

工學碩士 學位論文

수색 구조를 위한
구명조끼 장착용 다중대역 안테나

Lifejacket-Integrated Multiband Antenna
for Search and Rescue

指導教授 朴東國

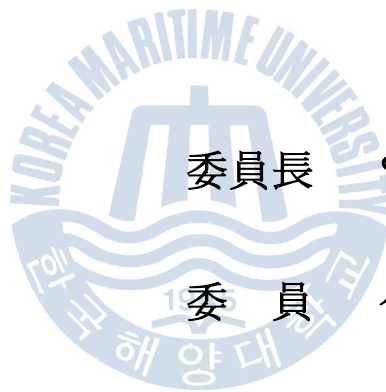
2015年 2月

韓國海洋大學校 大學院

電子通信工學科

林智勳

本 論 文 을 林 智 勳 의
工 學 碩 士 學 位 論 文 으 로 認 准 함 .



委 員 長 양 규 식 (인)

委 員 심 준 환 (인)

委 員 박 동 국 (인)

2015년 2월

韓 國 海 洋 大 學 校 大 學 院

목 차

List of Tables	ii
List of Figures	iv
Abstract	vi
1. 서 론	1
2. 이론적 배경	4
2.1 COSPAS-SARSAT의 개요	4
2.2 GPS의 개요	8
2.3 VHF-DSC의 개요	10
2.4 구멍조끼 장착용 안테나에 관한 선행연구	12
3. 안테나 설계	13
3.1 안테나의 설계 사양	13
3.2 GPS 안테나 설계	15
3.3 PLB 안테나 설계	19
3.4 급전 및 주파수 격리를 위한 마이크로스트립 선로 설계	21
3.5 설계된 안테나의 방사패턴 및 축비 시뮬레이션	25
3.6 해수면에 위의 위치에 따른 안테나의 반사손실 시뮬레이션	27
3.7 VHF-DSC 안테나 설계	30

4. 안테나 제작 및 측정	31
4.1 PLB, GPS 이중대역 안테나 제작 및 측정	31
4.2 VHF-DSC, PLB, GPS 다중대역 안테나 제작 및 측정	37
5. 결론	40
참고문헌	42



List of Figures

Fig. 1 COSPAS-SARSAT 시스템의 구성과 동작	4
Fig. 2 상용 PLB 모듈 (KANNAD XS-4)	5
Fig. 3 GPS의 응용분야	9
Fig. 4 상용 VHF-DSC 모듈 (IC-M423)	10
Fig. 5 설계된 GPS 안테나 모양	15
Fig. 6 좁은 슬롯의 길이에 따른 반사손실 특성변화	16
Fig. 7 좁은 슬롯의 길이에 따른 축비 특성변화	17
Fig. 8 좁은 슬롯의 폭에 따른 반사손실 특성변화	18
Fig. 9 좁은 슬롯의 폭에 따른 축비 특성변화	18
Fig. 10 제안된 PLB 안테나의 모양	20
Fig. 11 급전부의 변형에 따른 반사손실 특성 변화	20
Fig. 12 설계된 PLB 안테나의 반사손실	21
Fig. 13 설계된 GPS 안테나의 반사손실	21
Fig. 14 GPS, PLB 안테나를 동일한 기판 상에 위치시킨 모양	22
Fig. 15 개방형 스테르브 적용 전의 반사손실 특성	22
Fig. 16 개방형 스테르브를 적용한 안테나의 모양	23
Fig. 17 개방형 스테르브를 적용한 안테나의 반사손실	24
Fig. 18 PLB대역의 시뮬레이션 된 방사패턴	25
Fig. 19 GPS대역의 시뮬레이션 된 방사패턴	26
Fig. 20 해수면 상의 안테나 모형	28
Fig. 21 해수면으로부터의 높이에 따른 안테나의 반사손실	28
Fig. 22 해수면으로부터의 높이에 따른 안테나의 PLB대역 반사손실	29
Fig. 23 해수면으로부터의 높이에 따른 안테나의 GPS대역 반사손실	29
Fig. 24 제작된 다중대역 안테나의 모형	30

