



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士 學位論文

船舶自動識別裝置의 性能測定  
및 評價에 관한 研究

A Study on the Evaluation and Performance  
Measurement of Automatic Identification System

指導教授 金 基 文



2010년 8 월

韓國海洋大學校 海事産業大學院

電氣·電子·制御工學科

朴 吉 煥

# 목 차

## Abstract

제 1 장 서 론 .....	1
1.1 연구의 배경 .....	1
1.2 연구의 목적 .....	2
제 2 장 AIS의 개요 및 기술적 조건 .....	4
2.1 AIS의 개발 및 도입배경 .....	5
2.2 AIS의 기본개념 및 도입일정 .....	7
2.3 국내·외 관계규정별 AIS의 기술적 조건 .....	11
제 3 장 AIS의 구성과 주요기능 및 특징 .....	34
3.1 AIS 시스템의 구성 .....	34
3.2 AIS 시스템의 주요기능과 특징 .....	40
제 4 장 성능측정 방법 및 평가 .....	48
4.1 성능측정 시스템의 구성 .....	48
4.2 측정기준과 구성도 및 주요제원 .....	50
4.3 측정결과 및 평가 .....	53
제 5 장 결 론 .....	66
참 고 문 헌 .....	68

## < 표 목 차 >

<표 2-1> 선박별 AIS 탑재시기 .....	10
<표 2-2> 선박국용 종별A AIS 위치정보 갱신율 .....	12
<표 2-3> 선박국용 종별B(자동방식) AIS 위치정보 갱신율 ..	12
<표 2-4> 선박국용 종별B(반송파방식) AIS 위치정보 갱신율	13
<표 2-5> 항행 상태별 최신 정보화 주기 .....	19
<표 2-6> 운항 상태별 정보 코드번호 .....	28
<표 2-7> 선종별, 톤수별, 항해구역별 AIS 설치기준 .....	33
<표 3-1> 메시지 1,2,3 protocol 구조(위치보고) .....	46
<표 4-1> 항목별 측정값 산출기준 및 환산기준 .....	62



## < 그림 목 차 >

<그림 2-1>	AIS의 복합시스템 개념도 .....	8
<그림 2-2>	AIS설치 선박의 전자해도상 부표 도식화면 ....	9
<그림 2-3>	선박상호간 및 선박대 육상간 AIS 개념 .....	10
<그림 2-4>	선박의 크기와 위치 참조표 .....	30
<그림 3-1>	AIS와 각종 장비들이 연동된 시스템 구성도 ...	34
<그림 3-2>	AIS의 기능별 블록다이어그램 .....	35
<그림 3-3>	송신발전부 및 고전력 증폭부 구성도 .....	37
<그림 3-4>	수신부 및 DSC FSK 수신 복조부 구성도 .....	38
<그림 3-5>	변조부 및 복조부 구성도 .....	40
<그림 3-6>	AIS 채널 프레임 구조 .....	41
<그림 3-7>	정박 및 운항선 자동식별 사례 .....	42
<그림 3-8>	SI 내 NSS Slot 할당 .....	44
<그림 4-1>	Agilent社 스펙트럼 분석기 .....	48
<그림 4-2>	VHF Communication Tester .....	49
<그림 4-3>	AIS Host Microcontroller 롬데이터 다운로더 .	49
<그림 4-4>	AIS 송신주기 변경을 위한 운용 S/W .....	50
<그림 4-5>	AIS 장치의 공중선전력 및 주파수 측정 .....	51
<그림 4-6>	변조 스펙트럼 측정 .....	52
<그림 4-7>	변조 스펙트럼 허용기준 MASK .....	53
<그림 4-8>	156.025MHz에서의 스프리어스 측정 .....	54
<그림 4-9>	156.025MHz에서의 2nd 하모닉스 측정 .....	55

<그림 4-10> 156.025MHz에서의 3rd 하모닉스 측정 .....	55
<그림 4-11> 162.025MHz, 대역폭 25kHz -0011 data .....	56
<그림 4-12> 162.025MHz, 대역폭 25kHz -0101 data .....	57
<그림 4-13> 162.025MHz, 대역폭 12.5kHz -0011 data .....	58
<그림 4-14> 162.025MHz, 대역폭 12.5kHz -0101 data .....	59
<그림 4-15> 최대주파수 편이 측정 .....	60
<그림 4-16> 수신감도 측정 .....	61
<그림 4-17> 공중선 전력 측정 .....	63
<그림 4-18> 주파수 허용편차 측정 .....	64



# A Study on the Evaluation and Performance Measurement of Automatic Identification System

Kil-Hwan, Park

*Department of Electrical, Electronic & Control Engineering,  
Graduate School of Maritime Industrial Studies  
Korea Maritime University*

## Abstract

In spite of remarkable growth of communication system on land, radio communication system in marine have being used to maritime mobile service depending on the Morse code in composite of a long and a short code

Corresponding to these demand of the time, GMDSS(The Global Maritime Distress and Safety System) come into the world which is utilizing recently developed satellite communications and positioning system, digital communication system, etc.

The basic concept of GMDSS is that search and rescue authorities ashore as well as ships in the immediate vicinity of the ship in distress, will be rapidly alerted to a distress incident so that they can assist in co-ordinated SAR operation with the minimum delay.

The GMDSS provides for automatic distress alerting and locating in cases where a radio operator doesn't have time to send an [SOS](#) or [MAYDAY](#) call, and for the first time, requires ships to receive broadcasts of maritime safety information which could prevent a distress from happening in the first place.

It is also important that an authorized organization should monitor all Vessels locating under control.

AIS(Automatic Identification System) can be a good solution to provide the ship's position and related informations.

This system can be accomplished by equipping every ship and navigationally relevant

objects with a transponder, where the transponder is defined as the equipment to transmit own data cyclically through externally with integrated DSC receiver.

Normally AIS system consists of VHF and GPS Antenna, Transponder unit, Keyboard display unit.

The transponder unit contains a VHF transmitter, a DSC channel 70 receiver, a interface, a communication processor, internal GPS receiver.

The internal GPS receiver could be expanded with a differential mode and is a 12 channels all-in-view receiver and is used for UTC standard as synchronization reference to prevent collision among multi-users.

It also may provide position, SOG(speed over ground), COG(course over ground) when the external GPS fails.



# 선박자동식별장치(AIS)의 성능측정 및 평가에 관한 연구

박길환

한국해양대학교 해사산업대학원  
전기·전자·제어공학과

## 요약

최근에 육상분야는 음성, 영상 등 다양한 형태의 정보를 전달하는 통신시스템이 통용하고 있는데 해상분야에서 사용되고 있는 통신방식은 모오-스 코드 또는 텔레팩스와 같은 문자단위 의 정보전달 수준에 그치고 있었으나 시대적인 요청에 의해서 GMDSS가 등장하였고 위성통신과 GPS 등이 접목되어 디지털 통신시스템이 구축되었다.

GMDSS 제도는 'SOS' 또는 'MAYDAY' 라는 조난신호를 보낼 수 없는 긴박한 상황에서 자동으로 조난위치와 경보를 발신하는 시스템으로써 선박의 위치를 주기적 또는 비주기적으로 송신하여 해난사고가 발생하면 즉시 그 주변 해역을 항해하는 선박에게 경보방송을 함으로서 신속한 구조와 보다 안전한 항행이 이루어지도록 하는 제도이다.

AIS 시스템은 이러한 면에서 선박의 항행위치와 이와 관련된 각종 정보를 제공하는 최상의 수단으로서 주기적으로 자기의 위치와 항행정보 등을 DSC 전용 수신기와 함께 동기하여 사용된다.

AIS의 일반적인 구성은 VHF 안테나와 GPS 안테나, 트랜스폰더 조립체, 키보드 등으로 구성되어 있으며 트랜스폰더 조립체는 VHF 송신기와 채널70의 DSC 수신기, 인터페이스, 통신용 프로세싱, 내부 GPS 수신기 등으로 구성되어 있다.

내부 GPS 수신기는 차동모드, 12 채널 all-in-view 모드에서 동작하면서 복수의 사용자간 동기오차로 인한 사고방지를 위한 동기신호로 사용되며 또한 외부 GPS 장비가 고장시 SOG, COG 같은 정도를 제공하는 수단이 되기도 한다.

본 논문에서는 AIS 시스템의 기술적인 요구사항과 하드웨어 및 메시지 프로토콜 구성방식에 대하여 집중적으로 분석하였고, 변조 스펙트럼과 스프리어스방사와 같은 RF 특성에 대하여 측정하였다.

본 연구의 결과는 현재 개발된 AIS 시스템과 함께 앞으로 여러가지 응용분야와 함께 높은 실용도가 있을 것이다.



# 제 1 장 서론

## 1.1 연구의 배경

지구촌의 급속한 경제성장과 과학기술의 눈부신 발전에 힘입어 우리의 통신수단은 다양한 진화를 거듭하면서 현대인의 일상생활에 많은 변화를 가져왔다. 하지만, 눈부시게 발전하는 육상의 통신시스템과는 달리 해상에서의 무선통신시스템은 120여년 동안 장·단부호로 조합된 모오-스 코드(Morse Code)에 의존하면서 해상이동업무의 무선통신에 주로 사용되어 왔다. 또한 지구촌의 범 글로벌화에 따른 해상 물동량의 증가와 이를 운송하기 위한 선박량이 급증하면서 대형 해난사고가 종종 발생하였고, 해난사고 발생시마다 적시에 신속하고 효과적으로 대처하지 못하면서 수많은 재산과 인명피해는 물론 대규모 환경오염까지 발생하는 등 모오-스 코드에 의한 해상통신시스템에 한계가 찾아왔다. 특히 조난·긴급 및 안전통신은 해상이동업무에서 매우 중요한 통신수단으로서 보다 효율적이고 체계적인 새로운 개념의 신속·정확한 수색구조시스템이 요구되었고 이를 종합적으로 고려한 새로운 제도의 도입 필요성이 대두되었다.

이러한 시대적 요구에 부응하기 위하여 국제해사기구(IMO ; International Maritime Organization)에서는 범세계적인 새로운 제도를 강구하게 되었고 IMO를 주축으로 회원국들 간에 활발한 토의와 많은 연구를 거듭한 끝에 디지털화한 새로운 방식의 세계해상조난 및 안전제도(GMDSS ; Global Maritime Distress and Safety System)를 탄생시켰으며 이를 단계별로 시행하게 되었다.

이 시스템은 국제전기통신연합(ITU), 국제수로기구(IHO), 세계기상기구(WMO) 등과 협력하여 이룩한 IMO가 추진한 가장 중요한 사업이라 할 수 있다.

GMDSS가 시행되기 이전에는 “해상에서의 수색·구조에 관한 국제협약”(SAR ; International Convention on Maritime Search and Rescue)에 따라 수색·구조 활동을 수행해 왔으나, 수동조작에 의한 모오-스 코드에 의존하다 보니 앞서 지적한대로 비효율적이고 신속하지 못한 구조 활동 등으로 인하여 많은 어려움과 막대한 피해를 입으면서 원시적인 아날로그방식의 “SAR 협약”은 무기력 해졌다.

GMDSS는 기존의 SAR 협약과는 차원이 다른 획기적인 제도로써 디지털 기술을 적용한 신개념 토신시스템으로 육지에서의 전파도달거리에 따라 항해구역을 A1, A2, A3 및 A4 해역으로 새롭게 구분하였고 항해구역별로 갖추어야 할 의무적 통신·항해장비들도 각각 정해졌다.

GMDSS의 시행으로 디지털화된 통신장비를 설치한 선박들은 항해중에 언제, 어디서든 항상 육상의 수색구조 기관이나 인근의 선박으로부터 중요 항행안전 정보의 공유는 물론 조난·긴급 및 안전통신 등에 신속히 대처할 수 있는 기반을 갖추게 되었다.

전술한 바와 같이 GMDSS가 시행된 지 10여년이 지나면서 안정화 단계에 접어들었고, GMDSS와 연동하거나 새로운 개념의 첨단장비들이 계속 출현하면서 상호보완 및 발전을 거듭하고 있으며 이러한 노력의 일환으로 국제협약에 따라 선박자동식별장치(AIS ; Automatic Identification System)가 도입되어 연차적으로 시행하게 되었다.

AIS 역시 GMDSS용 무선설비와 마찬가지로 국내 산업기반이 취약한 상태에서 IMO의 연차적 설치기준을 따르다 보니 단기간에 이를 해소하기 위해 외국산 제품을 수입하기에 급급하였고, 귀중한 외화로 값비싼 댓가를 치르고 있어 AIS의 국산화를 위하여 연구할 필요성이 있다.

## 1.2 연구의 목적

AIS는 해상에서의 인명안전과 항행의 안전 및 항만운용의 효율을 향상시키고 해양오염방지에 기여함을 목적으로 하며, 이를 기반으로 선박 대 선박의 충돌을 방지하기 위하여 일정한 주기의 정확한 정보전달 및 수집과 연안국의 선박과 화물에 관한 정보획득 및 통항관리, 항만관제 등 선박의 효율적인 항해, 환경보호 및 항만교통관제(VTS ; Vessel Traffic Service) 운영을 지원함으로써 선박의 항행안전을 도모하기 위하여 폭넓게 활용되고 있다.

우리나라에서는 GMDSS 및 AIS와 관련하여 방송통신위원회의 전파법과 국토해양부의 선박안전법을 기본으로 관계법령의 규정에 의하여 선박국에 무선설비를 설치하고 있으며, 기술적 조건은 방송통신위원회의 무선설비규칙에 세부적으로 규정되어 있고, 무선국의 운용방법 및 무선종사자의 자격과 정원, 배치기준 등은 별도로 자세하게 규정하고 있다.

따라서 본 논문에서는 AIS의 개념을 이해하고 도입배경 및 기본적인 성능, 단계별 설치요건, 시스템의 구성 및 주요기능 등을 전반적으로 고찰해 보고, 국내·외 관계법령의 기술적 조건을 충족하는 AIS와 전자해도(ECDIS ; Electronic Chart Display and Information System) 및 기타 항해관련 장비들과 연동하여 다양한 기능을 가지는 복합시스템으로 활용할 수 있도록 각 부분별로 설계·구현된 장비를 중심으로 성능을 측정하고 무선설비규칙 등 관계법령에서 정하고 있는 기술기준에 적합한지의 여부를 분석·평가 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다.

제 2장에서는 AIS의 개요 및 기술적 조건을 기술하였고, 제 3장에서는 AIS의 구성과 기능 및 특성을 살펴보고 분석하였으며, 제 4장에서는 기술조건에 충족하도록 설계·구현된 장비를 각 부분별로 성능을 측정하고 분석 및 평가하였으며, 제5장에서 본 논문의 연구 결과를 도출하였다.

## 제 2 장 AIS 개요 및 기술적 조건

지금까지의 선박교통관제 시스템의 개념은 레이더를 이용한 물표식별에 의한 것으로 지방해양수산청 관제실에서 항만질서 유지와 사고예방 차원에서 이루어져 왔다.

레이더는 가시거리를 벗어난 지역에서의 정보획득이 불가능하고, 고유오차가 존재하기 때문에 이를 통한 정보의 정확성에는 항상 의문이 제기되고는 하였다.

최근에는 항만관제나 선박의 교통을 관리하는 관할구역이 항만 내에서 연안해역으로 점차 확대되는 개념으로 변화해 가고 있으며, 레이더의 탐지범위를 벗어난 해역은 물론, 위험물을 운반하는 유조선, 화학물 운반선 등 특히 해양 오염에 민감한 선박들에 대해서는 대양 항로에서부터 동향을 추적·관리하여 만일의 사태에 대비하고자 하는 것이 국제적인 추세이다.

현재 대부분의 국가에서 운영되고 있는 “해상교통 및 안전관리 체제”는 크게 항만국통제(PSC ; Port State Control)와 항만교통관제(VTS ; Vessel Traffic Service)로 구별할 수 있다.

PSC는 선박의 구명설비, 선체설비, 선원의 자질 등 선박의 안전운항과 해양오염 방지 등에 관한 국제규정의 준수여부와 결함사항에 대한 검사로써, 선박에 의한 해양사고의 예방적 차원에서 사전에 충분한 시간을 갖고 수행하게 되는 정적인 제도라고 할 수 있다.

반면 VTS는 주로 선박교통량이 많이 발생하는 항만 내 또는 항만부근과 연안해역에서 실제로 항해중인 선박들의 교통흐름을 시각적으로 실시간 파악하고 관리하여 항행안전정보를 제공함으로써 선박안전사고를 예방하고자 하는 동적인 제도라고 할 수 있다

선박 상호간의 충돌사고 예방에는 레이더 및 자동레이더플로팅장치

(ARPA ; Automatic Radar Plotting Aids)를 이용하여 상호관계를 파악함으로써 사고를 미연에 방지하고 있으며, 좌초사고의 예방을 위해서는 선박의 선위측정 장비로 부터의 선위를 해도(海圖)상에 기침하여 관리함으로써 사고예방에 기여하고 있으나, 예견치 못한 해양사고에 있어서는 특히, 충돌 및 좌초 등 예방에 이용되고 있는 현행 기기들은 다음과 같은 여러 가지 문제점을 가지고 있다.

첫째로 호우나 파도가 높은 상태에서는 레이더의 수신감도가 떨어져서 물표탐지에 어려움이 있고, 둘째로 레이더의 탐지성능은 거리와 상대 선박의 크기에 따라 크게 좌우되며, 셋째로는 레이더에서 상대 선박의 존재는 확인되나 상대 선박의 선명, 식별부호, 톤수 등은 식별되지 않으며, 넷째로 레이더에서 만곡부나 섬, 기타 장애물의 뒤쪽에 있는 목표물은 탐지할 수 없고, 다섯째로는 레이더 상에서 물표가 근접하여 교행시 빈번한 물표교란(Target Swapping) 현상이 발생하며, 여섯째로 종이 해도상에서 위치를 확인하는데 시간이 다소 걸린다는 점이다.

따라서 이러한 문제점들을 해소하기 위해서는 첫째로 탐지성능의 향상 및 대체 처리 방안을 둘째로는 섀도잉(Shadowing) 현상의 해소방안을, 셋째로 실시간화를 통한 지연 해소를, 넷째로 위치오차의 해소 및 분해능의 향상을, 다섯째로 정보제공의 간소화 및 통합화를, 여섯째로는 식별 취득 방법의 확립 등 다양한 방안이 강구되어야 한다.

## 2.1 AIS의 개발 및 도입배경

언급한 바와 같이 이러한 문제점들은 항공업계에서도 예외가 될 수 없어, 1987년경부터 국제민간항공기구(ICAO)를 중심으로 항공교통관리를 위한 트랜스폰더 개발에 착수하게 되었다

ICAO는 1993년에 항공용 ADS-B(Automated Dependant Surveillance -Broadcast) 트랜스폰더(Transponder)의 표준을 설정하게 되었으며, 항공업계에서 개발되어온 자동식별 트랜스폰더를 해상에 이용하는 방안이

각 나라마다 제각각 진행되어 오다가 국제해사기구(IMO)가 중심이 되어 AIS의 표준화가 이루어 졌다[1].

