

# 人工衛星을 利用한 廣域 船舶交通管理 시스템 開發에 관한 研究\*

鄭世謨\*\* · 朴鎭洙\*\* · 裴正哲\*\*\*

The Development of a extended VTS System using Satellite\*

*Se-Mo Chung\*\* · Jin-Soo Park\*\* · Jeong-Chul Bae\*\*\**

〈목 차〉	
Abstract	3.2 적정 호출 횟수
1. 연구개발의 목표	4. Polling 및 트랜스폰딩 시스템의 구성
1.1 연구개발의 필요성	4.1 우리나라에 적합한 방식의 채택
1.2 연구개발의 목적	4.2 무궁화 위성 시스템의 구성
1.3 연구의 범위	5. 해상 실험 및 결과 검토
2. 선진국의 개발동향과 국제기구의 정책방향	5.1 해상 실험
2.1 선진국의 개발동향	5.2 결과 검토
2.2 국제기구의 정책방향	6. 결 론
3. Polling Format의 결정 및 적정 호출 횟수	참고문헌
3.1 Polling Format의 결정	

## Abstract

The fundamental objectives of vessel traffic services(VTS) are the safety of traffic, efficient traffic flow and the protection of marine environment. And the coverage of VTS is used to be within the port and their approaches. It, however, is tend to expand the coverage beyond the radar coverage and the vessel carrying dangerous cargo. Therefore this study aims to investigate the international tendency of the extended VTS system, and take a field test of using KOREASAT for the extended VTS system in Korean coastal waters.

As the results of the test, KOREASAT is proved to be one of the alternatives for extended VTS system.

\* 이 연구는 한국기계연구원의 위탁연구과제 「연안해역의 해상교통관제 시스템 II」의 연구결과 일부를 수정 보완한 것임.

\*\* 정회원, 한국해양대학교 교수

\*\*\* 정회원, (주)삼양무선공업 선박자동화연구소장

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경

선박의 교통 관리는 교통량이 폭주하는 해역, 교통량이 수렴하는 해역, 교통의 흐름이 복잡한 해역 또는, 기상·조류·항로상의 장애물 등으로 인하여 항행 환경이 극히 어려운 해역뿐만 아니라, 여객선, 대형 유조선 및 가스 운반선 등과 같은 위험 화물 운반선의 통항이 빈번하여 대형 해난을 초래할 위험이 있는 해역에 해상 교통 관리 센터를 설치하여 이 해역을 항행하는 선박에 대하여 필요한 항행 정보를 제공하고, 필요시에는 통항을 관리하며 동시에 준법 항행 여부를 감시함으로써 이 지역에서의 해난 사고를 미연에 방지하고자 하는 시스템이다.

이러한 선박 교통 관리 제도(VTS)의 근본 목적은 선박 통항의 안전을 확보하고, 원활한 교통 흐름을 달성하며 동시에 해양 환경을 보호하는데 두고 있으며, 선박 교통 관리는 전통적으로 항만 및 그 인접 수역을 대상으로 시행되어 왔다. 항만 및 그 인접 수역에서는 교통량이 밀집되고 그 흐름이 복잡하여 사고의 위험이 상존함으로써 선박 교통 관리의 필요성이 있습은 주지의 사실이다.

그러나 근래에 들어서는 선박이 대형화, 전용화 및 고속화됨으로 인하여 해난 사고 발생시 그 피해가 막대할 뿐만 아니라, 대형 유조선의 사고시에는 기름 유출로 인한 해양 오염과 환경 피해가 엄청나다 하겠다. 따라서 선진국을 시작으로 항만 및 그 인접 수역뿐만 아니라 연안 수역까지를 선박 교통 관리 해역으로 확장하는 경향이 있다.

우리 나라의 경우 현재 포항, 여수/광양 및 울산 항을 비롯한 일부 항만과 그 접근 수역에 대하여 선박 교통 관리가 이루어지고 있으며, 이러한 시스템은 레이더를 통해 해상 교통 정보를 수집함으로써 관리 범위가 좁은 지역에 한정되어 있다. 그러나 앞에서도 언급한 것처럼 항만 및 그 인접 수역뿐만 아니라, 점차 광범위한 해역에 걸쳐 이러한 선박 교통 관리의 필요성이 요구되는 추세에 있다.

이러한 추세에 부응하여 본 연구를 통해 개발될 새로운 방식의 교통 관리는 정보 수집을 위한 센서

로서 이용 범위가 광역인 무궁화 위성 이동 단말기 트랜스폰더(Transponder)를 사용한 VTS로 설계할 예정이다. 그리고, 광역의 트랜스폰더를 이용한 선박 교통 관리 시스템은 세계적으로도 아직 개발 단계에 있고 실용화되지 아니하였기 때문에 개발에 따른 경제적 이익과 기술 파급 효과도 매우 클 것으로 기대된다.

### 1.2 연구의 목적

선박의 교통을 관리하는 VTS는 그 관할 구역이 점차 확대되는 개념으로 변해가고 있으며, 레이더의 탐지 범위를 벗어난 해역은 물론 특히, 해양 오염 민감 선박에 대해서는 대양 항로에서부터 교통을 관리하여 만약의 사태에 대비하고자 하는 경향을 보이고 있다.

위와 같이 대양을 항해하는 선박의 교통 관리를 위해서는 INMARSAT-C 트랜스폰더의 도입이 가장 효과적일 것으로 논의되고 있으나, 단말기 제작사에 따른 상위 프로토콜의 차이점을 일원화하는 과정, Store-forward 통신 방식에 따른 실시간 처리 등의 문제점이 있다. 또한, 각국간의 이해 관계 상충으로 인해 발생할 수 있는 지속적인 서비스 유지 관리가 보장되지 않는다는 점들이 존재한다.