Fig. 25 제작된 PLB, GPS 이중대역 안테나	32
Fig. 26 측정과 시뮬레이션을 통한 안테나의 반사손실 비교	33
Fig. 27 구멍조끼에 장착된 PLB, GPS 안테나의 모양	34
Fig. 28 구멍조끼 장착 전후의 안테나 반사손실 변화	34
Fig. 29 PLB대역의 측정된 방사패턴	35
Fig. 30 GPS대역의 측정된 방사패턴	36
Fig. 31 제작된 다중대역 안테나와 반사손실	37
Fig. 32 다중대역 안테나를 구멍조끼에 부착한 모습	38
Fig. 33 구멍조끼에 부착 전, 후의 다중대역 안테나 반사손실	39



List of Tables

Table 1 KANNAD XS-4 PLB 모듈의 주요 제원	6
Table 2 고도에 따른 위성의 분류	6
Table 3 IC-M423 VHF-DSC 장비의 주요 제원	10
Table 4 안테나의 설계 사양	13



Lifejacket-Integrated Multiband Antenna for Search and Rescue

Lim, Ji Hun

Department of Electronic & Communication Engineering
Graduate School of Korea Maritime & Ocean University



Abstract

In modern society, a transportation of goods throughout shipping becomes vastly significant. Despite its importance, an accident happens frequently at sea. When the accident occurs, the most important factor is a rescue of survivors. VHF-DSC, COSPAS-SARSAT and GPS are typical systems to save survivors quickly.

In this paper, it was designed an antenna that can be equipped on a lifejacket, operating VHF-DSC band (156MHz), COSPAS-SARSAT band (406MHz) and GPS band (1,575MHz). To minimize restrictions of user activity, FR-4(0.2mm thickness) was used in the antenna. While designing, considered the case that the antenna is located above the sea level. And compared a measured outcome and a result of simulation and confirmed that the antenna operated range from

VHF-DSC, COSPAS-SARSAT band and GPS band.

KEY WORDS: COSPAS-SARSAT 위성지원추적 시스템; GPS 위성항법 장치; Lifejacket 구명조끼; multiband antenna 다중대역 안테나.



제 1 장 서 론

비행기와 자동차가 넘쳐나는 이 시대에 아직도 선박이 존재가 가능한 이유는 무엇일까? 선박으로 인한 물류의 운송은 대형물류 운반을 가능하게 하고, 비행기보다 경제적으로 물류 이동을 할 수 있는 장점이 그 이유이다. 이러한 장점으로 인해 선박은 꾸준히 사람들의 교통수단이자 물류의 운송 매개체로 현대 사회의 필수적인 요소로서 자리매김하고 있다 [1]~[3]. 이러한 장점에도 불구하고 선박에 대한 안전성을 확인할 수는 없다. 해상 조난 사고의 종류를 살펴보면 운항 중 기상으로 인한 사고, 기관고장, 항해사의 부주의 등으로 인해 사고가 발생한다. 안전행정부가 주관하는 공공 데이터 포털에 의하면 2011~2013년 동안 국내에서 발생한 해상 조난 사고는 약 3,798건에 달하며, 실종자 및 사망자 수는 약 230명에 육박한다[4]. 4,000건에 달하는 사고 중에서 2,524건 즉, 절반이 넘는 사고가 어선에서 발생한 사고로 밝혀졌다. 우리나라는 하루에도 약 4건씩이나 발생하는 해상 조난 사고를 대처하기 위해 활발한 연구가 활발히 진행되고 있다[5]~[7].

