



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

태양전지 기반 침몰위치표시 일체형등명기 개발에 관한 연구

A Study on the Self-Contained Solar Powered LED Lantern
for Location Mark of the Sunken Ship



지도교수 국승기

2019년 2월

한국해양대학교 대학원

해양경찰학과

김지영

본 논문을 김지영의 공학석사 학위논문으로 인준함.



2018년 12월 21일

한국해양대학교 대학원

목 차

List of Tables	i
List of Figures	ii
Abstract	v

1. 서 론

1.1 연구 배경	1
1.2 연구 목적	5

2. 침몰선박에 관한 국제 규정 및 분석

2.1 침몰선박 부표에 관한 권고사항	7
2.1.1 제정 배경	7
2.1.2 고려사항	8
2.1.3 부표의 설치 기준	9
2.1.4 부표의 특성	9
2.2 침몰선박 발생 시 대응계획에 관한 지침	11
2.2.1 고려사항	11
2.2.2 침몰선박 발생 시 결정과 행동 순서	11
2.2.3 신속한 안전메시지 방송	12
2.2.4 침몰선박에 관한 많은 정보 수집	12

2.2.5 경비선의 배치	13
2.2.6 VTS의 임시운영	13
2.2.7 AIS application의 적용	14
2.2.8 침몰선박의 초기표지	14
2.2.9 침몰선박의 조사	15
2.2.10 침몰선박 표지의 영구적 설치	15
2.2.11 최신 정보 제공	15
2.2.12 VTS 지속운영 고려	16
2.2.13 침몰선박 제거 필요성에 관한 고려	16
2.2.14 침몰선박 존치 시 고려사항	16
2.3 국제 해상 인명 안전용 무선 설비 이용 방안	18
2.3.1 인명안전 해상통신 체계 발전현황	18
2.3.2 해상디지털 통신	19
2.3.3 GMDSS 체계	19
2.3.4 e-Navigation 체계	23
2.3.5 DSC	26
2.3.6 SART	29
2.3.7 EPIRB	31
2.3.8 NAVTEX	33
2.3.9 VHF TWO-WAY Radiotelephone	34
2.3.10 AIS	35
2.3.11 선박국용 AIS	38
2.3.12 AIS SART	40
2.3.13 AtoN AIS	42
2.3.14 AIS MOB	44

3. 등명기 독립전원 시스템 설계	
3.1 등명기 전원시스템	45
3.1.1 전원시스템 개요	45
3.1.2 축전지	47
3.1.3 이차전지	49
3.2 태양광 발전시스템	52
3.2.1 태양광 발전시스템 개요	52
3.2.2 태양전지의 종류와 특성	53
3.2.3 태양전지의 모듈의 구성	58
3.2.4 태양광 발전시스템 종류	60
3.2.5 독립형 태양광 발전시스템의 구성	62
4. 침몰 위치표시 부표 설계 및 개발	
4.1 배경	64
4.2 선행 기술 내용	66
4.2.1 기술 개발 개요	66
4.2.2 Buoy Body	66
4.2.3 자기부상을 위한 자동이탈	68
4.2.4 자동릴체인	69
4.3 침몰선박 부표의 연구개발	70
4.3.1 부표의 Body 부분	70
4.3.2 Auto Buoyance와 Auto Release	74

5. 침몰위치표시 일체형등명기 설계 및 개발	
5.1 침몰위치표시 일체형등명기 개념설계	76
5.2 등명기 구조	78
5.3 등명기의 광학시스템	80
5.4 재생 에너지 이용 등명기 전력 설계	82
5.5 등명장치의 모듈	84
5.5.1 모듈의 구성	84
5.5.2 침몰 사고 통보용 통신 시스템	87
5.5.3 AIS SART를 이용한 선박 침몰사고 송신 시스템	88
5.5.4 WCDMA를 이용한 선박 침몰사고 송신 시스템	89
5.5.5 등명기 동작제어 시스템	71
5.6 침몰위치표시 일체형등명기 테스트	91
5.6.1 전기적 특성 시험	91
5.6.2 점멸 테스트	92
5.6.3 등명기 CDMA 조난신호 시험	93
5.6.4 등명기 AIS 조난신호 시험	94
5.6.5 침몰위치 표시를 위한 전자해도 테스트	95
6. 결론	
6. 결론	96
감사의 글	98
참고문헌	99

List of Tables

Table 1	Casualty Records, Time Period 1990-2012	3
Table 2	The distribution of total losses per ship type, Time Pe-riod 1990-2012	4
Table 3	Status of Ship by Sinking Ship	6
Table 4	Classification of Maritime communication data	19
Table 5	Comparison of Communication methods	21
Table 6	Radio equipment to be provided according to the GMDSS navigation area	22
Table 7	Maritime Service Portfolios	24
Table 8	Comparison of e-Navigation and Smartphone	25
Table 9	AIS channel access protocol comparison	37
Table 10	Classification of Batteries	49
Table 11	Comparison by Type of Secondary battery	51
Table 12	Characteristics of Solar cell type	54
Table 13	Configuration and Explanation of Solar cell	60
Table 14	Design values of Buoy	67
Table 15	Moment calculation of Buoy	71
Table 16	Calculation of Number of sunless days	83
Table 17	Electrical test result	91

List of Figures

Fig. 1	Distribution of Serious cases by Accident category	1
Fig. 2	Status of Sinking Ship by Year	5
Fig. 3	The Tricolor Cargo Ship Accident	7
Fig. 4	Emergency Wreck Marking Buoy	10
Fig. 5	Flow Chart for the Mark of Emergency sunken ships	17
Fig. 6	Development stage of Communication system for Offshore business ...	18
Fig. 7	GMDSS sea area classification	22
Fig. 8	e-Navigation Component	23
Fig. 9	SMART-Navigation Project	26
Fig. 10	DSC Device	27
Fig. 11	DSC Distress Signal Notification Concept	28
Fig. 12	SART Device	29
Fig. 13	How SART works	30
Fig. 14	Satellite EPIRB	32
Fig. 15	NAVTEX Receiver	34
Fig. 16	VHF TWO-WAY Radiotelephone	35
Fig. 17	AIS Frame Configuration	36
Fig. 18	Class A Device Configuration	38
Fig. 19	Class B Device Configuration	38
Fig. 20	AIS Message Display Format	39
Fig. 21	AIS-SART Device	40
Fig. 22	AIS-SART Concept Map	41
Fig. 23	AIS-SART Block Diagram	41

Fig. 24	AtoN AIS Hardware Configuration Diagram	42
Fig. 25	Intensive management system of AtoN in Korea	43
Fig. 26	MOB utilization, Electronic Chart Display	44
Fig. 27	Historical Chart of Lantern	45
Fig. 28	Power Control in Solar Lantern	46
Fig. 29	Energy Exchange of Battery	47
Fig. 30	Diagram of Charge and Discharge of Secondary battery	48
Fig. 31	Principle of Solar cell	53
Fig. 32	Single Crystal Silicon Solar Cell	55
Fig. 33	Multi Crystalline Silicon Solar Cell	55
Fig. 34	Structure of Amorphous Silicon Solar cell	56
Fig. 35	How dye-sensitized Solar cells work	58
Fig. 36	Solar cell module configuration and products	59
Fig. 37	Types of PV systems	61
Fig. 38	Configuration diagram of stand-alone PV system for DC load	63
Fig. 39	Configuration diagram of stand-alone PV system for AC load	63
Fig. 40	Emergency Wreck Marking Buoys of cheon-an ham	65
Fig. 41	Emergency Wreck Marking Buoys of Sewolho	65
Fig. 42	Auto Releasing Emergency Wreck Marking Buoys Installation Overview	66
Fig. 43	Conceptual Design of Auto Releasing New Danger Mark Buoy	67
Fig. 44	Fixed shape of Emergency Wreck Marking Buoys	68
Fig. 45	Hook in Auto release unit	68
Fig. 46	The principle of Auto Reel Chain	70
Fig. 47	Design drawings of the Buoy	73
Fig. 48	EPS molding	74
Fig. 49	Polyurea application	74

Fig. 50 Solenoid type Buoy	75
Fig. 51 Mechanical type Buoy	75
Fig. 52 An example of the automatic location marking buoy for sinking vessel ...	76
Fig. 53 3D Modeling of Lantern	78
Fig. 54 Shape Formation	78
Fig. 55 Lenses, Cases and Parts	79
Fig. 56 Waterproof Case	79
Fig. 57 Assembly Drawing of Lens	80
Fig. 58 Horizontal Side LED Module	81
Fig. 59 Vertical Side LED Module	81
Fig. 60 Module structure of Lantern	84
Fig. 61 Schematic diagram of main controller	85
Fig. 62 Photovoltaic Power Charging Device Schematic	85
Fig. 63 Schematic diagram of device using GPS time information	86
Fig. 64 Schematic diagram of AIS SART & WCDMA & ZigBee	87
Fig. 65 Schematic diagram of AIS SART	88
Fig. 66 Manufactured AIS SART	88
Fig. 67 Incident notification program using CDMA	89
Fig. 68 Light Cycle Control Program	90
Fig. 69 Electrical characteristic test	91
Fig. 70 Flashing test of Lantern	92
Fig. 71 CDMA communication	93
Fig. 72 SOS message sent from CDMA	93
Fig. 73 SOS message sent from AIS	94
Fig. 74 EDICS test using AIS	95

태양전지 기반 침몰위치표시 일체형등명기 개발에 관한 연구

김 지 영

한국해양대학교 대학원 해양경찰학과

Abstract

본 연구에서는 태양전지를 기반으로 한 침몰위치표시 일체형등명기의 필요성을 알아보고 설계, 제작 및 테스트를 수행하며 검증하였다.

선박이 외국항만과 국내항만 간 또는 국내 각 항만 간을 운항 할 때 경제적이고 안전한 항로를 선택하여 운항을 하고 있으나, 해역의 자연적인 환경과 복잡한 해상교통로와 교통 혼잡, 쾌속선박의 증가, 조업어선 및 양식어장 및 급격한 기상 변화 등으로 인해 해양사고는 점차적으로 증가하고 있다.

선박의 좌초·전복·침몰 등 해양사고 발생 한 경우에는 빠른 초기대응이 무엇보다 가장 중요하다. 선박의 침몰을 지연시키는 선체보존과 인명 수색 구조작업을 하여야 하며, 기름유출이 우려되는 경우 오일펜스를 설치하는 등의 방제작업을 하여 2차 오염사고를 예방하여야 한다.

따라서 신속한 초기 대응을 위해서는 사고 발생 즉시 사고내용을 통보받아야 하며, 이러한 통보시스템은 국제 규정으로 권고되어 있어 본 논문에서는 침몰선박에 관한 국제규정과 대응지침 및 관련 기술 등에 대해 살펴보고, 최근 연구 개발된 침몰 선박의 위치 표시 등부표를 이용하여 침몰선체의 위치를 통보하는 침몰위치표시 등명기의 연구 내용에 대해 기술하였다.

침몰위치표시 등명기는 선박의 선수와 선미에 설치되어 있는 부표 거치대에 설치된 침몰선박등부표의 상부에 설치하게 되며, 선박이 충돌, 좌초 등의 해양사고로 선박이 침몰하는 경우 부표거치대에서 자동 이탈된 등부표가 부상하게 될 때 등부표 상부에서 자동으로 광원이 점멸되면서 IALA에서 규정한 4해리 이상의 광력으로 수평 방향과 수직 방향의 빛을 발산함으로써, 해양에서 뿐만 아니라 항공에서도 쉽게 식별할 수 있도록 연구하였다.

태양전지를 기반으로 하여 대양 한 가운데에서 안정적인 전원을 공급받을 수 있는 시스템이며, 이와 더불어 선박자동식별시스템(AIS)과 이동 통신망을 통해 침몰선박의 위치와 사고 선박의 제원을 무선 전송함으로써, 침몰된 선박을 초기에 구조하고 응급조치 할 수 있도록 할 수 있도록 하였다.



KEY WORDS: 일체형등명기 self contained marine lantern, 항로표지 Aids to Navigation ; AtoN, 침몰선박 Sunken Ships, 비상 침몰선박표지 Emergency Wreck Marking, 태양전지 Solar cell, 부표 buoy, 해양사고 Marine accident, 선박자동식별장치 Automatic identification system : AIS, 광대역 부호 분할 다중 접속 Wideband Code Division Multiple Access : W-CDMA, 세계해상조난 및 안전제도 Global Maritime Distress and Safety System : GMDSS, 해상 수색 구조에 관한 협약 International Convention on Maritime Search and Rescue : SAR

A Study on the Self-Contained Solar Powered LED Lantern for Location Mark of the Sunken Ship

Kim, Ji Young

Department of Coast Guard Studies
Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

Abstract

In this study, the necessity of the solar cell based self contained marine lantern for Location mark of the sunken ship was examined, and the design, fabrication and testing were conducted and verified.

When ships operate between foreign ports and domestic ports or between domestic ports, they choose to operate economically and safely. Marine accidents are increasing gradually due to the natural environment of the sea, complex marine transport routes, traffic congestion, increased speedboats, fishing boats and fish farms, and rapid weather changes.

In the event of a marine accident such as stranding, overturning or sinking of a ship, quick initial response is most important. Hull of the ship preservation and rescue operations should be carried out to delay the sinking of the ship. In case of oil spillage, an oil fence should be installed to prevent secondary pollution accidents.

Therefore, in order to promptly respond to the initial response, the accident should be notified immediately, and this notification system is recommended as an international regulation.

In this study, international regulations, response guidelines and related technologies related to sinking ships are reviewed, The research details of a sinking position Lantern that informs the location of the sunken vessel using the Emergency Wreck Marking buoy of the recently developed sunken vessel are described.

The lantern for location mark of the sunken ship is installed on the upper part of the buoy installed on the bow and stern of the ship. When the ship sinks due to marine accidents such as collision and stranding, the buoy is automatically released from the buoy stand. The light source is automatically turned on at the upper part of the buoy, and the light is emitted in the horizontal direction and the vertical direction with a light intensity of more than 4 nautical miles as defined by IALA, so that it can be easily identified in the sky as well as in the ocean.

It is a system that can receive stable power supply from the center of the ocean based on the solar cell. In addition, the location of the sinking vessel and specifications of the accident vessel can be transmitted wirelessly through the Automatic Identification System(AIS) and the mobile network to rescue the sinking vessel and take emergency measures.

KEY WORDS: self contained marine lantern 일체형등명기, Aids to Navigation ; AtoN 항로표지, Sunken Ships 침몰선박, Emergency Wreck Marking 비상 침몰선박 표지, Solar cell 태양전지, buoy 부표, Marine accident 해양사고, Automatic identification system : AIS 선박자동식별장치, Wideband Code Division Multiple Access : W-CDMA 광대역 부호 분할 다중 접속, Global Maritime Distress and Safety System : GMDSS 세계해상조난 및 안전제도, International Convention on Maritime Search and Rescue : SAR 해상 수색 구조에 관한 협약

제 1 장 서 론

1.1 연구 배경

해운업은 세계의 대규모 산업 중 가장 국제적이고 가장 위험한 산업 중의 하나이다. 선박이 외국항만과 국내항만 간 또는 국내 각 항만 간을 운항 할 때 경제적이고 안전한 항로를 선택하여 운항을 하고 있으나, 해역의 자연적인 환경과 복잡한 해상교통로와 교통 혼잡, 쾌속선박의 증가, 조업어선 및 양식어장 및 급격한 기상 변화 등으로 인해 해양사고는 점차적으로 증가하고 있다.

최근 우리나라에서도 뒤돌아보기도 싫은 ‘세월호’ 사고를 비롯하여 ‘천안함’ 피격 등으로 많은 인명 피해가 발생하고, ‘조양알파호’ 및 ‘씨프린스호’ 사고로 대규모 해양오염사고가 발생하는 등 크고 작은 사고가 빈번하게 발생하고 있다.

전 세계적으로 발생한 1992년부터 2012년까지의 심각한 해양사고의 통계¹⁾인 <Fig. 1>을 보면 침몰 449척, 실종 16척, 좌초 2,271척, 화재·폭발 696척, 충돌 2,184척, 접촉 941척, 기관고장 4,024척, 전쟁으로 인한 손상 16척 등 총 10,841척의 사고가 발생하였으며, 이 사고 중 2차 해양사고를 방지하기 위한 위험표지를 설치하여야 하는 사고는 최소한으로 보더라도 침몰, 좌초, 폭발 사고 등 3,416건으로 볼 수 있다.

사고 중 특이한 것은 16건의 실종사고로 선박이 항해 중 어떤 사유로던지 어느 장소에서 사라져서 찾지 못하고 있는 사고이다. 우리나라에서 2017. 3. 31 선원 22명과 함께 실종된 ‘스텔라데이지호’와 같은 사고로 볼 수 있다.

1) Statistical analysis of ship accidents occurred in the period 1990-2012 and assessment of safety level of ship types, 2015, A. Papanikolaou, K. Bitha & E. Eliopoulou, Ship Design Laboratory, National Technical University of Athens, Greece. N. P. Ventikos, Laboratory of Maritime Transport, National Technical University of Athens, Greece

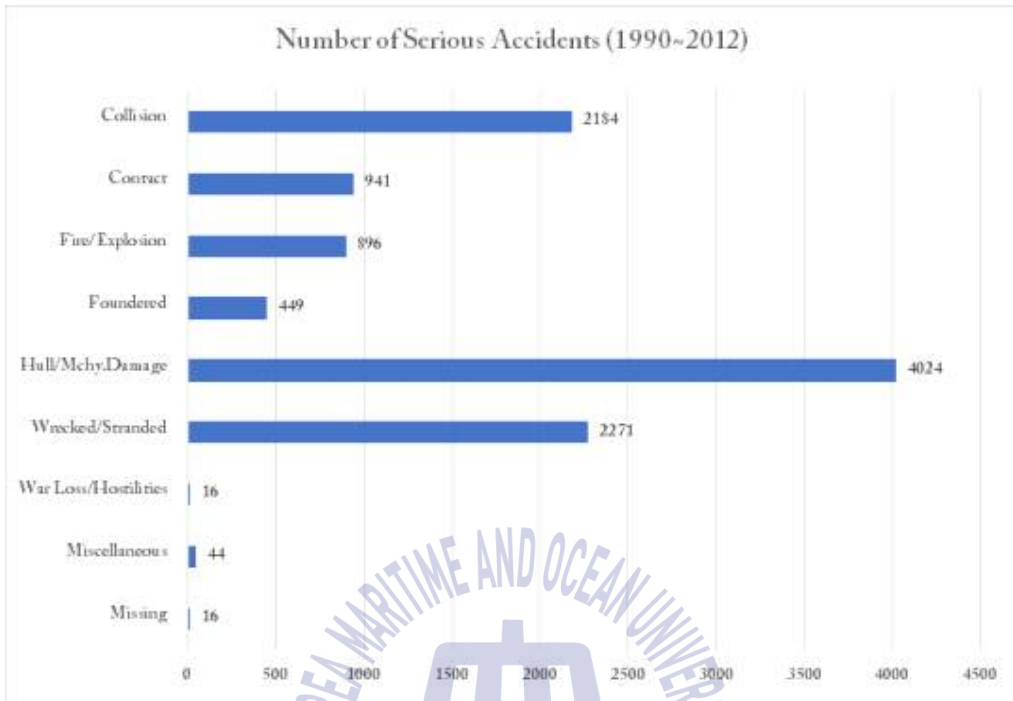


Fig. 1 Distribution of Serious cases by Accident category

동 기간 중 발생한 사고 선박의 유형인 <Table 1>을 보면 일반화물선이 4,114척으로 37.9%를 차지하며, 뒤를 이어 벌크선 1,951척 18.0%, 컨테이너선 1,235척 11.4%, 여객 화물 차도선 955척 8.8%, 어선 610척 5.6%, 여객선²⁾ 389척 3.6%, 대형 원유 탱크 운반선³⁾ 3.5%, 냉장선 303척 2.8%, 화물 로로선 230척 2.1%, 자동차운반선 227척 2.1%, LPG선 183척 1.7%, LNG선박 28척 0.3%의 분포를 나타낸다.

2) 여객선은 1991년부터 2012년까지의 통계

3) 대형 원유 탱크 운반선은 1990년부터 2012년까지의 통계

Table 1 Casualty Records, Time Period 1990-2012

Generic Ship Type	Number	Ratio
General Cargo	4,114	37.9%
Bulk Carriers	1,951	18.0%
Passenger Ro-Ro Cargo	955	8.8%
Fishing	610	5.6%
Passenger	389	3.6%
Reefer	303	2.8%
Cruise	241	2.2%
Ro-Ro Cargo	230	2.1%
Car Carriers	227	2.1%
LPG	183	1.7%
LNG	28	0.3%
Cellular Containerships	1,235	11.4%
Large Crude oil	375	3.5%
Total	10,841	100%

<Table 2>와 같은 선박 사고로 인한 사망자 수는 총 940명으로 일반 화물선에서 502명 52.3%, 어선 230명 24.0%, 벌크선 99명 10.3%, 여객 화물 로로선 30명 3.1%, 냉장선 20명 2.1%, 로로 화물선 15명 1.6%, 컨테이너선 11명 1.1*, 자동차 운반선 10명 1.0%, LPG선 8명 0.8%, 유람선 4척 0.4%, 원유 운반선 1명 0.1%, LNG선 0명 0.0%의 분포를 나타내며, 의외로 인원이 많이 탑승한 여객선은 사고 발생 비율에 비해 인명 손실이 적게 나타남을 알 수 있으며, 이러한 통계를 비추어 볼 때 세월호 사고는 더 더욱 안타까운 해양사고로 법률적인 제도와 기술적인 문제 등을 해양안전에 대한 지속적인 연구로 개선해 나가야 할 것이다.

Table 2 The distribution of total losses per ship type,
Time Pe-riod 1990-2012

Ship Type	Number	Ratio
General Cargo	502	52.3%
Fishing	230	24.0%
Bulk Carriers	99	10.3%
Passenger Ro-Ro Cargo	30	3.1%
Passenger	30	3.1%
Reefer	20	2.1%
Ro-Ro Cargo	15	1.6%
Cellular Containerships	11	1.1%
Car Carriers	10	1.0%
LPG	8	0.8%
Cruise	4	0.4%
Large Crude oil	1	0.1%
LNG	0	0.0%
Total	940	100%

1990년부터 23년간의 전 세계 해양사고 발생 통계를 분석해 보면 컨테이너선이나 대형 원유운반선, 자동차 운반선과 같은 대형 선박이나 여객선 등의 사고 비중도 적지 않음을 알 수 있으며 이로 인한 인명 손실도 매우 크다는 것을 알 수 있다.

특히, 우리나라에서 발생한 해양사고 중 좌초, 침몰 등 해양사고가 발생하는 경우 신속한 안전조치로 2차 해양사고를 방지할 수 있는 방법을 연구하고자한다.

1.2 연구 목적

2010. 3. 25일 천안함 침몰사고 발생 이후 최초의 침몰 선체 수색에 한미 해군을 총 동원하여서도 3일이 걸렸으며, 2015. 9. 5 돌고래호 침몰선박 수색에도 24시간이 소요 되었으며 2017. 3. 31 실종된 ‘스텔라데이지호’ 는 아직까지 침몰된 선체를 발견하지 못하고 있다.

현재 선박에 의무적으로 장착된 조난신호발신기(EPIRB)는 인공위성을 이용한 재난 통신장치이나 침몰 사고 발생 시 부유하여 구명정에 탑승된 인명 구조가 주목적으로 선박의 침몰 위치를 표시 할 수 없다는 단점을 가지고 있다.

23년간의 세계 해양사고 통계에서도 나타난 바와 같이 선박의 사고 중 침몰선박이 449척, 실종 선박이 16척이 되며, 우리나라에서도 <Fig. 2>에 표시된 해양수산부의 통계에 따르면 침몰선박 사고는 2011년도에 67건 발생하고 점차 줄어드는 양상을 보였으나 2014년부터 다시 점차 침몰선박 사고가 늘어나는 것을 볼 수 있다.



Fig. 2 Status of Sinking Ship by Year (해양수산부, 2018)

<Table 3>의 통계에 따르면 현재 국내 연안바다에 침몰한 뒤 인양하지 못한 선박은 2,200척이다. 대부분은 중소형 어선이며, 유조선과 화학선을 포함한 위험성 우려선박은 120척에 이르렀다. 가라앉은 선박은 항로폐쇄, 해양오염 등의 2차 피해를 유발한다.

Table 3 Status of Ship by Sinking Ship (해양수산부, 2018)

선종	위해성 우려 선박						어선	기타*	계
	여객선	화물선	유조선	가스 운반선	케미칼 탱커	소계			
침몰척수 (척)	11	100	5	2	2	120	1,790	290	2,200
비율 (%)	0.5	4.5	0.2	0.1	0.1	5.4	81.4	13.2	100

침몰·선박사고가 발생 한 경우에는 빠른 초기대응이 무엇보다 가장 중요하다. 선박의 침몰을 지연시키는 선체보존과 인명 수색 구조작업을 하여야 하며, 기름유출이 우려되는 경우 오일펜스를 설치하는 등의 방제작업을 하여 2차 오염사고를 예방하여야 한다.

본 연구에서는 선박의 침몰사고가 발생하는 경우 침몰된 선체의 위치를 신속히 표시하고 적극적인 방법으로 알려주어, 침몰된 선체에 부근을 항해중인 선박이 충돌하는 사고를 방지하고, 혹여 에어포트 내에 생존해 있을 인명의 구조와 신속한 침몰선박의 안전조치에 도움을 줄 수 있는 국제적인 규정을 살펴보고 권고된 국제기준에 맞는 기술적인 방법을 연구하여 항행안전에 있어 위험물 운반선박 및 여객선에는 의무적으로 장착할 수 있는 신기술을 연구하였다.

선박의 실종·전복·침몰 등 해양사고가 발생하는 경우에 선수, 선미에 설치된 등부표가 자동 부양되면서 등부표에 설치된 등명기에서 수평·수직으로 빛을 조사하여 하늘에서는 수색구조 헬리콥터와 비행기, 바다에서는 인근 항해하는 선박이 사고 위치를 알려주는 새로운 광학적 기능과 함께 등명기에 내장된 통신회로의 WCDMA를 이용하여 인근 119등 구조센터에 사고 내용과 사고 위치를 통보하고, AIS(선박 자동식별장치) 통신망을 이용하여 주변을 항해 중인 선박에게 수색 및 구조 요청을 할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

제 2 장 침몰선박에 관한 국제 규정 및 분석

2.1 침몰선박 부표에 관한 권고사항

2.1.1 제정 배경

2002년 12월 노르웨이 선적 자동차 운반선 ‘Tricolor’ 호가 영국해협에서 바하마 선적 컨테이너선과 충돌해 해상교통량이 매우 번잡한 수로에 침몰하였다. 침몰 이후 경비선들이 사고 해역 주변에 배치되고, 침몰선박을 나타내는 적절한 표시에도 불구하고, 침몰된 ‘Tricolor’ 호는 2002년 12월에 터키 선적 탱크선과 2003년 1월에 독일 선박과 다시 부딪혔다. 그 사건들은 침몰선박과의 충돌을 방지하기 위해 위험한 침몰선박 표시를 하는 것의 효과와 적절성에 대해 우려가 제기되었다.



Fig. 3 The Tricolor Cargo Ship Accident

‘Tricolor’ 호 침몰 사건 이후, 국제항로표지협회(IALA⁴)는 ‘긴급 침몰 표시에 대한 지침’을 제정(IALA Guide Line 제1046호)하였으며, 특별히 새로운 침몰선박의 존재를 쉽게 판단할 수 있도록 ‘긴급 침몰선박 표시’ 설계를 착수하였다.

