



## 유비쿼터스 해상통신망 구축을 위한 기술 동향 연구

장동원\* 이영환\*

최근 전파 통신기술의 급격한 발전에 따라 해상통신도 기술 현대화를 진행 중이다. 해상통신의 특징은 전세계 해상과 통신하기 위해서 HF 대역 및 위성을 통한 장거리 통신 위주의 기술을 사용해 왔으며 주로 음성 통신에 의존해 왔다. 그러나 1990년대 말에 다양한 용도의 통신장비들을 통합한 통신 시스템을 기초로 GMDSS가 시행되었으며 최근에는 AIS 통신망 등을 활용해서 데이터 및 멀티미디어를 수용할 수 있는 해상의 ITS 시스템 구축을 위한 E-Navigation 전략을 IMO에서 주도적으로 수립 중에 있다. 또한 항만 및 선상에서는 최근 전파 기술을 반영한 WLAN, WiMAX, RFID 등 기술들이 해상통신 현대화를 위해 고려되고 있으며 위성과 연계한 VHF 대역을 이용하는 AIS가 해상 인프라 통신망으로 부상하고 있다. 본 고에서는 해상통신 시스템 현대화를 위한 기술 동향 및 국제적인 협력 관계를 분석해서 기술하였으며 연근해 해상통신망의 현대화 필요성을 기술하였다. □

목	차
---	---

- I. 서론
- II. 해상통신 시스템 현황
- III. 해상통신의 환경적 특성
- IV. 결론(문제점)

### I. 서론

해상통신은 매우 오래된 통신으로 인명 안전과 관련되어 있으므로 국제적으로 보호되어 왔다. 그러나 최근 전파 통신기술의 급격한 발전에 따라서 해상통신도 기술 현대화를 지속해 왔다. 해상통신의 특징은 전세계 해상과 통신하기 위해서 HF 대역 및 위성을 통한 장거리 통신 위주의 기술을 사용해 왔으며 주로 음성 통신에 의존해 왔다. 그러나 1990년대 말에 다양한 용도의 통신장비들을 통합한 통신 시스템을 기초로 GMDSS가 시행되었으며 최근에는 AIS 통신망 등을 활용해서 데이터 및 멀티미디어를 수용할 수 있는 해상의 ITS 시스템 구축을 위한 E-Navigation 전략을 IMO에서 주도적으로 수립 중에 있다. 또한 항만 및 선상에서는 최근 전파 기술을 반영한 WLAN, WiMAX, RFID 등 기술들이 해상통신

\* ETRI 스펙트럼공학연구팀/책임연구원

현대화를 위해 고려되고 있으며 위성과 연계한 VHF 대역을 이용하는 AIS가 해상 인프라통신망으로 부상하고 있다[1].

## 11. 해상통신 시스템 현황[2]-[5]

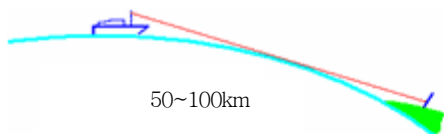
해상통신은 지구의 모든 해상에 있는 선박과 통신이 가능해야 하므로 국제 항행을 하는 선박들은 매우 다양한 통신설비를 갖추고 있다. IMO에서는 지역을 A1, A2, A3, A4로 분류하고 있으며 A1과 A2는 각국의 연근해로써 자국의 선박 특히 어선, 보트 등이 운항되는 매우 복잡한 지역이며, A3, A4는 원양으로 국제 선박들이 운항하는 지역이며 위성 및 HF 대역을 이용한 통신설비들이 사용되고 있다. 위성의 경우에는 통신비용이 높지만 신뢰성 있는 통신을 할 수 있으며 HF 통신설비는 전파 특성상 기후 등 자연적인 영향으로 통신의 신뢰성이 떨어진다.

A1 해역은 연근해 지역으로 VHF 통신을 이용해서 약 25 내지 50 해리 정도의 통신 커버리지를 갖는다. 이때 VHF 대 전파는 가시거리(Line of Sight) 정도 도달한다.

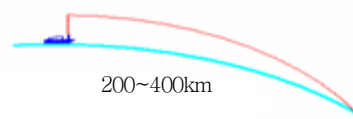
A2 해역은 중과가 도달하는 거리로서 약 100 해리에서 200 해리 정도의 통신 커버리지를 갖는다. 이때 중과는 해수면과 전리층 사이를 도파관과 같이 전파하는 Ground-wave를 이용한다.

A3 해역은 INMARSAT 정지위성을 이용한 전지구를 커버하는 지역이다. 일반적으로 정지위성은 사람이 거주할 수 있는 지역인 북위 70°에서 남위 70°의 지역을 커버한다. 그러므로 북극이나 남극 근처에서는 INMARSAT을 이용할 수 없다.