이러한 해상 조난 사고는 우리나라에만 국한된 것이 아니라 전 세계적으로 빈번히 발생하기 때문에, 해상 조난 상황 시 신속한 대처를 위한 여러 가지 국제적인 시스템이 운영되고 있다. 대표적인 시스템으로는 현재, 전세계적 재난구조 긴급통신 지원 프로그램으로 운영되고 있는 COSPAS-SARSAT 시스템이 있다. COSPAS-SARSAT 시스템은 육상 또는 해상 조난 지역에서 발생한 긴급 신호를 위성에서 수신하여 조난 지역 인근의 구조팀에 구조신호를 전송하여 수색 및 구조 작업을 지원하는 시스

템이다. 긴급 신호는 조난자가 소지하고 있는 단말기를 통하여 위성으로 신호를 전송하여 위치정보를 알림으로써 구조가 이루어지게 된다. 이때 조난의 종류에 따라 긴급신호를 발생시키는 단말기의 명칭은 여러 가지로 나뉜다. 먼저 불시착과 같은 항공과 관련된 재난의 경우에는 ELT (Emergency Landing Transmitter), 선박과 관련된 조난의 경우에는 EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon), 개인의 조난이 발생했을 경우에는 PLB(Personal Locator Beacon)등이 있다[8],[9].

본 논문에서는 해양조난 사고 시 사람이 해상에 부유해 있을 경우를 가정하였다. 해상에 떠있는 사람이 착용하고 있는 구명조끼에 PLB 단말기를 일체화 할 때, 구명조끼에 자연스러운 장착이 가능하고, 평상시에도 활동에 불편한 영향을 끼치지 않는 형태의 안테나를 설계하였다. 통상적으로 의류에 장착 가능한 안테나를 wearable antenna라고 불려진다. wearable antenna는 유연성이 있는 기판을 사용하거나 크기를 매우 작게 설계하여 의류에 장착하거나 삽입하였을 때 활동에 불편함을 최소화 하여야 한다는 전제조건을 지니고 있다[10]~[12].

또한, 조난 시 위치확인 시스템의 대표적인 예로는 GPS를 들 수 있다. GPS를 이용한 조난 경보 시스템은 차량의 고장이나 위험물의 유출 등의 사고발생시 신속하게 인근 경찰이나 구조단에게 연락을 취하고, 신속한 조치를 수행하게 해준다. 특히, 해양에서는 각종 선박의 위치파악 및 항로를 제공해 주는 수단으로 사용될 수 있다. 위치 파악이 된 선박은 전자해도에 표시되어 보다 효율적인 화물 수송 관리를 할 수 있게 되며, 선박이 항만에 가까이 왔을 시에는 다른 선박과 충돌이 일어나지 않도록 관제하는 용도로도 사용된다[13],[14]. 본 연구에서는 GPS를 COSPAS-SARSAT 시스템과 함께 사용할 때, 조난자의 위치를 보다 더 정확히 파악할 수 있다는 점을 고려하여 GPS대역의 동작을 추가하였다.

해양에서의 위치 정보를 전송 또는 수신하는 시스템의 다른 방법은 DSC(Digital Selective Calling)가 있다. DSC는 하나의 채널, 곧 동일 반송

파를 사용하는 기지국이나 해안국에 여러 개의 이동국이 있을 경우, 목적하는 하나의 이동국과 통화하고자 할 때 해당 이동국만을 선택해 다른 이동국에서는 송수신할 수 없도록 하는 장치를 말한다. 선택된 이동국이 응답하면, 통화가 끝날 때까지 다른 이동국의 장치는 같은 채널로 전파를 발사할 수 없도록 하는 선택호출장치도 있다. 선박의 경우 지상 무선국에서 특정 선박과 교신하고자 할 때는 MF·HF·VHF 등의 주파수를 이용한다. 본 논문에서는 COSPAS-SARSAT 시스템의 동작 이전에, 조난지역 인근의 선박이 있다면 보다 신속한 구조가 가능하여, VHF의 주파수를 사용하는 VHF-DSC 시스템의 동작을 고려하였다.