4) IALA : International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities

이러한 관점에서 여러 국가의 연구기관에서 침몰선박의 위치표시와 충돌사고 방지를 위한 다양한 실험들을 수행하였으며, 그 결과 부표는 파란색과 노란색 수직 줄무늬로 도색된 망대형 또는 기둥형으로 하고, 등질은 청색과 황색 섬광 등을 사용하는 것이 기존의 방위표지, 측방표지나 고립장해부표들 보다 더 효과적이고 만족스러운 것으로 증명되어, 그 결과에 의해 IALA에서는 ‘긴급 침선부표’의 특성과 표준에 관한 IALA 권고서 O-133을 제정하였다.

긴급 침선표시부표는 항해자가 판별하기 쉬운 높은 시각적 효과와 전파를 이용한 정보를 제공할 수 있도록 설계되어 있으며, 침몰선박의 사고 후속 처리 등을 감안하여 가능한 침몰선박에 가깝게 설치하도록 규정되어 있다.

2.1.2 고려사항

새로운 침몰선박이 발생하면 정확한 침몰위치가 알려지지 않았을 뿐만 아니라 침몰선박의 표시조차 하지 못한 상태로 부근을 항해하는 선박에게는 매우 위험할 수밖에 없다. 그러나 과거에는 침몰선박의 위치가 알려져 있고, 정확하게 표시가 되어 있더라도 새로운 침몰선박들은 다른 선박들에게 피해를 입히거나, 해양 오염 뿐만 아니라 인명 손실을 초래하는 문제를 발생하게 하였다.

선박의 침몰사고가 발생하면 관계당국에서는 IALA Guideline 제1046호에서 상세하게 명시한 대로 경비선의 배치, AIS의 사용, 임시 VTS 및 기타 위험 완화 조치 및 부표의 설치를 포함한 다양한 대응책을 고려해야 한다.

추가적인 위험 완화 조치가 무엇이던, 새로운 위험은 물리적으로 표시되어야 한다. 날씨, 바다 상태, 그리고 위험에 대한 알려지지 않은 요소들 모두가 신속하게 적기에 표지 설치에 방해적인 요소로 작용할 수 있으나, 무엇보다 위험 위치의 표시는 가장 중요한 사항으로 가능한 빨리 표시하며 설치된 침몰선박 위치 표시가 선박에 의해 새로운 위험으로 쉽게 인식될 수 있도록 하여야 한다.

측방표지나 방위표지는 해상교통량이 많은 곳이나 또는 배후광의 영향을 받는 환경처럼, 항로표지가 많이 배치된 지역에서는 항해자들이 사고 초기 단계에서 새로운 위험을 신속하게 식별하기 어려울 수 있어, 이러한 경우, 관계 당국은 새로운 위험을 나타내기 위해 IALA에 의해 권고된 특별히 고안된 침몰선박 부표의 배치를 고려하여야 한다.

2.1.3 부표의 설치 기준

비상 침몰선박 표시부표는 항해자가 인식하기 쉽도록 높은 시각적 효과와 전파표지 기능을 제공하도록 설계되었다. 가능한 한 침몰선박에 가깝게 배치하거나 침몰선박 주변에 일정한 형식으로 배치하고, 나중에 추가적인 다른 표시 방법까지 설치할 수 있음을 고려하여 배치하여야 한다.

비상 침몰선박표시 부표는 최소 ①침몰선박이 항해자에게 잘 알려져 있으며, 항행 간행물에 발표되어 있는지, ②침몰선박의 위치 및 침몰선박 위의 최소 깊이와 같은 정확한 세부 사항을 충분히 조사되어있는지, ③침몰선박에 대한 영구적인 표시를 수행하였는지 확인하는 등 이와 같은 조치가 충분히 이루어질 때 까지는 제 위치에서 유지관리 되어야 한다.

2.1.4 부표의 특성

IALA에서 규정한 침몰선박 부표의 국제항로표지부표 특성은 <Fig. 4>의 모식도로 표현되어 있으며, 아래의 설명과 같다.

①형상은 기둥형 또는 원주형 부표(pillar or spar buoy)로, 위치에 따라 적절한 크기로 변동이 가능하다. ②색상은 파란색과 노란색 수직 줄무늬의 동일한 개수와 치수(최소 4개의 줄무늬와 최대 8개의 줄무늬)이다. ③등질과 등색은 광달거리가 4해리 이상으로 파란색 1초 점멸, 0.5초 암흑, 노란색 1.0초 점멸, 암흑 0.5초 순서로 계속 반복(Bu1.0s + 0.5s + Y1.0s + 0.5s = 3.0s) 해야 한다.

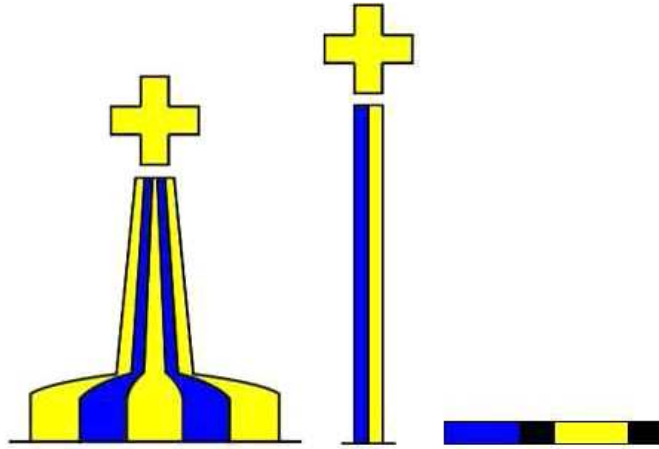


Fig. 4 Emergency Wreck Marking Buoy

여러 개 부표를 설치하는 경우 등화와 등질은 동기화(synchronize)한다. 모스 부호(Morse code) 'D'를 발사하는 레이콘(RACON)과 항로표용AIS 송신기(AtoN AIS)를 함께 설치 또는 개별 설치를 고려해야 하며, 두표를 설치하는 경우에는 황색 십자형을 설치한다.

2.2 침몰선박 발생 시 대응계획에 관한 지침

2.2.1 고려사항

침몰선박이 발생하는 경우에 대비하여 관리청은 책임과 대응 능력을 평가해야 하며, ①반응 능력 분석, ②책임 영역의 표시, ③특정 지역에서 요구되는 대응의 평가, ④응답 시간 표시, ⑤개입 시간 표시, ⑥이동식 자원의 평가(예: 오염 방지장비, 부력체, 비상 견인 선박, 보호함, 부표, 임시 VTS 기능), ⑦AIS 및 정보 시스템과 같은 전자 자원의 평가 등 위험 평가 수행, 대응 능력 및 리소스 평가를 포함되도록 한다.

평가 요소를 감안하여 사전에 개발해야 하는 침몰선박의 표시와 관련하여 의사결정을 위한 유용한 도구는 특정 해역에서 서로 다른 표시 요구사항을 나타내는 '침몰선박 발생 시 표시 요구 사항 맵'을 개발하여야 한다.

개발하는 맵은 지역 내 운송화물의 유형과 크기에 대한 정보와 지식, 교통 패턴 및 최소 여유 수심 등을 감안한 요구 사항에 근거하여 지역별 각각에 대한 표시 요건은 고려하여 결정하여야 한다.

2.2.2 침몰선박 발생 시 결정과 행동 순서

침몰선박이 발생하는 경우 관계당국에서 결정과 행동을 하여야 하는 순서로는 ①새로운 위험한 침몰선박에 대한 초기 안전 메시지(국제 경고)의 즉시 방송, ②침몰선박에 대해 가능한 한 많은 정보 획득, ③침몰선박 발생 위치에 경비정을 배치 고려 및 결정, ④침몰선박에 임시 VTS가 필요한지 고려, ⑤침몰선박에 AIS 어플리케이션 설치 고려, ⑥침몰선박의 초기 표시, ⑦침몰선박의 조사, ⑧침몰선박의 영구적인 표시 고려, ⑨침몰선박 정보의 업 데이터 실행, ⑩임시 VTS의 지속 필요 여부 결정, ⑪침몰선박의 제거 필요 여부 고려, ⑫침몰선박을 제거하지 않을 경우 취해야 할 단계별 조치 순으로 진행하여야 한다.

2.2.3 신속한 안전메시지 방송

침몰선박이 발생하는 경우, 특히 혼잡한 수로에서 새로운 위험한 침몰선박이나 방해물은 인명 손실, 환경 피해, 그리고 경제적으로도 영향을 초래할 수 있다.

대부분 세부 정보를 직접적으로 이용할 수 없지만, 새로운 침몰선박이나 장애물이 발생하는 경우 초기 정보가 얼마나 부족한지에 상관없이 지체 없이 안전 메시지를 방송하는 것이 매우 중요하므로, 침몰선박의 대략적인 발생 위치 및 기타 관련 정보를 초기 안전 메시지(국제 경보 포함)를 VHF(DSC 이용 경고 방송), MF(DSC 이용 경고방송), HF(DSC 이용 경고방송), AIS, NAVTEX, INMARSAT, 휴대폰, 인터넷(이메일), 기타 이용 가능한 다른 통신수단을 이용하여 지체 없이 방송해야 하며, 일부 상황에서는 긴급 항행경보를 방송하여야 한다.

2.2.4 침몰선박에 관한 많은 정보 수집

새로운 침몰선박에 대한 정보는 가능한 한 빨리 수집되어야 한다. 어떤 상황에서는 이러한 과정이 실제로 침몰선박이 발생하기 전부터 시작될 수도 있다. 예를 들어, 선박이 천천히 표류하고 가라앉는 결과로 충돌 후, 손상된 선박의 상태에 대한 모든 관련 정보를 모니터링 해야 한다.

침몰선박의 실제 위치가 더 빨리 알려질수록 그 침몰선박을 처음 표시하고 항해 경고를 발령할 수 있도록 귀중한 시간을 절약할 수 있기 때문이다. 이것은 또한 표지가 없는 동안 침몰선박에 부딪힐 위험을 줄여줄 것이다.

배가 인근에 다른 배와 함께 가라앉아 위치를 보고하거나 확인할 수 없는 경우에는 가능한 한 빨리 침몰 위치를 파악하여 항해 경보를 발령하고 침몰선박의 초기 표시를 할 수 있도록 해야 한다.

2.2.5 경비선의 배치

새로운 침몰 선박은 그 위치가 정확히 알려져 있지 않고, 아직 표시도 되어 있지 않을 때뿐만 아니라, 심지어 그 위치가 알려져 있고 침몰선박이 제대로 표시되어 있을 때도 선박의 운항에 매우 위험할 수 있다. 과거에, 많은 침몰선박들이 2차 사고, 오염 그리고 심지어 인명 손실을 야기 시키는 등 많은 문제점을 노출하였다.

위험 가능성이 있는 침몰선박이 발생하였을 때는, 관계 당국은 가능한 빨리 침몰선박의 위치 주변에 ‘경비선’을 보내서 침몰선박의 위치를 알려주는 것이 필요한지 결정하여야 한다. 경비정은 임무를 수행할 수 있는 장비를 갖추어야 하며 모든 기상 상태와 해상 상태에서도 침몰선박의 주변에서 정 위치를 유지할 수 있어야 한다.

경비선은 레이콘(모스 코드 ‘D’ 를 발사)을 갖추게 할 수도 있으며, 경비선 상부에 위험한 침몰선박을 위한 표시인 청색/황색의 교차 점멸등을 장착 할 수도 있다.

2.2.6 VTS의 임시운영

침몰선박 발생 위치가 통항분리해역(TSS), 사고예방해역(precautionary areas), 채널, 항만 접근 수역 등과 같은 해상 교통량이 빈번한 해역이거나, 경비선을 충분하게 배치할 수 없는 경우에는 침몰선박의 위치에서 임시 VTS를 설치하기 위한 조치를 고려해야 한다.

임시 VTS가 침몰선박의 위치에 설치될 경우에는 인증된 VTS 운영자를 고용하여 센터를 담당하도록 하여야 한다.

2.2.7 AIS applications의 적용

AIS 어플리케이션은 침몰선박의 구역을 물리적으로 표시하는 데 적합할 수 있으며, 침몰선박에 대한 정보를 알려거나 침몰선박을 가상으로 표시(가상 AIS) 하며, 날씨와 바다 상태로 경비선의 배치를 어렵게 하는 경우에 특별히 적용될 수 있다.

2.2.8 침몰선박의 초기표지

항해 선박에 위험이 되는 새로운 침몰 선박은 표시되어야한다. 기상 상태, 해상 상태, 그리고 새로운 침몰선박에 대한 알려지지 않은 사실들이 적절한 표시를 방해할 수 있다. 이러한 상황과 관계없이, 침몰 위치를 가능한 빨리 표시하고 항해 선박이 새로운 침몰선박으로 쉽게 인식할 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다.

IALA 국제해상부표식에서는 새로운 위험물 표시는 방위표지나 측방표지에서 사용되는 초급섬광이나 급섬광을 사용하여 모든 면에서 동일한 복수의 표지로 표시하도록 하였으며, 추가하여 모스부호 'D'를 송신하는 레이콘을 병설할 수 있도록 하였다.

IALA에서는 특히 새롭고 위험한 침몰선박의 표시를 위해 항해자가 쉽게 판별할 수 있도록 설계된 '비상 침몰선박 부표'를 설치하도록 권고하였다.

각 국가의 권한 있는 관리청은 새롭고 위험한 침몰선박을 표시하기 위해 그러한 부표 배치를 고려하여야 하며, 부표는 가능한 한 침몰선박에 가깝게 배치되어야 하며, 전개될 수 있는 모든 구역 내에 배치되어야 한다.

침몰선박 부표는 세로줄로 파란색과 노란색을 띠고 있으며, 등화는 파란색과 노란색이 번갈아 가며 깜박거리며, 이상적으로는 모스 코드 'D'가 발사되는 레이콘을 장착하여야 하며, 부표 특성 및 위치는 모든 가능한 수단을 사용하여 항해자에게 전달해야 한다.

침몰선박부표는 침몰선박이 널리 잘 알려지고 항해 간행물에 공표되어 위험이 없어지게 될 때까지 또는 침몰선박의 위치와 침몰선박 위의 표지와 같은 정확한 세부 사항이 영구적으로 수행될 때까지 제자리에 유지되어야 한다.

2.2.9 침몰선박의 조사

새로운 침몰선박에 대한 조사는 가능한 한 빨리 수행되어야 한다. 조사정보 및 세부 사항에는 최소한 침몰선박의 정확한 위치, 침몰선박의 안정성, 침몰선박의 방향 또는 선수 방향, 침몰선박 위의 수심 깊이와 같은 사항이 포함되어야 한다.

2.2.10 침몰선박 표지의 영구적 설치

침몰선박의 조사 세부 정보를 입수하는 즉시, 항로 및 교통 밀도와 같은 요인들을 고려하여 침몰선박의 표지를 재고해야 한다. 침몰선박의 영구적 설치를 고려할 때 고려해야 할 요소로는 ①국제해상부표식(MBS) 사용에서 MBS에 따라 초기 표시가 충분한지, 표시 위치를 다시 지정해야 하는지, 추가 표시가 필요한지, 다른 해결책은 있는지와 ②침몰선박의 위험 지표에서 AIS 및 항로표지(AtoN) 정보이다.

2.2.11 최신 정보 제공

사고와 관련된 추가 조사 내용과 정보를 입수하는 즉시 항행 관련 당국에 신속하게 통보해야 하며, 추가적인 새로운 조사 정보가 접수되면, 항해자들에게 항행안전정보시스템(EGC, NAVTEX, NOTMARs 등)을 통해 정보를 전달하여야 한다.

2.2.12 VTS 지속운영 고려

앞서 취해진 모든 조치(항행 경보, 표시 등)와 관계없이, 침몰된 위치에서 VTS를 계속 진행할지 결정할 필요가 있다.

예를 들어, 선박의 항로나 혼잡한 항로의 중앙에서와 같이 매우 위험한 침몰 선박이 있는 경우, 침몰 위치에 있는 VTS는 침몰선 또는 위험한 침몰선 부근을 통과하여 움직이는 선박들 간의 충돌을 방지하는 데 필수적이라고 간주될 수 있다.

VTS 및 도선사와 같은 지역 내 기타 연결된 서비스를 통해 위험한 침몰선박에 대한 항해자에게 통보를 하여야 한다.

2.2.13 침몰선 제거 필요성에 관한 고려

위험 평가, 교통 밀도, 교통 패턴, 침몰선박의 상부에서부터의 수심, 선박의 드래프트 제한 등을 고려하여 관계 당국은 침몰선박의 제거가 필요한지 여부를 검토해야 한다.

만약 침몰선박을 제거하기로 결정한다면, 포괄적인 구조 계획을 세워야 하며, 또한 위험을 다시 평가하고 운영의 모든 측면을 고려해야 한다.

2.2.14 침몰선박의 존치 시 고려사항

침몰선박을 제거하지 않기로 결정한 경우 영구적인 표시 요건은 IALA 국제해상부표식에 따라 적정한 수량의 부표 설치와 전파표지 설치를 재검토하고, 수로기관(해양조사원)을 통해 침몰선박이 영구적으로 해도에 표시되어야 한다.

<Fig. 5>는 침몰선박 발생 시 표지설치에 관한 플로어 차트이다.

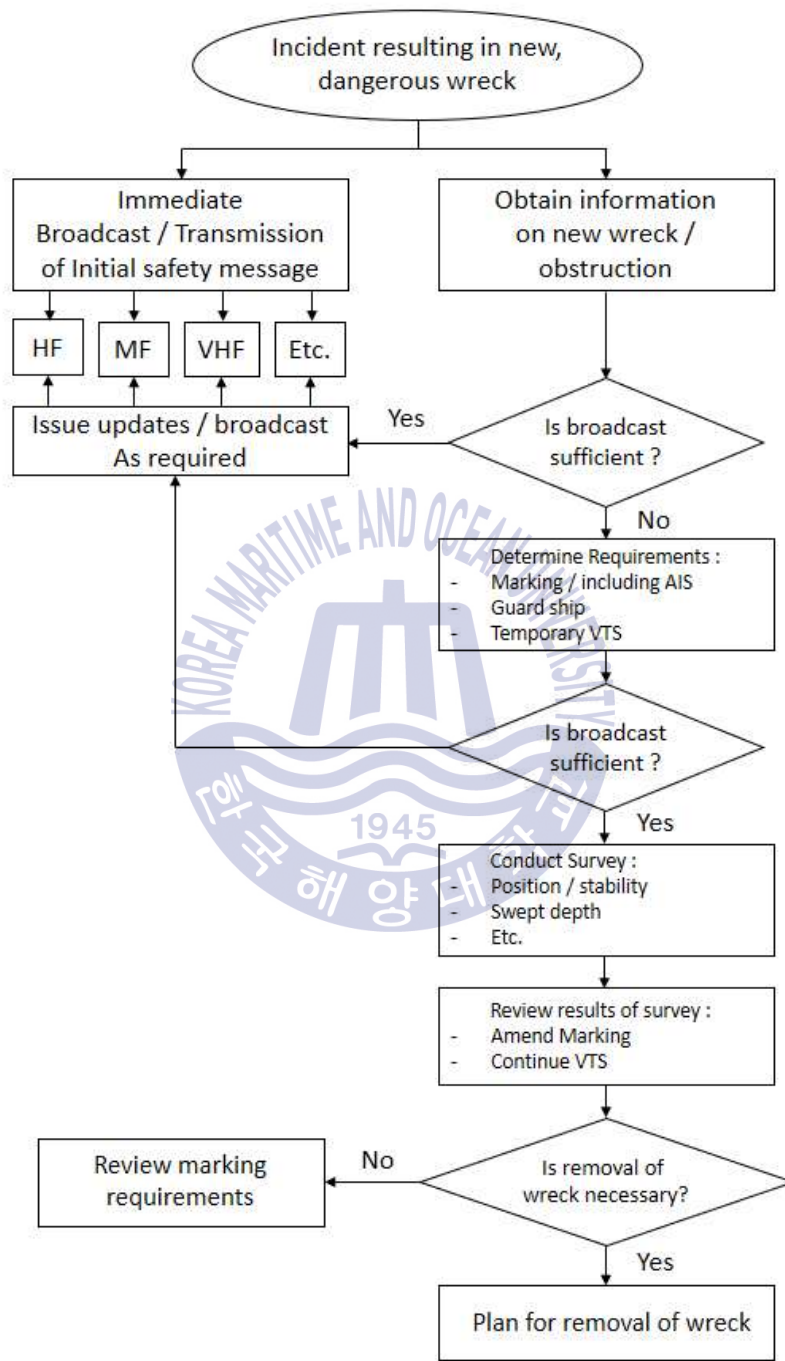


Fig. 5 Flow Chart for the Mark of Emergency sunken ships

2.3 국제 해상 인명 안전용 무선 설비 이용 방안

2.3.1 인명안전 해상통신 체계 발전현황

1980년대 이전의 초기 해상통신은 무선전보 및 무선전화 등 모스 부호에 의한 무선전신이 가장 중요한 통신수단이었으며, 단거리 통신에는 VHF 무선설비에 의한 통신과 중장거리 통신에는 MF/HF 무선설비에 의한 통신에 의존하였다.

1982년부터 1992년까지 중기의 해상통신은 INMARSAT 위성통신 서비스의 도입으로 위성전화 및 위성 텔렉스 통신이 가능해짐에 따라 해상에서의 위성통신 서비스가 제공되었으며, 이로 인해 모스 부호에 의한 무선전신 통신량은 급감하게 되었다.

1992년 이후부터 현재까지의 해상통신은 위성 및 디지털 통신기술을 이용하여 세계 어느 해역에서도 육상 수색구조 기관이나 인근 타 선박과 조난통신을 할 수 있도록 고안된 시스템인 세계 해상조난 및 안전제도(GMDSS)의 시행을 위해 조난 및 안전통신용 디지털선택호출(Digital Selective Calling, DSC), 협대역 직접 인쇄전신(Narrow Band Direct Printing Telegraphy, NBDP), 수색 구조용 위치정보 송신장치 (Search And Rescue Transponder, SART), 위성 비상위치 지시용 무선표지 설비(Emergency position indicating radio beacon, EPIRB) 등이 도입되어 조난안전 통신이 한층 강화되었다.

미래 해상통신은 음성과 영상이 결합된 멀티미디어 통신서비스가 실현될 예정이다.

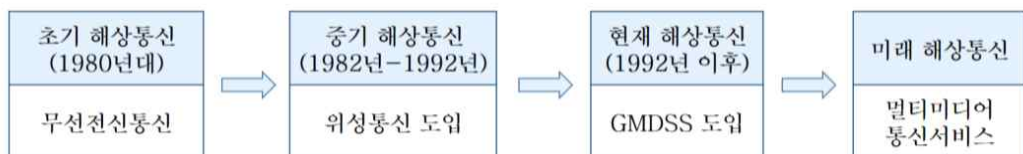


Fig. 6 Development stage of Communication system for Offshore business

2.3.2 해상디지털 통신

해상에서의 통신은 주파수 자원의 부족, 소요 정보량의 증가, 육상 무선 통신의 급속한 발전, 선원들의 인터넷 접속 요구가 증대됨에 따라 VHF 디지털 통신이 도입되면서 활발하게 이루어지고 있다.

해상 디지털 통신의 장점으로는 <Table 4>와 같이 주파수 자원(채널) 부족 완화(전송가능 정보량증가), 음성에 비해 짧은 전달 시간 및 높은 주파수 효율, 정확한 의미 전달 및 부정확한 이해 감소, 자동응답 가능으로 메시지 수신확인 가능, 화면에 계속 표시되어 검증, 복사, 저장이 가능하다는 것이다.

Table 4 Classification of Maritime communication data
(IALA Maritime Radio Communication Plan, 2009)

안전	운용	상업용
<ul style="list-style-type: none"> • AIS AtoN • Digital Selective Calling (DSC) • Long Distance Identification and Tracking • Differential GNSS • NAVTEX/Safety-Net • VTS coordination • Emergency SAR Distress and Urgency alerting/calling 	<ul style="list-style-type: none"> • Weather data • Ship reporting • Notifications to coastal States • Port arrival notification • IALA Maritime Information Objects • Electronic chart update • Access to vessel & equipment manuals • Remote maintenance & service • Telemedicine 	<ul style="list-style-type: none"> • Voyage orders • Commercial port services • Operational reports • Crew personal communications • Crew e-training • Cargo telemetry • Passenger Internet access • Point to Sale

2.3.3 GMDSS 체계

GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System : 세계해상조난 및 안전 제도)는 SOLAS 협약 및 1979년 해상 수색 및 구조에 관한 국제조약 (International Convention on Maritime Search and Rescue 1974, SAR)에 의해 해상에서의 조난사고 예방과 사고발생시 구조 활동을 수행하기 위한 전 세계

해상조난 및 안전제도이다.

SAR 조약은 해상 조난자를 신속히 효과적으로 구조하기 위하여 연안국이 자국 주변의 일정 해역에 대해서 수색 구조의 책임을 분담하고, 적절한 수색 구조 업무를 수행하기 위하여 국내 제도를 확립함과 동시에 관계국간에 해난 구조 활동의 조정 등의 협력을 행할 것을 결정하여 세계적인 수색 구조체계의 구축을 목표로 하는 것이다.

SAR 조약 채택 시 SAR-Plan을 효과적으로 수행하기 위해서는 조난 및 안전을 위한 통신망의 확립과 정비가 필요하다고 인식되어 IMO에 대하여 미래의 전세계적인 해상조난 안전 시스템(Future Global Maritime Distress and Safety System, FGMDSS)의 개발을 요청하였다.

이에 따라 IMO는 FGMDSS에 대하여 무선통신위원회를 중심으로 행할 것과 통신기능과 대상선박, 통신장치, 운용조건 등에 관하여 상세하게 심의·검토함으로써 1992년 GMDSS 체계가 도입되어 1999년 2월1일 전면시행이 되었다.

GMDSS의 기본개념은 조난선박이 조난경보를 발신하면 조난선박 인근의 타선박과 육상의 수색 구조 당국이 신속 정확하게 조난경보를 수신할 수 있도록 항행정보 및 기상정보를 포함한 해상안전정보의 유포 및 자동수신 체계를 구축하는 것이다. <Table 5>을 참고하면 기존의 조난통신은 MF 대역의 500kHz의 무선전신을 사용하는 조난통신과 MF/HF 대역의 2,182kHz 등을 사용하는 무선전화 조난통신 방식을 사용해왔으나, GMDSS에 따른 DSC가 도입됨에 따라 조난통신 버튼만 누르면 조난선박의 식별부호와 조난 위치 및 조난 시각이 발신되도록 변경되었다.

GMDSS의 주요기능은 선박국 대 해안국, 해안국 대 선박국 그리고 선박국 간의 조난경보 신호의 송수신이 지원되어야 하며, 수색·구조통신 및 현장통신도 가능하도록 DSC를 사용하는 2,187.5kHz, 4,207.5kHz, 6,312kHz, 8,414.5kHz, 12,577kHz, 16,804.5kHz, 156.525MHz 등의 주파수가 추가로 지정되었고, 1.6GHz를 사용하는 INMARSAT용 EPIRB 서비스가 중단됨에 따라 COSPAS-SARSAT 위성용 EPIRB는 406.025MHz를 사용하는 비콘이 포화 상태가 되어 406.028MHz, 406.037MHz 및

406.040MHz를 추가 지정을 하였다.

Table 5 Comparison of Communication methods
before and after introduction of GMDSS system

구분	GMDSS 도입 전	GMDSS 도입 후
조난통신설비	VHF Ch.16	VHF Ch.16
		VHF DSC(Ch.70)
	MF/HF SSB	MF/HF SSB
		MF/HF DSC
모스 무선전신 (1,600톤 이상)	MF/HF NBDP (무선텔렉스)	
조난위치 식별장치	방향탐지기	SART, EPIRB
조난 현장통신장치	-	2-way VHF
해사안전정보 수신장치	-	NAVTEX, EGG
해사위성통신	-	INMARSAT

GMDSS는 모든 국제여객선과 총톤수 300톤 이상의 국제화물선에 대하여 적용된다(SOLAS Chapter IX, Part A, Regulation 1.1). 따라서 <Table 6>과 같이 모든 국제 여객선과 총톤수 300톤 이상의 국제화물선은 SOLAS 협약에 따라 GMDSS 무선설비를 의무적으로 탑재하여야 한다.