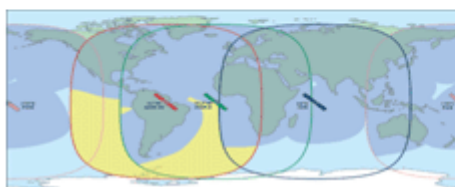
A4 해역은 A1, A2, A3 이외의 지역이다. 지구 전체를 여러 번 호핑해서 전파하는 Sky-wave를 이용해서 통신한다. 또한 COSPAS-SARSAT과 같은 위성 시스템은 정지위성과 저궤



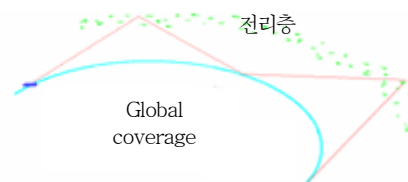
(그림 1) A1 해역 통신범위



(그림 2) A2 해역 통신범위



(그림 3) A3 해역 통신범위



(그림 4) A4 해역 통신범위

<표 1> 해역 정의

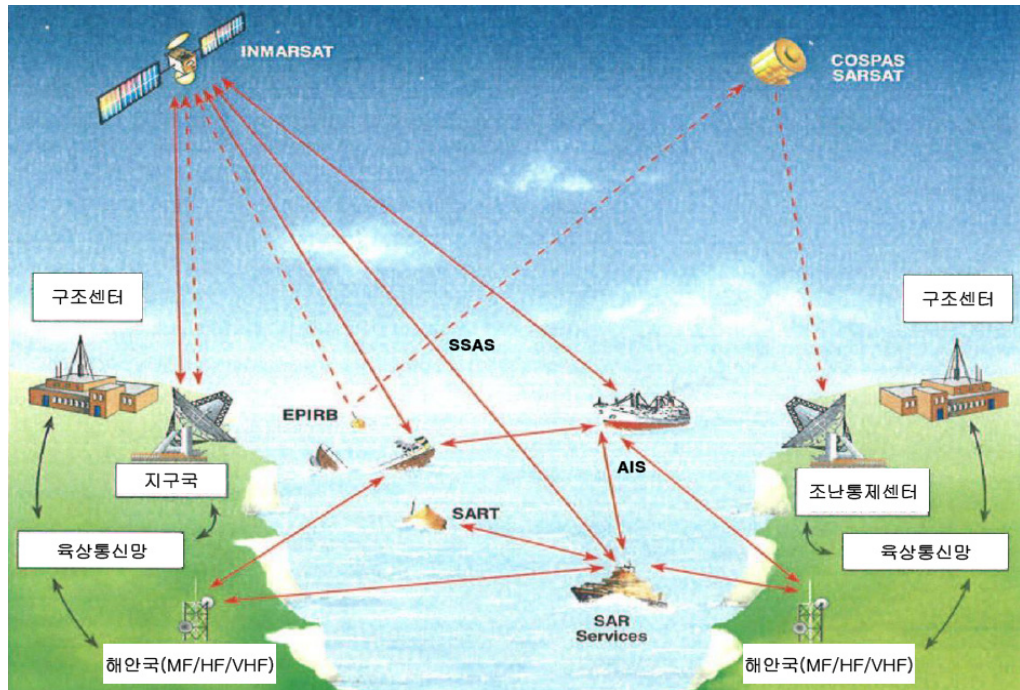
해역	통신기술	커버리지
A1	VHF	해안(20~30 해리 이내)
A2	MF	연근해(100~150 해리 이내)
A3	인마세트/HF	북위 70°~남위 70°
A4	EPIRB, HF	전세계

도위성을 조합하여 지구 전체를 커버할 수 있도록 운용되고 있다. 그러므로 EPIRB 시스템을 탑재한 선박은 지구 어느 곳에서 조난을 당해도 구조될 수 있다.

### 1. GMDSS

GMDSS(Global Maritime Distress Safety System)는 1999년 2월 1일부터 시행되었으며 국제적으로 통신절차, 장비 형태, 통신 프로토콜 등 해상 안전을 위해 조화된 시스템이며 조난된 선박이나 보트 그리고 항공기 등을 보다 신속하게 구조할 수 있다.

GMDSS는 여러 가지 통신 장비들로 구성되며 이 장비들은 최근에 도입된 장비도 있으며 기존에 사용되어 오던 장비도 포함되어 있다. 이러한 장비들은 조난 상태를 알리며, 해상 안전



<자료>: ITU-R Telecommunication Seminar(2000)

(그림 5) GMDSS 구성

<표 2> GMDSS 탑재 규정(IMO(국제), 선박안전법(국내))

무선설비의 종류 적용선박	VHF 무선설비 (무선전화 및 디지털 선택 호출장치)	MF/HF 대 또는 MF 대 및 HF 대 무선설비(무선 전화 및 디지털 선택호출장치)	네비텍스 수신기	위성 비상위 치 지시용 무 선표지 설비 (EPIRB)	레이더 트랜스폰더 (SART)	양방향 초단파대 무선전화장치 (2-way VHF)
국제항해에 취항 하지 않는 총톤수 300 톤 미만의 것	1			1		
국제항해에 취항 하는 총 톤수 300 톤 미만의 것	1	1		1		
총톤수 300 톤 이상의 것	1	위성통신	1	1	1	1

정보를 송신하고 선상 통신을 포함한 일반적인 통신 등도 제공한다. 각종 장비의 탑재 요구사항은 배의 규모와 항행 지역에 따라서 분류된다. 이러한 구성 장비들은 조난 경보, 긴급 상황 등에 대비해서 여러 대체 방법을 제공한다. 일반적으로 연근해의 레저용 보트나 소형 어선들은 GMDSS 탑재 의무가 없으나 불시 조난에 대비해서 VHF 대역 DSC(Digital Selective Calling) 시스템이나 AIS(Automatic Identification System) 등을 탑재하고 있다[2].

