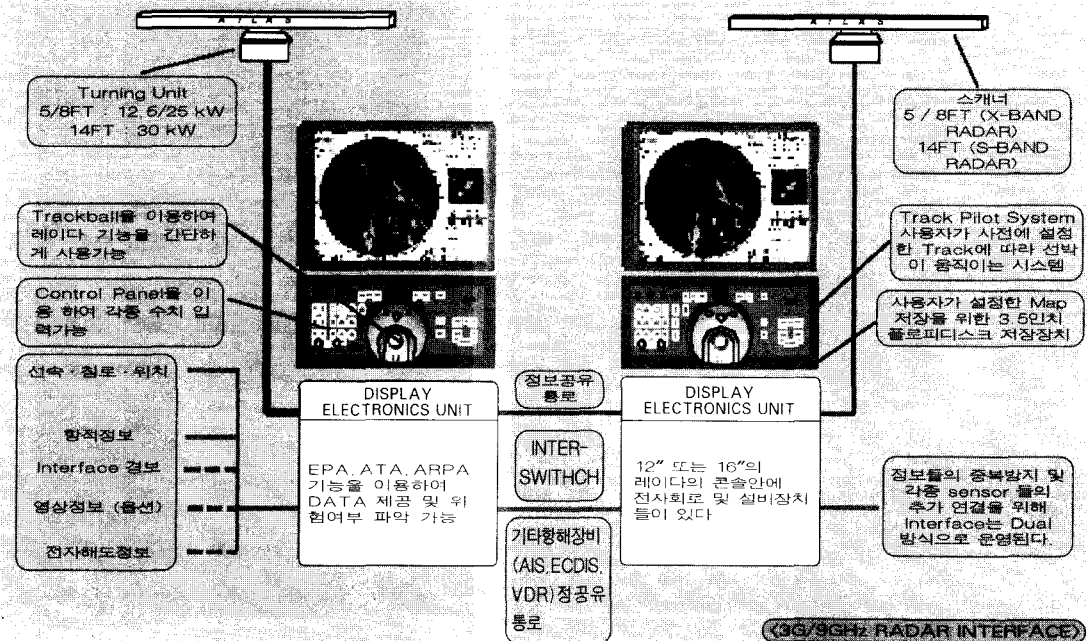


〈ECHO SOUNDER 2〉

## 2. 레이더 (3 GHz Radar, 9 GHz Radar)

### 가. 3 GHz Radar, 9 GHz Radar 특성 비교

RADAR 종류	스캐너 길이	특 성
3 GHz Radar (S-band Radar)	14 Feet	<ol style="list-style-type: none"> <li>거리분해능이 좋아 물표에 대한 거리측정의 신뢰성이 높다.</li> <li>원거리 물표 확인시 신뢰성이 높다.</li> <li>눈, 비, 파도에 대한 잡음이 적다.</li> </ol>
9 GHz Radar (X-band Radar)	5 or 8 Feet	<ol style="list-style-type: none"> <li>방위분해능이 좋아 물표에 대한 방위 측정의 신뢰성이 높다.</li> <li>근거리 물표 확인시 신뢰성이 높다.</li> <li>눈, 비, 파도에 대한 잡음이 크다.</li> <li>구명실비인 Radar Transponder의 신호를 화면상에 표시할 수 있다.</li> </ol>



〈레이더 장비의 구성 및 DATA 인터페이스〉

### 3. 선박자동충돌예방보조장치 (Automatic Radar Plotting Aid - ARPA)

ARPA는 레이더장비에 추가로 장착하는 기능으로 다음의 기능이 있다.

- 물표 포착기능  
자동 또는 수동으로 0.3~32 마일 범위에서 선속 100 노트(Knot) 내의 물표를 자동으로 20개까지 동시 포착 가능하며 수동으로는 40개의 물표를 동시 포착 가능함
- 추적 기능  
포착된 물표를 0.2~32마일 범위 내에서 자동 추적
- 물표 움직임 예측기능  
이동방향과 속도의 정보인 벡터(Vector)를 이용하여 벡터 설정치(30초~30분)이후 물표의 움직임을 예측
- 과거 항적 표시 기능  
2분 간격으로 20개 물표의 과거 항적을 표시
- 충돌위험 경고 기능  
예상최근접거리(CPA: Closet Point of Approach)가 설정치 이하로(0.2~10NM) 물표 접근시 경고 기능, 예상최근접거리도달시간(TCPA: Time of Closet Point of Approach)이 설정치 이하로(0~99분) 물표 접근시 경고 기능
- 보호 구역 설정기능  
본선의 전 방향에 걸쳐 일정 범위(0.7~32마일)를 보호구역으로 설정하여 어떤 물표가 보호구역 안으로 들어오면 경고 표시 및 자동 포착·추적