Table 6 Radio equipment to be provided according to the GMDSS navigation area

구분	내 용	구비 무선설비
A1	해안국의 VHF 전화통신권역의 해역(약 20~30해리)	VHF, VHF DSC, VHF DSC 전용수신기, 위성 EPIRB
A2	해안국의 중단파대 무선전화 통신권역중 A1 해역을 제외한 해역(약 100~120해리)	VHF, VHF DSC, VHF DSC 전용수신기, 위성 EPIRB MF, MF DSC, MF DSC 전용수신기, NAVTEX 수신기, 레이더트랜스폰더, Two-way VHF
A3	INMARSAT의 통신권 해역으로 A1, A2 해역을 제외한 해역(남북위 70도 이내)	VHF, VHF DSC, VHF DSC 전용수신기, 위성 EPIRB, MHF NBDPM MHF DSC, MHF DSC 전용수신기, NAVTEX 수신기, 레이더트랜스폰더, Two-way VHF, INMARSAT-C형
A4	A1, A2, A3 해역을 제외한 해역 (남북위 70도 이상 극지방)	A3 해역과 동일

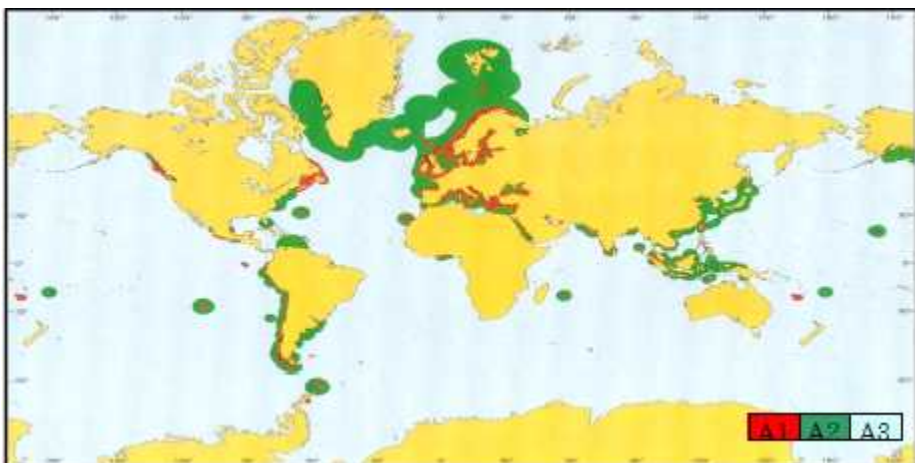


Fig. 7 GMDSS sea area classification

2.3.4 e-Navigation 체계

e-Navigation은 IALA에서는 선박의 항구 출발부터 목적 항의 부두 접안에 이르는 전 과정의 안전과 보안을 위한 관련 서비스 및 해양환경 보호 증진을 위해 전자적인 수단으로 선박과 육상 관련 정보의 조화로운 수집, 통합, 교환, 표출 및 분석을 수행하는 개념적 체계라고 정의하고 있다.

즉, 선박 내 다양한 전자항해 장비를 연계·표준화하여 항해사가 안전항해에만 전념하도록 하는 신개념 선박운항 체계로써 선박에 맞춤형 해상안전정보를 제공하고 육상에서 선박운항을 모니터링 하여 충돌·좌초 등 위험상황을 자동으로 인지하고 경고하는 시스템이라고 할 수 있다.

e-Navigation을 구성하는 것은 선박(Onboard), 육상(Ashore), 통신(Communications)으로 선박(Onboard)은 본선의 다양한 정보들의 통합을 통한 안전성 향상, 다양한 지원 정보들의 제공, 시스템 및 장비 간 표준화된 인터페이스로 호환성 극대화, 항해 감시 등의 작업을 위한 효율적이고 기능적인 시스템 및 서비스 제공을 목적으로 한다.

육상(Ashore)은 쉽고 표준화된 형식으로 대용량 데이터를 선박과 교환하고 보다 효율적인 선박 통항관리와 관련 서비스 제공을 목적으로 한다.

통신(Communications)은 <Fig. 8>에 나타난 바와 같이 선박-선박, 선박-육상 간 끊임없는 정보 교환을 목적으로 한다. 즉, 선박과 육상간의 목적으로 위해 통신이 매개되는 것이다.

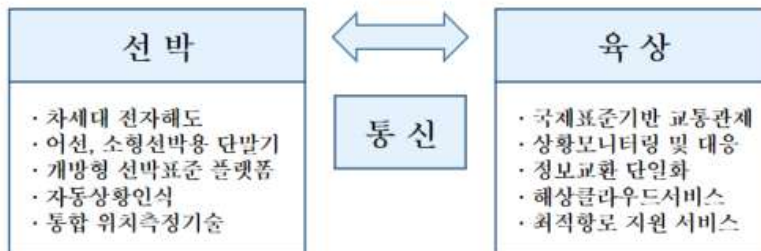


Fig. 8 e-Navigation Component

IMO에서는 e-Navigation을 실현하기 위한 전략계획에서 사용자에게 대한 정의, 사용자 요구사항에 대한 정의를 통하여 5개 지역(항만구역, 연근해 및 제한수역, 대양횡단경로, 연안(offshore), 인프라 지역, 극지 및 기타 원격지역)에서 해안과 선박 간의 해상 서비스와 관련된 전자 정보 제공을 위한 조율된 체계의 서비스를 해상 서비스 포트폴리오 또는 MSP라고 한다.

Table 7 Maritime Service Portfolios

MSP	Identified Services	
1	VTS Information Service(IS)	VTS 정보 서비스
2	Navigational Assistance Service(NAS)	항해지원 서비스
3	Traffic Organization Service(TOS)	통행편성 서비스
4	Local Port Service	지방항만 서비스
5	Maritime Safety Information Service(MSI)	해양안전정보 서비스
6	Pilotage service	도선 서비스
7	Tug Service	예선 서비스
8	Vessel Shore Reporting	선박연안보고
9	Telemedical Assistance Service(TMAS)	원격의료지원 서비스
10	Maritime Assistance Service(MAS)	해사보조 서비스
11	Nautical Chart Service	해도 서비스
12	Nautical Publications Service	수로서지 서비스
13	Ice Navigation Service	빙해항해 서비스
14	Meteorological Information Service	해상기상정보 서비스
15	Real-time Hydrographic and Environmental Information Service	실시간 수로 및 환경정보 서비스
16	Search and Rescue Service	수색구조 서비스

<Table 8>은 스마트폰과 e-Navigation을 비교하고 특화된 기능을 나열하였다.

Table 8 Comparison of e-Navigation and Smartphone (해양수산부, 2013)

구분	장비	통신	서비스
스마트폰			
	안드로이드, 아이폰	LTE, 3G, CDMA	카카오톡, 트위터, 게임, 기상정보 서비스 등
e-Navigation			
	<ul style="list-style-type: none"> • 항만, 해양관련 정보(Big data) 통합, 서비스 장치 * 대용량 정보 처리 기술, 광역 모니터링 기술, 시스템 연계기술 • 통합항해장비시스템(INS) * 항해통신장비 통합 아키텍처, 지능형 상황인식, 추론기술등 • e-Navigation형VTS • GIC·MS 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> • 해양 위성통신 • 해양 인터넷 기술 - 선박 간, 선박과 육상간, 육상과 육상 간 통신(4S) • 해양 구난 통신 시스템(GMDSS) 	<ul style="list-style-type: none"> • VTS 정보 서비스 • 비상상황지원서비스 * 항로이탈,장비고장등 • 해상안전정보서비스 * 사고, 수색구난, 기상, 해도정보 • 입출항 관련 서비스 * 도선, 예선 서비스 • 선내원격모니터링 및 의료지원 등 • 생활 뉴스서비스

한국형 e-Navigation은 2020년 상용화를 목표로 선박의 출항 준비에서부터 입항까지 선박 운항의 전 단계에서 실시간 안전정보를 제공하고 사고 위험을 회피하도록 지원하는 전략과 시스템이다. 항행 선박에 휴대폰용 초고속 무선통신, 인터넷망을 깔아 안전한 항로를 탐색하고 위험항해에 방해되는 조류, 기상 등의 실시간 정보를 선박에 제공해 안전항해를 돕는다. 한국에서는 상선뿐 아니라 선박사고의 70%를 차지하는 각종 어선 등에도 e-Navigation을 설치하는 것을 목표로 하고 있다. <Fig. 9>는 한국형 e-Navigation 서비스의 예시이다.

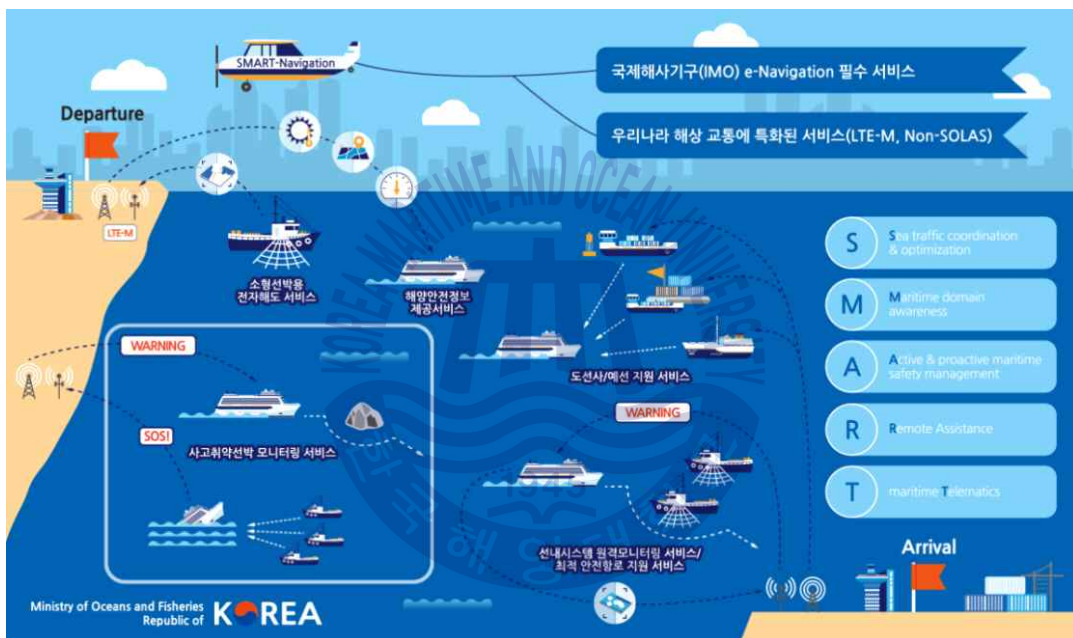


Fig. 9 SMART-Navigation Project

2.3.5 DSC (디지털선택호출장치)

디지털선택호출장치(DSC)는 MF(중파대), HF(단파대), VHF(초단파대) 주파수 대역을 이용하는 무선설비에 부가된 것으로, 일정한 형태의 디지털신호로 처리된 부호를 사용하여 각종 호출 및 응답을 자동으로 처리하는 장치이다.

최근에는 무선설비의 기술발전으로 DSC 및 DSC 전용수신기가 무선설비 기능

일부에 포함되어 사용되고 있어, DSC의 통신은 무선전화장치 또는 직접인쇄전신(NBDP) 등의 채널을 이용하여 사용되고 있다. <Fig. 10>은 초단파대 디지털 선택 호출장치이다.



Fig. 10 DSC Device

DSC 호출은 조난, 전 선박, 개별부호 등의 종류가 있고, 각종호출(호출에 이어지는 통신을 위해 전파의 형식, 주파수 등의 정보, 조난위치, 조난의 원인 등의 정보)를 포함시키는 것이 가능하다.

DSC 장치는 이 호출부호를 수신함으로써 정보를 표시하고 인지하여 필요에 따라 응답신호를 송신함과 동시에 조난경보 등의 중요한 호출의 경우는 경보를 발사하는 동작을 한다. 또한 착신표시는 착신음과 동시에 표시기 등에 표시되며, 내용을 확인하고자 할 때에는 표시내용에서 응답을 원하는 것을 판단한다.

따라서 DSC는 각종 호출 중 선박의 조난 시 조난신호를 주변 선박 및 해안국 등에 자동으로 전송하여 손쉽게 구조를 할 수 있도록 하는 장치로써 해안국이 조난신호를 수신하면 이를 수신했다는 수신 확인 통보를 하고, 또한 조난신호를 받지 못한 타 선박 및 해안국으로 조난 신호를 중계하는 역할을 수행한다.

DSC를 사용한 조난통보는 <Fig. 11>의 개념도와 같이 정해진 형식에 따라 자기식별, 조난위치, 조난시각, 원인 및 조난안전통신수단을 나타내는 메시지를 송신(긴급 시에는 몇 가지 정보를 생략하거나 버튼 한 개로 송신이 가능)하지만, 그 작업을 원활히 할 수 있도록 하기 위하여 선상에 배치할 때에는 DSC와 선위 측정장치 등을 연결하여 위치나 시각정보가 항상 갱신되도록 해두어야 한

다.

DSC는 MF(2187.5kHz), HF(4207.5kHz, 16,312kHz, 8,414kHz, 12,577kHz, 16,804kHz), VHF(156.525MHz)의 주파수 대역을 사용한다.

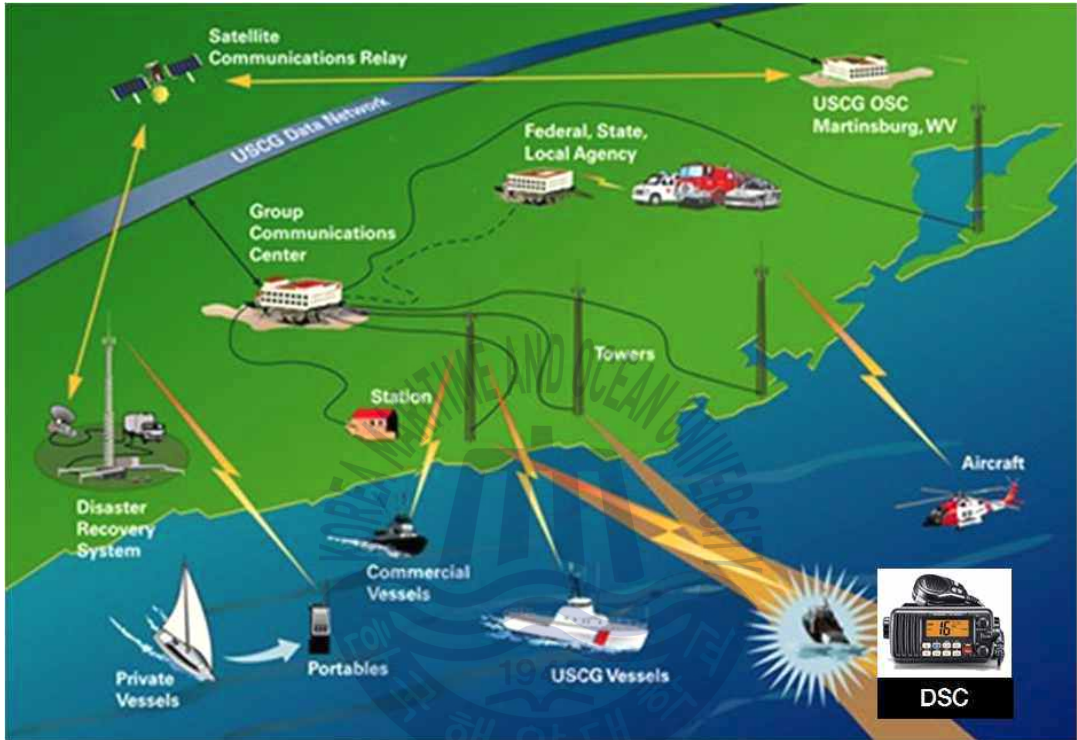


Fig. 11 DSC Distress Signal Notification Concept

2.3.6 SART (Search and Rescue)

해상 수색 구조에 관한 협약(International Convention on Maritime Search and Rescue, SAR)에서는 해상 수색구조를 위한 선박보고 제도를 규정하고 있다.

SAR 협약 상 선박보고제도는 현시점 또는 일정시간 이후 시점에서 선박의 위치를 판단할 수 있도록 선박의 항해계획과 위치에 관한 사항이 보고되어야 하고, 선박의 항적을 지속적으로 유지관리하며, 국제적으로 표준화된 양식과 절차에 따라야 한다.

보고는 항해계획, 주기적인 위치보고와 항해 종료보고로 구분되며, 선박보고 제도를 시행하는 협약당사국에서는 위치정보를 수집할 수 있는 수단을 확보하고 수색구조 관할 해역 내에 운항하는 선박에 대하여 위치보고에 참여토록 독려해야 하고, 수색구조를 목적으로 타 당사국의 요청이 있을시 기록·저장된 선박의 위치정보를 제공하여야 한다.

수색 구조용 위치정보 송신장치(SART)는 선박용 구난장비 중 대표적인 통신 장비로써 구조자가 조난자를 최종적으로 수색할 때 이용되는 설비이며, 휴대가 용이하고 작동이 간편하여 조난선에서 멀리 떨어져 있는 경우에도 SART를 작동시키면 조난자의 위치발견이 쉽다. <Fig. 12>는 사라콧사의 트랜스폰더이다.



Fig. 12 SART Device

SART는 구조선박의 레이더에 20개의 점선으로 위치가 표시되므로 조난자의 위치를 파악할 수 있어 조난선박 또는 생존자에게 정확히 접근할 수 있다.

SART의 응답파는 레이더 펄스파의 수신에 동기해서 9GHz 레이더 주파수대역의 전폭을 고속으로 소인하는 방식을 취하고 있으므로 9GHz 대역을 사용하는 선박은 레이더를 개조할 필요 없이 사용 가능하다.

최근조난사고 시 인근 선박의 자동식별장치(AIS)에 위치정보 등을 제공하는 AIS-SART가 도입되어 조난구조 업무가 강화되고 있다. <Fig. 13>은 SART의 동작원리이다.

SART의 사용주파수 대역은 9,200MHz ~ 9,500MHz이고, AIS-SART는 161.975MHz, 162.025MHz이다.

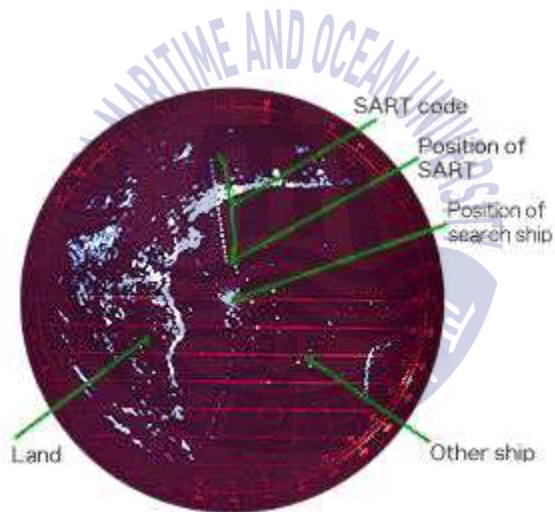


Fig. 13 How SART works

2.3.7 EPIRB

위성 비상위치 지시용 무선표지설비(위성EPIRB, Emergency Position Indication Radio Beacon)는 선박조난 시 위성 주파수를 이용하여 생존자의 위치를 무선표지 신호로 발신하는 설비이다.

EPIRB는 선박이 침몰하거나 전복되는 경우 자유로이 부양하여 자동으로 작동되거나 수동으로도 작동할 수 있도록 설계되어 있으며, 휴대가 간편하고 위성을 이용함으로써 조난선에서 멀리 떨어져 있어도 조난자의 위치를 쉽게 찾을 수 있다는 장점이 있다.

대표적인 위성 EPIRB 시스템으로 COSPAS-SARSAT⁵⁾ 시스템을 들 수 있다. 이는 조난선에서 자동적으로 이탈, 해면에 부상하여 전파를 발사하는 장치로써, 육상국에서는 EPIRB로부터 발사된 조난정보용 주파수 406.025MHz의 전파를 극궤 도주회위성을 경유하여 수신하도록 되어 있으며, 수신된 전파와 위성이 측정한 DOPPLER SHIFT 등의 정보를 기초로 하여 EPIRB의 위치를 산출(측정정도는 수 km)하는 것이다.

따라서 406MHz 위성 EPIRB는 GMDSS의 하나의 시스템인 COSPAS-SARSAT에 의해 사용되는 것으로, 비상상태가 발생하여 침수되었을 때 수압을 감지하여 자동적으로 이탈·부상하여 송신을 개시하는 자동부상형의 BEACON이다.

406MHz의 송신신호에는 식별부호, 조난신호가 포함되어 있으며, 작동시간이 48시간 이상 유지되어야 하며, EPIRB에서 송신된 신호는 COSPAS-SARSAT 위성이 도플러시프트에 의해 검출하여 LUT(사용자 단말, Local User Terminal)라고 하는 지상국에 중계한다.

<Fig. 14>와 같이 사용자 단말에서 분석된 EPIRB 위치를 포함한 정보는 조난 구조센터(RCC, Rescue Coordination Center)로 보내져 구조 시스템이 이루어지며, 이에 의해 즉시선박, 항공기 등에 의한 수색 구조 활동이 개시된다.

5) COSPAS-SARSAT 시스템은 구 소련 위성 수색구조시스템인 COSPAS와 미국, 캐나다, 프랑스의 위성수색구조시스템인 SARSAT가 통합된 시스템으로, 당사자간의 양해각서 체결로 1980년 8월 13일 설립되었다

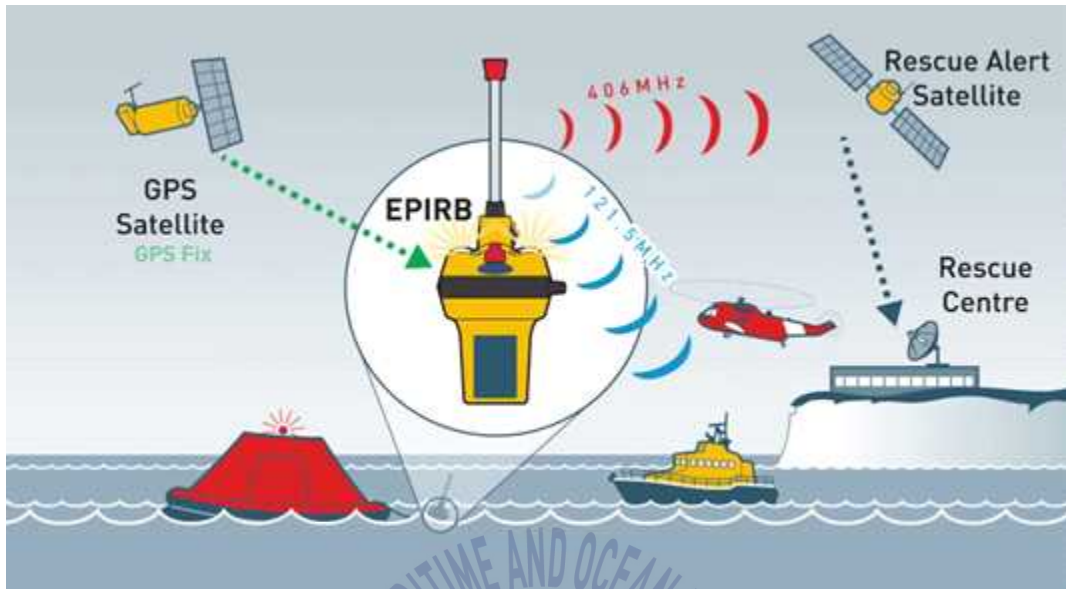


Fig. 14 Satellite EPIRB

이 위성EPIRB는 전 세계적으로 이용할 수 있는 수색구조체제를 갖추고 있다. EPIRB를 사용한 조난통신 방식의 특성은 다음과 같다.

①인위적인 조난신호 발신이 어려운 상황에서 선박의 침몰 시 자동으로 조난신호가 발신을 하고, ②2단계 작동방식에 의해 조난신호가 발신되도록 함으로써 실수에 의한 허위 의 조난신호를 방지하며, ③조난신호가 발신된 경우 발광신호로 표시함으로써 조난신호가 발신되는 것을 사용자가 가시적으로 식별이 가능하다. ④저궤도 위성에 추가하여 정지궤도 위성과 정지궤도용 GEOLUT (GEOSAR system Local Users Terminals)를 도입하여 조난 수색구조를 보다 신속하게 한다.

2.3.8 NAVTEX (Navigational Telex)

네비텍스(NAVTEX, Navigational Telex) 수신기는 협대역 직접 인쇄전신(NBDP, Narrow-Band Direct Printing Telegraph)의 수신전용 장치로써, 연안항해선박에 대하여 필요한 해상안전정보(MSI, Maritime Safety Information), 즉 항행정보, 기상정보 및 기타 긴급정보 등의 수신에 사용되며, 해상인명안전협약(SOLAS)의 세계해상조난 및 안전제도(GMDSS)에 따라 선박에 의무적으로 탑재하는 주요 무선설비이다.

네비텍스수신기는 518kHz의 영문방송 및 490kHz의 한글방송을 일정한 형식에 따라 필요한 정보를 선택 수신할 수 있으며 자동수신이 가능하다는 특징이 있으며, 해상안전정보의 송신은 타 지역과 중첩되지 않도록 미리 시간적으로 구분되고 있으며, 정보의 내용도 항행정보, 일기예보 등으로 구분되어 있다.

항행정보, 기상정보 및 수색과 구조에 관계되는 모든 정보가 네비텍스 해안국에 수집되면, 네비텍스 해안국은 이를 당해 해안국들의 협조를 얻어 필요로 하는 해역에 방송될 수 있도록 단수 또는 복수로 방송한다.

네비텍스수신기는 이들 송신국 및 정보내용에 대한 항행정보, 기상예보 및 조난구조 정보를 제외하고 선택할 수 있으며, 해상안전정보 서비스 구역은 해안에서 250해리 내지 400 해리가 된다.

네비텍스수신기 시스템의 특징은 일정한 정보를 선택 수신할 수 있는 것과 육상국에서 방송한 항해정보와 기상정보 등이 직접인쇄방식으로 자동적으로 선교에 있는 항해사에게 전달되는 것이다.

동작원리는 518kHz의 협대역직접인쇄전신(FEC MODE)에서 송신되는 항행정보, 기상정보, 수색구조 등에 관한 정보를 자동적으로 수신하여 PRINTER에 의해 일정한 양식으로 기록된다.

공해상이나 원양해역 및 네비텍스 업무가 제공되지 않는 해역을 항행하는 선박을 위한 해상안전정보의 방송에는 단파대의 협대역직접인쇄전신(NBDP) 또는 인말세트(INMARSAT)가 제공하는 고기능 그룹호출 (EGC, Enhanced Group Call)

시스템을 이용한다.



Fig. 15 NAVTEX Receiver

2.3.9 VHF TWO-WAY Radiotelephone

초단파대 양방향무선전화장치(VHF TWO-WAY Radiotelephone)는 해상인명안전협약(SOLAS)의 세계해상조난 및 안전제도(GMDSS)에 따라 선박에 의무적으로 탑재하는 주요 무선설비에 해당한다.

즉, 해상인명안전협약(SOLAS)에서는 해역 구분에 따라 모든 국제여객선과 총톤수 300톤 이상의 국제화물선에 초단파대 양방향무선전화장치를 의무 탑재하도록 규정하고 있다.