이러한 배경으로 본 논문에서는 해상 조난 시 조난자의 정확한 위치를 파악하고, 신속한 구조를 위하여 PLB 주파수 대역은 물론, GPS 대역과 VHF-DSC 대역의 동작 또한 가능한 다중대역 안테나를 설계하고자 한다. PLB 대역의 안테나와 VHF-DSC 대역의 안테나를 종단이 미옌더(meander)형태인 다이폴 안테나로 구현을 하고, GPS 대역의 안테나는 사각형 슬롯 링(square slot-ring) 형태의 안테나로 구현을 하였다. 또한 유연성 확보를 위해 0.2mm 두께의 FR-4 기판을 사용 하였다. 논문의 구성은 5장으로 구성을 하였다. 2장에서는 COSPAS-SARSAT 시스템 중 PLB와 GPS, VHF-DSC 시스템에 대해 기본적인 설명을 하였다. 3장에서는 안테나의 설계를 하였고, 4장에서는 3장에서 설계된 안테나의 제작 및 측정을 하였다. 그리고 마지막 5장에서 결론을 내렸다.

제 2 장 이론적 배경

2.1 COSPAS-SARSAT의 개요

COSPAS-SARSAT은 미국, 유럽 등의 선진 국가들이 다수 참여한 범세계적인 육상, 해상 공중 재난구조 긴급통신 지원 프로그램이다. 조난지역에서 발생한 긴급신호가 조난지역 주위를 선회하는 COSPAS-SARSAT 위성에서 수신 되면 조난 지역 인근의 LUT (Local User Terminal)로 긴급신호를 전달하게 된다. LUT로 전달된 긴급신호는 다시 MCC (Mission Control Center)와 RCC (Rescue Coordination Center)로 전달되어 구조가 이루어지는 시스템이다[15]. COSPAS-SARSAT의 동작 및 구성을 Fig. 1에 나타내었다.

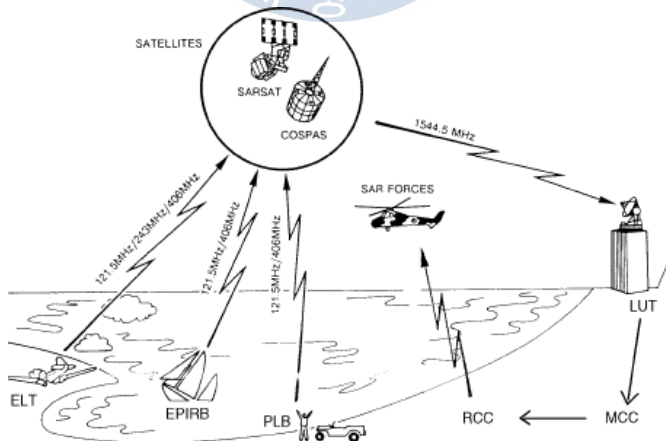


Fig. 1 COSPAS-SARSAT 시스템의 구성과 동작

조난 지역에 따라 긴급신호의 발생 장치의 명칭이 상이하다. 먼저 항공 재난의 경우 ELT (Emergency Locator Transmitter)로, 불시착 발신 장치를 뜻한다. 또한 선박 조난의 경우 EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon)로 비상 위치지시용 무선표지설비를 뜻한다. 그리고 개인의 조난시 긴급신호 발생장치는 PLB (Personal Locator Beacon)로 개인 위치 발신기를 뜻한다. 이러한 긴급신호 발생장치는 각각 121.5MHz와 406MHz의 두 주파수 대역을 사용한다. COSPAS-SARSAT이 처음 사용 되었을 때 긴급신호 발생장치의 주파수는 121.5MHz와 243MHz였으나 음성신호에 영향을 주어 출력 전력을 1watt 미만으로 제한하였다. 그 결과 위치오차가 20Km로 넓어졌기 때문에 최근에는 406MHz의 주파수에서 5watt 로 출력 전력을 상향조정하여 위치오차를 5Km 이내로 개선하였다[16],[17].

개인이 휴대하는 PLB의 경우 여러가지 상용제품이 출시되어 있다. **Fig. 2**와 **Table 1**은 KANNAD aviation사의 휴대용 PLB 모델인 XS-4의 사진과 주요제원이다.