### 4. 선속거리계 (Speed and Distance Measuring Device - Speed Log)

선속거리계는 선박의 대수속력 및 항해한 거



〈선속거리계 접안시 사용 MODE〉

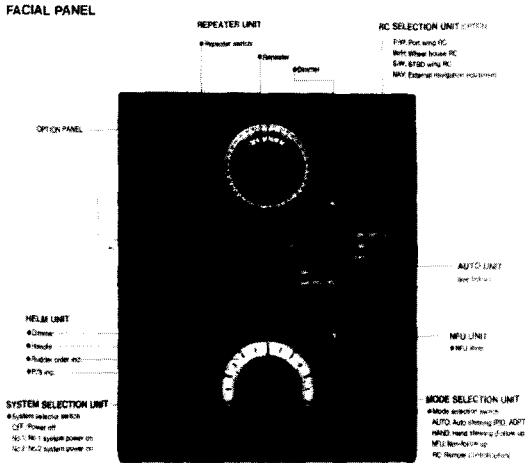


〈선속 측정 원리〉

리를 표시할 수 있는 항해장비이다. 선속거리계는 위의 '선속측정원리' 그림과 같이 Doppler Sonar의 전파가 발사될 때의 진동수와 되돌아온 진동수를 비교하여 선박의 상대속력을 계산한다.

- 대지속력(Distance Through the Ground) : 선박의 해저면에 대한 선박의 상대속력
- 대수속력(Distance Through the Water) : 선박의 해수에 대한 선박의 상대속력으로 조류나 해류의 속력에 대한 오차가 포함되어 있다.

## 5. 선수 또는 항적 조정장치 (Heading or Track Control System)



〈Auto Pilot System〉

선수조정장치(Heading Control System)는 사전에 설정된 침로를 자동으로 유지하며 항해하는 장비이며 종전의 Automatic Pilot System

에 해당하는 설비를 용어를 달리하여 표시한 것이다.

항적조정장치(Track control System)는 선위정보, 선수방위정보 및 속력정보들과 연결되어 선박의 조종성능 범위 안에서 자동으로 사전에 설정된 항적을 유지하는 장치이며 항적조정장치 안에는 선수조정장치를 포함할 수 있다.

## V. 각 선박별 적용기준

앞장에서 언급한 새로 도입되는 항해장비에 의해서도 2000 SOLAS 협약 제5장에서는 선박의 총톤수별로 비치하여야 할 항해장비를 규정하고 있다. 현존선에 대한 소급 적용사항은 다음의 (1)에, 신조선에 대한 톤수별 적용사항은 다음의(2)에 요약 정리되어 있다.

- (1) 현존선 (2002. 7. 1 이전 건조된 선박)에 소급 적용된 항해장비
- (2) 신조선 (2002. 7. 1 이후 건조된 선박) 적용사항

(1) 현존선 (2002. 7. 1 이전 건조된 선박)에 소급 적용되는 항해장비<sup>1)</sup>

번호	항목	대상선박 및 적용시기	관련규정
1	전 세계 위성 항법 시스템 (GPS/DGPS)	1) 모든 선박 ○ 2002. 7. 1일 이후 첫 정기적 검사시까지	Reg. V · 19.1.2.2 · 19.2.1.6
2	선박 자동 식별 장치 (AIS)	1) 국제항해 중사 현존선에 소급 탑재 일자 ○ 여객선 : 2003. 7. 1 까지 ○ 탱커 : 2003. 7. 1 이후 첫 정기적 검사시 까지 ○ 여객선 및 탱커외의 300G/T 이상~50,000G/T 미만 선박 : 2004. 7. 1 이후 첫 정기적 검사시 또는 2004. 12. 31 두 경우 중 빠른 시기까지 설치하여야 함. (제5차 SOLAS Conference 채택) ○ 여객선 및 탱커외의 50,000G/T 이상 화물선 : 2004. 7. 1	Reg. V · 19.1.2.3 · 19.2.4
3	항해 자료 기록 (VDR)	1) 국제항해 현존 로로 여객선 : 2002. 7. 1 이후 첫 정기적 검사시까지 설치 2) 국제항해 현존 비로로 여객선 : 2004. 1. 1 까지 설치 3) 주관청은 현존 비로로 여객선 외의 선박에 대하여 현존 항해장비에 VDR의 접속이 불가하거나 실용적이지 못할 경우 VDR의 설치를 면제할 수 있다.	Reg. V · 20