가. 디지털 선택호출(DSC) 장치

DSC 장치는 MF(중파)대, HF(단파)대 및 VHF(초단파)대의 무선설비에 추가된 것으로, 일정한 형태의 디지털신호로 처리된 호출부호를 사용하여 각종의 선택호출을 자동적으로 하며, 통신 자체는 그 후 적당한 채널(또는 주파수)을 이용하여 무선전화 또는 직접 인쇄전신에 의하여 행한다. DSC 로 할 수 있는 호출 기능은 Individual Call(개별호출), Group Call(그룹호출), Geographical Call(해역호출), All station Call(일괄호출) 등이 있으며 DSC 에서 사용하는 식별부호는 MMSI (Maritime Mobile Service Identity: 해상이동업무식별부호)로서 9 자리 숫자로 구성된다.



(그림 6) VHF DSC



(그림 7) MF/HF DSC

### 나. 협대역 직접인쇄전신(NBDP)

NBDP(Narrow Band Direct Printing Telegraphy)는 MF 대 및 HF 대를 사용하는 무선 텔레그래피이다. 이 시스템은 종래의 모오스 전신에 대신하는 통신수단으로서 키보드를 조작하여 송신하며 통보는 수신자가 없어도 자동적으로 수신되어 기록 보관된다. 그러나 대부분 인근해역의 비정규적인 해사안전정보 수신용으로 주로 사용되고 있으며 일반통신 목적의 통신은 교신량이 매우 적은 편이다.



(그림 8) NAVITEX



(그림 9) VHF 무선전화

### 다. VHF 무선전화

VHF 채널 70(156.525MHz)에 의한 DSC 와 채널 6, 13 및 16 에 의한 무선전화의 송수신이 가능하고, 선박의 통상 조선위치에서 조난경보신호를 발신할 수 있어야 하고, 채널 70 에 의한 DSC 청수를 할 수 있는 장치가 있어야 한다. 또한 VHF 대(156~174MHz)에서 무선전화로 일반 무선통신도 할 수 있어야 한다.



(그림 10) MF 무선전화



(그림 11) MF/HF 무선전화

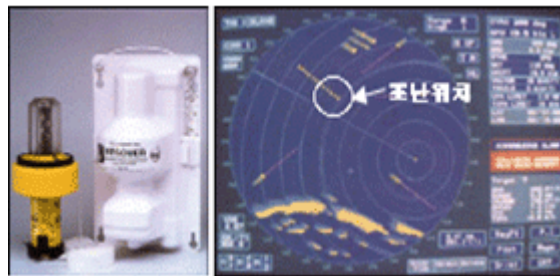
### 라. MF 무선전화

중단과대 2,187.5kHz 의 DSC 및 2,182kHz 의 무선전화로 송수신이 가능하고, 선박의 통상 조선 위치에서 조난경보신호를 발신할 수 있어야 하고, 2,187.5kHz 로 DSC 청수를 계속 유지할 수 있는 장치가 있어야 한다. 또한 MF 대(1,606.5~4,000kHz)에서 무선전화나 NBDP 로 일반 무선통신도 할 수 있어야 한다.



마. MF/HF 무선전화

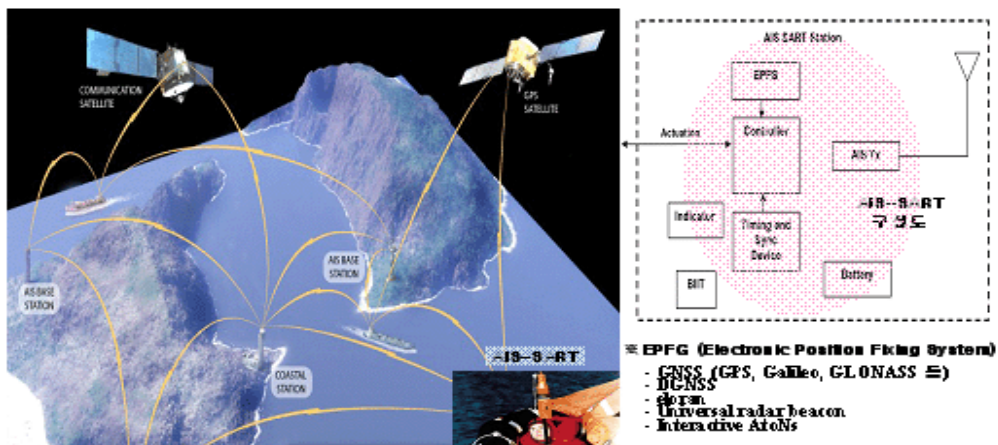
중단파대(1,606.5~4,000kHz)와 단파대(4,000~27,500kHz)의 DSC, 무선전화 및 NBDP를 사용하여 조난 및 안전주파수로 송수신이 가능하고, 선박의 통상 조난위치에서 조난경보신호를 발신할 수 있어야 한다. 또한 위의 주파수대에서 무선 전화나 NBDP로 일반 무선 통신의 송수신도 가능하여야 한다. 그리고 2,187.5kHz 및 8,414.5kHz의 DSC 청수당직을 유지할 수 있는 설비가 있어야 하고, 추가로 단파대 DSC 주파수 중 어느 1 개를 항상 선택할 수 있어야 한다. 이러한 주파수는 계속하여 청취하거나 스캐닝 수신기로 청취하여야 한다.