초단파대 양방향무선전화는 조난현장에서 생존정과 구조정 상호간 또는 생존정과 구조항공기 상호간에 조난자의 구조에 관한 통신에 사용되는 휴대형 VHF 무선전화기로써 다음과 같은 특성을 갖추어야 한다.

쉽게 조작할 수 있어야 하며, 휴대가 편리해야 하고, 예리한 모서리 등이 없어야 하며, 옷에 붙이거나 목에 걸 수 있는 장치가 되어 있으며, 전원공급 후 5초 이내에 작동이 되어야 하며, 또한 작고 가벼우며 방수처리가 되어야 하며, 작동 방법이 표시되어 있어야 하고, 취급 방법이 물에 지워지지 않도록 해야 한다.

초단파대 양방향무선전화는 156.8MHz를 포함한 2과 이상의 해상이동업무용 초단파주파수를 내장하여야 하고, 통상 출력은 1W이며, 최저 출력은 0.25W이고

수직편파를 사용하는 장비이다. 또한 전지의 용량은 통상 8시간이다.



Fig. 16 VHF TWO-WAY Radiotelephone

2.3.10 AIS (Automatic Identification System)

선박자동식별장치(AIS)는 디지털 VHF 무선 Transponder 시스템으로써 선박이 어느 해역을 향해 중이던지 지속적인 모드로 작동되도록 되어 있다.

데이터 통신을 위해 해상 이동주파수대역 내의 2개 VHF 주파수 채널(87B, 88B)이 사용되고, 각 채널은 9,600bps의 전송율을 가지며, 분당 2,000개의 정보 전송이 가능하다. AIS는 2개의 독립된 수신기와 1개의 송신기로 구성되어 있으며, 수신기는 2개의 채널에서 동시에 정보를 수신할 수 있고, 송신기는 2개의 채널을 번갈아 송신한다.

AIS 채널접속 프로토콜에는 자동시분할다중접속(S(O)TDMA) 방식, 시분할다중접속 방식(TDMA, Time Division Multiple Access), 임의접속시분할다중접속 방식(RATDMA Random Access Time Division Multiple Access), 고정접속시분할다중접속 방식(FATDMA, Fixed Access Time Division Multiple Access) 등이 있다.

AIS는 채널활용의 극대화를 위해 SOTDMA 방식을 사용하며, GPS 시간을 이용하여 동기 설정이 되는데 이것은 하나의 기준시간 동안 육상국 및 모든 AIS

탐재선박들이 시간 간격 할당(time slot allocation)을 하도록 하는 방식으로 주로 위성위치확인시스템(GPS, Global Positioning System) 시간을 이용하여 동기가 설정된다.

즉, 하나의 무선주파수 채널을 2,250개의 time slot으로 나누어 각 선박에 할당하고, 각기 주어진 시간 간격으로 정보를 송신하면 다른 선박에서는 동시에 이들 정보를 수신하게 되는데 송수신은 선박의 속도, 선수 회두각속도 비율 등의 항행조건에 따라 위치보고 주기가 정하여지고, 송신을 위한 적절한 time slot을 상호간 송신충돌을 피하면서 선박마다 자율적으로 정할 수 있게 하는 것이 SOTDMA방식이다. <Fig. 17>는 AIS 프레임 구성을 나타내었다.

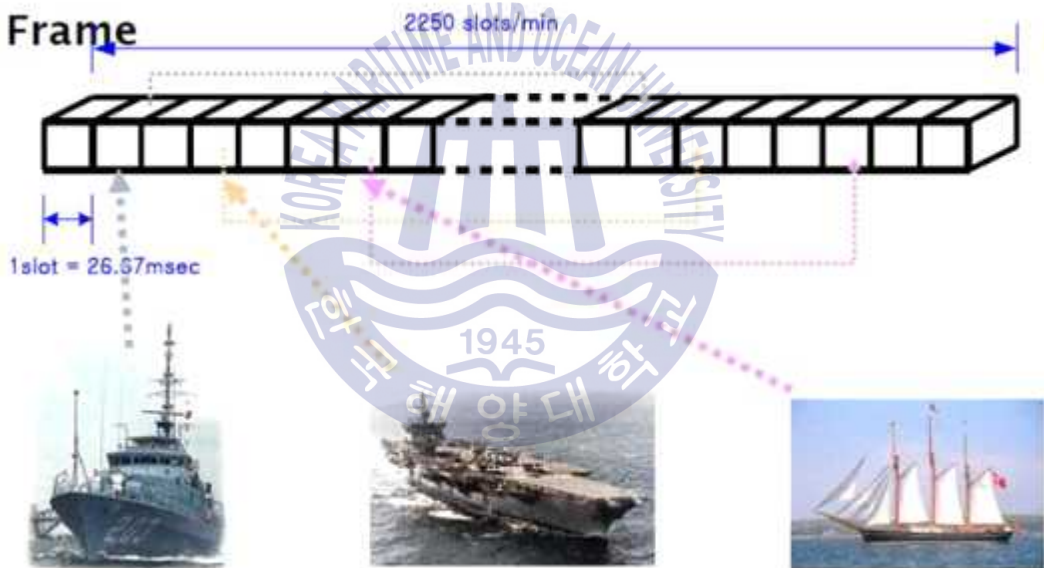


Fig. 17 AIS Frame Configuration

GPS 수신기는 정확한 시간, 선박위치, 항해데이터를 제공하고, 선박용 AIS 통신프로세서는 이들 정보를 방위계, 선속계 등 선박 센서로부터 데이터명 및 선명, 호출부호 등의 정적자료와 항해관련 자료를 함께 송신하고 타 선박 및 육상기지국으로부터의 정보를 수신하여 모니터에 표시함으로써 선박과 선박 상호간에 또는 육상(해상) AIS 기지국에서 선박식별을 자동적으로 할 수 있게 해준다.

해안기지국용 AIS는 각 선박으로부터의 정보를 수신하여 모니터에 표시하고, 항해안전정보를 각 선박에 전송하며, 필요시 네트워크를 통하여 타 기관에 전송하여 해상에서의 운항선박에 대한 정보를 다양하게 활용하게 할 수 있다.

AIS의 전파의 특성은, 주파수는 VHF Ch.87(161.975MHz), Ch.88(162.025MHz)이며, 채널간격은 12.5 ~ 25kHz이다. 주파수 오차율은 송신기 무변조 반송파의 주파수와 요구되는 주파수와의 기준이 $\pm 1.5\text{kHz}$ 이며, 반송파 출력(Carrier Power)은 50Ω 부하에 전달되는 평균전력 $12.5\text{W}(41\text{dB})\pm 1.5\text{dB}$, $2\text{W}(33\text{dB})\pm 1.5\text{dB}$ 이다. 변조주파수(Modulation Spectrum)는 25kHz Bandwidth(0101, 0011), 12.5kHz Bandwidth(0101, 0011), 25kHz DSC이며, 스퓨리어스 방사(Spurious Emission)는 $0.25\mu\text{W}$ (1GHz까지), $1\mu\text{W}$ (2GHz까지)이다.

AIS는 선박국용 AIS(Class A, B), 수색 구조용 위치정보 송신장치를 이용한 AIS(AIS-SART, AIS Search and Rescue Radar Transponder), 항로표지용(AtoN) AIS 등이 있으며, 최근 선원 위치 발신장치(MOB, Man Overboard)가 개발되어 이용되고 있다.

<Table 9>는 AIS 접속채널을 비교 분석한 표이다.

Table 9 AIS channel access protocol comparison

구 분	SOTDMA	FATDMA
용도	이동기지국에서 자율적이고 연속적으로 선박의 위치정보 및 항해정보를 교환하기 위해 사용	기준국(운영국)이 반복적인 메시지를 전송하기 위해서 사용 (특수한 경우 SAR AIS에서도 사용)
알고리즘	기지국간의 데이터 교환시 통신 충돌을 최소화하고 충돌이 발생할 경우 제어 기지국의 중재 없이 빠르게 해결할 수 있는 방법을 제공	첫 슬롯을 사용하기 위해 프레임의 시작점을 참조하고 슬롯이 사용되기 시작하면 미리 설정/계산된 반복주기에 의해 운용

2.3.11 선박국용 AIS

선박국용 AIS는 SOTDMA 방식의 Class A와 Class B, CSTDMA 방식의 Class B 로 구분된다. Class A는 국제해사기구(IMO)의 AIS 탑재요건을 만족하고 Class B 는 국제해사기구의 AIS 탑재요건 중 일부 기능만을 제공한다.

Class A는 데이터 송수신중 발생하는 slot의 충돌을 최소화하기 위하여 SOTDMA 방식을 사용하며, 메시지 보고주기에 따라 주기적으로 송수신하도록 설계되어 있다.



Fig. 18 Class A Device Configuration

Class B는 SOTDMA 및 CSTDMA 방식을 사용하며, Class A와 상호운용이 가능하고 SOTDMA를 사용하는 기존의 망에 부하를 주지 않는 범위 내에서 비어 있는 slot에만 자신의 정보를 송수신하도록 설계되어 있다. 인근의 선박에만 자신의 정보가 표시될 수 있으며 AIS망의 부하가 심할 경우에는 송신하지 않는다.



Fig. 19 Class B Device Configuration

AIS는 슬롯에 정적(고정)정보, 동적(유동)정보, 항해정보, 안전정보 등의 메시지를 전송한다. 정적정보는 6분마다 또는 데이터가 수정되거나 요구가 있을 경우 IMO 번호, 호출부호(MMSI, Maritime Mobile Service Identity)와 선명, 선박의 길이와 폭, 선박의 종류, 선박추위시스템의 설치위치(선박중심선 상의 선수 또는 선미, 좌현 또는 우현) 등이 포함된다.

동적정보는 정확한 선박위치 표시 및 동작상태, 협정시계시(UTC), 대지침로, 대지속력, 선수방향, 항해상태, 선회율(rate of turn) 등이 포함된다.

<Fig 20>은 AIS 메시지의 표시 형식의 예시이다.

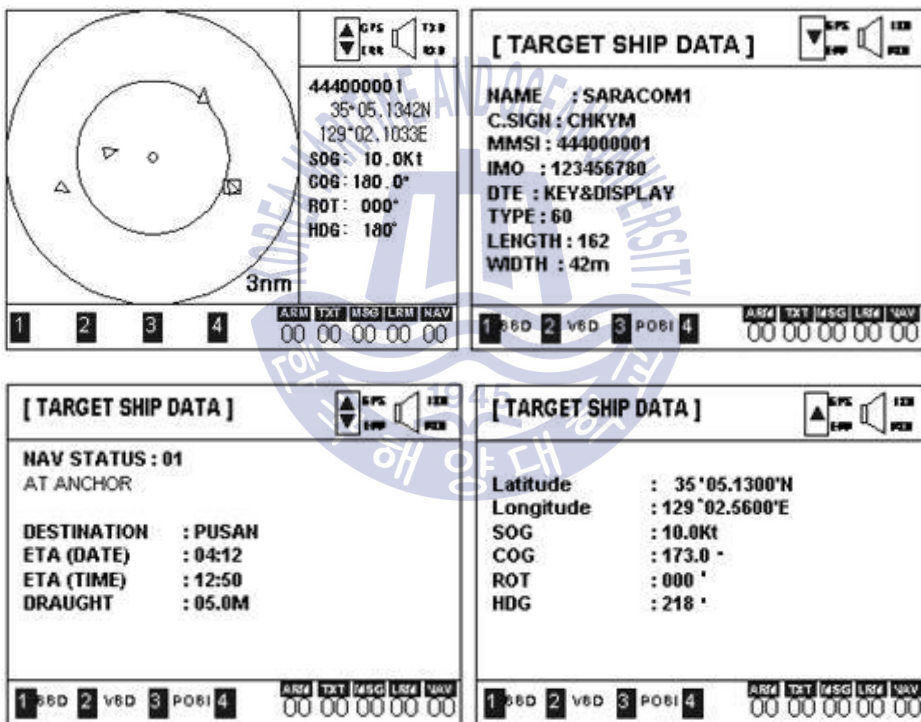


Fig. 20 AIS Message Display Format

2.3.12 AIS SART

수색 구조용 위치정보 송신장치(SART)는 선박용 구난장비 중 대표적인 통신 장비로써 구조자가 조난자를 최종적으로 수색할 때 이용되는 설비이며 현재 유통되는 제품들은 <Fig. 21>와 같다.



Fig. 21 AIS-SART Device

SART는 휴대가 용이하고 작동이 간편하여 조난선에서 멀리 떨어져 있는 경우에도 SART를 작동시키면 조난자의 위치발견이 쉽다는 장점이 있다.

AIS-SART는 2007년 10월 국제해사기구(IMO)의 관련 기술 기준(IMO 결의 MSC.246(83))규정 및 해상인명안전(SOLAS) 협약의 갱신으로 선박에 탑재되도록 고안된 장비이며, 2010년 이후부터 GMDSS시스템으로 수색구조용 레이더 트랜스폰더(레이더용 SART)를 대체하여 사용되었다.

AIS-SART는 내장된 GPS 칩셋에서 좌표정보를 추출하여 AIS 통신규격에 맞는 조난신호를 신속, 정확하게 송출한다.

<Fig. 22>는 AIS-SART의 개념도 이고, <Fig. 23>은 AIS-SART의 블록도를 나타내었다.

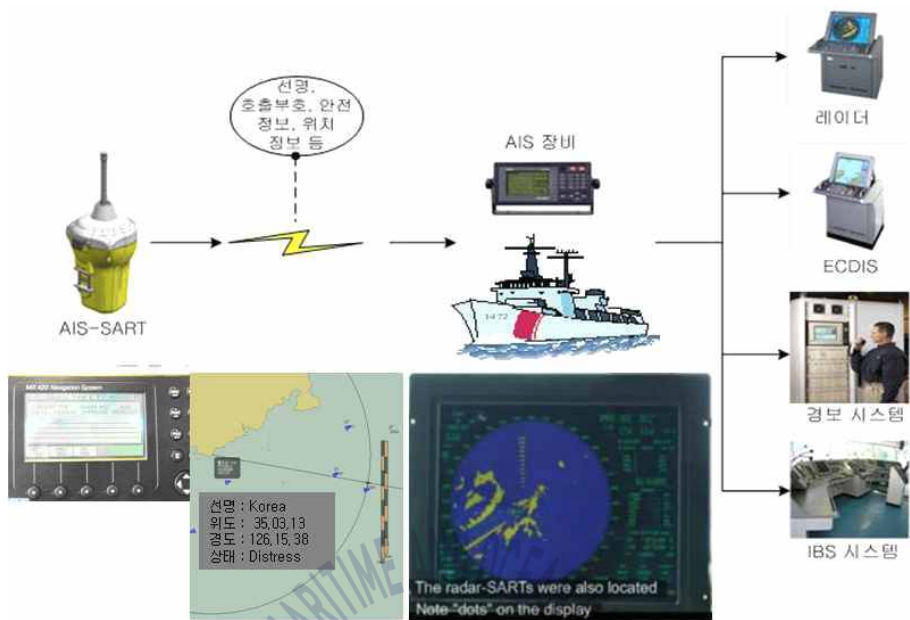


Fig. 22 AIS-SART Concept Map

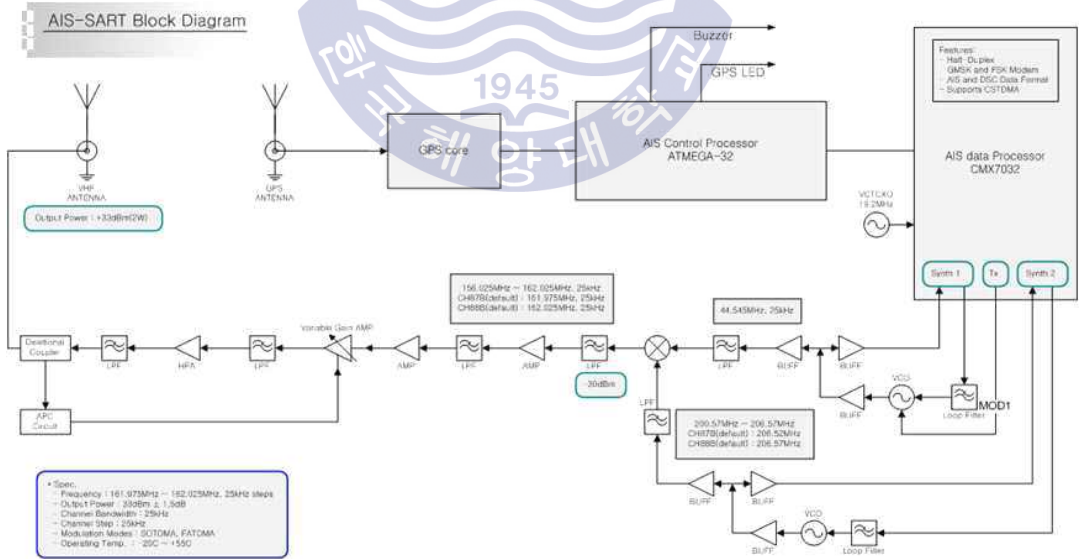


Fig. 23 AIS-SART Block Diagram

2.3.13 AtoN AIS

항로표지용(AtoN) AIS는 선박에서 사용하는 AIS와 VHF 통신채널의사용 등 유사한 기능을 가지고 있으며, 고정접속시분할다중접속 방식(FATDMA)으로 작동하여 사전에 규약된 특정 시간슬롯을 통하여 항로표준의 기본정보와 해양기상 관측 정보를 전달한다.

<Fig. 24>는 AtoN AIS 하드웨어 구성된 부품의 명칭을 설명하였다.

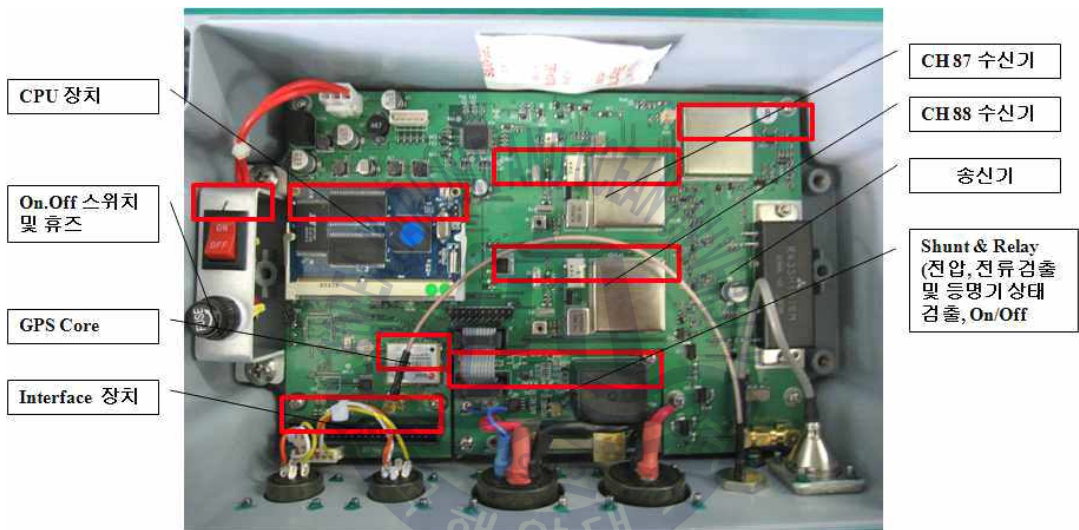


Fig. 24 AtoN AIS Hardware Configuration Diagram

항로표지용(AtoN) AIS 메시지는 국제항로표지협회(IALA)에서 권고하는 바와 같이 항로표준의 기본정보는 AIS 메시지 21번, 항로표지 및 기타 장비의 운영 정보는 메시지 6번, 그리고 해양기상관측정보는 메시지 8번을 통하여 제공한다. 운용센터는 자국에서 AtoN AIS 장치에 대한 정보를 방송하도록 명령하며, 다른 장치를 통해 획득한 정보를 자국에서 임의로 한 번씩 송신하도록 명령한다. 운용센터에서 자국에 가상 및 의사 AtoN AIS의 설정에는 메시지 6번을 통해 제어한다. 자국은 자국의 고유 메시지 21번에 추가, 가상 및 의사 메시지 21번을 방송한다. 메시지 21번의 기본 동작은 선박 및 운용센터에 전달하며, 메시지 6번의 자국 AtoN AIS 장치에 대한 제어 명령은 운용센터에서 발생하여 자국에

2.3.14 AIS-MOB

최근 신규 조난구조 무선설비인 선원 위치 발신장치(MOB, Man OverBoard System)가 도입되고 있으며, 이에 IMO, ITU 등 국제기구는 MOB의 기술기준을 마련하기 위한 논의가 진행되고 있다.

MOB 시스템이란 선박 탑승자가 바다에 낙수한 경우 휴대한 조난구조 설비의 신호를 자동 또는 수동으로 모션 또는 기지국에 송신함으로써 낙수위치를 알려 주는 역할을 하는 것으로 모션 또는 기지국에서 조난신호를 수신하여 낙수자를 수색·구조할 수 있는 장점이 있다.



Fig. 26 MOB utilization, Electronic Chart Display

제 3 장 등명기 독립전원 시스템 설계

3.1 등명기 전원시스템

3.1.1 전원시스템 개요



Fig. 27 Historical Chart of Lantern

항로표지의 광원과 광학기구의 능률과 효과를 높이는 것은 오랫동안 과학적 노력의 최전방에 놓였다. 19세기 후반 전기를 등화에 처음 적용할 때까지 모든 인조 등화는 불을 이용하였다. 장작더미에서 시작된 광원(1800년대까지 사용됨), 기름램프, 기름 및 가스버너, 그리고 아크전등과 텅스텐 필라멘트 램프로 발전되었다. 광학 설비도 이런 개발에 따라 처음에는 반사 시스템, 후에는 렌즈

로 발전되었다. 1820년 프레넬(Fresnel)이 개발한 유리 렌즈 설계는 오늘날 렌즈가 유리보다는 플라스틱으로 된 것을 제외하고 아직도 현대 광과표지의 주요 요소로 남아 있다. 대부분의 광과표지의 광원으로 여러 형태의 전기 램프를 사용한다. 더욱이 이런 램프는 태양, 바람, 파도 등과 같은 재생 가능한 에너지원으로부터 전력을 얻고 있고 LED 기술이 필라멘트 램프의 대안으로 나타났다. (IALA Navguide, 2018)

광과표지는 전구 및 LED 광원을 점·소등하는 점멸식 등명기와 광원은 점등 상태를 유지하고 렌즈 또는 반사경을 회전시키는 회전식 등명기로 분류할 수 있다. 해상에 설치된 등부표에 등화를 밝히기 위해서는 전력 생산 장비와 전력 저장장치가 필요로 하는데 등대 및 등부표에 사용하는 등명기는 외부의 전원의 연결이 어려워 자체적인 전력공급을 통해 작동해야 하므로 <Fig. 28>과 같이 신재생 에너지인 태양광을 활용해 일조시간 동안 발전하여 축전지에 저장하였다 야간에 등명기의 전원으로 활용 하는 시스템이다.

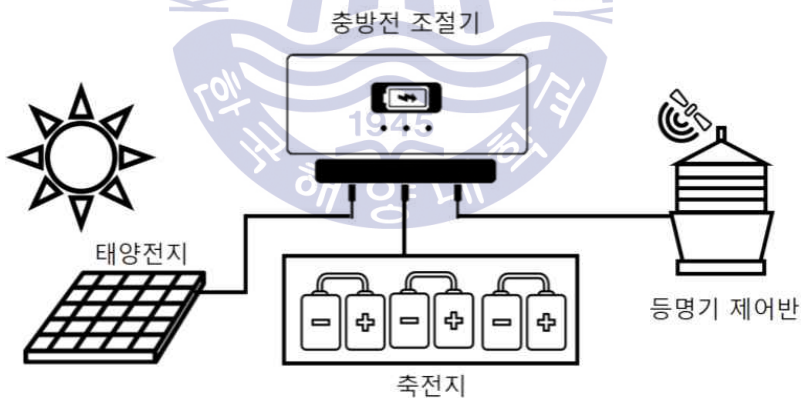


Fig. 28 Power Control in Solar Lantern

등명기 제어반은 안정기, 등명기 제어장치, 일광감지기, RTU(Remote Terminal Unit) 등으로 구성되며 이와 같은 시스템은 현재 등명기와 별도로 태양광발전시스템이 설치되어 전원을 생성하는 분리형 시스템구조로 태양전지와 축전지 및 광원인 등명기를 각기 별도 설치하여 운영하여 등대 관리에 많은 시간과 예산이 소요되는 단점이 있어 현재 국제적으로 태양전지와 소형 고효율

축전지를 사용한 전원일체형등명기(Self-powered LED Lantern)를 사용하는 추세이다.

3.1.2 축전지

전지는 내부에 들어있는 화학물질(활물질, Active Material)의 화학에너지를 전기화학적 산화-환원반응에 의해 전기 에너지로 변환하는 장치이다.



Fig. 29 Energy Exchange of Battery

전지는 화학 반응 대신 전기 화학 반응이 일어나 전해질에 금속 이온이 녹으면 금속의 특성에 따라 전위차가 생겨 전류를 흘린다. 따라서 두 극판을 만들고 이에 전선을 연결하여 전류를 공급받는다.

전지는 전극(양극⁶⁾과 음극⁷⁾을 전해액에 잠기게 하여 각 전극의 활물질과 전해액이 갖는 화학에너지로 변환시켜 양극과 음극을 연결한 외부회로에서 전기적 에너지를 발생시킬 수 있는 능력을 지닌 것을 일컫는다. 모든 전지는 양극과 음극이라는 두 전극물질들을 가지고 있고, 분리막에 의해 서로 떨어져 있으며 두 전극 사이의 이온 전달을 가능케 하는 전해질⁸⁾에 담겨져 있다. 전등, 기계, 기구 등을 작동하기 위해서는 전지의 두 전극 사이에 충분한 전압과 전류가 생성될 수 있도록 적절한 전극물질과 전해질이 선정되어 특별한 구조로 배열되어야 한다.

음극의 산화반응에 의해 생성된 전자는 외부 부하를 경유하여 양극으로 이동

6) 양극 (Cathode) : 외부 도선으로부터 전자를 받아 양극 활물질이 환원되는 전극
7) 음극 (Anode) : 음극활물질이 산화되면서 도선으로 전자를 방출하는 전극
8) 전해질 (Electrolyte) : 양극의 환원 반응, 음극의 산화반응이 화학적 조화를 이루도록 물질이동이 일어나는 매체

하고 양극에 이르러 양극 물질과 환원반응을 일으킨다. 이때, 전해질 내에서 음극과 양극 방향으로의 음이온과 양이온의 물질이동에 의해 전하가 흐르는 작업이 완성된다. 이렇게 전해질 내부에서는 외부도선에서 계속해서 전하가 흐르도록 반응을 일으키고, 외부도선에서는 흐르는 전하로 전기적인 일을 하게 되는 것이 전지의 작동 원리이다. 이 과정을 전지로 볼 때는 방전이라고 한다. <Fig. 30>은 이차전지의 충·방전 모식도이다.

