creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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

dCollection

工學博士 學位 論文

저전력 항행지원 AIS 시스템 구현 및 성능평가에 관한 연구

A Study on the Implementation and Performance Evaluation of Low Powered AtoN AIS

指導敎授 金 基 文

2010年 8月

韓國海洋大學校 大學院

電子通信工學科

李 大 領

KOREA MARITIME UNIVERSITY
1945
한국해양대학교

목 차

Abbreviation

Abstract

제 1 장 서 론 ····· 1
1.1 연구배경 ····· 1
1.2 연구목적 및 내용 ····· 4

제 2 장 AIS 및 AtoN AIS의 기본개념 및 구축동향 ····· 6
2.1 AIS의 개요 및 특성 ····· 6
2.2 AAtoN AIS 개념 ····· 18
2.3 AtoN AIS 액세스 알고리즘 구조 ····· 29
2.4 AtoN AIS 액세스 메시지의 구조 ····· 36

제 3 장 AtoN AIS 기술기준 분석 ····· 40
3.1 국제기술기준 분석 ····· 40
3.2 국내기술기준 분석 ····· 52

제 4 장 저전력 AtoN AIS 설계 및 제작 ····· 64
4.1 저전력 AtoN AIS시스템의 구성 ····· 64
4.2 메세지 구성 ····· 75

제 5 장 저전력 AtoN AIS 표준측정 및 시험결과 ····· 88
5.1 송신부 표준측정 ····· 88
5.2 수신부 표준측정 ····· 105
5.3 전원부 표준측정 ····· 108
5.4 등표에 설치 후 성능측정 ····· 112

제 6 장 결 론 ····· 120

참 고 문 헌 ····· 124

부 록 ····· 127

표 목차

<표 2-1> 2S와 4S 시스템의 비교 ····· 8
<표 2-2> 선박별 AIS 탑재시기 및 대상 선박 ····· 11
<표 2-3> 국내 기지국 AIS 설치현황 ····· 11
<표 2-4> 선박에서 AIS에 의해 제공되는 정보 ····· 15
<표 2-5> CLASS-A 선박국의 AIS의 보고주기 ····· 16
<표 2-6> CLASS-A 선박국 이외의 AIS의 보고주기 ····· 16
<표 2-7> ITDMA의 변수 ····· 30
<표 2-8> RATDMA의 변수 ····· 32
<표 2-9> FATDMA의 변수 ····· 33
<표 2-10> SOTDMA의 변수 ····· 35
<표 3-1> AtoN AIS Type별 특징 비교 ····· 45
<표 3-2> 저전력 설계 최소 소모전력 기준 ····· 62
<표 4-1> 메시지 6 상태감시 프로토콜 ····· 77
<표 4-2> 메시지 6 설정 프로토콜 ····· 79
<표 4-3> 메시지 6 초기화 및 On/Off 제어 프로토콜 ····· 80
<표 4-4> 메시지 6 대기제어 프로토콜 ····· 81
<표 4-5> 메세지 8 기상/해양 정보 프로토콜 ····· 84
<표 4-6> 메세지 12 충돌감지 프로토콜 ····· 85
<표 4-7> 메세지 21 프로토콜 ····· 87

그림 목차

<그림 2-1> 육상부문 운영 시스템 및 기지국 ····· 9
<그림 2-2> 선박용 및 항행지원용 AIS 장비 ····· 10
<그림 2-3> 국내 AIS 기지국 구축 현황 지도 (2007년 기준) ····· 12
<그림 2-4> AIS 신호체계 개념도 ····· 13
<그림 2-5> AIS 전국 통합 모니터링 체계 ····· 13
<그림 2-6> AtoN AIS의 개념도 ····· 19
<그림 2-7> AtoN AIS의 메시지 정보 ····· 20
<그림 2-8> AtoN AIS의 운영화면 ····· 20
<그림 2-9> AtoN AIS의 통신망 ····· 21
<그림 2-10> 합성 AIS 기반의 항행지원 시스템 운영도 ····· 22
<그림 2-11> AtoN AIS의 통신 계통도 ····· 23
<그림 2-12> 가상AtoN의 마크 ····· 24
<그림 2-13> Pseudo AIS 계통도 ····· 25
<그림 2-14> 기상신호표지시스템 화면 (일반화면) ····· 27
<그림 2-15> AIS정보를 이용한 선박의 항적 ····· 27
<그림 2-16> 메세지 6을 통한 기상정보의 수집 ····· 28
<그림 2-17> SOTDMA통신방식의 슬롯형태 ····· 34
<그림 3-1> Type-1 종합계통도 ····· 43
<그림 3-2> Type-2 종합계통도 ····· 44
<그림 3-3> Type-3 종합계통도 ····· 44
<그림 3-4> 보고 모드 ····· 48
<그림 4-1> AtoN AIS의 구성도 ····· 64
<그림 4-2> AtoN AIS의 종합계통도 ····· 65
<그림 4-3> AtoN AIS의 송신부 종합계통도 ····· 66

<그림 4-4> AtoN AIS의 수신부 구성도 ····· 67
<그림 4-5> 인터페이스보드 종합계통도 ····· 68
<그림 4-6> 수신부 회로 설계 ····· 70
<그림 4-7> PLL 회로 설계 ····· 71
<그림 4-8> 송신부 회로 설계 ····· 72
<그림 4-9> CPU & Modem의 계통도 ····· 73
<그림 4-10> AtoN AIS의 내부도 ····· 74
<그림 4-11> AtoN AIS의 시스템 계통도 ····· 74
<그림 4-12> AtoN AIS의 운용 시스템 ····· 75
<그림 5-1> AtoN AIS 표준 측정 구성도 ····· 91
<그림 5-2> 표준 측정 모습 ····· 91
<그림 5-3> ch 87 변조 마스크 데이터 ····· 92
<그림 5-4> ch 87 지정주파수 ±10kHz 미만 떨어진 지점 데이터 ····· 92
<그림 5-5> ch 87 지정주파수 ±10kHz 이상 ±25kHz 미만 지점 데이터 ····· 93
<그림 5-6> ch 87 지정주파수 ±25kHz 이상 ±62.5kHz 미만 지점 데이터 ····· 93
<그림 5-7> ch 87 지정주파수 ±62.5kHz 이상 떨어진 지점의 데이터 ····· 94
<그림 5-8> ch 87 지정주파수 ±62.5kHz 이상 떨어진 지점의 데이터 ····· 95
<그림 5-9> ch 87 주파수 허용편차 데이터 ····· 95
<그림 5-10> ch 87 최대 주파수 편이 값의 데이터 ····· 98
<그림 5-11> ch 88 최대 주파수 편이 값의 데이터 ····· 98
<그림 5-12> ch 87의 스퓨리어스 값 1 ····· 101
<그림 5-13> ch 87의 스퓨리어스 값 2 ····· 101
<그림 5-14> ch 87 공중선 전력 측정 ····· 103
<그림 5-15> ch 87 부차적 전파발사 1 ····· 104
<그림 5-16> ch 87 부차적 전파발사 2 ····· 104
<그림 5-17> 수신감도 측정 ····· 107
<그림 5-18> 전원 동작 모드 ····· 109
<그림 5-19> 모듈의 사용시간(송신주기: 3분) ····· 109
<그림 5-20> 전원 소모 모드 ····· 110

Abbreviation

AIS	Automatic Identification System(선박자동식별장치)
AMP	Amplifier(증폭기)
APC	Automatic Power Control(자동출력조절 장치)
ARPA	Automatic Radar Plotting Aids(자동레이더플로팅장치)
AtoN	Aid To Navigation(항행지원)
BPF	Band Pass Filter(대역 통과 필터)
CPU	Central Processing Unit(중앙처리장치)
DGNSS	Differential Global Navigation Satellite System(정밀 세계측위위성시스템)
DGPS	Differential Global Positioning System (정밀 위성 측위 시스템)
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System(지능형 전자해도)
EMC	Electromagnetic Compatibility(전자파 적합성)
ETA	Estimated Time of Arrival(도착 예정 시각)
FATDMA	Fixed Access Time Division Multiple Access(고정 액서스 시분할다중접속)
FIFO	First In First Out(선입 선출)
FM	Frequency Modulation(주파수 변조)
GMDSS	Global Maritime Distress and Safety System(세계해상조난안전제도)
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GNSS	Global Navigation Satellite System(세계항행위성시스템)
GPS	Global Positioning System(위성측위시스템)
HPF	High Pass Filter(고역 통과 필터)
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities(국제항로표지협회)
IBS	Integrated Bridge System(통합선교시스템)
IEC	International Electrotechnical Commission(국제전기기술위원회)
IMO	International Maritime Organization(국제해사기구)

IP	Internet Protocol(인터넷 프로토콜)
ITU-R	International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector(국제전기통신연합 무선통신분야)
KCC	Korea Communications Commission(한국방송통신위원회)
KOLAS	Korea Laboratory Accreditation Scheme(한국인정기구)
LNA	Low-Noise Amplifier(저잡음 증폭기)
LPF	Low Pass Filter(저역 통과 필터)
MMSI	Maritime Mobile Service Identity(해상이동안전식별부호)
MSC	Maritime Safety Committee(해사안전위원회)
NRZI	Non-Return-to-Zero(비제로 복귀)
PLL	Phase-Locked Loop(위상동기회로)
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring(수신기 자체 무결성 감시장비)
RATDMA	Random Access Time Division Multiple Access(임의 액서스 시분할다중접속)
RF	Radio frequency(무선 주파수)
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea(국제해상인명안전조약)
SOTDMA	Self -Organized Time Division Multiple Access(자율구성 시분할다중접속)
TCP	Transmission Control Protocol(전송 제어 프로토콜)
TDMA	Time Division Multiple Access(시분할다중접속)
TRS	Trunked Radio System(주파수공용무선통신시스템)
TSS	Traffic Separation Schemes(해상통항분리대)
UTC	Universal Time Coordinated(협정세계시)
VCO	Voltage Controlled Oscillator(전압 제어 발진기)
VHF	Very High Frequency(초고주파)
VTS	Vessel Traffic Services System(해상교통관제서비스시스템)
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access(휴대전화 이동통신 무선접속 규격)
VDL	VHF Digital Link(초고주파 디지털링크)

Abstract

As the international trade is increased, the marine transportation is more complex these days. In spite of the navigation radar that is installed on the ship, The ship accidents like collisions of ships, ship's stranding are continued. Therefore, IMO revised the SOLAS to adopt the rule that mandates IMO contract ships have to install AIS after 7th July 2002. AIS is to support the ships to get the maritime safety, efficient navigation, and to protect the maritime environments. AIS can communicate from ship to ship, ship to shore through the static information like IMO number, call sign, Ship name, length and width of the ship and etc., and dynmic information like location, speed, destination and etc. of the ship. AIS transmit the information of the ship on the VHF channel(161.975MHz, 162.025MHz) by using SOTDMA(Self-Organized Time Division Multiple Access) method.

AtoN AIS is to be installed on the shore or navigation aid buoy. Because it is very difficult to support AtoN AIS with the power. So, They need the mechanism which can implements the low powered system. Now, they usually use the solar energy or batteries. Because They always exposed to the sea water and wind, they really need water-proof and meet the environment conditions

The electronic navigation system based on the AtoN AIS can directly transmit the information like navigation or weather to the ships travel near sea. It is very useful to use the system, because it has the various kinds of merits like the compatibiliy between the equipments on standard protocol.

I propose the design can accommodate the transmit, receive, power, and interface module on one board. After I implement the AtoN AIS, I prove the quality of the system compatible to the international and domestic technical regulations. we propose the implementation method, conformity assessment and compare the technical regulation between international standard and domestic rules in this paper.

제 1 장 서 론

1.1 연구배경

최근 해상의 선박들은 운항에 필요한 정보를 다양한 전자 및 정보통신 기술을 활용하여 레이더 장비에 Smart IBS 지능형 전자해도(ECDIS)를 기반으로 경제적 최적항로 분석 · 계획, 충돌·좌초방지 및 자동항해(Autopilot)가 가능한 One Man Bridge 시스템과 세계해상조난안전제도(GMDSS), 위성측위 장비(GPS)등을 적용하여 선박의 위치를 디지털 기술로 종이가 아닌 전자 모니터 상에 구현할 수 있도록 하였다[1]~[3].

그러나 해상에서 선박 간 충돌 및 좌초로 말미암은 기름유출로 해양환경파괴는 끊이지 않게 발생하고 있다. 이러한 문제점을 보완할 수 있도록 국제기구나 관련 연안국들은 새로운 해상교통관제 시스템 도입을 위해 선박자동식별장치(AIS), 해상통항분리대(TSS), 해상교통관제서비스시스템(VTS) 등을 활용한 e-Navigation 도입을 적극적으로 추진하고 있다[4],[5].

AIS는 해양 안전과 항해의 효율성, 해양에서 인명의 안전성과 해양환경 보호를 증진하게 시키는 것을 목적으로 선박과 선박 간, 그리고 선박과 해안국 간에 선박의 동적 정보, 정적 정보, 항해 관련정보, 항해 안전 관련정보를 주기적으로 VHF CH 87(161.975㎒), CH 88(162.025㎒)에서 자율구성 시분할다중접속(SOTDMA) 통신방식을 이용하여 선박 간의 충돌 및 해난 사고 예방, 그리고 해상교통관제센터에서 통항 서비스를 원활히 하도록 지원하는 시스템이다[6].

국제해사기구(IMO)에서는 해상에서의 안전과 보안 강화를 위해 항행 설비의 설치 기준, 항해의 안전에 관한 조치 등이 규정되어 있는 국제해상인명안전협약(SOLAS)의 제Ⅴ장을 개정하여 전 세계적으로 국제항해에 취항하는 모든 여객선 및 총톤수

300톤 이상의 화물선에 2002년 7월 1일부터 설치를 강제화하기 위해 MSC73(Maritime Safety Committee - 73rd session: 27 November-6 December 2000)에서 AIS에 관한 규정을 채택하였다[7].

한편, 2001년 6월의 제74차 해사안전위원회 ANNEX-3에 의해 선박의 AIS 성능 기준, ITU-R M.1371의 기술 요건과 IEC 61993-2의 성능 실험 기준이 작성되고, 2001년 7월에는 NAV47(Sub-Committee on Safety of Navigation - 47th session: 2-6 July 2001)에서 선박 AIS의 사용상의 지침기준이 작성되어 일부 수정 후, 2001년 11월 A22(22nd Assembly: 19-30 November 2001 - Resolutions adopted)로 채택되어 2002년 7월부터 일정한 선박에 단계적으로 AIS를 설치하게 되었다[8].

또한, 2001년 9월 11일의 미국의 항공기 납치 동시 다발 자살 테러를 배경으로 2002년 12월 해사보안 회의(Diplomatic Conference on Maritime Security: 9-13 December 2002)에서 해사 보안의 중요성이 인식되었고, 강화책으로 AIS 설치 적용 기한을 앞당겨 2004년 12월 31일까지 국제 항해를 하는 전 선박에 AIS를 탑재하도록 하였다. 국내에서도 선박안전법 선박설비기준에 의하여 총톤수 300톤 이상의 국제항해 선박과 총톤수 500톤 이상의 국내항해에 종사하는 선박 그리고 크기에 관계없이 모든 여객선, 국내항해를 하는 예선과 유조선, 그리고 길이 45m 이상의 어선에 탑재하도록 의무를 강제하였다[9].

최근에 국제항로표지협회(IALA)에서 지원하는 e-Navigation의 정의에서는 "해상에서의 안전과 보안, 해상 환경보호를 위해 항해와 관련된 서비스를 강화하도록 해상이나 육상에서 전자적인 수단에 의해 해상 정보를 수집, 통합, 표현하는 수단"의 하나로 AtoN AIS가 채택되었다[10],[11].

AtoN AIS 기반의 집약관리시스템은 주요 항행지원 정보와 기상·해양환경 정보 등을 연안을 운항하는 선박에 직접 전달할 수 있고, IALA의 표준화 메시지 규약으로 장비 간의 호환이 쉬운 장점을 가지고 있기 때문에 해양 및 기상·환경정보까지 매우 많은 양의 자료를 취득하여 선박의 안전 운항과 효율적인 항만관리를 이룰 수 있다.

이에 따라 그에 들어맞는 추진전략과 새로운 설비의 개발에 관심이 집중되고 있으나, 현재 이들 중 가장 앞서서 구현방안이 제시되는 것이 해상교통시설을 이용한 e-Navigation의 구현이라 할 수 있는데, 국내에서도 e-Navigation을 구현하기 위해 2001년 이후부터 주요 항만에 AIS 기반의 집약관리시스템 33개소를 구축하여 운영하고 있고, 현재 항행지원 집약관리를 위한 AtoN AIS 장치를 인천, 여수, 부산항 권역에 설치하기 위해 진행 중이며, 비단 우리나라뿐만 아니라 전 세계 항만 관리 주관 부서에서도 항행지원 집약관리를 위한 AtoN AIS 장치 도입을 추진하고 있다.

국내에서 AIS 장비의 국산화는 2003년 07월 모델 SIS-3을 시작으로 2010년 03월 말 현재 3개사의 10개 모델이 전파연구소에서 형식검정(KCC 인증)을 받아 AIS 장착 의무가 있는 선박과 해상교통관제센터 등에서 사용 중이나, AtoN AIS 전용제품은 국내 기술 부족으로 아직 개발되지 않아, 해양교통시설 통합관리시스템 구축에 사용될 AtoN AIS 장치를 미국, 일본, 노르웨이, 핀란드, 남아프리카공화국 등의 수입 제품에 의존할 것이 예상되므로 국내의 AtoN AIS 장치의 성능기준 및 기술적 특성에 대하여 연구가 이루어져야 할 필요가 있다.

그동안 관련 연구 논문에서 가상 AtoN AIS 또는 기본적인 AIS에 관련한 기술개발과 시제품 제작, 시험운용 등이 이루어진 바 있으나, 대부분 기본적인 메시지 21번(AtoN AIS 보고), 메시지 6번(충방전 전압)과 메시지 8번(기상, 해양 정보의 전송)의 바이너리 메시지에 대한 체계가 구축되지 않았을 뿐 아니라 실제 해상에 떠 있는 등 부표와 같이 축전기의 충전용량이 절대적으로 부족한 상황에서 활용하는 방법이 검토된 바 없다.

따라서 본 논문에서는 IALA와 IEC의 기술기준을 기본으로 메시지 6, 8 및 21번의 기능을 정립하고 표준화 제정을 제안하였으며, 필요 최소의 전력만을 소모할 수 있는 통합 보드의 구성과 슬립 모드의 구현을 통해 실제적인 운용 효과를 얻을 수 있는 저전력 항행지원 AIS 시스템을 구현하고 성능 평가를 실시하였다.

1.2 연구목적 및 내용

AtoN AIS 장치는 기존의 선박에서 사용되는 AIS 시스템과 달리 해상의 등대나 항행지원용 부이(Buoy), 암초 지역, 해암 등에 설치되어 있기 때문에 원활한 전원공급이 어려워 태양전지와 축전지 등을 이용하여 운용되기 때문에 저전력 송수신시스템과 장치가 필요하며, 기기의 오작동, 고장 등에 인한 유지보수가 쉽지 않아 안정적인 성능 및 전기적인 특성이 요구된다.

특히 해상에서는 해수로 말미암아 염분이나 강풍에 노출되므로 방수나 충격 등에 강한 구조적·환경적 조건을 충족시켜야 할 뿐만 아니라, 또한 선박 통항 관제, 항행 제어 등의 원격 제어와 인터페이스에 부가된 기기로부터 얻은 해양 기상, 조류, 수온, 기타 정보를 통한 효율적인 항행지원 집약관리시스템으로 운영되어야 한다.

따라서 본 논문에서는 AtoN AIS의 국내외 기술기준에서 정한 요구조건을 충족한 AtoN AIS 장치를 설계 및 구현하였으며, 실제 제작된 저전력 AtoN AIS 장치를 국내외 기술기준과 비교·분석하여 적합한 시험방법을 제안하였고, 이 장치를 해상 등대 및 항행지원 부이에 설치하여 해안국간 시험 운영하여 그 결과를 검증하였다.

본 논문의 구성은 각각 다음과 같다. 제2장에서는 항행지원 집약관리를 위한 AIS, AtoN AIS, 의사 AtoN AIS, 가상 AtoN AIS, Pseudo AIS Target 시스템에 대한 정의, 개념, 메시지 구성과 국내 항행지원 집약관리 시설 및 구축 현황 등을 기술하였다.

제3장에서는 항행지원 집약관리를 위한 AtoN AIS 시스템의 ITU-R M.1371-3, IALA A-126, IEC 62320-2등의 기술기준과 국내의 AIS, AtoN 송수신 장치 요건, 형식검정 및 형식등록처리 방법과 기술기준을 분석 제시하였다.

또한 제4장에서는 저전력 AtoN AIS의 송신부, 수신부, 제어부, 인터페이스, 전원부 등 하드웨어 부분을 설계, 구현하여 저전력으로 송신 및 수신에 소모되는 전력을 최소화하기 위한 방안도 제안하였으며, 항행지원 집약관리 시설에 설치된 소프트웨어를 이용한 AtoN AIS의 여러 방식으로 가상 및 의사 항행지원의 표시 및 일시적인 항행지원의 구현방법을 제안하였다.

제5장에서는 설계 및 제작된 장치를 무선설비 규칙, ITU-R M.1371-3. IEC 62320-2에서 규정한 기술기준 즉, 구조적·기능적 조건, 환경적 조건, 전기적 조건 등을 「형식검정 및 형식등록 처리방법」의 규정에 의거 공인 및 교정을 마친 계측기기로 측정 절차를 지켜 측정하여 그 시험 결과를 제시하였으며, 실제 이를 검증하기 위하여 항행지원용 부이와 등대에 제작된 저전력 AtoN AIS 장치를 설치하여 해상에서 송신한 메시지 6, 8, 12, 14, 21번 데이터에 값과 메시지 오류 값에 대한 결과를 분석하였다.

끝으로, 제6장에서는 본 논문에서 제안한 저전력 AtoN AIS 장치의 측정 결과 및 데이터를 분석한 결과를 결론으로 제시하였다. 그리고 현재의 국내외 기술기준 외에 부가적으로 추가할 측정 항목과 개선하여야 할 점, 앞으로도 지속적으로 연구되어야 할 AtoN AIS 시스템을 제안하였다.

제 2 장 AIS 및 AtoN AIS의 기본개념 및 구축동향

2.1 AIS의 개요 및 특성

AIS는 선박에 설치된 VHF 트랜스폰더(Transponder)에 의해서 자동으로 자선의 위치, IMO 해상이동이동식별부호(MMSI) 등의 정보를 적절한 동기에 의해 송신하면 같은 시스템이 갖춰진 주변의 다른 선박에서 이를 수신하여 장착된 지시장치에 정보를 표출함으로써 주변의 항행 선박 정보를 인식하게 되는 시스템이다.

특히, 기존 선박에 탑재된 무선장치와는 달리 항행에 관련된 정보들을 사용자의 조작 없이 자동 및 지속적으로 운용되는 점이 특징이며, 운용자에게 특별한 주의력을 요하지 않아 항시성과 정시성을 지니는 시스템이라고 할 수 있다.

AIS 도입 이전에도 AIS와 비교될 수 있는 전파항행안전시설로서 레이더와 레이더 Beacon과 같은 전파를 이용하는 시스템 또는 이를 응용한 VTS 시스템이 있었으나, 이 설비는 마이크로파 대역과 준 마이크로파 대역을 이용하는 방식이므로 장치 고유의 특성과 전파의 전달 특성에 따른 제약조건이 있다.

레이더나 레이더 응용 시스템은 호우, 폭설 등과 같은 기상 상태가 불량한 상황에서 레이더 전파강도가 약화되어 전반적으로 물표탐지 능력이 저하되고 레이더의 탐지능력은 물표(선박)와의 거리, 물표의 크기·형태에 따라 좌우된다.

물표의 위치는 탐지되나, 물표에 대한 정보(선박 정보)는 인지되지 않기 때문에, 물표에 대한 구체적인 정보를 얻기 위해서는 별도의 통신절차가 필요하며, 이는 근무자에게 더욱 가중된 업무와 집중도를 요구하게 된다. 또한, 물표가 인접한 위치에 있을 경우, 구분이 곤란하며 가시거리 이외의 물표

혹은 전파장애에 의해 차단된 물표는 탐지할 수 없고, 시스템 성능을 높이기 위해서는 대형 설비가 필요하며, 고가의 비용이 요구되기도 한다.

이런 이유로 말미암아 레이더에 의한 항행안전 정보 획득은 항행지역의 선박이 작을 때는 문제가 없으나 선박의 통행량이 많거나 항만 입출항의 경우처럼 선박이 밀집 배치된 경우에는 여러 가지 제약이 따르게 된다. 특히, 소형 선박은 업무별로 항행관련 업무가 분담되기보다는 1인 또는 소수에 의해 다중 역할을 담당하게 되어 긴급 시 적절한 정보 교환이 제약되는 경우가 발생할 수도 있다.

AIS는 이러한 레이더의 단점을 충분히 보완할 뿐만 아니라 다음과 같은 장점도 가지고 있다. 즉, AIS는 VHF 무선 통신을 이용하므로 가시거리 이외의 영역 예를 들면, 섬 뒤편에서 접근하는 선박의 움직임이나 대형 선박에 가려져 있는 소형 선박의 위치도 파악할 수 있고, 자선에 대한 정보를 자동으로 송신하고, 인근 선박의 정보를 자동으로 송수신하여 표출하므로 정보 교환의 유실 우려가 없고, 운용자의 부담을 줄일 수 있다.

또한 레이더에 비해 다양한 선박항행정보의 교환이 가능하며, 사용 주파수 대역의 특성상 기상에 따른 영향을 거의 받지 않는다. 특히, 레이더와 비교하면 시스템이 매우 간결하므로 저비용으로 구축할 수 있고, 사용하는 세계항행위성 측위시스템(GNSS - GPS, DGPS 등)에 의해 위치정보를 제공하므로 오차를 현저히 줄일 수 있고 디지털화된 정보를 제공하므로 전자해도 등에 연계 표출이 쉽다.

2.1.1 AIS 기술적 특성 및 구성 요소

1) AIS의 기술적 특성

AIS는 선박의 선명, 제원 등 선박정보, 정적정보, 동적정보, 운항정보 및 보안정보를 VHF 대역에서 디지털 통신 방식을 이용하여 선박과 육상 간 VTS의

목적을 위하여 2S(Ship to Shore) 방식을 이용한 AIS에 대한 기술이 먼저 개발되었다. 한편, AIS 개발 후 IMO에서는 육상과 선박뿐만 아니라 선박과 선박 상호 간 정보교환의 중요성을 고려하여 기술 검토 후 시스템의 용량이 크고, 교통 혼잡 시 교란 가능성이 적은 4S (Ship to Shore, Ship to Ship) AIS 방송 방식을 Universal AIS로 채택하였다.

4S AIS방식은 선박의 항행정보, 육상 기지국의 교통정보 등과 같은 데이터를 전용주파수를 통하여 짧은 주기로 자동적인 데이터통신에 의해 4S 간에 실시간으로 전송하여 이를 전자해도에 구현하는 시스템으로 1분간 통신할 수 있는 선박은 약 2,250척으로 2S 방식과 비교하면 약 100배가량 시스템 용량을 향상할 수 있다. 2S와 4S 시스템의 비교는 다음 <표 2-1>과 같이 구성되어 있다.

<표 2-1> 2S와 4S 시스템의 비교

<Table 2-1> Comparison of the 2S and 4S system

시스템 특성	2S(DSC/VHF)방식	4S 방식
1. 개발목적	선박↔육상간 VTS 목적	선박간, 선박대 해안국간
2. 작동방식	쌍방간의 호출↔응답방식	방송방식 (모든 수신인에게 송신)
3. 교통량 혼잡시 데이터 교란 가능성	높음	낮음
4. 요구되는 채널	VHF CH. 70(DSC)	VHF CH. 87, 88
5. 채널의 최대 사용량	30% 미만	최소한 90%
6. 여분 확보 등의 시스템 신뢰도	아주 높음	높음
7. 시스템 용량, 매 분당 보고 선박 척수	낮음, 약 20척	높음, 약 2,000척

2) AIS 구성 요소

AIS 시스템 구성은 AIS 운영센터, AIS 기지국 장치, AIS 선박국 장치, 항행지원 AIS(AtoN AIS) 등으로 구성되고, 중앙과 지방 기지국 간의 통신은 데이터 통신을 통하여 각 지방의 해역 관리 내용을 송신하여 전자해도 상에 실시간 정보를 제공한다. 그러나 서비스구역이 넓을 때는 해역별로 지방 기지국 단위로 관리하고, 중앙기지국은 생략 또는 모니터 기능만 부여하는 것도 가능하며 육상 기지국은 주위여건에 따라 무인중계 기지국으로 활용할 수 있다.

해안국 및 기지국의 운영 시스템은 다음 <그림 2-1>과 같이 연계시스템, 송수신기 및 안테나, 운용 네트워크 시스템 등이 구성되어 있고, 선박용 및 항행지원형의 해상 이동용 AIS 장비는 다음 <그림 2-2>와 같이 구성되어 있다.

<그림 2-1> 육상부문 운영 시스템 및 기지국

<Fig. 2-1> Land Stations and base Station system

선박용 AIS 장비	항행지원용 AIS 장비

<그림 2-2> 선박용 및 항행지원용 AIS 장비

<Fig. 2-2> Ships and AtoN AIS system

2.1.2 국내 AIS 시스템 구축 현황

1) 구축 배경 및 목적

IMO에서 SOLAS에 근거하여 2000년 12월 AIS의 선박 탑재 의무화를 규정하였다. 세부적으로는 여객선 및 총톤수 300톤 이상 국제 항해 선박은 2004년 7월 1일까지 총톤수 500톤 이상 국내 항해 선박은 2008년 7월 1일까지의 탑재 의무 등과 AIS 탑재 대상 선박은 SOLAS 제5장 19 규칙에 의거 규정되어 있으며 상세한 기준은 다음 <표 2-2>와 같다.

여기에는 국제협약에 의한 국가의무사항의 이행으로 연안 해역 광역 관제 등 해상안전 종합관리 및 국가적 해양위기관리 시스템 구축기반이 규정되어 있다.

<표 2-2> 선박별 AIS 탑재시기 및 대상 선박

<Table 2-2> AIS installation times object vessel category

건조일	대상		탑재시기
‘02.7.1 이후	모든 여객선		건조 시부터
	300톤 이상 국제항해 선박		
	500톤 이상 국내항해 선박		
‘02.6.31 이전	국제항해	여객선	‘03.7.1까지
		300톤 이상 탱커선	’03.7.1 이후 SE 검사 시까지
		50,000톤 이상 화물선	’04.7.1까지
		300~50,000톤 화물선	‘04.7.1 이후 SE 검사 시까지 (늦어도 ‘04.12.31까지)
	국내항해	모든 여객선	‘08.7.1까지
		500톤 이상의 선박	

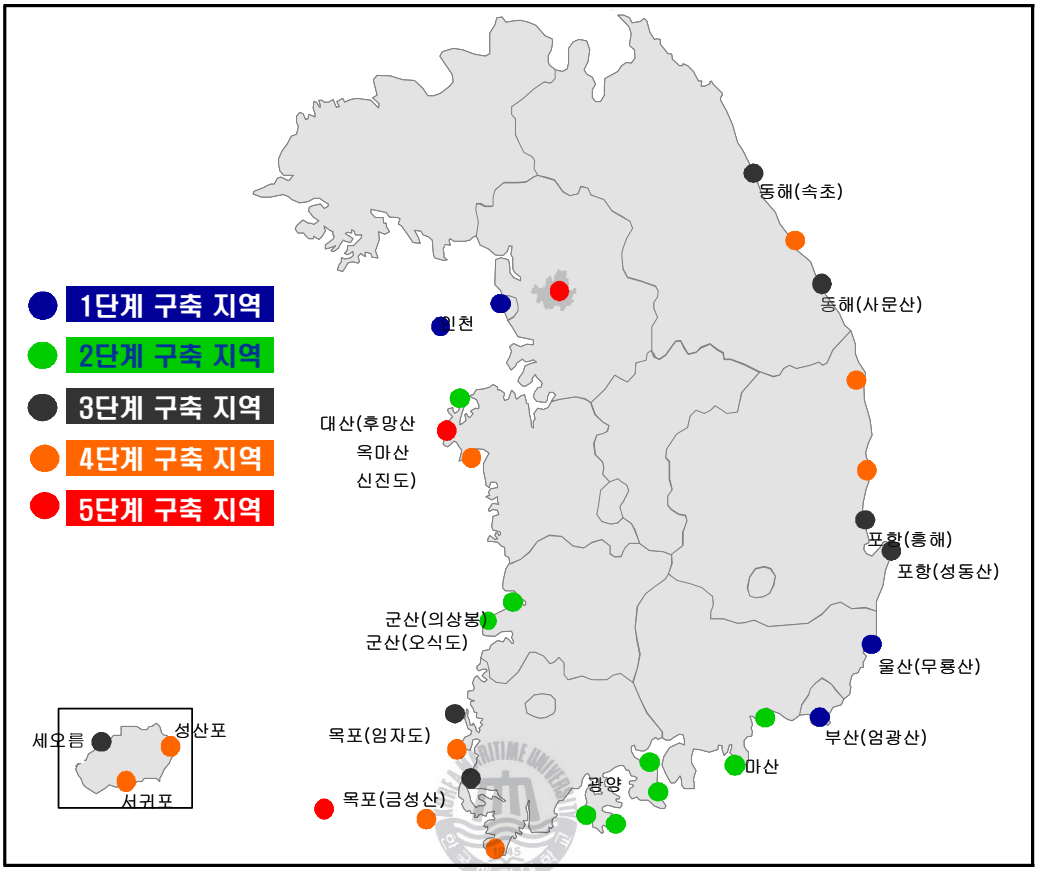
2) 구축현황

국내에서는 2000년부터 AIS 시스템 구축을 시작하여 현재는 전국 대부분의 A1 해역이 AIS 통신이 가능한 범위에 있다. 국내 AIS 기지국의 구축 현황 및 연차별 구축 현황은 각각 다음 <표 2-3>, <그림 2-3>과 같다.