또한 International Maritime Organization(IMO)에서도 당초에는 INMARSAT-C 트랜스폰더의 탑재 의무화를 1999년, VHF DSC (Digital Selective Calling) 트랜스폰더의 탑재 의무화를 2002년으로 예정하고 추진하여 왔으나, 1997년 7월의 IMO MSC (Maritime Safety Committee) 회의에서는 이 계획을 잠정 유보하려는 경향을 보이고 있다.

따라서, 광범위한 지역에 걸친 교통 관리를 위하여 INMARSAT 트랜스폰더보다 이용료 측면에서도 저렴하고, 우리나라 관리하의 위성을 이용함으로써 서비스 유지 관리가 편리하고 지속적인 한국 통신의 "무궁화 위성 이동 데이터 시스템 (Satellite Mobile Data System, SMDS)"을 일부 수정 보완하여 항행 선박이 인력(人力)의 개입 없이 선박의 식별번호, 선명, 위치, 선속, 이동 경로는 물론 기타 필요한 message 정보를 육상 관리소에 보고하는

VTS 시스템을 확립하고, 그 소요 기술을 개발함을 목적으로 한다.

### 1.3 연구의 범위

위의 목적을 달성하기 위하여 다음을 연구의 범위로 정한다.

- (1) 한국통신에서 운영·실시하고 있고, 위성 이동 단말기와 통신 센터 및 망운용 센터로 구성된 “무궁화 위성 이동 데이터 시스템”이 항행 선박의 교통 관리에 적용 가능한지 여부를 검토한다.
- (2) 트랜스폰더로 사용될 위성 이동 단말기로부터 필요한 정보를 추출하고 통신량을 최소화하는 Polling FORMAT과 적절한 보고 회수를 검토한다.
- (3) 위에서 검토된 Polling FORMAT에 맞추어 선박의 선명, 식별 부호 등 사전 입력 정보를 트랜스폰더에 등록하고, 통신 센터(Communication Control Center, CCC)와 육상국인 망운용 센터(Network Management Center, NMC-HUB)간의 통신 회선을 구성한다.
- (4) 항행 선박의 이동 경로, 선박과의 Message 전달 등에 필요한 소프트웨어를 수정·보완하고, 통신 센터에는 Polling으로부터 추출한 정보를 Display하는 최적의 방법을 구현한다.
- (5) 시험 선박(한국해양대학교 실습선)에 위성 단말기 트랜스폰더를 설치하고, 위에서 구현한 통신 센터를 해사산업연구소에 설치하고, 망운용 센터와 통신 회선으로 연결하여 해상 실험을 실시한다. 해상 실험을 통한 결과들을 검토하고, 문제점 등에 관하여 수정·보완하며 개선 방안을 모색한다.

## 2. 선진국의 개발 동향과 국제기구의 정책 방향

### 2.1 선진국의 개발 동향

선진국에서는 이미 선박의 광역 교통 관리를 위

한 AIS(Automatic Identification System)의 시행을 위해 <표 2-1>에 비교 제시하는 바와 같은 VHF DSC 트랜스폰더 방식과 GP & C (Global Positioning and Communication) 또는 4S (Ship to Ship, Ship to Shore) 방식으로 크게 두가지로 구분되는 연구를 활발히 수행하고 있으며, 그 연구 결과들을 자국내에서 제한적으로 사용하고 있는 실정이다. 또한, 레이더를 이용한 VTS, INMARSAT-C 등의 트랜스폰더를 이용한 VTS도 제한적으로 사용 또는 논의되고 있다.

먼저 레이더를 이용한 VTS는 레이더 탐지 범위 이내라는 서비스 지역의 제한으로 연안 항행 선박의 교통 관리를 위해서는 장비 및 설비의 도입에 막대한 비용이 소요됨으로 연안까지의 선박 교통 관리에는 적합하지 않을 것으로 생각된다.

VHF DSC 트랜스폰더를 이용한 VTS의 경우에는 1989년 독일에서 연구를 시작한 이래 영국, 미국 등지에서 시연회 등을 거쳐 현재 제한적으로 사용되고 있고, Radar를 이용한 VTS에 비하여 상대적으로 서비스 지역의 범위가 넓다는 특징이 있다.

그러나, VHF DSC 트랜스폰더를 이용한 VTS의 경우 다수의 선박을 대상으로 한 항행 관리는 사용 주파수(VHF DSC CH.70)의 고유 목적성 불가능하다. 또한, 육상국 혹은 타 선박으로부터 질문 신호가 수신될 때에만 응답하거나 혹은 주기적으로 VTS 관리국에 선박의 위치 보고 등을 행할 때만 통신이 가능한 불규칙적인 송수신이라는 점과 전국 연안 해역에 통달 거리가 미칠 수 있도록 하기 위해서는 육상에 다수의 VHF국 또는 중계소를 설치해야 하므로 경비가 많이 든다는 단점을 가지고 있다.

주파수 활용도는 30% 이하이며 데이터 전송율도 1200bps의 저속 통신이고 1분간 통신 가능한 선박의 수는 약 20척 정도로 한정되어 있는 것을 알 수 있다.

한편, Broadcast 4S 트랜스폰더를 이용한 VTS는 스웨덴 및 핀란드에서 개발한 방식으로 DSC VHF트랜스폰더 방식에 비해 관리 대상 선박 및 데이터 송수신 용량을 96배까지 향상시킬 수 있는 방식이다.

이것은 선박으로부터 데이터 송신을 일정한

VHF 전용 주파수 채널을 통해 24시간 짧은 주기(1초~수분)를 두고 계속적으로 송신하는 것으로 국제민간항공기구(ICAO)에서의 항공기와 육상 관리 센터간에 이루어지는 통신 기술 사양을 준용하는 방식이다.

또한, 이 방식은 전용 주파수를 90%이상 점유 활용하며 GPS 혹은 GNSS로 부터 정확한 시간을 수신, 주파수의 시분할 접속 방식(TDMA)을 통해 각 선박이나 육상국으로 부터 신호를 분석, 처리하므로써 주파수를 최대한 활용할 수 있는 장점도 가지고 있다. 그리고, 데이터 전송율은 9600bps, 1분간에 통신 가능한 선박수는 2,000척 정도로서 VHF DSC 트랜스폰더 방식보다 고속 다량의 통신이 가능하다.