AIS는 위에서 열거한 문제점들을 해소할 수 있는 방안으로서 해양사고의 예방적 수단이 될 뿐만 아니라 선위통보제도에도 이용 가능하며 레이더와는 별도로 항행정보 등을 얻어 항만교통관제(VTS)시스템에 활용이 가능한 장비이다.

또한 국제해사기구(IMO)에서는 연안해역 통합관리가 각 연안국의 주권에 속하는 문제이기는 하지만, 각 연안국이 서로 다른 장비의 탑재를 요구한다면 선박들에게 부담과 혼선만 초래하게 되므로 일관된 장비의 규격을 국제해사기구(IMO)에서 통일하겠다는 입장을 견지하게 되었다.

국제해사기구(IMO)에서는 다년간의 연구와 검토를 거쳐 AIS라는 이름 아래 INMARSAT 트랜스폰더의 사용, VHF/DSC 트랜스폰더의 탑재, 4S Broadcasting 트랜스폰더의 사용 등을 검토하여 오다가, 시스템 용량이 보장되고 해상교통이 혼잡할 시 발생하는 전파의 교란 가능성이 적으며 주파수의 활용을 극대화할 수 있는 SOTDMA(Self- Organized Time Division Multiple Access) 기술을 이용한 4S Broadcasting 방식(Ship to Ship, Ship to Shore)의 트랜스폰더를 Universal Shipborne AIS로 채택하게 되었고, 성능기준안(Performance Standard for an Universal Automatic Identification System, Resolution MSC.74(69))을 승인하게 되었다[2].

또한 WRC-97 회의에서는 IMO의 요구를 받아들여 AIS가 사용할 주파수로 VHF의 Channel 87B(161.975MHz)와 Channel 88B(162.025MHz)를 지정하여 AIS 전용주파수로 할당하게 되었다.



## 2.2 AIS의 기본개념 및 도입일정

AIS는 선박이 언제, 어디에 있는 해상이동업무용 VHF무선전화장치의 채널 87B, 88B의 2개 채널을 사용하여 데이터통신을 연속적인 모드로 작동하도록 되어 있다.

각 채널당 전송속도는 9,600bps이며, 매분당 2,000개의 정보전송이 가능한 2개의 독립된 수신기와 1개의 송신기로 구성되어 있다.

2개의 채널에서 동시에 정보를 수신할 수 있고, 송신기는 2개 채널을 교차로 이용하여 송신한다.

AIS는 채널을 최대한으로 활용하기 위하여 자동시분할다중접속방식(SOTDMA)을 사용하는데, 주로 GPS를 이용하여 동기를 설정하고, 하나의 기준시간 동안 육상국과 AIS가 설치된 모든 선박들이 시간간격의 할당(Time-Slot Allocation)을 하도록 하는 방식이다[1].

송·수신은 선박의 속도, 선수회두 각속도 비율 등 여러 조건에 따라 위치보고 주기가 정하여 지고, 상호간 송신충돌을 피하면서 송신을 위한 적절한 시간간격(time slot)을 선박마다 기본적으로 정할 수 있게 하는 것이 STDMA(또는 SOTDMA) 방식의 핵심기술이다.

즉, 하나의 동일 주파수 채널을 2,250개의 시간간격(Time Slot)으로 나누어 각 선박에 할당하고, 각기 주어진 시간간격으로 관련정보를 송신하게 되면 다른 선박에서는 이들 정보를 동시에 수신하게 된다.

GPS 수신기는 정확한 시간, 선박의 위치, 항해관련 자료 등을 제공하고 AIS는 이들 정보를 선속계, 방위계 등 선박으로부터의 데이터 및 선명, 호출부호 등의 정적자료와 항행관련 자료들을 함께 송신하여 타 선박 또는 육상으로부터 정보를 수신하여 모니터에 표시해 줌으로써 선박과 선박 상호간에 또는 육상(해안국) AIS국에서 선박식별을 자동적으로 할 수 있게 해준다.



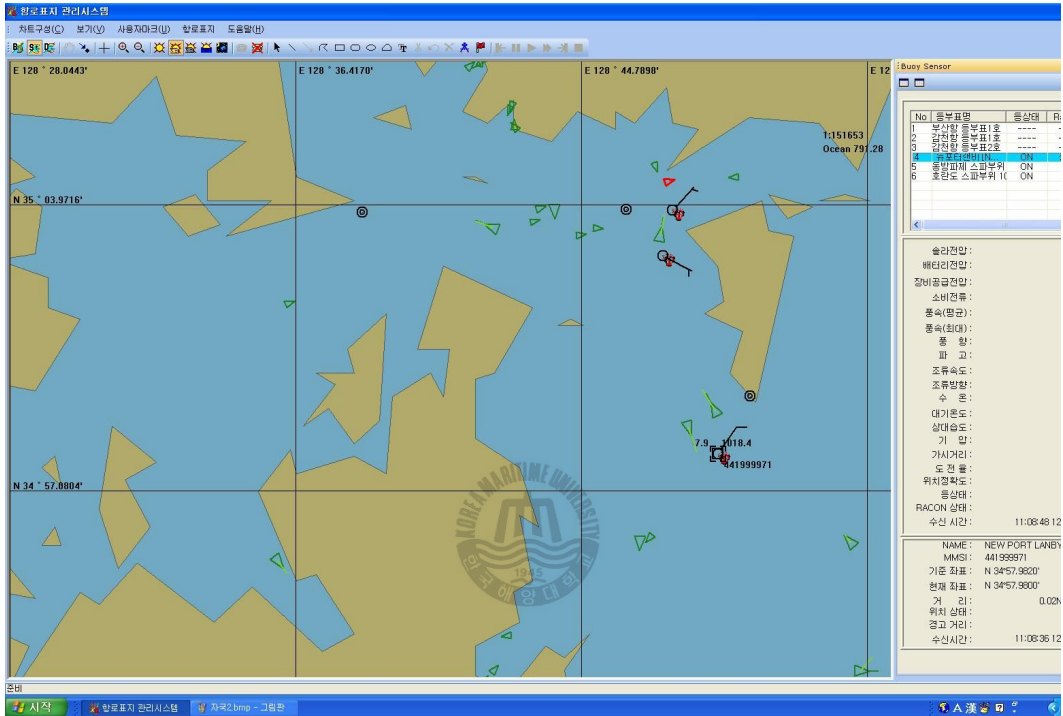
<그림 2-1> AIS와 연동된 복합시스템의 개요

<그림 2-1>은 AIS와 NAVTEX 수신기, 레이더 기타 항해장비 등과 전자해도(ECDIS) 표시시스템과 연동하여 위험경보, 항행정보, 항로감시, 항적기록 등을 통합 관리 및 운용할 수 있는 개요도이다.

해안국용 AIS는 모든 선박으로부터의 정보를 실시간으로 수신하여 모니터에 표시하고, 항행안전정보를 모든 선박에 제공하며, 필요시 네트워크를 통하여 타 기관에 전송하여 해상에서의 선박 안전운항에 대한 다양한 정보로 활용할 수 있다.

AIS 시스템은 AIS를 설치한 선박의 정보표시와 함께 VTS의 레이더에 선박에 관한 정보를 표시하여 주고, 표시되는 화면은 그 기능에 따라 AIS 설치 선박의 정보만을 표시해 주는 AIS Mode와 VTS 레이더에 의한 선박 정보만을 표시해 주는 VTS Mode, AIS 설치 선박과 VTS 레이더에 의한 선박관련 정보를 통합하여 표시해 주는 Integration Mode, 그리고 향후 각 AIS 운영센터의 운영시스템상의 AIS설치 선박의 정보 및 VTS 레이

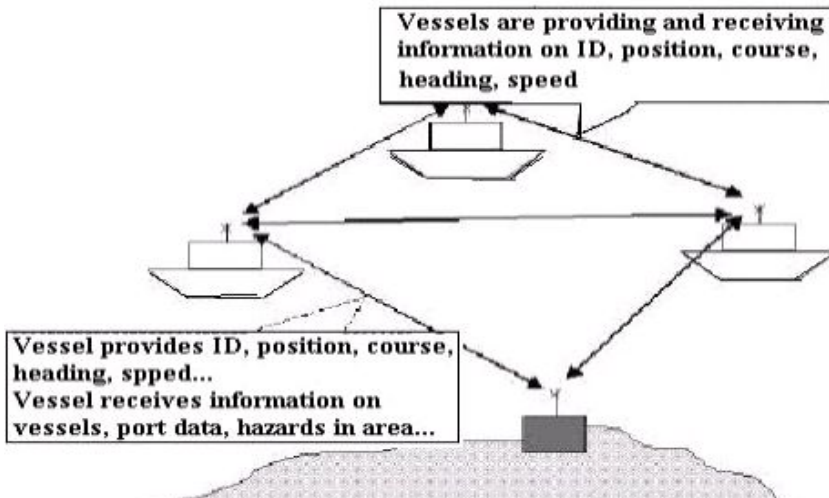
더에 의한 선박 정보를 통합한 선박정보를 우리나라 전 항만 및 전 연안  
 해역에서 모든 선박정보를 표시해 주는 Total Mode 등으로 구분하여 표  
 시함으로써 항만관제 및 항행안전관리에 획기적인 전기를 마련할 수 있  
 게 될 것이다[3],[4].



<그림 2-2> AIS 설치 선박의 전자해도상 부표 도식화면

<그림 2-2>는 항로표지 관리시스템에서 AIS 설치 선박의 선명, 식별번호(MMSI), 좌표, 거리, 수신시간 등을 나타내 주는 도식화면이다.

AIS의 도입일정은 선종별, 선박건조 년도별로 연차적으로 적용하도록 하였고, 특히, 미국 무역센터(WTC)의 9.11 테러사건 이후 미국의 강력한 요구로 국제해사기구(IMO)에서는 AIS 탑재규정을 2004.7.01.까지 조기 시행키로 확정하였다.



<그림 2-3> 선박상호간 및 선박 대 육상간 AIS 개념

<그림 2-3>은 선박과 선박간 또는 선박과 해안국간 AIS를 통하여 식별 번호(MMSI), 위치, 항로, 정침로, 속력 등의 정보를 주고받는 개념도이다[5].

우선적으로 AIS의 탑재시기와 설치대상 선박에 대하여 제5차 SOLAS Conference에서 조정된 내용을 대별하면 <표 2-1>과 같다.

<표2-1> 선박별 AIS 탑재시기

건조일	대 상 선 박	탑 재 시 기	비고
2002. 7. 01. 이후	모든 여객선	건조시 부터	
	300톤 이상 국제항해 선박 500톤 이상 국내항해 선박		
2002. 6. 31. 이전	여객선	2003.7.01.까지	
	300톤 이상 Tankers	2003.7.01.이후 SE검사시까지	
	50,000톤이상 화물선	2004. 7. 01 까지	
	300 ~ 50,000톤 화물선	2004. 7.01. 이후 SE검사시까지 (늦어도 2004. 12. 31까지)	
	국내 항해	모든 여객선 500톤 이상의 선박	2008. 7. 01.까지

## 2.3 국내·외 관계규정별 AIS의 기술적 조건

### 2.3.1 전파법령에서 규정한 AIS의 기술적 조건

주파수 161.975MHz와 162.025MHz의 전파를 사용하는 선박자동식별장치(AIS)의 기술기준은 다음과 같다.

#### (1) 일반조건

(가) 통신방식은 시분할다중접속방식을 사용할 것.

1) 종별(Class)A 선박자동식별장치는 자동시분할다중접속(SOTDMA)방식을 사용하며 국제해사기구에서 정하는 성능요구사항을 모두 만족하는 것. (이하 “종별A 선박자동식별장치”라 한다)

2) 종별(Class)B 선박자동식별장치는 자동시분할다중접속방식(이하 “종별B 자동방식 선박자동식별장치”라 한다) 또는 반송파감지시분할다중접속(CSTDMA)방식(이하 “종별B 반송파감지방식 선박자동식별장치”라 한다)을 사용하며 국제해사기구에서 정하는 성능요구 사항 중 일부만 만족하는 것.

(나) 발사전파의 전파형식은 F1D를 사용하는 것일 것.

(다) 점유주파수대폭의 허용치는 25kHz 이내일 것.

(라) 선박국은 모든 지역에서 자동으로 동작하는 자동모드, 해안국이 데이터 전송간격 및 시간슬롯을 지정했을 경우에 동작하는 할당모드, 다른 선박국 또는 해안국으로 부터의 송신요구에 대해 동작하는 폴링모드의 기능을 가질 것. 다만, 종별B 반송파감지방식 선박자동식별장치는 폴링모드를 대신하여 질의에 응답하는 제어모드를 가질 것.

(마) 자동모드에서 정보 갱신간격 및 제공정보는 다음과 같을 것.

1) 정적정보[국제해사기구 번호, 호출부호와 선명, 선박의 길이와 폭, 선박의 종류, 선박측위시스템의 설치위치(선박중심선 상의 선수 또는 선미, 좌현 또는 우현)]의 갱신은 매 6분

- 마다 또는 데이터가 수정되거나 요구가 있을 때에 이루어 질 것.
- 2) 동적정보[정확한 선박위치 표시 및 동작 상태, 세계표준시간(UTC), 대지침로, 대지속력, 선수방향, 항해상태, 선회율을 말한다.]는 선박속력 및 침로변경 유무에 따라 다음 <표 2-2>~<표 2-4>의 간격으로 갱신 될 것.

<표 2-2> 선박국용 종별A AIS 위치정보 갱신을

선박의 동적상태	갱신간격
3노트 미만의 상태에서 닻을 내리거나 계류 중인 경우	3분
3노트 이상의 상태에서 닻을 내리거나 계류 중인 경우	10초
14노트 미만의 속력으로 항해중인 경우	10초
14노트 미만의 속력으로 항해중에 침로를 변경하는 경우	3 $\frac{1}{2}$ 초
14노트 이상 23노트 이하의 속력으로 항해중인 경우	6초
14노트 이상 23노트 이하의 속력으로 항해중에 침로를 변경하는 경우	2초
23노트 이상의 속력으로 항해중인 경우	2초
23노트 이상의 속력으로 항해중에 침로를 변경하는 경우	2초

<표 2-3> 선박국용 종별B(자동방식) AIS 위치정보 갱신을

선박의 동적상태	갱신간격
2노트 미만의 속력으로 항해중인 경우	3분
2-14노트 속력으로 항해중인 경우	30초
14-23노트 속력으로 항해중인 경우	15초
23노트 이상의 속력으로 항해중인 경우	5초

<표 2-4> 선박국용 종별B(반송파감지방식) AIS 위치정보 갱신을

선박의 동적상태	갱신간격
2노트 미만의 속력으로 항해중인 경우	3분
2노트 이상의 속력으로 항해중인 경우	30초

- 가) 항행원조용 선박자동식별장치의 경우 동적정보 갱신간격은 3분 일 것.
- 나) 해안국용 선박자동식별장치의 경우 동적정보 갱신간격은 10초 일 것.
- 다) 조난구조용 항공기에 탑재한 선박자동식별장치의 경우 동적정보 갱신간격은 10초일 것.
- 3) 항해 관련 정보(선박의 흘수, 위험화물<화물종류>, 도착지 및 예상 도착시간)의 갱신은 매 6분마다 또는 데이터가 수정되거나 요구가 있을 때에 이루어 질 것.
- 4) 항해경보 또는 기상경보를 포함하는 항해안전 관련 메시지의 갱신은 해안국 등의 요구가 있을 때에 이루어 질 것.
- (바) 위성으로부터 동기를 위한 신호를 얻는 것이 가능 할 것.
- (사) 선박 및 메시지 식별을 위한 해상이동업무식별번호(MMSI ; Maritime Mobile Service Identity Number)를 사용할 것.
- (아) 디지털선택호출장치의 기능을 가지며, 기술적 조건은 다음과 같을 것. 다만, 선박국 이외에는 적용하지 아니할 것.
  - 1) 디지털선택호출장치 및 전용수신기의 기술기준은 무선설비규칙(방송통신위원회고시제2008-116호) 제36조를 준용할 것. 다만, 조난 관련 기능은 포함하지 않고 종별B 선박자동식별장치는 전용수신기 또는 TDMA 수신기를 통해 순차로 채널 70을 수신할 수 있을 것.
  - 2) 디지털선택호출 전용수신기는 156.525MHz의 주파수를 사용할 것.

(자) 선박자동식별장치 표시부는 다음과 같을 것.

- 1) 적어도 선박 3척분의 방위, 거리 및 선명을 표시할 수 있을 것.
- 2) 방위와 거리는 좌우로 스크롤하지 않고 표시 할 수 있을 것.
- 3) 표시부를 위한 외부 연결 단자를 가질 것.
- 4) 종별A 선박자동식별장치를 제외하고는 1)과 2)를 적용하지 않을 것.

(차) 송신에서 수신 또는 수신에서 송신으로 전환되는 시간은 25ms 이내일 것.

(카) 송·수신되는 불량 데이터를 자체적으로 검사할 수 있는 기능을 갖출 것.

(타) 전원이 켜진 후 2분 이내에 시스템이 운용될 수 있도록 초기화되어 질 것.

(파) 공중선 개방, 단락에 의하여 동작중인 장치에 손상이 일어나지 않을 것.

(2) 송신장치의 조건

(가) 발사전파의 주파수허용편차는  $\pm 500\text{Hz}$  이내 일 것.

(나) 스푸리어스발사의 허용치는 다음 조건을 만족할 것.

- 1) 9kHz 이상 1GHz 이하에서 평균전력이  $-36\text{dBm}$  이하 일 것
- 2) 1GHz 이상 4GHz 이하에서 평균전력이  $-30\text{dBm}$  이하 일 것

(다) 공중선전력은 1W 또는 12.5W로 하며, 허용편차는  $\pm 1.5\text{dB}$  이내 일 것. 다만, 종별B 선박자동식별장치의 공중선전력은 2W로 하며, 허용편차는  $\pm 1.5\text{dB}$  이내 일 것.

(라) 입력 데이터는 변조전에 NRZI(Non-Return to Zero Inverted)로 부호화할 것.

(마) 변조방식은 GMSK/FM이고, 변조지수는 0.5일 것.

(바) 전송속도는 9,600bps이며, 허용편차는  $\pm 50 \times 10^{-6}$ 이내일 것.

(사) 송신전력의 상승시간은 송신을 시작한 후 송신전력 안정상



태의 80%에 이를 때까지의 시간이 1ms 이내일 것.

(아) 송신전력의 하강시간은 송신을 종료한 후 송신전력이 0 이 될 때까지의 시간이 1ms 이내일 것.

(자) 송신을 시작한 후 1ms 경과 후 주파수안정도는  $\pm 1\text{kHz}$  이내일 것.

(3) 수신장치의 조건

(가) 감도는  $-107\text{dBm}$ 의 신호를 가했을 경우에 패킷오류율이 20% 이하일 것.

(나) 고레벨 입력시 오류특성은  $-7\text{dBm}$ 의 신호로 1,000회 측정한 경우의 오류횟수가  $-77\text{dBm}$  신호로 1,000회 측정한 경우의 오류횟수보다 10회 이상 크지 않을 것.