<표 2-3> 국내 기지국 AIS 설치현황

<Table 2-3> AIS base Station installation status

구 분	AIS운영시스템 (VTS운영센터에 설치)	중계 기지국 (31개소)
기본설계(2000년)	-	-
1단계 (‘01)	부산, 인천, 울산	4개소
2단계 (‘02)	대산, 군산, 여수, 마산	9개소
3단계 (‘03)	목포, 동해, 포항, 제주	7개소
4단계 (‘04)	동해, 포항, 목포, 제주,대산	9개소
5단계 (‘05)	대산, 목포	2개소

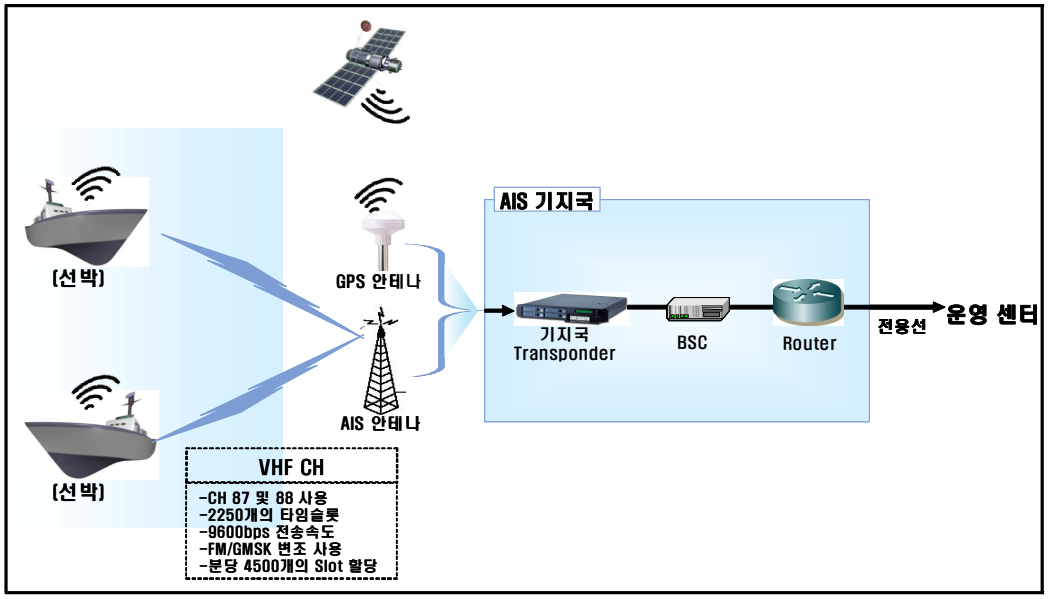


<그림 2-3> 국내 AIS 기지국 구축 현황 지도 (2007년 기준)

<Fig. 2-3> Base Station AIS system construction present condition map.(2007)

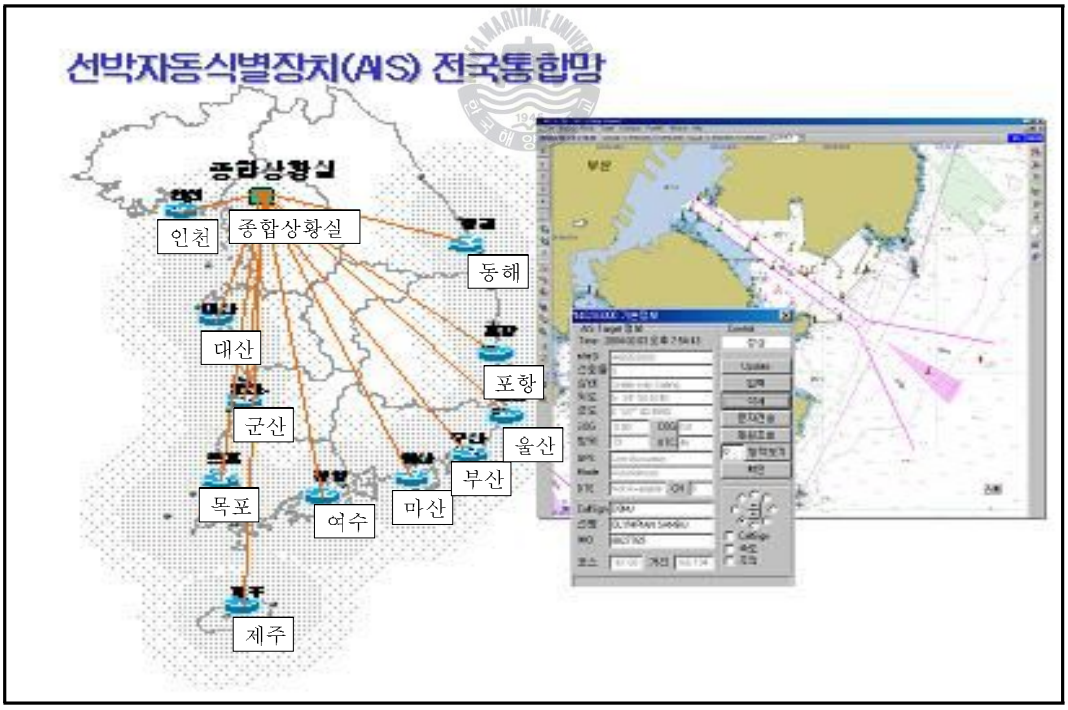
3) 국내 육상부문 AIS 구성 및 운영체계

선박국 AIS에서 송수신 되는 각종 정보는 인근의 육상기지국에서 수집되어 선박관제를 위한 각 지방청의 해상교통관제센터로 전송되고, 또한 메시지 분배장치에 의해 국토해양부 종합상황실로도 전송된다. 해상교통관제센터에서는 통항 선박의 위치 파악은 물론 선박항행에 도움이 되는 각종 안전관련 정보와 표지시설 정보 등의 항행정보를 제공할 수 있다. AIS의 신호체계 개념도는 다음 <그림 2-4>와 같으며, AIS의 전국통합망은 국토해양부 종합상황실에 구축되어 있으며 기지국의 AIS 전국 통합 모니터링 체계는 다음 <그림 2-5>와 같다.



<그림 2-4> AIS 신호체계 개념도

<Fig. 2-4> AIS system relay process concepts



<그림 2-5> AIS 전국 통합 모니터링 체계

<Fig. 2-5> AIS integrated monitoring system

운영체계는 선박, 관제를 담당하는 센터, 중계를 역할을 담당하는 기지중계국 등 세 가지로 구분되며, 선박 간의 통신은 DGPS를 이용하여 자선의 위치를 감지하고 무선 데이터 송신방식으로 선박 및 육상기지국에 위치정보, 선박의 각종 정보를 자동 발신한다. 그리고 타 선박 및 육상기지국으로부터의 항행안전 정보를 수신하여 AIS 자체 장착된 소형화면 또는 전자해도와 연계하여 표출하는 운영 체계이다.

AIS 운영센터는 선박으로부터 전송된 AIS 정보를 바탕으로 광역 선박 통항 관제 및 항행안전정보를 선박에 제공하고 전국 연안에 대한 선박위치추적관리, 해양사고 취약선박에 대한 집중관리, 관계 기관과 국가 간 정보연계 및 사고 등의 긴급 상황 발생 시 상황을 통제하는 시스템으로 운영되고, 기지중계국은 AIS 송수신기가 설치되어 수신 선박정보를 운영센터로 중계하거나 운영센터로부터의 정보를 선박으로 전송하는 장치이다.

선박에서는 GPS 위성 위치 센서를 이용한 자선 위치 및 기타 항행 관련 정보를 무선데이터 송신 방식으로 주변의 선박 및 육상기지국에 보고하고, 타 선박 및 육상 기지국으로부터의 정보를 수신하여 전자해도 상에 실시간으로 제공할 수 있다.

4) AIS에서 송수신 되는 정보

AIS는 각각의 다른 정보 갱신율로 여러 종류의 정보들을 전송할 수 있고, 정적 정보의 갱신 주기는 매 6분 간격 또는 요구에 따라 이루어지며, 정적 정보는 IMO 식별번호(MMSI), 호출부호(Call Sign), 선박의 명칭, 선박의 길이 및 폭, 선박의 종류, 적재화물, 안테나 위치 등이 여기에 포함된다.

동적 정보는 GPS로부터의 위치정보를 자동으로 입력하여 투묘 중에는 3분마다 항해 중에는 속력에 따라 매 2초~12초 간격으로 이루어지며 동적 정보에는 표준 시각, 위치(경・위도), 위치 정확도, 대지침로, 대지속력, 선수 방위, 회두율, 항해 상황 및 추가정보 등이 포함된다.

항행 관련 정보는 6분마다 또는 요구에 따라 이루어지며, 흘수, 목적지 및 도착예정시각(ETA), 항해계획, 통신문 등이 포함된다. 이외에 항해안전 관련정보로서 선박높이, 마지막 출항한 항구 등이 있으며, 이 선택 보고사항이다.

선박에 제공되는 AIS 정보는 다음 <표 2-4>와 같으며, ITU-R.1371, Class-A 기준인 AIS의 정보제공 주기를 요약·정리하면 각각 다음 <표 2-5>, <표 2-6>과 같다.

<표 2-4> 선박에서 AIS에 의해 제공되는 정보

<Table. 2-4> The information provided by AIS

구 분	정보내용	비 고
정적정보 (선박제원)	• IMO번호 • 호출부호 및 선명 • 길이 및 폭 • 선박의 종류 • 선박의 길이폭 · 너비 • 안테나 위치(선미/선수/중심선의 좌우)	변경사항 발생시 수시로 수정입력
동적정보	• 선박의 위치 • UTC로 표시하는 시간 • 대지침로 • 대지속력 • 선수방위 • 항해상태(항해, 정박 등) • 선회율(임의) • 경사각도(임의)	선박의 항해 상태에 따라 자동 입력 (수동 입력 가능)
항해정보	• 선박의 흘수 • 위험화물 • 목적지 및 도착예정시간 • 항로계획(임의)	항해 전 및 항해 중 주기적으로 수동 입력
문자통신	• 중요한 항해 또는 기상경보 포함	

<표 2-5> CLASS-A 선박국의 AIS의 보고주기

<Table. 2-5> Interval of data transmission of CLASS-A AIS from ship

구 분	주 기
정박선박(3노트 이하)	3분
속력 0-14노트의 선박	10초
속력 0-14노트의 선박으로서 변침 중인 선박	3초
속력 14-23노트의 선박	6초
속력 14-23노트의 선박으로서 변침중인 선박	2초
속력 23노트 이상의 선박	2초
속력 23노트 이상의 선박으로서 변침중인 선박	2초
수색구조 항공기	10초
항행지원	3분
육상 중계국	10초

<표 2-6> CLASS-A 선박국 이외의 AIS의 보고주기

<Table. 2-6> Interval of data transmission of CLASS-A from others

구 분	주 기
2노트 이하 속력의 자율구성방식을 사용하는 Class B AIS 선박국	3분
2~14노트 속력의 자율구성방식을 사용하는 Class B AIS 선박국	30초
14~23노트 속력의 자율구성방식을 사용하는 Class B AIS 선박국	15초
23노트 이상 속력의 자율구성방식을 사용하는 Class B AIS 선박국	5초
2노트 이하 속력의 반송파 감지방식의 Class B AIS 선박국	3분
2노트 이상 속력의 반송파 감지방식의 Class B AIS 선박국	30초
수색 구조용 항공기	10초
항해 지원 설비	3분
AIS 기지국	10초

2.1.3 AIS 시스템 국제동향

1) 유럽 연합

EU에서는, 영국, 프랑스, 독일, 스페인, 이탈리아, 노르웨이, 스웨덴 및 핀란드는 AIS Class-B(CS)가 이미 운용되고 있다.

영국은 1949년 무선통신법 및 EC 위원회의 R&TTE 지령에 근거해, 통신청(OFCOM)이 자국의 기술기준(Interface Requirement)을 책정하고 있어, AIS 및 CS-AIS에 대해 UK Interface Requirement-2033에 규정하고 있다.

2) 미국

연방 통신 위원회(FCC)가 CS-AIS 의 도입을 위해서 무선통신 규칙의 개정을 시행하였다. 구체적으로는, 2006년 10월, 해사 무선에 관한 규칙" 47 CFR Part 80 Sub Chapter D-Safety and Special Radio Services"의 CS-AIS에 관한 개정의 제안이 이루어졌다. FCC에서는 기술기준 및 성능 기준에 관한 규정 및 규칙 개정을 진행하고 있다.

3) 일본

2005년부터 간몬 해협 해상 교통 센터에서는 AIS를 활용한 차세대형 항행 지원 시스템의 운용을 하고 있고, 해상보안청에서는 AIS를 활용할 수 있는 시스템을 해상 교통 센터, 등대 등에 정보기술을 도입한 차세대 해상 교통 센터, 사이버등대로 진화시켜, 선박 운항 지원에 대한 고도화와 관제의 효율화를 추진을 계획하고 있다. 총무성에서 간이형, 소형 어선에 탑재할 수 있는 27㎒ 대역의 AIS 관련 기술기준 연구를 추진하고 있다[12].

2.2 AtoN AIS 개념

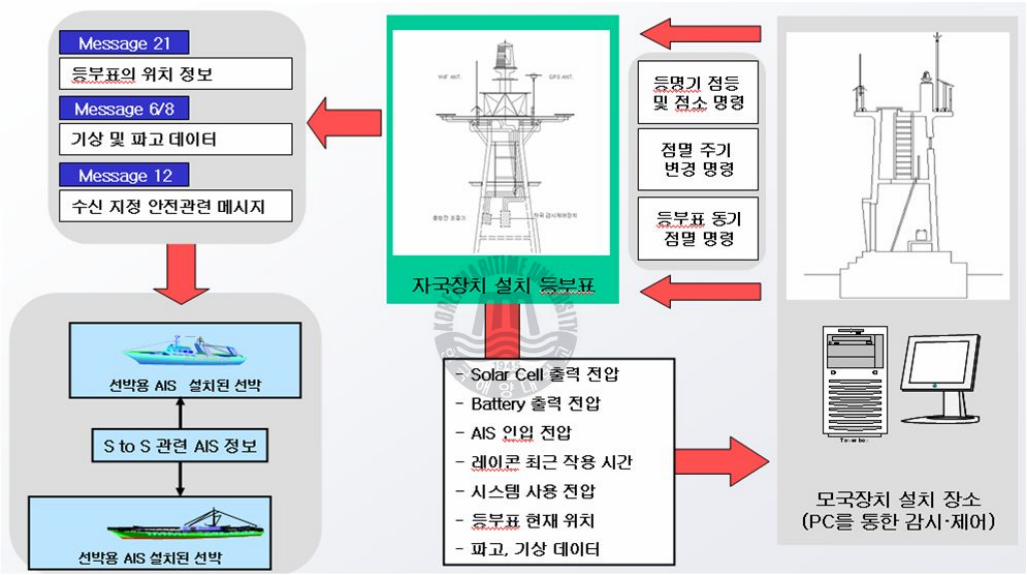
항해에 필요한 정보를 선박에 제공하는 것으로 항행지원의 운영 정보를 해당 항로 표지의 명칭, 종류 및 그 위치 등을 제공하는 것으로써, AIS 탑재선에 대해서는 레이더-장비선에 대한 레이더 신호 혹은 그 이상의 항행 지원이 가능해지는 것을 기대할 수 있다. 또한, 부가장치를 이용하여 여러 정보와 데이터를 제공할 수 있다.

- 실제 조위, 조류 그리고 국지 기상과 같은 정보를 주변 선박 또는 담당기관에 제공하여 기존의 항행지원 보완.
- 부표의 "On Station" 상태를 감시할 수 있도록 정확한 위치정보(DGNSS 보정정보)를 송신하여 부유식 항행지원 부표 위치 제공.
- 항행지원의 "Health" 상태를 포함하여 성능감시를 위한 실시간 정보제공.
- 항행지원의 원격변경 또는 예비 장비로의 원격 교체에 사용되는 데이터 링크에 접속하여 성능감시에 관한 정보제공.
- 모든 기상조건에서 장거리 포착 및 확인.
- 사이트 VHF 통신 가능지역을 통항하는 AIS 장착 선박에 대한 정보제공.

ITU에서는 선박보고 및 VTS 시스템 즉, 해상 안전 정보 서비스, 항행지원, 해상수색 및 구조(Search and Rescue)를 보강하는 육상 애플리케이션(Application)분야에 AIS 활용 가능성을 인정해왔다.

항행지원용 AIS를 적용하여 얻는 효과는 항행지원 상태 감시, 표류항행지원 추적 · 항행지원과 충돌하는 선박확인. 상황감시를 위한 실시간 정보수집 · 항행지원 파라미터의 원격 변경 등이 가능하며, 항행지원에 대한 AIS 메시지는 항행지원 자체에서 발생한 정보를 기반으로 생성되어 그 항행지원에서 직접 방송되거나 다른 위치에 있는 AIS 장치에서 발송될 수 있다.

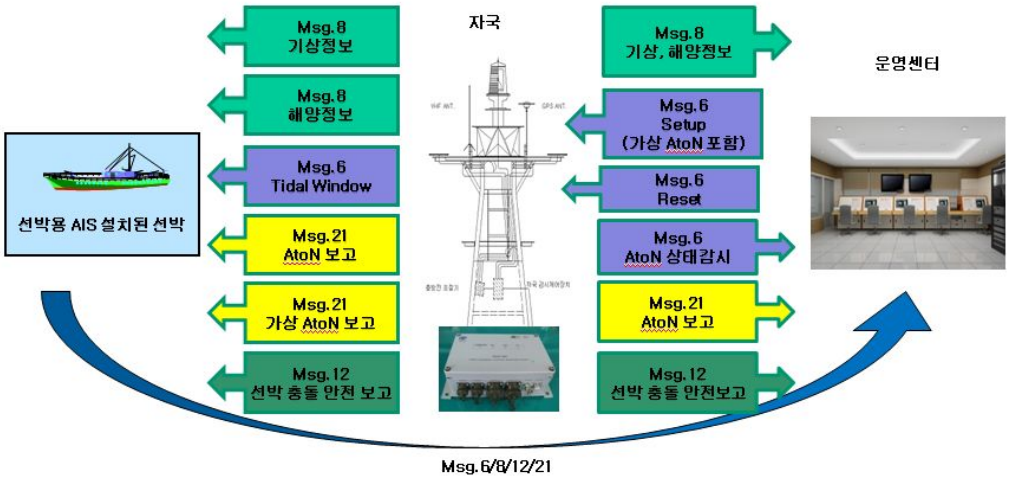
항로표지 집약관리 시스템에서 AtoN AIS를 사용함으로써 제공할 수 있는 정보에는 원격 항로표지의 등부표 운용정보를 집약관리 센터에 보내고 이 집약관리센터는 이 정보를 수신하여 감시하고 또한 제어명령을 보내 등명기의 점등 및 점소 또는 점멸주기를 제어하고 원격 항로표지의 자체 방송을 제어할 수 있고, 원격 항로표지에 연결된 다양한 기상 센서로부터의 정보를 집약관리 센터로 송신하여 모니터링을 할 수 있게 하고 이와 함께 원격 항로표지에서 직접 선박을 대상으로 기상정보를 방송할 수도 있다. 다음 <그림 2-6>은 AtoN AIS의 개념도를 설명하고 있다.



<그림 2-6> AtoN AIS의 개념도

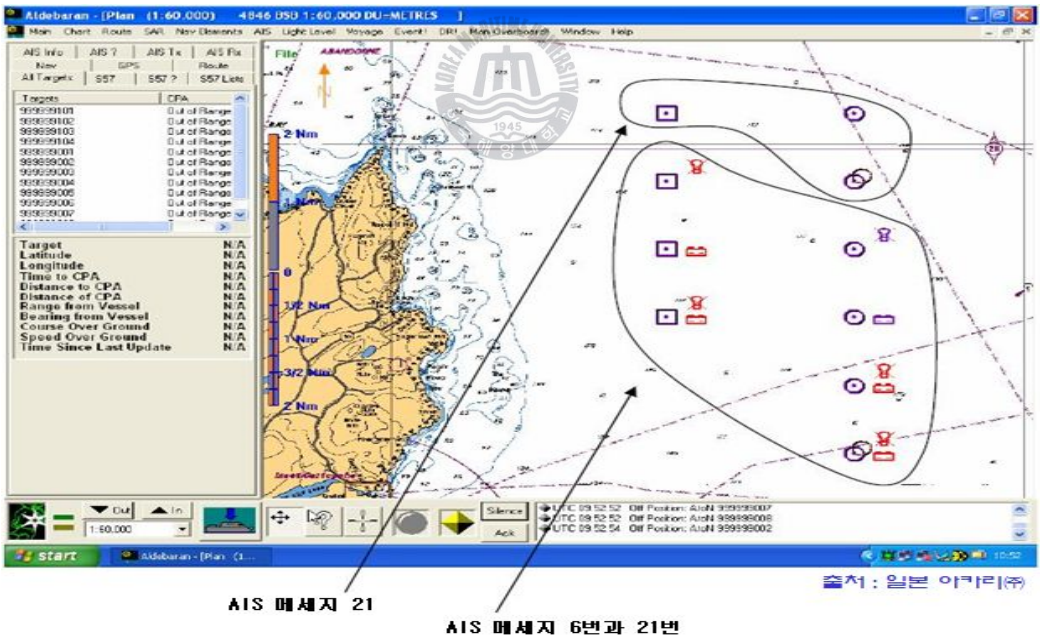
<Fig. 2-6> Concepts of AtoN AIS

다음 <그림 2-7>에서처럼 자국에서는 메시지 21번의 기본 동작을 선박 및 운용센터에 전달하고 메시지 6번은 자국의 AtoN AIS 장치에 대한 상태 감시 정보를 운용센터에 보내주고 운용센터는 메시지 6번에 대한 리셋 등을 제어를 할 수 있다. 또한, 자국에서 메시지 8번의 기상 및 해양 장비로부터 획득한 정보는 선박 및 운용센터 제공할 수 있으며, 선박이 등부표에 충돌 시 메시지 12번의 안전 메시지 발생시켜 선박과 운용센터에 정보를 제공한다.



<그림 2-7> AtoN AIS의 메시지 정보

<Fig. 2-7> AtoN AIS message information



<그림 2-8> AtoN AIS의 운영화면

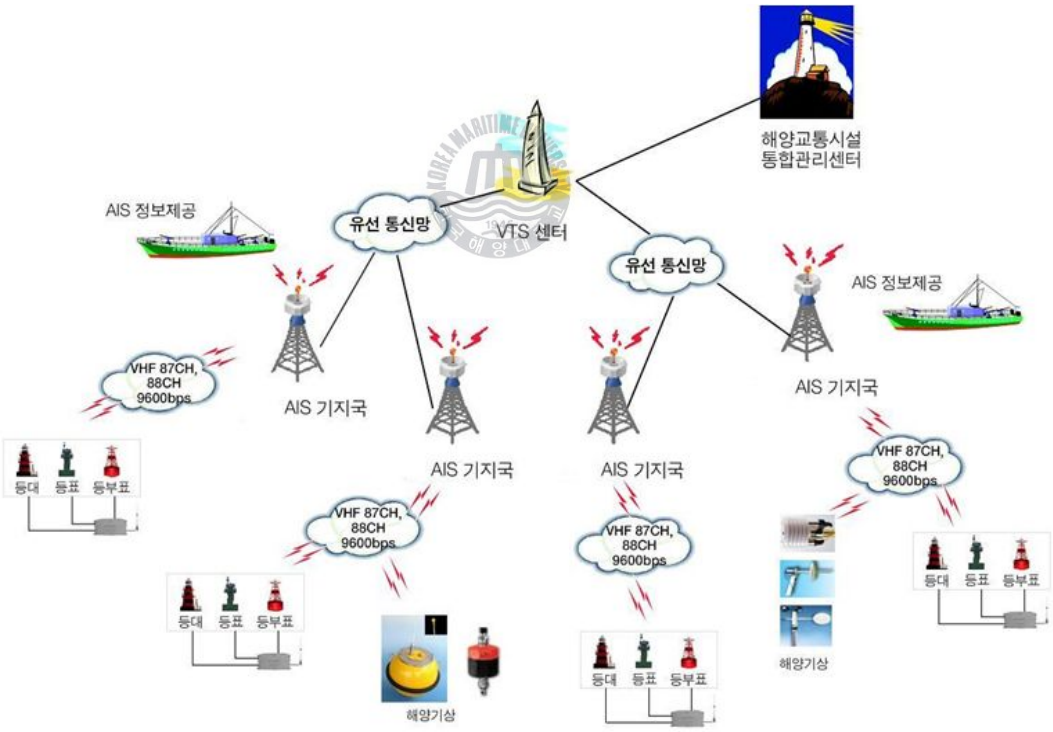
<Fig. 2-8> Operating screen of AtoN AIS

위의 <그림 2-8>은 운용센터에서 AtoN AIS를 모니터링 및 실제 운용화면을 설명하고 있다.

2.2.1 AtoN AIS 통신망

선박의 안전과 운항 능률의 향상에 목적을 두고 실제 존재하는 항로 표지에 AIS국을 병설, AIS국은 해당 항로 표지의 종별과 명칭 등의 데이터를 이용하는 항행 선박에 각종 정보를 제공한다.

다음 <그림 2-9>는 AtoN AIS 통신망에 관한 설명이다.

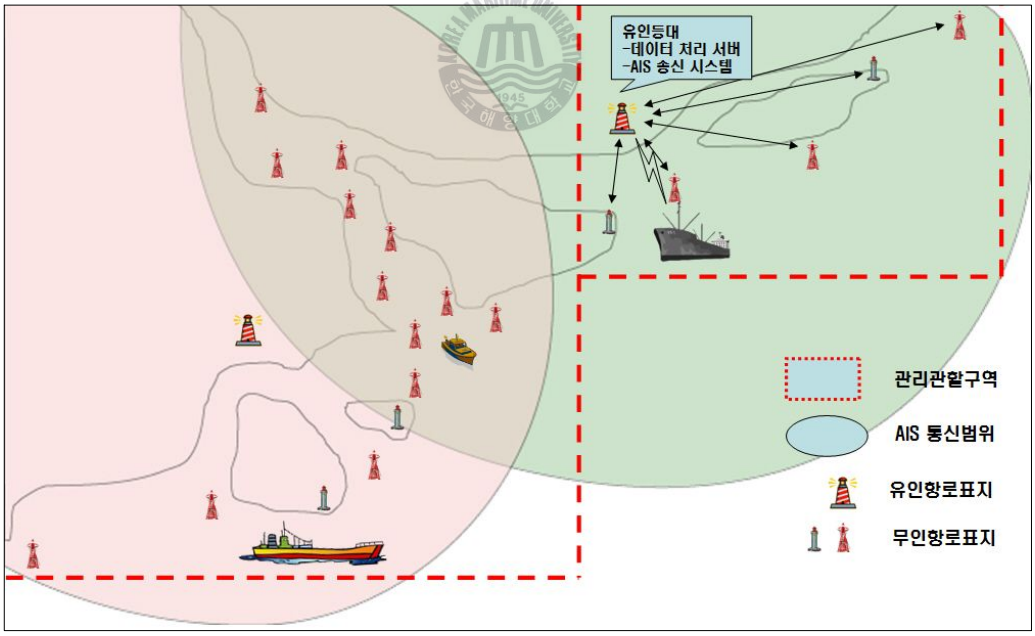


<그림 2-9> AtoN AIS의 통신망

<Fig. 2-9> Network of AtoN AIS

2.2.2 합성(Synthetic) AtoN AIS

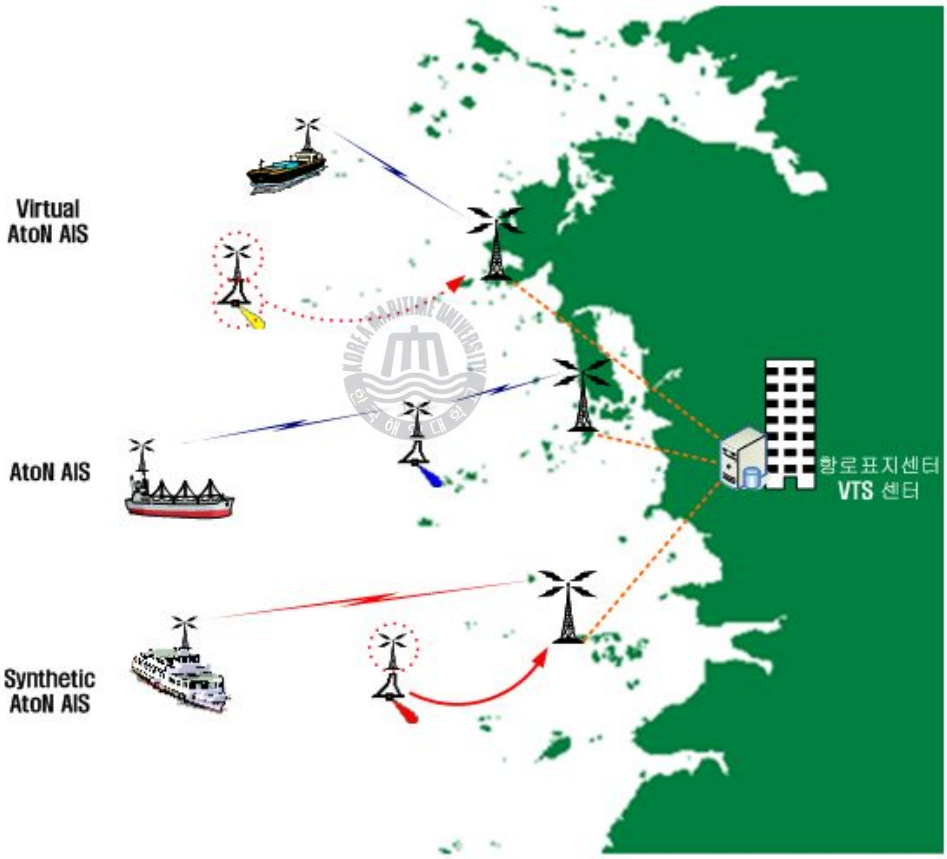
실제 항행지원에 AIS송수신기를 설치하기 곤란한 경우에 활용되며 AIS의 메시지 기능을 이용, 실제 설치된 항행지원 위치가 아닌 곳에서 해당 항행지원의 정보를 송신하여 선박 등 AIS 수신 측에서는 실제 항행지원 설치 위치에서 AIS 정보가 표시된다. 합성 AIS는 부표 및 항행지원 AIS 전원 사정, 그 외의 이유에 의해 설치할 수 없을 때 해당 항로 표지의 정보를 다른 장소에 설치된 AIS로부터 메시지 21을 방송하는 것이 가능한 방식으로, 항행지원 AtoN AIS와 거의 같은 항행 지원할 수 있다. 합성 AtoN AIS는 항로 표지 AIS와 같은 효과를 기대할 수 있다. 그러나 합성 AtoN AIS의 위치는 실제 부표의 위치가 아니라 고시로 명시된 위치에서 발사하기 때문에 주변의 물리적 환경에 의해서 오차범위를 가질 수 있다. 다음 <그림 2-10>은 합성 AIS 집약관리시스템 운영도이다.



<그림 2-10> 합성 AIS 기반의 항행지원 시스템 운영도

<Fig. 2-10> Operating overview of Synthetic AIS

또한, 합성 AIS 일정한 권역별로 항로표지시설을 구분하여 일종의 섹터를 설정한 후 등부표 등 항로표지시설에서 전송되는 정보를 비교적 시설이 큰 무인, 유인등대 및 육상센터에서 자료를 전송받아 수신 서버 내에서 자동적으로 기존 자료와의 비교 및 검정처리한 후 선박에게 정보를 제공하는 AIS 전송 기지국으로 활용할 수 있다. 다음 <그림 2-11>은 합성, 가상 AtoN AIS 그리고 AtoN AIS와 운영 센터 간의 VHF 통신계통도에 대한 설명이다.



<그림 2-11> AtoN AIS의 통신 계통도

<Fig. 2-11> AtoN AIS Communication Diagram

2.2.3 가상(Virtual) AtoN AIS

항행지원을 직접 설치하기 곤란한 경우에 활용되어 AIS의 메시지 기능을 이용하며 육상 측에서 가상의 항행지원 관련 정보를 송신하여 선박 등 AIS 수신 측에서는 항행지원이 설치된 것처럼 AIS 정보가 표시된다.

또한, 가상 AtoN AIS는 항로 장애물의 위치 및 범위 등의 명시가 쉬워져 해난의 미연 방지, 경로단축 등에 의한 선박 항행의 효율성 및 경제성의 향상에 크게 이바지하고 있고 결과적으로 이상의 가상 항로 표지의 설치해역, 역할, 선박의 항행 지원 장치에의 표시 즉 선박 측의 레이더 화면에 표시되는 Symbol mark가 제정되었다.

표현되는 표시는 표측면 표지, 방위표지, 고립장해 표지, 안전수역 표지, 특수표지 및 등대 등이 있다. AIS 메시지는 항로 표지에 관한 통보이지만 AIS 통보에 나타나고 있는 장소에는 실제 항로 표지는 존재하지 않는다. 다음 <그림 2-12>는 가상 AtoN의 마크에 대해 설명한 그림이다.

<그림 2-12> 가상 AtoN의 마크

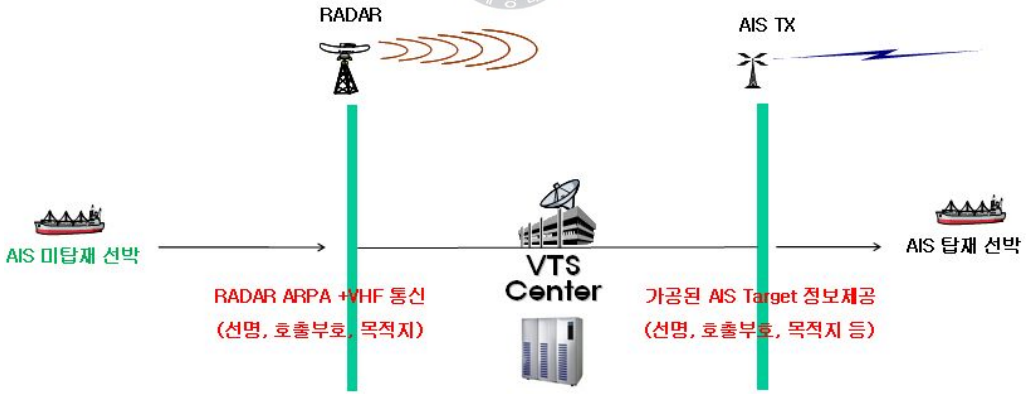
<Fig. 2-12> Mark of Virtual AIS

2.2.4 Pseudo AIS Target

AIS 미탑재 선박에 대한 레이더/알파 정보를 이용하여 AIS의 메시지 기능을 이용하고 육상 측(VTS센터)에서 선박의 정보(선명, 위치, 속력, 침로)를 타 선박에 송신하여 선박 등 AIS 수신 측에서는 해당 선박의 AIS 정보가 표시된다.

AIS 미탑재 선박은 해상교통정보센터 등에서 획득한 충돌예방장치(ARPA Target) 정보를 AIS Target 정보로 변환하여 그 정보를 다시 AIS 탑재선박에 제공하는 방식의 구조이다.