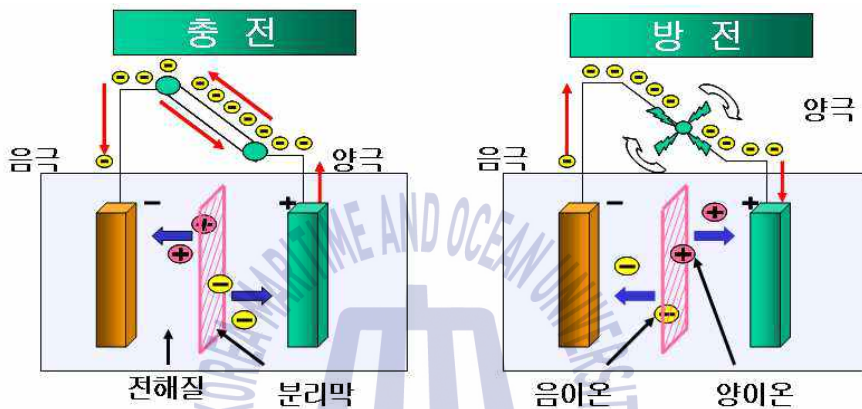


Fig. 30 Diagram of Charge and Discharge of Secondary battery

계속하여 전지가 전기적인 일을 하게 되면, 전지의 전압은 계속 낮아지고 결국 외부에서 전하를 이동시킬 수 없을 때까지 이르게 된다. 이때 폐기하게 되는 전지를 일차전지(건전지)라고 하고, 거꾸로 전하를 흘려주는 작업, 즉 다시 전지를 충전하여 사용할 수 있는 전지를 이차전지(축전지)라 한다. 충전 시에는 방전반응과 반대의 반응이 진행되어 전지 본래의 화학적 상태로 되돌아가기 때문에 재사용이 가능하다.

Table 10 Classification of Batteries

구 분		내 용
화학전지	일차전지	화학에너지를 전기에너지로 변환시키는 전지로서, 화학반응이 비가역적이거나 가역적이라도 충전이 용이하지 않음
	이차전지	화학에너지와 전기에너지간의 상호변환이 가역적으로 반복적인 충·방전이 가능
	연료전지	연료(천연가스, 메탄올 등)의 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 화학발전장치로, 외부에서 연료를 공급받아 발전
물리전지	태양전지	반도체의 P-N접합을 이용하여 광전효과에 의해 태양광에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 장치
	열전소자	반도체의 P-N접합을 이용하여 열에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 장치
	원자력전지	방사성 동위원소의 에너지를 전기에너지로 변환

3.1.3 이차전지

국내 이차전지 산업의 형태로는 중형전지는 연축전지가 주류를 차지하고 있으며, 소형 이차전지의 생산은 리튬이온전지 계열이 주류를 형성하고 있으나 시장현황은 리튬이온전지, 니켈카드뮴전지, 니켈수소전지 등의 이차전지가 다양한 용도에 맞게 사용되고 있다.

연축전지(납축전지)는 전류용량이 커서 자동차, 비상전원, 전력저장 등에 사용되고 있다. 연축전지의 양극은 과산화납, 음극은 납을 사용하고 전해액은 묽은 황산을 사용하는데, 휴대용으로는 한계를 가지고 있다. 가격이 저렴하다는 장점이 있어 큰 규모의 시장을 형성하고 있으나, 중금속인 납을 사용하며 낮은 부가가치와 성능향상에 한계를 보이고 있어 장기적으로는 점차 시장이 감소할 것으로 전망되고 있다.

니켈카드뮴(Ni-Cd)전지는 최근까지 가장 널리 사용되었던 충전식 전지로서 전동공구, 완구, 저가의 전자제품 등에서 시장을 형성하고 있으며, 양극은 니켈수산화물, 음극은 카드뮴을 사용하며 전해액은 수산화칼륨 수용액을 사용한다.

한편, 유해물질인 카드뮴이 니켈카드뮴 전지의 음극에서 사용되며, 완전히 방전한 후 충전하여야 하는 단점이 있어 시장이 점차 축소되고 있다.

니켈수소(Ni-MH)전지는 주로 디지털 카메라, 노트북, PC, 캠코더 등에서 사용되는데 양극은 니켈화합물, 음극은 수소저장 합금을 사용하고 전해질은 알칼리 수용액을 사용한다. 니켈수소 전지의 공칭전압은 1.2V로 전기용량은 니켈카드뮴전지보다 약 1.7배 크며, 500회 이상의 충·방전이 가능하고, 작은 내부저항과 함께 전압변동이 적어 대전류 방전을 특징으로 휴대형 전자제품에 주로 사용되어 왔으나, 최근 리튬이온(Li-ion)전지가 안정화되면서 향후 니켈수소전지는 특수제품을 제외한 곳에서 더 이상 사용되지 않을 것으로 예상되고 있어 새로운 시장의 개척이 필요한 상태이다.

리튬이온전지는 작고 가벼우면서도 에너지 밀도, 출력특성, 장시간 사용 등 성능 면에서 가장 우수한 특성을 가지고 있으며, 현재 가장 많이 이용하는 추세이다. 양극에는 활물질로 리튬코발트산화물 또는 리튬망간산화물을 사용하며, 음극에는 활물질로 탄소(카본)를 사용하고, 전해질은 액체전해질을 사용한다. 리튬이온전지는 휴대전화, 캠코더, 디지털 카메라, 노트북, PC 등에 사용되고 있으며, 초박형이나 가공성을 요구하지 않는 분야에서 많이 사용되는데, 평균 3.7V의 높은 작동전압으로 각종 휴대전화의 소형 경량화를 가능케 하였고, 통상 500회 이상의 충·방전 반복이 가능하다. 또한, 니켈카드뮴전지의 단점인 메모리 효과가 없으며, 공해물질이나 금속 리튬도 사용하지 않아 친환경적이라는 평가를 받고 있어, 향후 국가별 법적 규제에 대체할 수 있는 상품으로 발전 가능성이 높다. 그러나 리튬이온전지는 폭발 위험이 있기 때문에 보호회로가 정착된 팩(Pack) 형태로 판매되고 있는데, 위험성만 제거되면 가볍고 높은 전압을 갖고 있어 현재 가장 많은 분야에서 사용되고 있다.

수소연료전지는 물을 전기분해하면 전극에서 수소와 산소가 발생되는데 이러한 전기분해의 역반응을 이용한 장치이다. 석유, 가스 등에서 추출된 수소를 연료로 공급해 공기 중의 산소와 반응시켜 전기와 열을 생산한다. 일반 화학전지와 달리 연료와 공기가 공급되는 한 계속 전기를 생산할 수 있다. 수소연료전지는 화석연료를 이용하는 터빈발전방식에 비해 에너지 효율이 높으며 소음이

없고 온실가스 발생이 적은 친환경 에너지원이다. 수송, 발전, 가정, 휴대용 등 다양한 분야에서 응용이 가능한 신에너지이다. 그러나 광범위하게 실생활에는 적용하지 못하고 있으며, 가장 먼저 해결해야 할 것은 저장문제로, 원료로 쓰이는 수소는 가연성이 있으며, 가스 상태에서는 밀도가 낮아 용도에 맞도록 저장하기 어렵고, 압력이나 온도를 극한으로 변화시켜 액체로 저장하기에는 많은 비용이 소요된다. 두 번째 어려움은 연료전지에 사용하는 촉매가 값비싼 금속이고, 일정시간 사용 후에는 교체해야 하므로 전기를 생산하는 가격이 높아지게 되어 타 전지들에 비해 발전단가의 경쟁성이 떨어지게 된다.

Table 11 Comparison by Type of Secondary battery

구분	전압	양극	전해질	음극	장점	단점
연축 전지	2.0V	PbO ₂	수용액 (H ₂ SO ₄)	납 (Pb)	대전류 방전 급속충전 신뢰성 저가	환경문제 저전압(2.0V) 중량성 낮은 에너지밀도
Ni-Cd 전지	1.2V	NiOOH	수용액 (KOH)	카드뮴 (Cd)	대전류 방전 급속충전 신뢰성 저가	환경문제 메모리 효과 큼 저전압(1.2V) 높은 자기방전
Ni-MH 전지	1.2V	NiOOH	수용액 (KOH)	수소 저장 합금	Ni-Cd와 호환 안전성 신뢰성	저전압(1.2V) 높은 자기방전 고가
리튬 이온 전지	3.7V	LiCoO ₂	유기용매	흑연	고에너지 밀도 경량, 소형 낮은 자기방전 용량보존성 우수	수명제한 급속충전 문제 안정성 문제 고가
수소 연료 전지	조정	H, O	유기용매	산소, 수소	고에너지 밀도 친환경연료전지 낮은 자기방전 용량보존성 우수	경량화 문제 고가수명 제한 안전성 문제 고가

3.2 태양광 발전시스템

3.2.1 태양광 발전시스템 개요

태양광발전(PVPS : Photovoltaic Power System)은 무한정·무공해의 태양광 에너지를 전기에너지로 직접 변환시키는 시스템으로 햇빛이 있는 곳이면 어느 곳에서나 설치하여 전기를 생산할 수 있는 발전시스템이다. 태양전지는 빛을 전기에너지로 변환하는 소자인 반도체를 사용하고 일찍부터 인공위성이나 등대 등의 전원으로 사용되었으며, 그 편리함과 경제성으로 탁상계산기, 손목시계 등 민생용품으로부터 주택용 및 공공건물용에 이르러 발전 사업용으로도 이용할 수 있게 되었다.

태양전지는 필요한 단위용량에 따라 직렬 또는 병렬로 연결하여 내후성과 신뢰성을 구비한 재료와 구조의 태양전지 모듈(Solar Cell Module)로 제품화된다. 그러나 태양전지는 비, 눈 또는 구름에 의해 태양광이 비치지 않는 날과 밤에는 전기를 발생하지 않을 뿐만 아니라 일사량에 따라 발전출력이 불안정해지므로 일반적인 태양광 발전시스템은 모듈을 직·병렬로 배열한 태양전지 어레이(Solar Cell Array)와 안정된 전기 공급을 위한 전력저장용 축전지(Storage Battery) 및 직·교류 변환장치 인버터 등의 주변장치로 구성된다.

태양광발전의 특징은 다음과 같다. ①태양에너지원인 태양은 수명이 약 50억 년으로 예측되고 있어 고갈되지 않는 무한한 에너지원이다. ②이산화탄소와 같은 온실가스를 배출하지 않는 친환경적인 에너지원이다. ③시스템 구축의 유동성, 신축성 : 태양광이 조사되는 곳이면 어디에나 설치 가능하고, 수요의 증가에 신속히 대응 가능하다. ④기계적인 가동부가 없어 진동과 소음이 없다. ⑤운전·유지관리 및 보수가 거의 불필요한 장점을 지니고 있으나, 상용전원에 비해 초기 설비 투자비와 발전단가가 높다. ⑥기상조건의 변화에 따라 발전량이 일정하지 못하고, 한정된 일조시간 때문에 발전시간이 제한적이다.

3.2.2 태양전지의 종류와 특성

태양전지는 <Fig. 31>과 같은 원리로 전기를 발생시키는 반도체 소자으로써, 전기 전도를 지배하는 다수 캐리어가 전자인 N형 반도체와 다수 캐리어가 정공(Hole)인 P형 반도체를 접합(P-N접합)하여 만들어진다. 대표적인 결정질 실리콘 태양전지는 실리콘에 붕소를 첨가한 P형 실리콘 반도체를 기판으로, 그 표면에 인(燐)을 확산시켜 N형 실리콘 반도체의 층(N층)을 만든다. 이 P-N접합부에는 전계가 형성되어, 태양광을 비추면 광양자가 원자에 충돌하여 전자와 정공의 쌍이 발생한다. 이 전자와 정공이 내부 전계 및 확산에 의해 서로 역방향으로 흘러 전류가 발생한다. 이때 반도체 내에 만들어지는 P영역과 N영역을 연결하여 외부회로를 만들면 P영역에서 N영역을 향하여 흐르는 전류를 얻을 수 있다.

<Table 12>에서는 태양전지의 종류에 따른 재료 및 변환효율의 특성을 나열하였다.

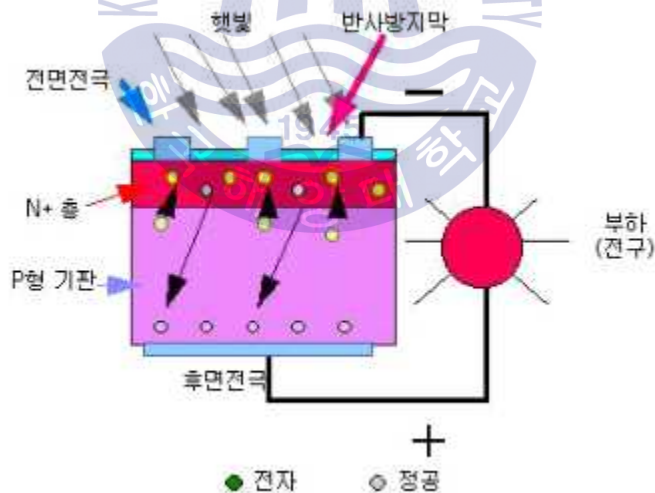


Fig. 31 Principle of Solar cell

Table 12 Characteristics of Solar cell type

태양전지의 종류		재료	셀 변환효율	모듈 변환효율
실리콘 태양전지	결정계	단결정 Si	15-24%	10-14%
		다결정 Si	10-17%	9-12%
	비정질계	비결정 Si, SiC, SiGe	8-13%	6-9%
화합물반도체 태양전지	이원계	GaAs, InP, CdS, CdTe	18-30% (GaAs) 10-12% (기타)	-
	삼원계	CuInSe ₂	10-12%	-
유기반도체 태양전지		전도성고분자/C60	1% 이하	-
염료감응형 태양전지		TiO ₂ /염료, 전해질 (저가, 장수명)	10% 이하	-

실리콘 태양전지는 전자 과잉의 N형 실리콘과 전자 결핍의 P형 실리콘을 접합한 태양전지이다. 실리콘 응괴에서 웨이퍼 형태로 자르고 이를 태양전지로 제조하고 나면 한 개의 태양전기가 0.6V 전압과 3A이상의 전류를 생성하는 발전기 또는 건전지와 같아 이를 직렬로 연결하면 12V, 24V 등 원하는 전력을 얻을 수 있어 태양광 주택 등에 발전 전력원으로 사용할 수 있다. 원자와 이온이 주기적인 규칙에 의해 배열되어 있는 상태를 결정이라 하며, 이러한 결정상태의 실리콘으로 만든 태양전지를 결정질 실리콘 태양전지라 한다.

실리콘 태양전지는 크게 단결정형태와 다결정형태의 재료로 나뉘며 기본적으로 P-N 동종접합으로써 태양전지에 사용된다. 단결정은 순도가 높고 결정결합 밀도가 낮은 고품위의 재료로 높은 효율을 달성할 수 있으나 고가이다. 다결정 재료는 상대적으로 저가의 재료와 공정을 이용하여 낮은 비용으로 생산할 수 있으나 효율이 낮다. 단결정 실리콘을 사용한 전지는 집광장치를 사용하지 않은 경우 효율이 24% 정도이며 집광장치를 사용한 전지는 28% 이상 효율의 태양전지가 개발되었다. <Fig. 32>는 단결정 실리콘 태양전지의 한 형태이다.



Fig. 32 Single Crystal Silicon Solar Cell

상용화에 적용이 가능한 다결정 실리콘 웨이퍼로 제작된 태양전지는 현재 13% 내외의 변환효율을 보이고 있다. 연구개발이 완료된 단계로 보면 15x15cm의 면적에 17% 이상 달성이 가능함을 보이고 있다. 태양광 시스템의 지상 전력 응용에서 가장 큰 과제는 태양전지의 가격하락에 있다. 세계의 현재 추세는 실용화에 가장 타당한 대안으로 다결정 규소를 사용한 태양전지를 제작하여 기존의 단결정 규소 웨이퍼보다 가격이 30~40% 저렴하고 변환효율도 기존 단결정 태양전지에 근접하는 기술력을 확보하였기 때문에 최근에는 이미 단결정 실리콘 태양전지 생산량을 앞질렀으며, 그 격차가 점점 커지고 있다. <Fig. 33>은 다결정 실리콘 태양전지의 한 형태이다.

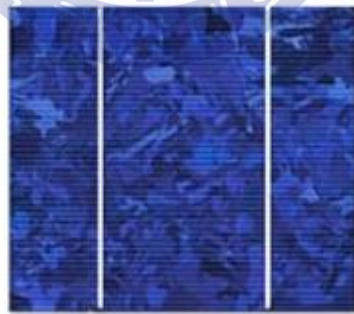


Fig. 33 Multi Crystalline Silicon Solar Cell

다결정 실리콘 태양전지는 단결정과 비교해 볼 때 효율이 낮으나 제조공정이 단결정에 비해 간편하고 저급(Off-Grade) 실리콘의 사용이 가능하므로 저가 기술, 저가 장치, 고생산성 등으로 인해 가격이 저렴하다. 단결정 실리콘 태양전지의 원가구조에서 60% 이상이 태양전지 기판 재료비에 소모된다. 이런 고비용

원부자재에 대한 현실적인 대안으로 다결정 실리콘 태양전지를 집중적으로 개발하여 태양전지 제조공정을 개선함으로써 기존의 단결정 실리콘 태양전지에 근접한 변환효율을 달성하였고 시장점유율 구조에서 이미 단결정 실리콘 태양전지를 앞지르고 있다.

비정질 실리콘 태양전지는 실리콘을 결정상태가 아닌 비정질의 아몰퍼스(Amorphous) 고체상태의 실리콘 박막으로 제조된 태양전지이다. 특히, 비정질 실리콘 태양전지는 박막으로 제작이 가능하고 실리콘 사용량이 적으며, 반응온도가 200~400℃로 낮으므로 제조에 요구되는 에너지가 적다는 장점이 있다. 또한, 대면적화가 용이하고 핀 접합이 연속적으로 동일 공정에서 형성할 수 있어 기관의 종류를 다양하게 사용할 수 있다. 비정질 실리콘 태양전지는 결정질 실리콘 태양전지에 비하여 대량, 연속생산이 가능하고 저가화가 가능하다. 그러나 효율 측면에서 결정질 실리콘에 비해 훨씬 떨어지고(약 6~8%), 구조적으로 불안정하며 신뢰성이 낮으므로 수명이 비교적 짧고, 사용기간에 따라 효율이 감소하는 열화현상이 발생한다. 이러한 고품질(고효율), 대면적, 신뢰성의 문제를 해결하려는 노력이 계속되고 있으며 생산량도 결정질 실리콘 태양전지 다음으로 점차 증가되고 있다.

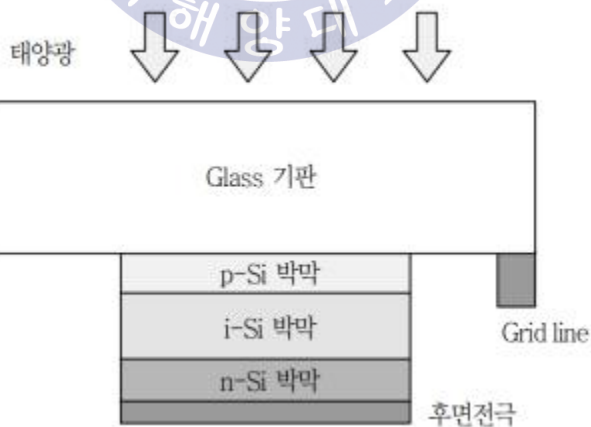


Fig. 34 Structure of Amorphous Silicon Solar cell

화합물 반도체 태양전지는 이중 이상의 원소의 화합물에 의한 반도체를 접합하여 제조하는 박막형 태양전지를 말하며 대표적인 예로는 III-V 족의 화합물인 비소화갈륨(GaAs)과 인하인듐(InP), II-VI 족의 화합물인 텔루르화카드뮴(CdTe) 등이 널리 사용되고 있다.

결정질 실리콘 태양전지의 효율향상과 저가화의 한계성을 극복하고자 실리콘 이외의 박막태양전지 재료로 화합물계 반도체를 이용한 연구가 계속 진행되고 있다. 특히, 효율(18~30%)이 높고 박막화가 가능하며 고온에서도 특성 변화가 적고 방사선에 대한 내구성이 강하다는 특성으로 인해 우주용 발전시스템 등의 특수용으로 사용하고 있으며 지상용으로 사용하기 위하여 저가, 고효율의 화합물 반도체 태양전지 전지개발이 선진국을 중심으로 진행되고 있다.

염료감응형 태양전지(DSSC : Dye Sensitized Solar Cell)는 산화 타이타늄(TiO_2)를 주성분으로 하는 반도체 나노입자, 태양광 흡수용 염료고분자, 전해질, 투명전극 등으로 구성되어 있는, 식물의 광합성 원리를 응용한 전지이다. 이 전지가 기존의 태양전지와 다른 근본적인 차이점은, 기존의 태양전지에서 태양에너지의 흡수과정과 전자-정공 쌍이 분리되어 전기의 흐름을 만드는 과정이 반도체 내에서 동시에 일어나는 것에 비해, 태양에너지의 흡수 과정과 전하이동 과정이 분리되어 태양에너지 흡수는 염료가 담당하고, 전하의 이동은 전자의 형태로 반도체에서 담당한다는 것이다. 기본구조는 샌드위치 구조 속 투명유리 위에 코팅된 투명전극에 접촉되어 있는 나노입자로 구성된 다공질 산화 타이타늄 입자 위에 단분자층으로 코팅된 염료고분자, 그리고 두 전극 사이에 있는 50~100 μm 두께의 공간을 채우고 있는 산화환원용 전해질 용액이 들어있는 형태를 지니고 있다. 전극은 양쪽을 모두 투명 전극을 사용하기도 하지만 일반적으로 에너지효율을 높이기 위하여 태양광이 입사하는 반대쪽 전극은 반사도가 좋은 백금을 사용하고 있다. 태양광이 전지에 입사되면 광양자는 먼저 염료고분자에 의해 흡수된다. 염료는 태양광 흡수에 의해 여기 상태가 되고 전자를 산화 타이타늄의 전도대로 보낸다. 전자는 전극으로 이동하여 외부회로로 흘러가서 전기에너지를 전달하고, 에너지를 전달한 만큼 낮은 에너지 상태가 되어 상대 전극으로 이동한다. 염료는 산화 타이타늄에 전달한 전자 수만큼 전해질

용액으로부터 공급받아 원래의 상태로 돌아가게 되는데, 이때 사용되는 전해질은 산화환원에 의해 상대전극으로부터 전자를 받아 염료에 전달하는 역할을 담당한다. <Fig. 35>는 염료감응형 태양전지 작동원리의 모식도이다.

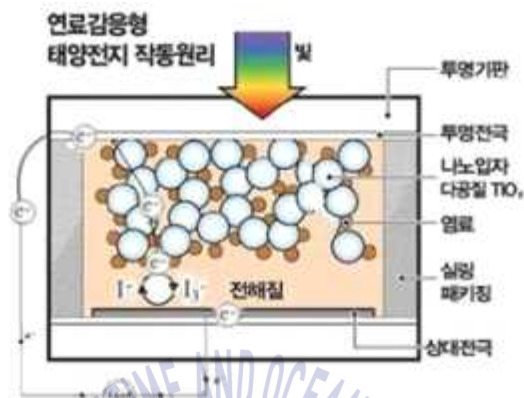


Fig. 35 How dye-sensitized Solar cells work

염료감응형의 전지는 기존의 태양전지에 비해 높은 발전효율(현재 효율은 10% 정도이나 실용효율 20% 이상의 고효율 달성 가능)이며, 발전단가(효율 10%시 \$0.6/W)가 낮다. 실리콘 태양전지와 같은 고가 대형 장비가 필요 없이 대량 생산 가능하고, 20년 이상의 긴 수명을 가지며, 염료의 가격이 기존의 태양전지에 비해 저가이고, 다양한 형태로 제조가 가능하므로 다양한 형태와 환경 하에서 사용이 가능하므로 향후의 큰 시장을 형성할 것이다.

3.2.3 태양전지의 모듈의 구성

태양전지의 최소단위를 셀이라고 한다. 태양전지 셀은 생산 공정에 의해 크기가 일정하게 생산되며 그 면적은 10x10cm 정도이고, 태양전지의 출력은 셀의 형태와 빛의 세기에 따라 변하며 일반적으로 1.5W 정도이다. 실제로 태양전지를 셀 그대로 사용하는 일은 거의 없다. 셀 1개로부터 나오는 전압은 약 0.5V로 매우 작고, 실제 사용하는 전압은 수V에서 수십 혹은 수백V 이상이 되고, 따라서 셀을 몇 개나 몇 십 개를 직렬로 연결하여야 한다. 또 하나의 이유는 야외에서 사용할 경우, 여러 가지 혹독한 환경에 처해지기 때문에, 접속된 다수의

셀을 혹독한 환경에서 보호할 필요가 있다. 이와 같은 이유에서 복수의 셀을 패키지로 한 것을 모듈이라 말하고 있고, 이 모듈을 복수개로 이어서 용도에 맞게 한 것을 어레이라 칭하고 있다.

셀은 제조와 검사가 끝나면 응용제품의 전력 용량에 따라서 모듈화하는 과정을 거친다. 태양전지 각각에 배선재료인 탭을 달고, 이를 연결하여 전기적 회로를 구성한다. 회로가 구성되면 태양광을 잘 투과하면서도 전기적으로 절연특성을 가지는 재료를 사용하여 코팅한다. 그 재료로 유리, 절연막이 코팅된 알루미늄 호일, 혹은 플라스틱 등이 사용된다. 고분자 화합물인 수지(에폭시)에 각종 배합제를 가하여 만든 열경화성 수지는 투명도가 높아 현재 가장 보편적으로 사용되고 있다. <Fig. 36>에선 태양전지 모듈의 구성과 제품을 나타내었고, <Table 13>은 태양전지의 구성과 용어를 설명하였다.

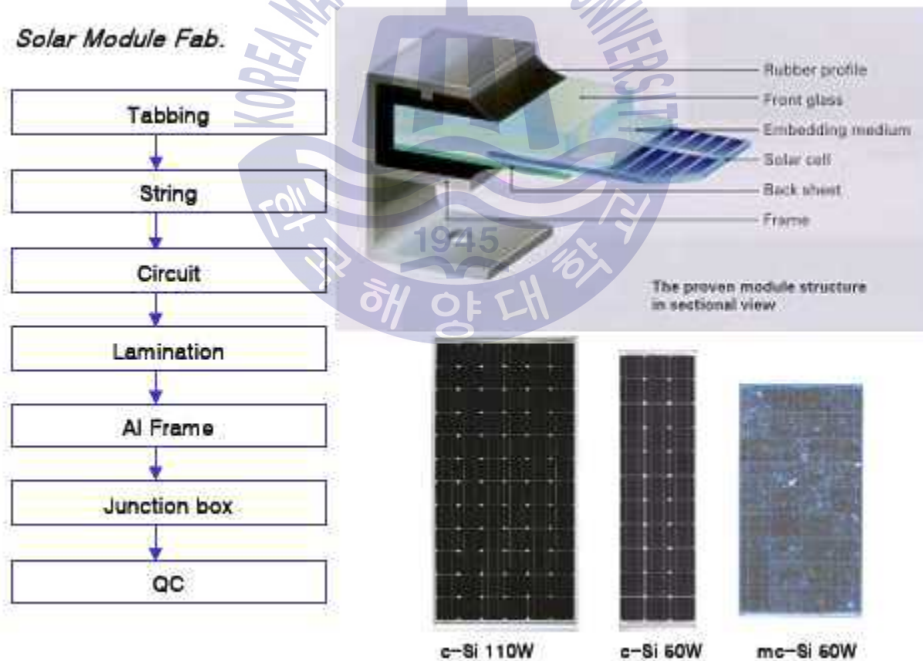

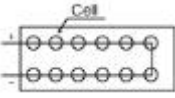
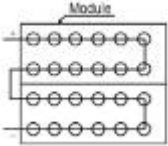
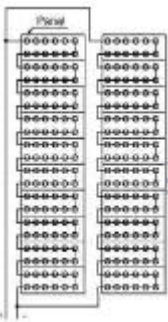


Fig. 36 Solar cell module configuration and products

Table 13 Configuration and Explanation of Solar cell

구분	구성도	설명
Solar Cell		광기전력효과(Photovoltaic Effect)를 이용하여 태양에너지를 전기에너지로 변환시키는 반도체소자
(Solar) Module		태양전지(Solar Cell)를 부하 사용용도 및 용량에 따라 직렬로 구성하여 상용화한 기본 단위규격 (예: 20Wp, 40Wp)
(Solar) Panel		모듈(Module)을 부하사용 용도(축전지 충전전압) 및 용량에 따라 직·병렬로 구성한 단위규격 (예: 110V, 220V)
(Solar) Array		패널(Panel)을 부하사용 용도 및 용량에 따라 직렬 병렬로 구성한 단위규격으로 발전된 직류 전력을 충·방전 조절기에 공급

3.2.4 태양광 발전시스템 종류

태양광 발전시스템은 태양전지 어레이의 형태 및 설치방법, 그리고 응용분야에 따라 구분 될 수 있다. 시스템의 구성에 따른 분류는 독립형, 계통연계형 및 하이브리드(Hybrid)형으로 구분될 수 있으며, 독립형 시스템은 태양광 발전만으로 전기를 공급하는 방식으로 송전설비가 비경제적이나 불가능한 원격지의 전원에 주로 사용된다. 계통연계형은 태양광 발전시스템을 기존 상용전원과 연계시킨 형태로써 태양광 발전시스템의 부족한 전력을 계통선에서 공급 받거나 대규모 태양광 발전소의 전기를 계통선(전원 인입선)에 병입시키는 단방향 조류 방식과 잉여전력을 상호 교류할 수 있는 양방향성 조류방식이 있다. 이에 비해

하이브리드형 발전시스템은 고가인 태양광 발전시스템의 초기 설비 투자를 줄이고 기상조건에 따른 제약을 해소하기 위하여 디젤, 풍력, 파력, 바이오에너지 등의 발전 방식과 태양광 발전시스템을 복합한 형태이다. <Fig. 37>은 태양광 발전시스템의 종류를 구분하고 시스템 구성을 나타내었다.