(다) 인접채널 제거비는 감도측정 상태보다 3dB 높은 희망주파수의 신호와 인접채널의 주파수인 무변조 방해파를 동시에 더했을 경우에 해당신호의 80%를 정상적으로 수신할 수 있는 희망파와 방해파의 비가 70dB 이상일 것.

(라) 스푸리어스 응답은 감도측정상태보다 3dB 높은 희망주파수의 신호와 주파수편이가  $\pm 3\text{kHz}$ 인 400Hz로 변조된 방해파를 동시에 더했을 경우에 해당 신호의 80%를 정상적으로 수신할 수 있는 희망파와 방해파의 비가 70dB 이상일 것.

(마) 선박자동식별장치용 주파수 2파와 디지털선택호출장치용 주파수 1파를 각각 수신할 수 있도록 3대의 수신기를 갖출 것. 다만, 종별A 선박자동식별장치 이외의 장치는 디지털선택호출장치용 전용수신기 1대를 선택적으로 갖출 것.

(바) 수신기의 부차적 전파발사 허용치는 다음 조건을 만족할 것.

1) 9kHz 이상 1GHz 이하에서  $-57\text{dBm}$  이하일 것.

2) 1GHz 이상 4GHz 이하에서  $-47\text{dBm}$  이하일 것.

(4) 기타 준용규정

해상이동업무 및 해상무선항행업무용 무선설비로서 이 고시에

특히 규정하지 아니한 것에 대하여는 국제해사기구(IMO)의 협약을 준용한다[6],[7].

### 2.3.2 국제규정의 AIS 성능기준

#### (1) 적용범위

(가) 이 성능기준은 범세계적인 AIS의 요건을 규정한다.

(나) AIS는 선박의 효과적인 항해를 도움으로써 항해의 안전을 개선하고 다음의 기능적 요건을 만족함으로써 환경보호 및 항만교통관제(VTS) 운용을 개선시켜야 한다.

- 1) 충돌회피를 위한 선박 대 선박간의 통신
- 2) 연안국이 어떤 선박 및 그 선박의 화물에 대한 정보를 획득하기 위한 수단
- 3) 선박 대 육상간의 통항관제를 위한 항만교통관제의 도구

(다) AIS는 정밀한 추적을 용이하게 하기 위하여 선박으로 부터의 정보를, 요구되는 정밀도와 주기로 다른 선박 및 권한있는 주관청(Competent Authority)에 자동적으로 송신이 이루어져야 한다.

(라) 그 설비는 무선규칙의 요건, 적용 가능한 ITU-R 권고 및 결의 A.694(17)에 규정된 일반요건을 만족하여야 하며, 부가하여 다음 성능기준에 적합하여야 한다[8].

#### (2) 기능성

(가) 그 시스템은 다양한 운용모드에서 작동되어야 한다.

- 1) 모든 지역에서의 작동을 위한 자율모드(Autonomous Mode) 및 연속모드(Continuous Mode). 이 모드는 권한 있는 주관청에 의하여 다음의 대체모드 중의 하나로부터 모드변경이 가능하여야 한다.
- 2) 통항감시책임이 있는 주관청의 관할하에 있는 지역에서의

운용을 위한 할당모드(Assigned Mode). 이 경우 그 주관청은 자료 송신간격 또는 시간할당(Time Slot)을 원격으로 설정 가능하다.

- 3) 그리고 다른 선박 또는 주관청의 질의에 대한 응답으로 자료의 전송이 이루어지는 경우에 대화(Polling) 모드 또는 제어(Controlled)모드.

### (3) 능력·용량

(가) AIS는 다음과 같이 구성되어야 한다.

- 1) 적절한 채널을 선택하거나 전환하는 방법으로 단거리 및 원거리 통신(Application)을 지원할 수 있는 해상주파수의 전 범위에 걸쳐 작동할 수 있는 통신처리장치(Communication Processor)
- 2) 각도 분(Minutes)의 10/1000까지의 값을 제공하고 WGS-84 수로정보를 사용하는 전자위치측정장치로부터의 자료를 처리하는 장치.
- 3) (6)의 (나)에 규정된 요건을 만족하는 기타 센서로부터의 자료를 자동적으로 입력하는 장치.
- 4) 자료를 수동으로 입력하고 조회할 수 있는 장치.
- 5) 전송된 그리고 수신된 자료의 오류검색 장치.
- 6) 자체 테스트장치 (BITE)

(나) AIS는 다음과 같은 능력이 있어야 한다:

- 1) 승조원의 개입없이 정보를 자동적이고 연속적으로 주관청 및 다른 선박에 제공할 수 있을 것.
- 2) 주관청 및 다른 선박으로부터의 정보를 포함하여 기타 정보 원으로부터의 정보를 수신하고 처리할 수 있을 것.
- 3) 긴급 및 안전관련 호출에 대해서는 지체없이(최소한의 지체로) 응답할 것.

4) 주관청 및 다른 선박에 의한 정밀한 추적을 용이하게 하는데 적절한 자료비율로 위치 및 조종 관련 정보를 제공할 것.

(4) 사용자 인터페이스

사용자가 별도의 시스템에 자료를 접근, 선택, 표시할 수 있게 하기 위하여 AIS는 해당 국제해상인터페이스기준에 적합한 인터페이스 장치를 갖추어야 한다.

(5) 식별

선박과 정보의 식별을 위하여 해당 식별번호(MMSI)를 사용하여야 한다.

(6) 정보

(가) AIS가 제공하는 정보에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

1) 고정정보(static)로서 IMO번호(가능할 경우), 호출부호 및 선명, 길이 및 폭, 선종, 선위측정장비 안테나의 선상에서의 위치(선수후방, 중앙선 좌측 또는 우측)

2) 변동정보(Dynamic)로서 정밀도와 신뢰성 상태를 가진 선박 위치, 국제표준시간에 따른 시각(수신장비에 설정된 날짜), 대지 침로, 대지 속도, 선수방위, 항행상태 (NUC, 묘박중, 정박중 등 수동입력), 회전율(이용가능 할 경우), 선택사항: 횡경사각 및 피칭 및 롤링(이용가능 할 경우, 기본 메시지는 주어지지 않는 모드),

3) 항해관련 자료로는 선박홀수, 위험화물(종류, 주관청이 요구하는 경우), 목적지 및 ETA(선장의 재량), 선택사항: 항로계획(변침점, 기본 메시지는 주어지지 않는 모드)

4) 짧은 안전관련 메시지

(나) 자동모드에서의 정보 최신화 주기

정보의 종류마다 유효한 기간이 서로 다르므로 정보의 최신화주기는 서로 다를 수 있다.

- 1) 정적정보 : 매 6분마다 또는 데이터가 수정되었을 때 또는 요청이 있을 경우
- 2) 동적정보 : <표 2-5>에 따른 속도 및 침로변경율에 따라 다름
- 3) 항해관련 정보: 매 6분마다 또는 데이터가 수정되었을 때 또는 요청이 있을 경우
- 4) 안전관련 정보: 요청이 있는 경우

<표 2-5> 항행 상태별 최신 정보화 주기

선박 종류	위치보고주기
묘박중인 선박	매 3분
14노트로 항행 중인 선박	매 12초
14노트로 항행 중 변침중인 선박	매 4초
14-23노트로 항행 중인 선박	매 6초
14-23노트로 항행 중 변침중인 선박	매 2초
23노트 이상으로 항행 중인 선박	매 3초
23노트 이상으로 항행 중 변침중인 선박	매 2초

- 5) 선박의 정보 보고 능력은 그 시스템이 예상되는 모든 운항 시나리오에 대한 정보를 적절히 제공하기 위하여 분당 최소 2,000건의 보고서를 취급할 수 있어야 한다.

(다) 보안

어느 기능이 작동되지 않게 되었는지를 탐지해 내고 입력 또는 전송된 자료의 불법적 변경을 방지할 수 있는 보안체계를 갖추어야 하며 자료의 불법적 전파를 방지하기 위하여 IMO의 지침[선박보고 제도를 위한 지침 및 기준MSC.43(64) 참조]을 따라야 한다[5].

(7) 초기화 필요시간

그 설비는 스위치를 켜 후 2분 이내에 작동상태가 되어야 한다.

(8) 전원공급

AIS 및 관련 센서는 선박의 주전원으로부터 동력이 공급 되어야 한다. 이에 부가하여 전기에너지의 대체원으로 AIS 및 관련 센서를 작동할 수 있어야 한다.

(9) 기술적 특성

다양한 송신기 출력, 운용주파수(국제적으로 지정된 것 및 지역적으로 선택된 것), 모듈 및 안테나 시스템과 같은 AIS의 기술적 특성은 적절한 ITU-R 권고에 적합하여야 한다.

(10) AIS 설치에 관한 일반사항

(가) A급 AIS는 IMO에 의하여 정의되며 SOLAS 제5장의 최근 개정판에 의하여 탑재요건으로 만들어 졌다.

(나) AIS는 선박의 항해를 위하여 사용될 수 있는 정보를 제공한다. 그러므로 AIS에 의하여 제공되는 정보는 신뢰 할 수 있어야 함이 기본이다.

(다) AIS 자체는 ITU(International Telecommunication Union) 및 IEC(International Electrotechnical Commission)에 의하여 표준화 되었다.

(라) 교환되는 정보의 신뢰성요건을 만족하기 위하여 AIS가 정확히 설치될 수 있도록 주의를 기울여야 한다.

(마) 이 문서는 제조자, 설치자, 조선소, 공급자 및 선박검사원을 위한 지침을 포함하고 있다.

(바) 이것은 제조자에 의하여 제공되는 문서를 대체하지는 않는다.

(사) 검사

협약선에 대한 검사는 A.746(18)-HSSC에 따른 검사지침 및 1974 SOLAS의 1988 Protocol에 규정된 규칙에 따라 수행되어야 한다.

(아) 문서

AIS 설치를 위한 다음 도면을 제출할 것.

- 1) Antenna Layout
- 2) AIS Arrangement Drawing
- 3) Block Diagram (Interconnection Diagram)
- 4) 최초설치시 설비 상호배치관계보고서(Initial Installation Configuration Report)를 작성하여 본선에 비치하여야 한다.

(11) AIS의 설치

- (가) 해상이동업무용 VHF무선전화 주파수대를 사용하는 여타 선박용 Transceiver(Transmitter+Receiver)처럼 선박용 AIS는 선박의 VHF 무선전화에 간섭·방해를 야기할 수 있다.
- (나) AIS는 디지털 시스템이기 때문에 이러한 간섭은 선박의 무선 전화기에 주기적으로(예를 들어 20초 간격으로) 부드러운 클릭소리와 같은 간섭이 일어난다.
- (다) 이러한 영향은 VHF무선전화 안테나가 AIS VHF 안테나 근처에 위치할 때, 그리고 무선전화가 AIS 운용채널(채널27, 28, 86) 인근의 채널에서 운용중일 때 훨씬 두드러진다.
- (라) 가능한 한 최고 효율을 얻기 위하여 서로 다른 안테나들의 설치위치에 대하여 주의를 기울여야 한다.
- (마) AIS 안테나 같은 의무적 안테나를 설치시에는 특별한 주의가 요구된다.

(12) VHF 안테나의 설치

- (가) 의무적 AIS VHF안테나의 설치위치는 신중하게 검토되어야 한다.
- (나) 디지털 통신은 아날로그 음성통신에 비하여 마스트나 붐과 같은 구조물에 의한 반사로 야기되는 방해·간섭에 훨씬 예민하다.

(다) 간섭영향을 최소화하기 위하여 다음 지침을 적용하여야 한다.

- 1) AIS VHF안테나는 수직분극(Vertical Polarization)을 가진 무지향성 이어야 한다.
- 2) AIS VHF안테나는 전도성 물질로 만들어진 구조물로부터 수평방향으로 최소 2미터 이상 떨어지고 고도가 높은 위치에 설치되어야 한다.
- 3) 안테나는 어떠한 대형 수직구조물 가까이 설치하여서는 안된다.
- 4) AIS VHF안테나는 360도 전방위에 걸쳐 수평면을 자유롭게 볼 수 있어야 한다.
- 5) AIS VHF안테나는 레이더나 기타 무선송신 안테나와 같은 간섭을 일으키는 고출력 에너지원으로부터 안전하게 떨어져서 설치되어야 하며, 송신빔으로부터 최소한 3미터 이상이 바람직하다.
- 6) 이상적인 경우로 동일한 높이에 하나 이상의 안테나가 있어서는 안된다.

(라) AIS VHF안테나는 선박 VHF 무선전화의 주(Primary) 안테나의 직상 또는 직하에 최소 2미터 이상의 수직거리를 두고 설치하여야 한다.(수평방향의 격리는 요하지 않음)

(마) 만약 그것이 다른 안테나와 동일한 높이에 위치한다면 최소 10미터 이상 떨어져 설치되어야 한다.

### (13) 케이블 설치(Cablling)

(가) 케이블은 신호감쇠를 최소화하기 위하여 가능한 한 짧게 설치하여야 한다.

(나) RG214와 동등 이상의 이중 피복의 동축케이블 사용을 권장한다.

(다) 실외에 설치된 모든 동축케이블의 연결자는 안테나 케이블로 수분이 침투하는 것을 방지할 수 있는 수밀(방수) 설계이어야 한다.



(라) 동축케이블은 분리된 신호케이블 채널·튜브내에 설치되어야 하며, 전력공급선과는 최소 10cm 이상 격리되어야 하고 케이블을 교차시킬 때는 직각으로 하여야 한다.

(마) 동축케이블은 케이블의 Characteristic Impedance의 변화를 가져올 수 있는 날카로운 모서리에 노출되어서는 안된다.

(바) 최소한의 굽힘 반경은 케이블 외경의 5배 이상이 되어야 한다.

(14) 접지

모든 안테나에 Coaxial Down-Lead가 사용되어야 하며, 동축피복의 한쪽 끝은 접지되어야 한다.

(15) GNSS 안테나 설비

A급 AIS는 위성항행시스템(GNSS : Global Navigation Satellite System) 안테나에 연결되어야 한다.

(가) 위치

1) GNSS 안테나는 수평 상방 5도에서 90도까지 관찰고도 범위 내에서 360도 전방위에 걸쳐 수평면을 방해받지 않고 볼 수 있어야 한다.

2) 마스트나 붐 같은 소직경 구조물들은 신호 수신능력을 심각하게 열화 시켜서는 안된다.

3) 그러나 그러한 방해물들은 어떤 주어진 소각도 방위 이상으로 시야를 가려서는 안된다.

4) 안테나는 S-Band 레이더 또는 인마세트 시스템과 같은 고출력 송신기의 송신빔으로부터 최소 3미터 이상 떨어져 설치하여야 한다.

5) 이것은 AIS VHF안테나가 분리되어 설치하도록 설계되어 있다면 AIS VHF안테나도 포함한다.

6) 위성항행보정시스템(DGNSS ; Differential Global Navigation Satellite System)이 포함되어 있거나, AIS시스

템에 연결되어 있다면 그 안테나의 설치는 IEC61108-4, Ed.1, annex D에 따라야 한다.

(나) 케이블 설치

- 1) 최적의 성능을 얻기 위하여 안테나의 사전 증폭기의 이득을 케이블 감쇠와 Match 시켜야 한다.
- 2) Resulting Installation Gain(Pre-Amplifier Gain Cable Attenuation)은 0에서 10dB 범위내 이여야 한다.
- 3) 안테나에서 AIS 연결자 사이의 동축케이블은 전자자기 간섭 영향을 줄이기 위하여 직접 연결되어야 한다.
- 4) 그 케이블은 레이다, 무선송신선, 또는 AIS VHF 안테나 케이블과 같은 고출력선 가까이 설치되어서는 안된다.
- 5) RF-Coupling으로 인한 감쇠를 피하기 위하여 1m 이상 격리하는 것을 권고한다.
- 6) 안테나 케이블을 교차시킬 때는 Magnetic Field Coupling으로 최소화하기 위하여 직각으로 하여야 한다.
- 7) 실외에 설치된 모든 동축케이블의 연결자는 안테나 케이블로 수분이 침투하는 것을 방지할 수 있는 수밀(방수)설계이어야 한다.

(16) AIS는 비상전원에 연결되어야 한다.

(17) 동조

설치후 AIS는 세계표준시간에 동조시켜야 하며 유효한 위치정보를 입력하고 수정하여야 한다.

(18) 선교배치

(가) MKD(Minimum Keyboard and Display)

- 1) 최소 키보드 및 화면(MKD: Minimum Keyboard and Display)의 기능은 선박이 통상 조종되는 위치에서 항해사가 이용할 수 있어야 한다.

- 2) 이것은 AIS의 내부 MKD(통합된 또는 원격) 또는 분리된 화면 시스템에서 동등한 작동을 행하는 수단 일 수 있다.

(나) Pilot Plug

- 1) 파일럿 입력/출력 포터(Port)는 A급 AIS국의 일부분이다.
- 2) 이 포터와 연결된 플러그는 그 Pilot가 PPU(Personal Pilot Unit)를 연결하기 위하여 파일럿의 작동위치 근처 브릿지에 설치되어야 한다.
- 3) 파일럿 플러그는 다음과 같이 형성된다.

가) AMP/Receptacle[Square Flanged(-1) 또는 Free-Hanging (-2)], Shell크기11, 9-핀.(pin), Std.Sex206486-1/2 또는 다음의 단자를 갖는 동등한 것.

- TX A는 Pin 1에 연결                      · TX B는 Pin 4에 연결
- RX A는 Pin 5에 연결                      · RX B는 Pin 6에 연결
- 차폐는 Pin 9에 연결

(다) 디스플레이

- 1) 전자해도(ECDIS), 레이더 또는 선박에서 이용되는 통합된 시스템 같은 AIS정보를 처리 및 나타낼 수 있는 항해설비가 있다면, A급 AIS 이동(통신)시스템은 AIS PI(Presentation Interface)를 통하는 시스템에 연결하여야 한다.
- 2) PI(입력/출력)는 IEC61162-2의 요구사항에 맞아야 하며, 화면 시스템은 역시 MKD의 기능을 포함하여야 한다.
- 3) Installation of the BIIT(Built In Integrity Test) Function  
가) AIS는 경보출력(릴레이)이 가청경보 장치 또는 만약 이용 가능하다면, 선박경보시스템에 연결하는 것을 요구한다.
- 4) 다른 방법으로 BIIT 경보시스템은 PI상의 경보메시지 출력을 사용할 수 있다. 다만, 그 경보시스템이 AIS와 적합하여야 한다[8].

(19) 변동자료 입력

(가) AIS는 위치, 선수방위(Heading) 및 선회율(ROT) 센서와 인터페이스(IEC61162-1 or IEC61162-2 참조)를 가져야 한다.

- 1) 일반적으로 SOLAS 제5장의 탑재요건에 적합하게 설치된 센서는 AIS에 연결되어야 한다. 다만, 부가적인 센서의 설치를 요구하지는 않는다.
- 2) AIS에 의하여 전송되는 센서정보는 선박의 항해를 위하여 사용되고 있는 정보와 동일하여야 한다.
- 3) 인터페이스는 부속서 3과 같이 배치되어야 한다.
- 4) 현재 본선에서 찾을 수 있는 센서가 IEC 61162 Serial Output을 가지고 있지 않다면 인터페이스 시키는 데 문제가 발생할 수 있다.