주의사항 및 개선사항은 가공된 AIS Target의 모양 및 Color 등 실제 AIS Target과는 다르게 표시하는 것이 바람직하다. 그 이유는 정보의 변환과정에서 인적잘못(Human Error)이 내포되어 있기 때문이다. (예: 선명, 목적지) 다음 <그림 2-13>은 Pseudo AIS에 대해 설명하는 그림이다.



<그림 2-13> Pseudo AIS 계통도

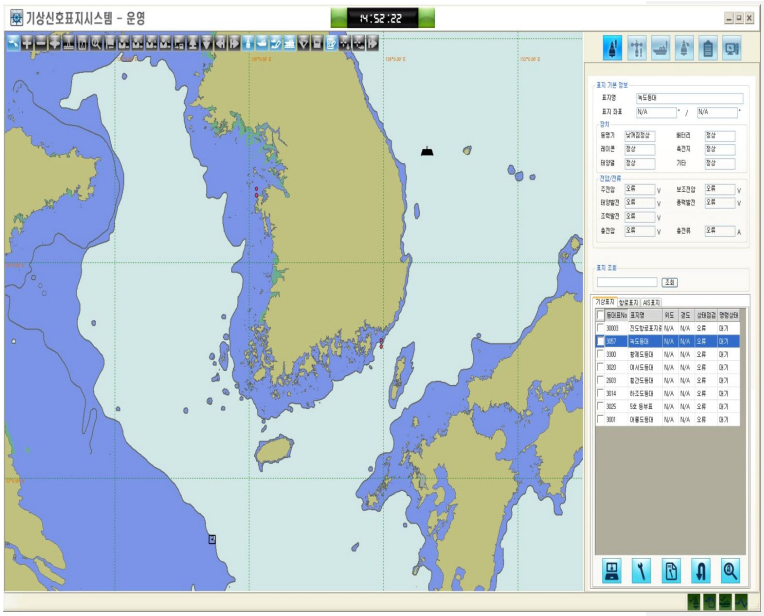
<Fig. 2-13> Pseudo AIS system system diagrams

2.2.5 AtoN AIS 유용성

선박의 AIS 지시장치 상에 기상조건과 관계없이 명백하게 표시할 수 있고 항행지원의 현재 신호를 보충, 부표의 정확한 위치를 전송하며, 해상에 떠 있는 항행지원의 위치가 정 위치에서 이탈하면 알람기능이 가능하며, 선박의 레이더에 기준점을 제공할 수 있으며, 레이콘(Racon) 에 대한 보완적이거나 대체 서비스 제공도 가능하다. 또한, 대용 및 가상 항행지원의 기능을 제공, 항적, 항로, 수역 및 경계선의 표시, 해안 구조물을 표시, 이탈된 항로 표지의 추적, 항로표지와 충돌 가능한 선박에 경고를 알림 및 충돌 선박 식별이 가능하며, AtoN AIS의 파라미터(Parameter) 원격 제어도 가능하여 선박 통항에 안전한 정보를 지속적으로 제공할 수 있다.

1) 선박 정보의 수신 및 감시기능

AtoN AIS의 모국은 원격 항로표지가 설치된 자국의 각종 제어정보, 환경 센서로부터의 정보, 고유정보와 함께 AIS가 탑재된 주변을 항해하는 선박 정보를 함께 수신할 수 있다. 이러한 정보는 데이터베이스(Data base)를 연결함으로써 항로표지의 선박충돌 사고의 추적이나 항로 표지 주변의 선박 통항에 대한 통계 자료로 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 또한, 해상교통시설의 전용 프로그램을 이용하여 다음 <그림 2-14>와 같이 기상신호표지시스템 프로그램을 설정한다. 전자해도 상에서 선박 및 AtoN AIS 기타 해양정보 표출이 가능하며, 기상표지 기본정보, 집약표지 기본정보, AIS 표지 조회, 선박조회, 기타 관련 설정이 가능하며 안전메시지 예약 기능과 Line-Cross 안전메시지의 작성하여 항 내 선박에 송신할 수 있다. 다음 <그림 2-15>와 같이 데이터베이스와의 연계를 통해 선박의 항적을 선박별로 확인해 볼 수 있을 뿐만 아니라 전체 선박의 항적을 함께 나타냄으로써 선박 통항량 분석 등과 같이 유용하게 활용될 수 있다.



전자해도 상에서
선박 및 AtoN, 기타
해양정보 표출

기상표지 기본정보 관리

집약표지 기본정보 조회

AIS표지 조회

기상표지 기상조회

선박조회

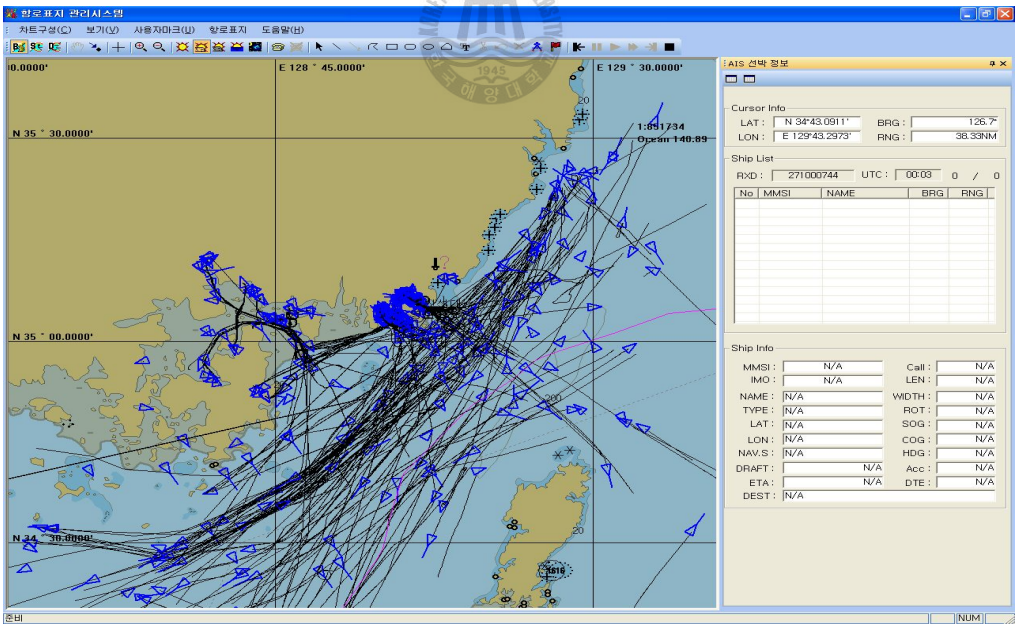
기타 관리설정기능

안전메세지 예약기능

Line-Cross 안전메세지
기능 등

<그림 2-14> 기상신호표지시스템 화면 (일반화면)

<Fig. 2-14> Rouse Cover System screen (Regular screen)



<그림 2-15> AIS정보를 이용한 선박의 항적

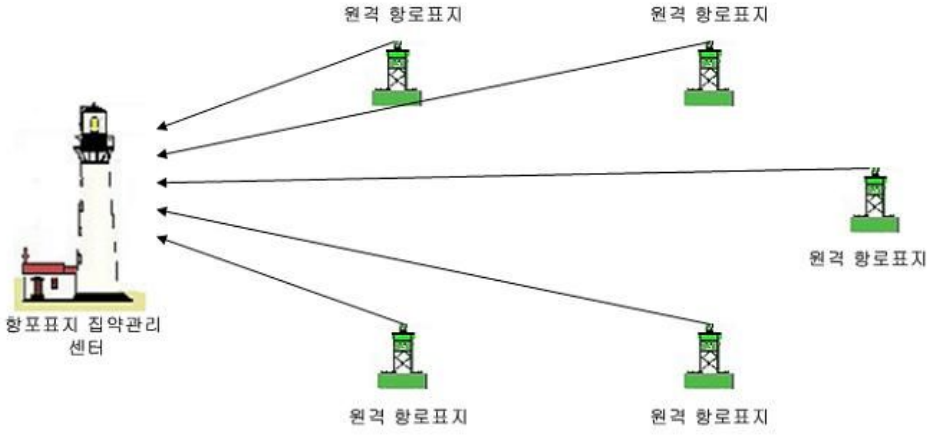
<Fig. 2-15> Display of ship's route using AIS information

2) 기상정보 및 안전정보의 방송기능

항로표지 집약관리센터는 원격의 항로표지에서 개별적인 기상정보 방송 여부와 방송 주기를 설정할 수 있고 원격의 항로표지는 연결된 각종 센서로부터의 정보를 직접 주변을 항행하는 선박을 대상으로 방송할 수 있다. 또한, 수집된 정보를 통해 항로표지 주변을 항행하는 선박에 항행 상의 주의 경보를 편집과 방송할 수 있다.

메시지 6번을 통해 방송 여부와 방송 주기가 결정된 원격항로표지는 메시지 8번을 통해 주의의 선박에 기상 정보 및 안전정보를 방송한다. 이미 사용되고 있는 선박용 AIS 단말기도 메시지 8번의 2진 방송 메시지의 수신 기능이 있음에 따라 이 기능은 현재도 서비스할 수 있고, 원격 항로 표지 각각이 기상정보를 송신함으로써 기존 항로표지 집약관리센터와 같은 모국에서 일괄적으로 방송하는 것에 비해 훨씬 넓은 범위 및 음영지역에 존재하는 선박까지도 방송 정보를 제공할 수 있다.

이러한 항로표지 집약관리센터에서 원격의 항로표지로부터 메시지 6번을 사용하여, 다음 <그림 2-16>과 같이 기상정보를 수집한다[13].



<그림 2-16> 메시지 6을 통한 기상정보의 수집

<Fig. 2-16> Collecting of weather data by message 6

2.3 AIS 액세스 알고리즘 구조

AIS는 VHF 대역에서 TDMA를 이용하며, 데이터 전송 매체에 대한 액세스를 제어하는 4개의 다른 액세스 체계가 있다. 적용 운용 모드는 사용된 액세스 체계에 따라 결정된다. 액세스 체계는 ITDMA, RATDMA, FATDMA SOTDMA이다. SOTDMA는 자율적인 국소로부터 예정되고 반복적인 전송을 위하여 사용되는 기본 체계이다. AtoN AIS에서는 SOTDMA, RATDMA 알고리즘을 사용하며, 이에 대한 설명을 기술하면 각각 다음과 같다.

2.3.1. Incremental TDMA - ITDMA

TDMA 액세스 체계는 단 1가지 경우를 제외하고는 국소가 비반복적인 문자의 전송 슬롯을 미리 선언하는 것을 허용한다. 데이터 링크 네트워크 등록 동안 ITDMA 슬롯들은 표시되어 1개의 추가적인 프레임이 예약되어야 한다. 이것은 국소가 자율적이며, 연속적인 운용을 위하여 자체 할당을 미리 선언하는 것을 허용한다. ITDMA는 데이터 링크 네트워크 등록, 주기적인 보고율에서 일시적인 변경이나 전환 및 안전관련 메시지의 선 통지와 같이 세 가지의 경우에 사용되며 ITDMA 엑세스 알고리즘의 국소는 SOTDMA의 할당된 슬롯을 대체하거나 RATDMA를 사용하여 새롭게 하거나 비 통지된 슬롯의 할당에 의해 자체적인 ITDMA 전송을 시작할 수 있다. 두 가지 방법 모두가 첫 번째 ITDMA의 슬롯이 되며 ITDMA 접속 알고리즘은 다음과 같다.

Station은 ITDMA 전송의 시작을 두 가지로 할 수 있다. 하나는 SOTDMA에 할당된 슬롯을 대체하는 것이고, 둘은 RATDMA를 이용하여 선언되지 않은 새로운 슬롯을 할당하는 것이다. 두 가지 방법 모두 ITDMA의 첫 번째 슬롯이

되도록 하는 방법이다. 데이터 링크 네트워크 중에 첫 번째 전송 슬롯은 RATDMA에 의해 지정되어야 한다. 데이터 링크네트워크 등록 동안 첫 번째 전송 슬롯은 RATDMA를 사용하여 할당되어야 한다. 그때 그러한 슬롯은 첫 번째 ITDMA 전송 용도로서 사용된다.

상위계층이 보고율을 암시로 변경하거나 안전관련 메시지의 송신이 필요하면 다음 예약된 SOTDMA 슬롯은 ITDMA 전송을 위하여 우선으로 사용될 수 있다.

첫 번째 ITDMA 슬롯을 송신하기에 앞서 국소는 다음에 마음대로 따라오는 ITDMA 슬롯을 선택하고 그 위치에서의 상대적인 오프셋을 계산한다. 이 오프셋은 ITDMA 통신 상태에 삽입되어야 한다. 수신 국소들은 이러한 오프셋, 즉 “외부적으로 할당”에 의해 표시되는 슬롯으로 표시할 수 있어야 한다. 통신 상태는 ITDMA 전송의 한 부분으로 송신된다. 또한, 네트워크 등록 동안 국소는 ITDMA 슬롯이 하나의 추가 프레임을 위해 예약되어야 한다. 슬롯을 할당하는 과정은 요구되는 한 계속되어야 한다. 최종 ITDMA 슬롯에서 상대적인 오프셋은 영(0)으로 설정되어야 한다. 다음 <표 2-7>은 ITDMA의 변수에 대한 설명이다.

<표 2-7> ITDMA의 변수

<Table 2-7> Variable of ITDMA

부 호	명 칭	설 명	최 소	최 대
LME.ITINC	슬롯 증분	이 항목은 frame에서 앞쪽에 있는 슬롯을 지정하는데 사용하며 현재 전송 슬롯으로부터 상대적인 offset을 말한다. 만약 offset이 zero이면 더 이상의 ITDMA 슬롯의 지정은 없는 것이다.	0	8191
LME.ITSL	슬롯의 수	슬롯 increment를 시작할 때에, 지정되어 있는 연속된 슬롯의 수를 나타낸다.	1	5
LME.ITKP	Keep Flag	이전 frame에서 지정된 슬롯이 다음 frame에도 역시 지정되어야 한다면 이 값은 TRUE로 해야 한다. 만약 다음 frame에서 즉시 free로 되야 된다면 FASLE로 한다.	False=0	True=1

2.3.2. Random Access TDMA - RATDMA

RATDMA는 국소가 이전에 선언하지 않았던 슬롯을 할당할 필요가 있을 때 사용된다. 이것은 일반적으로 데이터 링크 네트워크 등록 동안의 첫 번째 전송 슬롯 또는 비반복적인 문자의 메시지를 수행한다.

RATDMA 액세스 체계는 <표 2-4>에서 서술된 바와 같이 확률적으로 지속하는 알고리즘을 사용해야 한다.

RATDMA 액세스 체계를 사용하는 메시지는 우선순위 FIFO에 저장된다. 후보 슬롯이 검출될 때 국소는 0 에서 100 사이의 확률값(LME.RTPI)을 마음대로 선택한다. 이 값은 전송(LME.RTP2)을 위한 현재의 확률값과 비교되어야 한다. 만일 LME.RTP1이 LME.RTP2와 같거나 작으면 전송은 후보 슬롯에서 발생하여야 한다. 만일 그렇지 않으면 LME.RTP2는 확률 증가분(LME.RTP1)만큼 증가시켜야 하고, 국소는 프레임에서 다음 후보 슬롯을 기다려야 한다.

RATDMA에 대한 선택간격(SI)은 150 타임 슬롯이어야 하고 이 값은 4초와 동등하다. 후보 슬롯 집합은 SI범위 내에서 선택되어야 하므로 전송도 4초 이내이어야 한다. 매번 후보 슬롯이 들어가면, p-영속 알고리즘이 적용된다. 만일 알고리즘이 전송을 금할 것을 결정하면, 파라미터 LME.RTCSC가 1만큼 감소하고 LME.RTA 는 1 만큼 증가한다. LME.RTCSC는 또한 후보 집합에서 슬롯을 할당하는 다른 국소의 결과로서 감소할 수 있다.

만일 LME.RTCSC + LME.RTA < 4 이면 후보 집합은 현재 슬롯과 슬롯 선택 기준을 따르는 LME.RTCSC의 범위 내로 새로운 슬롯을 보충할 수 있다.

RATDMA는 Stations이 이전에 슬롯을 사용한다고 선언하지 않았던 슬롯을 지정할 필요가 있을 때 사용한다. RATDMA는 데이터 링크 네트워크 엔트리 중에 첫 번째 전송 슬롯을 위해 사용, EH는 비-반복적인 문자의 메시지 전송을 위해 사용하며, RATDMA 알고리즘에 대한 설명은 다음과 같다.

RTDMA 프로토콜은 여기서 설명하는 확실한 알고리즘을 사용해야 한다. RATDMA 프로토콜을 사용하는 메시지는 우선순위가 있는 FIFO에 저장한다. 후보 슬롯이 발견되면 Station은 자유롭게 확률값(Probability value-LME.RTP1)을 0 에서 100 사이의 값으로 선택한다. 이 값은 현재 선택된 전송의 확률값(LME.RTP2)과 비교된다. LME.RTP1이 LME.RTP2와 같거나 작으면 후보 슬롯을 전송에 사용한다. 그렇지 않으면 LME.RTP2를 LME.RTPI값만큼 증가시킨다. Station은 frame에게서의 다음 후보 슬롯을 기다린다. 다음 <표 2-8>은 RATDMA 계획을 위해 사용되는 파라미터이다.

<표 2-8> RATDMA의 변수

<Table 2-8> Variable of RATDMA

부 호	명 칭	설 명	최 소	최 대
LME.RTCSC	후보슬롯 카운터	후보 슬롯 집합에서 현재 사용한 슬롯의 수 - 초기값은 항상 4이거나 그 이상 그렇지만 p-영속 알고리즘 주기 동안 값은 4이하로 감소된다.	1	150
LME.RTES	최종슬롯	초기 선택간격(SI)동안 마지막 슬롯의 수로 정의되며 선행 값은 150 슬롯에 해당	0	2249
LME.RTPRI	우선순위	메시지를 큐에 넣을 때 전송시 갖는 우선순위 안전관련 메시지는 항상 우선순위를 가짐	1	0
LME.RTPS	시작 확률	새로운 메시지를 전송해야할 때 LME.RTP2는 LME.RTPS와 같게 설정되어야 한다.	0	25
LME.RTP1	유도된 확률	다음 후보슬롯에서 전송할 계산된 확률전송이 되려면 이 값이 LME.RTP2와 같거나 작아야 한다. 그리고 이 값은 자유롭게 각 전송 시도마다 선택된다.	0	100
LME.RTP2	현재 확률	다음 후보 슬롯에서 전송이 일어날 현재의 확률값	LME. RTPS	100
LME.RTA	시도 수	초기값은 0으로 한다. 이 값은 매번 하나씩 증가한다.	0	149
LME.RTPI	확률 증분	전송하지 않는 것으로 알고리즘에서 결정될 때마다 LME.RTP2는 LME.RTPI값 만큼 증가시킨다.	1	25

2.3.3 Fixed Access TDMA - FATDMA

모국이나 제어 Station만 사용하는 방식이고, FATDMA에 의해 지정된 슬롯은 반복적인 메시지에만 사용한다.

데이터 링크에의 접속은 프레임(frame)의 start를 참조하여 얻을 수 있다. 각 슬롯의 할당은 관계 당국이 먼저 결정한 대로 이루어져야 하고 다시 결정될 때까지 Station의 동작 중에 변경되지 않아야 한다. 다음 <표 2-9>는 FATDMA 계획을 위해 사용되는 파라미터이다.

<표 2-9> FATDMA의 변수

<Table 2-9> Variable of FATDMA

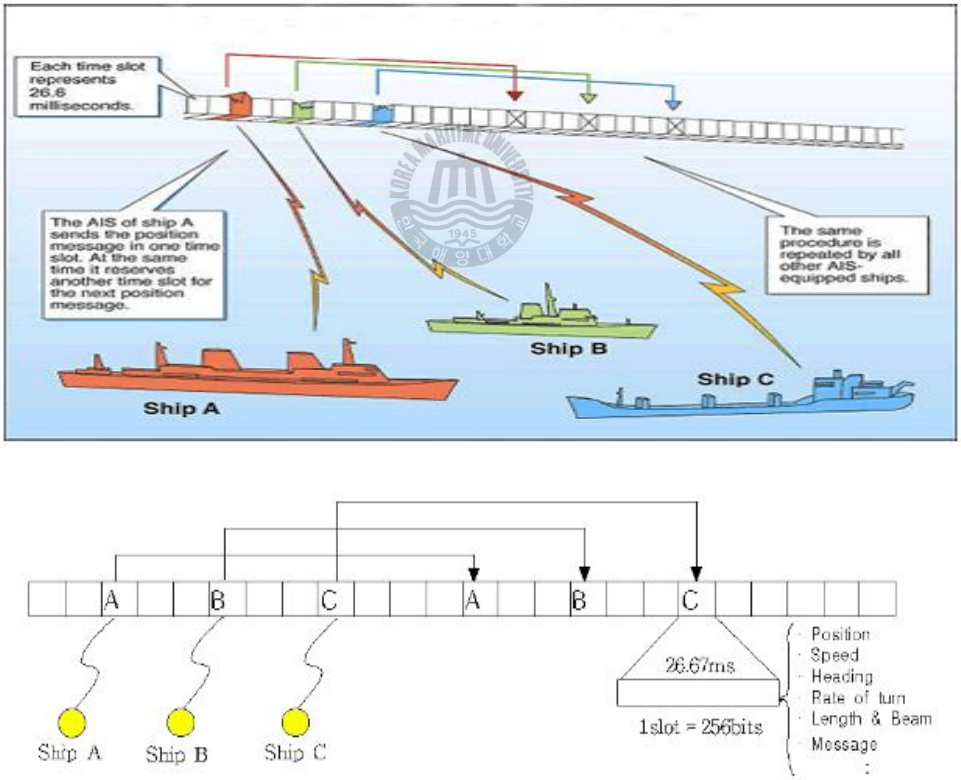
부 호	명 칭	설 명	최 소	최 대
LME.FTST	시작슬롯	frame start를 참조하기 위한 첫 번째 슬롯은 Station이 사용한다.	0	2249
LME.FTI	증가	할당된 슬롯의 다음 블록으로의 증가. 증가량이 zero인 것은 Station이 start 슬롯에서 frame당 한번만 전송하는 것을 나타낸다.	0	1125
LME.FTBS	블록크기	기본 블록 크기. 각 증가시 마다 예약되는 연속된 슬롯의 기본 개수	1	5

2.3.4 Self-Organized TDMA - SOTDMA

AIS는 채널의 활용을 극대화하기 위하여 자율구성방식의 SOTDMA 방식을 채택한다. 이 방식은 하나의 기준 시간 동안 육상국 및 모든 AIS 탑재 선박들이 시간 슬롯 할당을 하는 방식이며 주로 GPS시간을 사용한다. 이 방식을 사용하면 같은 하나의 무선주파수 채널을 통하여 여러 가입자 간에 상호위치보고 등의 데이터 통신이 가능하다. 동일채널을 2,250개의 Time 슬롯으로 나누어 각 선박에

할당하고, 각기 주어진 시간 간격으로 정보를 송신하면 다른 가입자들이 동시에 이를 수신한다. AIS 송수신 방식은 선박의 속도, 선회 등의 항행조건에 따라 위치보고 주기가 정하여지는데, 송신을 위한 적절한 시간 슬롯을 상호 간 송신 충돌을 피하면서 가입자마다 자율적으로 정할 수 있는 SOTDMA방식을 지원한다.

이 프로토콜은 이동국이 독립적이고 연속되는 모드로 작동할 때 사용한다. SOTDMA의 목적은 무선국을 제어하는 것에 방해나 간섭을 하지 않으면서 슬롯의 충돌문제를 빠르게 해결하는 알고리즘을 제공하는 것이다. 이 프로토콜을 사용하는 메시지는 반복적인 문자를 사용하는 것이며 계속하여 다른 사용자의 데이터 링크에 대한 감시를 제공하기 위한 목적으로 사용된다. 다음 <표 2-10>은 SOTDMA 계획을 위해 사용되는 파라미터이고 다음 <그림 2-17>은 SOTDMA 통신방식 슬롯형태의 설명이다.



<그림 2-17> SOTDMA 통신방식의 슬롯형태

<Fig. 2-17> Slot type of SOTDMA

<표 2-10> SOTDMA의 변수

<Table 2-10> Variable of SOTDMA

부 호	명 칭	설 명	최 소	최 대
NSS	명목상 시작 슬롯	데이터 링크에서 자신을 알리기 위해 국소에 의해 사용되는 첫 번째 슬롯. 다른 반복적인 전송은 통상 기준으로 NSS와 함께 선택된다. 같은 보고율(Rr)을 가진 전송이 2가지 채널 ('A와 B')를 사용하여 구성될 때 2차 채널("B")을 위한 NSS는 NI에 의한 첫 번째 채널의 NSS로부터 오프셋 된다. NSSB = NSSA + NI	0	2249
NS	명목상 슬롯	명목상 슬롯은 위치 보고의 전송을 위해 선택된 슬롯의 중심으로 사용된다. 프레임에서 첫 번째 전송에 대해 NSS와 NS는 같다. 단지1개 채널만 사용될 때 NS는 다음과 같은 식으로 구한다. NS=NS+(n×I):(0≤N 〈 Rr) 2가지 채널 ('A와 B')를 사용하며 전송이 구성될 때 각 채널의 명목상 슬롯 간의 슬롯 분리는 2개가 되고 NI에 의해 오프셋 된다. NSA=NSSA+(n×2×NI):(0≤n 〈 0.5Rr)	0	2249
NI	명목상 증분	명목상 증가는 슬롯의 수로 주어지며 다음 아래의 식을 이용하여 구한다. NI=2250/Rr	75	1225
Rr	보고율	이 값은 프레임마다의 위치보고 수이다. 국소가 프레임당 한번 보다 적은 보고율을 가진다면 ITDMA 할당이 사용된다. 그렇지 않으면 SOTDMA를 사용한다.	1/3	30
SI	선택간격	SI는 위치보고용 후보가 될 수 있는 슬롯의 집합으로 다음 식을 사용하여 구한다. SI = {NS-(0.1×NI) TO NS + (0.1×NI)}	0.2×NI	0.2×NI
NTS	명목상 전송슬롯	SI 값 내에서 그러한 간격 이내의 전송을 위하여 현재 사용되는 슬롯	0	2249
TMO_ MIN	최소 time-out	SOTDMA 할당이 특정 슬롯을 점유할 최소 프레임 개수	3	3
TMO_ MAX	최대 time-out	SOTDMA 할당이 특정 슬롯을 점유할 최대 프레임 개수	TMO_ MIN	8

2.4 AIS 액세스 메시지의 구조

ITDMA는 첫 번째 프레임 단계와 보고율이 변동되는 동안 사용되고 SOTDMA는 연속 운용단계 동안 사용되며 RATDMA는 추가적인 위치 보고를 송신하는 때에 언제든지 사용될 수 있다. 이 메시지 유형은 4초 이내에 방송되어야 한다. RATDMA 액세스 체계는 이러한 메시지 유형에 대해 슬롯을 할당하는 기본 방법이다. 선택적으로 기존의 SOTDMA 할당 슬롯은 이러한 메시지에 대한 슬롯 할당을 위하여 ITDMA 액세스 체계를 사용할 수 있다.

기지국은 이러한 메시지 유형의 전송을 위한 슬롯 할당에 대해 기존의 FATDMA 할당 슬롯을 사용할 수 있다. 기지국은 항상 자체 주기적 전송을 위하여 FATDMA을 사용하는 할당 모드에서 운용된다. 데이터 링크 관리(Data Link Management) 메시지는 기지국의 고정 할당 스케줄을 통지하는데 사용되어야 한다. 만일 필요하다면 ITDMA나 RATDMA가 비주기적 방송을 송신하는 데 사용된다. 세계협정시(UTC) 날짜의 질의에 대한 메시지는 인식자 10번이 사용되어야 하며, 만일 질의에 대한 응답이면 우선순위 3이 된다. 이중 채널 운용에 대한 요구 사항을 만족하기 위하여 다음이 적용되며 그렇지 않은 경우는 메시지 22번에 의해 정해진다.

- 초기 링크 액세스를 포함하여 주기적으로 반복된 메시지에 대한 전송은 AIS-1과 AIS-2 사이에 선택되어야 한다.
- 슬롯 할당 통지, 질의에 대한 응답, 요구에 대한 응답 및 승인을 따르는 전송은 초기 메시지와 같은 채널 상에서 송신되어야 한다.
- 어드레스(Address)된 메시지에 대해 전송은 어드레싱(Addressing)된 국소가 최종 수신한 것으로부터의 메시지 내 채널을 이용하여야 한다.
- 상기 기준으로 한 것과 다른 비주기적 메시지에 대해 메시지 유형에도 각

메시지의 전송은 AIS 1과 AIS 2 사이에서 선택하여야 한다.

기지국에 대한 권고(이중채널 운용)기지국은 다음의 사유에 대해 AIS-1과 AIS-2 사이에서 그들의 전송을 선택하여야 한다.

- 링크 용량을 증가시키는 것

- AIS-1과 AIS-2 간의 채널 부하 균형

- RF 간섭의 해로운 영향을 완화시키는 것

등급 B 선박 이동국이 아닌 장비는 메시지 18과 19번을 전송하지 않아야 하며 등급 B 선박 이동국 장비는 위치 보고와 통계적 데이터를 위하여 메시지 18과 19번만 사용하여야 한다.

2.4.1 메시지 설명

각 메시지는 위에서 아래로 리스트 된 파라미터 영역을 가진 표를 이용하여 표시된다. 각 파라미터 영역은 최상위 비트 (Most Significant Bit)가 첫 번째로 정의되어 있다.

부 영역을 포함하는(예: 통신 상태) 파라미터 영역은 부 영역을 가지고 이 각 부 영역 내에서 MSB가 첫 번째로 하여 위로부터 아래로 나열된 별도의 표에 의하여 정의된다.

문자 스트링(String)은 MSB가 첫 번째로 하여 왼쪽에서 오른쪽으로 표시된다. 사용되지 않는 모든 문자는 “@“ 심벌로 나타내야 하며 이들은 스트링의 끝에 두어야 한다. 데이터가 VHF 데이터 링크로 송신될 때 ISO/IEC 3309 : 1993에 들어맞는 각 메시지의 조합으로 된 표의 위로부터 아래로 8비트를 1바이트로 그룹화 하여야 한다.

정의된 메시지의 종류는 <부록 1>과 같이 요약된다. 모든 위치는 WGS84(World Geodetic System 1984) 데이터에서 송신되어야 한다. 일부 전문은 선명, 목적지, 호출부호 등과 같은 문자 데이터의 산입을 규정한다.

이러한 필드는 <부록 2>에서 정의한 것처럼 6-비트 ASCII를 사용하여야 한다. 그렇지 않으면 모든 필드는 2진수로 규정된다. 표현된 모든 숫자는 10진 표시이며 음수는 2의 보수를 사용하여 표현한다.

모든 위치는 WGS 84 데이터에서 송신되어야 하며, 일부 전문은 선명, 목적지, 호출부호 등과 같은 문자 데이터를 산입하여야 한다. 이러한 필드는 <부록 2>에 정의한 것처럼 6-비트 ASCII를 사용하여야 한다.

2.4.2 AtoN AIS에서 메시지의 사용 형태

AtoN AIS은 전원 투입 시 미리 설정된 송신 주기로 자동으로 메시지를 송신하며 기본적으로 자율동작과 사용자에 의하여 메시지 송신주기의 조절이 가능하다. 송신메시지는 6, 8, 21 메시지를 사용하고 메시지 21번은 모국 및 일반 선박국에서도 수신이 가능하나 메시지 6번과 8번 메시지는 모국에서만 확인이 가능하다.

또한, 메시지 6번과 8번은 인터페이스 되는 기상장치의 정보를 모국에 보고할 수 있도록 응용되며 메시지 21번은 모국과 선박국에 주로 부이의 위치를 알리기 위하여 사용하고 기본 사용 CH 87이며 채널 변경은 가능하다. 각 메시지의 상세한 내용은 아래와 같다[14].

1) 메시지 6 - AtoN 소비전류 및 전압 정보 보고

주소를 가진 2진 메시지, 메시지 6을 이용하여 AtoN AIS의 소비전류 및 전압

정보를 보고하며, 주소를 가진 2진 메시지는 2진 데이터 총량을 기준으로 가변 길이를 가진다. 길이는 1에서 5 슬롯 사이에서 변화되어야 한다

2) 메시지 8 - 2진 방송형 메시지

메시지 8번은 2진 데이터 총량에 기준으로 하며 가변의 길이를 가진다. 길이는 1에서 5 슬롯 사이에서 변화되어야 하며, 2진 데이터 바이트의 수(응용 ID 및 응용 데이터 포함)를 제공하여 전체 메시지가 주어진 수의 슬롯에 고정되게 한다. 어떠한 응용도 가능하면 2진 데이터 바이트의 수를 주어진 수로 제한함으로써 슬롯의 사용을 최소화하도록 권고된다.

3) 메시지 21 - 항해지원 보고

항해지원 시스템이 장착된 국소에 의해 사용되어야 하며 이 메시지는 매 3분에 한 번의 보고율로 자율적으로 송신되거나 외부 명령어에 의해 또는 VHF 데이터 링크를 통하여 할당 모드 명령어(메시지 16)에 의해 할당되어 질 수 있다.

이 메시지는 어떠한 파라미터 값이 변경된 이후에는 즉각적으로 송신되어야 하며 AIS 내에서의 항해보조를 참조. 항해보조에 대해 권한이 있는 IALA는 항해보조에 대해 “선박이나 선박 교통량의 안전과 효율적 항해를 높이기 위하여 설계되고 운용되는 선박 외부용 장치 또는 시스템” 이라 정의하였다.

IALA Navguide에서는 “위치가 벗어나거나, 표류, 빛을 발하지 않는 밤 동안의 항해보조용 부표는 자체로서 항해에 위험스럽다. 부표 보조물이 위치를 벗어나거나 오동작 할 때, 항해 경고는 반드시 주어져야 한다.” 그러므로 메시지 21을 송신하는 국소는 부표 항해보조가 해당 주관청의 판단으로 위치가 어긋나거나 오동작임이 검출되면 안전 관련 방송 메시지(메시지 14번)를 또한 송신할 수 있어야 한다[15].

제 3 장 AtoN AIS 기술기준 분석

3.1 국제기술기준 분석

3.1.1 ITU-R M. 1371-3 기술기준

국제전기통신연합의 ITU-R M. 1371-3은 해상이동업무 대역에서 시분할다중화 접속기술을 사용하는 자동식별시스템에 대한 기술 특성을 규정하고 있다[16].