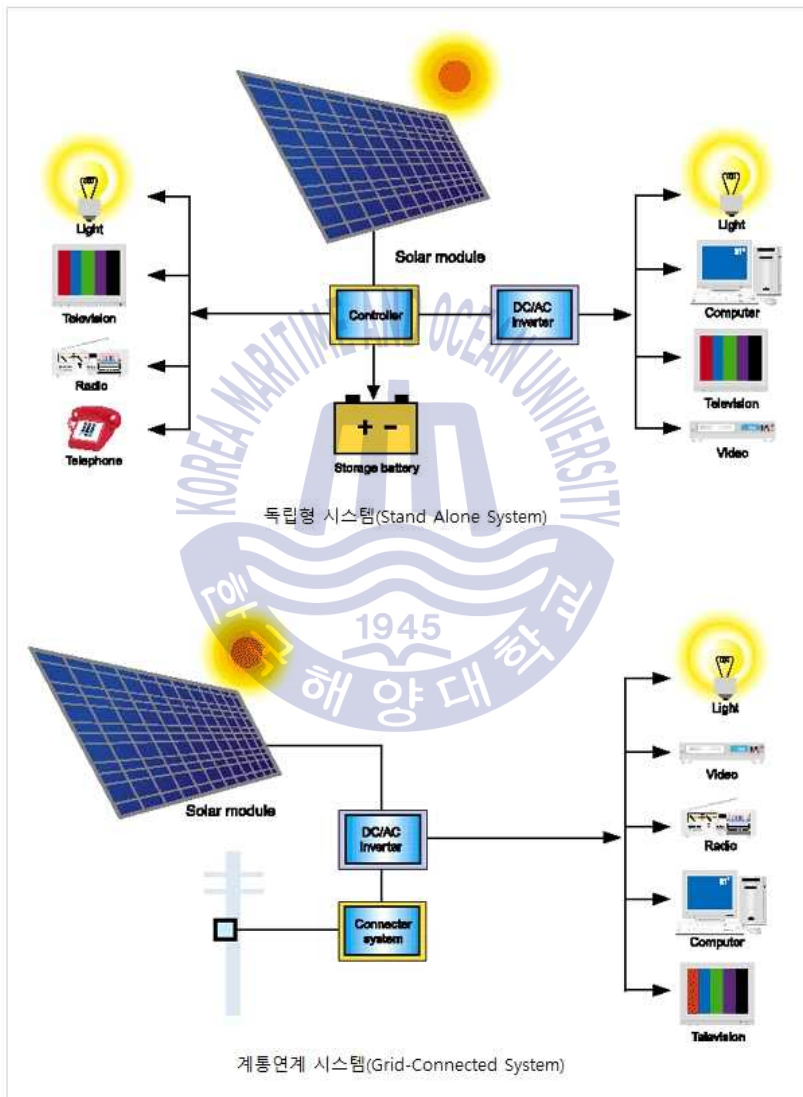


Fig. 37 Types of PV systems

태양전지 어레이의 형태 및 설치 방법에 따른 분류는 가장 보편적으로 사용되는 고정형과 계절별 최대 일사량을 얻기 위한 반고정형 및 태양의 궤적을 추적함으로써 최대 일사량을 얻을 수 있는 추적형으로 구분된다. 그러나 추적형의 경우 별도의 추적제어시스템, 추적장치 및 이를 구동하기 위한 전력이 필요하다. 설치 방법에 따른 분류는 시스템의 배치, 즉 분산형과 집중형으로 나눌 수 있다.

태양전지 어레이에서 발전되는 직류전력은 하루 중의 일사량이나 기후조건에 따라 크게 변동한다. 태양광 발전시스템은 등부표, 등표, 무인등대 등으로 사용하는 독립형 태양광발전시스템과 유인등대 등과 같이 사용전력계통과 연계하여 사용하는 계통 연계형 태양광 발전시스템으로 구분된다.

3.2.5 독립형 태양광 발전시스템의 구성

독립형 태양광 발전시스템은 전력계통으로부터 전력을 공급받지 못하는 등부표, 등표, 무인등대 등에 축전지나 인버터를 이용하여 DC 부하 또는 AC 부하에 전력을 공급하는 시스템이다. 이 시스템의 구성은 <Fig. 38>과 같이 과전압 안정회로를 부착한 축전지 저장방식으로 전압조절기내에 과전압 보호장치가 설치되어 있어 항상 일정 전원을 축전지에 공급하여 운전하는 가장 간단한 시스템이다. 그리고 이러한 시스템에 백업 시스템(복합발전시스템)을 보완시키면 축전지 전력이 떨어질 경우 백업 시스템으로 축전지를 충전하여 태양전지와 축전지를 최악조건에 맞추어 충분하게 설치하지 않아도 되며, 직류부하용 시스템으로 가장 이상적이고, 효율적인 시스템이 될 수 있다.

AC 부하용 태양광 발전시스템은 DC 부하용 시스템에 직·교류 변환장치를 <Fig. 39>와 같이 구성하여 축전지에 저장한 전력을 교류로 변환시켜 직접 교류부하에 사용하는 시스템으로써 비교적 수용전력이 소규모인 곳이 사용된다.

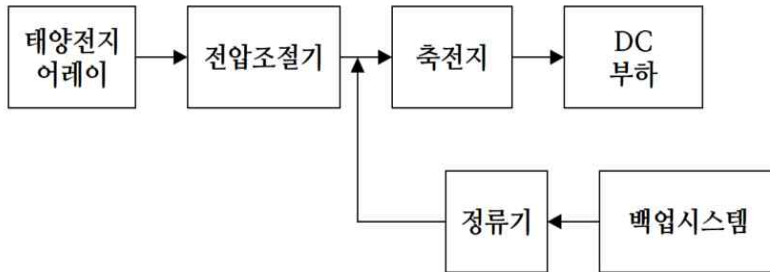


Fig. 38 Configuration diagram of stand-alone PV system for DC load

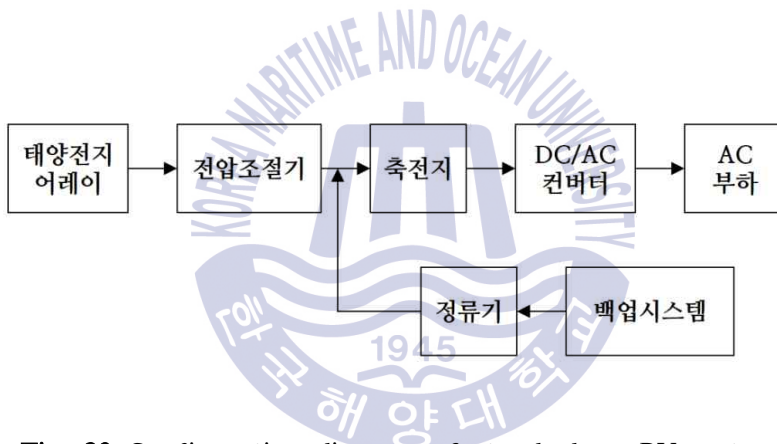


Fig. 39 Configuration diagram of stand-alone PV system for AC load

제 4 장 침몰 위치표시 부표 설계 및 개발

4.1 배경

IALA에서는 침몰선박이 발생하면 가능한 가장 신속하게 침몰선박의 위치를 표시하는 것이 침몰선박과 주변을 항해하는 선박이 충돌하는 2차 사고를 예방할 수 있다고 한다.

선박이 침몰 좌초 등의 해양사고가 발생하는 경우 침몰선박의 주변에 부표를 설치하여야 하는 주체는 해당 선박의 소유자로서 침몰사고가 발생하면 지체 없이 침몰하거나 좌초한 선박을 표시하기 위한 항로표지를 설치하고 관리하거나 해양수산부장관에게 비용 부담조건으로 침선표지의 설치·관리를 대행 요청하도록 항로표지법 제14조에 규정되었으며, 사실상 선박의 침몰 사고가 발생하는 경우 경황이 없고 다급한 실정에서 행정적 절차를 할 여유가 없는 상황을 감안하여 동법에서는 침선표지를 긴급히 설치할 필요가 있는 경우 해양수산부장관이 직권으로 설치 할 수 있도록 예외 규정을 두고 있다.

선박의 침몰사고에서부터 침몰선박 표지를 설치할 수 있는 기간을 산정해보면 부표장치장이 있는 부산항, 여수항, 평택항을 제외하면 운반 기간을 감안하면 최대 단축하여도 3일 이상의 기간이 소요됨을 알 수 있으며, <Fig. 40>의 천암함 침몰이후의 침선부표 설치와 <Fig. 41>의 세월호 사고 이후의 부표 설치 기간을 참조하더라도 알 수 있다.



Fig. 40 Emergency Wreck Marking
Buoys of cheon-an ham



Fig. 41 Emergency Wreck
Marking Buoys of Sewolho

침몰선박이 발생 시 침몰선박 표시 부표를 설치하기 위해서는 침몰된 선박의 위치가 정확하게 조사되어야 하나, 급작스러운 침몰사고의 경우 침몰된 선체를 찾기가 매우 어려운 실정이다. 2010년 3월 10일 천안함의 폭침사건으로 침몰하여 한미해군의 장기간 수색에도 발견하지 못하던 함미 부분이 3월 28일 오후 4시20분쯤 백령도 장춘포구 근해에 출항했던 어선 연성호(선장 최치호·62)가 어군탐지기를 이용, 물속에 잠겨 있는 천안함 함미를 발견한 사례⁹⁾가 있고, 2017년 3월 31일 브라질에서 철광석 26만 톤을 싣고 중국으로 향하던 중 “물이 샌다”는 메시지를 보낸 뒤 우루과이 인근 남대서양에서 침몰한 것으로 추정되는 ‘스텔라데이지호’는 현재까지 선원 22명의 실종과 선체 침몰 위치가 파악되지 않고 있는 실정이다.

세월호 등 일련의 해양사고를 보면서 한국해양대학교 국승기교수 연구팀에서는 선박의 선수와 선미의 일정 구역에 등부표를 설치하여 선박이 침몰하면 부표가 자동으로 떠올라 침몰 위치를 표시할 수 있는 ‘자동이탈식 위험표시부표’에 대한 개념 발명을 하여 특허를 2015. 9. 17. 출원하여 2017. 6. 12. 등록하고, 그 기술을 산업체에 기술 이전을 하였다.

<Fig. 42>는 자동이탈식 위험표시부표의 설치의 예시이다.

9) 문화일보 3.29일 보도 “함미 발견도 어선이 ..., 해군 부실 수색 도마에”

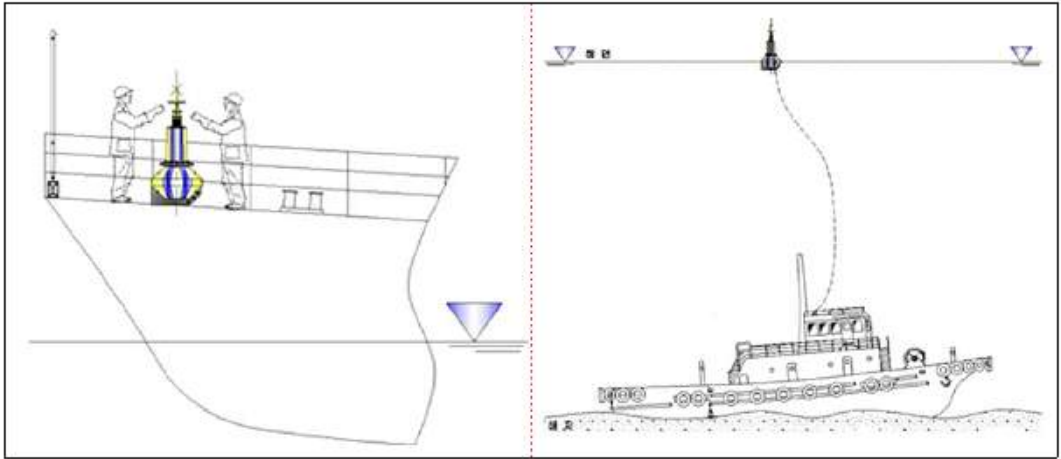


Fig. 42 Auto Releasing Emergency Wreck Marking Buoys Installation
Overview

4.2 선행 기술 내용

4.2.1 기술 개발 개요

선행 연구자인 국승기교수는 침몰선박표시등부표를 국제항로표지협회(IALA)에서 국제적으로 적용하고 있는 Maritime Buoyage System(MBS)을 근거로 새로운 위험물을 표시하기 위한 자동이탈식 비상침선표지를 부표 몸체와 자동이탈 기술, 자동릴 체인기술, 자동 구동등명기 기술로 구분하여 연구하였다.

4.2.2 Buoy Body

현재의 비상침선표지는 자체의 중량이 500 kg 이상으로 설치 시 다수의 인력과 특수 장비(크레인 등)가 필요하기 때문에 관계당국에서 침몰선박의 사고 통보를 받더라도 신속하게 설치가 어려운 실정이므로 설치 및 철거 측면에서 국외사례조사 및 국내규정에 따른 부표 설계 조건을 고려하여 부표크기, 부표직

경을 <Fig. 43>과 같이 개념 설계하였고, <Table 14>와 같이 설계값을 도출하였다.

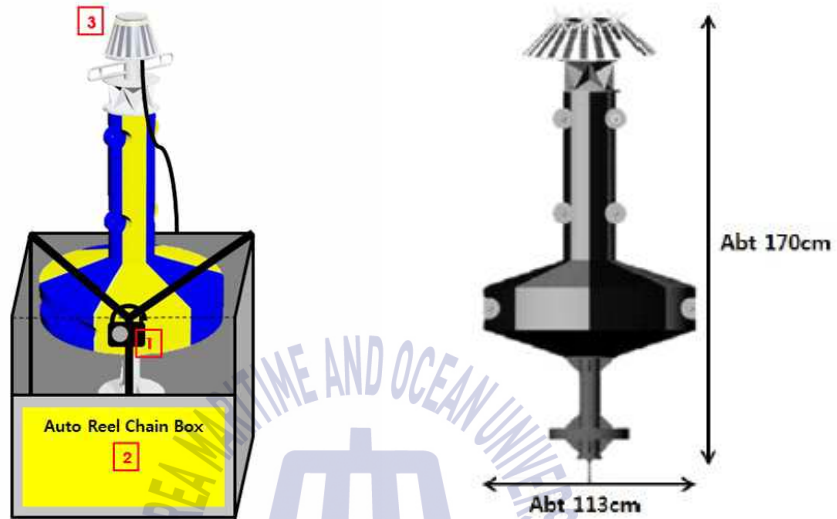


Fig. 43 Conceptual Design of Auto Releasing New Danger Mark Buoy

Table 14 Design values of Buoy

구 분	설치 값
부표크기	150 cm(성인의 눈 높이 이내)
부표직경	최소 100 cm 이상
두표 (설치시)	33 cm 이내

부표크기는 시인성 등을 고려하여 부표직경 0.75~1.5배의 적절한 것으로 규정 (Ministry of Oceans and Fisheries) 되어있고, ×, +형 두표, 한 변의 길이는 표 체 직경의 약 33%로 규정(Ministry of Oceans and Fisheries) 되어있다.

4.2.3 자기부상(Auto Buoyance)을 위한 자동이탈(Auto Release)

비상침선표지는 항시 선박 상갑판상에 부표거치대에 위치하여 고정벨트에 의해 고정하도록 하며, 사고 발생 시 수압에 의해 고정된 후크(Hook)가 열려 침선표지가 자동으로 이탈되게 되는 형태로 하며, 비상침선표지를 고정시킨 자기부상을 위한 자동이탈장치(Auto Release unit)는 <Fig. 44>, <Fig. 45>와 같다.

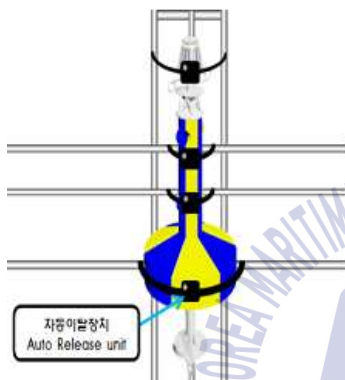


Fig. 44 Fixed shape of
Emergency Wreck
Marking Buoys

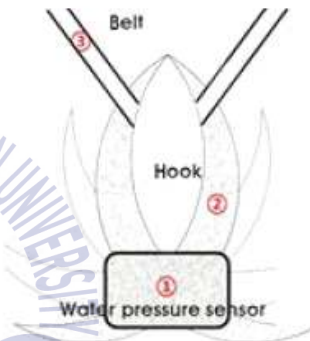


Fig. 45 Hook in Auto
release unit

해양사고 발생 시 내부 수압 측정장치에 일정 수압 이상이 감지될 경우 후크(Hook)가 열려 고정된 벨트가 풀리게 되며, 비상침선표지가 자동이탈 후 자기부상되어 수면 상에 설치되도록 설계하였으며, 수압 측정장치는 자동으로 수압을 감지하여 1.5 m ~ 4 m 사이 수심에서 작동하는 원리로 일정 수압을 감지하여 후크(Hook)와 연결된 등부표 고정벨트가 동시에 풀려 부표거치대에 고정된 등부표가 자동으로 부상하게 된다.

자동이탈기술의 경우 현재 선박에 의무적으로 설치되어 있는 구명정(Life Raft) 및 비상용위치표지무선장치(EPIRB, Emergency Position Indicating Radio Beacon) 등에 적용되는 기술이지만 이를 비상침선표지와 연계하여 자기 부상할

수 있도록 설계한 것이 특징이라 할 수 있다.

자동이탈장치(Auto Release unit)는 선박의 좌초 전복 침몰 등 해양사고 발생 시 선박에 부착된 비상침선표지가 일정수압에 의해 자동으로 이탈 후 자기 부상하기 위한 장치로 사고 발생 지점의 위치를 표시하도록 하는 기술 설계를 통해 해당해역에서의 2차 사고를 방지하고 즉각적인 수색 구조가 가능할 것이다.

4.2.4 자동릴체인(Auto Reel Chain)

자동릴체인은 선박의 사고 발생 후 선박에 부착된 비상침선표지가 일정수압에 의해 자동으로 이탈하게 되고 자기 부상함에 따라 해양사고 발생해역의 수심 및 해역의 여건 등을 고려하여 자동으로 체인이 신출되어 부표가 해면상에 도달할 수 있도록 한다.

일반적으로 1.5 m ~ 4 m 사이의 수심에서 자동으로 작동하도록 설계된 수압이탈장치를 고려하여 설치선박의 크기 및 주요항로 등을 기반으로 적정한 체인을 신출할 수 있도록 설계한다. 점차 선박이 대형화 되고 있으나 100 m 이상의 침선의 경우 선박 통항의 중요한 장애물로 작용하지 않을 것을 고려하여 최대 100 m까지 신출될 수 있도록 설계하였다.

체인은 부표거치대 상에 위치한 Auto Reel Chain Box에 보관하도록 하고 자동이탈장치의 후크와 동시에 열리며, 로프끝단의 경우 부표와 선박에 각각 연결하고 나머지 여유 로프의 경우 부표 내 적재하여 사고 발생 시 수심에 따라 자동 신출 후 부표가 해면상에 도달 했을 때 자동 고정되도록 한다.

Auto Reel Chain Box 내에 위치한 자동릴체인 구동장치의 원리는 <Fig. 46>과 같다. 침선표지 체인의 길이를 자동으로 조절하기 위한 장치로 선박 침몰 후 장치 내 설치된 추가 중력에 의해 아래로 떨어지게 되고, 추와 연결된 축이 이동하여 도르래에 감긴 체인이 풀리게 된다. 이후 침선이 해저에 도달하게 되면 추에 작용하는 중력과 부력이 같아지는 시점 이후 부력에 의해 위쪽으로 힘이 작용하게 되고, 이때 축이 도르래에 걸려 체인을 고정시키게 된다.

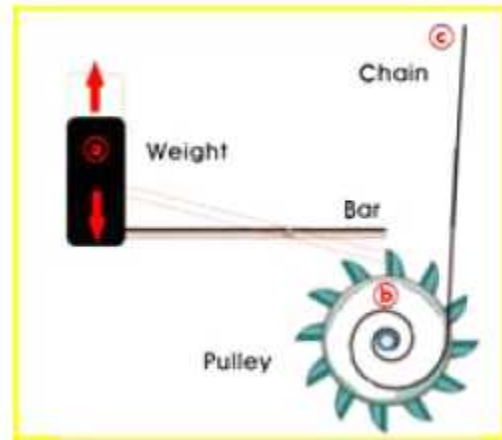


Fig. 46 The principle of Auto Reel Chain



4.3 침몰선박 부표의 연구 개발

4.3.1 부표의 Body 부분

선행 연구 내용에 따라 침몰선박 부표를 선박에 거치하기 위하여는 보다 소형화 시키고 경량화하면서도 안정성이 있도록 지름 60cm, 높이 60cm, 자중 36kg으로 설계하였다. 침선 부표는 내부가 밀폐되어 있어 침수의 가능성은 없으나, 부표에 설치된 등화가 주변을 향해선박에게 정확하게 전달하기 위하여는 부표의 안정성 확보가 중요하여, 침선부표가 바다에 있을 때의 안정성을 <Table 15>와 같이 계산 하였다.

Table 15 Moment calculation of Buoy

파트	무게 (g)	Statical Moment (kgf · m)	Moment of Inertia (kg · m ²)
상부등화기	3989.00	2.84	0.02
상부플랜지	2347.23	1.44	0.01
내부파이프	6279.47	1.51	0.02
폼코어	1781.20	0.36	0.06
폴리우레아	2305.12	0.53	0.12
하부플랜지	2451.76	0.02	0.01
카운터웨이트	16794.33	-5.68	0.14
Total	35948.11	1.01	0.38

<Table 13>의 중량과 모멘트를 식(1)을 통해 등부표의 중심위치값을 도출하였다.

$$KG = Mc / W \quad (1)$$

$$= 1.01 / 35.95 = 0.028m$$

여기서, KG : 기준선에서 중심까지의 거리(m)

MC : Statical Moment(kgf · m)

W : 총중량(kgf)

식(2)를 통하여 등부표의 주요제원중 하나인 흘수 값을 도출하였다.

$$V = Vt(W/ BN)=0.0369 \text{ m}^3 \quad (2)$$

이때의 흘수선 높이 : 147.3mm

V : 배수체적

BN : Net Buoyancy

VT : 전체 부이의 부피

식(3)과 (4)를 통해 부심중심위치 값을 도출하였고, 식(2), (3), (4)를 통해 도출

된 KG, KB, BM으로 GM 값을 도출 확인할 수 있었다.

$$KB = MB / V \quad (3)$$

$$= 0.002583 / 0.0369 = 0.07(m)$$

여기서, KB : 기준선에서 부심까지의 거리(m)

MB : 각 부위 배수체적의 기준면에 대한 모멘트(m⁴)

V : 배수체적(m³)

$$BM = IX / V \quad (4)$$

$$= 0.01272 / 0.0369 = 0.3446(m)$$

여기서, BM : 부심으로부터 경심까지의 높이(m)

IX : 표체 흘수면의 단면 2차모멘트(m⁴)

R : 표체 흘수면의 반지름(0.3 m)

V : 배수체적(m³)

$$GM = BM + KB - KG \\ = 0.3446 + 0.07 - 0.028 = 0.3866(m)$$

여기서, GM : 경심과 무게중심의 거리

GM값이 클수록 부이의 안정성이 높아진다.

부이의 진동 수

$$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{k^2}{GM \cdot g}} = 2\pi \sqrt{\frac{(0.1024)^2}{0.3866 \cdot 9.81}} = 0.33 \text{sec}$$

여기서,

k : 회전반지름

g : 중력가속도

위 계산식으로 볼 때 설계된 부표는 침몰선박에서 부양하여 바다에서 안정적으로 기능을 발휘 할 수 있다.

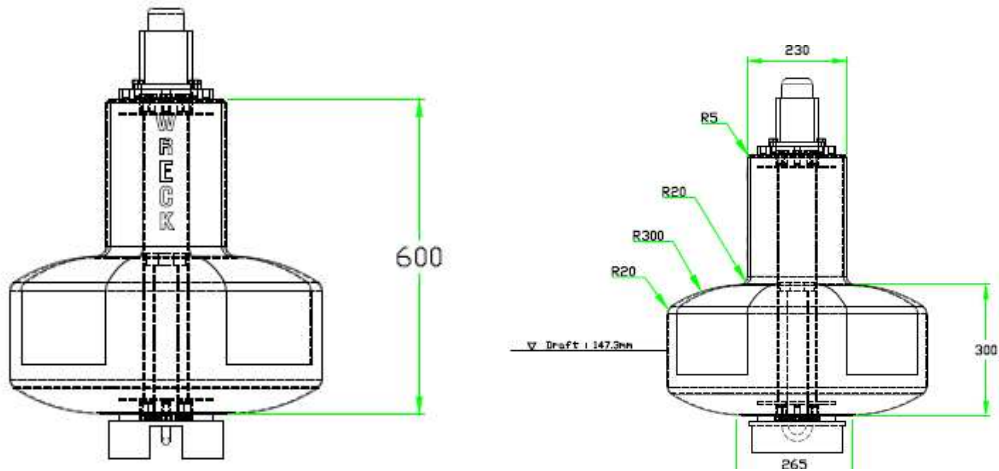


Fig. 47 Design drawings of the Buoy

부표의 재질은 EPS (발포폴리스티렌, 고밀도 스티로폼)를 내부 재료로 사용하고 외부에 다음과 같은 재료 특성을 가진 폴리우레아를 충분한 두께로 도포한 등부표로 <Fig. 47>과 같이 설계를 하였다.

주성분인 이소시아네이트 프리폴리머(isocyanate prepolymer)와 경화제 성분인 폴리아민(polyamine)이 연쇄 반응하여 생성되는 초고속경화형 폴리우레아 결합체이며 경화시간이 수십초 이내로 매우 짧아 1회 도장으로 원하는 두께의 피막을 얻을 수 있으며 우수한 내염수성, 내약품성, 내후성, 내충격성, 내마모성 등을 가지고 있다. 휘발성 유기물질(VOC)이 없는 100%의 고형분으로 경화된 후에는 유해물의 용출이 없어 수생생물에 안전하고 환경오염의 우려가 없고, 우수한 탄성율(100~550%)과 폭넓은 시공가능 온도(-40℃~ 120℃) 및 도막 물성 유지 온도(-65℃~175℃)를 갖고 있으며, 경화 후에는 고탄성의 매우 질긴 피막층 형성한다. 공정압력이 2,500psi, 공정온도가 60~85℃ 인 전용 스프레이 장비를 사용하여 주재와 경화제를 고온, 고압으로 충돌, 혼합, 분사하여 도포한다.