다음으로는 INMARSAT-C 단말 시스템을 Transponder로 이용하는 VTS 시스템인데, 이 트랜스폰더의 경우에는 광범위한 지역에 걸쳐 선박 교통 관리가 가능하다는 장점 등으로 당초에는 가장 효과적인 방법으로 제시되었다. 그러나, INMARSAT-C 위성이 지원하는 Polling은 기본적인 프로토콜만이며 상위 프로토콜은 단말기 제작사에 따라 차이점이 존재하기 때문에 이것을 일원화해야 하는 문제가 있고, Store-forward 통신

방식에 따른 실시간 처리 등의 문제점이 있다. 또한, 각 국가의 이해 관계 상충으로 인해 발생할 수 있는 지속적인 서비스 유지 관리가 보장되지 않는다는 점들이 존재한다.

하지만, 최근에 들어 INMARSAT 본부에서는 INMARSAT 단말기가 VTS 용도로 이용될 수 있도록 검토해 나가겠다는 의견도 밝히고 있어 앞으로의 추이를 지켜볼 필요가 있다.

## 2.2 국제기구의 정책 방향

본절에서는 선박의 광역 교통 관리를 위한 AIS (Automatic Identification System)의 개요, AIS의 방식과 특성 및 이와 관련된 SOLAS 제5장의 개정(안) 등 IMO의 정책 방향에 관하여 기술한다.

### (1) AIS의 개요

AIS는 본래 항공용으로 개발된 것으로 채널의 활용을 극대화하기 위하여 self-organized Time Division Multiple Access (이하 self-organized TDMA 또는 STDMA)방식을 채택한다. 즉, 하나의 기준 시간 동안 육상국 및 모든 AIS 설치 선박들이 time-slot allocation을 하도록 하는 방식이며

<표 2-1> DSC VHF 와 GP&C 방식의 비교 분석

	DSC VHF Transponder	GP & C Transponder
기본 목적	- 해상용으로 개발 - 선박과 선박간 식별 - 선박과 육상간 정보교환	- 항공기용으로 개발 - 선박과 선박간 식별 - 선박보고제도, VTS - SAR 활동 보조등
작동 방식	쌍방간의 호출-응답 방식	Broadcasting 방식(모든 수신인에게 송신)
메시지 송신	불규칙적 송수신	시분할접속방식에 의한 일정 주기에 따라 송수신
사용 주파수	1개의 호출용 주파수(VHF CH.70) 1개의 운용주파수	1개의 범세계적 VHF 전용주파수 1개의 예비채널
주파수 활용도	30% 미만	최소한 90%
데이터 전송율	1200 bps	9600 bps
1분간 통신 가능 선박수	약 20척	2000 척
통신 범위	육상국 VHF 가시범위 내	육상국 VHF 가시범위 혹은 필요에 따른 증계소 1-2개소 설치 필요

주로 GPS 시간을 사용한다.

(2) AIS의 방식과 특성

앞에서도 설명된 것처럼 현재 논의중인 AIS에는 크게 두가지 방식, 즉 DSC/VHF AIS와 GP & C(4S) AIS이다.

DSC/VHF AIS는 국제항로표지협회(IALA) 및 국제무선전신연맹(ITU)에 의하여 제안된 방식으로 GMDSS하의 공용 채널인 CH. 70을 이용하여 자동으로 데이터 통신을 수행하는 것이다. 그러나 채널 70을 통한 조난 및 안전 통신과 더불어 현재 많은 국가에서 이 채널을 이용하는 통신이 늘고 있기 때문에 통신의 간섭 및 충돌의 우려가 크다. 이러한 우려에 대하여 DSC/VHF 방식을 선호하는 국가들은 별도의 채널을 지정하여 데이터 통신을 수행하면 된다고 주장하고 있으나, 이 역시 지정된 채널의 사용율이 30% 이내로 제한되므로 관리할 수 있는 총 선박의 척수 역시 제한될 수밖에 없는 한계를 지니고 있다.

그러나 GP & C(Global Positioning and Communication) 또는 4S(ship to ship, ship to shore) AIS는 self-organized TDMA 방식을 이용하는 것으로 <표 2.1>에서 이미 그 차이를 비교한 바와 같이 DSC/VHF 방식에 비하여 여러면에서 우수한 것으로 알려져 있다.

(3) IMO의 정책 방향

IMO의 NAV 43(제43차 항해안전소위원회, 1997년 7월))에서는 「Draft Recommendation on Performance Standards for an Universal Shipborne Automatic Identification System(AIS)」을 채택하였는 바 (NAV 43/15, ANNEX 21m ANNEX 4), 그 주요 내용을 보면 다음과 같다.

AIS는 다음과 같은 기능상의 요구조건 (functional requirements)을 만족하면서, 선박의 효율적인 항행, 환경 보호 및 VTS의 운영을 지원함으로써 항행의 안전을 증진시켜야 한다고 규정하고 있다.

- in a ship-to-ship mode for collision avoidance;
- as a means for littoral States to obtain information about a ship and its cargo; and
- as a VTS tool, i.e. ship-to-shore (traffic management)

또한 AIS는 선박과 관할 당국이 필요로 하는 선박으로부터의 정보를 자동적으로 그리고 필요한 만큼의 정확도와 빈도로써 제공함으로써 추적을 용이하게 할 수 있어야 한다고 정하고 있으며, 이러한 데이터의 전송에 선박 승무원이 간여하는 노력은 최소로 되어야 한다고 하고 있다.

이 외에도 기능성(Functionality), 능력(Capability), 정보(Information)등에 대해서도 상세하게 그 성능 기준을 정해놓고 있다.