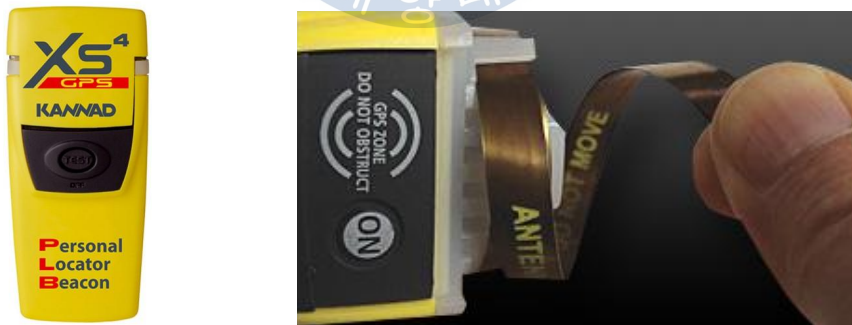


Fig. 2 상용 PLB 모듈 (KANNAD XS-4)

Table 1 KANNAD XS-4 PLB 모듈의 주요 제원

항 목	제 원
STANDARDS	COSPAS-SARSAT
Operating temperature range	-20°C to +55°C (-4°F to +131°F)
Battery life	5 years storage Minimum 24 hours transmit mode
Weight (approx)	150g (5.3oz)
406MHz output power	5W typical
121.5MHz output power	50mW typical

이렇게 발생된 긴급신호는 COSPAS-SARSAT 위성에 포착이 된다. COSPAS-SARSAT 위성은 저궤도 위성 (LEO; Low Earth Orbit)에 해당하는 위성으로서, 포착된 신호를 LUT (Local User Terminal)로 긴급신호를 전달하거나 정지궤도 위성(GEO; Geostationary Earth Orbit)으로 중계한다. 정지궤도 위성은 주로 통신위성으로 사용된다. 지구상으로부터의 고도에 따른 위성의 분류는 Table 2와 같다[17].

Table 2 고도에 따른 위성의 분류

명 칭	고 도	용 도
LEO(low earth orbit)	200 ~ 6,000km	측위, 이동통신, 원격탐사
MEO(medium earth orbit) or ICO(intermediate circular orbit)	6,000 ~ 10,000km	측위, 이동통신, 원격탐사
HEO(highly elliptical orbit)	10,000 ~ 40,000km	고정통신, 이동통신, 위성통신
GEO (geostationary earth orbite)	약 36,000km	통신위성

LUT는 현재 22개국 50개소이고 아태지역은 대전, 요코하마, 괌, 싱가포르에 각각 위치하고 있다. COSPAS-SARSAT 위성이나 중계위성으로부터 조난신호를 수신한 LUT는 신호를 복조하여 필요한 데이터를 복구한 후 MCC로 전송한다. LUT의 구성과 처리 능력은 해당 국가의 요건에 따라서 다르지만, 시스템의 신호구성체계는 다양한 LUT 사이에 상호 작동이 가능하도록 되어 있다.

MCC(Mission Control Center)는 운용관제센터로서, LUT를 운영하고 있는 모든 국가에 설치돼 조난신호와 위치정보를 관련 RCC로 전송하고 다른 지상국과 정보를 상호 교환하기 위해 국제텔렉스통신망을 공유한다. RCC(Rescue Coordination Center)는 구조조정 본부로서 수색 및 구조업무체계를 효율적으로 발전시키고 항공기, 선박 사고 발생시 신속하고 효율적인 수색 구조활동 실시 및 수색구조업무의 국제적 협력을 조정한다 [8].



2.2 GPS의 개요

지구상에 존재하는 생물들 중, 회귀 본능을 가진 연어등과 같은 동물들은 방향을 파악할 수 있는 본능을 가지고 있다. 하지만 인간은 그러한 감각을 지니고 있지 않기 때문에 예로부터 자신의 위치를 파악할 수 있는 많은 방법을 연구해 왔다. GPS(Global Positioning System)는 인공위성을 이용하여 자신의 위치와 속도, 이동방향등을 파악할 수 있는 시스템이다. 지구를 공전하고 있는 GPS 인공위성은 지구상 어디에서든 4개의 위성을 관측할 수 있도록 배치되어 있으며, GPS단말기가 있다면 날씨, 시간에 구애받지 않고 정확한 위치정보를 파악할 수 있다[14].