부속서-1에서 운용특성을 규정하고 여기에는 AIS의 초단파 데이터 링크(VDL)의 비 제어 무선국으로

- Class A 선박국
- Class B 선박국-SOTDMA(자율할당방식의 시분할다중접속기술) 사용
- Class B 선박국-CSTDMA(반송파감지의 시분할다중접속기술) 사용
- AtoN AIS
- 제한된 기지국(VDL 제어 기능이 없음)
- 수색구조 이동 항공 장비
- 중계국

으로 나누고 AIS의 초단파 데이터 링크(VDL)의 제어 무선국으로 기지국 설비를 구분하고 있다. 각각 구분되는 설비에 따른 반복주기를 정의하고 AtoN AIS 장비는 기본적으로 3분마다 정보를 송신하도록 정의하고 있다.

부속서-2에서 기술적인 특성을 계층구조별로 규정하고 있으며, AIS기술을 사용하는 각각 설비는 기본적으로 주파수, 공중선 전력, 스펙트럼과 같은 RF(무선주파수)특성과 GMSK 변조기술, 데이터의 부호화, 스위칭 시간 등의 기술을 공유한다.

시분할다중접속에서의 동기는 같게 적용되며 기본적으로 UTC 직접동기와 UTC 간접동기, 기지국 동기 방식을 사용할 수 있다. 기지국에서조차 동기 신호를 획득하지 못할 때에는 지난 9개의 프레임 동안 가장 많은 정보가 수신된 무선국에 동기를 맞춰야 하며 슬롯의 위상과 프레임 동기, 슬롯의 식별과 슬롯의 접속 방식이 규정하고 있다. 또한, 각 메시지에 대한 접속방식인 SOTDMA, RATDMA, ITDMA, FATDMA에 대한 프로토콜을 규정하고 있다.

그리고 부속서-8에서 AIS 메시지를 소개하고 AtoN AIS에서 사용할 수 있는 메시지 21번 "AtoN Report", 메시지 6번 "Addressed Binary 메시지", 메시지 8번 "Broadcast Binary 메시지", 메시지 12번 "Addressed Safety Related 메시지", 메시지 14번 "Broadcast Safety Related 메시지"를 포함한 전체 메시지와 이들 메시지가 사용되는 접속방식을 소개하고 있다.

AtoN AIS는 RATDMA, ITDMA, FATDMA에 대한 프로토콜만을 사용하되 기본적으로 RATDMA에 동작하고, 기존 SOTDMA로 할당된 슬롯은 ITDMA를 사용한다. 또한, 기지국에서는 FATDMA를 사용하도록 규정되어 있다.

3.1.2 IALA 권고 A-126 기술기준

해상용 AtoN 서비스에 AIS 사용에 관한 IALA 권고 A-126은 해양교통시설에 AIS는 해상이동업무 대역에서 동작하는 자동방송시스템으로 이동국과 고정국 사이에 선박식별부호, 위치, 코스, 스피드 등의 정보를 교환하는 시스템이고, AIS 시스템은

신뢰성이 높고 강력한 동작이 입증된 시분할다중화 접속기술을 채택하여 Multiple Report를 다룰 수 있다.

또한, AtoN AIS는 선박 및 선박 교통의 안전과 효율적인 항해를 강화하도록 설계되고 동작하는 선박 외부의 장치 또는 시스템으로 AIS가 AtoN에 적용됨에 따라 해상종사자에게 제공되는 서비스를 개선하고 향상하게 시키는 것으로 정의하고 있다[17].

1) AtoN AIS의 기능

기본적인 해상용 AtoN 서비스가 제공할 수 있는 기능으로는

- 기상상황 방송 및 식별부호 제공
- 기존 항행안전 서비스(예. RACON) 보완
- Floating AtoN의 정확한 위치 송신
- Floating AtoN의 이탈 위치 표시
- 항로 회피지역, TSS 구간, 제한구역
- 위험지역 표시 해상구조물의 표시
- 기상, 조류, 해상상태 데이터의 제공

등이 있다. 이 외에 추가로 향상 적 기능으로써 다음과 같은 기능을 제공할 수 있다.

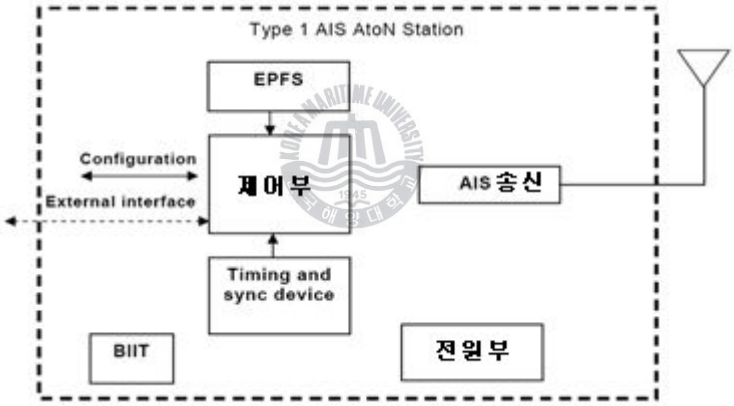
- AtoN 장비의 작동상태 모니터링
- 위치 이탈 시, 좌표점으로 부터 추적이 용이함
- AtoN의 충돌에 관여된 선박의 식별 및 실시간 자가진단 기능
- 파라미터 정보 송수신 활용하여 원격조종 기능

2) AtoN 보고

ITU-R M.1371-3에서는 메시지 21번을 “AtoN Report”로 정의하고 AtoN AIS 서비스 제공자가 AtoN 타입, AtoN 장비명, AtoN 위치, 위치정확도 지시자, 위치 고정물 타입정보, 위치 이탈 여부, 가상 AtoN 또는 실 AtoN 식별부호, AtoN의 크기 및 기준위치 좌표, AtoN 시스템 상태정보 다음 정보를 방송할 수 있도록 규정하고 있다. 여기에서 AtoN AIS의 타입은 다음과 같이 분류된다[10].

가. Type-1

Type-1은 FATDMA 모드에서, 송신 기능만 수행하고 AIS슬롯을 항상 고정하기 위해서 항상 예약해야 하며, 가장 단순한 구조이다. 또한 전력소모량 및 개발단가가 가장 저렴한 특징을 갖는다.

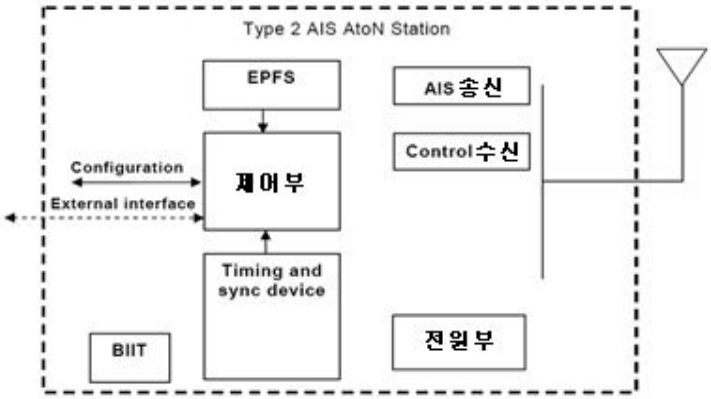


<그림 3-1> Type-1 종합계통도

<Fig. 3-1> Type-1 of block diagram

나. Type-2

Type-2는 FATDMA 모드에서의 송신과 제한된 범위에서 수신할 수 있고 AIS VHF 데이터 링크를 활용하여, 원격 명령으로 AtoN 장비를 원격 조종할 수 있다.

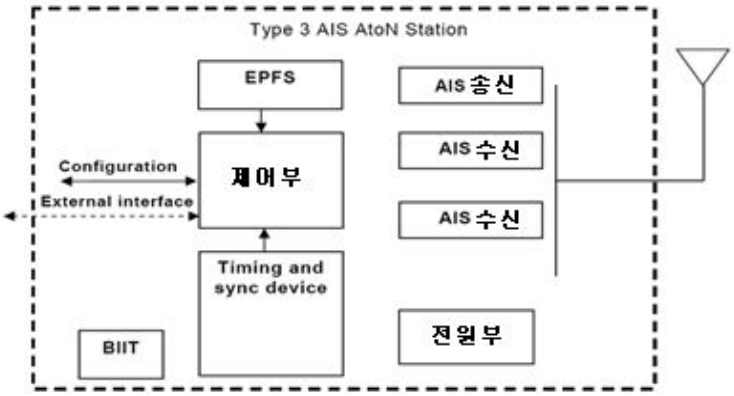


<그림 3-2> Type 2 종합계통도

<Fig. 3-2> Type 2 of block diagram

다. Type-3

Type-3은 FATDMA 모드, RATDMA 모드 송신 기능 제공하고 2채널 수신기, 슬롯 자율 할당, 제어 및 설정메시지 수신 및 연결 노드 점 중계 등이 가능하다. AtoN AIS Type별 특징을 비교하면 다음 <표 3-1>과 같다.



<그림 3-3> Type-3 종합계통도

<Fig. 3-3> Type-3 of block diagram

<표 3-1> AtoN AIS Type별 특징 비교

<Table 3-1> Compare features AtoN AIS Type

구 분	Type-1	Type-2	Type-3
VDL 수신기	없음	제어만 가능한 수신기	자동화방식을 위한 수신기 2대
송신기	Single or Dual Channel	Single or Dual Channel	Dual Channel
송 신 메시지	21 + 6, 8, 12, 14, 25	21 + 6, 8, 12, 14, 25	21 + 6, 8, 12, 14, 25 + 7, 13
송신출력	1W or 12.5W	1W or 12.5W	1W or 12.5W
메시지 접속방식	FATDMA	FATDMA	FATDMA 및 RATDMA
측위장치	EPFS	EPFS	EPFS
중계기	없음	없음	지원

3) AtoN AIS 메시지 종류

가. 메시지 6번

상대방을 지정하는 2진 메시지로 AtoN의 상태를 송신하는 목적으로 사용하며 여기에는 배터리 전압, 등명기 상태, 태양전지 상태, 충방 전기 상태, 경고 및 알람 정보 등을 송신할 수 있다.

나. 메시지 8번

방송형 2진 메시지 구조로 각종 기상 센서 및 해양정보 센서의 전송에 사용한다.

다. 메시지 12번

상대방을 지정하는 안전 관련 메시지로 AtoN AIS는 AIS SART의 메시지를 수신하고 이를 메시지 12번을 통해 수색·구조 기관에 중계한다.

라. 메시지 14번

방송형 안전 관련 메시지로 AIS 메시지는 AtoN AIS의 메시지 14번을 통해 재방송 될 수 있다.

마. 메시지 21번

단일 슬롯을 사용하는 2진 메시지로 부호화된 구성 데이터의 송신에 사용될 수 있으며 아직 구체적인 사용 예는 제시되지 않고 있다.

바. 메시지 25번

자율할당의 시분할 다중접속방식을 사용하는 다중 슬롯 2진 메시지로 아직 구체적인 사용 예는 제시되지 않고 있다.

4) AtoN AIS의 구현방안

상대방을 지정하는 안전 관련 메시지로 AtoN AIS는 AIS SART의 메시지를 수신하고 이를 메시지 12번을 통해 수색·구조 기관에 중계한다.

가. Real AIS AtoN

Real AtoN AIS는 실제의 AtoN에 설치되어 운용되는 AIS 무선국을 의미한다.

나. 의사 AIS AtoN

설치상의 이유 또는 경제적인 이유로 임의의 AtoN AIS 무선국을 설치하며 여기에는 관측된 의사 AtoN AIS와 예측 의사 AtoN AIS가 있다. 관측된 의사 AtoN AIS는 AtoN과 AIS 무선국 사이에 통신 링크가 존재하여 이를 통해 획득한 정보를 AtoN 메시지 21을 통해 송신한다. 그리고 예측 의사 AtoN AIS는 물리적으로 존재하지만 AtoN과 AIS 무선국 사이에 통신 링크가 존재하지 않아 AtoN 위치와 상태를 확인할 수는 없지만 예상되는 정보를 AtoN 메시지 21을 통해 송신할 수 있다.

다. 가상 AtoN AIS

인접한 AIS 모국에서 존재하지 않는 AtoN의 정보를 메시지 21을 통해 송신한다. 존재하지 않음에도 심벌이 도식됨으로써 AtoN의 추가 설치가 필요 없이 항로 위험지역의 일시적인 표시에 사용할 수 있다.

5) 보고주기 및 기타

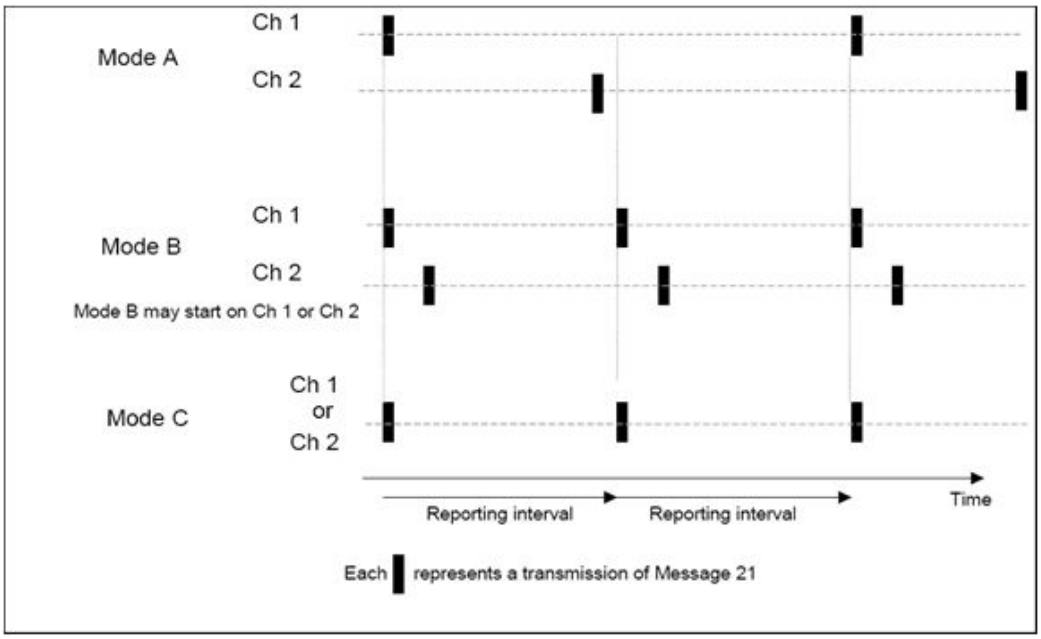
AtoN AIS의 보고 주기는 메시지별로 정의되어 있으며, 메시지 21번의 경우 20 NM의 수신범위 내에서 40노트의 속도로 접근하는 선박에 3번의 메시지를 전달하는데 10분 이상이면 충분하고 10노트로 이동하는 선박이 AIS 신호를 불명확하게 나타내는 돌출물 주변에 접근할 때 AtoN AIS가 2 NM 안의 범위에서 나타나는 곳을 가정하더라도 3번의 메시지 수신에는 4분의 보고 주기이면 충분하다.

메시지 6번은 전력소모를 고려하여 메시지 21번의 송신을 위해 AtoN AIS메시지 21번을 송신하는 시간의 배수로 설정한다.

메시지 8번의 보고주기도 메시지 21번의 보고주기의 배수로 설정하지만, 기상 및 수로 데이터가 AIS 기지국에 의해 중계되는 경우에 보고주기는 30분이나 60분으로 줄일 수도 있다.

6) 보고 모드

보고 모드는 다음 <그림 3-4>와 같이 A, B, C 형태의 3가지 보고 모드가 운용될 수 있으며 메시지 21번의 보고 모드는 Type-1과 Type-2의 AtoN AIS는 단일 채널로도 동작할 수 있으나 IALA 에서는 Type-3과 같은 이중 채널 장치인 모드 B 형태를 권고하고 있다. 메시지 6번의 경우는 지점 대 지점의 통신이므로 모드 C 정도이면 충분하고 메시지 8번의 경우 모드 A와 모드 B를 권고하고 있다.



<그림. 3-4> 보고 모드

<Fig. 3-4> Report Mode

3.1.3 IEC 62320-2 기술기준

1) IEC 62320-2 구성

AtoN AIS 시스템의 운용 및 성능요건과 시험방법, 요구되는 시험결과를 규정하고 있는 IEC 62320-2는 IALA A-126에서와 같은 Type 구분을 사용하고 이에 따른 하드웨어의 구성이 요구된다. 예를 들면 Type-3의 경우 AIS의 두 가지 채널을 수신할 수 있어야 하고 FATDMA를 사용하여 송신할 수 있어야 한다. 메시지 21번의 접속은 FATDMA 또는 RATDMA를 사용하여 송신한다. 또한, Type-3 AtoN AIS는 UTC 간접 동기를 사용하는 다른 AIS 무선국이나 수기로 동작하는 다른 무선국에 선택적으로 동기를 맞출 수 있어야 한다[18].

2) 송신기 요건

ITU-R 부속서-18에 따라 25㎑ 대역폭을 사용하고 VHF 해상이동업무용 대역에서 채널 87과 채널 88을 운용하여야 하는데 무선주파수 요건은 각각 다음과 같다.

가. 반송파 전력 편차

±1.5dB(일반), ±3dB(극한조건)

나. 반송파 주파수 편차

±500Hz(일반), ±1,000Hz(극한조건)

다. 변조 마스크

Δf_c < ± 10㎑ : -25dBc

±25㎑ < Δf_c < 62.5㎑ : -60dBc

라. 송신기 출력 대 시간

출력상승 <1ms, 출력하강 <1ms, 스위칭 < 25ms

3) 수신기 요건

다음과 같은 특성들이 TDMA 수신기에 적용되어야 한다.

가. 감도

-107dBm의 원하는 신호를 수신할 때 패킷오류율이 20% 이하

나. 고입력 레벨에 대한 오류

-77dBm에서 패킷오류율이 2% 이하이어야 하고 -7dBm에서 패킷 오류율이 10% 이하이어야 한다.

다. 채널간 상호 간접 제거비

-101dBm의 원하는 신호와 -111dBm의 불요파를 인가할 때 패킷 오류율이 20% 이하이어야 한다.

라. 인접채널 선택도

-101dBm의 원하는 신호와 -31dBm의 불요파를 인가할 때 패킷 오류율이 20% 이하이어야 한다.

마. 스퓨리어스 응답 제거비

-101dBm의 원하는 신호와 -31dBm의 불요파를 인가할 때 패킷 오류율이 20% 이하이어야 한다.

바. 상호변조 응답 제거비

-101dBm의 원하는 신호와 -36dBm의 불요파를 인가할 때 패킷 오류율이 20% 이하이어야 한다.

사. 블로킹

-101dBm의 원하는 신호와 5㎒ 이하에서 -23dBm의 불요파와 5㎒ 이상에서 -15dBm의 불요파를 인가할 때 패킷오류율이 20% 이하이어야 한다.

아. 부차적 전파발사

9㎑～1㎓ : -57dBm 이하 1㎓～4㎓ : -47dBm 이하

4) 환경 요건

IEC 60945의 노출형 장비 요건을 만족해야 한다. 일반적으로 선박에서 요구하는 환경 요건의 대상에는 진동, 염수분무, 고온, 다습, 저온 및 전자파적합성에 대한 시험 항목을 적용할 수 있다.

5) AIS 메시지

ITU-R M.1371-3에서 정의한 메시지 21번을 송신하고 이에 대한 상세한 내용은 IALA A-126 권고안을 만족해야 한다. 동기는 우선으로 UTC 직접동기에 맞추어야 하고 선택사양으로 간접동기 방식을 선택할 수 있다.

6) 시험 신호

IEC-62320의 시험내용을 수행하기 위해서는 기본적으로 스펙트럼분석기가 신호를 획득할 수 있는 충분한 시간의 신호를 공급해야 한다. 따라서 시험에 필요한 무변조 반송파, 변조된 010101의 데이터와 11001100의 연속데이터를 변조한 파형의 연속송신모드를 제공해야 한다. 또한, 송신전력 대 시간을 결정하기 위해서는 트리거 신호를 인가하여 이를 기준으로 송신전력의 80%에 도달하는 시간과 20%에 해당하는 시간을 측정해야 한다.

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

3.2 국내기술기준 분석

3.2.1 무선설비의 기술기준

무선설비의 기술기준은 전파법 제45조(기술기준)에 따라 방송통신위원회고시(제2008-137호; 2008년 09월 11일)에 따라 무선설비규칙 고시 제2장 기술기준의 일반조건에서 주파수 허용편차, 주파수대폭의 허용치, 스퓨리어스영역 불요발사의 허용치, 전력, 변조특성, 공준선계 조건, 수신설비의 조건, 보호장치 및 특수장치 등, 전원, 무선설비 동작안정을 위한 조건, 예비전원 및 예비품 등으로 구분되어 있으며, 이 무선설비규칙은 국제전기통신연합(ITU)에서 정한 기술기준에 따른다[19].

3.2.2 선박자동식별장치(AIS) 송수신 장치 요건

161.975㎒와 162.025㎒ 주파수의 전파를 사용하는 선박자동식별장치의 기술기준은 각각 다음과 같으며, 기술기준은 무선설비규칙(개정 2009년 12월 8일 방송통신위원회고시 제2009-36호)에 제정되어 있다[20].

1) 일반조건

가. 통신방식은 시분할다중접속방식을 사용할 것

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

(2) 종별(class)B 선박자동식별장치는 자동시분할다중접속 방식(이하 “종별B 자동방식 선박자동식별장치”라 한다) 또는 반송파감지시분할다중접속(CSTDMA) 방식(이하 “종별 B 반송파감지방식 선박자동식별장치”라 한다)을 사용하며 국제해사기구에서 정하는 성능요구사항 중 일부만 만족하는 것

나. 발사전파의 전파형식은 F1D를 사용할 것

다. 점유주파수대폭의 허용치는 25㎑ 이내일 것

라. 선박국은 모든 지역에서 자동으로 동작하는 자동모드, 해안국이 데이터 전송간격 및 시간 슬롯을 지정했을 때 동작하는 할당모드, 다른 선박국 또는 해안국으로부터의 송신 요구에 대해 동작하는 폴링모드의 기능을 가질 것. 다만, 종별 B 반송파감지방식 선박자동식별장치는 폴링모드를 대신하여 질의에 응답하는 제어 모드를 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 6분마다 또는 데이터가 수정되거나 요구가 있을 때에 이루어질 것

(2) 동적정보(정확한 선박위치 표시 및 동작 상태, 협정세계시(UTC), 대지침로, 대지속력, 선수방향, 항해상태, 선회율을 말한다.)는 선박속력 및 침로변경 유무에 따라 다음 표의 간격으로 갱신될 것

(가) 선박국용 종별 A 선박자동식별장치의 경우

선박의 동적상태	갱신간격
3노트 미만의 상태에서 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	3⅓초
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

(나) 선박국용 종별 B 자동방식 선박자동식별장치의 경우

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

(다) 선박국용 종별 B 반송파감지방식 선박자동식별장치의 경우

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

(라) 해안국용 선박자동식별장치의 경우 동적정보 갱신간격은 10초일 것

(마) 조난구조용 항공기에 탑재한 선박자동식별장치 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 이루어질 것

(4) 항해경보 또는 기상경보를 포함하는 항해안전 관련 메시지의 갱신은 해안국 등의 요구가 있을 때에 이루어 질 것

바. 위성으로부터 동기를 위한 신호를 얻을 수 있을 것

사. 선박 및 메시지 식별을 위한 해상이동업무식별부호를 사용할 것

아. 디지털선택호출장치의 기능을 가지며, 기술적 조건은 다음과 같을 것

(1) 디지털선택호출장치 및 전용수신기의 기술기준은 제36조를 준용할 것. 다만, 조난 관련 기능은 포함하지 않고 종별 B 선박자동식별장치는 전용수신기 또는 TDMA 수신기를 통해 차례로 채널 70을 수신할 수 있을 것

(2) 디지털선택호출 전용수신기는 156.525㎒의 주파수를 사용할 것

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

자. 선박자동식별장치 지시부는 다음과 같을 것

(1) 적어도 선박 3척 이상의 방위, 거리 및 선명을 표시할 수 있을 것

(2) 방위와 거리는 좌우로 스크롤(Scroll)하지 않고 표시할 수 있을 것

(3) 표시부를 위한 외부 연결 단자를 가질 것

(4) 종별 A 선박자동식별장치를 제외하고는 (1)과 (2)를 적용하지 않을 것

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

카. 송·수신되는 데이터 오류를 자체적으로 검사할 수 있는 기능을 갖출 것

타. 전원 인가 후 2분 이내에 정상 동작할 수 있을 것

파. 공중선 개방 또는 단락에 의하여 동작중인 장치에 손상이 일어나지 않을 것

2) 송신장치의 조건

가. 발사전파의 주파수허용편차는 ± 500Hz 이내 일 것

나. 스퓨리어스 발사의 허용치는 다음 조건을 만족할 것

(1) 9㎑ 이상 1㎓ 이하에서 평균전력이 -36dBm 이하일 것

(2) 1㎓ 이상 4㎓ 이하에서 평균전력이 -30dBm 이하일 것

다. 공중선전력은 1W 또는 12.5W로 하며, 허용편차는 ± 1.5dB 이내 일 것. 다만, 종별 B 선박자동식별장치의 공중선전력은 2W로 하며, 허용편차는 ± 1.5dB 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 50×10^{-6} 이내일 것

사. 송신전력의 상승시간은 송신을 시작한 후 송신전력 안정상태의 80%에 이를 때까지의 시간이 1㎳ 이내일 것

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

자. 송신을 시작한 후 1㎳ 경과 후 주파수안정도는 ±1㎑ 이내일 것

3) 수신장치의 조건

가. 감도는 -107dBm의 신호를 가했을 경우에 패킷오류율이 20% 이하일 것

나. 고레벨 입력 시 오류특성은 -7dBm의 신호로 1,000회 측정한 경우의 오류 횟수와 -77dBm의 신호로 1,000회 측정한 경우의 오류횟수와의 차이가 10회 이내일 것

다. 인접채널제거비(감도측정상태보다 3dB 높은 희망주파수의 신호와 인접채널의 주파수인 무변조 방해파를 동시에 인가했을 경우에 해당신호의 80%를 정상적으로 수신할 수 있는 희망파와 방해파의 비)는 70dB 이상일 것

라. 스퓨리어스 응답특성(감도측정상태보다 3dB 높은 희망주파수의 신호와 주파수편이가 ±3㎑인 400Hz로 변조된 방해파를 동시에 인가했을 경우에 해당신호의 80%를 정상적으로 수신할 수 있는 희망파와 방해파의 비)은 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) 9㎑ 이상 1㎓ 이하에서 -57dBm 이하일 것

(2) 1㎓ 이상 4㎓ 이하에서 -47dBm 이하일 것

3.2.3 항행지원용 자동식별장치(AtoN) 송수신 장치 요건

선박자동식별장치와 같은 주파수의 전파를 사용하는 항행지원용 자동식별장치의 기술기준은 각각 다음과 같으며, 기술기준은 무선설비규칙(개정 2009년 12월 8일 방송통신위원회고시 제2009 - 36호)에 제정되어 있다.

1) 일반조건

가. 3.2.2(상기 선박자동식별장치)의 나, 다, 바 및 타에서 규정한 조건에 적합할 것

나. 통신방식은 다음 중 하나일 것

(1) Type-1은 송신 전용이며 고정접속시분할다중접속(FATDMA) 방식으로 동작할 것

(2) Type-2는 Type-1에 추가하여 단일 채널로 운용되는 자동식별장치 수신기를 포함하고, VHF 데이터링크(VDL)를 통해 원격 구성 및 제어될 것

(3) Type-3은 VHF 데이터링크를 통해 완전히 동작하는 2개의 자동식별장치 수신기를 포함하고, 고정접속시분할다중접속(FATDMA) 방식과 임의 접속시분할다중접속(RATDMA) 방식으로 동작할 수 있을 것

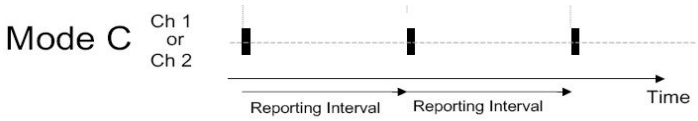
다. 송신 메시지는 적어도 메시지 6(주소지정 2진메시지), 8(방송 2진메시지) 및 21(항행지원 보고)을 포함할 것

라. 항행지원용자동식별장치의 메시지 송신방식은 다음 중에서 선택 가능할 것

(1) 모드 A : 매 보고 주기마다 채널 1(161.975㎒)과 채널 2(162.025㎒)에서 다음 그림과 같이 교차하여 송신하고 메시지 21의 내용은 매 송신 시 갱신될 것

(2) 모드 B : 동일 메시지를 채널 1(161.975㎒)과 채널 2(162.025㎒)에서 다음 그림과 같이 재빨리(보통 4초간의 간격) 연속해서 송신할 것

(3) 모드 C : 다음 그림과 같이 하나의 채널만을 이용하여 송신하고 메시지 21의 내용은 매 송신 시 갱신될 것



마. 송·수신되는 정보를 자체적으로 검사할 수 있는 기능을 갖출 것

바. 가상 항행지원식별장치정보를 자체정보와 함께 전송할 것

사. 시험을 위해 10초 이상의 무변조 반송파 및 표준신호 '010101..' 및 '00001111..'를 제공할 수 있을 것

2) 송신장치의 조건

가. 3.2.2(상기 선박자동식별장치)의 제1항제2호가, 나, 라 및 바에서 자까지의 조건에 적합할 것

나. 공중선전력은 12.5W 이하로 하며, 허용편차는 ±1.5dB 이내 일 것

다. 변조방식은 GMSK/FM이고, 변조지수는 0.5일 것

3) 수신장치의 조건

가. 3.2.2(상기 선박자동식별장치)의 제1항제3호 가목에서 라 및 바의 조건에 적합할 것.

단, Type-2의 수신장치는 가, 다 및 라의 조건보다 10dB 완화된 값을 갖도록 한다.

3.2.4 무선형식검정 및 형식등록처리 방법

선박자동식별장치 AIS, AtoN에 대한 무선형식검정 및 형식등록처리 방법은 환경조건과 성능조건이 있는데 방송통신위원회가 정한 환경시험과 성능시험의 조건은 각각 다음과 같으며, 기술기준은 무선설비규칙(개정 2009년 12월 8일 방송통신위원회고시 제2009 - 36호)에 제정되어 있다.

1) 환경시험

가. 진동시험

전진폭 3 ㎜, 진동수 매분 0에서 500회까지의 진동 및 전진폭 1 ㎜, 진동수 매분 500회에서 1,800회까지의 진동을 상하좌우 및 전후로 각각 30분간(10분간의 주기로 진동수를 저고저의 순서로 변동시킨다)가한 후 정격전압을 가하여 동작시켰을 때 이상 없이 동작하여야 한다.

나. 연속동작시험

통상의 사용조건으로 24시간 동작시켰을 때 이상 없이 동작하여야 한다.

다. 온도 시험

(1) 상온 - (+)15~35℃ 범위 그 조건으로 규정된 전원전압을 가하여 2시간 동작시켰을 때 이상 없이 동작하여야 한다.

(2) 고온 - (+)55℃의 온도에 3시간 방치한 후 (+)40℃의 온도로 내려서 3시간 방치하고, 그 조건으로 규정된 전원전압을 가하여 2시간 동작시켰을 때 이상 없이 동작하여야 한다.

(3) 저온 - (-)15℃의 온도에서 3시간 방치한 후 0℃의 온도로 올려서 3시간 방치하고, 그 조건으로 규정된 전원전압을 가하여 30분간 동작

시켰을 때 이상 없이 동작하여야 한다.

라. 습도

(+)40℃에서 상대습도 93%의 습도에 4시간 방치하고, 그 조건으로 규정된 전원 전압을 가하여 동작시켰을 때 이상 없이 동작하여야 한다.

2) 성능시험

가. 시동 후 1분 후에 정상 동작함을 확인

나. 주파수의 허용치(기술기준 제58조 제2호 가목) - 발사전파의 주파수허용편차는 ± 500Hz 이내 일 것

다. 점유주파수대폭의 허용치(기술기준 제58조 제1호 다목) - 점유주파수대폭의 허용치는 25㎑ 이내일 것

라. 스퓨리어스발사의 허용치 (기술기준 제58조 제2호 나목)

마. 공중선전력의 허용치(기술기준 제58조 제2호 다목)

바. 구조적조건(기술기준 제58조 제1호)

사. 송신장치의 조건(기술기준 제58조 제2호)

아. 수신설비로부터 부차적으로 발사 되는 전파의 세기(제58조 제2호 바목)

자. 수신장치의 조건(기술기준 제58조 제3호)

3.2.5 AtoN AIS 전원부 적용기준

1) 전력소비(Energy Drain)

가. 항행지원용 AIS 장치는 저 소모전력 구조를 갖기 위해 Power Save

Mode(Sleep/Idle/Tx Mode 등)를 구현하도록 한다.

나. 항행지원용 AIS 장치는 저전력 설계로 최소 소모전력으로 운영될 수 있도록 하며 아래 테이블의 소모량을 초과하지 않도록 한다. 다음 <표 3-2>에 기준에 적합하여야 한다.

다. 국소별 공급 설치되는 장치의 총 소모 전력을 제시하도록 하며 등부표 등 전력여건이 제약되는 장소에 대해서는 기존 전력부하와 설치될 AIS 장치의 전력부하를 계산하여 기존 전원 시스템에 대한 영향 여부를 검토하여 항행지원 운영에 문제없도록 한다.

<표 3-2>. 저전력 설계 최소 소모전력 기준

<Table 3-2> Low-power design, power consumption by at least

구 분	동 작 모 드	
	FATDMA	RATDMA
소모전력	0.7Ah/day 이하	4Ah/day 이하
동작조건	• 메시지 21번을 3분간격으로 송신할 경우 • 입력전원 12V, 송신모뎀출력 12.5W의 경우	

2) 정확도

가. 축전지 전압측정 정확도 0.1-Volt 또는 그 이상의 정확도가 되도록 구성한다.

나. 전류 측정 정확도는 전체 스케일의 1%에 이르는 정확도로 측정되도록 한다.

다. 위치 정확도를 위하여 항행지원를 정기적으로 확인하고 메시지 21과 메시지 6에 적정한 데이터를 설정하도록 한다.

라. 유니트에 Nominal 해도상의 위치와 0에서 0.25해리의 표랑(Roaming) 반경을 프로그래밍 할 수 있도록 한다.

마. 1/1,000 해리 단위로 표랑 반경을 설정할 수 있도록 한다.

바. 위치는 수신된 GPS 혹은 DGPS신호에 의해 확인할 수 있도록 한다.

사. 유니트는 실제 위치와 Nominal 위치의 표랑반경을 비교한다.