(그림 12) 레이더 트랜스폰더

바. Radar-SART(레이더 트랜스폰더)

레이더 트랜스폰더는 조난시 구명정이나 조난 선박의 위치를 알리기 위한 장비이다. 5 해리 이내의 부근 선박이나 30 해리 정도의 이내의 구조 항공기에 의해서 SART(Search And Rescue Transponder)에서 송신하는 9GHz 대역의 레이더 신호를 검출해서 조난 위치를 파악할 수 있



(그림 13) AIS-SART 구성

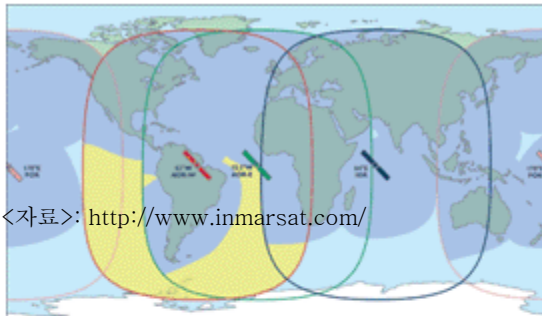
다. 최근에는 AIS 기술을 이용한 AIS-SART가 2010년 1월부터 도입될 예정이며 160MHz 대의 VHF 대역을 사용하기 때문에 해상 환경에 따른 영향을 적게 받는다. 레이더-SART와 AIS-SART는 기술적으로는 다르지만 용도는 동일하므로 선택해서 탑재할 수 있다.

**사. 해상통신 인공위성**

해상에서는 넓은 지역을 커버하기 위해서 인공위성을 이용해서 통신을 수행하고 있다. 일반적으로 INMARSAT을 이용해서 음성 통신을 수행하였으나 최근에는 데이터 통신도 할 수 있도록 현대화되고 있으며 다른 상용 위성을 사용해서도 해상 장거리 통신에 수행하고 있다.

최근에 해상 통신에 도입되고 있는 선박자동식별장치는 GNSS(Global Navigation Satellite System)로부터 신호를 수신해서 위치를 파악하고 이 정보를 송신하도록 하고 있다.

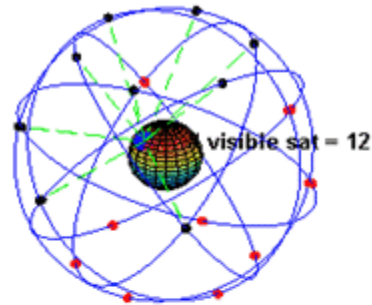
GNSS는 위성항행시스템으로, 이 시스템이 보내오는 신호를 수신해서 위치를 파악할 수 있다. 대표적인 시스템은 미국의 GPS(Global Positioning System)로 가장 많이 사용되고 있으며 러시아의 GLONASS(Global Orbiting Navigation Satellite System)나 유럽에서 현재 개발 중인



<자료>: <http://www.inmarsat.com/>

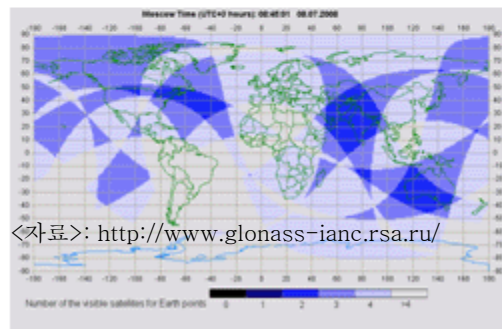
<자료>: <http://www.inmarsat.com/>

(그림 14) INMARSAT 통신 커버리지



<자료>: Wikipedia 'GPS'

(그림 15) GPS 가시 위성 수



<자료>: <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/>

<자료>: <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/>

(그림 16) GLONASS 가시 위성 수

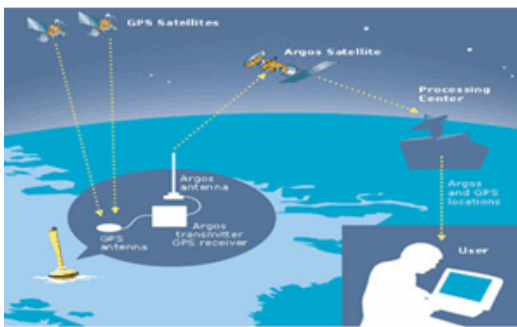


<자료>: Introduction to the COSPAS-SARSAT System(C/S G.003)

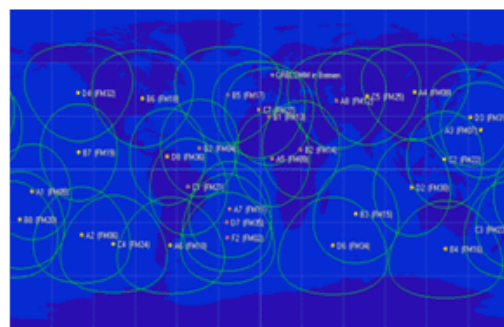
(그림 17) COSPAS-SARSAT 시스템

Galileo 도 동일한 용도의 시스템이다. 그러므로 위성을 통해서 위치정보를 인식하는 AIS 와 같은 시스템은 반드시 GNSS 를 수신할 수 있는 안테나를 장착해야 한다.

일반 해상 통신뿐만 아니라 해상 조난시 위성통신을 이용해서 조난 신호를 송신하는 EPIRB (Emergency Position-Indicating Radio Beacon)를 선박에 탑재해야 한다. EPIRB 는 406MHz 대역을 사용하는 COSPAS-SARSAT 위성을 사용한다. 현재까지 121.5 MHz 대역을 이용한 아날로그 방식도 사용해 왔으나 2009 년 1 월부터 서비스를 중단하기로 결정하였다.