부표는 폴리우레아를 EPS (발포폴리스티렌, 고밀도 스티로폼)를 성형하여 만든 부표에 도포를 한 등부표는 고탄성, 고내구성의 폴리우레아 피막을 형성하여 선박 등과 충돌 시에 충격완화 기능과 강한 충격, 자외선, 외부 온도변화 등

에 쉽게 파손 되지 않으며, -20도에서 +60도 사이에서도 재료의 특성을 유지하는 장점을 가진다.



Fig. 48 EPS molding



Fig. 49 Polyurea application

4.3.2 Auto Buoyance와 Auto Release

침몰선박 부표의 주된 목적이 선박이 침몰하였을 때 선체에 거치되어 있던 부표가 잘 떠오르면서 제 기능을 발휘하여야 하는데, 가장 중요한 것이 부표의 자동 부양기능과 계류로프의 풀림과 제동 기능이라고 할 수 있다. 부표가 수면 상에 떠오르면 계류로프가 더 이상 풀리지 않도록 브레이크 기능을 갖추어야 한다.

부표의 자동 부양을 하기 위해서 전기적 장치로 솔레노이드를 이용하여 등부표가 부력을 받으면 자동적으로 부표가 이탈할 수 있도록 연구하였으나 지속적인 전기의 공급과 전자회로라는 고장의 개연성이 존재하여, 기계적인 설계로 등부표의 자동 부양과 브레이크 라이닝을 이용한 계류로프의 풀림과 당김을 해결할 수 있는 방법을 함께 연구 하였다. <Fig. 50>은 솔레노이드를 이용한 부양 장치이며, <Fig. 51>은 기계적인 자동 부양 장치이다.

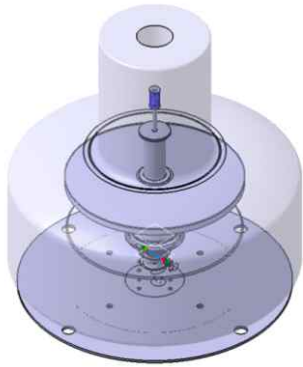


Fig. 50 Solenoid type Buoy

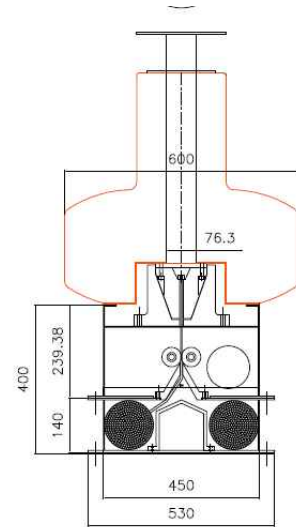
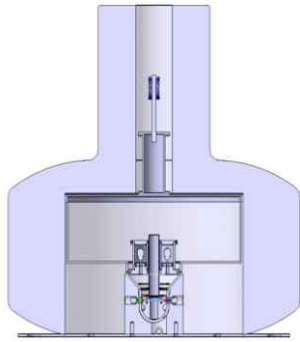


Fig. 51

Mechanical type Buoy



제 5 장 침몰 위치표시 일체형등명기 설계 및 개발

5.1 침몰위치표시 일체형등명기 개념설계

IALA에서는 침몰선박이 발생하면 침몰선박 위치표시 부표가 올라오면서 부표의 형상과 등화로써 부근을 향해하는 선박에게 알려주고, 전파를 이용하여 사고 내용을 송신하도록 권고하고 있다.

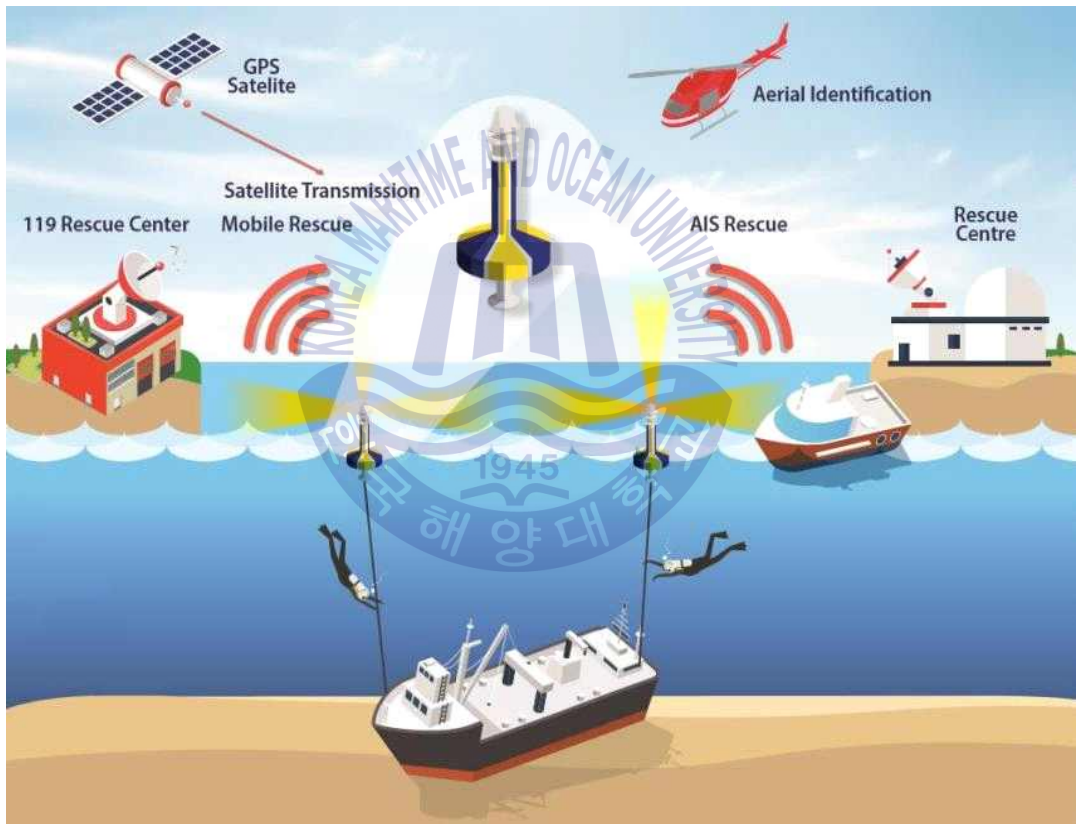


Fig. 52 An example of the automatic location marking buoy for sinking vessel

<Fig. 52>는 선박에 침몰위치표시부표를 설치하였을 때 선박의 좌초·전복·침몰 등 해양사고 발생 시 구조 방법의 예이다.

선박침몰 시 선수와 선미에 설치되어 있는 부표거치대에서 자동 이탈된 등부표가 부상하게 될 때 자동으로 광원이 점멸되며, 외부전력의 공급 없이 태양에너지를 이용하여 지속적인 작동을 할 수 있도록 하고 동시에 이동통신 및 AIS를 이용하여 조난 및 위치를 전송하는 일체형 수밀구조로 계획하였고 특히, 헬리콥터 등 비행기에서 빛을 감지할 수 있는 구조로 계획하여 사고 발생 지점의 위치를 표시하도록 하여 해당해역에서의 2차 사고를 방지하고 즉각적인 수색구조가 가능하도록 설계하였다.

제 2장의 국제 해상 인명 안전용 무선 설비 중 쉽게 항해자나 관계 당국에 사고 내용을 통보할 수 있는 방법 및 제 3장의 등명기 독립전원 시스템인 태양전지의 활용에 관해 조사·분석한 것을 바탕으로 본 장에서는 등명기의 광학적 설계와 위치표시기능에 관하여 연구하였다.



5.2 등명기의 구조

등명기 전체가 수밀구조 형태로, 그 내부에 부표거치대와 연결된 자동구동장치를 설치하여 등부표 이탈 시 자동으로 등명기에 전원이 공급되어 작동 할 수 있도록 설계하였다. 이후 침선표지가 수면 상에 적절히 떠오르면 태양전지판에 의해 지속적으로 전기를 공급받아 설치·운영기간동안 이용할 수 있도록 한다.

<Fig. 53>은 3D 설계를 한 등명기의 사시도이고, <Fig. 54>는 등명기 외부 부품을 설계한 구조도이다.

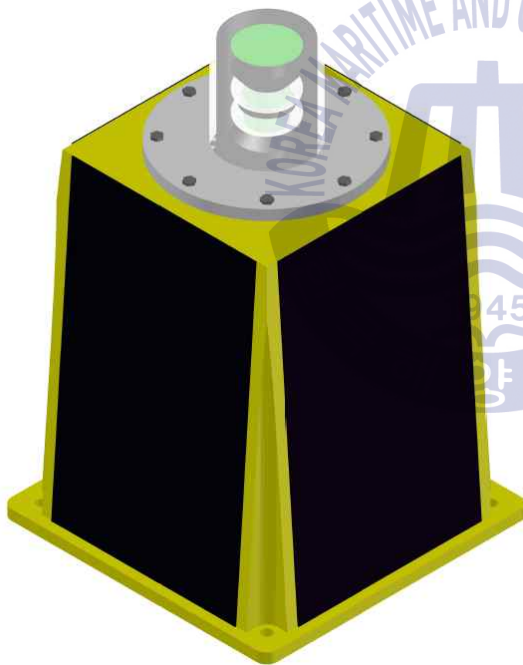


Fig. 53 3D Modeling of Lantern



Fig. 54 Shape Formation

<Fig. 55>는 설계한 도면에 따라 제작한 외부 케이스, 렌즈 및 부품이며, <Fig. 56>은 섬광기의 침수로부터 보호하기 위한 방수 케이스이다.



Fig. 55 Lenses, Cases and Parts



Fig. 56 Waterproof Case

5.3 등명기의 광학시스템

등화의 등질은 IALA에서 규정한 침몰선박표지로 사용하는 신위험물 표지의 기준에 적합한 등질인 황색등화와 청색등화를 교차 점등 할 수 있도록 렌즈를 2단 배열하여 상단렌즈에는 황색등화를 하단렌즈에서는 청색등화를 교차 점등 하도록 설계하였으며, 광달거리는 명목적 광달거리로 5해리 이상으로 설계하여 IALA 규정(최소 광달거리 4해리)을 만족시키도록 한다.

또한, 등광을 수평방향 360 ° 어느 방향에서도 동일한 광도와 색상으로 보일 수 있도록, LED에서 발생하는 열을 감쇄할 수 있는 히트 싱크의 역할을 하는 바디 및 바디의 측면에 고휘도 LED(Light Emitting Diode)를 8방향에 설치하고, LED광을 집적하여 최대 광력으로 발산할 수 있도록 LED를 둘러싸는 형식의 도너츠형 렌즈를 설계하여 제작하도록 하였다.

이 LED 모듈 렌즈는 <Fig. 57>의 도면과 같이 중앙부가 관통된 중공(中空) 형태인 비구면 렌즈로 설계하였고, 광선을 선명하게 표시되도록 한다. 일반적 렌즈케이스 보다 소형화하여 가벼우며, 견고하게 부착될 수 있도록 상하에 지지대를 부착하여 내구성을 높였다. 광원의 등색을 황색과 청색으로 교차 점멸하도록 램프배열 및 회로설계를 하였다.

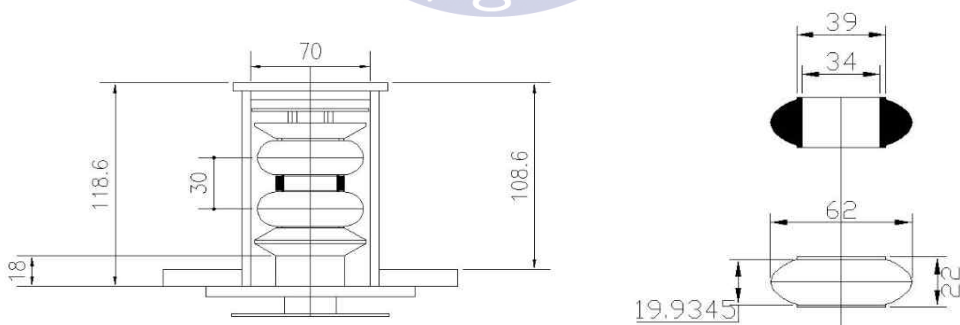


Fig. 57 Assembly Drawing of Lens

침몰선박이 발생하면 침몰선박의 수색을 위하여 선박뿐만 아니라 헬리콥터나 경비행기로 수색이 시작됨을 감안하여, <Fig. 58>과 같이 등명기의 빛을 수평으로 빛을 발산하도록 하고, <Fig. 59>와 같이 수직 방향으로 동시 발산하도록 LED 모듈을 설계 및 제작하였다.



Fig. 58 Horizontal Side LED Module Fig. 59 Vertical Side LED Module



5.4 재생 에너지 이용 등명기 전력 설계

침몰선박 부표에 사용되는 등명기는 장기간 선박에서 소등된 상태에서 선박이 침몰이 진행되면 부표가 부양하기 위해 선체에서 이탈하는 순간에 등명기의 등화 기능의 작동이 된다.

등명기는 별도의 외부 전원 공급 없이 등명기 측면에 설치되어있는 태양전지에서 태양 빛을 받아 전기를 생성하여 등명기 하부에 장착된 리튬이온전지를 충전시키는 전원일체형 전력시스템을 채택하였다.

태양광 패널은 하우스정부의 외면의 네 측면에 각각 설치하고 하우스정부의 측면이 바닥으로부터 직각되어지는 면과 4° 경사의 기울기로 설치됨으로써, 태양광 패널의 태양광 흡수 효율을 높일 수 있게 하였으며, 태양빛이 바다에 반사되어 오는 난 반사된 빛을 받아 전방향에서 전력을 생성 할 수 있도록 고려하였다.

태양전지는 6V 4.5W의 모듈을 등명기 4각 면에 각기 1장씩 4개를 설치하였으며, 축전지는 3.7V 23,400mAh로 5A이상의 과전류를 방지할 수 있는 리튬이온전지를 사용하여, <Table 16>과 같이 흐린 날씨로 태양전지를 충전 할 수 없는 상태에서 7일 이상 전력 공급이 가능하도록 설계 하였다.

Table 16 Calculation of Number of sunless days

No	명칭		전력 (W Hr)
1	등명기		-소비 전력 5W이하(순간최대소비전력 5.55W이하) -일일소모전력(최대)= $\{1W(\text{제어장치소비전력})+(4W(\text{등구소비전력}) \times 0.25$ $(4\text{초1점광발광율})\} \times 14.5\text{Hr} = 29\text{W Hr}.$
2	태양전지		-용도: 등명기 에너지 원 (태양광 에너지 수집 장치) -용량: 6V18W(4.5W*4EA) -일 평균 발전량=18W*3.5Hr(일 평균 발전 시간)/1.2(출력손실보존계수)=52.5W Hr.
3	리튬전지		-용량: 3.7V 70200mAh(23400*3EA) -Over Current Protect(5A) -유효용량=3.7V*70.2AHr/1.25(방전손실보정계수)=207.8W Hr.
4	부조일수=배터리유효용량/일일소모전력(최대) = 207.8W hr/29W hr = 7.16일		

5.5 등명장치의 모듈(module)

5.5.1 모듈(module)의 구성

모듈은 Main Controller, Power source Controller, LED Driver, Battery Charger, Zigbee Interface의 전자회로를 <Fig. 60>과 같이 기본적으로 구성하였다.

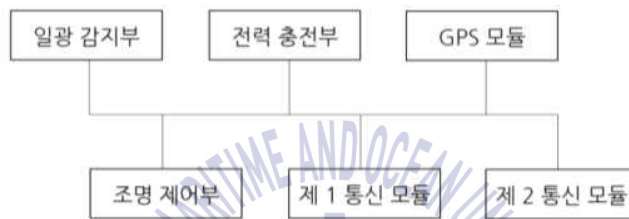


Fig. 60 Module structure of Lantern

IALA에서 규정한 등질 (Maximum Period for Rhythmic Characters of Aids to Navigation Lights, Classification of the Rhythmic Characters of Lights)을 만족하기 위해 256개의 등질을 갖추고 동작하기 위한 조명제어, CDMA를 이용해 등명기 기능의 동작감시를 위한 통신인터페이스, GPS 시각정보를 이용한 동기점멸시스템(Synchronize system) 그리고 충방전시스템 등의 제어를 위한 모듈을 계획하였고, 각 모듈의 제어를 위하여 중앙제어장치(Main Controller)를 <Fig. 61>과 같이 모듈을 설계하였다.

일광 감지부는 태양광을 감지하여 태양광의 양에 따라 일출 및 일몰 여부를 검출한다. 태양광 패널로부터 획득되는 전기 에너지를 배터리에 충전하여 설정된 전압이 될 때까지 상기 전기 에너지를 배터리에 충전하며, 전력 충전부는 배터리의 전압이 기 설정된 전압을 초과하는 경우, 상기 전기 에너지의 충전을 중단하여 배터리가 과 충전되는 것을 방지할 수 있도록 <Fig. 62>와 같이 모듈을 설계하였다.

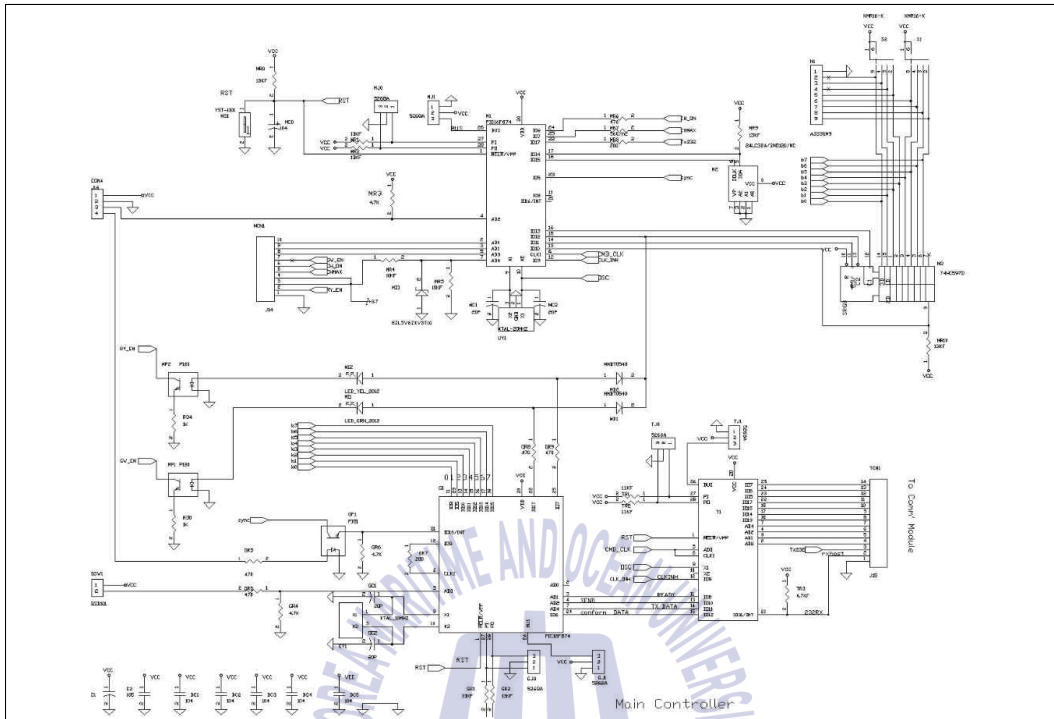


Fig. 61 Schematic diagram of main controller

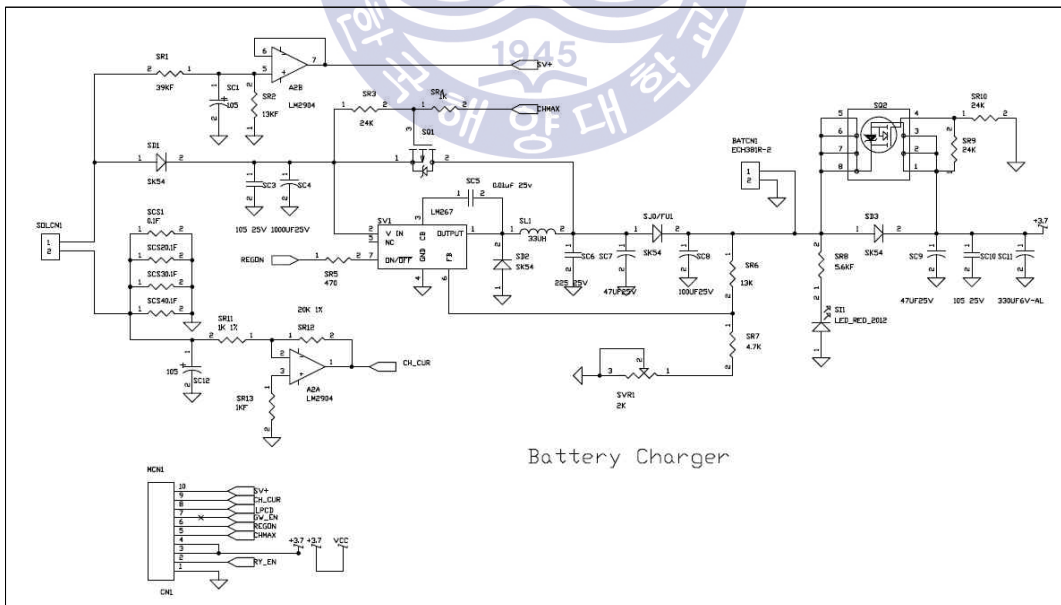


Fig. 62 Photovoltaic Power Charging Device Schematic

조명 제어부는 수평 방향 조명 모듈 및 수직 방향 조명 모듈을 제어하는 기능으로 일광 감지부에서 검출한 일출 및 일몰 상태에 따라 일몰 이후부터 일출 시까지 조명모듈이 동작되도록 제어하도록 설계하였다.

GPS 모듈의 시간 정보를 이용하여 등화의 점멸 주기를 제어할 수 있으며, 수직·수평방향 조명 모듈이 동시에 각각 황색 및 녹색의 교차 점멸 동작을 수행하도록 하되, 침몰선박의 선수 선미에 각각 등부표가 설치되는 경우에 조명 제어부는 GPS 모듈로부터 수신한 시각 정보에 기반을 두어 다른 선박 위치 표시용 등명 장치와 조명 제어를 동기화 할 수 있도록 <Fig. 63>과 같이 모듈을 설계하였다.

즉, 선수에 설치되어 해수면으로 부상한 선박 위치 표시용 등명 장치와 선미에 설치되어 해수면으로 부상한 선박 위치 표시용 등명 장치는 상호 간 조명 제어를 동기화하여 황색 및 녹색의 교차 점멸이 동시에 수행되도록 한다.

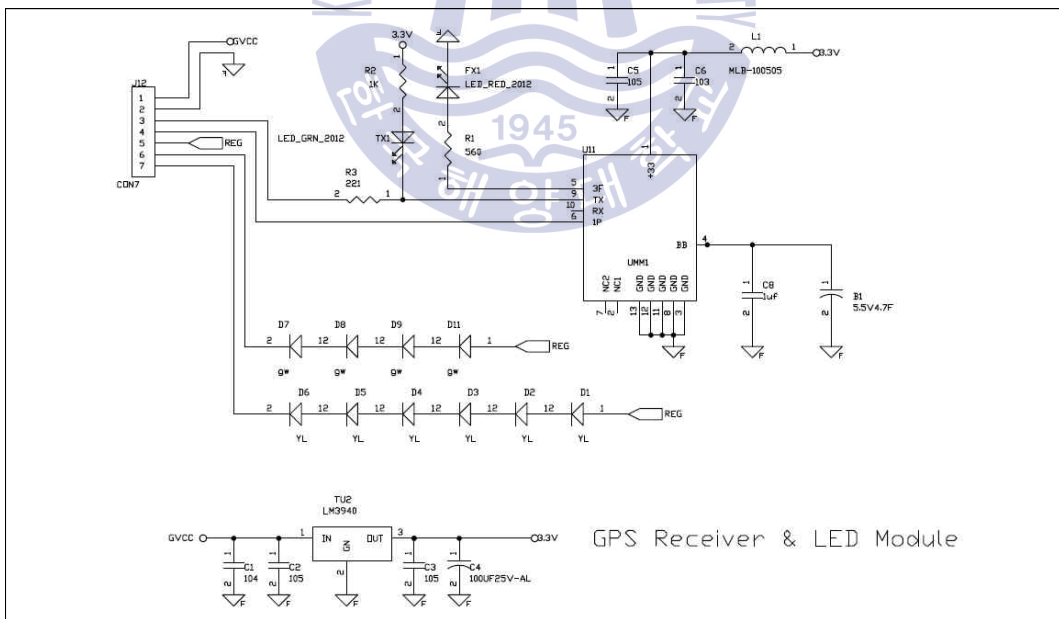


Fig. 63 Schematic diagram of device using GPS time information

5.5.2 침몰 사고 통보용 통신 시스템

선박이 침몰하면서 부양된 부표는 형상과 색채 및 등화로써 선박의 침몰위치를 나타내면서, 적극적으로 사고 위치와 사고선박 명 등을 적극적으로 알려주기 위해서 부표의 등명장치에 통신장비를 설치하여 사고 내용을 통보하는 방법을 모색하였다.

제 2장의 국제 해상 인명 안전용 무선 설비 중 침몰선박 등부표에 설치가 용이하고, 해양사고 관련 관계기관이나 항행 중인 선박들이 사고 내용을 쉽게 인지할 수 있는 방법으로 AIS SART와 WCDMA를 이용한 사고 문자 통보 시스템과 아울러 원격으로 등명기의 동작 상태를 알 수 있도록 <Fig. 64>와 같이 ZigBee회로를 등명기에 내장하도록 모듈을 설계하였다.

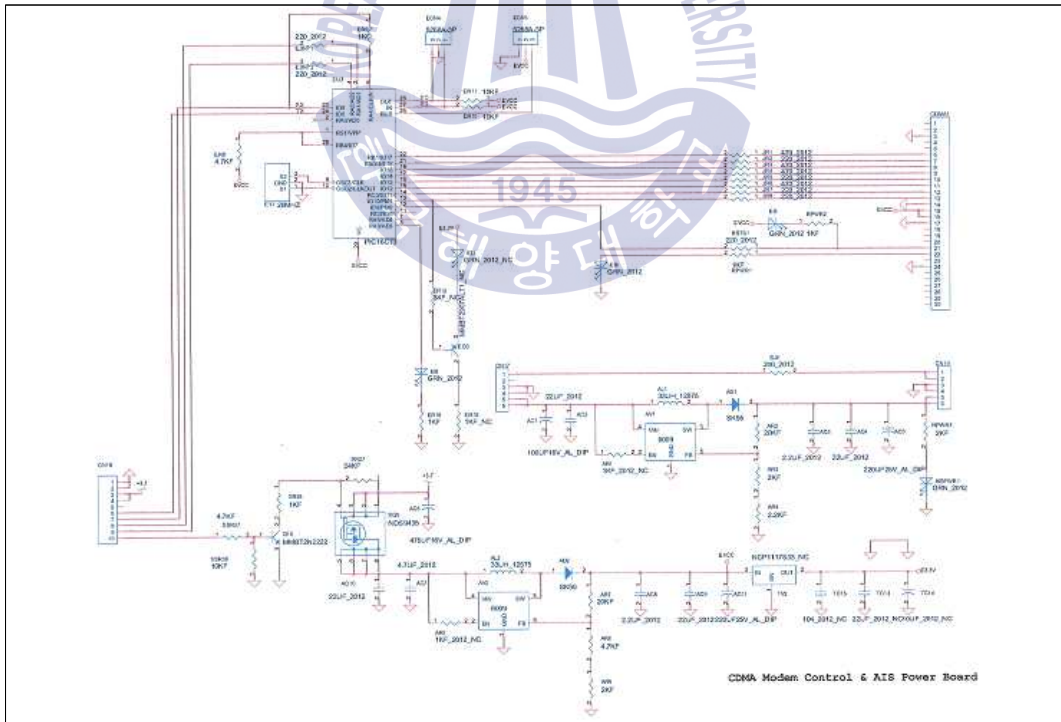


Fig. 64 Schematic diagram of AIS SART & WCDMA & ZigBee

5.5.3 AIS SART를 이용한 선박 침몰사고 송신 시스템

AIS SART는 선박이 침몰하면 설치된 침선 등부표가 부양하면서 자동적으로 AIS SART가 작동하여 조난신호가 송신되면, 주변 선박 및 해안국에 설치된 AIS에서 조난신호를 자동으로 수신하여 GPS 플로터의 전자해도 상에, 조난정보를 시각 및 청각적으로 표시하도록 조난 시 정적 정보(선박 번호 MMSI)와 안전정보 및 위치정보를 1분에 1회 이상 송신하도록 하고, 기존의 AIS SART를 등명기 내부에 1개의 기관으로 초 집적화하도록 모듈을 <Fig. 65>와 같이 설계하고, <Fig. 66>과 같이 제작하였다.