아. 실제 위치가 유니트에 설정된 표랑 반경을 벗어 날 경우 위치이탈 지시자가 메시지 21에 표시되며 메시지 6에 표시문자가 설정된다.

3) 항행지원용 AIS 설치 함체

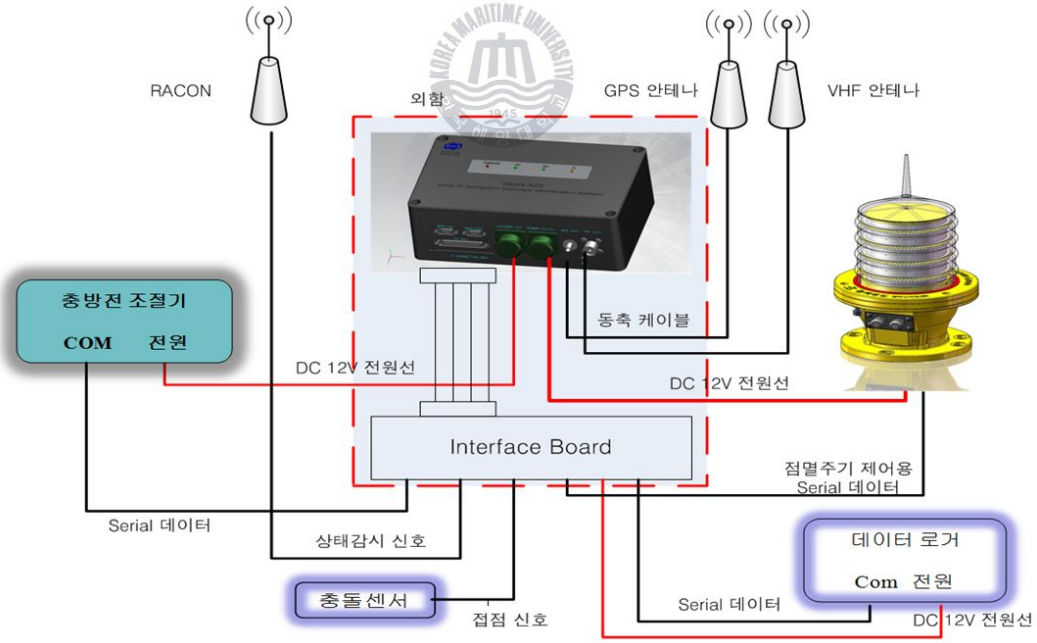
가. 무인등대에 함체 타입으로 설치되는 장치의 함체는 결로현상방지 및 완전 방수될 수 있도록 제작한다.

나. 설치 및 취급이 용이하도록 함체 크기를 30*30*15 이상 넘지 않아야 한다. 단, 구성시스템에 따라 최적의 운영조건 제공을 위해 변경이 필요할 경우에는 타당한 사유를 제출하고 이용자의 승인을 받아 변경할 수 있도록 한다.

제 4 장 저전력 AtoN AIS 설계 및 제작

4.1 저전력 AtoN AIS시스템의 구성

AtoN AIS 장치는 국내의 전파법에 정한 기술기준과 국제 기술표준인 IEC 62320-2 및 ITU-R M.1371-3의 규격에 의하여 제작되었으며 저전력 AtoN AIS의 구성은 송·수신부, CPU, GMSK 모뎀, GPS 수신부, 인터페이스보드를 포함하고 있는 송신기, 기상 센서, 등명기를 제어할 수 있는 제어부, 시스템의 전원 제어부, 송수신 안테나, GPS 안테나로 구성되어 있으며, 다음 <그림 4-1>과 같다.



<그림 4-1> AtoN AIS의 구성도

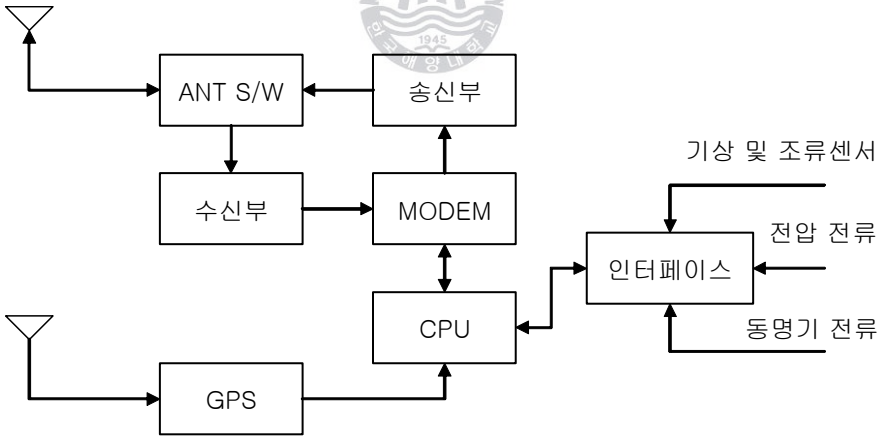
<Fig. 4-1> Configuration of AtoN AIS

4.1.1 시스템의 구성

본 연구에서 설계 및 제작된 AtoN AIS에 대한 내부 구성도는 수신부, 송신부, GMSK 모뎀, CPU, GPS모듈, 인터페이스보드(Interface)로 구성이 되어 있으며, 본 논문에서 제안한 저전력 AtoN AIS에 대한 일반적인 사양은 다음 <그림 4-2>와 같다.

1) 일반 사양

사용 주파수 대역은 156.025 ~ 162.025 ㎒이고 전파형식 F1D, 통신 방식 단신 통신방식, 공중선 임피던스 50Ω이며, 사용 온도 범위 -20℃ ~ +55℃사이, 상대 습도 5% 가능, 사용전원 DC 12V, 채널접속방법 SOTDMA, RATDMA, FATDMA 방식이다.

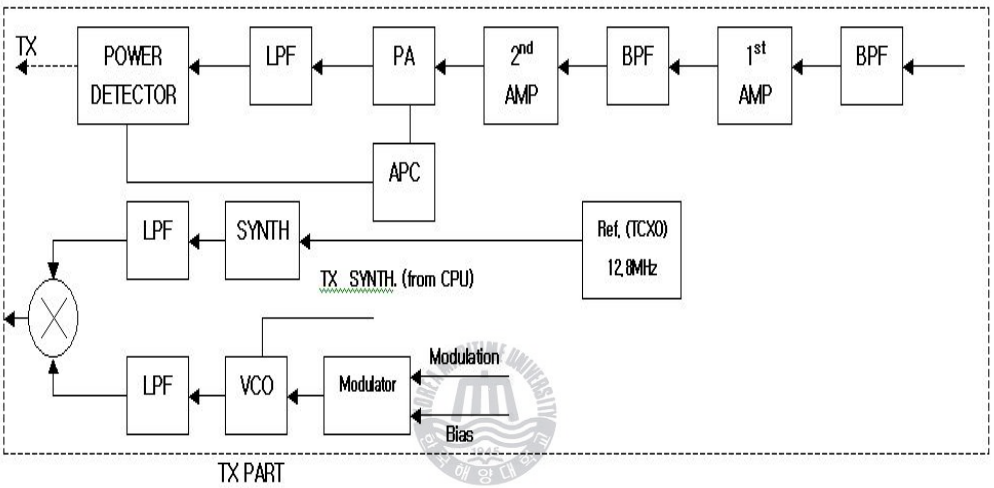


<그림 4-2> AtoN AIS의 종합계통도

<Fig. 4-2> Block diagram of AtoN AIS

2) 송신부

송신 출력 12.5W (+20% ~ -50%) - 수동 및 자동변경, 주파수 편차 ±1ppm 발진방식은 전압 제어, PLL은 주파수 신세사이저(Synthesizer) 방식이며, 변조 방식 GMSK 변조 (NRZI)은 최대 주파수 편이 ±2.5㎑ 이내, 점유 주파수 대폭 16㎑이내이고 스퓨리어스 발사강도 -70dBc 이하로 제작되었다. 저전력 AtoN AIS 송신부 종합계통도는 다음 <그림 4-3>과 같다.



<그림 4-3> 송신부의 종합계통도

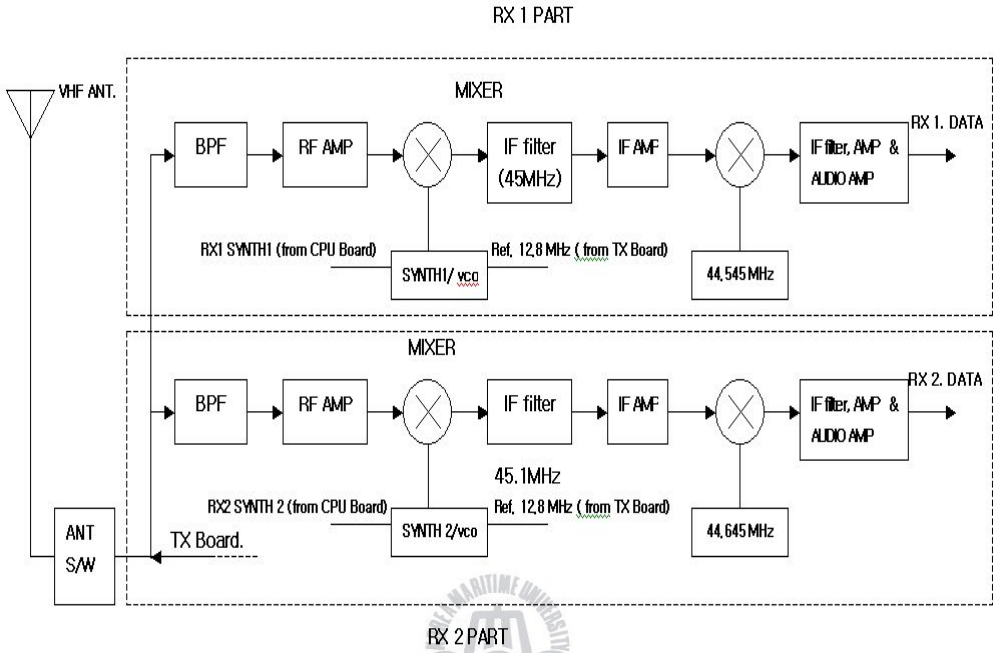
<Fig. 4-3> Block diagram of transmitting board

3) 수신부

수신 방식은 더블 슈퍼 헤테로다인(Double Super Heterodyne)이며, 1차 중간 주파수는 45 / 45.1㎒이고 2차 중간 주파수 455㎑, 1st LO 주파수 (수신주파수 + 45 or 45.1㎒), 2차 LO 주파수 44.545㎒ / 44.646㎒, 주파수 변동율 ±1 ppm 이내 수신 감도는 1uV이하에서 에러율 20%이내 감쇄량 70dB 저하폭에서 25㎑ 이내 스퓨리어스 레스폰스 70 dB 이상이며, 감도억압효과 6.3mVp-p 이상 종합왜율

및 잡음 5%이하로 제작되었다.

저전력 AtoN AIS 수신부 종합계통도는 다음 <그림 4-4>와 같다.



<그림 4-4> 수신부 종합계통도

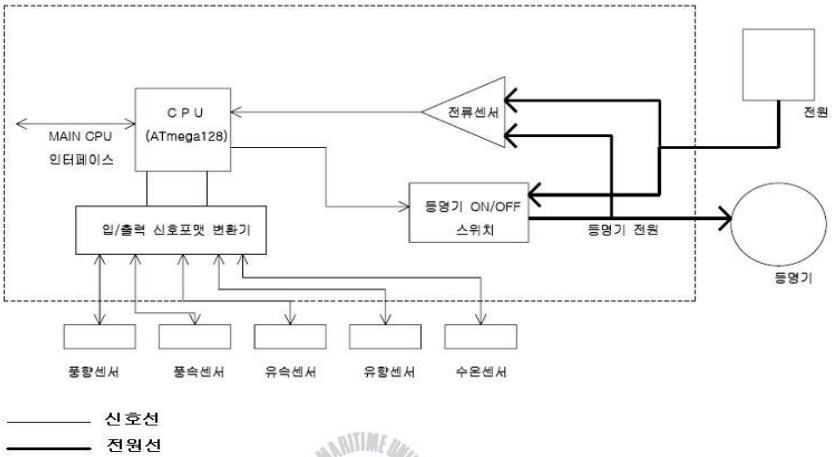
<Fig. 4-4> Block diagram of receiving board

4) GPS 수신기

수신 채널는 18채널이고 수신 주파수 / 수신코드 : 1575.42㎒, C/A 코드, 위치 고정 시스템은 All in View, 8-Status Kalman filter 위치 정도 약 100m 시간의 95% (GPS) 약 10m 이내 시간의 95% (DGPS), 추적 속도 900 kts, 위치 고정 시간은 약 90 초이내(cold start) 약 30 초이내 (warm start) 위치 갱신 간격 1초이고 DGPS 수신 RTCM SC-104 Ver 2.1 format 방식이다.

5) 인터페이스의 구성

랜턴 12V 15A 이하 1개, 랜턴 이상감지 기능, 랜턴 리셋기능, 데이터로거 입력 기능 4 CH RS-232 Interface로 제작되었다. 저전력 AtoN AIS의 인터페이스 보드는 위의 <그림 4-5>와 같다.



<그림 4-5> 인터페이스보드 종합계통도

<Fig. 4-5> Block diagram of interface board

4.1.2 하드웨어의구성

AtoN AIS는 AIS의 일종으로 송신 알고리즘은 SOTDMA, RATDMA 알고리즘을 사용하여, 자국과 모국 간에 통신을 하고 있으며, 기지국 및 선박국에 Lanby (또는 buoy)의 정보(위치 정보 기상정보 등)를 보고하기 위하여 약 1분여 동안 네트워크망 내의 AIS의 트래픽(Traffic)을 수집하게 된다. 이렇게 1분여 동안 수신된 선박국 및 기지국 AIS 메시지들의 타임 슬롯을 계산하고, 비어 있는 타임 슬롯을 스스로 할당하고, 이 할당된 타임 슬롯을 이용하여 설정된 주기로 기지국에

위치 및 센서 정보를 보고하고 선박국에 위치를 보고를 송신한다. 실험장치는 각 모듈에 대한 설명을 기술하였으며, 또한 사용자의 편리성을 위하여 운용 소프트웨어를 구성하여, 장비의 설정을 이루어지도록 구성하였다.

1) 안테나 스위치

위의 <그림 4-4>에 있는 안테나 스위치는 하나의 안테나를 사용하여 송신부와 수신부를 같이 사용할 수 있도록 설계된 회로로 구현하였으며 동작방법으로는 내부저항이 0.5옴(470㎒ 기준) 정도로 적은 1SV268 PIN 다이오드를 사용하여 스미스차트에서 1/4 λ 만큼의 임피던스 이동을 위한 회로를 설계하여 송신 시 출력부분에는 안테나 스위치의 임피던스가 무한대가 되게 하고 수신부에는 0옴과 같은 쇼트상태를 만들어 수신부에 송신출력이 인입되지 않도록 설계하였다[21].

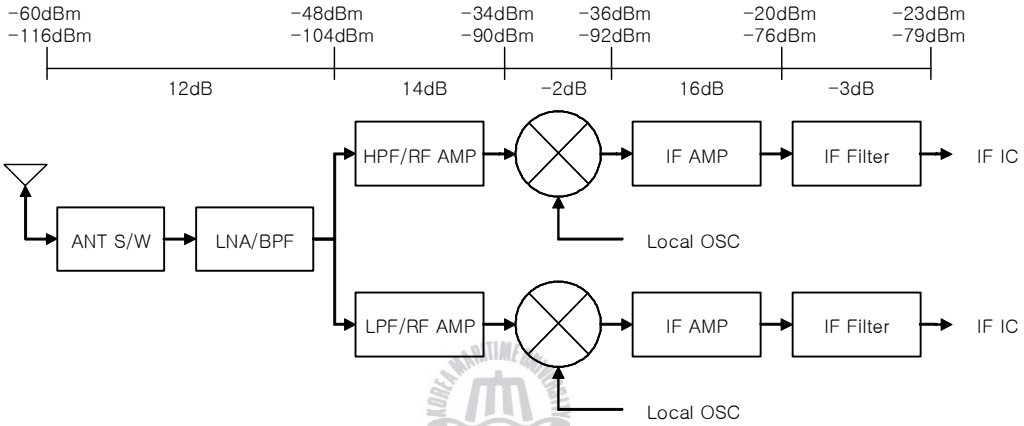
2) 수신부 회로의 설계

수신부는 크게 대역통과필터(BPF)와 초단 저 잡음 수신증폭부(LNA)로 구성하고 2개의 수신회로에 각각 수신 증폭된 신호를 1/2씩 분배를 해서 입력하게 설계하였다.

BPF는 통과대역 손실이 바로 잡음레벨을 좌우하므로 코일은 될 수 있으면 Q가 좋은 부품을 사용해서 설계하고 수신증폭부에는 FET를 사용하고 잡음레벨을 낮추기 위해 Gate 접지 증폭회로로 안정적인 수신 증폭률을 얻을 수 있도록 설계를 하였다. 2개 수신부는 서로 격리될 수 있도록 한쪽은 고역 통과 필터(HPF), 한쪽은 저역 통과 필터(LPF) 형태로 회로를 구현하였고 혼합기(MIX) 회로는 주파수에 대해 선형성을 유지하기 위해 트랜스포머를 사용하였다. IF 단으로 변환된 신호 중 이미지 신호인 2 IF, 1/2 IF에 대한 간섭레벨을 줄이기 위하여 IF

주파수를 45.1㎒로 하였으며 로컬 오실레이터의 주파수는 IF주파수만큼 낮은 주파수가 인입이 될 수 있도록 설계하였다.

IF 필터는 믹서를 거쳐서 나온 신호의 왜곡을 줄이기 위해 통과 대역 내 리플 편차가 심하지 않고 필터 특성이 좋은 무라타사의 세라믹 필터를 사용하였다. 저전력 AtoN AIS 수신부 회로설계는 다음 <그림 4-6>과 같다.



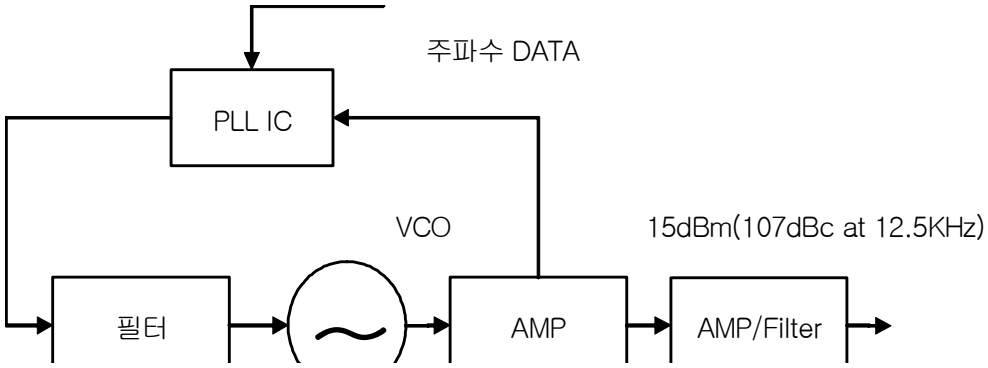
<그림 4-6> 수신부 회로 설계

<Fig. 4-6> Circuit Design of Receiver

3) PLL 회로 설계

VCO에서는 전압에 따라 콘덴서 값이 변하는 바리캡 다이오드를 사용하고 콘덴서 값이 일정한 안정된 전압범위로 가변영역을 정하였다. VCO 출력에서는 임피던스를 맞춰주기 위해 전원 쪽에 47옴 저항을 연결하고 전원 쪽에 RF가 유기되지 않기 위해 10nF 콘덴서를 GND에 연결하였다. VCO 출력은 넓은 대역을 평탄한 특성을 갖을 수 있도록 광대역 앰프를 달아놨으며 송신 시 불요파가 인입이 되지 않게 하려고 BPF를 달아 출력시켰다. VCO의 주파수 안정도와 기생 발진, 인접회로들의 영향을 줄이기 위해 PLL 전체 회로는 쉴드(Shield)를 하였다.

수신부와 송신부에 기준이 되는 국부발진기로서 전압 제어 발진기(VCO)를 이용한 PLL 회로로 구현하였다. 저전력 AtoN AIS PLL 회로 설계는 다음 <그림 4-7>과 같다.



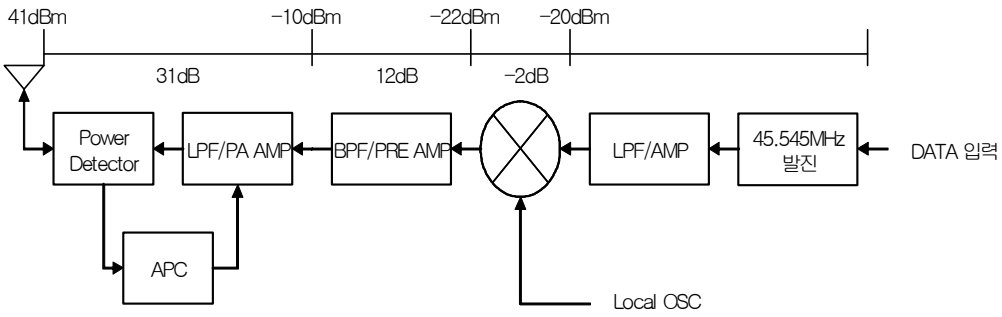
<그림 4-7> PLL 회로 설계

<Fig. 4-7> Circuit Design of PLL

4) 송신부 회로 설계

송신부는 입력된 데이터 신호를 44.545㎒의 크리스털에 병렬로 연결된 바리캡 다이오드에 전압으로 인입시켜 변조하는 방식을 사용하였으며 수신부와 같게 믹서는 선형성이 좋은 트랜스포머를 사용하였다.

증폭하면서 발생하는 2차 이상의 불요파를 제거하기 위하여 증폭 단별로 LPF를 사용하였으며 송신 효율을 높이기 위해서 50%의 효율을 가진 미쓰비시사의 RA35H1516M RF Power 모듈을 사용하였으며 안테나 스위치와 LPF를 거쳐 불요파가 발생하지 않도록 설계하였다. 또한, 모듈 자체가 출력이 높은 모듈로서 출력을 자동으로 제어할 수 있는 자동출력조절 장치(APC) 회로도 포함하여 설계하였다. 저전력 AtoN AIS 송신부 회로 설계는 다음 <그림 4-8>과 같다.



<그림 4-8> 송신부 회로 설계

<Fig. 4-8> Circuit Design Transmitter board

5) GMSK 모뎀

수신부를 통하여 복조된 RF 신호는 GMSK변조된 신호이므로 2진 데이터를 처리할 수 있는 CPU에서는 처리할 수 없다.

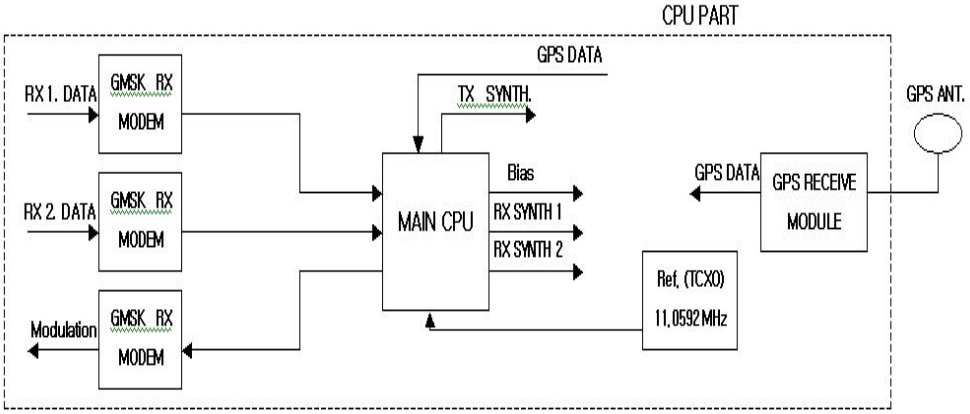
그래서 GMSK 모뎀을 통하여 GMSK 변조된 신호를 복조(2진 데이터 화)하여 CPU에서 데이터를 분석할 수 있도록 한다. 송신 데이터 역시 CPU에서 나오는 데이터는 2진 데이터이다.

이 2진 데이터를 GMSK모뎀에서 변조하여 송신부로 전달하여 다시 FM 변조를 하여 송신할 수 있도록 한다. 같은 기저대역인 2진 데이터를 바로 사용하지 않는 이유는 2진 데이터를 변조할 때 데이터의 양이 많아지게 되어 RF Carrier의 대역폭이 늘어나게 된다. 그래서 MSK의 일종인 GMSK로 변조하여 데이터의 양을 압축하여 Carrier의 대역폭을 줄일 수 있게 되어 같은 주파수 대역폭에서 채널 수를 많이 확보할 수가 있다.

6) CPU와 메모리(Memory)

인터페이스를 통하여 들어온 각 센서 정보와 등명기 정보는 메모리에 저장된

AtoN 정보와 취합하여, TDMA (SOTDMA, RATDMA)알고리즘으로 처리되는 프로그램에 의해 데이터를 송신하게 된다. CPU는 외부에 연결된 센서의 상태에 따라 현재 값을 전송하기도 하고, 장비에 이상이 발생할 때 상태 정보를 기지국으로 전달할 수 있도록 한다. 저전력 AtoN AIS CPU 및 Modem의 계통도는 다음 <그림 4-9>와 같다.



<그림 4-9> CPU & Modem의 계통도

<Fig. 4-9> Block diagram of CPU & modem

4.1.3 실험장비 내부

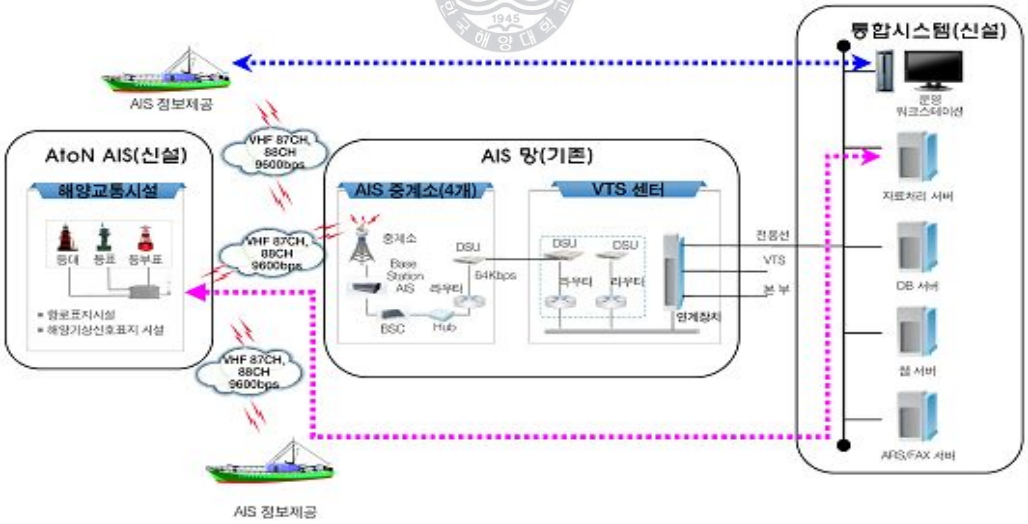
실제 실험 및 연구를 위하여 <그림 4-10>과 같이 AtoN AIS를 제작하였으며 대산항에 시범 설치하여 그 성능을 확인할 수 있었다. 기기는 CPU 장치, GPS 수신부, 송신부, 수신부, 등명기의 제어장치 등의 기능별로 각각의 모듈이 구성되어 유지, 부수를 쉽게 할 수 있도록 설계되었고 해상교통시설과 같은 환경에 적응할 수 있도록 알루미늄 재질이 채택되었다.

또한 <그림 4-11>의 AtoN AIS 시스템 계통도와 같이 라우터, 서버, 다양한

네트워크 설비가 추가되어 TCP/IP를 통한 원격 모니터링이 가능하게 되었다.

<그림 4-10> AtoN AIS의 내부도

<Fig. 4-10> The inside of AtoN AIS

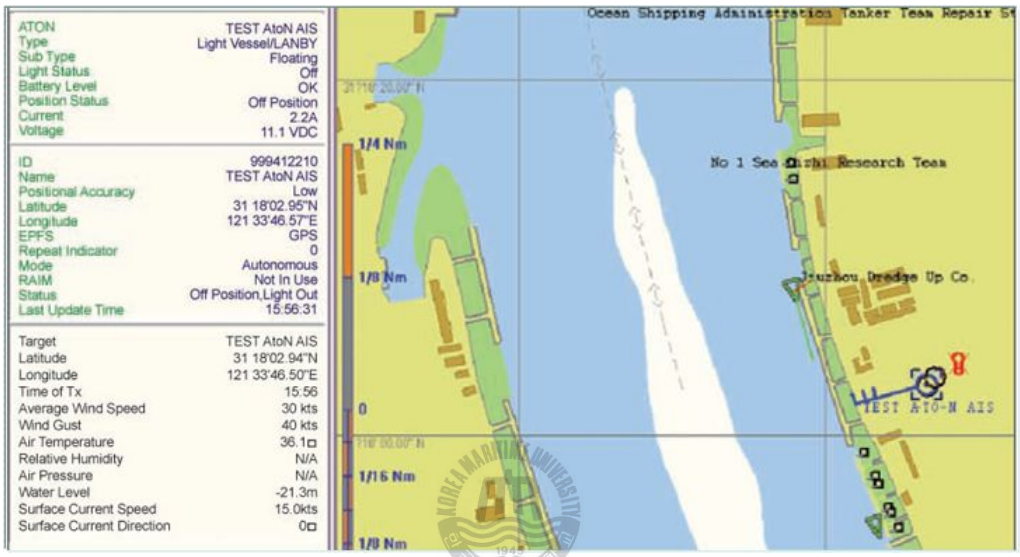


<그림 4-11> AtoN AIS의 시스템 계통도

<Fig. 4-11> Schematic of the system AtoN AIS

4.2 메시지의 구성

최근 급속도로 보급이 확산하고 있는 항로표지용 AIS 장치를 통한 항로표지의 보고, 해양교통시설의 관리 및 해양기상 및 수로 정보의 획득이 가능하다[22].



<그림 4-12> AtoN AIS의 운용 시스템

<Fig. 4-12> AtoN AIS Operational systems

위의 <그림 4-12>는 메시지 21번을 통한 항로표지용 식별장치의 고유정보와 메시지 6번을 통한 해양교통시설의 동작상태 정보, 메시지 8번을 통한 기상 및 수로 정보가 수신되는 화면을 보여주고 있다.

유인등대에 항로표지용 자동식별장치의 설치는 이러한 정보 획득을 통해 항로표지의 유지보수에 필요한 많은 인력과 비용을 절감할 수 있을 뿐 아니라 IALA의 e-Navigation 위원회에서 새로운 기술로 선보이고 있는 가상 항로표지의 구현이나 의사 항로표지와 같은 다양한 대 선박 서비스도 제공할 수 있게 된다.

4.2.1 메시지 6번 상태감시 프로토콜

메시지 6의 상태감시 프로토콜은 항로표지에 연결되어 있는 각종 아나로그 장치의 전압, 전류의 상태를 모니터링하기 위해 사용된다.

메시지 21 프로토콜과 동일하게 “메시지 식별번호”, “반복횟수”의 비트가 할당되어 있고 메시지 6번의 특징인 개별 이진 메시지 통신에서 필수적인 송신자의 MMSI와 수신자의 MMSI를 위해 각각 30비트가 사용되고, 방송이 아닌 개별 통신에서 송신과 송신확인의 수신이 이루어지까지 총 4회의 전송이 시도될 수 있으므로 이에 대한 순차번호에도 2비트가 할당된다.

직접전송과 중계 전송된 메시지의 구별에 1비트가 사용되어 메시지 21번과 독립적으로 중계설정이 가능하도록 한다. 이후의 프로토콜 내용은 국제 표준이 없으므로 국가적인 표준화를 이루어야 할 내용이다. 다만, “DAC=441”로 국제전기통신연합에서 지정한 대한민국의 MID로 지정하는 것이 바람직하고 상태감시에 “FI=52”로 설정해 상태감시의 목적을 구별할 수 있도록 설계하였다.

또한 메시지 6 프로토콜은 등부표나 등표와 같은 원격지와 운용센터간의 양방향으로 메시지 전달이 이루어질 수 있으므로 메시지 요청, 응답, 주기적인 송신 등이 구분될 수 있도록 하였다.

감시될 수 있는 항로표지의 상태정보에는 램프상태에 2비트, 램프 전원상태와 레이콘 상태에 각각 1비트를 포함하여, 주축전지 전압, 보조 축전지 전압, 태양전지 전압, 풍력 전압, 파력 충방전지 전압에 8비트가 할당되어 0V~25.3V까지 0.1V 단위로 전달할 수 있도록 하였다. 다음으로 소모전류와 충방전 전류에 12비트를 할당하여 0A~40.94A까지 0.01A 단위로 표시할 수 있도록 하였다.

일반적인 항로표지의 정격전압은 12V로 충전전압에서 최대 18V까지 상승될 수 있는 것으로 파악되었고 전류에 있어서는 DC 등명기가 동작할 때 일반적으로 6~8A가 최대로 소모될 수 있는 것으로 파악되었다.

다음 <표 4-1>은 메시지 6번의 상태감시 프로토콜을 설명하고 있다.

<표 4-1> 메시지 6번 상태감시 프로토콜

<Table 4-1> Message 6 Status Monitoring Protocol

변수	비트수	세부내용
메시지 ID	6	메시지6에 대한 식별자, 항상 6
반복 표시자	2	메시지의반복횟수표시(0-3) 0-기본 값 ,3-더 이상 반복하지 않음
발신국 ID	30	발신국 MMSI 번호
순차번호	5	0 ~ 3
목적지 ID	2	목적지 MMSI 번호
재전송 플래그	30	0 - 재전송이 아님, 기본값, 1 - 재전송
예비	1	사용되지 않고, 0이어야 함
DAC/FI	1	DAC=441, FI=52:상태 감시
메시지 구분	16	0 - 요청, 1 - 응답, 2 - 주기 송신, 3 - 예비
램프 상태	2	0-낮꺼짐(정상),1-밤켜짐(정상) 2-낮켜짐(비정상),3-밤꺼짐(비정상)
램프 전원 상태	2	0 - 켜짐, 1 - 꺼짐
레이콘 상태	1	0 - 정상, 1 - 비정상
주축전지전압	1	0.0 ~ 25.3V, 254 - 25.4V 이상, 255 - 비정상
보조축전지전압	8	0.0 ~ 25.3V, 254 - 25.4V 이상, 255 - 비정상
태양전지전압	8	0.0 ~ 25.3V, 254 - 25.4V 이상, 255 - 비정상
풍력전압	8	0.0 ~ 25.3V, 254 - 25.4V 이상, 255 - 비정상
파력전압	8	0.0 ~ 25.3V, 254 - 25.4V 이상, 255 - 비정상
충방전기전압	8	0.0 ~ 25.3V, 254 - 25.4V 이상, 255 - 비정상
소모전류	12	0.00 ~ 40.94A, 4095 - 비정상
충전전류	12	0.00 ~ 40.94A, 4095 - 비정상
예비	6 or 2	사용되지 않고, 0이어야 함(요청시 6, 기타 2)
총 비트 수	96 or 168	요청 시(메시지구분=0)96, 기타168 요청 시에는"램프상태"~"충전전류"사용되지 않음

4.2.2 메시지 6번 설정 프로토콜

메시지 6번의 설정 프로토콜은 “메시지 식별번호”에서 “재전송 플래그”까지의 메시지 6번의 프로토콜의 헤드 부분을 공통으로 사용한다.