<자료>: Argos user's Manual, CLC



<자료>: <http://www.orbcommeuropa.com/>

(그림 18) Argos 시스템

(그림 19) Orbcomm 통신 커버리지

이외에도 상용 위성 서비스를 이용한 해상통신이 이용되고 있는데 우리나라의 경우에 원양 어선들이 ARGOS 위성을 이용하고 있으며 Orbcomm 위성을 이용해서 SSAS 시스템을 구축하기도 한다. 최근에 ITU-R 등에서 AIS 신호를 위성에서 검출할 수 있는 표준이 완료되어서 많은 위성들이 AIS 신호를 검출할 수 있는 기능을 보완할 예정이다.

## 2. 선박자동식별장치(Automatic Identification System)

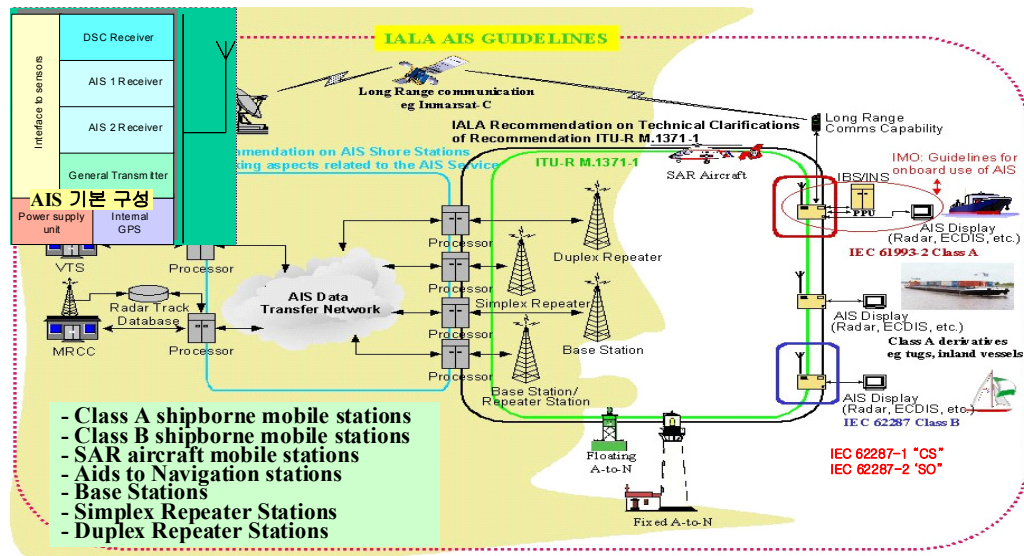
2002 년 7 월 1 일부터 시행되었으며 161.975MHz 와 162.025MHz 채널을 사용해서 선박의 위치, 항로, 속도 등 항해 정보를 실시간으로 제공하여 해상에서 선박의 충돌을 방지하기 위한 장치로서 국제 해사 기구(IMO)에서 의무적으로 탑재하도록 하고 있다. 선박 자동 식별 장치(AIS)는 기존 레이더와는 다르게 주위에 전파 장애물이 있는 경우에도 굴절, 회절 등 전파 특성에 의해서 타선의 존재와 진행 상황 판단이 가능하고, 시계가 좋지 않은 경우에도 선명·항로·



(그림 20) AIS



속력 식별이 가능하여 선박 충돌 방지, 광역 관제, 조난 선박의 수색 및 구조 활동 등 안전 관리를 더욱 효과적으로 수행할 수 있다. 또한 프로토콜(SOTDMA(Self Organized Time Division Multiple Access), CSTDMA(Carrier Sensing Time Division Multiple Access)을 사용해서 자동적으로 통신망을 제어한다. AIS는 선박국과 해안국뿐 아니라 부표나 등대와 같은 항행원조장비를 대체할 것이다. 최근에는 위성을 이용해서 VHF의 커버리지 한계를 극복할 수 있는 기능이 ITU-R에서 표준화되었다. 그러므로 AIS는 해상통신의 핵심 장비가 될 것이다. AIS 활용의 급격한 증가로 현재 사용 중인 두 채널은 곧 부족한 상태가 될 것이므로 ITU-R에서는 사용 채널을 더 요구하기 위한 연구를 수행 중에 있다.



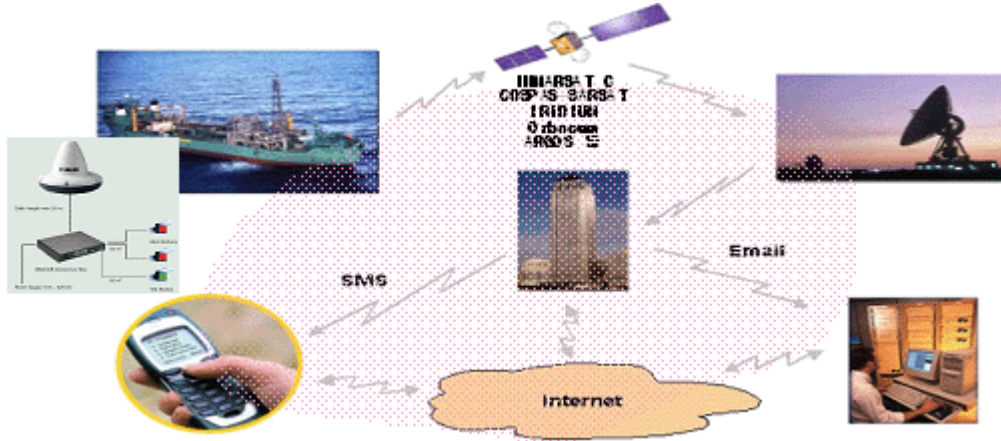
<자료>: IALA Guidelines on Universal Shipborne Automatic Identification System, 2001.