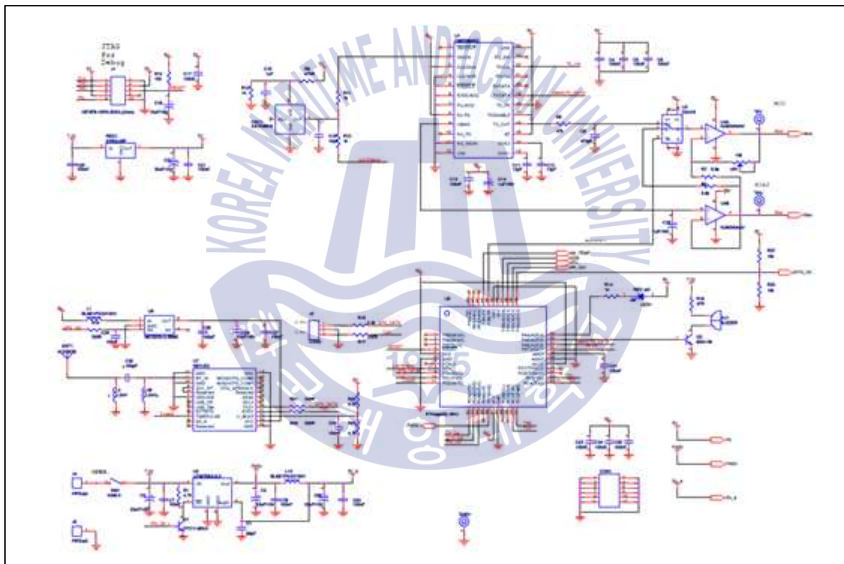


Fig. 65 Schematic diagram of AIS SART



Fig. 66 Manufactured AIS SART

5.5.4 WCDMA를 이용한 선박 침몰사고 송신 시스템

해상 조난 자동 신호용 CDMA는 주파수 대역확산 기술을 응용하여 개발한 부호분할 다중접속 방식의 코드분할 다중접속 방식으로 여러 사용자가 시간과 주파수를 공유하면서 신호를 송수신할 수 있는 시스템으로 해상에서의 중계기능을 이용하여 연안에서의 해상통신도 중계기를 통한 음성통신 및 데이터 통신 거리가 약 100km 이므로 선박이 연안으로 부터 약 100km 거리에서도 필요한 위치추적, 데이터 통신, 조난신호 발신 등이 가능하므로, 등명기에 CDMA 단말기를 설치하여 선박이 침몰하면 설치된 침선 등부표가 부양하면서 자동적으로 음성 또는 문자로 조난사실과 위치 및 선박명을 119 및 해양경찰에 1분에 1회 이상 송신하여 구조 요청할 수 있도록 WCDMA를 설치하여 펌웨어를 위한 프로그램 코딩을 <Fig. 67>과 같이 하였다.

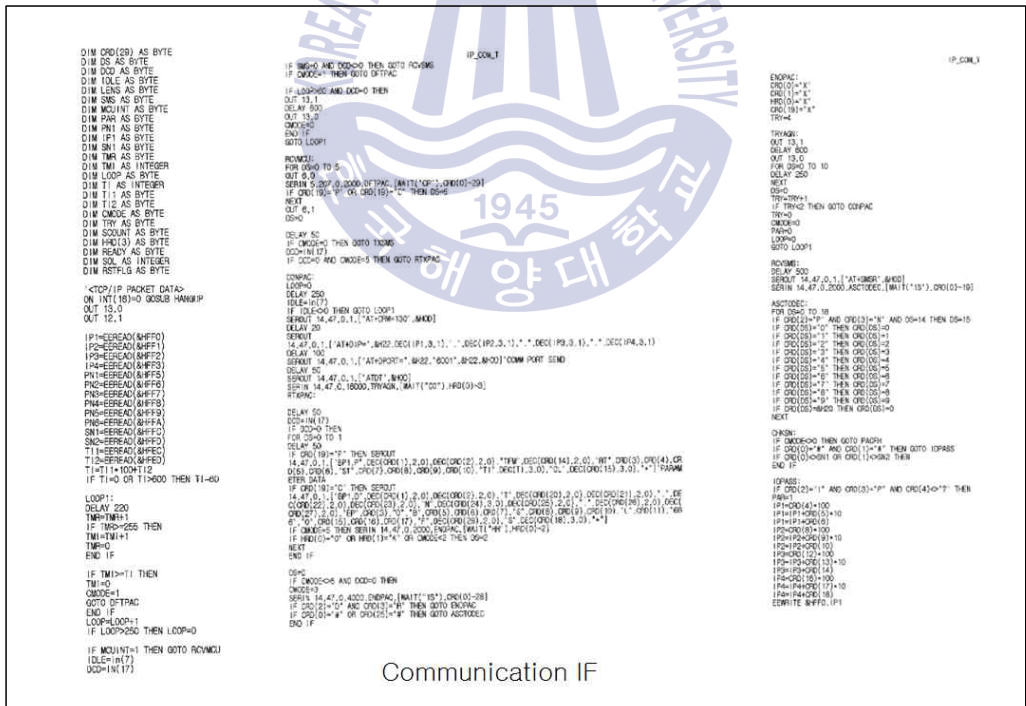


Fig. 67 Incident notification program using CDMA

5.5.5 등명기 동작제어 시스템

등명기의 동작의 제어와 동기점별 장치 및 사고 발생 시 신속한 송신, 원격 제어 감시 및 등명기의 점멸주기 제어 등 계획된 목적을 달성하기 위한 프로그램 코딩 설계를 <Fig. 68>과 같이 하였다.

```

IF F<237 THEN
F#=236
WRT=WRIT0(F)
DRB=DRK00(F)
F#=238
END IF

IF F<240 THEN
F#=241
WRT=WRIT0(F)
DRB=DRK00(F)
F#=241
END IF

IF F<248 THEN
F#=249
WRT=WRIT0(F)
DRB=DRK00(F)
WRT=WRIT0(F)
DRB=DRK00(F)
F#=249
END IF

<Dead Range & LastFrame>
RANGE=10
IF F<20 AND F<100 THEN
LASTFRAME=1
IF F<50 THEN RANGE=50
IF F>75 THEN RANGE=5
END IF

IF F>108 AND F<159 THEN
LASTFRAME=2
IF F=148 THEN RANGE=25
IF F>146 AND F<158 THEN RANGE=5
IF F>156 THEN RANGE=5
END IF

IF F<158 AND F<214 THEN3
LASTFRAME=3
IF F<184 AND F<213 THEN RANGE=5
IF F<201 THEN RANGE=10 0.1SEC DIV
IF F<213 THEN RANGE=25 0.25SEC DIV
END IF

IF F<213 AND F<234 THEN
LASTFRAME=4
IF F<224 AND F<228 THEN RANGE=25
IF F<227 AND F<233 THEN RANGE=5
END IF

IF F<233 AND F<238 THEN
LASTFRAME=5
RANGE=5
END IF

IF F<237 AND F<241 THEN
LASTFRAME=6
RANGE=5
END IF

IF F<240 AND F<249 THEN
LASTFRAME=7
RANGE=5
END IF

IF F<248 AND F<256 THEN
LASTFRAME=8
RANGE=5
END IF

<Callou Timing Data>
WRT=WRIT0(RANGE)
DRK1=DRK1(RANGE)
WRT=WRIT0(RANGE)
DRK2=DRK2(RANGE)
WRT=WRIT0(RANGE)
DRK3=DRK3(RANGE)
WRT=WRIT0(RANGE)
DRK4=DRK4(RANGE)
WRT=WRIT0(RANGE)
DRK5=DRK5(RANGE)
WRT=WRIT0(RANGE)
DRK6=DRK6(RANGE)
WRT=WRIT0(RANGE)
DRK7=DRK7(RANGE)
WRT=WRIT0(RANGE)
DRK8=DRK8(RANGE)
WRT=WRIT0(RANGE)
DRK9=DRK9(RANGE)

SYNSTART:
CNT=COUNT(1)
END
FLSTART:
TOGGLE 0
IF CNT=0 THEN FLPL0T=1
OUT FLPL0T,1
SYN0
FOR R=0 TO 6000
FFLASH=IN(3)
DELAY 3
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
CNT=COUNT(0)
IF CNT=WR1 THEN
CNT=COUNT(1)
R=6001
END IF
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
NEXT
IF R=0 OR FFLASH=1 THEN GOTO FLSTART
OUT FLPL0T,0
FOR R=0 TO 6000
FFLASH=IN(3)
DELAY 3
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
CNT=COUNT(0)
IF CNT=WR2 THEN
CNT=COUNT(1)
OUT FLPL0T,1
R=6001
END IF
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
NEXT
IF LASTFRAME=1 THEN GOTO FLSTART

FOR R=0 TO 6000
FFLASH=IN(3)
DELAY 3
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
CNT=COUNT(0)
IF CNT=WR3 THEN
CNT=COUNT(1)
OUT FLPL0T,1
R=6001
END IF
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
NEXT
IF LASTFRAME=3 THEN GOTO FLSTART

FOR R=0 TO 6000
FFLASH=IN(3)
DELAY 3
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
CNT=COUNT(0)
IF CNT=WR4 THEN
CNT=COUNT(1)
OUT FLPL0T,0
R=6001
END IF
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
NEXT

FOR R=0 TO 6000
FFLASH=IN(3)
DELAY 3
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
CNT=COUNT(0)
IF CNT=WR4 THEN
CNT=COUNT(1)
OUT FLPL0T,0
R=6001
END IF
IF SYN=1 THEN GOTO SYNSTART
NEXT

```

Fig. 68 Light Cycle Control Program

5.6 칩물위치표시 일체형등명기 테스트

5.6.1 전기적 특성 시험

LED 등명기의 구조, 성능 및 기능은 「항로표지 장비·용품의 기능 및 규격 기준」 제3조제1호 별표 1(항로표지용 LED 등명기 표준규격)의 기준을 만족하여야 하며, 5해리 기준 소비전력은 5W이하, 무부하전류는 12mA 이하, 최대출력 전류는 1.5A이하여야 한다.

전원을 공급하여 소비전력, 무부하전류, 최대출력전류, LED 구동전류 편차(입력전압 기준) 등을 측정하기 위해 <Fig. 69>와 같이 테스트 하였고, <Table 17>과 같이 테스트 결과를 만족 하였다.

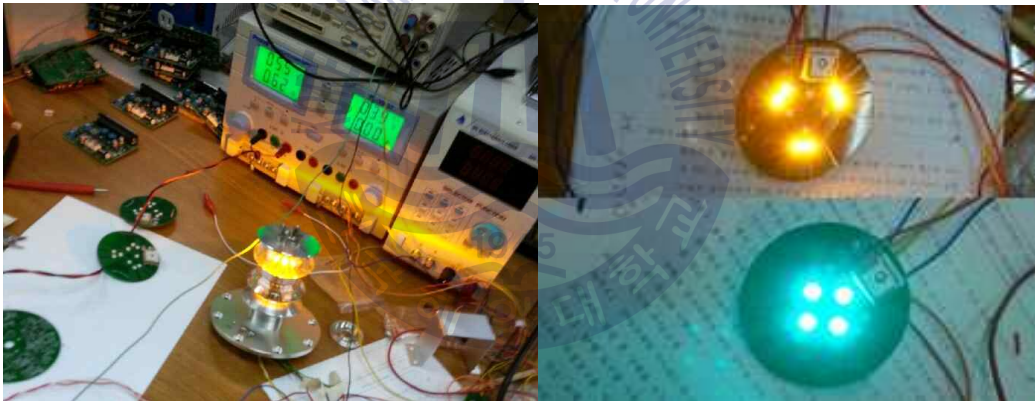


Fig. 69 Electrical characteristic test

Table 17 Electrical test result

측정범위	테스트 항목	측정값	참고값
DC 3.7V ± 10%	최대소비전력	< 5W	4.81W
	무부하전류	< 12mA	4.44mA
	최대출력전류	< 1.5A	1.46A

5.6.2 점멸 테스트

<Fig. 51>은 침몰선박 표시 등명기의 점멸테스트이다. 침몰선박(Emergency Wreck Marking)의 등질은 청색등광 1초, 암간 0.5초, 황색등광 1초, 암간 0.5초로 총 3초의 주기를 반복해야 하며, 그 기준을 만족하는 것을 <Fig. 70>과 같이 테스트하여 확인하였다.



Fig. 70 Flashing test of Lantern

5.6.3 등명기 CDMA 조난신호 시험

<Fig. 71>은 CDMA 통신으로 미리 지정된 휴대폰의 전화번호로 조난 문자 메시지가 전송 할 수 있도록 설정하여 테스트 하였다.



Fig. 71 CDMA communication

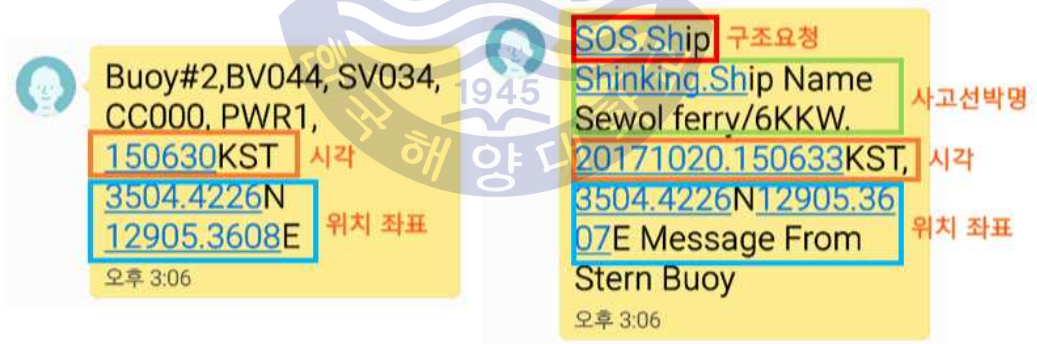


Fig. 72 SOS message sent from CDMA

<Fig. 72>의 좌측 이미지는 미리 지정해놓은 번호로 침몰 선박에서 이탈된 등부표의 등명기에서 사고 선박의 현재 위치(경위도좌표)와 사고 발생 시각을 나타낸 메시지가 발송 된 것이며, 우측 이미지는 등명기에서 구조요청, 사고 선박명, 시각, 위치(경위도좌표)를 전송한 내용이 휴대폰에 표시된 내용이다.

5.6.4 등명기 AIS 조난신호 시험

<Fig. 73>은 등명기에서 AIS SART를 이용하여 사고내용을 통보하여 부근을 항해하는 선박의 AIS 수신기에서 사고관련 메시지를 수신한 사진이다. 우측 사진으로 부터 AIS 수신기에 사고내용과 사고선박의 식별번호와 경위도 좌표가 표시되어 있는 것을 확인하였다.

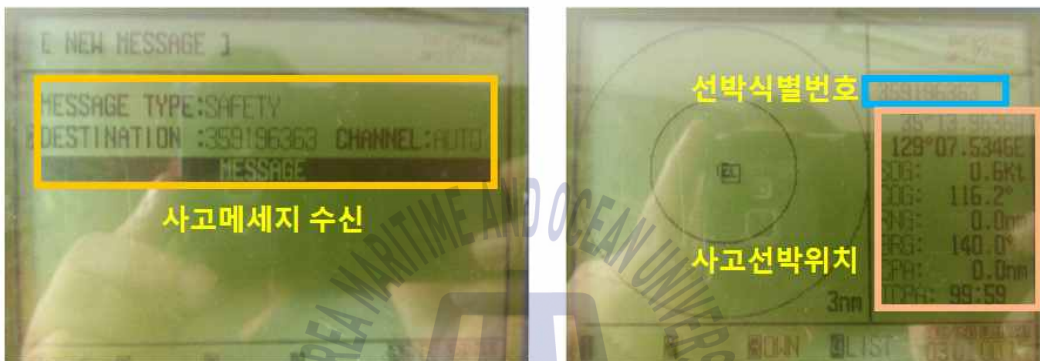


Fig. 73 SOS message sent from AIS

5.6.5 침몰위치 표시를 위한 전자해도(EDICS) 테스트

등명기 내 AIS SART에서 사고 위치가 발신되어 전자해도에 표시되도록 <Fig. 74>와 같이 테스트 하였다.

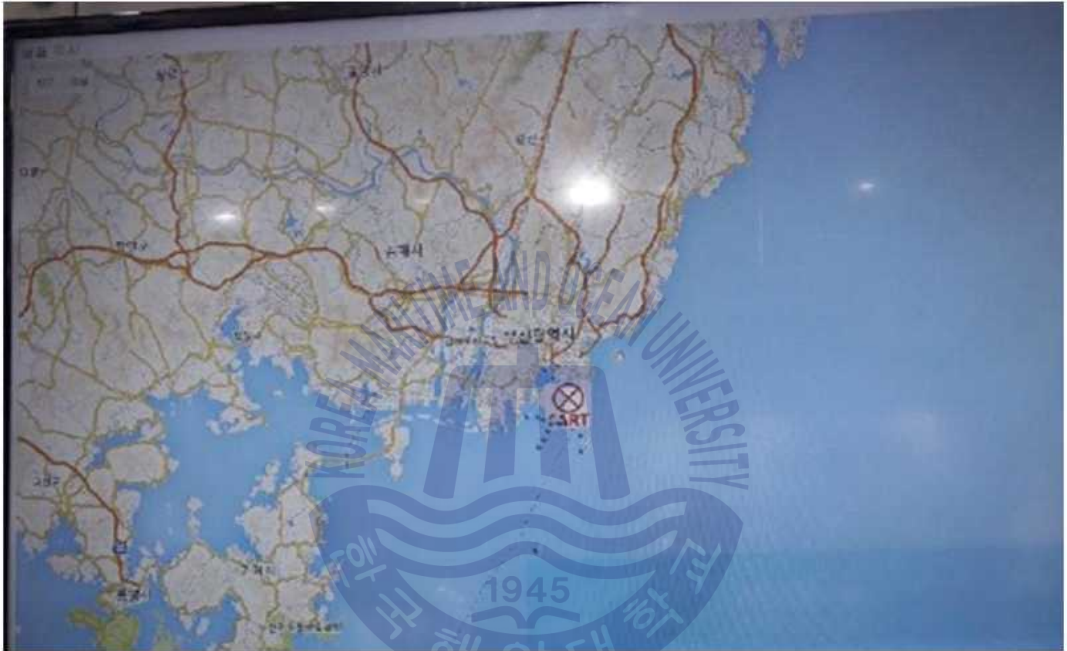


Fig. 74 EDICS test using AIS

제 6 장 결론

본 논문에서는 태양전지를 기반으로 한 침몰위치표시 일체형등명기의 필요성을 알아보고 설계, 제작 및 테스트를 수행하며 검증하였다.

선박의 좌초·전복·침몰 등 해양사고 발생 시 선수와 선미에 설치되어 있는 부표거치대에서 자동 이탈된 등부표가 부상하게 될 때 자동으로 광원이 점멸되어 작동하게 된다. 등명기 내에 태양전지와 축전지를 같이 설치하고, LED 광을 사용하여 독립전원으로 전력의 공급을 하며 기존의 수평으로 발산하는 등명기를 벗어나 수평 방향 및 수직 방향의 빛을 발산함으로써, 해양에서 뿐만 아니라 항공에서도 선박 위치 표시용 등명기를 용이하게 식별하도록 할 수 있게 되며 또한, AIS 신호를 통해 선박 위치를 알릴뿐만 아니라, 이동 통신망을 통해 선박 위치를 무선 전송함으로써, 침몰된 선박을 초기에 구조하고 응급조치 할 수 있도록 할 수 있도록 계획 하였다. 또한, 침몰선박 표시에만 국한되는 것이 아니라 공사용 부표의 광원이나 바지선, 정박선 등의 광원으로 이용하여 확장하여 사용 할 수 있도록 하였다.

대양에서 외부의 전력 공급 없이 태양전지를 부착하고 소형 고효율 축전지를 배치하여 태양에너지로 부터 지속적인 전력을 공급받을 수 있도록 계획하고, 필요시에는 부품을 교체할 수 있도록 하며, 수밀구조 형태로 설계 및 제작 하였다.

광원은 국제항로표지협회(IALA)에서 규정한 신위험물표지, 침몰선박표지에 사용되는 등색인 청황호광(Al. BuY3S, 청색과 황색을 교차 점등)과 등질(청색 1초 + 암간 0.5초 + 황색 1초 + 암간 0.5초, 1주기 3초)을 작동할 수 있기 위하여 설계 및 제작 하였다.

선박의 침몰 사고가 발생하는 경우 실종자를 최대한 방지하기 위해서 가장 빠른 시간에 침몰선박의 위치를 찾을 수 있고, 침몰선박의 위치를 적극적으로 알려줄 수 있도록 등명기의 통신 시스템을 구성하였다. CDMA를 이용하여 119 등 수색 구조 기관이나 선박 소유자 등에게는 휴대폰을 이용하여 사고 내용과

사고 위치 등을 문자로 알려주는 방법과, 선박에서 사용되는 자동 원격 인식 신호 송수신시스템인 AIS(Auto Identification System)를 이용한 수색 구조 통신 시스템을 적용하여 선박의 사고발생 시간과 침몰 위치를 AIS 메시지로 전송하도록 하였고, 전자해도(ECDIS, Electronic Chart Display and Information System) 상에서도 침몰선박의 위치가 표시되도록 하여 항해자가 침몰선박의 발생을 즉시 알 수 있도록 하였다.

기존의 구조신호 발생기인 EPIRB는 선박에 의무적으로 장착된 인공위성을 이용한 재난 통신장치이나 침몰사고 발생 시 구명정에 탑승된 인명구조가 주목적으로 선박의 침몰 위치를 표시 할 수 없고, V-PASS의 경우 어선의 위치 및 긴급구조신호를 발신하는 무선설비이나 오작동 되는 경우가 흔하다 보니 사고를 알아차리지 못하는 경우가 많다. 대형선박 뿐만 아니라 작은 사고가 일어나는 소형선박에도 활용되어 해양 사고 구조 시스템의 다양화 및 선진화로 발전되어, 인명사고와 해양오염 사고에 대처 할 수 있는 방안이 마련되는 계기가 되었으면 한다.

또한 본 연구에서 부족한 전 지구의 해양에서 언제 어디서나 해양 사고가 발생하면 즉시 전 세계의 해상구조기관에 연결될 수 있도록 전파의 맹목구간이 없는 인공위성이나 육지에서 확대된 이동 통신대역폭을 이용하는 기술에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

감사의 글

에너지인력양성과정으로 대학원 과정을 시작하여 어느덧 2년의 시간을 거쳐 많은 분들의 도움으로 석사과정을 마무리 할 수 있게 되어 감사의 인사를 전하고자 합니다.

먼저 학문의 길로 인도해주시고 석사과정을 마치기까지 아낌없는 지도를 해주신 국승기 교수님께 감사의 뜻을 전합니다. 또한 아낌없는 지원과 폭넓은 경험을 쌓을 수 있도록 해주신 이영호 교수님께 감사드립니다. 부족한 논문이지만 바쁘신 와중에도 심사해주시고 많은 조언을 해주신 이은방 교수님, 하민재 교수님께도 감사드립니다. 또한 논문을 작성하기 이전에 부족한 학생이지만 배움에 이르기까지 강의 해주신 모든 교수님들께 감사의 인사를 전합니다.

그리고 학업을 정진 할 수 있도록 시간을 내어주시고 많은 도움을 주신 소장님, 대표님 이하 회사동료에게 감사드립니다. 또한 졸업에 이르기까지 많은 도움과 지원을 해주신 박지훈 박사님께 감사드리며, 해상구난안전실험실 연구실분들께도 감사드립니다.

마지막으로 그 누구보다 이루 다 말씀드릴 수 없을 만큼 깊고 무한한 사랑으로 한없이 부족한 저를 위해 항상 변함없이 지원해주시고 믿어주시는 부모님께 존경과 감사를 드립니다.

저를 아끼고 격려해 주셨던 모든 분들께 진심으로 감사하는 마음을 간직하겠습니다. 받은 사랑을 나누며 살며, 보다 나은 사람이 될 수 있도록 노력하겠습니다. 감사합니다.

참고문헌

IALA, 2018. NAVGUIDE.

A. Papanikolaou, K. Bitha., E. Eliopoulou., 2015. Statistical analysis of ship accidents occurred in the period 1990-2012 and assessment of safety level of ship types.

IALA, 2005. Guideline 1046 on Response Plan for the Marking of New Wrecks.

IALA, 2005. Recommendation O-133 on the Emergency Wreck Marking Buoy.

IALA, 2016. Guideline 1082 - An overview of AIS.

IALA, 2013, Guideline No. 1098 On the Application of AIS - AtoN on Buoys.

IALA, 2008. Guideline No. 1062 On The establishment of AIS as an Aid to Navigation.

MCMURDE, 2012. AIS AtoN3 Configuration Software.

안준오, 신한철, 장나래, 2012. 국내외 인명안전용 무선설비 기술기준에 관한 조사 분석 연구.

한국방송통신기술진흥원, 2014. 디지털 해상통신 기술 개발 동향과 미래.

해양수산부, 2018. 해상용 등명기(일체형-LED) 표준규격서.

해양수산부, 2015. 항로표지 업무편람.

해양수산부, 2018. 표지 장비·용품의 기능 및 규격 기준.

해양수산부, 2018. 항로표지 장비·용품 검사기준.

해양수산부, 2007. 신개념통합전자항법시스템(e-Navigation)국내 대응 방안 연구.

정재훈 등, 2009. 해상용 led 등명기 특성 분석. 해양산업의 녹색성장을 위한 선도전략논문집 pp. 439-442.

국승기, 박혜리, 2016. 자동이탈식 비상침선표지 개발을 위한 개념설계 연구. 해양환경안전 학회지, Vol 22, No 5, pp. 417-422.

김수엽, 이건우, 반영길, 이해진, 2016. 항로표지의 해양사고 예방효과 분석. 한국해양수산 개발원.

이승현, 최혁진, 김경택, 서재준, 2018. 침몰선박 위해도 평가 및 관리체계에 관한 연구. 한국해양환경 . 에너지학회지, Vol 21, No 3, pp. 170-178.

박찬재, 2015. e-Navigation 항로표지시스템 동향. 한국정보통신기술협회. 조선-IT 융합기술: e-Navigation 동향 pp. 48-54.