세부 콘텐츠에서 “DAC=441”로 메시지 6번에 대해 공통으로 적용했으나 설정에는 “FI=53”로 설정해 원격 설정의 목적을 구별할 수 있도록 설계하였다.

설정 프로그램에서 설정하는 대상에는 메시지 8번의 프로토콜을 사용하는 기상·해양정보 전송과 메시지 6번의 상태감시 정보의 전송주기를 설정할 수 있도록 각각 6비트가 할당되어 있다.

그리고 메시지 21번을 캡슐화하여 272비트~360비트의 가상 항로표지에 대한 정보와 이 정보 비트의 길이에 6비트가, 가상 AtoN의 동작방법에 2비트를 할당 사용하도록 설계하였다.

가상 AtoN의 종류에는 물리적으로도 항로표지가 존재하고 정보 또한 다른 통신 채널로 획득하였으나 AIS 장치가 설치되지 않아 다른 AIS 장치가 그 항로표지에 대한 정보를 AIS 채널로 대신하여 송신하는 경우를 의사감시 AtoN, 항로표지가 존재하나 다른 통신 채널이 없어 그 항로표지에 대해 예측되는 정보를 다른 AIS 장치가 그 항로표지에 대한 정보를 대신하여 송신하는 경우를 의사예측 AtoN, 물리적으로도 항로표지가 존재하지 않으나 위험지역이나 사고지역에 일시적으로 긴급하게 항로표지가 존재하는 것과 같이 AIS를 통한 정보를 송신하는 경우를 가상 AtoN으로 분류하고 있다.

다음 <표 4-2>는 메시지 6번의 설정 프로토콜을 설명하고 있다.

<표 4-2>메시지 6번 설정 프로토콜

<Table 4-2> Message 6 Status Setting protocol

변수	비트수	세부내용
메시지 ID	6	메시지6에 대한 식별자, 항상 6
반복 표시자	2	메시지의반복횟수표시(0-3) 0-기본 값, 3-더이상 반복하지 않음
발신국 ID	30	발신국 MMSI 번호
순차번호	2	0 ~ 3
목적지 ID	30	목적지 MMSI 번호
재전송 플래그	1	0 - 재전송이 아님, 기본값, 1 - 재전송
예비	1	사용되지 않고, 0이어야 함
DAC/FI	16	DAC=441, FI=53:설정
메시지 구분	2	0 - 요청, 1 - 응답, 2 - 예비, 3 - 설정
기상정보전송주기	6	0 ~ 60분, 0:송신 않음, 63:변경없음
상태정보전송주기	6	0 ~ 60분, 0:송신 않음, 63:변경없음
가상 A-to-N 수	2	0 ~ 2, 3 - 변경없음
가상 A-to-N 동작	2	0-PredictedSynthetic동작 1-PredictedSynthetic동작중지 2-MonitoredSynthetic1회동작
가상 #1 길이	6	34 ~ 45, 가상 A-to-N #1의 메시지 길이
가상 #1 메시지	272~360	가상 A-to-N #2의 캡슐화 된 정보
가상 #2 길이	6	34 ~ 45, 가상 A-to-N #2의 메시지 길이
가상 #2 메시지	272~360	가상 A -to-N #2의 캡슐화된 정보
예비	0, 2, 4, 6	예비 비트 수는 바이트 경계에 맞게 조절되어야 함
총 비트 수	840	요청시(메시지구분=0)96,기타 최대840 요청시에는"기상정보전송주기"~"가상#2메시지" 사용되지않음

<표 4-3> 메시지 6번 초기화 및 On/Off 제어 프로토콜

<Table 4-3> Message 6 initializing and On / Off Control Protocol

변수	비트수	세부내용
메시지 ID	6	메시지6에 대한 식별자, 항상 6
반복 표시자	2	메시지의반복횟수표시(0-3) 0-기본값,3-더이상반복하지않음
발신국 ID	30	발신국 MMSI 번호
순차번호	2	0 ~ 3
목적지 ID	30	목적지 MMSI 번호
재전송 플래그	1	0 - 재전송이 아님, 기본 값, 1 - 재전송
예비	1	사용되지 않고, 0이어야 함
DAC/FI	16	DAC=441, FI=51:초기화
메시지 구분	2	0 - 요청, 1 - 응답, 2 - 예비, 3 - 설정
회선절체	1	0 - 주회선절체(기본값), 1 - 예비회선절체
데이터 로거 초기화	1	0 - 제어 않음(기본값), 1 - 초기화
등명기 On/Off 제어	1	0 - 제어 않음(기본값), 1 - 등명기 On/Off 시간 설정
등명기 On : 시	5	0 ~ 23시, 24 - 설정 해제(기본값)
등명기 On : 분	6	0 ~ 59분, 60 - 설정 해제(기본값)
등명기 On : 초	6	0 ~ 59초, 60 - 설정 해제(기본값)
등명기 Off : 시	5	0 ~ 23시, 24 - 설정 해제(기본값)
등명기 Off : 분	6	0 ~ 59분, 60 - 설정 해제(기본값)
등명기 Off : 초	6	0 ~ 59초, 60 - 설정 해제(기본값)
예비	6, 1	사용되지 않고, 0이어야 함(요청시 6, 기타 1)
총 비트 수	128	요청시(메시지구분=0)96,기타128 요청시에는"회선절체"~"등명기Off:초"사용되지않음

4.2.3 메시지 6번 초기화 및 On/Off 제어 프로토콜

메시지 6번의 초기화 및 On/Off 제어 프로토콜은 “메시지 식별번호”에서 “재전송 플래그”까지의 메시지 6번의 프로토콜의 헤드 부분을 공통으로 사용한다.

세부 콘텐츠에서 “DAC=441”로 메시지 6번에 대해 공통으로 적용했으나 설정에는 “FI=51”로 설정해 원격 설정의 목적을 구별할 수 있도록 설계하였다.

초기화 및 On/Off 제어의 대상이 되는, 메시지 6번의 수신자에 해당하는 목적지의 MMSI를 변경할 수 있는 회선절체에 1비트, 기상 및 해양 장비의 데이터를 수집하는 데이터 로거 장치의 초기화에 1비트, 등명기 On/Off 제어에 1비트, 등명기가 켜지는 시간에 대한 시/분/초 각각에 5/6/6비트가 할당되어 있고 등명기가 꺼지는 시간에 대한 시/분/초 각각에 5/6/6비트를 할당하였다. <표 4-3>은 메시지 6번의 초기화 및 On/Off 제어 프로토콜을 설명하고 있다.

<표 4-4> 메시지 6번 대기제어 프로토콜

<Table 4-4> Message 6 StandBy Control Protocol

변수	비트수	세부내용
메시지 ID	6	메시지6에 대한 식별자, 항상 6
반복 표시자	2	메시지의반복횟수표시(0-3) 0-기본값,3-더이상반복하지않음
발신국 ID	30	발신국 MMSI 번호
순차번호	2	0 ~ 3
목적지 ID	30	목적지 MMSI 번호
재전송 플래그	1	0 - 재전송이 아님, 기본값, 1 - 재전송
예비	1	사용되지 않고, 0이어야 함
DAC/FI	16	DAC=441, FI=54:대기
메시지 구분	2	0 - 요청, 1 - 응답, 2 - 예비, 3 - 설정
예비	6	사용되지 않고, 0이어야 함
총 비트 수	96	

4.2.4 메시지 6번 대기제어 프로토콜

메시지 6번의 대기제어 프로토콜에서 “메시지 식별번호”에서 “재전송 플래그” 까지의 메시지 6번의 프로토콜의 헤드 부분을 공통으로 사용한다.

세부 콘텐츠에서 “DAC=441”로 메시지 6번에 대해 공통으로 적용했으나 설정에는 “FI=54”로 설정해 명령 대기의 목적을 구별할 수 있도록 설계하였다.

대기 제어의 대상이 되는, 특정 항로표지의 응답과 설정에 2비트만을 할당시켰다.

대부분의 항로표지용 AIS 장치가 축전지에 의해 운용됨에 따라 전력 절감을 위해 Sleep/Idle/TX의 모드로 운용한다.

이러한 이유로 Sleep 상태에 있는 항로표지용 AIS 장치에 제어명령의 전달이 쉽지 않으므로 이 명령을 송신하여 특정 항로표지 AtoN AIS 장치가 Idle 모드에서 이 명령을 수신하게 하고 이 명령을 수신한 AtoN AIS 장치는 제어명령을 수신할 때까지는 Sleep 모드로 들어가지 않도록 한다는 것이다.

위의 <표 4-4>는 메시지 6번 대기 제어 프로토콜을 설명하고 있다.

4.2.5 메시지 8번 기상/해양 정보 프로토콜

메시지 8번의 기상/해양 정보 프로토콜은 현재 국제표준으로 제안된 IMO MSC 회람문서 236을 따르도록 설계하였다.

메시지 8번의 프로토콜은 첫 6비트가 메시지 번호 8의 “메시지 식별번호” 지정에 사용되고 다음 2비트가 “반복횟수”를 나타내도록 할당된다. “반복횟수”는 직접전송과 중계 전송된 메시지의 구별에 사용할 수 있다.

다음으로 “ID”에는 송신 항로표지 AIS 장치의 MMSI 번호를 설정할 수 있도록

할당된다. 메시지 6번과 같은 2진 바이너리 형태지만 전송방식이 특정 대상 목적지를 지정하지 않는 방송형태를 취하므로 목적지에 대한 MMSI는 할당되지 않는다.

그리고 직접전송과 중계 전송된 메시지의 구별에 1비트가 사용되어 메시지 21번, 6번과 독립적으로 중계설정이 가능하도록 한다.

이후의 프로토콜 내용은 국제 표준을 따르므로 “DAC=001”로 설정하고 “FI=11”로 설정해 방송내용이 특정 시스템이 아닌 주변을 항행하는 외국적 선박을 포함하여 통신권 안의 모든 AIS 국소가 수신할 수 있도록 하였다.

다음 기상/해양정보를 방송하는 AtoN AIS 국소의 위도와 경도에 각각 24비트와 25비트를 할당하고 송신하는 날짜에 시간에 16비트를 할당해 수신하는 상대방에 누구에게서 방송되었는지를 알 수 있게 하고 있다.

기상/해양정보의 내용에는 120노트까지 1노트 단위로 표시할 수 있는 평균 풍속과 최대풍속에 각각 7비트씩, 0~359°까지 1° 단위로 나타낼 수 있는 풍향 및 최대풍속의 풍향에 각각 9비트씩, -60℃~+60℃까지 0.1℃ 단위로 나타낼 수 있는 대기 온도에 11비트, 0~100%까지 1% 단위로 나타낼 수 있는 상대습도에 7비트, -20°~+50°까지 0.1° 단위로 나타낼 수 있는 이슬점 온도에 10비트, 800hPa~1,200hPa 범위까지 1hPa 단위로 나타낼 수 있는 대기압에 9비트, 대기압이 증가하는지, 감소하는지의 경향을 나타내도록 2비트가 할당되어 있다.

이외에도 0.0~25.0 NM까지 0.1 NM단위로 나타내는 가시거리에 8비트를 비롯하여 수면의 높이, 수명으로부터 깊이에 따라 4곳까지 센서를 설치하여 각각의 조류 속도와 방향을 나타낼 수 있으며 파고, 수온 등의 정보를 실을 수 있다.

다음 <표 4-5>는 메시지 8번의 기상/해양 정보 프로토콜을 설명하고 있다.

<표 4-5> 메시지 8번 기상/해양 정보 프로토콜

<Table 4-5> Message 8 weather / ocean information protocol

변수	비트수	세부내용		
메시지 ID	6	메시지 8번에 대한 식별자 ; 항상 6번		
반복 지시자	2	메시지가 몇 번 반복되었는가를 지시하기 위하여 중계기에 의해 사용됨.		
Source ID	30	Source 국소의 해상이동업무식별부호		
여분	1	미사용, 0으로 설정되어야 함.		
2진 데이터	최대 936	응용 식별자	16비트	3.18을 따름
		응용 데이터	최대 952비트	응용 규정 데이터
전체비트 수	최대 1008	1-5슬롯을 점유		

4.2.6 메시지 12번 충돌감지 프로토콜

메시지 21번의 프로토콜과 같게 “메시지 식별번호”, “반복횟수”의 비트가 할당되어 있고 메시지 6번과 유사하게 개별 2진 메시지 통신에서 필수적인 송신자의 MMSI와 수신자의 MMSI를 위해 각각 30비트가 사용되고, 방송이 아닌 개별통신에서 송신과 송신확인의 수신이 이루어지기까지 총 4회의 전송이 시도될 수 있으므로 이에 대한 차례번호에도 2비트가 할당된다.

메시지 12번은 안전관련 메시지라는 특징을 가지고 메시지 콘텐츠에 충돌이라는 영문자 “Collision”이라는 내용이 실리도록 설계하였다.

다음 <표 4-6>은 메시지 12번의 충돌감지 프로토콜을 설명하고 있다.

<표 4-6> 메시지 12번 충돌감지 프로토콜

<Table 4-6> Message 12 collision detection protocol

변수	비트수	세부내용
메시지 ID	6	메시지 12에 대한 식별자, 항상 12
반복 표시자	2	메시지의반복횟수표시(0-3) 0-기본값,3-더이상반복하지않음
발신국 ID	30	발신국 MMSI 번호
순차번호	2	0 ~ 3
목적지 ID	30	목적지 MMSI 번호
재전송 플래그	1	0 - 재전송이 아님, 기본값, 1 - 재전송
예비	1	사용되지 않고, 0이어야 함
안전관련 내용	16	"COLLISION"
예비	6	사용되지 않고, 0이어야 함
총 비트 수	96	

4.2.7 메시지 21번 프로토콜

메시지 21번의 프로토콜은 첫 6비트가 메시지 번호 21번의 "메시지 식별번호" 지정에 사용되고 다음 2비트가 "반복횟수"를 나타내도록 할당된다. "반복횟수"는 직접전송과 중계 전송된 메시지의 구별에 사용할 수 있다. 다음으로 "ID"에는 송신 항로표지 AIS 장치의 MMSI 번호를 설정할 수 있도록 할당된다. 일반적인 항로표지용 AIS 장치의 MMSI는 "99"로 시작하여 7자리의 "XXXXXXX"로 이어지는 번호이며 국내는 중앙전파관리소에서 할당한다.

다음 5비트는 AtoN의 형식을 나타내도록 할당되며 AtoN의 형식에는 Class-1, Class-2, Class-3의 세 종류가 IALA A-126 및 IEC 62320-2에 분류되어 있다.

다음으로, AtoN의 명치에 120비트가 할당되어 최대 20자의 6비트 ASCII 코드가 사용될 수 있고 최대 14개의 부가적인 ASCII가 추가 사용될 수 있다. 위치 정확도에 할당된 1비트는 사용된 위성항법 장치의 정밀도, 즉 GPS가 사용되었는지 또는 DGPS가 사용되었는지를 구분한다.

위도와 경도는 GPS로부터 획득한 정보가 경도 28비트, 위도 27비트가 할당되고 크기/위치기준으로 할당된 30비트는 설치될 항로표지의 크기를 설치 전 설정할 수 있도록 할당된다.

전자위치보정장치의 형식으로 할당된 4비트에는 AIS 장치 이외에 다양하게 사용될 수 있는 통신장치의 종류를 설정할 수 있도록 구성되어 있으며 여기에는 미국의 “GPS”, 러시아의 “GLONASS”, “GPS/GLONASS 통합수신기”, 앞으로 사용될 수 있는 유럽의 위성항법 시스템인 “Galileo”를 비롯하여 2차 대전 이후 지금까지 유지되고 있는 “Loran-C”까지도 활용될 수 있도록 표준화되어 있다.

다음의 타임스탬프 6비트에는 GPS에 의해 위치정보가 생성된 정확한 시간이 기록되고 위치이탈지시자의 1비트는 설정된 좌표와 GPS 획득 좌표와의 거리를 환산해 범위를 벗어나면 “1”로 설정된다.

AtoN의 상태에 8비트, 위성항법장치의 무결성을 나타내는 RAIM 플래그에 1비트가 할당되고, 실제 AtoN 장치로부터의 보고와 메시지 6번의 프로토콜에 의해 전송된 가상으로 AtoN에 대한 보고를 구별하기 위해 1비트가 사용된다.

가상 AtoN에 대한 보고는 메시지 6번의 프로토콜을 참조할 수 있으며 메시지 6번 프로토콜에는 가상의 항로표지에 대해 2개의 메시지 21번의 프로토콜이 캡슐화되어 전송될 수 있다.

또한, 자동/연속모드와 특정모드를 구변 하여 사용할 수 있는 모드 구별에 1비트가 사용될 수 있다. <표 4-7>은 메시지 8번 기상·해양 정보 프로토콜을 설명하고 있다.

<표 4-7> 메시지 21번 프로토콜

<Table 4-7> Message 21 protocol

변수	비트수	세부내용
메시지 ID	6	메시지 21에 대한 식별자, 항상 21
반복 표시자	2	메시지의반복횟수표시(0-3) 0-기본값,3-더이상반복하지않음
ID	30	MMSI 번호
A-to-N 형식	5	0 - 유효하지 않음, 기본값, IALA규정에의한Class분류참조
A-to-N 명칭	120	최대20자의6비트아스키 "@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@"-유효하지 않음,
위치 정확도	1	1 - 높음(<10m), 0 - 낮음(>10m), 기본값
경도	28	A-to-N의경도(±180˚,1/10000′,East-양수, West-음수,181-유효하지않음,기본값
위도	27	A-to-N의위도(±90˚,1/10000′,North-양수, South-음수,91-유효하지않음,기본값
크기/위치기준	30	보고된 위치의 기준점 및 A-to-N 크기, 단위:m
전자위치보정 장치의형식	4	0-미정의(기본값) 1 - GPS , 2-GLONASS 3 - Combined GPS/GLONASS 4-Loran-C 5 - Chayka, 6-IntergratedNavigationSystem 7-Surveyed.고정/가상A-to-N은해도상의위치사용 8-Galileom jfdfssassaz, 9-15-사용되지않음
Time Stamp	6	EPFS에 의해 위치 정보가 생성된 때의 UTC초(Second)
위치이탈 지시자	1	유동식 AtoN에 대해서만 사용 0-정위치,1-위치이탈
A-to-N 상태	8	AtoN 상태 표시를 위해 예약됨, 00000000 - 기본값
RAIM 플래그	1	전자위치보정장치(EPFD)의 RAIM 플래그를 표시 0-RAIM 사용되지 않음 (기본값), 1-RAIM 사용중
가상A-to-N 플래그	1	0-기본 값, 실존A-to-N 1-가상A-to-N,물리적으로 존재하지 않음
할당된 모드 플래그	1	0-기본값,자동/연속모드로동작중 1-할당된모드로동작중
예비	1	사용되지 않고, 0이어야 함
A-to-N 명칭확장	0 , 6 , 1 2… 84	20자를 초과하는 AtoN 명칭이 필요할 경우에만 사용되고, 최대14개의부가적인6비트아스키문자가조합됨
예비	0,2, 4, 6	"A-to-N명칭확장"이사용 될 때에만 사용됨 예비비트수는바이트경계에맞게조절되어야함
총 비트 수	272-360	

제5장 저전력 AtoN AIS 표준측정 및 시험결과

5.1 송신부 표준측정

국가표준기본법 제23조 및 동법시행령 제16조의 규정과 KS ISO/IEC A 17025 : 2006년 인정요건 KOLAS 국제공인시험기관인 한국전파진흥협회 시험인증원의 시험실 측정을 하였으며, 측정방법은「형식검정 및 형식등록 처리방법」의 규정에 의거 공인 및 교정을 마친 계측기기로 측정 절차를 지켜 측정하였다.

방송통신위원회에서 제정한 무선설비 규칙, ITU-R18. IEC 62320-2의 기술기준 등에 의거 구조적·기능적 조건, 환경적 조건, 전기적 조건 등을 시험하였으며, 사용계측기 및 시험방법과 절차, 시험결과에 대해서는 각 측정항목에 부연설명을 하였다.

측정주파수는 161.975㎒와 162.025㎒의 CH 87, CH 88 등 2채널이며 공중선전력은 2W, 12.5W로 각각 상온, 고온, 저온, 습도 시험 시 규정전압 및 ±10% 전원 공급하여 측정하였다[23],[24].

5.1.1 점유주파수대폭 및 변조마스크

1) 시험목적

수검기기에서 발사되는 전파의 점유주파수대폭이 허용된 안의 범위에 있는지 측정함을 목적으로 한다.

2) 기술기준

국내 - 점유주파수대폭의 허용치는 25㎑ 이내일 것

국제 - ITU의 무선규칙 부속서 18에 따라 25㎑ 대역폭을 사용하고 VHF 해상이동업무용 대역에서 채널 87과 채널 88을 운용

국제 : 스펙트럼은 다음과 같은 방사 마스크 이내에 있어야 한다.

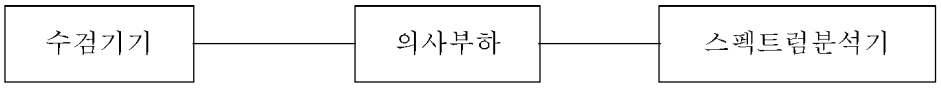
가. 공중선과 공중선으로부터 제거된 ±10㎑ 사이의 영역에서, 변조와 일시적인 측파대는 0dBc 이하일 것.

나. 공중선으로부터 제거된 ±10㎑에서, 변조와 일시적인 측파대는 -25dBc 이하일 것.

다. 공중선으로부터 제거된 25㎑에서 ±62,5㎑에서, 변조와 일시적인 측파대는 -60dBc 또는 -30dBc 보다 낮은 값 이하일 것.

라. 공중선으로부터 제거된 ±10㎑에서 ±25㎑사이의 영역에서, 변조와 일시적인 측파대는 이 두 지점 사이에 열거된 선보다 이하일 것.

3) 시험구성도



4) 측정기의 조건 : 스펙트럼분석기를 다음과 같이 설정한다.

중심주파수	반송주파수
소인주파수폭	필요주파수대폭의 2~3배
분해능대역폭	필요주파수대폭의 50분의 1 내외
비디오대역폭	자동
검출모드	첨두검출(Peak Detect) 모드
표시모드	최대값유지(Max.Hold) 모드
소인횟수	10회 이상

5) 시험절차

가. 수검기기를 내장 또는 부속된 변조신호원에 의해 최고의 변조주파수에서 규정된 변조조건으로 한다.

나. 각 샘플링 점 전력의 합(이하 “전전력”이라 한다)을 구한다.

다. 상한의 샘플링 점에서 순차로 전력을 가산하여 이 총합이 전전력의 0.5%가 되는 샘플링 점의 주파수(이하 “상한주파수”라 한다)를 구한다.

라. 하한의 샘플링 점에서 순차로 전력을 가산하여 이 총합이 전전력의 0.5%가 되는 샘플링 점의 주파수(이하 “하한주파수”라 한다)를 구한다.

마. 상한주파수와 하한주파수의 차를 구한다.

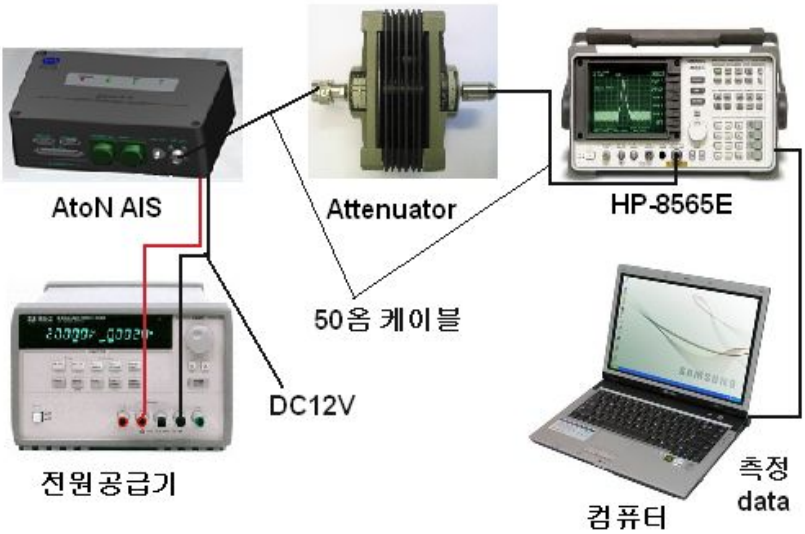
6) 실제 측정 과정.

각 실제 표준 측정 시 먼저 인증된 50옴 케이블과 각종 계측기와 감쇠기를 이용하여 0점 조정을 한 후, 각 측정 항목에 대한 기술기준에 정한 측정절차에 따라 실험을 하였으며 데이터 인식 프로그램을 이용하여 노트북에 로우 데이터를 저장하였고 다음 <그림 5-1>과 <그림 5-2>에서 표준 측정 및 실험 장면을 확인할 수 있다.

7) 측정 결과 및 분석

주파수 161.975㎒와 162.025㎒에서 AtoN AIS의 변조방식인 GMSK변조를 하여 송신을 하였을 때 스펙트럼분석기의 데이터가 CH 87, 88 두 채널 모두 점유주파수 대역폭 값이 9.525㎑가 나오는 것이 확인되었으며, 다음 <그림 5-3>의 측정값이 국제 기술기준의 마스크를 벗어나지 않았으므로 적합함을 알 수 있다.

다음 <그림 5-4>와 같이 채널 87에서 -15.00dBc으로 지정주파수에서 발생한 신호와 ±10kHz 미만 떨어진 주파수에서 발생한 신호의 평균전력 값이 0dBc 이하일 것의 기술기준에 적합함을 알 수 있다.

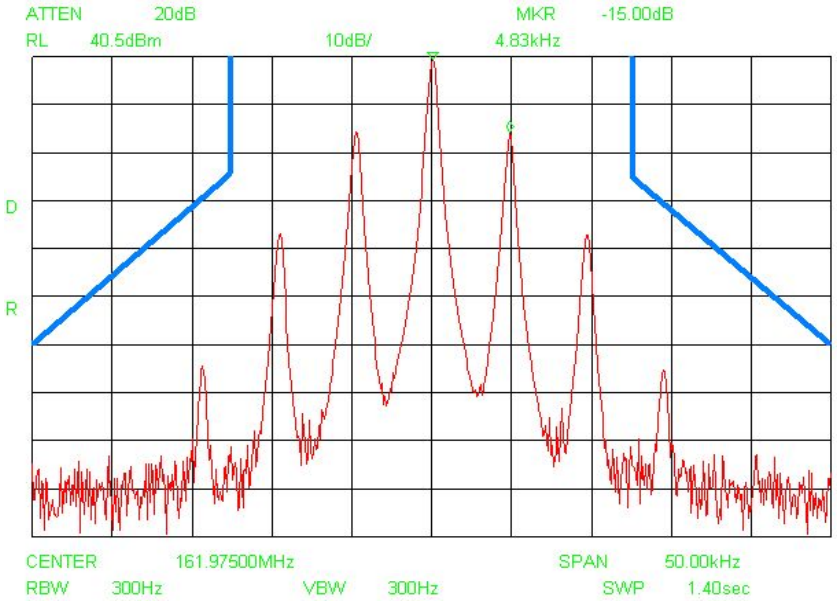


<그림 5-1> AtoN AIS 표준 측정 구성도

<Fig. 5-1> AtoN AIS standard measurement configuration

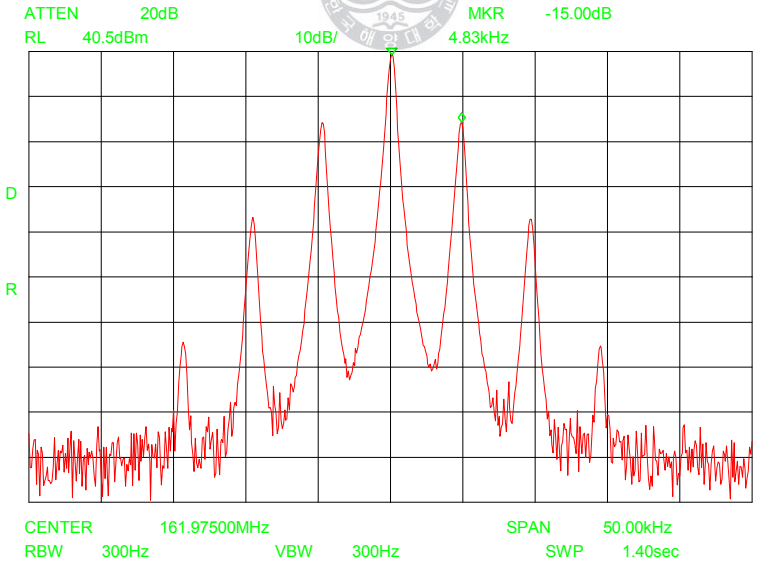
<그림 5-2> 표준 측정 모습

<Fig. 5-2> Standard measurement Photo



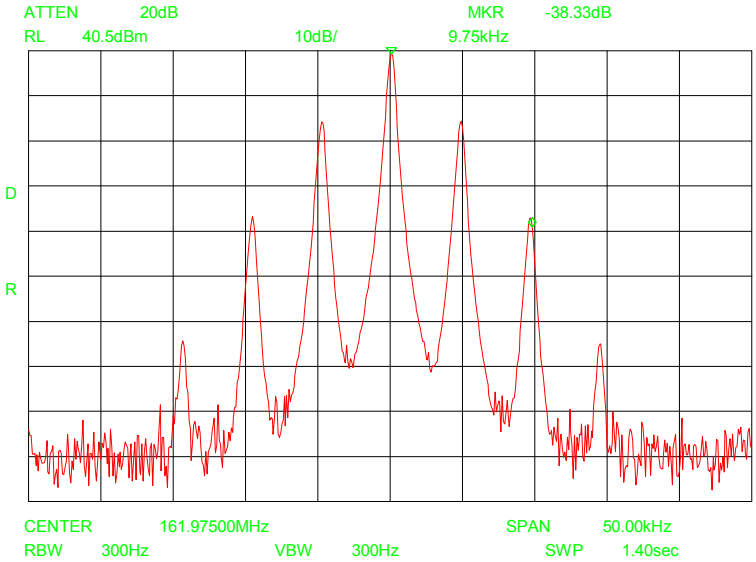
<그림 5-3> CH 87 변조 마스크 데이터

<Fig. 5-3> CH 87 modulation mask data



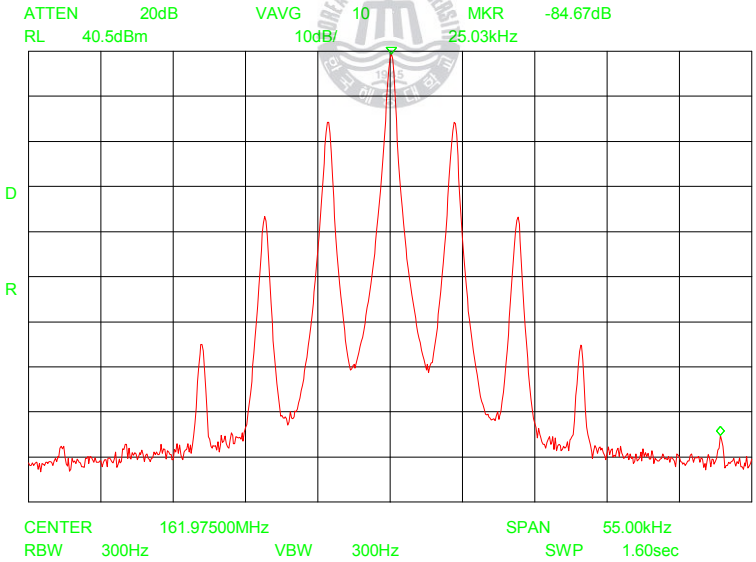
<그림 5-4> CH 87 지정주파수 ±10kHz 미만 떨어진 지점 데이터

<Fig. 5-4> CH 87 Data point fell below specified frequency ± 10kHz



<그림 5-5> CH 87 지정주파수에서 ±10kHz 이상 ±25kHz 미만 지점 데이터

<Fig. 5-5> CH 87 frequency ± 25kHz ± 10kHz or less data points

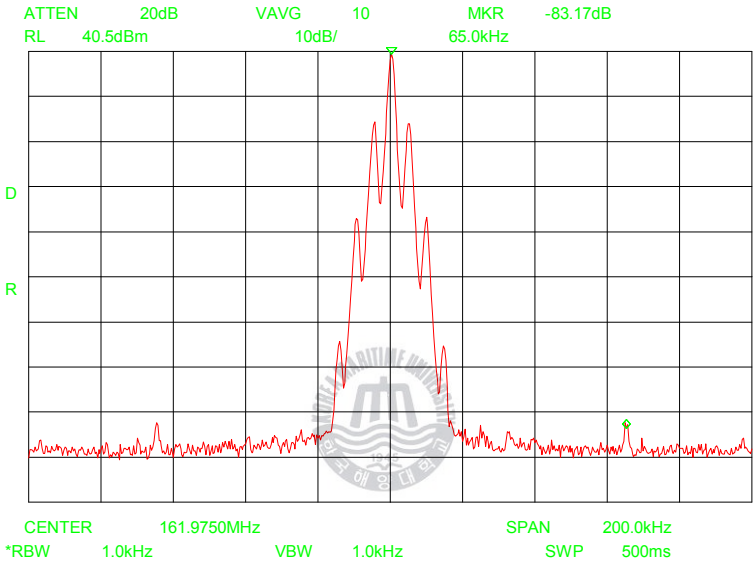


<그림 5-6> CH 87 지정주파수에서 ±25kHz 이상 ±62.5kHz 미만 지점 데이터

<Fig. 5-6> CH 87 In specified frequency ± 25kHz ± 62.5kHz or less data

위의 <그림 5-5>와 같이 채널 87에서 -38.33dBc으로 지정주파수에서 발생한 신호와 ±10㎑ 이상 ±25㎑ 미만 떨어진 주파수에서 발생한 신호의 평균전력 값이-25dBc 이하 일 것의 기술기준에 적합함을 알 수 있다.