(그림 21) AIS 통신망

### 3. 선박보안경보장치(Ship Security Alerting System)

선박보안경보장치는 2001년 9월 11일 미국 테러 이후에 전세계적으로 이에 대응하기 위해서 해상에서 선박을 통해 발생할 수 있는 테러에 대비하기 위한 통신시스템이다.

선박보안경보장치는 IMO(International Maritime Organization) SOLAS(Safety of Life at Sea) 국제 조약에 따르면 선박의 안전이 위협을 받고 있거나 위태롭게 되었음을 해당기관에 알리기 위하여 육상으로 보안경보를 송신할 목적으로 선박에 설치되어야 하며, 최소 두 개의 작동 버튼으로 구성되며 그 중 하나는 항해선교에 있어야 한다. 육상에 있는 해당기관으로 경보를 송



<자료>: Ocean Alert Operations Manual(A008Y02), Satamatics

(그림 22) SSAS 통신망

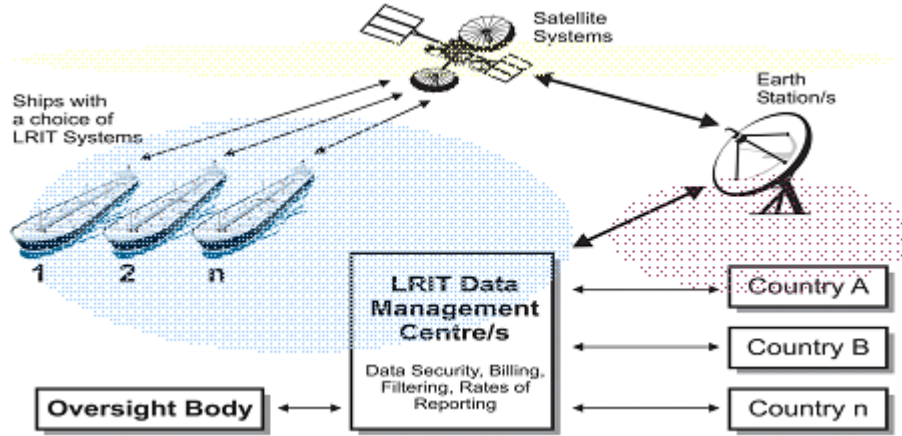
신하기 위하여 은밀한 조작이 가능해야 하며 본선이나 주위에 있는 선박에는 경보음을 발생시켜서는 안되며, 선박의 주관청이 요구하는 바에 따라 이러한 경보를 수신한 해당기관은 선박의 주관청 내에 있는 해상보안 책임 기관, 그 선박이 현재 운항하고 있는 인근 연안국들 또는 기타 협약 당사국 정부에 통보해서 조치해야 한다.

선박보안경보장치는 2004년 7월 1일 이후에 건조되는 국제 항행 모든 여객선 및 500톤급 이상의 모든 화물선, 그리고 MODU(Mobile Offshore Drilling Units)에는 의무적으로 탑재되고 있다.

#### 4. 선박장거리식별추적장치

선박장거리식별추적장치(Long Range Identification & Tracking System)는 선박보안경보장치와 함께 2001년 9월 11일 미국 테러 이후에 전세계적으로 이에 대응하기 위해서 해상에서 선박을 통해 발생할 수 있는 테러에 대비하기 위한 통신시스템이다.

선박장거리식별추적장치는 IMO SOLAS 국제 조약에 따르며 국제항행을 하는 선박은 항행시 주기적으로 선명, 위치, 항로 등을 국제 및 지역 데이터 센터에 송신해서 각국은 일정 거리 이내의 자국으로 항행하는 모든 선박에 대한 정보를 파악할 수 있도록 해야 한다. 이 장치의 기능은 선박자동식별장치와 비슷하지만 선박장거리식별추적장치는 정보 보안이 가능하므로 선박자동식별장치와 연계할 수 없도록 규정하고 있다.