(나) 위치, 대지침로(COG), 대지속력(SOG)

- 1) GNSS센서는 통상 AIS에 직접 연결시키기에 적절한 위치, COG, SOG을 위한 IEC61162 출력단자를 가지고 있다.
- 2) 그러나 다음사항에 주의하여야 한다.

가) 센서에 의하여 전송되는 위치자료의 측지 기준좌표는 WGS-84이며, IEC61162 DTM Sentence여야 한다.

나) AIS는 안테나의 위치에 대한 두개의 기준점(Reference Points) 즉, 하나는 외부센서 다른 하나는 내부센서에 대한 기준점을 연사 처리할 수 있어야 한다.

다) 하나 이상의 외부 기준점을 사용한다면 기준점 정보를 조절하기 위하여 적절한 정보가 AIS에 입력될 필요가 있다.

(다) 선수방위

- 1) 선수방위 정보를 제공하는 컴퍼스는 AIS에 연결되어야 하는 강제센서이다.
- 2) 선박의 컴퍼스가 IEC61162 출력단자를 제공하지 않는다면

AIS에 연결하기 위하여 변환기(예를 들면 Stepper to NMEA) 필요하다.

- 3) 총톤수 500톤 미만의 몇몇 선박에는 선수 방위정보를 제공하는 컴퍼스를 탑재하고 있지 않을 수 있다.

(라) 선회율

- 1) 모든 선박이 A.526(13)에 따른 선회율(ROT) 지시기를 가지고 있는 것은 아니다.
- 2) 그러나 선회율 지시기가 있고 IEC61162 인터페이스 단자를 포함하고 있다면 AIS에 연결되어야 한다.
- 3) ROT정보가 ROT지시기에서 얻을 수 없다면 선회방향은(선택적으로) 다음과 같은 매체를 통한 선수 방위정보로 부터 얻을 수 있다.

가) 컴퍼스 자체

나) 외부변환기 [(다)선수방위 참조]

다) AIS 자체



(마) 운항상태 정보

- 1) 가장 간단한 방법은 운용자가 선박의 운항상태(정상항해, 묘박중, 조종불능, 조종능력 제한 등)에 대한 정보를 AIS에 입력하는 것이다.
- 2) AIS는 운항상태 표시등(Light)에 연결될 수도 있다.

<표 2-6> 운항 상태별 정보 코드번호

코드번호	항 해 상 태
00	엔진을 가동하여 항해 중
01	닻을 내림(at anchor)
02	조종 불능상태(not under command)
03	제한된 조정(restricted manoeuvrability)
04	선박의 흘수에 의한 제한(constrained by draught)
05	정박(moored)
06	좌초(aground)
07	조업(engaged in fishing)
08	항해(underway sailing)
09	HSC 분류용으로 예정(reserved for HSC category)
10	WIG 분류용으로 예정(reserved for WIG category)
11 ~ 15	Reserved

(20) 고정정보

(가) AIS 규격은 그러한 조항이 존재한다면 어떤 정적 항해관련과 동적정보가 수동으로, 통상적으로 MKD의 수단으로 또는 PI를 통하여 IEC 61162 문장 “SSD” 와 “VSD” 의 수단으로 입력되는 것이 요구된다.

(나) AIS의 최초설치에 입력사항

- 1) AIS의 최초설치에 입력되는 정보는 식별번호(MMSI), IMO 선박번호, 호출부호(Call Sign), 선명, 선종, 전기위치 고정장치(EFPD : Electronic Position Fixing Device) 안테나 위치를 위한

치수/참고 [(20)의 (다)위치의 기준점 참조] 등을 포함한다.

- 2) MMSI, IMO번호 그리고 다른 AIS제어(전력 및 채널고정 같은)로의 접근은 비밀번호(Password)같은 것으로 제어되어야 한다.
- 3) 호출부호, 선명 및 선종은 MKD를 사용하여 수동으로 하거나 또는 PI를 통하여 IEC 61162 문장 “SSD” 와 “VSD” 의 수단으로 AIS에 입력하여야 한다.
- 4) 선종에 관한 정보는 부록2(Rec. ITU-R M.1371-1 표18)에서 주어진 표에 따라야 하는데, 예를 들면, 위험물, 유해물질 또는 해양오염 물질을 수송하지 않는 화물선은 선종 식별자 “70” 을 사용하며 레저용 선박은 식별자 “37” 을 사용한다.
- 5) “3” 으로 시작되는 선종 식별자를 갖는 선박은 표의 4번째 컬럼을 이용하여야 함에 주의할 것.
- 6) 선박, 화물 및 항해조건에 따라 좌우되는 이 정보는 항행관련 정보이기에 항해 시작전 또는 항해중 어떤 시기에 변경이 필요할 수 있다.
- 7) 이러한 것은 표의 4번째 컬럼에 있는 두 번째 Digit에 의하여 정의된다.

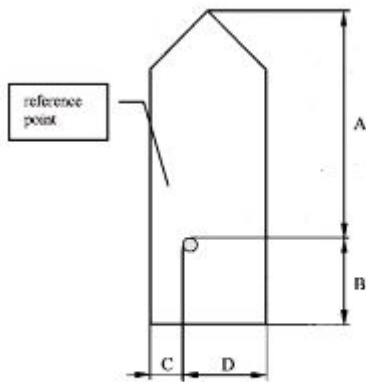
(다) 위치의 기준점(Reference Point of Position)

- 1) AIS는 외부 GNSS안테나 위치용 “외부기준점” 하나, 그리고 만약 내부 GNSS가 위치보고용 폴백(Fallback)으로 사용된다면 내부기준점 하나를 저장한다.
- 2) 기준점의 위치는 (4)선박의 제원에서 기술된 값 A, B, C, D 를 이용하여 설치동안 설정되어야 한다.
- 3) 외부 기준점은 또한 계산된 공통 기준위치가 될 수 있다.
- 4) 부가하여 PI상의 Ship Static Data( “SSD” ) Sentence의 내용은 위치용 기준점을 포함하여 AIS에 의해 연산 처리되고, 그리고 “외부기준점” 용 AIS의 Memory는 이 “SSD” (즉,

INS에 의하여 사용되는)의 내용에 따라서 설정된다.

(라) 선박의 제원(Ship's Dimensions)

- 1) 선박의 제원은 다음 그림에서 보여주는 A, B, C, D 값으로 주어지는 선박의 전장 및 폭을 이용하여 입력하여야 한다.
- 2) 내부 및 외부 기준점을 입력하는 경우 선박의 치수(A+B 그리고 C+D)는 동일하여야 한다.
- 3) 드물게 EPFD 안테나가 직각 모양 선수의 좌측 모서리에 설치 되는 경우, A와C 값은 0 이다.
- 4) 이 경우에 이 값들 중의 하나는 “이용할 수 없음” 으로 오역을 피하기 위하여 1로 고정하여야 한다.  
 왜냐하면 A=C=0은 그 목적으로 사용된다[3].



	Distance (m)
A	0 - 511 ; 511 = 511 m or greater
B	0 - 511 ; 511 = 511 m or greater
C	0 - 63 ; 63 = 63 m or greater
D	0 - 63 ; 63 = 63 m or greater

**The dimension A should be in the direction of the transmitted heading information (bow)**  
*Reference point of reported position not available, but dimensions of ship are available: A = C = 0 and B ≠ 0 and D ≠ 0.*  
*Neither reference point of reported position nor dimensions of ship available: A = B = C = D = 0 (=default)*  
*For use in the message table, A = most significant field, D = least significant field*

<그림 2-4> 선박의 크기와 위치 참조표

(21) 원거리(통신) 기능(Long-Range Function)

- (가) AIS 원거리통신 기능이 작동하려면 원거리통신에 적합한 시스템 즉, INMARSAT-C 또는 GMDSS의 부분으로 MF/HF 설비가 필요하다.



- (나) 만약 이것이 이용 가능하다면 그 통신시스템과 A급 이동통신 장비(Class A Mobile Unit)와 사이의 연결이 이루어져야 한다.
- (다) 이 연결은 AIS의 LR 기능을 소통시키는데 필요하다.
- (라) 그것의 입력/출력 포터는 IEC 61162-2의 요구사항에 맞아야 한다[9].

### 2.3.3 선박안전법령에서의 AIS 설치조건

#### (1) 설치대상 선박

- (가) 해운법에 의한 여객선.
  - (나) 총톤수 150톤 이상 여객선. 다만, 호수·하천을 운영하는 선박과 “유선 및 도선사업법”에 의한 도선은 제외한다.
  - (다) 여객선 이외의 선박으로서 다음 각목의 선박.
    - 1) 국제항해에 종사하는 총톤수 300톤 이상의 선박
    - 2) 국제항해에 종사하지 아니하는 총톤수 500톤 이상의 선박
    - 3) 연안구역 이상을 항행하는 총톤수 50톤 이상의 예선, 유조선 및 위험물을 운송하는 선박
  - (라) 선박길이 45미터 이상의 어선.

#### (2) 선박자동식별장치는 다음 각호의 요건에 적합하여야 한다.

- (가) 적절한 장비를 갖춘 육상기지국, 타 선박 및 항공기에 선박의 제원, 종류, 위치, 침로 및 다른 안전 관련 정보를 포함한 정보를 자동으로 제공할 수 있을 것.
- (나) 유사설비를 갖춘 선박으로부터 (가)의 규정에 의한 정보를 자동으로 수신할 수 있을 것.
- (다) 선박을 감시 및 추적할 수 있을 것.
- (라) 육상기지국과 정보를 교환할 수 있을 것.
- (마) 기타 국토해양부장관이 필요하다고 인정하는 요건

#### (3) 선박자동식별장치에 대한 경과조치

위 (1)의 규정에 의한 선박자동식별장치에 관한 규정의 적용에 있어서 현존선에 대하여는 다음 각호의 규정에 의한 날짜까지 선박자동식별장치를 설치하여야 한다.

다만, 선박자동식별장치를 설치하여야 하는 날짜로부터 2년 이내에 선박을 폐선할 경우에는 그러하지 아니하다.

(가) 국제항해에 종사하는 선박

- 1) 여객선 및 탱커 이외의 총톤수 50,000톤 이상 선박은 2004년 7월 1일까지.
- 2) 여객선 및 탱커 이외의 총톤수 300톤 이상 50,000톤 미만의 선박은 2004년 7월 1일 이후 처음 도래하는 안전설비 검사일 또는 2004년 12월 31일 중 빠른 일시.
- 3) 총톤수 300톤 미만의 예선, 유조선 및 위험물을 운송하는 선박.

(나) 국제항해에 종사하지 아니하는 선박

- 1) 제(1)의제(다)항제3)목에 해당하는 선박
  - 가) 3,000톤 이상은 2004.12.31까지.
  - 나) 500톤 이상 3,000톤 미만은 2006.7.1까지.
  - 다) 150톤 이상 500톤 미만은 2007.7.1까지.
- 2) 제(1)의제(다)항제1)목 및 제2)목의 규정에 의한 여객선은 2005.12.31까지.
- 3) 제(나)항제1)목 및 제2)목 이외의 선박 2008.7.1까지. 다만, 선박길이 45미터 이상 어선은 2008.7.1 이후 최초로 도래하는 정기적인 검사(정기 또는 중간검사)일 까지.

- (4) 다만, 선박자동식별장치(AIS)를 설치하여야 하는 날짜로부터 2년 이내에 선박을 폐선 할 경우에는 <표 2-7>의 적용을 받지 아니 한다 [10].

<표 2-7> 선종별, 톤수별, 항해구역별 AIS 설치기준

대 상 선 박		탑재시기
국 제 항 해	·여객선 및 300톤 이상 탱커	2004. 4. 20
	·50,000톤 이상 화물선	2004. 7. 1
	·300톤 ~ 50,000톤 화물선	2004.7.1 이후 첫 SE검사 또는 2004. 12.31 중 빠른날짜
국 내 항 해	·해운법상 여객선 및 150톤 이상 여객선	2005. 12. 31
	·연해구역 이상 예선, 유조선, 위험물운반선	2008. 7. 1
	- 3,000톤 이상	2004. 12. 31
	- 500톤 이상 ~ 3,000톤 미만	2006. 7. 1
	- 150톤 이상 ~ 500톤 미만	2007. 7. 1
·상기 이외의 선박	2008. 7. 1	

#### 2.3.4 외국적 선박의 설치사례

##### (1) 파나마 국적 선박의 AIS 조기 적용

- (가) 관련규정 : MR'S ADVISORY TO SHIPPING No.A-05-2003 관련
- (나) 2003년 7월 1일부터 파나마운하를 통항하는 선박은 AIS PILOT PLUG 및 POWER RECEPTACLE을 설치하여야 함.
- (다) 설치위치 및 전원 PILOT PLUG은 CONNING POSITION No.1 위치에설 치하고, RECEPTACLE 은NEMA 5-15R로 비상전원에 연결되어야 함.

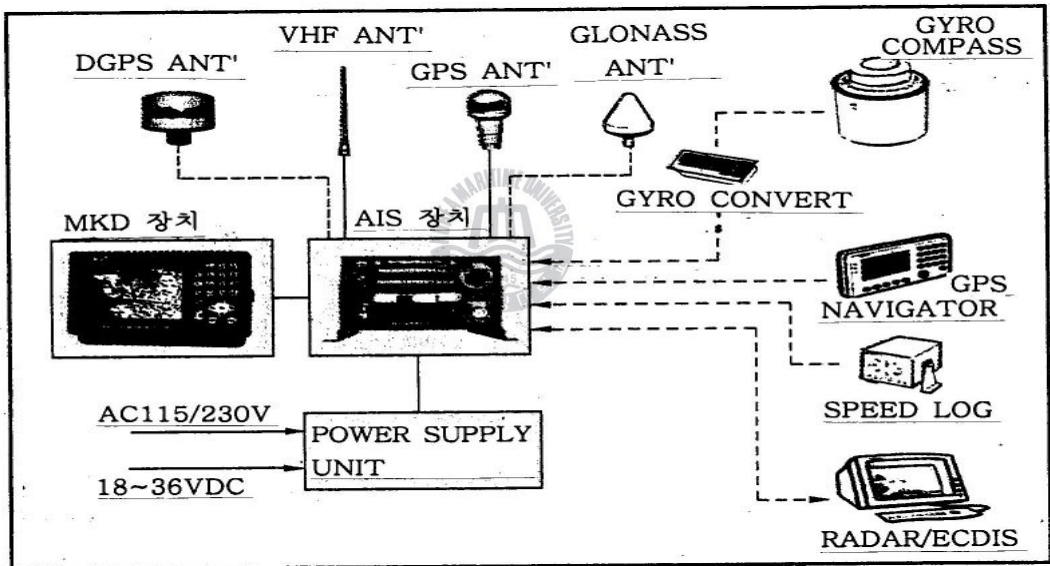
##### (2) GREAT LAKES ST. LAWRENCE SEAWAY SYSTEM AIS 조기 적용

- (가) 관련근거 : BIMCO NEWS(2003.3.6) SOURCE : GREAT LAKES ST. LAWRENCE SEAWAY SYSTEM
- (나) 2003.3.31일부터 ST. LAWRENCE SEAWAY를 통항하는 선박은 AIS PILOT PLUG 및 POWER RECEPTACLE을 설치하여야 함.

## 제 3 장 AIS의 구성과 주요기능 및 특징

### 3.1 AIS 시스템의 구성

일반적으로 선박용 AIS는 한개의 VHF대역 안테나, 송신기, 두 채널의 VHF 수신기, DSC 수신기, 전자측위시스템, 위치보정 및 시간동기를 위한 GNSS 수신기, 속도계, 좌표 방향계 및 기타 선박안전에 필요한 센서들과의 인터페이스 터미널, 화면 표시장치와 데이터의 입력장치 등으로 구성된다.

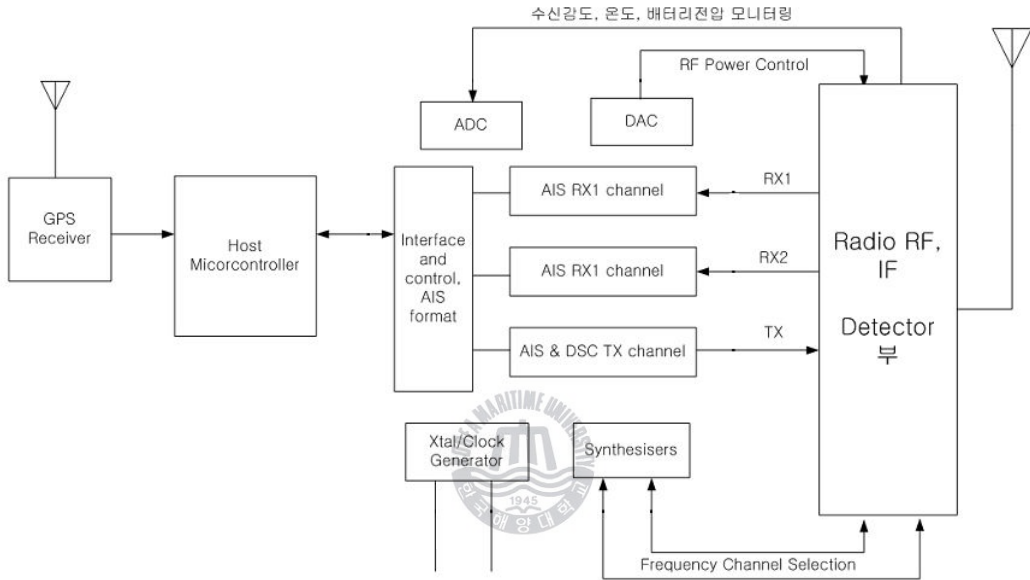


<그림 3-1> AIS와 각종 장비들이 연동된 시스템 구성도

선박과 선박간 송·수신에서 가장 많이 사용하는 알고리즘으로 SOTDMA, RATDMA 등이 있으며 기지국(Base Station) 및 선박국에 위치정보를 보고 하기 위하여 메시지 ID 1번 또는 5번을 주기적으로 정해진 보고율에 의하여 방송한다.

AIS의 전원이 인가된 1분 동안 AIS의 트래픽(Traffic)을 수집하게 되며 수신된 선박국 및 기지국 AIS 메시지들의 타임 슬롯을 계산하고 비어 있는 타임 슬롯을 스스로 할당하며, 이 할당된 타임 슬롯을 예약하고, 이용하여 설정된 주기로 선박의 위치정보를 선박과 기지국(Base Station)으로 방송한다.

<그림 3-2>는 AIS 시스템이 기능별로 구성된 블록 다이어그램이다.



<그림 3-2> AIS의 기능별 블록다이어그램

호스트 마이크로 컨트롤러는 GPS 수신기로부터 1 PPS(Pulse Per Second)의 동기정보를 수집한 뒤, 송신 슬롯을 예약하고 할당하며 AIS의 RX1 채널과 RX2 채널의 각각 두 개의 분리된 수신계통으로 타 선박 또는 기지국으로부터 송신된 신호를 복조하여 인터페이스부로 전달하고, AIS 데이터 포맷에 맞게 재조합된 뒤 호스트 마이크로 컨트롤러로 전달한다.