위의 <그림 5-6>과 같이 채널 87에서 -84.67dBc으로 지정주파수에서±25㎑ 이상 ±62.5㎑ 미만 떨어진 주파수에서 발생한 신호의 평균전력 값이-60 dBc 또는 -30dBm이하 일 것의 기술기준에 적합함을 알 수 있다.

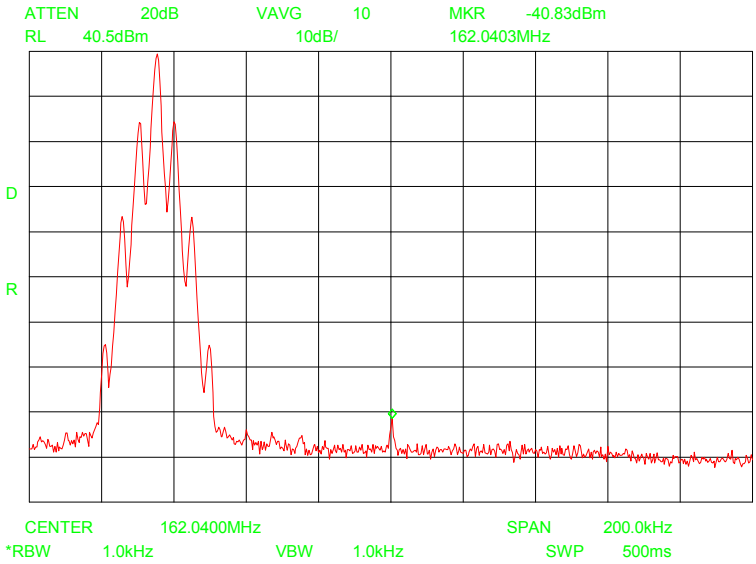


<그림 5-7> CH 87 지정주파수에서 ±62.5㎑ 이상 떨어진 지점의 데이터

<Fig. 5-7> ± 62.5㎑ or more points apart from the specified frequency of data

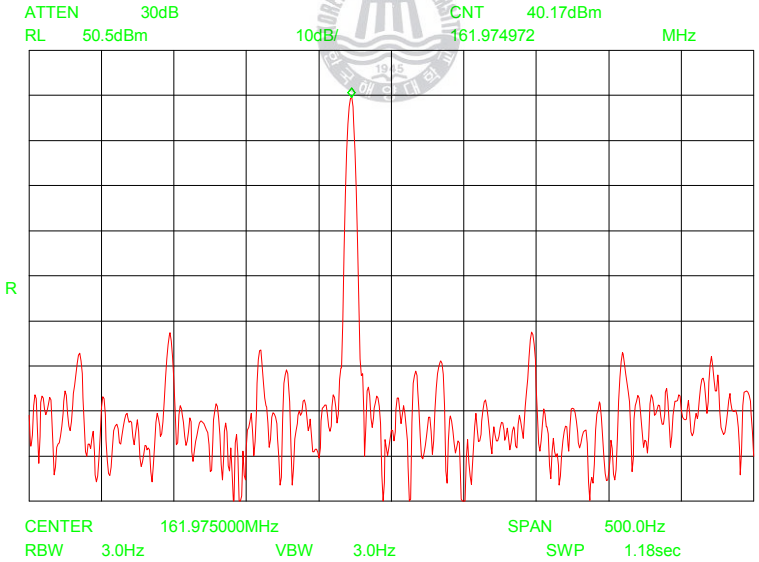
위의 <그림 5-7>과 같이 채널 87에서 -83.17dBc으로 지정주파수에서±62.5㎑ 이상 떨어진 주파수에서 발생한 신호의 평균전력 값이 -60dBc 이하 일 것의 기술기준에 적합함을 알 수 있다.

다음 <그림 5-8>과 같이 채널 87에서 -40.83dBm으로 지정주파수에서±62.5㎑ 이상 떨어진 주파수에서 발생한 신호의 평균전력 값이 -30dBm이하 일 것의 기술기준에 적합함을 알 수 있다.



<그림 5-8> CH 87 지정주파수에서 ±62.5㎑ 이상 떨어진 지점의 데이터

<Fig. 5-8> ± 62.5㎑ or more points apart from the specified frequency of data



<그림 5-9> CH 87 주파수 허용편차 데이터

<Fig. 5-9> CH 87 frequency tolerance data

5.1.2 주파수허용편차

1) 시험목적

수검기기에서 발사되는 전파의 주파수가 허용편차 내에 있는지 측정함을 목적으로 한다.

2) 기술기준

국내 - 발사전파의 주파수허용편차는 ± 500Hz 이내 일 것

국제 - 반송파 주파수 편차 ±500Hz(일반), ±1,000Hz(극한조건)

3) 시험구성도

4) 시험절차

가. 수검기기를 무변조로 하여 전원을 인가하여 동작시킨 후 주파수가 안정될 때까지의 사이(통신시간 제한기능을 갖는 것은 제한시간 사이)에 반송파 주파수를 측정한다.

나. 수검기기가 데이터 전송용의 기기이고 무변조로 송신이 불가능한 것은 따로 규정된 기술기준 또는 표준이 없는 한, 표준부호화시험신호로 변조하여 평균주파수를 측정한다.

다. 주파수를 외부로부터 조정하는 장치를 갖는 기기의 경우 전체 조정범위에 대하여 시험한다.

5) 측정 결과 및 분석

위의 <그림 5-9>와 같이 주파수 161.975㎒에서 AtoN AIS의 무변조 방식으로 송신을 하였을 때 스펙트럼 아날라이저의 값이 161.974972㎒로 오차가 28Hz가 나오는 것이 확인 되었다. 이는 국내 및 국제 기술기준에 적합함을 알 수 있다.

5.1.3 최대 주파수 편이

1) 시험목적

수검기기에서 주파수변조(FM)시 발생하는 주파수편이 값이 허용된 범위 내에 있는지 측정함을 목적으로 한다.

2) 기술기준

국내 - 반송파가 주파수변조되는 송신장치는 최대주파수편이의 범위를 초과하지 아니하여야 한다.

국제 - 점유 주파수대폭이 16㎑ 인 송신장치의 경우 최대 주파수 편이는 ±5㎑를 초과하지 아니하여야 한다.

3) 시험구성도

4) 측정기의 조건

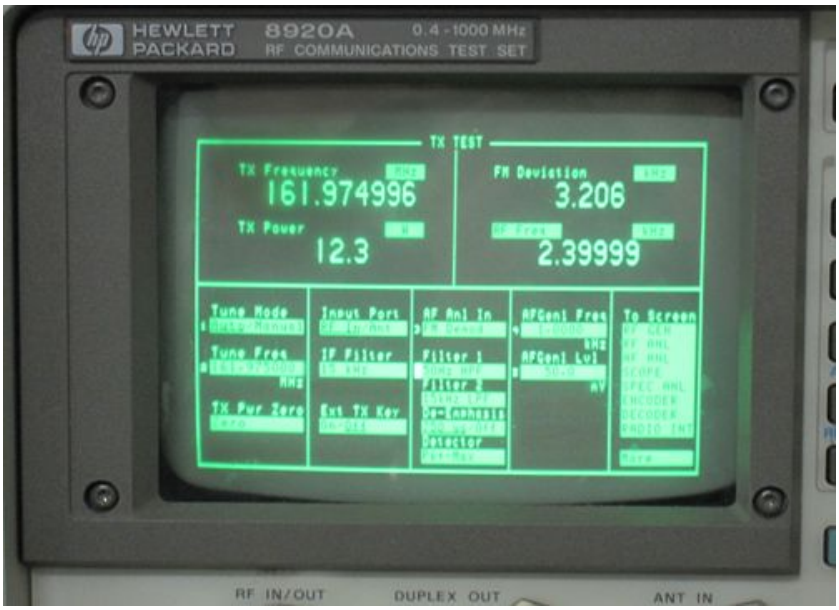
가. 종합특성시험을 할 수 있는 장치로서, 변조분석기를 변조도계로 사용하는 경우에는 저역여파기(5㎑, 15㎑, 30㎑ 등)를 적절히 설정한다.

나. 종합특성시험을 할 수 있는 장치로서, 직선검파기를 변조도계로 사용하는 경우에는 저역여파기를 20㎑로 설정한다.

5) 시험절차

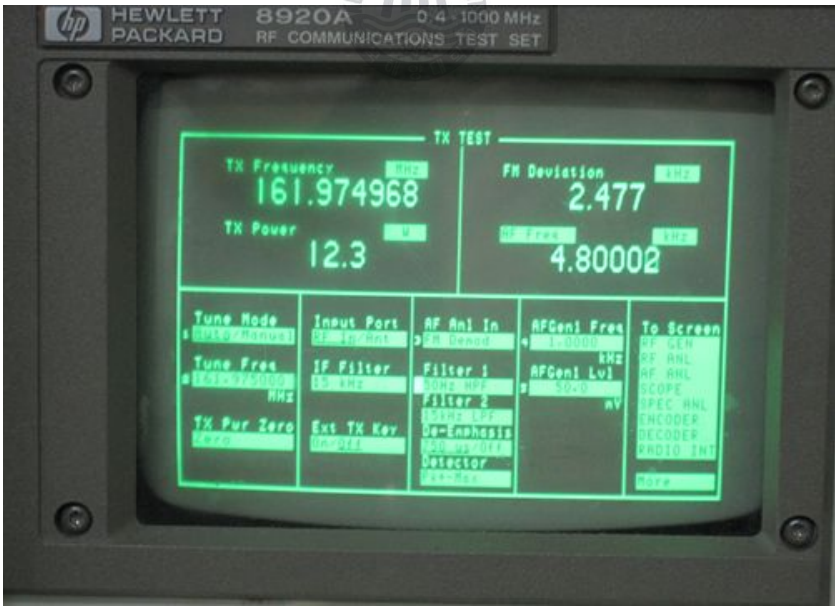
가. 수검기기를 표준부호로 규정된 변조를 가하여 동작시킨다.

나. 변조입력을 통산표준입력 레벨을 변화(－20dB～＋30dB)시켰을 때의 주파수편이의 최대치(＋측 및 －측)를 구한다.



<그림 5-10> CH.87 최대 주파수 편이 값의 데이터

<Fig. 5-10> CH.87 Maximum frequency shift value data



<그림 5-11> CH.88 최대 주파수 편이 값의 데이터

<Fig. 5-11> CH.88 Maximum frequency shift value data

6) 측정 결과 및 분석

위의 <그림 5-10>, <그림 5-11>과 같이 입력신호를 0011과 0101로 입력하였을 때 최대주파수 편이 값이 3.20㎑, 2.47㎑가 나옴을 확인할 수가 있으며, 이 측정값은 국제 기준인 점유 주파수대폭이 16㎑인 송신장치의 경우 최대 주파수 편이는 "±5㎑를 초과하지 아니하여야 한다" 에 적합함을 알 수 있다.

5.1.4 스퓨리어스 발사

1) 시험목적

수검기기의 송신시 발생되는 스퓨리어스가 다른 무선기기에 혼신 등의 영향을 미치지 않도록 규정된 허용치내에 있는지 측정함을 목적으로 한다.

2) 기술기준

국내 및 국제

가. 9㎑ 이상 1㎓ 이하에서 평균전력이 -36dBm 이하일 것

나. 1㎓ 이상 4㎓ 이하에서 평균전력이 -30dBm 이하일 것

3) 시험구성도

4) 측정기의 조건

대역저지여파기를 이용하여 기본파 성분을 충분히 감쇠시킨다.

5) 시험절차

가. 수검기기를 무변조로 동작시키고 가변용량을 조정하여 기본파출력을

최대로 하여 전력을 측정한다.

나. 스펙트럼분석기를 다음과 같이 설정한다.

중심주파수	반송주파수
소인주파수폭	할당주파수의 3저조파에서 3고조파 까지 측정될 수 있도록 설정한다.
분해능대역폭	검사주파수에 따른 기준대역폭 이상으로 한다
비디오대역폭	분해능대역폭의 3배 이상 (일반적으로 자동모드)
검출모드	첨두검출(Peak Detect) 모드
표시모드	최대값 유지(Max.Hold) 모드
소인횟수	10회 이상

다. 상기 조건에도 기술기준이나 표준에 별도로 규정되어 있으면 해당 규정을 따른다.

라. 스펙트럼분석기로 스퓨리어스영역 불요발사 전력을 측정한다.

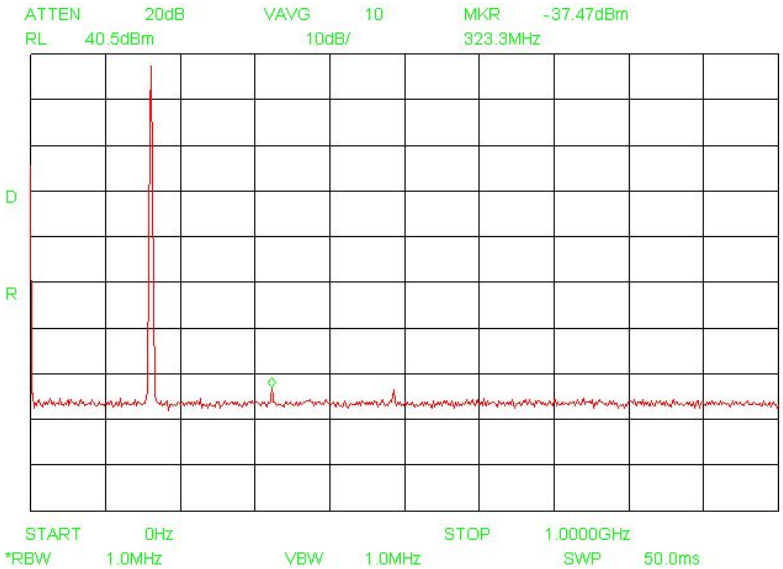
(1) 스펙트럼분석기의 측정주파수대역폭(SPAN)을 SM.329에서 규정한 전체 범위로 설정하여 스퓨리어스영역 불요발사 최대값을 측정한다.

(2) 필요한 경우, 스펙트럼분석기의 중심주파수를 불요발사 최대값 주파수로 설정하고, 측정 주파수대역폭을 줄여서 정밀 측정할 수 있다.

(3) 기술기준에서 기본파 전력에 대한 상대 값으로 규정된 경우 기본파 전력과 스퓨리어스영역 불요발사 측정값의 상대값을 구하고, 스퓨리어스영역 불요발사 절대값으로 규정된 경우 불요발사 측정값을 기록한다.

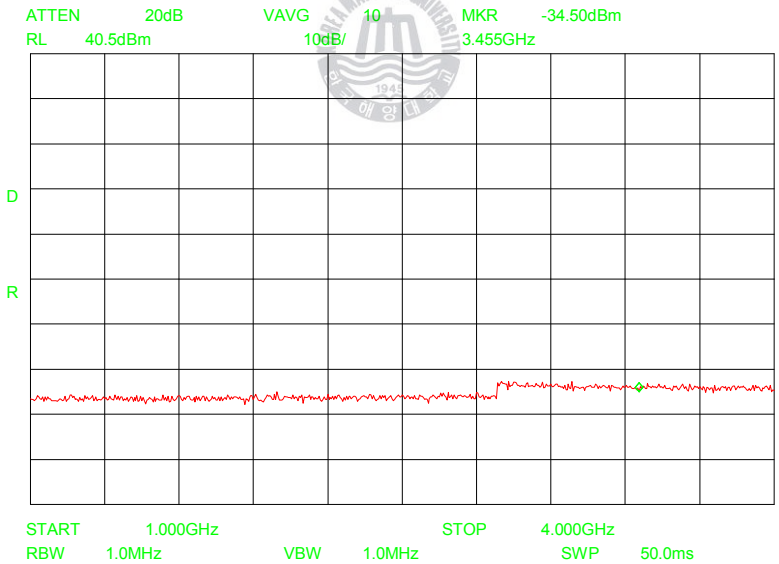
6) 측정 결과 및 분석

다음 <그림 5-12>와 같이 채널 87에서 -37.47dBm으로 9㎑이상 1㎓ 이하에서 평균전력이 -36dBm 이하일 것 기술기준에 적합함을 알 수 있고, <그림 5-13>과 같이 CH 87에서 -34.50dBm으로 1㎓ 이상 4㎓ 이하에서 평균전력이 -30dBm 이하일 것의 기술기준에 적합함을 알 수 있다.



<그림 5-12> CH 87의 스퓨리어스 값 1

<Fig. 5-12> Spurious values of CH 87



<그림 5-13> CH 87의 스퓨리어스 값 2

<Fig. 5-13> Spurious values of CH 87

5.1.5 공중선전력 측정

1) 시험목적

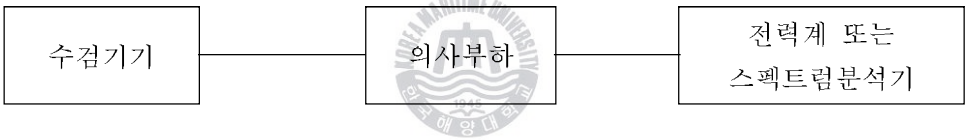
수검기기의 공중선 전력이 규정에 적합한지 측정함을 목적으로 한다.

2) 기술기준

국내 - 공중선전력은 12.5W 이하로 하며, 허용편차는 ±1.5dB 이내 일 것

국제 - 12.5W 이하 ±1.5dB(일반), ±3dB(극한조건)

3) 시험구성도



4) 측정기의 조건

가. 저주파발진기로부터 얻는 변조입력 신호레벨의 변화단위는 2 dB이하로 한다.

나. 다중공중선을 사용하는 기기의 경우, 수검기기를 최고 전력이 송신될 수 있는 변조 방식으로 구동시키고 최고 전력제어레벨로 동작시킨다.

5) 시험절차

가. 출력이 최대가 되는 조건을 설정하여 수검기기를 동작시킨다.

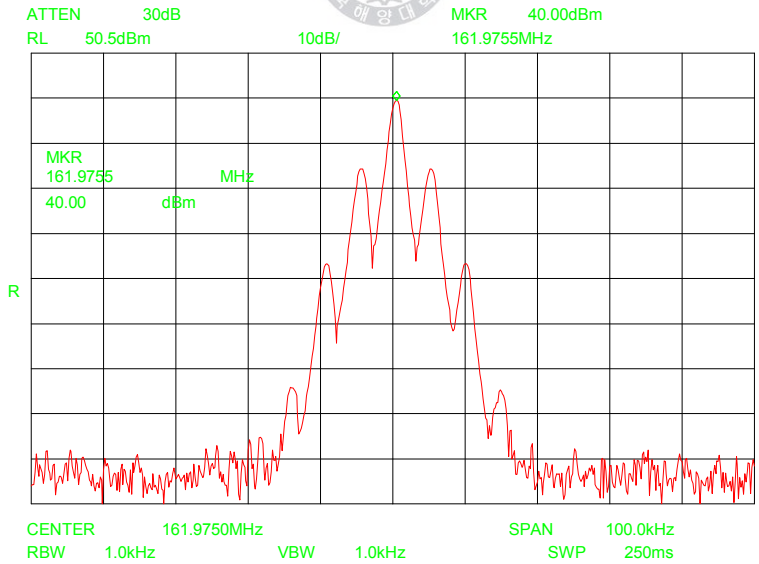
나. 스펙트럼분석기를 다음과 같이 설정한다.

중심주파수	반송주파수
소인주파수폭	필요주파수대폭의 2~3배
분해능대역폭	필요주파수대폭의 50분의 1 내외
비디오대역폭	자동
검출모드	첨두검출(Peak Detect) 모드
표시모드	최대값유지(Max.Hold) 모드
소인횟수	1회 소인(Single Sweep)
채널간격	수검기기의 출력신호가 단일주파수 채널인 경우에는 소인폭과 같이 하고 복수채널인 경우에는 규정의 대역폭(또는 채널간격)을 설정한다.

다. 공중선 전력을 측정한다.

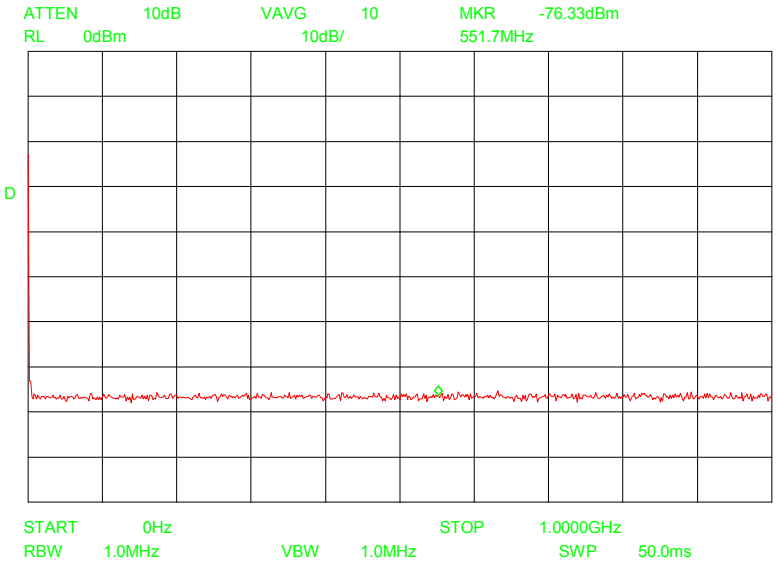
6) 측정 결과 및 분석

<그림 5-14>에서처럼 출력을 12.5W(+41dBm) 발사하여 측정한 결과, CH 87에서 출력이 40dBm이 나오는 것이 확인 되었다. 이는 허용편차 ±1.5dB 이내이므로 국내 및 국제 기술기준에 적합함을 알 수 있다.



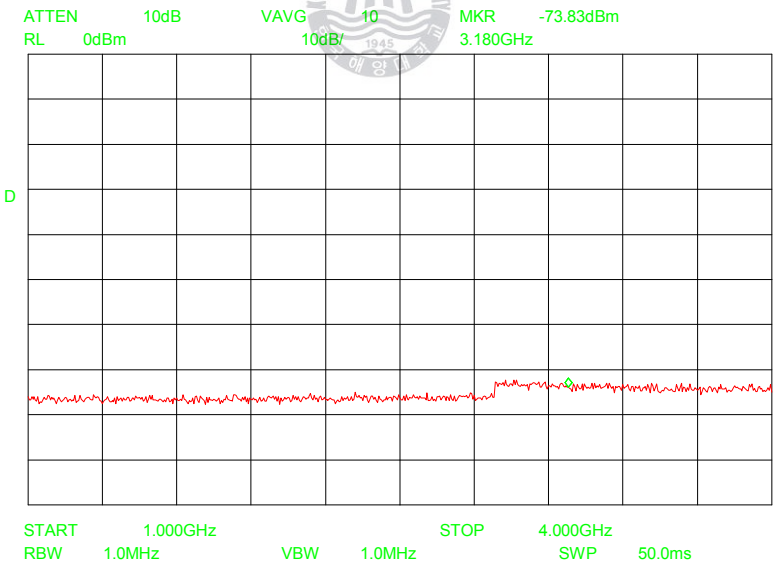
<그림 5-14> CH 87 공중선 전력 측정

<Fig. 5-14> CH 87 antenna power measurements



<그림 5-15> CH 87 부차적 전파발사 1

<Fig. 5-15> CH 87 launched a secondary wave



<그림 5-16> CH 87 부차적 전파발사 2

<Fig. 5-16> CH 87 launched a secondary wave

5.2 수신부 표준측정

5.2.1 부차적전파 발사 측정

1) 시험목적

수검기기가 수신조건에서 발생시키는 부차적인 전파가 허용치 이내인지 측정함을 목적으로 한다.

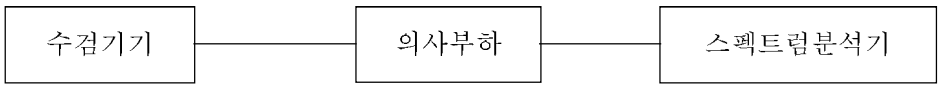
2) 기술기준

국내 및 국제 기준 동일

가. 9㎑ 이상 1㎓ 이하에서 -57dBm 이하일 것

나. 1㎓ 이상 4㎓ 이하에서 -47dBm 이하일 것

3) 시험구성도



4) 측정기의 조건

별도의 규정이 없는 경우, 스펙트럼분석기는 스퓨리어스 영역 발사 측정방법의 측정기 조건과 동일하게 설정한다.

5) 시험절차

수검기기를 수신조건으로 하고 이때의 출력전력을 스펙트럼분석기로 측정한다.

6) 측정 결과 및 분석 그림

가. 9㎑ 이상 1㎓ 이하에서 측정한 결과, 채널 87 주파수 161.975㎒에서는 주파수 551.7㎒에서 -76.33dBm의 값이 나왔으며, 채널 88 주파수 162.025㎒에서는

725㎒에서 -75.67dBm의 값이 나와 국내 및 국제 기술기준에 적합함을 알 수 있다. 위의 <그림 5-15>에서 확인이 가능하다.

나. 1㎓ 이상 4㎓ 이하 이하에서 측정한 결과, 채널 87 주파수 161.975㎒에서는 주파수 3.180㎓에서 -73.83dBm의 값이 나왔으며, 채널 88 주파수 162.025㎒에서는 3.105㎓에서 -73.83dBm의 값이 나와 국내 및 국제 기술기준에 적합함을 알 수 있다. 위의 <그림 5-16>에서 확인이 가능하다.

다. 측정시 전원공급 후 즉시, 1분 후, 각 주파수의 송신 종료 후 측정하였으며, 수차례 시험에서도 부차적 전파발사는 -73dBm 전후의 값을 나타내었다.

5.2.2 수신감도 측정

1) 시험목적

수검기기의 최저 수신감도가 허용치 이상인지 측정함을 목적으로 한다.

2) 기술기준

국내 및 국제 기준 동일

수신감도는 SINAD 20dB에서 RF입력은 -107dBm 이하이어야 한다.

3) 시험구성도

4) 측정기의 조건

가. 수검기기의 출력임피던스와 같은 감쇠기로 정합시키는 것이 바람직하다.

나. 수검기기의 스켈치 동작을 OFF 시키고 오디오 볼륨을 최대로 한다.

다. SG를 희망주파수로 톤 신호 1,000Hz, 최대주파수편이의 75%로 변조하여

10 μV의 전압으로 발진시킨다.

라. 수검기기를 동조시키고 수검기기의 오디오 볼륨을 조절하여 오디오 분석기 측정 레벨을 3dB 낮게 한다.

마. 의사공중선은 수검기기의 종류에 따라 적당한 것을 선택한다.

5) 시험절차

가. SG를 OFF 시킨 후 수검기기의 잡음출력 레벨을 오디오 분석기를 이용한다.

나. SG를 무변조로 ON 시킨 후 출력레벨을 조절하여 오디오분석기의 출력레벨이 ⓐ에서 측정한 잡음레벨 보다 20dB 감쇠되도록한 후 SG 출력레벨을 기록한다.

6) 측정결과

다음 <그림5-17>과 같이 CH 87에서 측정값이 각 -110dBm으로 측정되었고, 이 결과 값은 국내외 기술기준에 적합함을 알 수 있다.

<그림 5-17> 수신감도 측정

<Fig. 5.17> Receive sensitivity measurements

5.3 전원부 표준측정

5.3.1 전원 동작 모드

1) 시험목적

수검기기의 전원 입력 시 1시간 동안의 소모 전력을 측정함을 목적으로 한다.

2) 기술기준

국내 및 국제 기준 동일

AtoN 장치는 저전력 설계로 최소 소모 전력으로 운영될 수 있도록 제공되어야 하며, 1일(24시간) 동작 시 4Ah 이하로 전원을 소모하여야 한다.

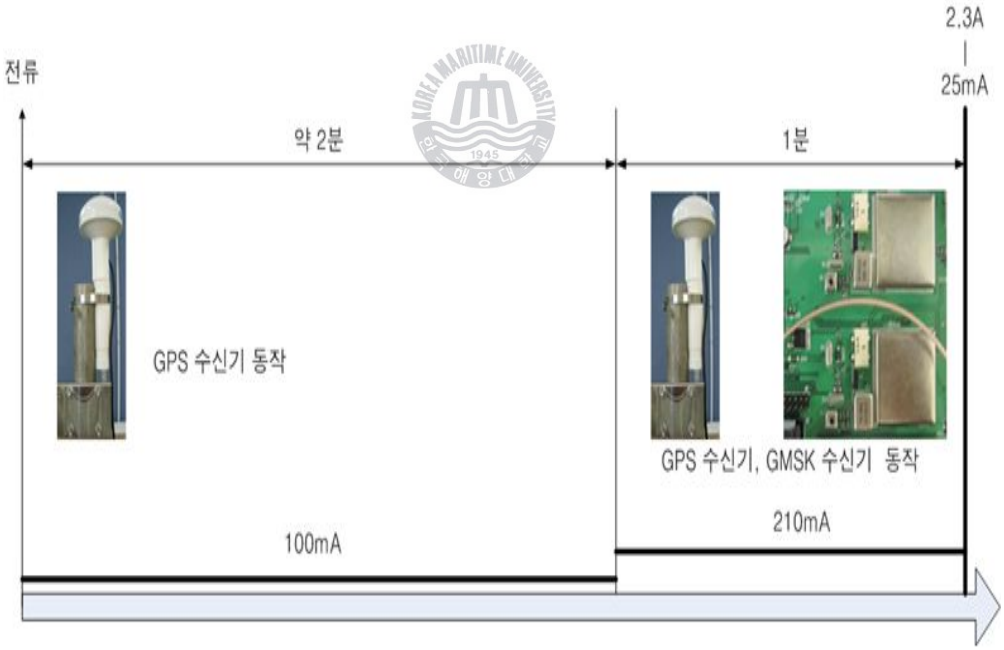
3) 측정결과

다음 <그림 5-18>과 같이 (재)한국조선기자재연구원에서 표준 측정한 결과 1시간 동안 소모된 에너지가 130.0㎃h로 측정되었으며, 이를 24시간 동안 운용한 것으로 계산을 하면 3.142.Ah로 측정값이 국제기술 기준에 적합함을 알 수 있다.

다음<그림 5-19>와 같이 모듈의 사용시간은 3분 간격으로 타임 설정되었으며, GPS 수신기 동작 시에는 100㎃가 소모되고, GPS수신기와 GMSK 수신회로가 같이 동작 시에는 210㎃가 소모되며, 송신시간은 25msec동안 송신이 이뤄지며 송신 기간 중 2.3A가 소모된다. 이는 매 3분주기로 같은 동작이 반복된다.

<그림 5-18> 전원동작 모드

<Fig. 5-18> Power operating modes



<그림 5-19> 모듈의 사용시간(송신주기: 3분)

<Fig. 5-19> Use the time of the module(Transmit 3minutes divider)

모드	측 정 값	결 과
SLEEP		0.0789A
IDLE		0.2188A
TRANSMIT		2.0238A

<그림 5-20> 전원 소모 모드

<Fig. 5-20> Power consumption mode

5.3.2 전원 소모 모드

1) 시험목적

수검기기의 전원 입력 시 동작상태의 전원소모에너지를 측정함을 목적으로 한다.

2) 기술기준

국내 및 국제 기준 동일

장치는 저 소모 전력 구조를 갖기 위하여 전원의 동작 모드에 있어 세 가지 (Sleep / Idle / Tx Mode) 모드로 동작하여야 한다.

3) 측정결과

위의 <그림 5-20>과 같이 (재)한국조선기자재연구원에서 표준 측정한 결과 각 모드에서 소모되는 전류의 값은 Sleep모드에서 0.0789A, Idle모드에서 0.2188A, Tx모드에서 2.0238A 등으로 값이 측정되었으며 이는 국제기준에 적합하다.

5.3.3 비교분석

아래 표와 같이 기존에 한국에서 개발되어 부산신항 LANBY에 설치된 한국의 S사 AtoN용 장치의 하루 전력소모량은 RATDMA 모드에서 운용할 때, 12.5Ah/Day 이고, 미국 A사와 일본 A사에서 개발된 AtoN AIS용 장치보다 본 논문에서 제안한 저전력 AtoN AIS가 국내외 기술기준에 적합하면서도, 실제 운용시 전력소모량이 20% 이상개선 되었음을 확인 할 수 있었다.

RATDMA 모드	한국 S사	미국 A사	일본 A사	제안한 AtoN
소모전력 21번 3분주기	12.5Ah/Day	4.0Ah/Day	3.7Ah/Day	3.1Ah/Day

5.4등표에설치후성능시험

5.4.1 메시지 21번 측정

1) 시험목적

수검기기의 동작 시 메시지 21번이 정확하게 송신이 되는지 확인한다.

2) 시험 요건

가. 항행지원 또는 운영센터에서 주변 선박에 항행지원 정보를 제공하기 위한 메시지로서 AtoN AIS에 관한 IALA 권고 기준에 따라 운영되어야 한다.

나. 항행지원 위치는 해도상 위도와 경도로 입력되어야 한다.

다. 부표 감시를 위한 원의 반경은 미터 단위로 입력하여야 하며, 부유표지가 지정된 원을 벗어나면, 이탈 메시지를 송신하게 하여야 한다.

라. 송신간격은 임의 지정 간격으로 위치를 전송해야 하고, 입력된 좌표 범위를 이탈하면 메시지 21에 표시인자를 1로 설정해야 한다.

마. 정상적인 보고와 이벤트(실패)상황 보고에 대한 보고 주기를 조정 가능해야 한다. IALA에서는 정상보고(Normal reporting) 주기를 매 3분마다 권고하고 있으나 만일 등부표가 위치를 이탈할 때 자동으로 메시지 송신 주기를 변경할 수 있도록 한다.

3) 측정결과

00:00:46:636	0	4415504	OENGDO	0	126.008	36.647	0	1	27	1	0
00:02:09:348	0	4415503	ANHENGDO	0	126.153	36.678	0	1	50	0	0
00:03:30:343	0	4415502	ANHENG NEW-N	0	126.126	36.677	0	1	11	1	0
00:03:38:440	0	994415505	YEUNPO BUOY	0	126.221	36.670	0	1	19	0	0
00:03:43:557	0	4415501	ANHENG NEW-S	0	126.127	36.676	0	1	24	1	0

가. 측정결과의 첫 번째 열은 송신시간을 나타내고 실험에 사용된 옹도 등대, 안흥도 등표, 안흥신항 북방파제 등대, 연포 등부표, 안흥신항 남방파제가 3분 범위 이내에서 메시지 21번이 수신되었음을 확인할 수 있다.

나. 두 번째 열은 메시지의 반복횟수를 나타내는 항목으로 데이터가 중계국소에 의해 중계된다면 여기에는 중계횟수가 나타난다. 실험에서 "0"으로 표시된 내용은 메시지가 중계 없이 직접 전송되었음을 알 수 있다.