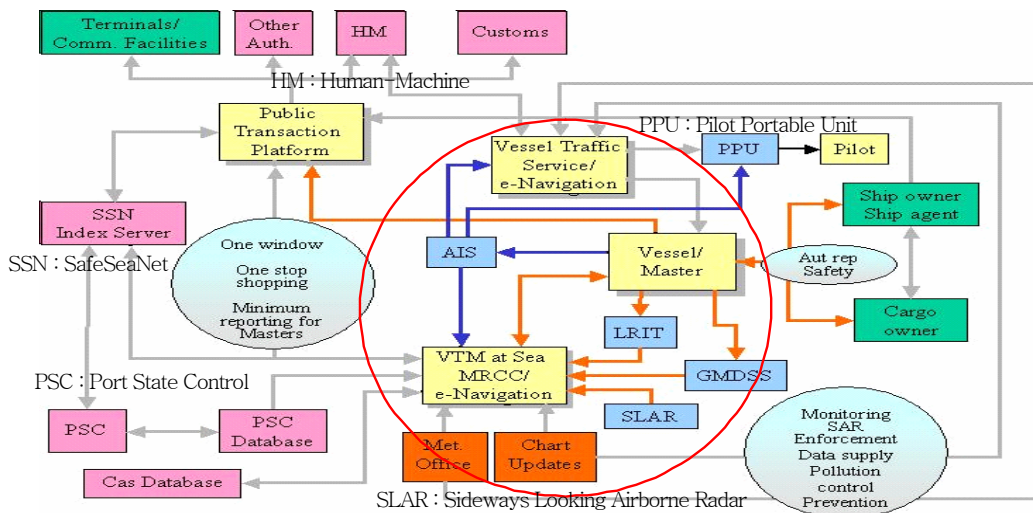


<자료>: AIS/06(2006), 미국 국토방위부 발표

(그림 23) 선박장거리식별추적 통신망

### 5. E-Navigation Strategy

E-Navigation 은 해상 교통 환경의 변화, 해상물류/환경보전/보안에 대한 통합관리 필요성, 해상 정보통신 기술의 발전, 정보통신 및 정밀 측위 기술을 활용한 해상안전 및 교통의 효율 향상을 위해 2005 년 영국, 일본, 미국 등 7 개국이 IMO 에 제안해서 논의가 본격화되었다. IMO



<자료>: MarNIS Project, Research Report on Broadband Application-Part1(D2.2.C-1)(2006)

(그림 24) 유럽의 해상 항행 및 정보 현대화(MarNIS)

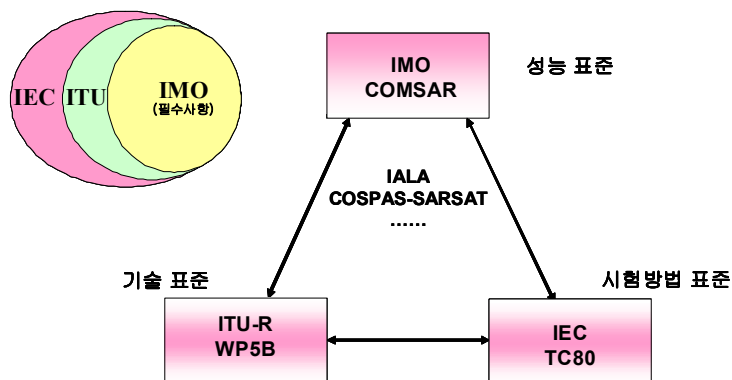
에서는 2008 년까지 E-Navigation 에 대한 개념을 도출할 것을 항행(NAVigation) 및 통신(COMMunication and Search And Rescue) 관련 전문위원회에 요청하였다. 이에 따라 NAV-53 회의(2007 년) 결과에 의해 구성된 E-Navigation 통신작업반에서는 E-Navigation 정의에 근거하여 E-Navigation 사용자의 요구사항에 대하여 분석한 결과를 제공하고, E-Navigation 전략개발과 관련하여 데이터의 표준 포맷, 선박과 육상간의 통신망, 데이터 신뢰성 등과 관련된 내용에 대하여 COMSAR 전문위원회에서 검토하였다.

이러한 전략 개발은 선진국 주도로 이루어지고 있어서 개발도상국의 저항으로 지연될 것으로 예상되며, 전략 개발 후에는 실천 계획 및 구현 방안이 논의되어야 하며 항해 장비, 통신 장비의 통합을 위한 표준화 및 실천 방안이 논의되어야 한다. 그러므로 E-Navigation 이 완전 구현되기 위해서는 향후 10~20 년 정도 걸릴 것으로 예상하고 있다. 현재 지역적인 해상 현대화 프로젝트(MarNIS 포함)를 수행하고 있는 유럽은 지역적 완전 구현을 위해 7~15 년 정도 걸릴 것으로 예상하고 있다[6].

### III. 해상통신의 환경적 특성

#### 1. 국제표준화기구간의 협력

해상통신은 IMO 의 SOLAS 조약 및 ITU(International Telecommunication Union)의 무선규칙 등 국제법에서 정한 규칙에 적합해야 하며, 시스템이 특정 국가나 지역 이외에 국제적으로 상호 운용되어야 하므로 이를 확인하기 위한 IEC(International Electrotechnical Organization)에 의해 제정된 시험 표준 및 방법에 적합해야 한다. 그러므로 이러한 국제기구들은 최근 해상통신