Radio RF 및 IF 복조부(Detector)는 안테나로부터 유겨된 신호를 수신하고, PLL과 VCO로 LOCAL 주파수를 생성시킨 뒤 Mixer를 거치면서 중간주파수(IF)로 변환한 뒤, 베이스밴드 신호로 만들어 수신기로 보내고

송신데이터는 Radio部에서 VHF 주파수로 변조되어 공중선으로 전달된다.

AIS의 통신방식은 단신방식(Autonomous Transmit & Receive)이며, 송·수신 주파수는 156.025 ~ 162.025MHz, 전파형식은 F1D, G1D, F2D, G2D, F3E 및 채널간격은 25kHz 또는 12.5kHz, 송신출력은 12.5W 또는 2W, 임피던스는 50Ω, 수신감도는 -107dBm에서 Packet 에러율 20% 이하, 수신기는 AIS 수신기 2개, DSC 수신기 1개, 공중선 임피던스는 50Ω, 사용온도 범위로는 -20℃~+50℃, 상대습도는 95%, 사용전원은 DC 13.5V, 사용채널수는 89채널, 외형 크기(W×H×D)는 300×162×128, 소비전력은 184mA(상시 전류)등이 일반적인 규격(Specification)이다.

### 3.1.1 전원부

저 소모전력 구조를 갖기 위하여 전원의 동작모드는 슬립, 아이들, 송신모드 등 3가지로 동작하여야 하며, 저전력 설계로 최소 소모 전력으로 운영될 수 있도록 제공되어야 하고, AC전압은 110V or 220V, DC전압은 +18 ~ 36V(가변범위 : +30%, -10%), DC전류는 10A, 사용 온도는 -15℃ ~ +55℃, 상대습도 40℃에서 95%, 진동 IEC60945 ed.4(2002)이며 1일(24시간) 4Ah 이하로 전원을 소모하여야 한다.

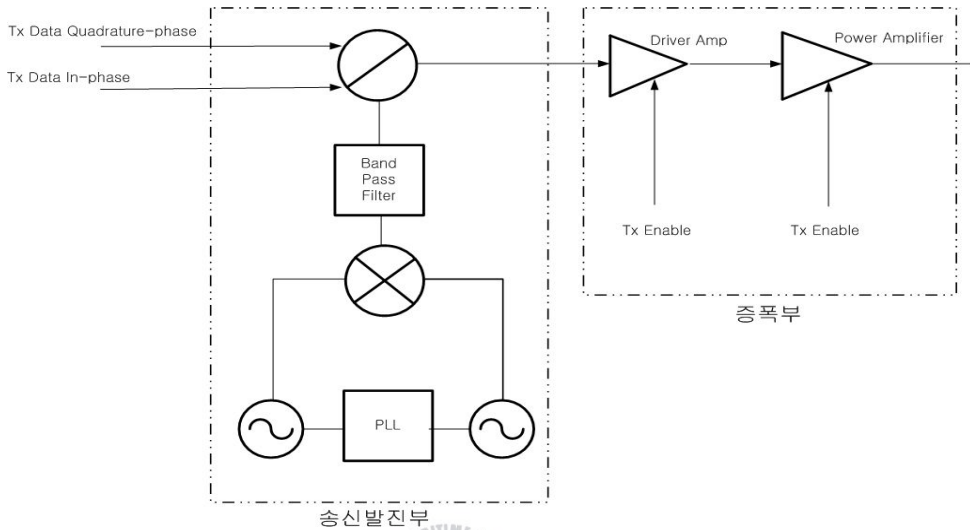
### 3.1.2 발진 및 증폭부

발진부는 크게 데이터 송신을 위한 송신발진부와 수신을 위한 수신발진부로 구성되며 증폭부는 송신출력이 고출력 모드일 경우 12.5W, 저출력 모드일 경우 2W의 전력을 전력 증폭 모듈이 송출한다.

송수신 중심주파수 편차는 ±5ppm을 만족하여야 하고, 발진방식은 특별히 정해진 규정은 없지만 일반적으로 전압제어발진(VCO : Voltage Controlled Oscillator)와 위상동기루프(PLL : Phase Locked Loop) 회로를 사용하여 주파수 신디사이저(Synthesizer)방식을 이용한다.

송신 변조방식은 가우스 필터 최소 편이방식(GMSK : Gaussian

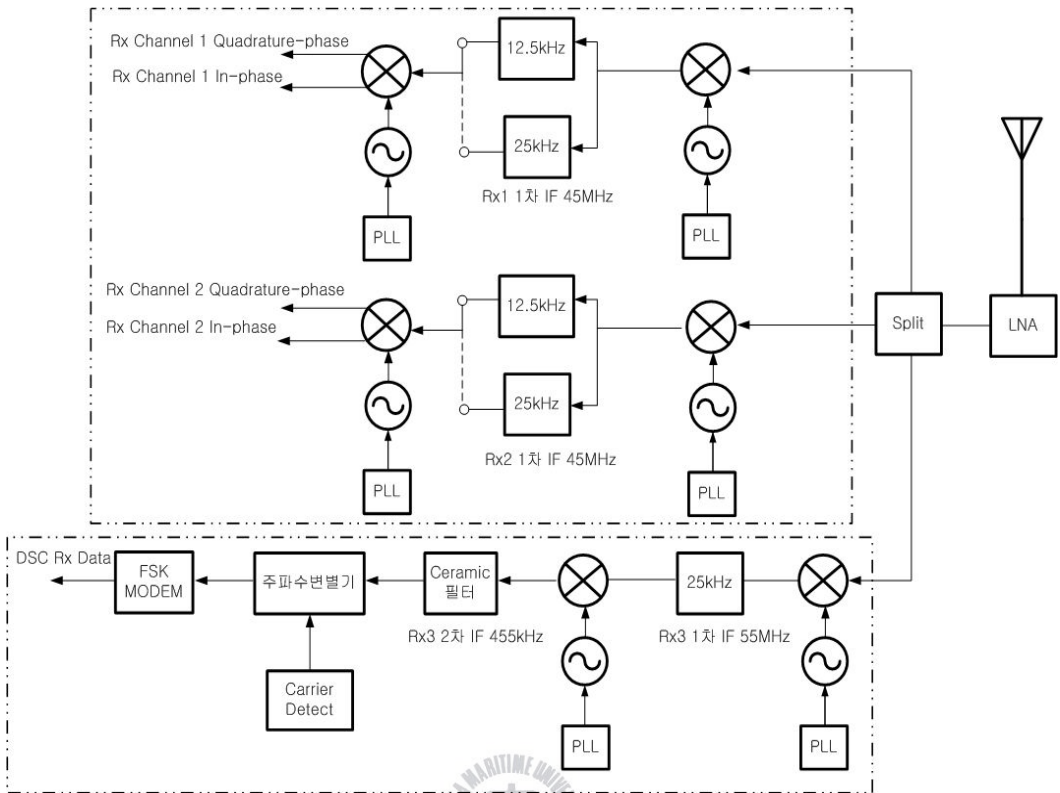
Minimum Shift Keying)를 사용하고, 최대 주파수편이는  $\pm 2.5\text{kHz}$ 이내 이여야 하며, 점유주파수 대폭은  $8.5\text{kHz}$ 이내로, 스프리어스 발사강도는  $-60\text{dBc}$  이하 이여야 한다.



<그림 3-3> 송신 발진부 및 고전력 증폭부 구성도

안테나를 통해서 수신된 RF 신호(161.975, 162.025MHz)는 저역필터(LPF : Low Pass Filter)를 거쳐 1차 중간주파수로 낮춰지게 되고, 대역필터(BPF : Band Pass Filter)와 증폭을 거쳐 다시 2차 중간주파수인 455kHz에서 필터를 거쳐 기저대역(Base Band)에서 복조(Demodulation)되어 GMSK 모뎀으로 전달되며 GMSK 모뎀은 기저대역에서 변조된 신호를 추출한다.

수신발진부의 주요기능을 보면 수신방식은 더블 슈퍼헤테로다인방식이고, 1차 중간 주파수는 45/45.1MHz, 2차 중간주파수는 455kHz이고, 1차 국부발진 주파수는 +45 또는 45.1MHz, 2차 국부발진주파수는 455kHz, 주파수 변동율은  $\pm 5\text{ppm}$  이내, 수신감도는  $1\mu\text{V}$  이하에서 에러율 20%이내, 감쇄율은 25kHz 이내에서 70dB 이하, 스프리어스는 70dB 이상이고, 종합왜율 및 잡음은 5% 이하, 감도 역압효과는  $6.3\text{mVp-p}$  이상이어야 한다.



<그림 3-4> 수신부 및 DSC FSK 수신 복조부 구성도

### 3.1.3 변조 및 자가진단

Radio 수신부를 통하여 복조된 RF신호는 GMSK 변조된 신호이므로 2진 데이터를 처리할 수 있는 CPU에서는 처리가 불가능하다. 따라서 GMSK 모뎀을 통하여 GMSK 변조된 신호를 복조(2진 데이터 화)하여 CPU에서 데이터를 분석할 수 있도록 하여야 한다.

송신 데이터 역시 CPU에서 나오는 데이터는 2진 데이터이며, 이 2진 데이터를 GMSK 모뎀에서 변조하여 송신부로 전달한 후, 다시 주파수변조하여 송신한다.

송신부 입력을 위한 2진 데이터의 경우는 기저대역인 2진 데이터를 바로 사용하지 않는데, 2진 데이터를 그대로 변조할 경우 데이터의 양이 상당히 많아지게 되며 이 정보를 그대로 전송할 경우 RF Carrier



의 중심주파수에서 점유주파수 대역폭이 늘어나게 되므로 MSK의 일종인 GMSK로 변조하여 데이터의 양을 압축하고 Carrier의 대역폭을 줄일 수 있게 되며 같은 주파수 대역폭에서 채널수를 많이 확보할 수 있게된다.

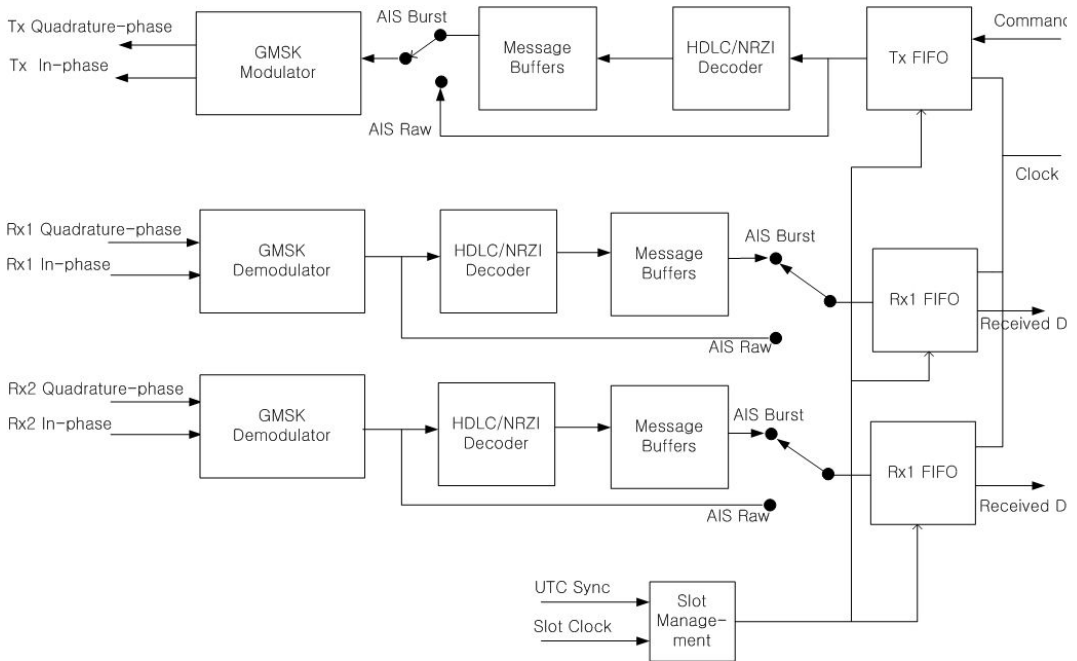
CPU와 메모리(Memory)는 인터페이스를 통하여 들어온 각 센서정보와 메모리에 저장되어 있는 AtoN 정보와 취합하여 TDMA(SOTDMA, RATDMA) 알고리즘으로 처리되는 프로그램에 의해 데이터를 송신하게 되며 CPU는 외부에 연결된 센서의 상태에 따라 현재 값을 전송하기도 하고 장비에 이상이 발생할 경우 상태정보를 기지국으로 전달하기도 한다.

### 3.1.4 안테나 및 기타 부속장치

기타 부속장치 중 인터페이스 모듈은 외부에 연결된 센서(기상, 조류, 전압, 전류)의 정보들은 각기 다른 포맷(RS232, RS422등)으로 정보를 보내게 되며 이렇게 각기 다른 포맷으로 보내진 정보를 수집하면 CPU에서 처리할 수 있도록 TTL 레벨로 변경하고 다시 CPU에서 보내진 정보를 각 센서에서 인식할 수 있는 신호 포맷으로 변경하여 센서로 보내게 된다.

각 센서들은 각각의 포트(채널)를 이용하여 정보를 보내어 지는데, 이 여러 포트에서 보내진 정보를 버퍼에 일시에 저장하고 하나의 포트를 통하여 CPU에 전달되게 된다.

GPS 수신기의 수신채널은 12채널, 12위성 추적이며 수신 주파수 및 코드는 1575.42MHz와 C/A 코드, 위치 고정시스템은 All in View, 8-Status Kalman Filter이고 위치정도는 약 100m 시간의 95% (GPS) 또는 약 10m 이내 시간의 95% (DGPS), 추적속도는 900 kts, 위치고정 시간은 약 90 초 이내(Cold Start) 또는 약 30 초 이내(Warm Start), 위치 갱신간격은 1초, DGPS 수신은 RTCM SC-104 Ver 2.1 Format, VHF 안테나의 방사패턴은 반구형이고 편파는 수직편파, 이득은 0 dBi 및 VSWR는  $\leq 1.5$  이하의 특성을 가진다[10].



<그림 3-5> 변조부 및 복조부 구성도



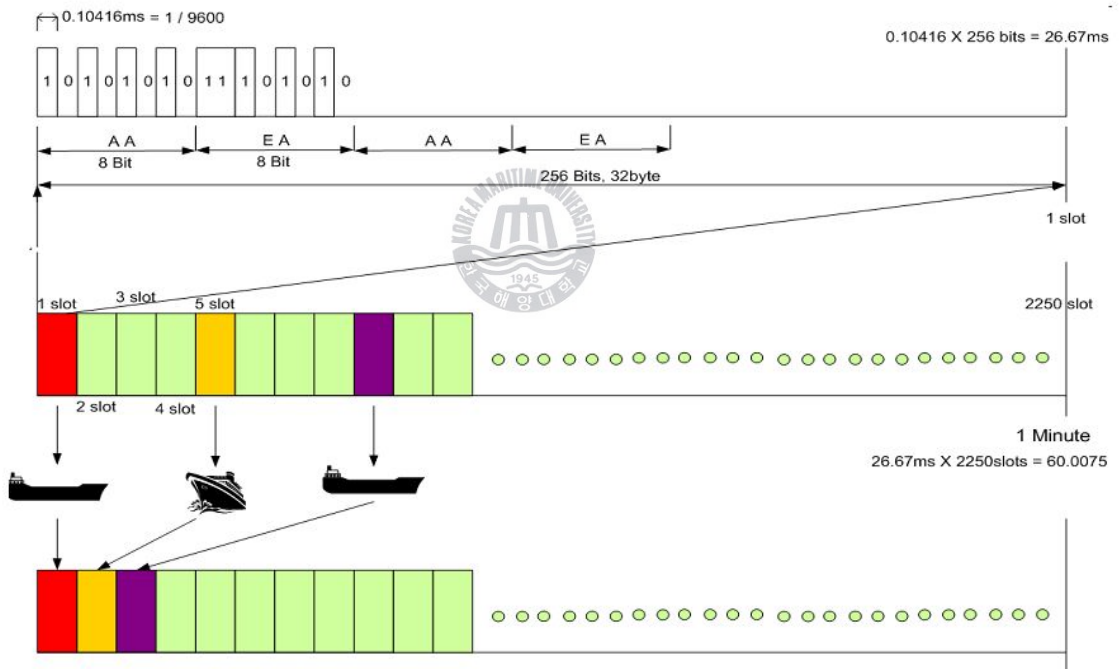
### 3.2 AIS 시스템의 주요기능과 특징

AIS 시스템은 선박 및 항공기, 고정된 장치 혹은 부유하고 있는 장치가 충돌로부터 안전하게 항해할 수 있도록 도와주는 장치로서 AIS 송·수신기는 자신의 위치와 상황을 주기적으로 방송하여 AIS 송·수신기를 탑재하고 있는 선박이 근접했을 때 레이다, GPS, 기타장치와 더불어 선박의 정보를 표시하는데 이때 AIS의 SOTDMA(Self-Organising Time Division Multiple Access)가 송·수신 슬롯 할당을 자율적으로 수행한다.

AIS의 메시지는 GNSS 또는 자체 동기정보에 의해서 매우 정밀하게 동기가 맞춰진 상태에서 해당 메시지를 송신하며, 1분 동안 2개 수신 채널로부터 제공된 4,500개의 정보를 처리하고, 각 선박간 간섭이나 통신장애가 일어나지 않도록 고려됨은 물론 해상용 AIS를 위하여 국제전기통신

연합(ITU)은 2개의 주파수를 할당 (161.975MHz, 162.025MHz)하여 사용하고 있으며, 이 두 주파수 채널은 각각 2,250개씩의 슬롯으로 시간분할되어 TDMA 통신이 가능하도록 구성하고 있다.

<그림 3-6>에서 보는바와 같이 신호구성은 1 비트당 0.10416ms가 소요되고 1 슬롯에 26.67ms가 소요되어 1분에 2,250개의 슬롯이 형성되며 선박에 탑재되는 AIS는 SO(Self-Organizing) TDMA나 CS(Carrier Sense) TDMA 방식을 통하여 상대적으로 슬롯을 할당 받지만, AIS-SART는 1차 우선 순위인 수색·구조(SAR)통신으로서 고정되어 있는 슬롯을 할당받는 FA(Fixed Access) TDMA를 사용한다.