(4) 관련 SOLAS 개정(안)

제20규칙 (Functional requirements for shipborne navigational systems and equipment and performance standards)의 1.5.4항을 보면 모든 여객선과 300톤 이상의 화물선은 AIS를 탑재하도록 규정하고 있는데 그 구체적인 내용은;

모든 여객선과 300톤 이상의 화물선은 적절한 설비를 갖춘 육상국, 타 선박 및 항공기에 선박의 명세, 위치, 침로, 속력, 항해상태 및 기타 항해안전 관련 정보를 자동으로 송신하고 비슷한 설비를 갖춘 선박으로부터 전송한 정보를 자동 송신할 수 있도록 또한, 선박의 동정을 감시하고 추적하며 또한 육상 시설과 정보를 교환하기 위한 "AIS"를 탑재하여야 한다.

### 3. Polling Format의 결정 및 적정 호출 회수

#### 3.1 Polling Format의 결정

선박 (이동국)에 설치될 트랜스폰더인 이동 단말기로부터 선박의 교통 관리에 필요한 정보를 육상국을 경유하여 통신 센터에서 추출 (Polling)하는데 있어서 고려되어야 할 Polling Format은 선박의 통항량 및 육상국과 통신 센터의 처리 능력 등을 고려하여 적절히 검토되어야 한다.

(1) 사전 입력 정보의 등록

육상국에서 선박 이동국의 정보를 추출하기 위해서는 먼저 육상국의 처리 능력 범위내의 해당 선박 이동국을 전체적으로 호출하거나, 필요한 정보를 가지고 있는 특정 선박 이동국만을 호출하여야 할

것이다. 이에 선결되어야 할 것이 목적 선박을 인식하기 위해 트랜스폰더가 설치된 이동국의 선명, 트랜스폰더 식별 부호 등의 사전 입력 정보 등록이다. 사전 입력 정보 등록을 거친 후 육상국은 선박 이동국을 정확히 Polling할 것이며, 각각의 트랜스폰더를 인식하여 정보 교환을 수행할 수 있을 것이다.

(2) Polling시 필요 정보

이동국에서 육상국으로 송신되는 정보의 내용에는 선박의 교통 관리를 위하여 사전 입력 정보, GPS 혹은 GNSS로부터 수신한 선박의 현재 위치 및 현재 시각, 기타 메시지 정보 등이 포함되어야 한다. 메시지 정보에는 통상의 정보는 물론 긴급 상황을 통보하는 긴급 메시지 정보도 포함하여야 할 것이다. 한편 이동국에서 메시지의 편집 및 송신은 운임자가 쉽고 편리하게 사용할 수 있도록 고려되어야 하며, 사용 빈도가 높은 메시지를 미리 입력한 후 선택·송신하는 방식도 하나의 구성이 될 수 있을 것이다.

(3) Format의 결정

상기에 설명한 바와 같이 육상국에서 이동국을 Polling할 때 추출되는 정보 Format의 대표적인 내용은 사전 입력 정보, 현재 위치, 현재 시각, 메시지로 설정한다. 사전 입력 정보는 이동 단말기 트랜스폰더를 신속·정확히 인식할 수 있도록 입력되어야 할 것이며, 현재 위치 및 시각의 경우 Polling 시간 간격마다 정확한 위·경도와 시각을 안정적으로 송신할 수 있어야 한다.

메시지 송수신의 경우 트랜스폰더와 육상국간에 국문·영문 혼용으로 쌍방향 통신이 가능하여야 하며 이동국 트랜스폰더에서의 메시지 송신은 운용자의 조작에 있어서 편의성을 고려하여야 한다. 이동국 트랜스폰더에서의 메시지 수신은 수신된 메시지가 이동국 트랜스폰더의 터미널 화면상에 표시가 되고, 긴급 메시지의 경우에는 운용자의 주의를 유도할 수 있도록 설계하여 반드시 운용자가 선박의 운항에 참고하도록 한다.

(4) 통신회선 설치

다음으로 통신 센터와 육상국간의 통신 회선의

경우도 정보량과 통신 상태의 안정성을 고려하여 설계·설치되어야 할 것이다. 통신 회선에는 일반 Dial-up Modem을 사용하는 일반 공중망 회선과 전용 회선의 설치를 고려할 수 있다.

3.2 적정 호출 회수

망운용 센터에서 선박 (이동국)에 설치된 이동 단말기 트랜스폰더로 부터 정보를 Polling하는 적정의 호출 회수는 선박의 통항량 및 망운용 센터의 정보 처리 능력 등을 고려하여 적절히 산출되어야 한다.

일반적으로 연안 해역을 항행중인 선박의 경우 육상 교통과는 달리 저속이며, 교통 관리 대상 선박이 소수이기 때문에 육상국에서의 트랜스폰더를 호출하는 Polling 시간 간격은 그다지 짧지 않아도 큰 지장은 없다. 하지만, 급변하는 해상 환경과 항만을 입출항시의 경우를 고려한 선박 교통 관리를 시행하기 위해서는 최소한 3~5분 정도의 Polling 시간 간격은 설정하여야 할 것으로 생각된다.

상기의 Polling 시간 간격은 연안 해역을 항행중인 선박과 항구를 입출항하는 선박을 동시에 모두 Polling 하는 시간 간격으로서 반드시 주기적으로 실행되어야 한다.

4. Polling 및 트랜스폰딩 시스템의 구성

4.1 우리 나라에 적합한 방식의 채택

선진국에서 연구 또는 제한적으로 시행되고 있는 DSC/VHF 트랜스폰더 방식과 Broadcast 4S 방식의 경우 2장에서 검토된 바와 같이 기술적인 측면과 국제기구의 정책 방향을 고려할 때 이들 시스템의 도입에는 많은 무리가 따를 것으로 판단된다.