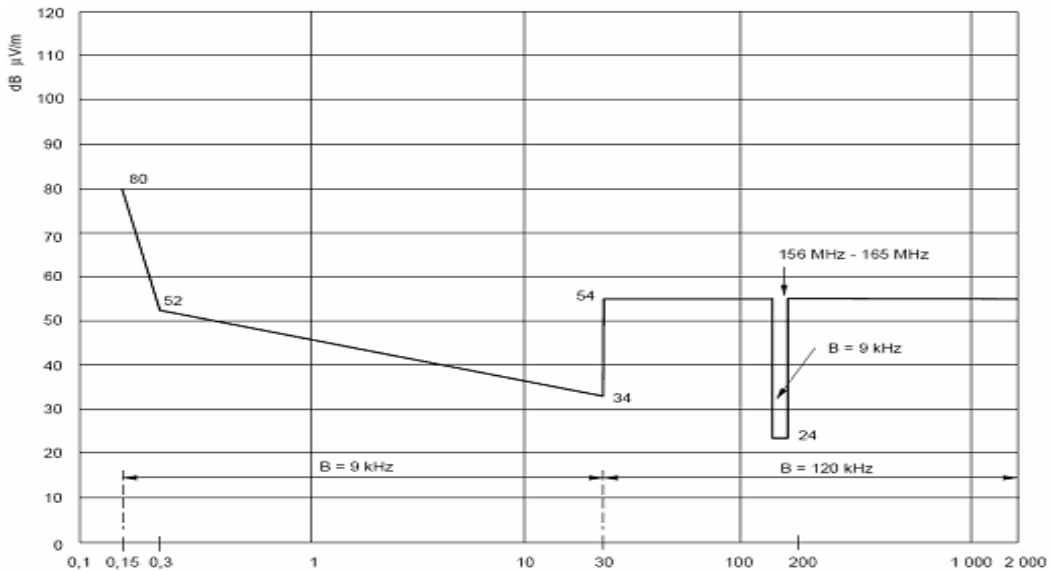
(그림 25) 해상통신기술 표준화 국제 협력 관계

시스템의 현대화를 위해서 매우 긴밀히 협력하고 있다.

IMO에서는 해상통신 시스템의 운용 및 성능 등에 관한 표준을 규정하고 있으며, ITU-R에서는 해당 해상통신 시스템의 기술적 조건 등에 관하여 규정한다. 또한 IEC에서는 해당 통신시스템의 기준 및 시험 방법 등을 규정하게 된다. 그러므로 이들 기구간의 협력은 매우 긴밀히 이루어져야 하며 필요에 따라서 기구간 협력 연구그룹을 구성해서 작업을 수행한다.

## 2. 해상통신 시스템 성능

해상통신 시스템은 해상 안전을 확보하기 위해서 국제적으로 보호되고 있다. 특히 해상에서는 육상과 다르게 기상 상태 등 자연 환경의 영향을 많이 받게 되므로 모든 해상통신 시스템은 보다 엄격한 환경적 기술 기준을 적용 받는다. 이는 국제적으로 IEC에서 표준으로 규정(IEC 60945)하고 있다. 이 표준에는 전원, 습도/온도/진동/침수 등에 대한 내구성, 전자파 방사 및 내성 등에 대해 최소한의 기준 및 시험 방법을 포함하고 있다. (그림 26)에서는 육상통신시스템에 대한 전파방사 기준보다 해상통신 시스템에서 전파방사 기준이 더 엄격한 것을 알 수 있다. 그러므로 육상에서 사용을 목적으로 한 무선장비를 선상에서 사용하기 위해서는 보다 엄격한 (그림 26)의 전파 방사 기준에 적합해야 한다.



<자료>: IEC 60945, 2002.

(그림 26) 선박에서의 전파방사 기준



#### IV. 결론(문제점)

현재 육상 이동 통신망은 고속의 유비쿼터스 환경을 제공하고 있으나 이를 해상까지 확장하기 위해서는 여러 가지 기술적인 문제를 해결해야 한다. 해상은 매우 넓기 때문에 전파 특성에 따른 다양한 통신장비를 사용해야 하며 기지국을 해상에 설치할 수 없으므로 고속 통신이 어렵다. 또한 장거리 통신에 사용되는 HF 대역은 밤과 낮, 계절별 등 환경에 따라 통신 상태가 변하기 때문에 신뢰성 있는 통신을 하기 어렵다. 신뢰성 있는 고속 통신을 하기 위해서는 대역폭을 많이 사용해야 하므로 최근 ITU-R에서는 다른 통신과 주파수를 공유해서 광대역 통신을 하기 위한 연구가 진행 중에 있으며 항만 등 제한된 지역에서는 이러한 광대역 시스템이 도입되고 있다. 또한 신뢰성 있는 글로벌 통신망을 구축하기 위해서 위성과 연계한 VHF 대역을 활용할 계획이다. 글로벌한 해상통신망을 구축하기 위해서는 상대적으로 낙후된 연근해 해상통신을 현대화할 필요가 있다. 연근해 해상통신설비는 경제성 측면이 고려되어야 한다. 그래서 국제적으로 개발된 기술을 경제적으로 구현한 현대화된 연근해 통신시스템을 개발해서 유비쿼터스 해상통신망을 구현할 수 있다.

#### <참 고 문 헌>

- [1] 장동원 외, “유비쿼터스 해상통신망 구축을 위한 전파환경 연구”, UCT(Ubiquitous Convergence Technology) 2008, July. 2008.
- [2] 장동원 외, “연근해 디지털 해상통신망 구축에 관한 연구”, 한국해양정보통신학회 춘계학술발표대회, 2008년 5월
- [3] 장동원 외, “VHF 대역에서 디지털 해상통신망 구축에 관한 연구”, 한국해양정보통신학회 추계학술발표대회, 2007년 10월
- [4] 장동원 외, “ITU-R 해상이동통신시스템의 기술 동향 연구”, 한국해양정보통신학회 추계학술발표대회, 2006년 10월
- [5] 장동원 외, “최근 해상이동통신시스템 기술 발전 동향 연구”, 한국해양정보통신학회 추계학술발표대회, 2005년 10월
- [6] MarNIS D2.2.C-1, “Research Report on Broadband Application-Part1: state of the art, Telespazio S.p.A(Italy)”, Aug. 2006.

\* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITA의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.