<그림 3-6> AIS의 채널 프레임 구조

### 3.2.1 AIS 신호의 구성

- (1) 선박에 의해서 송신되는 AIS 정보는 세가지 형태로 구성된다.
  - (가) AIS 설치시에 입력되고 선명 및 선박의 형태를 변경하는 때에 재입력되는 정보인 정적정보 또는 고정정보
  - (나) 일반적으로 AIS와 접속된 선박의 센서들로부터 자동적으로 갱신되는 동적정보
  - (다) 항차가 수행되는 동안 수동으로 입력하고 최신화를 필요로 하는 항차관련 정보



<그림 3-7> 정박 및 운항선 자동식별 사례

- (2) 모든 선박의 센서는 효용성, 정확성, 식별성, 갱신비율 상태, 동작불량, 알람 및 인터페이스에 대하여 IMO의 운용규정에 따라야 하고, 일정간격 또는 연속적인 BIIT, 데이터의 유용성 검사, 송신되는 데이터의 에러 탐지시스템, 수신된 자료의 에러 검사 기능 등을 갖추어야 하며 <그림 3-7>은 선박의 정박 상태에 따른 AIS의 식별사례를 나타내고 있다.
- (3) AIS의 디스플레이에 데이터 표시를 위해 최소 3줄을 제공하고, 각 줄은 선택된 선박의 방위, 거리 및 선명을 표시한다.

- (4) IMO의 성능기준에 따르면 선박의 AIS 송신용량은 최소한 분당 2,000 타임 슬롯(Time slot) 정도 이어야 하며 ITU 기술기준은 분당 4,500 타임 슬롯을 송신할 수 있어야 한다고 규정하고 있다.
- (5) 방송모드는 400~500%까지 처리할 수 있는 (S)TDMA 원리에 기반을 두고 있으며, 8~10마일 이내의 선박 상호간에는 선박 대 선박 모드로 100% 처리할 수 있는 것이다.
- (6) 시스템이 오버로드 될 경우, 멀리있는 목표물은 근접한 목표에 우선권을 부여하기 위하여 버려지게 되는데, 이는 AIS가 주로 선박 대 선박으로 운용되기 때문이다.
- (7) 이러한 시스템은 자율, 자동, 지속모드로 방송에 우선적으로 사용하여야 하며, 또한 지정, 호출모드에서도 TDMA 기술을 이용하여 사용할 수 있어야 한다.
- (8) AIS 이동국은 무선규칙(Radio Regulations) 규정의 첨부18과 ITU-R M.1084 첨부4 에 따라 반복신 모드에 25kHz 또는 12.5kHz 로 VHF의 단신 또는 복신 채널로 운용하도록 설계되어야 한다.
- (9) 기지국은 양방향통신(Full-Duplex) 또는 반복신(Half-Duplex) 통신 중 어느 것이든 단신채널 또는 복신채널을 이용하여야 한다.
- (10) AIS는 ITU-R M.1084와 RR규정의 첨부 S.18에 따라 대역폭이 25kHz 대역은 외해(high seas)에서, 12.5kHz 또는 25kHz 대역은 각국에 인접한 해역에서 관계당국이 정한 대역을 사용한다.
- (11) 변조방식은 GMSK/FM(Gaussian Minimum Shift Keying/Frequency Modulated) 구조를 갖는다.
- (12) VHF 무선전화 송수신기의 주파수 안정도는  $\pm 3\text{ppm}$  이상이어야 한다.
- (13) 데이터 송신속도는 9,600 bit/s  $\pm 50\text{ppm}$ 이어야 한다.
- (14) TX-ON 신호의 뒤에 트랜스미터 RF Attack Time은 1ms를 넘지 않아야 한다. 트랜스미터 RF Attack Time이란 TX-ON 신호로부터 RF 전력이 정상수준의 80%에 이르기까지 걸리는 시간이다.

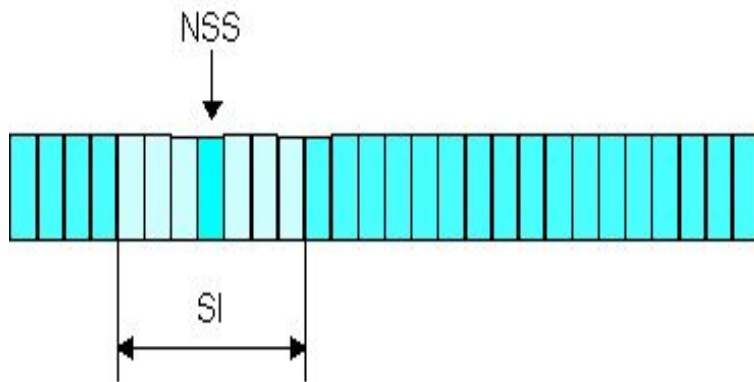
- (15) 트랜스미터 송신주파수의 안정화 시간은 TX-ON 신호의 뒤에 1ms 이내에  $\pm 1.0\text{kHz}$  이내 이어야 한다[3].

### 3.2.2 AIS 신호의 특징

AIS는 SOTDMA 알고리즘을 사용하는데 이는 선박 대 선박 간 통신시 자율적으로 슬롯 할당을 가능하게 해주는 알고리즘이며 스테이션에 처음으로 전원을 인가하면 초기화 모드에 진입하여 1분간 해당채널에 수신되는 각 스테이션을 검색해 현재 할당된 슬롯과 예약된 슬롯을 업데이트 한 후 Network Entry 모드로 진입하게 되며 진입 후 첫번째 슬롯을 선택하면 데이터링크 상에서 나타날 준비를 한다.

다음에는 NI(Nominal Increment)를 결정하고 NI는 분당 희망하는 보고율을 나눈 값으로 NI를 할당하는데 <그림 3-8>에서 첫번째 송신 슬롯을 선택하기 위해 먼저 NSS(Nominal Start Slot)를 선택하게 되는데, NSS는 NI 슬롯보다 앞서고 현재의 슬롯에서 랜덤하게 선택한다.

그 후 SI(Selection Interval)가 결정되고, NSS 슬롯이 중간이 되도록 SI 슬롯은 NI 슬롯의 20% 정도에서 할당한다[3].



<그림 3-8> SI내 NSS Slot 할당

이렇게 할당된 슬롯이 사용 가능한 슬롯인지 아닌지를 체크하여 만일 사용 가능한 슬롯이 아닐 경우 왼쪽 또는 오른쪽 인접 슬롯을 체크하고 이러한 과정은 SI 범위 내에서 사용할 수 있는 채널이 나올 때까지 계속 반복되며 분명히 사용 가능한 슬롯이 존재한다.

하지만 채널이 최대로 사용 중이면 자신의 위치에서부터 가장 거리가 먼 곳에 있는 사용 중인 슬롯은 재사용 하도록 할당한다.

이렇게 선택된 슬롯은 NTS(Nominal Transmission Slot)가 되며 NTS 슬롯이 도착하자마자 첫 프레임 모드로 진입하게 되고, 첫 프레임 모드에서 스테이션은 NTS 슬롯과 위치를 송신할 슬롯을 연속적으로 할당한 후 각각의 NTS 정보는 4~8분 사이에 할당하게 된다.

첫번째 NTS 슬롯이 도착하자마자 새로운 NS와 NTS는 다음 송신에서 다시 할당되고, NI와 NTS 슬롯이 더해져서 송신하게 되며 새로운 SI는 NS 주위에 위치한다.

NTS는 이전에 할당된 위치에 존재하는 등 이러한 일련의 과정이 1분이 지나고 초기 NSS 정보가 올라오면 연속운용(Continuous Operation) 모드로 진입하게 되며 이 모드에서의 각 스테이션은 할당된 NTS를 송신하고 슬롯 타임아웃을 감소시킨다.

타임아웃이 0이 되었을 때, 새로운 NTS가 SI내에서 생성되며 본 모드는 시스템이 꺼질 때까지 혹은 할당모드, 보고율 변경 등이 있을 때까지 계속 이어진다.

### 3.2.3 AIS에서 사용하는 메시지 구조

선박 상호간의 위치보고를 위하여 주로 사용하는 메시지는 1,2,3번 메시지가 가장 많이 사용되며 다음 <표 3-1>은 메시지 프로토콜의 구조이다[3].

<표 3-1> 메시지 1,2,3 protocol 구조(위치보고)

파라미터	비트수	설 명
메시지 ID	6	메시지 1,2,3 에 대한 식별자
반복지시자	2	메시지가 몇 번 반복되었는가를 지시
ID	30	MMSI 번호
항해상황	4	0=항해중, 1=정박중, 2=Not under command, 3=제한된 항해중, 4=contrained by her draught, 5=moored, 6=aground, 7=engaged in fishing, 8=under way sailing, 9=reserved, 11-14=reserved for future use, 15 = not defined = default
Rate of turn ROTAIS	8	0 to +126=turning right at up to 708° per min or higher 0 to -126=turning left at up to 708° per min or higher Values between 0 and 708° per min coded by ROTAIS=4.733 SQRT(ROTsensor) degrees per min +127=turning right at more than 5° per 30 s (No TI available) -127=turning left at more than 5° per 30 s (No TI available) -128 (80 hex) indicates no turn information available (default). ROT data should not be derived from COG information.
SOG	10	Speed over ground in 1/10 knot steps (0-102.2 knots) 1 023 = not available, 1 022 = 102.2 knots or higher
Position accuracy	1	The position accuracy (PA) flag should be determined in accordance with Table
경도	28	1=high(=10 m), 0=low(=10 m), 0=default Longitude in 1/10 000 min( $\pm 180^\circ$ , East= positive(as per 2' 's complement), West= negative (as per 2' 's complement). 181=(6791AC0h)=not available=default)



위도	27	Latitude in 1/10 000 min ( $\pm 90^\circ$ , North=positive (as per 2' 's complement), South=negative (as per 2' 's complement)). 91° (3412140h)=not available=default)
COG	12	Course over ground in 1/10=(0-3599). 3600 (E10h)=not available=default. 3 601-4 095 should not be used
True heading	9	Degrees (0-359) (511 indicates not available = default)
Time stamp	6	보고가 발생하였을 때, UTC 초(0-59; 만일 time stamp가 가용치 못하면 60이며 또한 기본값을 가져야함또는 만일 전자 고정시스템이 평가(계산 불가:dead reckoning)모드이면 61; 또는 만일 위치 시스템이 수동입력모드이면 61;또는 만일 위치 시스템이 비동작중이면 63)
special manoeuvre indicator	2	0 = not available = default 1 = not engaged in special manoeuvre 2 = engaged in special manoeuvre (i.e.: regional passing arrangement on Inland Waterway)
(RAIM)-flag	3	Not used. Should be set to zero. Reserved for future use.
RAIM-flag	1	전자위치고정장치(Receiver Autonomous Integrity Monitoring)의 flag; 0=RAIM을 이용안함=기본값 1=RAIM사용
Communication state	19	2개의 슬롯을 점유
총 비트수	168	2개의 슬롯을 점유

## 제 4 장 성능측정 및 평가

### 4.1 성능측정 시스템의 구성

제2장 및 제3장에서 기술한 AIS 장치에 대한 성능측정에는 여러 계측기들을 조합하여 사용하였으며 어떤 시스템이나 장치의 성능과 특성을 파악하려면 주파수 영역(Frequency Domain)으로 전기적 신호를 분석하여야 하는데 스펙트럼 분석기는 어떤 주파수 성분의 신호들이 어느 정도의 세기를 갖고 있는가를 주파수영역으로 표시해 주며 이때 수평축 단위로 kHz/Span, MHz/Span 등으로 표시하고 수평축 주파수 간격을 Span으로 구분한다.

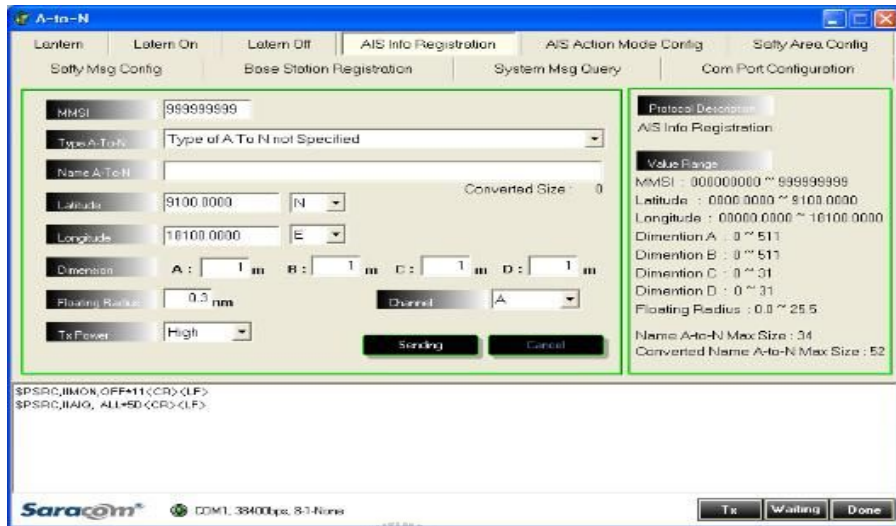


<그림 4-1> Agilent社 스펙트럼 분석기

VHF Communication Tester는 VHF 장비의 송신전력 및 수신감도 등 복합적인 측정을 할 수 있는 계측기이며, 전용프로그램을 이용하여 AIS 프로그램을 설치하거나 갱신이 용이하도록 프로그램은 각각 CPU 보드와 인터페이스에 프로그램을 설치한 후, 프로그램을 이용하여 송신 주기 및



장비의 제원 및 각 메시지의 송신 주기 설정 프로그램은 외부 PC를 통한 인터페이스로 AtoN의 제원을 외부에서 변경하거나 각 메시지의 송신 주기를 사용자 임의로 변경이 가능하다.

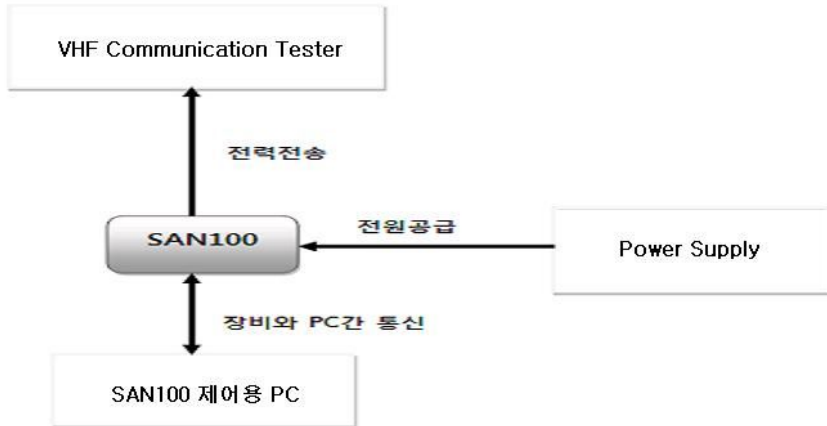


<그림 4-4> AIS 송신주기 변경을 위한 운용 S/W

## 4.2 측정 기준과 구성도 및 주요제원

### 4.2.1 공중선 전력

무변조 상태에서 송신기의 종단과 급전선 사이(공중선 정합기가 내부에 있는 경우 정합기의 후단, 외부에 있는 경우 정합기 전단) 또는 시험용 단자에 연결하여 고주파출력계, 주파수측정기, 스펙트럼분석기, 오실로스코프 등으로 측정할 수 있으며 기술기준 허용치는 정격전력(12.5W)의  $\pm 1.5\text{dB}$ (10W ~ 17W이내) 이내로 <그림 4-5>와 같은 방법으로 측정한다.



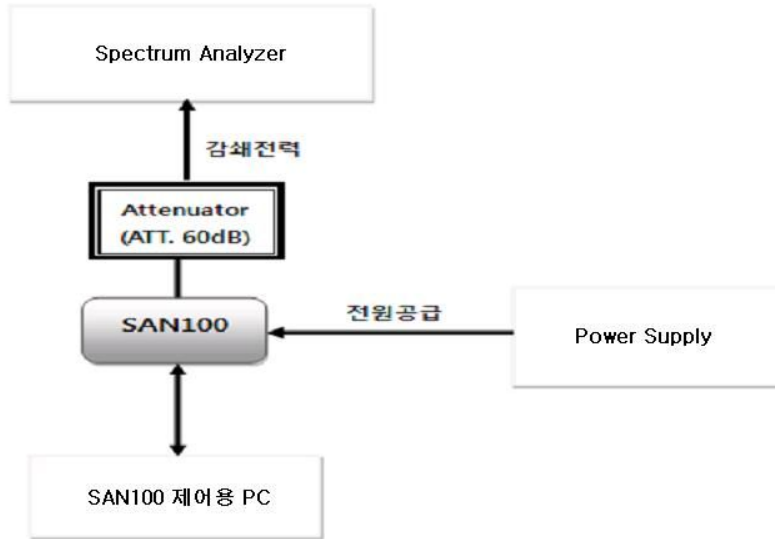
<그림 4-5> AIS 장치의 공중선전력 및 주파수 측정

#### 4.2.2 주파수 허용편차

발사에 의하여 점유하는 주파수대의 중심주파수와 지정주파수 사이에 허용될 수 있는 최대편차 또는 발사의 특성주파수와 기준주파수 사이에서 허용될 수 있는 최대편차를 말하며 백만분율 또는 헤르츠로 표시하며 <그림 4-5>와 같이 송신기의 무변조 반송파를 주파수측정기, 스펙트럼분석기 등으로 측정하고 요구조건으로는  $\pm 500\text{Hz}$  이상 초과하지 않아야 한다.

#### 4.2.3 변조 스펙트럼

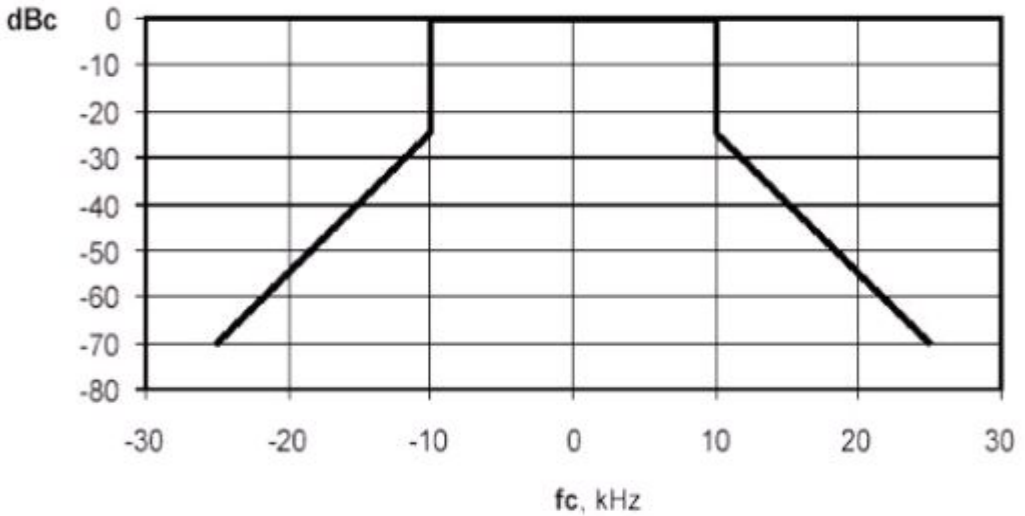
정상적인 동작 조건하에서 송신기에 의해 만들어진 일시적 측파대 (sideband)들이 변조가 허용 가능한 마스크 이내로 들어오는지 여부를 측정하는 것으로 <그림 4-6>과 같이 측정한다.