다음으로 논의가 진행중인 INMARSAT-C 단말 시스템을 트랜스폰더로 이용하는 VTS의 경우에는 광범위한 지역에 걸쳐 선박 교통 관리가 가능하다는 장점 등으로 당초에는 가장 효과적인 방법으로 제시되었다. 그러나, 전장에서 검토된 기술적인 측면의 문제점 뿐만아니라 국가간의 이해 관계 상충으로 인해 발생할 수 있는 지속적인 서비스 유지

관리가 보장되지 않는다는 점들이 존재한다.

또한, Polling에 대한 계통 처리의 우선 순위가 현재로는 최 하위로 설정되어 있다는 점과 Polling에 필요한 여러 가지 정보 사용료를 시간 당, 항목별로 산정이 되기 때문에 고가의 이용료를 감수하여야 한다는 단점들이 산재하여 있는 상황이다.

이러한 점들을 고려하여 아직 초기 실시 단계에 있지만 기술 축적을 거듭하고 있는 한국통신의 무궁화 위성 시스템의 도입을 고려하게 되었다. 무궁화 위성의 경우 아직 채널 이용을 면에 있어서도 충분한 여유가 있으며, INMARSAT-C의 이용료 계산 체계와 달리 전체 서비스 항목에 대하여 월별 이용료를 산정하여 부가하므로써 이용료 측면에서도 저렴하고 본국 관리하의 위성을 이

용하므로써 서비스 유지 관리가 편리하고 지속적이라는 장점을 가지고 있다.

따라서, 한국통신의 무궁화 위성 이동 단말기를 이용하여 본 연구의 목적에 부합하도록 설비 및 운용 프로그램의 보완·개선을 통하여 트랜스폰딩 시스템을 구축하여 보다 안전하고 우리 실정에 부합되는 연안 선박 교통 관리 시스템을 실현하고자 한다.

#### 4.2 무궁화 위성 시스템의 구성

선박 이동국 이동 단말기 트랜스폰더, 육상국(이하: 망운용 센터(NMC-HUB)), 해사산업연구소에 설치되는 통신 센터(CCC)로 이루어지는 무궁화 위성 이동 단말기 트랜스폰딩 시스템의 구성도를 그림 4-1에 나타낸다.

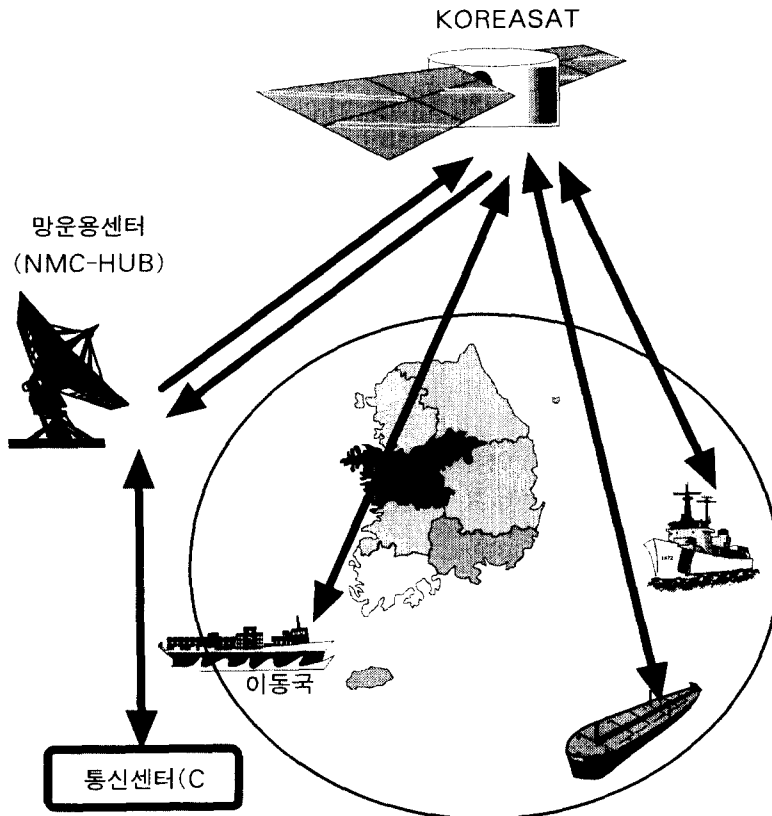


그림 4-1. 무궁화 위성 단말기 트랜스폰딩 시스템 구성도

(1) 무궁화 위성 중계기

전체 시스템에서 가장 중요한 부분을 차지하고 있는 무궁화 위성 중계기의 제원을 <표 4-1>에 나타낸다. 위성의 궤도는 동경 116도의 적도 상공에 위치하며 사용 주파수는 상향 링크 14.0~14.5 GHz, 하향 링크 12.25~12.75 GHz를 사용하고 있다. 송수신 안테나의 이득은 각각 41.4 dB, 42.0 dB이며 커버리지는 그림 4-1에 EIRP(EOC)치 50.2dBW를 원으로 나타낸 바와 같이 대한민국 전역을 커버하고 있다.

(2) 선박 이동국

선박 이동국은 위성 데이터 송수신 안테나 및 GPS 수신 안테나, 위치 정보와 시각 및 메시지 송수신을 관장하고 트랜스폰더의 역할을 수행하는 통신 유니트, 송신 메시지를 편집하거나 선택한 후 송신하고 수신 메시지를 선택하여 Display하는 단말기로 구성하였다.

(3) 통신센터

통신 센터는 해사산업연구소에 설치가 되며, 연안을 항행하는 선박의 정보를 망운용 센터로 부터 전용 회선을 통하여 정기적 혹은 실시간으로 입수한 후 연구소에 Display하고 원활한 관리를 할 수 있도록 하는 설비이다.

또한, 통신 센터 설비는 메시지 송수신이 가능하도록 구성되어 있음은 물론 이 메시지의 신속성과 효율성을 향상시키기 위해 항해 또는 관리에 필요한 정보를 관계 기관으로부터 수집하여 송신하거나 선박으로부터 수신된 중요 정보를 관계 기관에 송신할 수 있는 설비도 부가적으로 갖추어야 할 것으로 판단된다.