1) 동 기준은 협약 개정시 변경될 수 있습니다.

(2) 신조선 (2002. 7. 1 이전 건조된 선박) 적용사항

번호	항 목	모든 여객선	화물선 (G/T)								SOLAS 규칙
			150 미만	150	300	500	1600	3000	10000	50000	
1	마그네틱컴퍼스	☑	○	○	○	○	○	○	○	○	19.2.1.1
2	예비 마그네틱컴퍼스	☑		○	○	○	○	○	○	○	19.2.2.1
3	자이로컴퍼스					○	○	○	○	○	19.2.5.1
4	자이로컴퍼스 방위리피터					●	○	○	○	○	19.2.5.2
5	자이로컴퍼스 선수리피터					●	○	○	○	○	19.2.5.3
6	선수 또는 항적 조정장치								●	●	19.2.8.2
7	방위판 또는 방위환	☑		○	○	○	○	○	○	○	19.2.1.2
8	선수와 방위를 수정하는 방법(Deviation Curve)	☑	●	●	●	●	●	●	●	●	19.2.1.3
9	선수방위발신기(THD)	☑				●					19.2.3.5
10	ECDIS(전자해도표시시스템) or 종이해도	☑	●	●	●	●	●	●	●	●	19.2.1.4
11	ECDIS를 위한 Back-Up 장치 (종이해도 가능)	☑	●	●	●	●	●	●	●	●	19.2.1.5
12	해사도서, 간행물	☑	○	○	○	○	○	○	○	○	27
13	전자 해사도서를 위한 Back-up 장치	☑	●	●	●	●	●	●	●	●	19.2.1.5
14	GPS수신기	☑	●	●	●	●	●	●	●	●	19.2.1.6
15	9 GHz 레이더	☑			○	○	○	○	○	○	19.2.3.2
16	No.2 레이더(3 GHz / 9 GHz)							●	○	○	19.2.7.1
17	ARPA 레이더								○	○	19.2.8.1
18	자동추적장치(ATA)					●	●	●	●	●	19.2.5.5
19	No.2 자동추적장치(ATA)							●	●	●	19.2.7.2
20	전자표시장치(EPA)	☑			●						19.2.3.3
21	자동식별장치(AIS)	☑				●(국제)	●(국제)	●	●	●	19.2.4
22	항해자료기록기(VDR)	☑						●	●	●	20
23	선속 및 거리측정기 (대지)	☑								○	19.2.9.2
24	선속 및 거리측정기 (대수)	☑				●	○	○	○		19.2.3.4
25	수심측심장치					●	○	○	○	○	19.2.3.1
26	타, 프로펠러, 쓰러스트, 피치 및 작동방식지시계						○	○	○	○	19.2.5.4
27	선회울지시기									●	19.2.9.1
28	음향수신장치	☑	●	●	●	●	●	●	●	●	19.2.1.8
29	비상조타장소에서 정보전달을 위한 전화	☑		○	○	○	○	○	○	○	19.2.1.9
30	주간신호등	☑		○	○	○	○	○	○	○	19.2.2.2
31	레이더 반사기	☑	●								19.2.1.7
32	국제신호서	☑		○	○	○	○	○	○	○	21
비고	○ : 현존 항해 장비 ● : 새로이 설치 또는 강화된 항해 장비		☞ 다음 선박들의 적용범위는 주관청이 결정 ① 모든 항해의 150 G/T 미만 선박 ② 국제항해에 종사하지 않는 500 G/T 미만 선박 ③ 어선								