<그림 4-6> 변조 스펙트럼 측정

스펙트럼 분석기에 입력되는 신호는 스펙트럼 분석기를 과부하로부터 보호하기 위하여 0dBm이하의 소신호가 입력되도록 하여야 하며 +40dBm이상의 신호는 감쇄기 등을 부가하여 0dBm이하의 신호로 저감시켜 입력하고 측정결과 <그림 4-7>의 방사마스크 이내에 들어와야 한다.

- (1) 공중선과 공중선으로부터 제거된  $\pm 10\text{kHz}$  사이의 영역에서 변조와 일시적인 측과대는 0dBc 아래 이어야 한다.
- (2) 공중선으로부터 제거된  $\pm 10\text{kHz}$ 에서 변조와 일시적인 측과대는 -25dBc 아래 이어야 한다.
- (3) 공중선으로부터 제거된  $\pm 25\text{kHz}$ 에서 변조와 일시적인 측과대는 -60dBc 또는 -30dBc 보다 낮은 값 아래이어야 한다.
- (4) 공중선으로부터 제거된  $\pm 10\text{kHz}$ 에서  $\pm 25\text{kHz}$ 사이의 영역에서, 변조와 일시적인 측과대는 이 두 지점 사이에 열거된 선보다 아래 이어야 한다.



<그림 4-7> 변조 스펙트럼 허용기준 MASK

#### 4.2.4 최대 주파수 편이

주파수 변조파로 변조가 걸릴 때는 변조 입력의 크기에 따라 반송파가 그 주파수보다 빗나가 있게 되는데 이 반송파가 빗나가 있는 최대 주파수를 말하며 점유주파수대역폭이 16kHz인 송신장치의 경우 최대 주파수 편이는  $\pm 5\text{kHz}$ 를 초과하지 아니하여야 한다.

#### 4.2.5 수신 감도

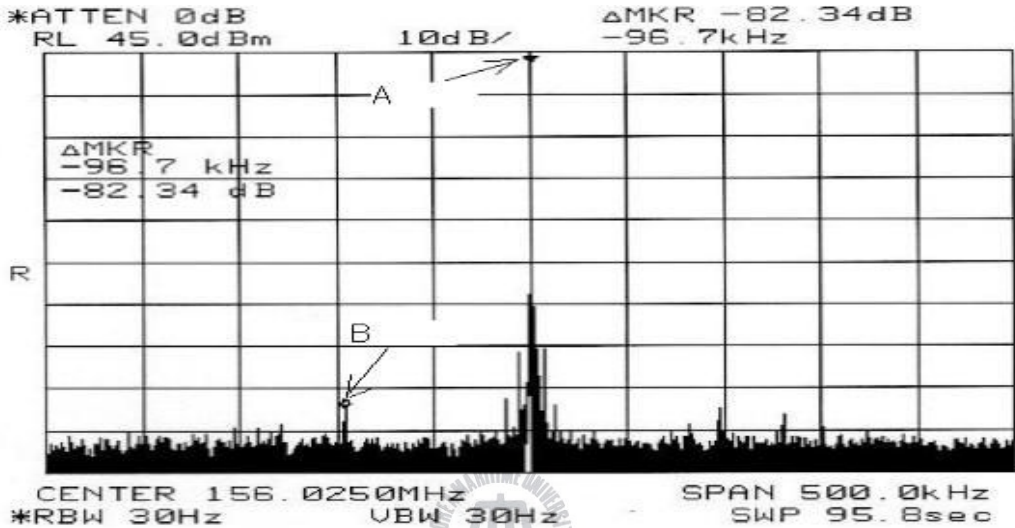
수신부에서 신호를 명료하게 수신할 수 있는 능력을 말하며 수신감도는 SINAD 20dB에서 RF 입력은  $-107\text{dBm}$  이하 이어야 한다.

### 4.3 측정결과 및 평가

#### 4.3.1 스프리어스(하모닉스)측정

필요주파수대폭 바깥쪽에 위치한 하나 이상의 주파수에서 발생하는 발사(대역외 발사를 제외한다)로서 정보전송에 영향을 미치지 아니하고 그 강도를 저감시킬 수 있는 것으로 고조파발사, 기생발사, 상호변

조 및 주파수 변환 등에 의한 발사를 포함한 발사를 말하며, AIS의 통상 동작 상태에서 안테나 인입단자에서 유도하여 스펙트럼 분석기로 중심주파수 156.025MHz를 측정(A지점)하고 이에 따른 불요파를 측정(B 지점)하여 두 지점간의 신호레벨 차로 정상 동작여부를 판정 한다.



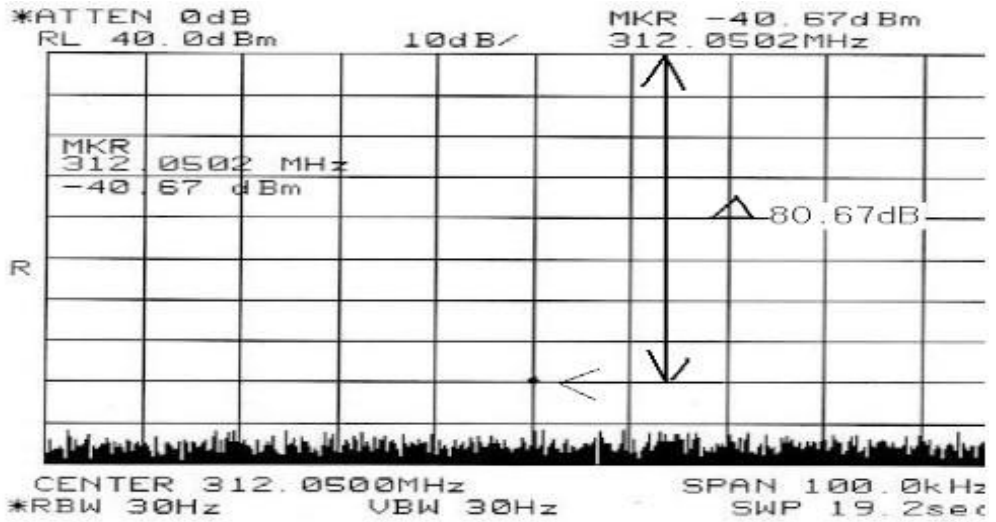
<그림 4-8> 156.025MHz에서의 스프리어스 측정

<그림 4-8>은 156.025MHz의 출력을 통상 동작 상태에서 스펙트럼 분석기 등으로 불요발사의 세기를 측정한 결과 A지점과 B지점 간 신호의 차가 82.34dB 인 것을 확인할 수 있고, 국제기준(IEC)에서는 80dB 이상으로 규정하고 있으며 기준치 이내에서 양호하게 측정 되었다.

고조파 성분에 의한 스프리어스란 기본주파수(Fundamental Frequency)의 2,3 배수의 주파수성분에 해당하며 여기서 156.025MHz의 제2 및 제3고조파는 312.05MHz, 468.075MHz가 된다.

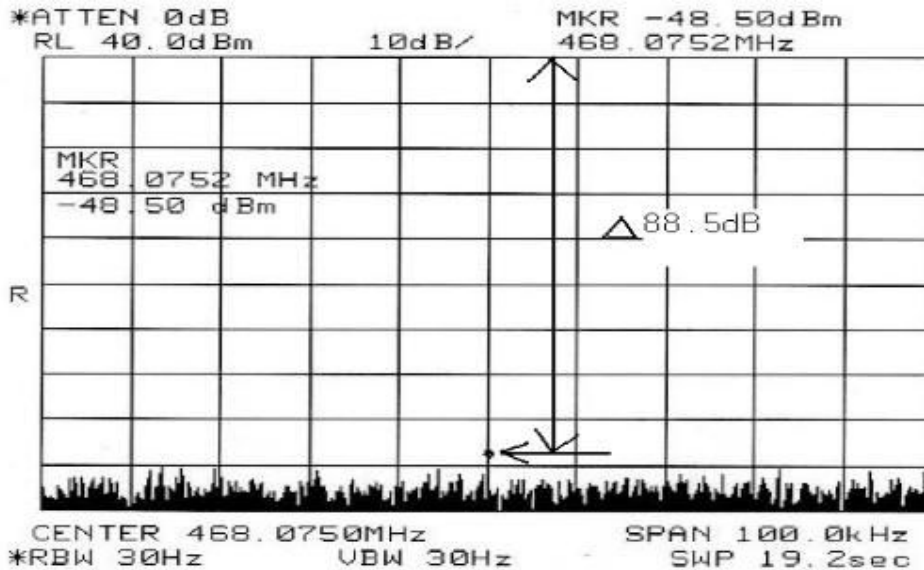
<그림 4-9>는 156.025MHz에서의 제2고조파를 측정한 것으로 중심주파수와 제2고조파 성분의 신호의 세기를 감산하면  $+40\text{dBm} - (-40.67\text{dBm}) = 80.67\text{dB}$  로 기술기준에 적합하다.





<그림 4-9> 156.025MHz에서의 2nd 하모닉스 측정

<그림 4-10>은 156.025MHz에서의 제3고조파를 측정한 것으로 중심 주파수와 제3고조파 성분의 신호의 세기를 감산하면  $+40\text{dBm} - (-48.5\text{dBm}) = 88.5\text{dB}$  로 기술기준에 적합하다.



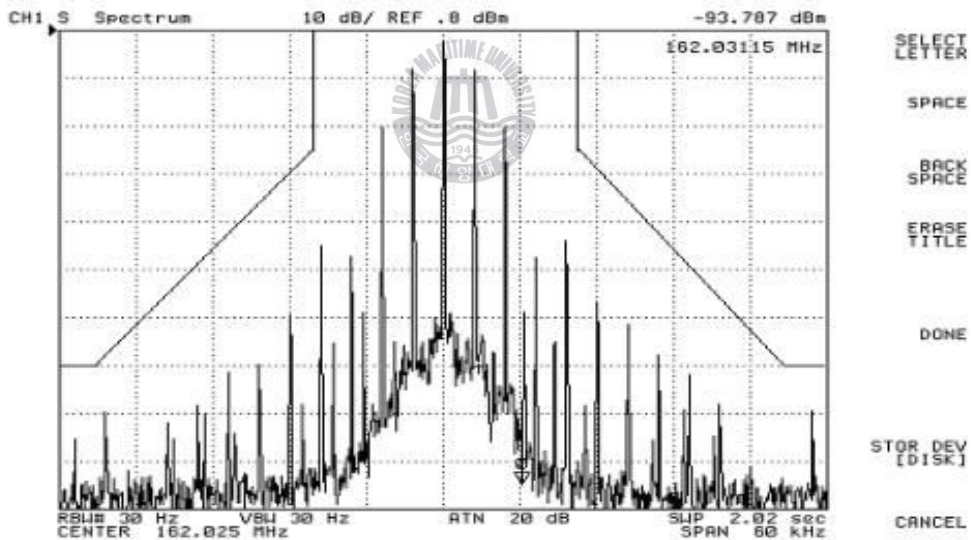
<그림 4-10> 156.025MHz에서의 3rd 하모닉스 측정

### 4.3.2 점유주파수 대역폭 측정

점유주파수대폭이란 변조의 결과로 생기는 주파수대폭의 하한주파수 미만의 부분과 상한주파수를 초과하는 부분에서 각각 발생되는 평균전력이 따로 정하는 경우를 제외하고 각각 0.5%와 같은 주파수대폭을 말하며 정보를 전송하는 전파에 포함되어 있는 주파수 성분이다.

점유 주파수 대역폭 및 필요 주파수 대역폭의 정의에 실제로 적용하기 곤란한 경우에는 대역폭을 최소한으로 만드는 것이 바람직하며, 발사 전파에 허용율을 적용할 수 있고 주파수를 효율적으로 사용하기 위해서 이 주파수 대역폭은 발사 전파의 형식, 업무의 종별 등에 의해 규정되어 있다[6].

AIS 통신시스템에서 점유주파수 대역폭을 정의할 때는 전술한 바와 같이 변조 스펙트럼 마스크의 가이드라인 안으로 들어와야 된다.

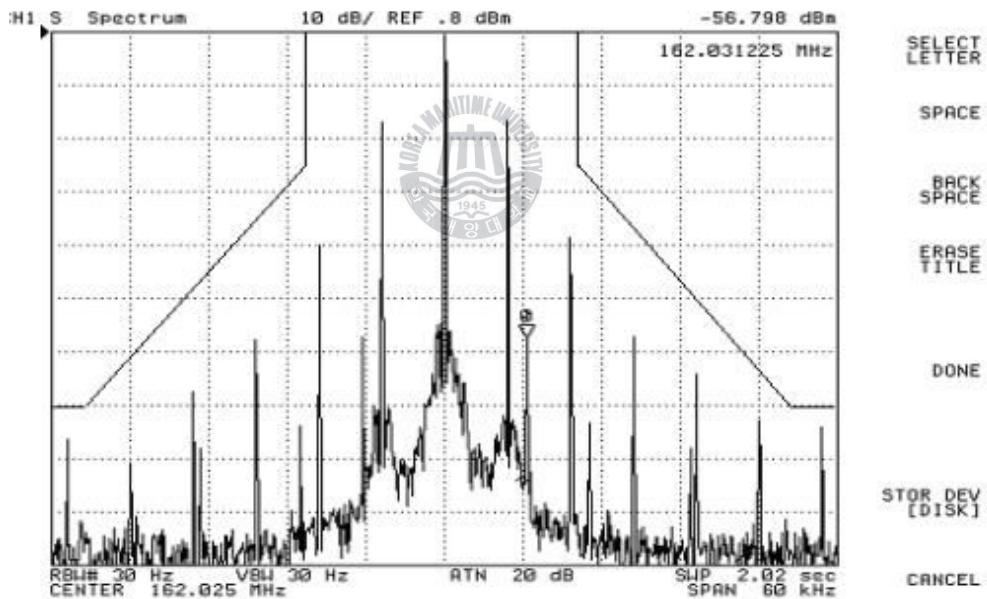


<그림 4-11> 162.025MHz, 대역폭 25kHz-0011...data

<그림 4-11>은 AIS의 통상 동작 상태에서 안테나 인입단자로부터 유도하여 스펙트럼 분석기로 송신주파수 162.025MHz에 25kHz의 대역폭으로 송신데이터 패턴을 0011로 변조했을 때 측정된 결과로서 <그림 4-7>

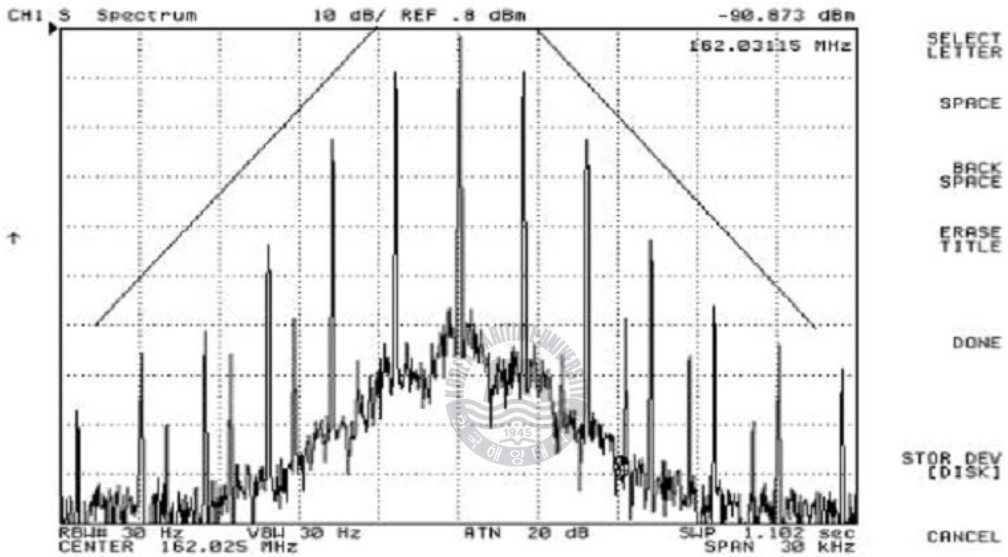
의 신호레벨(dBc) 기준치인 +10kHz ~ -10kHz 사이의 영역에서 0dBc 아래, +10kHz ~ -10kHz 사이의 영역에서 -25dBc 아래, +25kHz ~ -25kHz 사이의 영역에서 -60dBc 아래에서 양호하게 동작하므로 기술 기준에 적합하다.

<그림 4-12>는 AIS의 통상 동작 상태에서 안테나 인입단자로부터 유도하여 스펙트럼 분석기로 송신주파수 162.025MHz에 25kHz의 대역폭으로 송신데이터 패턴을 0101로 변조했을 때 측정된 결과로서 <그림 4-7>의 신호레벨(dBc) 기준치인 +10kHz ~ -10kHz 사이의 영역에서 0dBc 아래, +10kHz ~ -10kHz 사이의 영역에서 -25dBc 아래, +25kHz ~ -25kHz 사이의 영역에서 -60dBc 아래에서 양호하게 동작하므로 기술기준에 적합하다.



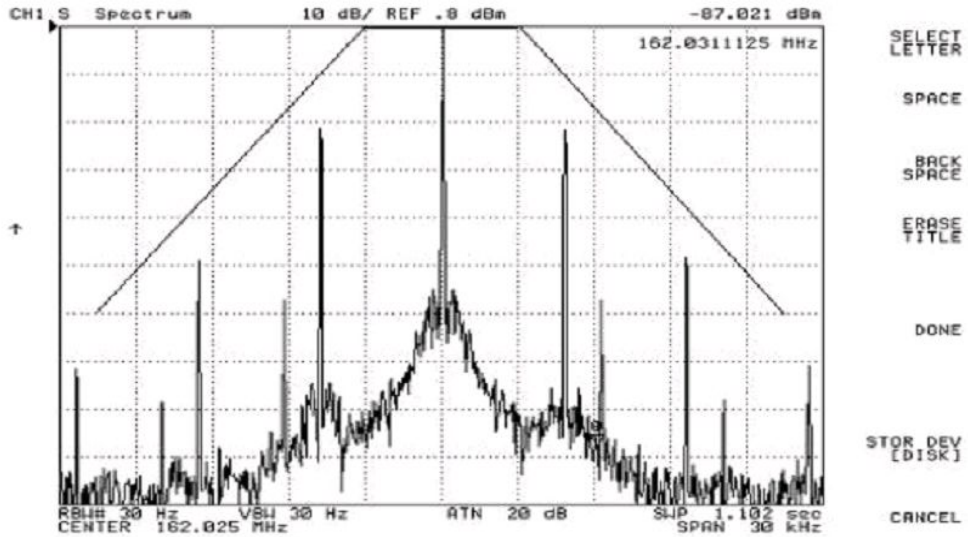
<그림 4-12> 162.025MHz, 대역폭 25kHz-0101...data

<그림 4-13>은 AIS의 통상 동작 상태에서 안테나 인입단자로부터 유도하여 스펙트럼 분석기로 송신주파수 162.025MHz에 12.5kHz 대역폭으로 송신데이터 패턴을 0011로 변조했을 때 측정된 결과로서 <그림 4-7>의 신호레벨(dBc) 기준치인 +10kHz ~ -10kHz 사이의 영역에서 0dBc 아래, +10kHz ~ -10kHz 사이의 영역에서 -25dBc 아래, +25kHz ~ -25kHz 사이의 영역에서 -60dBc 아래에서 양호하게 동작하므로 기술기준에 적합하다.