(4) 망운용 센터

망운용 센터는 현재 한국통신에서 주관 업무를 관장하고 있으며, 대용량의 VAX 컴퓨터를 주처리기로 사용하고 통신 센터간의 통신에는 전용 회선 및 Dial-up Modem을 사용한 일반 가입자 전화 회선인 PSTN으로도 접속이 가능하게 되어 있다. 그리고, 망운용 센터에서 이동 단말기를 Polling하는 시간 간격은 현재 1분 30초(90초)간으로 설정되어

있으며, 필요에 따라 그룹별로 그 시간 간격을 조정할 수 있도록 설정되어 있다.

<표 4-1> 무궁화 위성 중계기의 제원

구 분		내 용
위 성 궤 도 위 치		동경 116도
주파수	상향링크	14.0~14.5 GHz
	하향링크	12.25~12.75 GHz
안테나	이득(송신/수신)	41.4dB / 42.0dB
	빔커버리지	0.86도×0.86도
중계기	사용중계기	12개
	대역폭	36MHz
	TWTA출력	14W
	EIRP(EOC)	50.2dBW
	G/T(EOC)	13.5dBW/K

5. 해상 실험 및 결과 검토

5.1 해상 실험

이동국 트랜스폰더, 망운용 센터, 통신 센터로 구성된 무궁화 위성 트랜스폰딩 시스템의 연안 선박 교통 관리 시스템의 적용성 검증 및 개선 보완점을 찾기 위하여 한국해양대학교 실습선 “한바다호”의 연안 실습 기간에 해상 실험을 실시하였다.

(1) 데이터 송수신 안테나 및 GPS 수신 안테나  
이동국 트랜스폰더의 구성 요소인 데이터 송수신 안테나 및 GPS 수신 안테나 유니트는 “한바다호” 조타실 상부에 그림 5-1과 같이 외부 장애물의 간섭을 최대한 피하고 안정한 상태로 고정하였다. GPS 수신 안테나는 지름 15cm 정도로써 GPS 위성으로부터 현재 위치와 현재 시각을 수신하여 통신 유니트로 전송하는 역할을 담당한다. 데이터 송수신 안테나는 지름 40cm 정도로 무궁화 위성과 통신 유니트간의 송수신을 담당한다.

(2) 통신 유니트 및 단말기

통신 유니트 및 단말기는 그림 5-2와 같이 “한바다호” 조타실 내부에 설치하였다. 통신 유니트는 단말기, 송수신 안테나 및 GPS 안테나의 제어 기능을 관할하며, 통신 센터로 부터 수신된 메시지를 단말기상에 Display하고, 단말기에서 운용자가 입



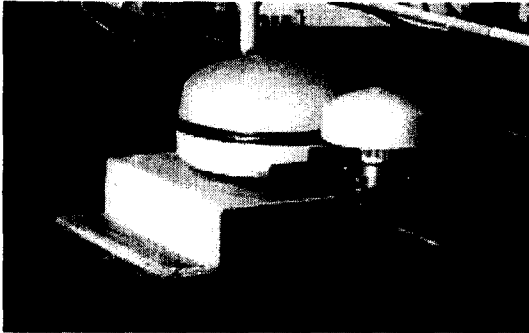


그림 5-1. 데이터 송수신 안테나 및 GPS 수신 안테나 유니트

력한 메시지를 통신 센터로 송신하는 기능을 가지고 있다. 또한, GPS 안테나로부터 수신된 위치 및 시각 정보도 통신 센터에 송신한다.

단말기는 그림 5-2에서 보이는 바와 같은 미리 입력된 메시지를 선택하여 송신하는 메시지 선택형과 Palm-top 또는 Notebook으로 구성되는 직접 메시지 작성형으로 나눌 수가 있다.

메시지 선택형의 경우 운용자의 편의성을 고려하여 10여자 내외의 메시지를 입력한 후 메뉴에서 선택하여 송신하는 방식이며, 수신된 메시지는 수신 메시지 메뉴를 선택하면 화면상에 Display하는 형태이다. 여기서 긴급을 요하는 메시지의 경우 별도의 표시를 하여 운용자의 주의를 끌도록 하였다. 직접 메시지 작성형의 경우에는 메시지 작성 권한을 운용자에게 부여하므로써 내용면에 있어서 제한이 따르지 않지만, 운용자에 있어서는 기술적 수준을 요하며 번거로운 면도 존재한다고 할 수 있다.

### (3) 통신 센터

통신 센터는 Window 95 운영 체제하의 Pentium MMX-150 Notebook PC로서 Dial-up Modem, Data 저장용 HDD등을 구비하고 있다. 통신 센터용 PC는 해상 시험 기간중 해사산업연구소에 설치할 예정이었으나, Dial-up Modem 회선의 불안정으로 인하여 전용 회선이 인입되어 있는 한국통신 부산 위성 분국에 설치한 후 전용 회선을 이용하여 망운용 센터와 통신 접속을 행하였다. 전용 회선은 9600bps의 회선이 기 설치되었으며 망운용 센터와

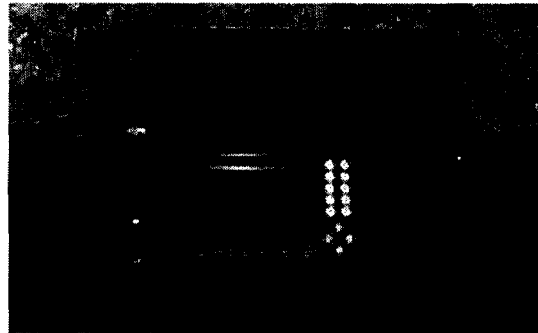


그림 5-2. 통신 유니트 및 단말기

원활히 접속을 수행할 수 있도록 하였다.