다. 세 번째는 각 국소에 할당된 MMSI를 나타내는 항목으로 IALA 권고안 A-126에서는 항로표지용 AIS 장치의 MMSI는 다른 장치와의 구분을 위해 "99XXXXXXX"으로 설정하도록 권고하고 있으나 중앙전파관리소에서의 MMSI 할당이 아직은 기지국에 해당하는 "00XXXXXXX"으로 사용되고 있음을 확인할 수 있다.

라. 네 번째 열은 국소의 영문 이름을 나타낸다.

마. 다섯 번째 열은 위치 정확도를 나타내며 내장된 GPS로부터 획득한 위치가 사용된다면 "0"으로 표시되고, 메시지 17번과 같은 보정 정보를 수신하여 보정 좌표가 사용된다면 "1"로써 표시된다. 따라서 현재 항로표지용 AIS 장치가 실험된 장소 부근에서는 메시지 17번의 DGPS 보정 정보를 송신하는 기지국의 신호가 수신되지 않음을 알 수 있었다.

바. 여섯 번째 열과 일곱 번째 열은 각각의 AIS 장치가 설치된 국소의 GPS 획득 좌표에 해당한다.

사. 여덟 번째 열은 AIS 장치가 설치된 국소의 크기로 일반적으로 반경으로 설정한다. 이는 장치가 설치되기 전에 설정되어야 할 항목으로 "0"으로 표시된 사항은 사전설정이 이루어지지 않은 디폴트 값이 나타남을 확인할 수 있었다.

아. 아홉 번째 열은 외부 위치고정장치의 유형을 나타내는 항목으로 내장 GPS가 사용되거나 외부 DGPS 수신기가 사용될 수 있으며 외부 DGPS

수신기가 연결된다면 이의 신호가 우선된다. 시험에서는 외부 DGPS 수신기가 연결되지 않았으므로 내장 GPS 위치에 해당하는 “1”이 나타났다.

자. 열 번째 열은 타임스탬프를 나타내는 항목으로 타임 슬롯의 슬롯 할당 지도(Map)와 같은 기능으로 각각의 국소는 서로 다른 타임스탬프 값을 나타내고 있으므로 각 국소가 사용하는 슬롯 간의 충돌은 이루어지지 않은 것을 알 수 있고 주변을 항행하는 선박이 없을 때 이러한 타임 스탬프는 다음 송신에서도 대부분 유지하고 있는 것으로 확인되었다.

차. 열한 번째 열은 이탈 여부를 나타내는 플래그로 “1”과 “0”이 교차하여 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 기준좌표를 입력한 것과 입력하지 않은 것의 차이로 기준좌표를 입력한 안흥도 등표와 연포 등부포는 GPS로부터 획득한 좌표와 설정된 반경을 벗어나지 않는다는 것을 의미하고 옹도와 안흥신항 북방파제, 안흥신항 남방파제는 기준좌표를 입력하지 않아 디폴트값인 위도 0°, 경도 0°와 GPS로부터 획득한 좌표와 설정된 반경을 벗어나“1”을 가리키는 것으로 해석된다.

카 열두 번째 열은 RAIM 플래그로 GPS 획득 데이터의 무결성을 나타내는 항목이다.

5.4.2 메시지 6번 측정

1) 시험목적

수검기기의 동작 시 메시지 6번이 정확하게 송신이 되는지 확인한다.

2) 시험 요건

가. 메시지 6은 항행지원를 관리하기 위하여 항행지원의 축전지 데이터, 등명기 상태 데이터, 태양전지 시스템의 충전현황 등의 상태보고를 하고, 항행지원의 파라미터 설정을 위해 이용되어야 한다.

나. 항행지원용 메시지는 임의 설정된 주기로 확인 송신하여야 하며, 메시지 포맷의 형태는 국제표준을 적용하고 세부 포맷이 없는 경우 국내적으로 표준화하여 적용될 수 있도록 발주자와 협의 후 지정된 형태로 표시하여야 한다.

다. 축전지 전압측정 정확도 0.1V 또는 그 이상의 정확도가 되도록 제작하여야 한다.

라. 전류 측정 정확도는 전체 스케일의 1%에 이르는 정확도로 측정되어야 한다.

3) 측정결과

10:44:21:985	4415503	4415500	0	440	52	3:AIS	0	0	1	12.1	--	13.3	--	--	12.9	0	2
10:44:22:109	4415503	4415500	0	440	52	3:AIS	0	0	1	12.1	--	13.3	--	--	12.9	0	2
10:45:33:995	4415502	4415500	0	440	52	3:AIS	0	0	1	--	--	--	--	--	--	--	--
10:45:34:182	4415502	4415500	0	440	52	3:AIS	0	0	1	--	--	--	--	--	--	--	--

위의 수신 데이터의 표시된 영역에서 현재 충방전 조절기가 연결된 연포 등부표와 안흥도 등표에서 등명기 상태, 축전지 전압, 태양전압, 충방전 전압이 표시영역의 좌측부터 순서대로 표시되고 있음을 확인되었고, 전압은 0.1V 단위, 전류는 1% 스케일 이상인 0.01A 단위로 표시됨을 확인하였다.

가. 메시지 6번에 대한 프로토콜 설명에서와 같이 메시지에 대한 수신시간, 송신자의 MMSI로 “004415503”과 “004415502”의 두 국소에서 “004415500”의 한 수신국소에 항로표지의 상태정보가 수신됨을 알 수 있고 이러한 상태정보의 수신을 위해 “DAC=440”으로 국가 MID 번호가, “FI=52”가 사용되었음을 확인할 수 있다.

나. 또한 송신채널로는 AIS가 사용되었고 여덟 번째 열과 아홉 번째 열은 각각 램프상태와 릴레이 상태를 나타내는 항목으로 오전 시간대에 램프의 동작이 중단되었고, 릴레이의 상태는 변화가 없음을 보여주고 있다. 램프의 동작은 AIS 장비 내부에 부착되어 있는 Shunt를 통해 30초 동안 기준이상의 전류가 검출되면 램프가 켜진 것으로 인지하고 30초 동안

기준이상의 전류가 검출되지 않으면 램프가 꺼진 것으로 파악하며 릴레이는 원격 명령에 의해 On/Off가 제어될 수 있도록 설계되었다.

다. 열 번째 열은 Racon이라 불리는 9㎓대역 트랜스폰더의 동작상태를 지시하는 항목으로 사용된다.

라. 일반적으로 항로표지에서 사용되는 전압은 DC 12V이나 낮 시간 충전이 이루어지는 동안 태양집전판에 걸리는 전압은 13V~17V까지도 상승하는 것으로 나타났고 낮 시간 동안 주 전류 소모가 이루어지는 등명기가 동작하지 않으므로 전류 소모는 0A가 기록되었다.

마. 마지막 열은 충전전류 항목을 나타낸다.

5.4.3 등명기 점등/소등 시험

1) 시험목적

수검기기의 동작 시 등명기 점등 소등에 따른 메시지 송신 데이터의 확인을 목적으로 한다.

2) 시험 기간

2009년 11월 28일 16시 54분까지 소등, 17:00에 점등 메시지 전송

3) 측정결과

16:54:19:400	994415505	4415500	0	440	52	3:AIS	09/11/28-07:54:45	0	0	1	10.3	--	10.5	10.3
17:00:06:752	994415505	4415500	0	440	52	3:AIS	09/11/28-08:00:45	1	0	1	10.0	--	10.2	10.0

가. 등명기 점소등 시험에서 시험이 이루어진 일몰 이후의 시간대에 릴레이의 원격제어 없이 등명기 하부에 설치된 CdS 센서를 통해 전류 공급이

이루어지고 항로표지용 AIS 장치가 30초 동안 전류를 검출하여 기준 전류 이상의 흐름이 감지됨에 따라 등명기의 동작이 “0”에서 “1”로 변동됨을 확인할 수 있었다.

나. 등명기 점등 감지에 따라 기타 태양전압이 떨어짐과 방전전압 또한 점차 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

5.4.4 등명기 전구 및 축전지 전압상태 이상발생 시 메시지 전송

1) 시험목적

수검기기의 동작 시 등명기 전구 및 축전지 전압상태 등의 이상발생 시 메시지 전송 송신 데이터의 확인을 목적으로 한다.

2) 시험 기간

11월 29일 방전 전압이 떨어짐을 확인하고 등명기 상태 Off 메시지 전송

3) 측정결과

17:06:55:910	994415505	4415500	3:AIS	09/11/29-08:07:23	0	0	1	--	7.2	0	94	--	10.5	10.3
17:12:47:661	994415505	4415500	3:AIS	09/11/29-08:13:23	0	0	1	--	7.2	0	94	--	10.2	10.0

가. 기본적으로 항로표지용 AIS 장치는 12V 정격전압에 동작하도록 설계되어 있으나 ±20%의 전압변화에도 견딜 수 있도록 설계되었다.

상기 도표에 나타나 있는 것처럼 주 축전지의 전압이 7.2V로 떨어진 상태에서 마지막으로 메시지 6번의 전송이 이루어진 것으로 볼 수 있다.

나. 주 축전지의 전압이 7.2V 이하로 떨어진 이후에는 항로표지용 AIS의 동작은 멈추나 다시 일출 이후 Cds 센서의 접점이 떨어지고 태양집전판을

통한 충전이 이루어진다. 태양집전판을 통해 주 축전지의 전압이 7.5V 이상 상승하면 다시 항로표지용 AIS 장치의 전송이 이루어지게 된다.

이 때에는 주 전력 소모장치인 등명기의 동작은 Off 상태이기 때문에 주 축전지의 전압 강하는 이루어지지 않는다.

5.4.5 GPS(DGPS) 위치를 감시 비교하여 이탈시 메시지를 전송

1) 시험목적

수검기기의 동작 시 GPS(DGPS) 위치를 감시 비교하여 이탈시 메시지를 전송하여 송신 데이터의 확인을 목적으로 한다.

2) 시험 방법

옹도의 경우 고정 위치를 입력하지 않아 Off Position으로 메시지 전송

3) 측정결과

00:00:12:317	0	4415504	OENGDO	0	126.008	36.647	0	1	51	1	0

옹도의 경우, 설치된 옹도 등대의 기본적인 위치정보가 설정되지 않았다. 이에 따라 항로표지용 AIS 장치는 설정된 좌표를 디폴트 값이 위도 0°, 경도 0°으로 파악하고 GPS로부터 획득한 위도 36.647°, 경도 126.008°와 비교하게 된다.

위도/경도의 차이가 설정된 100m 범위를 초과하게 되면 열한 번째 열에 해당하는 위치이탈 플래그의 값이 “0”에서 “1”로 바뀜을 알 수 있다.

5.4.6 중계기 역할 시험

1) 시험목적

수검기기의 동작 시 항행지원용 AIS 장치는 근거리 지역의 기상 및 해상 데이터를 수집하고, 제공할 수 있어야 하며, 동시에 원격지 또는 전파음영지역에 데이터를 중계 전송하는 중계기(Repeater) 역할도 할 수 있어야 한다.

2) 시험 방법

중계로 설정된 옹도에 의하여 안흥도 장비가 일반 송신(0) 및 중계(1)로 전송한 송신 데이터의 확인을 목적으로 한다.

3) 측정결과

00:09:54:497	0	4415503	ANHENGDO	0	126.153	36.678	0	1	33	0
00:09:54:762	1	4415503	ANHENGDO	0	126.153	36.678	0	1	33	0

상기 도표에 나타난 데이터는 같은 위치, 같은 MMSI를 가진 안흥도 등표에 설치된 항로표지용 AIS 장치로부터 같은 시간대에 2번의 메시지가 수신됨을 나타낸다. 두 메시지의 차이는 두 번째 열과 같이 메시지 반복횟수에서 차이를 보이고 있다.

현재는 메시지 21번에 대한 중계를 나타내었지만 메시지 6번과 메시지 8번에 대한 중계도 같은 방식으로 이루어진다.

특히 메시지 6번의 경우, 수신 확인이 이루어지지 않을 때 4회까지 송신을 반복할 수 있으므로 중계까지 포함하면 하나의 항로표지 AIS 장치로부터 8회의 정보가 수신될 수 있는 것으로 확인된다.

제 6 장 결 론

본 연구에서는 e-Navigation 시스템 구현에 필수적인 AtoN AIS에 대한 저전력 모드를 고안하여 설계 구현하는 방법을 제시하였다. 이렇게 구현된 저전력 AtoN AIS 시스템은 구조적, 기능적, 환경적, 전기적 시험을 통해 국내·외 기술기준에 적합함을 확인하였다.

이 장치를 해상 등대 및 항행지원 부이에 설치하여 해안국과 직접통신하는 방식, 음영지역에 설치하여 중계(음영지역에 설치) 통신방식 등의 시험운영을 통해 제안된 성능을 만족하고, 저전력 운영(Power Save Mode(Sleep/Idle/Tx Mode))에서도 기존에 국내에 설치된 AtoN AIS 장치보다 향상된 성능을 발휘하는 것을 검증하였다.

특히, 등부표와 같이 낮 시간동안에 태양전지를 통해 축전지에 충전하고 일몰이후에 축전된 전력을 통해 등명기와 AtoN AIS가 전력을 소모하는 시스템에 있어서는 태양집전판의 상태관리와 축전지의 축전 용량 등에서 심각한 성능저하 현상이 자주 발생하고 있고 심야에 등부표에 설치되어 있는 등명기 조차 점등되지 않아 항해안전에 중대한 위험을 제공해오고 있던 실정이었다.

본 연구에서 제안된 저전력 모드(Power Save)는 Sleep 모드에서는 위성항법장치에만 운영가능 최소전력을 공급하고, Idle 모드에서는 AtoN AIS의 수신기에만 전원이 인가되어 시분할다중화 슬롯의 점유 상태를 감시할 수 있도록 하였고, Tx 모드에서 정해진 주기의 송신시간에 사전 설정된 메시지를 전송하고, 바로 Sleep 모드로 전환되도록 해 전력 소모를 최소화 하는 방식을 선택하였다.

본 연구에서는 기본적으로 IALA 및 ITU가 권장하는 송신주기 3분을 기준으로 시험과 검증이 이루어졌으며 실제 운용에 있어서는 이보다 더 낮은 보고 주기 즉, 6분, 12분 등의 보고 주기로 운용되어도 무방한 것으로 보인다. 이 경우 실제 송신 이전 1분이 Idle 모드로 운용되고 나머지 시간은 대부분 Sleep 모드로 동작

될 수 있기 때문에 전력 부분은 훨씬 좋은 조건이 된다.

본 연구의 구체적인 검증이 이루어진 대산지방의 항로표지에서 안흥도 등표와 연포 등부표의 경우에는 계속적인 메시지 6번의 감시를 통해 실제 현장 점검 없이도 태양전지의 상태악화와 축전지의 열화현상을 확인할 수 있어 불필요한 비용과 인력을 절감할 수 있었다.

연포 등부표는 이후 높은 조류와 파도에 체인이 끊어져 표류하는 사건이 발생하였지만, 운용센터에서 이러한 사태에 대한 경보를 발생시켰을 뿐 아니라 표류 중에도 AtoN AIS 장치가 계속적인 등부표의 위치를 송신함으로써 신속하게 대응할 수 있었던 것도 본 논문에 대한 중대한 의미가 있을 수 있었다.

또한, 본 논문에서 제안한 저전력 AtoN AIS 시스템을 기존의 해양교통관제센터에서 운용중인 항행지원 집약관리 소프트웨어로 활용하여 가상 및 의사 해상교통시설 구현이 가능함을 확인하였으며 메시지 6, 8, 12, 14, 21번이 95% 이상 안정적인 데이터 전송이 이뤄져 항행지원장치에 설치되어 있는 등명기의 등질 변경, 동기점멸, 등명기 점·소등의 감시 및 제어, 기상정보의 수집 등으로 얻은 정보로 연안선박의 항해에 안전을 제공할 수 있음을 확인할 수 있었다.

메시지 21번과 메시지 8번은 IALA 및 IMO의 해사안전위원회 회람 표준문서를 채택하여 적용하였으나 메시지 6번의 개별 바이너리 메시지는 등부표에 설치된 충방전 조절기를 통해 태양 집전판에 걸리는 전압과 축전지의 전압, 방전전압, 충방전 전류를 검출하여 원격에서 충전상태와 등명기의 동작 상태를 간접적으로 확인할 수 있도록 프로토콜을 자체 설계하여 제안하였다.

또한, 등명기의 보다 정확한 동작 상태를 확인하기 위하여 30초간의 등명기 소모전류의 기준점 이상이 측정되면 등명기가 동작하는 것으로 판단하고 30초 이상 동안 기준점 이상의 소모전류가 측정되지 않으면 등명기가 동작하지 않는 것으로 판단하게 하였다.

메시지 6번의 프로토콜에 대한 설계 및 구현 내용은 앞으로 계속적인 운용자의

요구 사항이나 측적 대상의 추가 등을 통해 보완이 이루어지겠지만, 국가 표준 정립에 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 예상한다.

설계 및 제작된 AtoN AIS 장치를 통해 등부표의 운용 상태를 감시해 본 결과, 일조량이 적은 우리나라의 겨울은 3~4일간의 축전 부족 현상이 이어지면 등명기를 동작하기에도 전력이 부족한 것으로 파악되었고 현재 국토해양부에서 운용하고 있는 등부표의 축전지 상태가 급격하게 성능이 저하되는 단점을 가지고 있을 뿐 아니라 갈매기 등 조류에서 발생하는 오물로 태양열 집전판이 제대로 동작하지 못하는 경우도 수시로 발생하는 것으로 확인되었다.

AtoN AIS를 통한 항행지원의 원격감시는 e-Navigation을 위한 중요한 구실을 할 수 있으나 아직 많은 선박이 메시지 21번과 메시지 8번과 같은 국제 표준의 AtoN AIS 정보를 수신할 수 없고 상태감시 정보 또한 전적으로 이에 의존할 수만은 없는 실정이다. 따라서 앞으로 시스템이 안정을 할 때까지는 기존과 같은 정기적인 방문과 육안 확인과 같은 과정이 병행되어야 할 것이다.

이러한 AtoN AIS 정보는 VTS 시스템과 연계하여 연근해에서의 선박 간 충돌, 좌초로 말미암아 인명 및 해양환경피해의 예방과 해난 수색 및 구조지원 체계를 강화하여, 선박의 안전항해와 효율적인 항만 통항 관리가 이뤄져 신속한 물류 운송 및 하역에 필요한 정보 제공하여 보다 나은 항만 물류서비스 실현도 가능해 지리라 생각한다.

앞으로 AtoN AIS 시스템에 관련하여 추가로 보완해서 나아가야 할 연구하여 분야는 다음과 같다.

- WCDMA, 디지털 TRS, 기타 새로운 무선통신 방식과 호환성에 대한 표준화 작업에 관한 연구,
- AtoN AIS 장치 및 장치에 연결되는 장치는 EMC 시험 항목의 추가로 지정하여 EMC 안정성 향상에 관한 연구,
- VHF CH 87, 88 외 추가적인 채널지정과 혼신 유입 등을 사전에 방지하기

위해 보호주파수 설정에 관한 연구,

- MMSI 코드를 숫자 외 문자도 배열시켜 MMSI 코드 확보가 필요함으로 관련 국제기구에 의견을 제안 및 연구.

- 항행지원국 등 무선국 개설 시 허가요건을 간이하게 하는 등 관련 전파법규를 개정하여 지원방안에 관한 연구,

- 환경시험 요건 등에 수밀 시험 및 충격 시험의 기준을 강화하여 AIS 오류로 말미암은 해상사고 방지에 관한 연구.

본 논문에서 제안한 저전력 AtoN AIS가 국내외의 e-Navigation 구현에 핵심적인 역할을 담당할 수 있을 것이라는 기대와 아울러, 해양정보통신 분야의 경쟁력과 국익 신장을 위해 AtoN AIS에 대한 기술개발 투자 및 관련 제도 연구에 지속적인 관심과 연구가 필요할 것으로 생각한다.

참고 문헌

[1] IMO, "GMDSS Handbook", London : IMO, pp.1~2, 1992.

[2] 김기문, "GMDSS 도입에 따른 전파통신관리제도 및 운용개선방안", 정보통신학술연구과제, pp.10~12, 1997.

[3] L.Totley외, "Understanding GMDSS", Edward Arnold, pp.19~29, 1994.

[4] 김기문, "해상이동업무에서 GMDSS관련 디지털 자동화 장비의 도입 및 156-174㎒대역의 이용 효율 향상 방안", 연구보고서(KORA 99-30), pp12~13, 2000.

[5] 정중식, "e-Navigation-관제와 서비스", 한국선박검사기술협회, pp.3~13, 2006.

[6] 무선관리단, "해상이동업무용 VHF주파수대에서 TDMA를 사용하는 전세계선박자동시스템(AIS)국내도입을 위한 성능기준연구", 최종 보고서, pp.21~22, 2002.

[7] IMO. SOLAS Convention Chapter V, 2002.

[8] ITU Recommendation on the Technical Characteristics for a Universal Shipborne Automatic Identification System(AIS) Using Time Division Multiple Access in the Maritime Mobile Band(ITU-R M.1371)

[9] 김기문, 임종근, "해상이동통신운용", pp.147~148, 2003.

[10] 정 인, "해상교통관리 효율화 증진을 위한 e-VTS 체계에 관한 연구", 한국해양대학교 대학원, pp.1~2, 2008.

[11] 해양수산부, "IALA "e-Nav" 국제동향 보고서, pp.3~4, 2007.

[12] 情報通信審議 情報通信技術分科 海上無線通信委員 報告 2「簡易型 AIS

及び小型船舶救急連絡装置等の無線設備に關する技術的條件」, pp.10-12, 2008.

[13] 유윤기, “가상 및 의사 해상교통시설의 구현에 관한 연구”, 한국해양대학교 산업대학원, pp.16, 2008.

[14] 임종근, “항로표지 집약관리를 위한 AtoN AIS의 표준화에 관한 연구”, 한국항해항만학회, pp.425-431, 2009.

[15] 김태현, 최조천, “HF대 디지털통신을 위한 무선프로토콜 설계”, 한국해양정보통신학회, 추계종합학술대회, pp.153-158, 2007.

[16] ITU Recommendation on the Technical Characteristics for a Universal Shipborne Automatic Identification System(AIS) Using Time Division Multiple Access in the Maritime Mobile Band(ITU-R M.1371-3)

[17] IALA Recommendation A-126, The Use of the Automatic Identification System(AIS) in Marine Aids to Navigation, Edition 1, Dec. 2003.

[18] IEC 61993-2, Maritime navigation and radio communication equipment and systems -Automatic Identification System- Class A Shipborne equipment of the AIS -Operational and performance requirements-methods of test required test results, Edition 1, Dec. 2001.

[19] 김기문, 임건, “전파관계법규해설”, pp.156~157, 2004.

[20] 방송통신위원회(고시 제2009-30호), “무선설비 규칙”, 방송통신위원회, pp.141~149, 2009.

[21] ARRL, “The Antenna Book”, pp.16-17, 1999.

[22] 김영습, “부산항 VTS 해양사고 분석을 통한 VTS 안전제고 방안에 관한

연구", 한국해양대학교 대학원, pp.16, 2010.

[23] 김성환, "무선설비표준측정·시험방법",정보통신부, pp.33-36, 2002.

[24] 전파연구소(고시 제2009-6호), "형식검정 및 형식등록 처리방법", 전파연구소, pp.3~5, 2009.

부 록

1. 메시지의 요약

2. 6 비트 ASCII 표

3. 메시지 21과 함께 사용되는 항행지원 코드

4. 주소를 가진 2진 메시지

<부록. 1> 메시지의 요약

<Appendix 1> Summary of message

메시지 ID	Name	Description	Category	Priority	Operation Mode	Access Schemes	Communication State	M/B
1	Position Report	Scheduled position report: (Class A Shipborne Mobile Equipment)	F/S	1	AU	SOTDMA, RATDMA, ITDMA	SOTDMA	M
2	Position Report	Assigned Scheduled position report: (Class A Shipborne Mobile Equipment)	F/S	1	AS	SOTDMA	SOTDMA,	M
3	Position Report	Special position report, response to interrogation: (Class A Shipborne Mobile Equipment)	F/S	1	AU	RATDMA	ITDMA	M
4	Base Station Report	Position, UTC, Date and current 슬롯 number of base Station	F/S	1	AS	FATDMA, RATDMA, ITDMA	SOTDMA	B
5	Static and Voyage Related Data	Scheduled static and voyage related vessel data report: (Class A Shipborne Mobile Equipment))	F	4	AU, AS	RATDMA, ITDMA	N/A	M
6	Binary Addressed 메시지	Binary data for addressed communication	F	4	AU, AS, IN	RATDMA, FATDMA, ITDMA	N/A	M/B
7	Binary Acknowledgement	Acknowledgement of received addressed binary data	S	1	AU, AS, IN	RATDMA, FATDMA, ITDMA	N/A	M/B
8	Binary broadcast 메시지	Binary data for broadcast communication	F	4	AU, AS, IN	RATDMA, FATDMA, ITDMA	N/A	M/B
9	Standard SAR Aircraft Position Report	Position Report for airborne Stations involved in SAR operations, only	F/S	1	AU, AS	SOTDMA, RATDMA, ITDMA	SOTDMA	M
10	UTC/Date inquiry	Request UTC and date	F/S	3	AU, AS, IN	RATDMA, FATDMA, ITDMA	N/A	M/B

11	UTC/Date Response	Current UTC and date if available	F/S	3	AU, AS, IN	RATDMA, ITDMA	SOTDMA	M
12	Addressed Safety Related 메시지	Safety related data for addressed communication	F	2	AU, AS, IN	RATDMA, FATDMA, ITDMA	N/A	M/B
13	Safety Related Acknowledgement	Acknowledgement of received addressed safety related 메시지	S	1	AU, AS, IN	RATDMA, FATDMA, ITDMA	N/A	M/B
14	Safety Related broadcast 메시지	Safety releated data for broadcast communication	F	2	AU, AS, IN	RATDMA, FATDMA, ITDMA	N/A	M/B
15	Interrogation	Request for a specific 메시지 type (can result in multiple responses from one or several Stations)	F	3	AU, AS, IN	RATDMA, FATDMA, ITDMA	N/A	M/B
16	Assignment Mode Command	Assignment of a specific report behaviour by competent authority using a base Station	F/S	1	AS	RATDMA, FATDMA, ITDMA	N/A	B
17	DGNSS Broadcast Binary 메시지	DGNSS corrections provided by a baseStation	F	2	AS	FATDMA, RATDMA, ITDMA	N/A	B
18	Standard Class B Equipment Position Report	Standard Position Report for Class B Shipborne Mobile Equipment to be used instead of 메시지s 1, 2, 3	F/S	1	AS	SOTDMA, ITDMA	SOTDMA, ITDMA	M
19	Extended Class B Equipment Position Report	Extended Position Report for Class B Shipborne Mobile Equipment;contains additional static information	F/S	1	AS	ITDMA	N/A	M
20	Data Link Management 메시지	Reserve 슬롯s for base Station(s)	S	1	AS	FATDMA, RATDMA, ITDMA	N/A	B
21	AtoN Report	Position and Status Report for Aids-to-Navigation	F/S	1	AS	FATDMA, RATDMA, ITDMA	N/A	M/B
22	channel Management	Management of channels and transceiver modes by a base stations	S	1	AS	FATDMA, RATDMA, ITDMA	N/A	B

<부록. 2> 6 비트 ASCII 표

<Appendix 2> 6 bits ASCII

6-bit ASCII				STANDARD ASCII			6-bit ASCII				STANDARD ASCII		
Chr	Dec	Hex	Binary	Dec	Hex	Binary	Chr	Dec	Hex	Binary	Dec	Hex	Binary
@	0	0x00	00 0000	64	0x40	0100 0000		32	0x20	10 0000	32	0x40	0010 0000
A	1	0x01	00 0001	65	0x41	0100 0001		33	0x21	10 0001	33	0x41	0010 0001
B	2	0x02	00 0010	66	0x42	0100 0010		34	0x22	10 0010	34	0x42	0010 0010
C	3	0x03	00 0011	67	0x43	0100 0011		35	0x23	10 0011	35	0x43	0010 0011
D	4	0x04	00 0100	68	0x44	0100 0100		36	0x24	10 0100	36	0x44	0010 0100
E	5	0x05	00 0101	69	0x45	0100 0101		37	0x25	10 0101	37	0x45	0010 0101
F	6	0x06	00 0110	70	0x46	0100 0110		38	0x26	10 0110	38	0x46	0010 0110
G	7	0x07	00 0111	71	0x47	0100 0111		39	0x27	10 0111	39	0x47	0010 0111
H	8	0x08	00 1000	72	0x48	0100 1000		40	0x28	10 1000	40	0x48	0010 1000
I	9	0x09	00 1001	73	0x49	0100 1001		41	0x29	10 1001	41	0x49	0010 1001
J	10	0x0A	00 1010	74	0x4A	0100 1010		42	0x2A	10 1010	42	0x4A	0010 1010
K	11	0x0B	00 1011	75	0x4B	0100 1011		43	0x2B	10 1011	43	0x4B	0010 1011
L	12	0x0C	00 1100	76	0x4C	0100 1100		44	0x2C	10 1100	44	0x4C	0010 1100
M	13	0x0D	00 1101	77	0x4D	0100 1101		45	0x2D	10 1101	45	0x4D	0010 1101
N	14	0x0E	00 1110	78	0x4E	0100 1110		46	0x2E	10 1110	46	0x4E	0010 1110
O	15	0x0F	00 1111	79	0x4F	0100 1111		47	0x2F	10 1111	47	0x4F	0010 1111
P	16	0x10	01 0000	80	0x50	0101 0000	0	48	0x30	11 0000	48	0x50	0011 0000
Q	17	0x11	01 0001	81	0x51	0101 0001	1	49	0x31	11 0001	49	0x51	0011 0001
R	18	0x12	01 0010	82	0x52	0101 0010	2	50	0x32	11 0010	50	0x52	0011 0010
S	19	0x13	01 0011	83	0x53	0101 0011	3	51	0x33	11 0011	51	0x53	0011 0011
T	20	0x14	01 0100	84	0x54	0101 0100	4	52	0x34	11 0100	52	0x54	0011 0100
U	21	0x15	01 0101	85	0x55	0101 0101	5	53	0x35	11 0101	53	0x55	0011 0101
V	22	0x16	01 0110	86	0x56	0101 0110	6	54	0x36	11 0110	54	0x56	0011 0110
W	23	0x17	01 0111	87	0x57	0101 0111	7	55	0x37	11 0111	55	0x57	0011 0111
X	24	0x18	01 1000	88	0x58	0101 1000	8	56	0x38	11 1000	56	0x58	0011 1000
Y	25	0x19	01 1001	89	0x59	0101 1001	9	57	0x39	11 1001	57	0x59	0011 1001
Z	26	0x1A	01 1010	90	0x5A	0101 1010		58	0x3A	11 1010	58	0x5A	0011 1010
	27	0x1B	01 1011	91	0x5B	0101 1011		59	0x3B	11 1011	59	0x5B	0011 1011
	28	0x1C	01 1100	92	0x5C	0101 1100		60	0x3C	11 1100	60	0x5C	0011 1100
	29	0x1D	01 1101	93	0x5D	0101 1101		61	0x3D	11 1101	61	0x5D	0011 1101
	30	0x1E	01 1110	94	0x5E	0101 1110		62	0x3E	11 1110	62	0x5E	0011 1110
	31	0x1F	01 1111	95	0x5F	0101 1111		63	0x3F	11 1111	63	0x5F	0011 1111

<부록. 3> 메시지 21과 함께 사용되는 항행지원 코드

<Appendix. 3> message 21(aids to navigation report)

	코드	정의	Definition
	0	Default, 명시 안 된 항행지원	Default, Type of A to N not specified
	1	기준점	Reference point
	2	RACON	RACON
	3	해상구조물	Structure off shore, suCH as oil platforms, wind turbines,
	4	예비	Spare
고정 항행지원	5	등, 섹터구분없음	Light, without sectors
	6	등, 섹터로 구분됨	Light, with sectors
	7	도등(leading light), 전면부	Leading Light Front
	8	도등(leading light), 후면부	Leading Light Rear
	9	Beacon, 북 방위(Cardinal N)	Beacon, Cardinal N
	10	Beacon, 동 방위(Cardinal E)	Beacon, Cardinal E
	11	Beacon, 남 방위(Cardinal S)	Beacon, Cardinal S
	12	Beacon, 서 방위(Cardinal W)	Beacon, Cardinal W
	13	Beacon, 좌현(Port hand)	Beacon, Port hand
	14	Beacon, 우현(Starboard hand)	Beacon, Starboard hand
	15	Beacon, 우선채널 좌현	Beacon, Preferred CHannel port hand
	16	Beacon, 우선채널 우현	Beacon, Preferred CHannel starboard hand
	17	Beacon, 고립	Beacon, Isolated danger
	18	Beacon, 안전해역(Safe water)	Beacon, Safe water
	19	Beacon, 특수표지	Beacon, Special mark
부유식 항행지원	20	북방위 표지	Cardinal Mark N
	21	동방위 표지	Cardinal Mark E
	22	남방위 표지	Cardinal Mark S
	23	서방위 표지	Cardinal Mark W
	24	좌현 표지	Port hand Mark
	25	우현 표지	Starboard hand mark
	26	우선채널 좌현	Preferred CHannel Port hand
	27	우선채널 우현	Preferred CHannel Starboard hand
	28	고립	Isolated danger
	29	안전해역	Safe Water
	30	특수표지	Special Mark
	31	등선(Light Vessel)	Light Vessel / LANBY / Rigs

<부록 4> 주소를 가진 2진 메시지

<Appendix. 4> Binary addressed message

파라미터	비트수	설 명		
메시지 ID	6	메시지 6번에 대한 식별자 ; 항상 6번		
반복 지시자	2	메시지가 몇 번 반복되었는가를 지시하기 위하여 중계기에 의해 사용됨. 4.6.1 절 참조:0-3 범위; 0=기본; 3=더 이상 반복 없음		
Source ID	30	Source 국소의 해상이동업무식별부호		
시퀀스 번호	2	0-3; 5.3.1 절 참조		
목적 ID	30	목적 국소의 해사이동업무식별부호		
재송신 Flag	1	재전송 Flag는 재전송을 위하여 설정되어야 한다. 0=재전송없음= 기본값; 1=재전송됨		
Spare	1	미사용, 0으로 설정되어야 함.		
2진 데이터	최대 936	응용 식별자	16비트	3.12을 따름
		응용 데이터	최대 920비트	응용 규정 데이터
최대 비트 수	최대 1008	Sub-field 메시지 내용의 길이에 종속되는 1-5 슬롯을 점유		