<그림 4-13> 162.025MHz, 대역폭 12.5kHz-0011...data

<그림 4-14>는 AIS의 통상 동작 상태에서 안테나 인입단자로부터 유도하여 스펙트럼 분석기로 송신주파수 162.025MHz에 12.5kHz의 대역폭으로 송신데이터 패턴을 0101로 변조했을 때 측정된 결과로서 <그림 4-7>의 신호레벨(dBc) 기준치인 +10kHz ~ -10kHz 사이의 영역에서 0dBc 아래, +10kHz ~ -10kHz 사이의 영역에서 -25dBc 아래, +25kHz ~ -25kHz 사이의 영역에서 -60dBc 아래에서 양호하게 동작 하므로 기술기준에 적합하다.



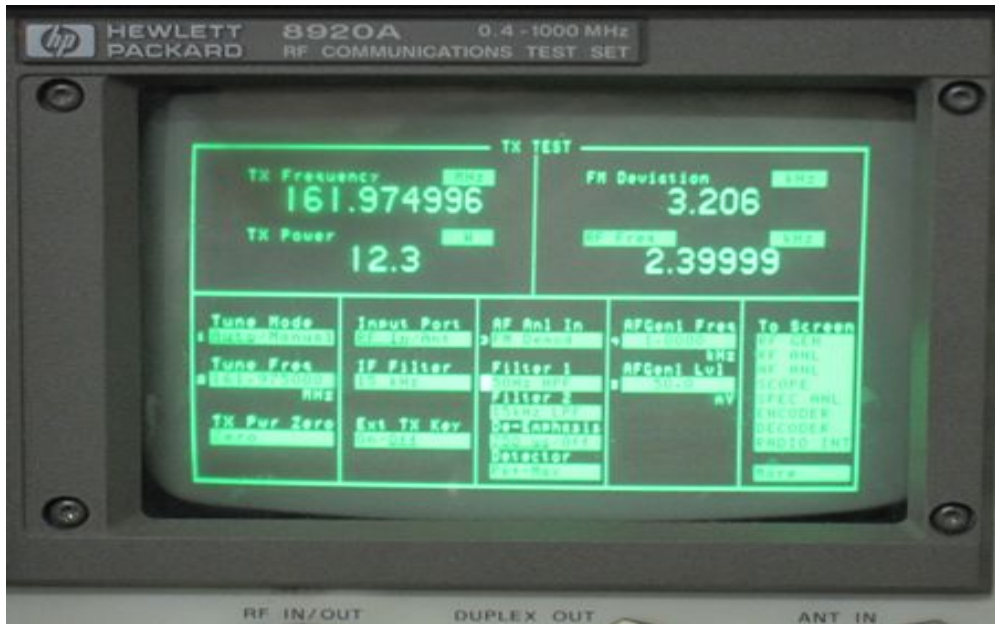
<그림 4-14> 162.025MHz, 대역폭 12.5kHz-0101...data

#### 4.3.3 최대 주파수편이 측정

최대주파수 편이란 전달하고자 하는 신호를 반송파에 실어서 변조 (Modulation)를 행함으로서 변조파를 전송하게 되는데 신호파(피변조 파)의 주파수가 신호파 전압의 최대가 될 때 중심주파수(반송파 주파 수)로부터 벗어난 정도를 최대 주파수편이라 하며 기호로는  $\Delta f$ 를 사 용한다.

변조지수(mf) = (최대주파수편이)/(신호주파수) =  $\Delta f/c/f_s = \Delta \omega c/\omega_s$  의 식으로 표시하며 최대주파수편이는 FM/PM 등의 변조방식에서 변조 지수를 나타내는데 사용이 된다.

<그림 4-15>는 RF Communications Test Set의 FM측정전용시험장비 로 TX TEST 모드 상에서 최대 주파수편이를 측정한 것으로서 송신주파 수가 161.975MHz에서 주파수 편차가 -4Hz 이며, 공중선전력 12.3W에 서 최대 주파수편이는 3.206kHz로 측정되었고 기술기준의 허용치가 5kHz 이내 이므로 기술기준에 적합하다.



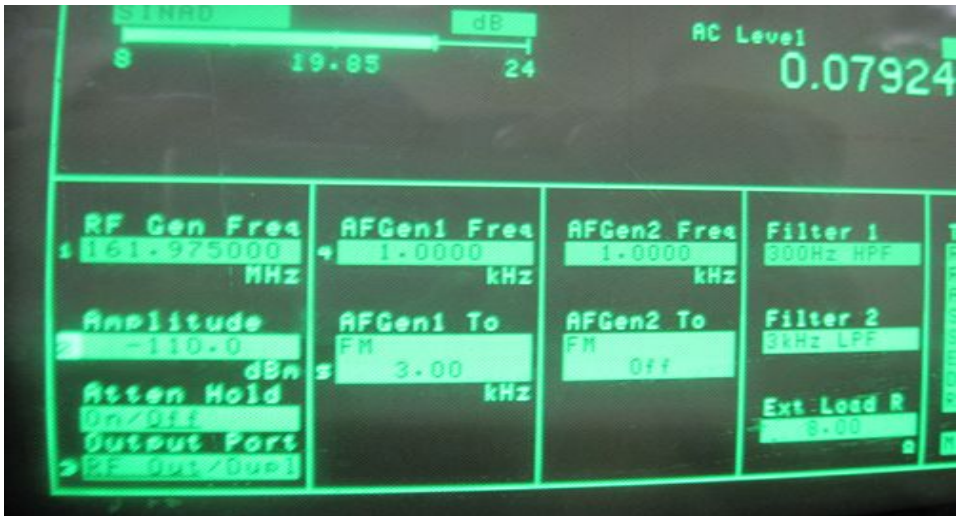
<그림 4-15> 최대주파수 편이 측정



#### 4.3.4 수신 감도 측정

<그림 4-16>은 RF Communications Test Set의 FM측정전용시험장비로 TX TEST 모드 상에서 측정한 것으로서 송신주파수 161.975MHz에서 Amplitude 값이 -110dBm 일 때 수신 감도를 측정한 결과 SINAD 값은 19.98dB로 나타났으며 기술기준의 허용치인 SINAD 값 20dB에서 -107dBm 이내이므로 적합하다.

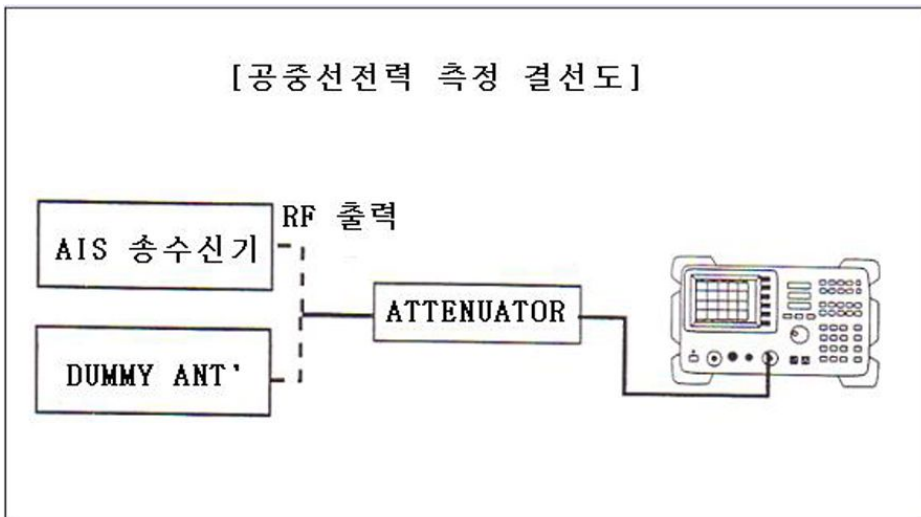
SINAD는 신호대 잡음비(S/N)로 판단할 수 있으며 스펙트럼 분석기 등을 이용하여 부차적 전파발사가 기준에 적합한가를 확인할 수 있고, 다만, 송·수신 일체형 기기 및 기기 구조상 등의 사유로 측정이 불가하다고 판단되는 경우에는 종합시험으로 가름할 수 있다.



<그림 4-16> 수신감도 측정

### 3-5. 공중선전력 측정

고주파출력계 등으로 무선설비규칙 제6조제3항의 규정에 의한 공중선전력의 측정과 산출방법에 의하여 공중선전력을 측정하며 필요시 무선설비에 기준신호를 입력하고 공중선전력이 기술기준에 적합한지를 측정한다.



다만, 구조상 측정이 곤란한 경우에는 통상 동작 상태에서 발사되는 전파를 전계강도측정기 등으로 측정한 측정값을 ITU의 권고기준에 따라 항목별 측정값 산출기준 및 환산기준에 따라 환산한 후, 환산값이 기술기준에 적합한지 여부를 확인한다.

$$\text{공중선전력} = \text{측정값} + \text{안테나팩터} + \text{자유공간손실} + \text{측정손실}$$

<표 4-1> 항목별 측정값 산출기준 및 환산기준

항 목	공중선의 임피던스	
	50Ω	75Ω
안테나팩터	$20\log f(\text{MHz}) - G_i - 29.78$	$20\log f(\text{MHz}) - G_i - 31.54$
자유공간 손실	$32.45 + 20\log f(\text{MHz}) + 20\log d(\text{km})$ 또는, $92.45 + 20\log f(\text{GHz}) + 20\log d(\text{km})$	
측정손실	매칭패드(50Ω ↔ 75Ω): 5.72dB, 인입손실(안테나급전선형식 및 길이)	
전력 환산방법	[측정한값(dBm) 또는 (dBμV)을 W로 환산(dBμV값 → dBm 변환)] dBm값을 환산 ⇒ 전력(W) = $10^{(dBm - 30)/10}$ 공중선 50Ω : dBm = dBμV - 107, 75Ω : dBm = dBμV - 108.75	
f: 측정주파수, G <sub>i</sub> : 안테나이득(dB), d: 송신공중선과 수신공중선간의 거리		

<그림 4-17>은 AIS의 통상 동작 상태에서 안테나 인입단자로부터 유도하여 RF Communications Test Set의 FM측정전용시험장비로 TX TEST 모드 상에서 측정한 것으로서 송신주파수 162.025MHz로 공중선전력이 12.4W로 양호하게 측정 되었으며, 기술기준 허용치는 +1.5dB ~ -1.5dB 이내로 규정하고 있어 기술기준에 적합하다.



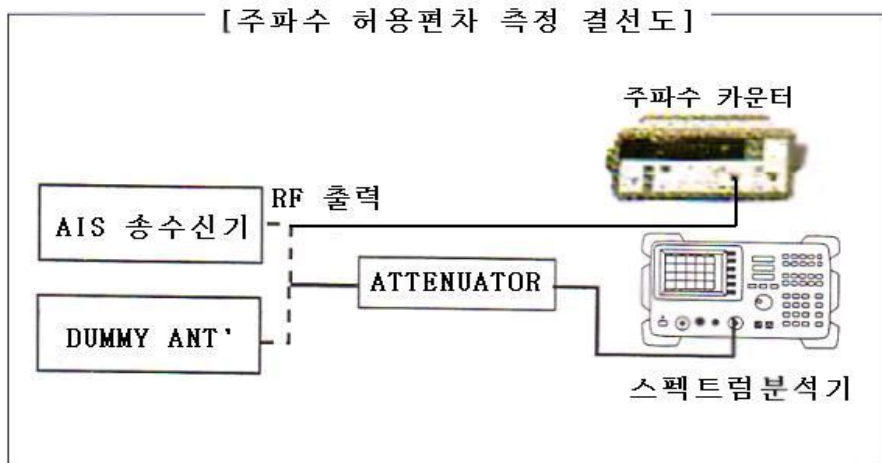


<그림 4-17> 공중선 전력 측정

### 3-6. 주파수 허용편차 측정

<그림 4-18>은 RF Communications Test Set의 FM측정전용시험장비로 TX TEST 모드 상에서 측정한 결과이다.

AIS의 통상 동작 상태에서 송신주파수 162.025MHz를 인가한 후 안테나 인입단자로부터 유도하여 측정한 결과 162.024998MHz로 주파수 허용편차는 -2Hz로 안정적인 동작을 하였으며, 기술기준 허용치인  $\pm 500\text{Hz}$  이내의 규정에 적합하다.





<그림 4-18> 주파수 허용편차 측정

이상과 같이 AIS의 주요 부분에 대하여 통상적인 동작 상태에서 기술 기준에 적합한지의 여부를 측정해 보았고 다양한 환경에서도 신뢰성 있고 안정적으로 동작하는지의 여부를 검증하기 위하여 인위적으로 주위의 온도나 습도 등 주변 환경을 변화시켜 가면서 중점적으로 반복, 측정해 보았다.

스프리어스(제2, 제3고조파) 발사강도는 타 통신에 장애를 주는 원인 중 하나로 규정치(80dB)를 상시 만족시켰고, 점유주파수 대역폭은 변조 스펙트럼 마스크 기준치 이내에서 일정하게 동작 하였으며, 최대 주파수 편이와 수신감도 역시 일정한 측정값 범위 내에서 안정적으로 동작 하였다.

특히 공중선전력과 주파수 허용편차의 변동폭은 스프리어스 발사강도와 함께 AIS의 전파의 질을 결정하는 중요 부분이므로 중점적으로 수차례 반복 측정한 후, 측정값의 상·하 변동폭을 평균해 본 결과 공중선전력은  $12.5W \pm 0.3W$  이내로 변동폭이 일정하게 유지되었으며, 주파수 허용편차 또한  $162.025MHz \pm 8Hz$  이내로 매우 안정적인 동작을 보여 우수한

성능을 보유한 것으로 측정되었다.

또한 전원인가 초기의 2분내 동작 상태와 송신에서 수신 또는 수신에서 송신으로 전환에 25ms이내에서 정상적으로 동작하는지의 여부도 측정과 병행하여 검증한 결과 양호한 것으로 나타났다.



## 제 5 장 결 론

최근 세계적 대형 선사(船社)들을 중심으로 선박들이 초대형화 및 고속화로 진보하고 있으며 선진국들을 중심으로 환경오염 방지 등을 위하여 각종 안전규제를 강화하려는 움직임이 빠르게 확산되고 있다.

우리나라도 우리영해 및 항만관제 등에 체계적인 관리와 효율적인 운영을 위하여 해상무선통신시스템의 선진화 방안이 조속히 시행되어야 하며 특히 AIS와 연계된 단일 네트워크시스템의 조기 구축이 요구된다.

AIS는 최소 사양의 표시장치와 키보드를 포함하여 독립된 형태의 항해 시스템으로 운용할 수 있으며 또한 AIS 데이터가 독립된 그래픽 디스플레이장치 또는 INS(Integrated Navigation System), 전자해도(ECDIS), 레이더(Radar/ARPA) 기타 장치들과 연동하여 운용한다면 AIS의 유용성과 다양한 기능 및 그 역할은 크게 증대될 것이다.

현재 국제항로표지협회(IALA)에서 검토중에 있고 국제해사기구(IMO)를 통해 조만간 채택될 것으로 보이는 AIS 네트워크 구축에 있어서의 표준 가이드라인에 따르면, 향후 각국의 AIS 운영센터에서 모니터링 되는 모든 선박 정보들을 통합하고, 그 통합된 선박 정보들을 인터넷 라인을 통하여 인근 항만 및 인접 국가간 또는 심지어 전 세계가 공유할 수 있는 네트워크 구성까지 검토하고 있는 단계에 와 있다.

따라서 본 연구에서는 네트워크의 기본설비인 AIS의 국산화를 위하여 기존설비의 주요부분에 대한 성능과 특성을 철저히 분석하였고 기본설계에는 기존 모듈들을 활용하여 성능을 검증하였으며 각 부분별로 국내외 규정에 적합한지 여부를 세밀히 측정하여 양호한 결과를 얻었다.

다만 핵심부품의 자체제작이 곤란하고 국내 설계기술이 미흡하다 보니 본 연구에 많은 어려움이 따랐지만 이를 극복하고 철저한 성능측정과

다양한 실험 및 반복 측정을 통하여 변조와 복조부, 발진부, 출력부, 주파수편이, 스프리어스 강도 등 중요 부분의 성능측정을 독자적으로 수행한 것에 의의가 있으며 이를 계기로 국산화에 초석을 다짐은 물론 지속적인 노력이 뒤따라야 하겠다.

또한 산·학·연의 활발한 교류와 상호협력, 공동연구 등을 통하여 관련 기술의 저변확대 등에 노력한다면 신뢰성 있고 경쟁력 있는 우수한 제품들을 생산할 수 있는 기술 자립화를 이루게 되고 우리의 통신산업은 한 단계 도약하는 기회를 맞이할 것이다.

아울러 국산제품 애용을 활성화시키는 방안을 다양하게 강구하여 국산화된 제품을 사용하는 기업체나 개인에게 인센티브를 주는 등 내수시장 육성책 등 제도적인 지원책까지 병행된다면 보다 더 빠른 시일 안에 해상무선통신기기 시장의 내실화를 다질 수 있고 이를 바탕으로 세계시장을 석권할 수 있으리라 확신한다.



## 참 고 자 료

1. 한국선급([www.krs.co.kr](http://www.krs.co.kr)) 규칙, 법령, 국제협약
2. IMO resolution MSC.74(69), Annex 3, Recommendation on performance standards for an universal shipborne AIS
3. ITU-R M.1371-1, VHF의 TDMA방식을 이용한 선박용 AIS 기술적 특성. pp.29~72.
4. 한국해양대학교 부설 해사산업연구소 “ AIS 도입을 위한 타당성 조사 및 기본 실시설계” pp.1~5, 2001.
5. VHF DSC ITU-R M.825, IMO resolution MSC.43(64), NAV 46/WP.5 Annex 1. p.2.
6. 방송통신위원회(KCC) "무선국의 운용 등에 관한 규정"(방송통신위원회고시 제2008-100:2008.8.01), pp.4~128, 2008.
7. 방송통신위원회(KCC) "무선설비 규칙"(방송통신위원회고시 제2008-116:2008.8.01), pp.1~147, 2008.
8. IEC 61993-2, IEC 60945(EMC 및 환경조건)형식시험표준(IEC) pp.1~72, 2006.
9. ITU RR 및 해상안전위원회(MSC) 74(69) Annex 3, A.694, pp.1~20.
10. 국토해양부(MLTM) “선박설비기준” (국토해양부고시 제2009-752 : 2009.8.21) pp.1~126, 2009.
11. IEC 60092(series), 선박의 전기설비 및 IEC 60533 선박의 전자/전기설비(전자자기 적합성)
12. A.917(22) Guidelines for the onboard operational use of shipborne AIS
13. SN/Circ.227 Guidelines for the installation of a shipborn AIS & SN/Circ.217 interim guidelines for the presentation and display of AIS target information