통신 센터와 망운용 센터간의 정보 교환은 수동 접속과 자동 접속으로 나뉘어져 있으며 수동 접속의 경우 사용자의 필요에 의해 수시로 접속하여 메시지 송수신 및 선박 위치, 시각 정보 등을 수신한다. 자동 접속의 경우 스케줄 표와 메시지를 구성하고 일정 시간 간격으로 망운용 센터와 접속을 시도하여 정보 교환을 수행하도록 하였다.

### (4) 해상 실험 실시

해상 실험 선박인 한국해양대학교 실습선 “한바다호”는 2박 3일의 일정으로 학교 부두를 출발하여 목포 서쪽 해상, 제주 인근 해상, 울산 동쪽 해상을 경유하여 학교 부두에 입항하는 코스로 정상 운항하였으며, 통신 유니트와 단말기 및 안테나 장비 등의 관리 및 성능 평가를 위하여 연구원이 동승하였다. 실험에 있어서 해상 환경은 매우 안정된 상태였으며, 송수신 안테나 및 통신 유니트 등은 안정한 상태로 정상 동작을 유지하였다.

## 5.2 결과 검토

남해안 일대와 동해안 및 서해안 남부 연안의 2박 3일간 해상 시험을 통해 얻어진 무궁화 위성 트랜스폰딩 시스템의 운용 결과에 대하여 검토를 한다.

그림 5-3은 통신 센터의 PC상의 초기 Display 화면을 나타낸 것으로 관리 대상 선박이 속한 그룹과 선명 및 설명을 좌상단 창 화면에 나타내므로써 그룹별 식별은 물론 단일 선박의 식별도 가능하게 하

였다. Display 화면의 구성은 망운용 센터와의 접속 상태를 표시하는 접속 진행 상황창, 선박의 위치를 해도와 Overlap시킨 해도 창화면, 메시지 수신 상태를 나타내는 창, 선택 메뉴판으로 되어 있다. 그리고, 프로그램은 윈도우 95상에서 운용되도록 작성되었으며 모든 명령은 메뉴판에서 선택하여 실행하도록 하여 운용자의 편의를 도모하였다.

해도의 경우 그림에서는 1/100,000로 표현이 되었지만 최대 1/50,000 까지 확대 가능하여 광역 선박 관리에는 별 무리 없이 운용이 되리라 사료되지만 항만의 입출항 선박의 관리에 대해서는 안전성과 정확성의 도모를 위해 해도의 정밀도를 향상시켜야 될 것으로 판단된다. 해도상에서 대상 선박의 아이콘을 클릭하고 있으면 상기 그림에서 나타낸 바와 같이 사전 입력 정보인 선명, 위도 경도로 나타낸 선박의 현재 위치, 선박이 위성으로부터 Polling된 시간을 나타내도록 구성되어 있다.

시험 실시 기간 동안 이동국 선박에 설치된 안테나 유니트와 통신 유니트 및 단말기는 일부 구간을 제외하고 전구간 안정적이고 양호하게 동작을 하였으며, GPS 위성으로부터 수신한 현재 위치와 현재 시각을 송신한 것으로 저장된 운항 정보와 항적의 검토로부터 확인되었다. 한편, 단말기의 경우 개발 초기인 관계로 인하여 현재로서는 통신 유니트 사이의 인터페이스 문제로 판단되는 예상치 못한 오류가 발생하여 지속적인 메시지 송수신은 곤란하였지만, 시험 초기에는 정상적으로 메시지의 송수신이 가능함은 확인되었다.

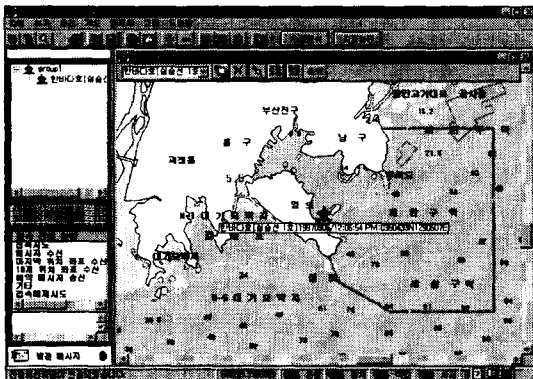


그림 5-3. 통신 센터의 초기 Display 화면

메시지 송수신 시험의 경우 상기에 설명한 바와 같이 문제점이 발생하였지만 시험 초기에는 정상적으로 통신 센터에서 송신한 메시지가 이동국 단말에 수신되었으며 그 정보량은 국·영문 혼용하여 약 100자 내외 정도였으며, 정보량의 경우 필요에 따라 증가시킬 수 있다. 이동국 단말로부터 통신 센터로의 메시지 송신은 단말기 사용의 편의를 고려하여 이미 입력된 메시지를 선택하여 송신하는 방식을 채택하였으며, 그 결과로서 고정적이지만 통신 센터에 정확히 메시지가 수신되었음이 확인되었고, 단말기의 경우 편집 등의 번거로운 작업을 줄임으로서 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있는 방안이 고려되어야 할 것으로 생각된다.

망운용 센터에서 일정 시간 간격(1분 30초)으로 선박을 Polling하고, 통신 센터에서는 전용 회선을 통한 접속으로 그 데이터를 수신하여 선박의 항적을 상기와 같이 Display하는 동시에 하루 단위로 저장하여 항적을 재현하였다. 그림 5-4 내지 그림 5-6은 시험 기간 동안의 항적으로서 3일간의 데이터를 나타낸다.

그림 5-4의 항적 1은 실습선 부두를 출발한 한바다호가 남해안의 여수 인근 해안을 통과하고 있음을 나타내고 있으며, 선박과 망운용 센터간의 무궁화 위성을 이용한 통신은 원활히 이루어졌음을 알 수 있다. 만약 통신이 불안정하게 이루어졌다면 항적 부분에서 누락된 부분이 존재할 것은 당연한 것이다.

그림 5-5는 둘째날의 항적으로서 여수 인근 해역

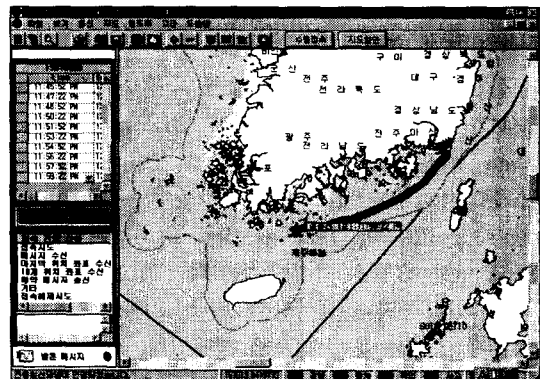


그림 5-4. 항적 재현 Display 화면-항적 1

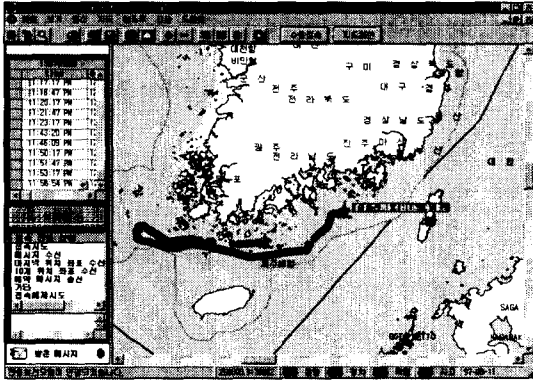


그림 5-5. 항적 재현 Display 화면-항적 2

을 통과한 실습선이 서해안 남부의 흑산도 부근 까지 항행한 후 다시 남해안의 거제도 인근 해역에 도달한 것을 나타내고 있다. 이 항적 데이터에 있어서 상술한 바와 같은 항적의 누락이 보이고 있으며, 통신 접속상의 문제가 있었던 것으로 생각된다.

그림 5-6의 항적은 동해안의 울산 인근 해역을 돌아 실습선 부두로 귀항한 한바다호의 궤적을 나타내고 있다. 이 결과에서도 마찬가지로 항적의 누락이 보이고 있으나, 일반적인 항적의 광범위한 재현이라는 목적에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다.

상기의 해상 실험들의 결과들을 검토한 바와 같이 목적으로 하는 연안 해역에 있어서의 선박 관리에는 본 시스템이 별 무리 없이 유효성 있게 적용되리라 판단되지만 항만 부근의 관리에는 협소한 지역, 밀집된 통항량이라는 환경적 요인이 존재하기 때문에 해도의 정밀성이 훨씬 더 요구되리라 생각된다. 또한, 표시된 스케일에서는 명확히 보이지 않지만 항적의 일부분이 누락된 것은 망운용 센터와 통신 유니트간의 통신 접속상 문제가 있었던 것으로 생각되며 그 원인을 규명하는 중에 있다.

## 6. 결 론

해상 물동량이 늘어나면서 연안 항행 선박의 사고가 증가하고 있다. 특히 여객선이나 유조선의 사고시에는 많은 인명과 재산 손실 뿐만 아니라 돌이킬 수 없는 해상 오염을 유발시킨다. 이를 효과적

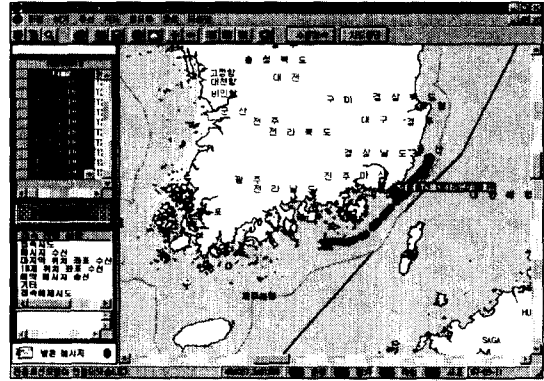


그림 5-6. 항적 재현 Display 화면-항적 3

으로 방지하기 위한 하나의 방법으로 유조선 안전 항로 -유조선 통항 금지 구역- 를 설정하였으나, 제대로 관리할 수 있는 설비가 개발되어 있지 않은 형편에 있다.

세계적으로는 광역 교통 관리를 위한 AIS (Automatic Identification System)의 시행을 위해 노력하고 있으며, 본 연구에서는 우리나라 통신위성을 이용한 "무궁화 위성 이동 단말기"를 이용한 트랜스폰딩 방식을 제시하고 해상 시험을 통하여 실증하였다.

시험 결과 다소의 사소한 문제점이 발견되었으나, 이는 망접속 모뎀이라든지 데이터 편집 단말기의 S/W에서 기인되는 것이라 판단되므로 이후 보완 수정한다면 궁극적으로는 우리나라 연안은 우리나라의 위성으로 관리할 수 있는 시스템이 가능함을 확인하였다.

앞으로 개발된 시스템을 이용하여 수집된 데이터를 관리실 또는 본부 상황실에서 효율적으로 이용할 수 있도록 Database를 개발 구축하고 수치지도를 응용하므로써 더욱 광범위하고, 신속·정확한 관리가 이루어지도록 계속 연구해 나가야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 한국기계연구원, "한국 연안해역의 해상교통관제 시스템 초기실용화에 관한 연구", 1996. 10
2. 한국기계연구원, "연안해역의 해상교통관제 시스템 II", 1997. 9

12 韓國航海學會誌 第22卷 第2號, 1998

3. 한국선급, "Technical Information No. 98003/IMO - 새로운 항해장비의 도입에 관한 SOLAS 개정". 1998. 4. 25
4. IMO, "NAV 42/INF.5-Navigational Aids and Related Matters", May 1996

5. IMO, "NAV 42/INF.6-Revision of SOLAS Chapter V", May 1996
6. IMO, "NAV 43/15-Draft Assembly Resolution", July 1997