1973년부터 미국 국방성에서 개발되기 시작한 내브스타(NAVSTAR) GPS 프로그램은 20여 년에 걸쳐 150억 달러의 비용이 들었다. GPS의 운용 초기에는 미국의 군사용으로만 사용이 가능하였다. 하지만 1983년 대한항공 여객기가 소련의 영공을 침범해 격추된 사건을 계기로 미국의 레이건 대통령이 GPS 완성 시 민간인들이 무료로 사용할 수 있도록 허용을 하였다. 1978년 2월 22일 미국이 첫 BLOCK I 위성을 발사된 후 지금까지 수십 개의 BLOCK IIA와 BLOCK IIR 위성이 발사되어 GPS 서비스를 제공하고 있다.

1990년부터 미국에서 민간인들이 사용할 경우 정밀한 위치정보를 얻을 수 없도록 고의적으로 잡음을 보내기 시작하였다. 이에 따라 군사용 정밀 측위 서비스(PPS; Precise Positioning System)는 5~15m의 측위 정밀도를 가진 반면 민간용 표준 측위 서비스(SPS; Standard Positioning System)는 30~100m의 정밀도를 가지게 되었다. 1993년 12월 8일 24개의 GPS 위성군이 완성된 후 초기 정상 가동되어 민간 서비스가 시작되었다. 1995년 4월 27일 21개의 주 위성과 3개의 보조위성의 배치가 완료되어 완전한 GPS가 가동되기 시작한 후 2000년 5월 1일 미국의 클린턴 대통령이 고의적 잡음 발생의 중단을 선언하여 민간용 표준측위 서비스의 정밀도가 30m 이하로 정밀해졌다.

GPS는 선박, 자동차, 항공기에 주로 이용되고 있으며, 근래에는 개인이 휴대하는 스마트폰, 태블릿 PC 등의 전자기기에서도 많이 활용되고 있다. GPS가 민간에서 실용적으로 사용되기 시작한 것은 GPS의 정밀도를 통제하기 위한 고의적 잡음을 해제한 2000년부터 이다. 이는 위치정보의 오차를 수십미터에서 수미터의 수준으로 줄였고, 민간에서의 항법 장치가 비약적으로 발달할 수 있는 계기가 되었다. GPS는 현재 무료로 이용할 수 있어 전 세계적으로 활발하게 이용되고 있다.



Fig. 3 GPS의 응용분야

GPS는 크게 우주부분, 관제부분, 사용자부분으로 분류할 수 있다. 우주부분은 사용자에게 GPS 신호를 보내주는 역할을 하는 GPS 위성으로 구성되어 있다. 21개의 주위성과 3개의 예비위성으로 구성되어 있는 각각의 위성은 55도의 기울임 각을 갖는 6개의 궤도상에 4개씩 배치되어 있다. GPS 위성은 20,183~20,187km 고도에 배치되어 11시간 58분에 한번씩 지구를 공전한다. 각각의 인공위성에는 2개의 세슘 시계와 2개의 루비듐 시계로 구성되어 있는 4개의 원자시계가 탑재되어 3만 6천년에 1초의 오차가 발생할 정도의 정밀도를 가지는 매우 정확한 시간정보를 제공해 준다.

2.3 VHF-DSC의 개요

1999년 2월 1일부터 GMDSS 제도가 전면적으로 시행됨에 따라 국제항해를 하는 여객선과 300톤 이상의 화물선은 SOLAS 협약에 의해 DSC(Digital Selective Calling : 디지털 선택 호출) 장치를 설치하여야 한다. 특히 2005년 10월 선박 안전법 시행규칙의 개정으로 어선과 상선과의 통신 등을 위하여 연근해 어선에도 VHF 무선설비의 탑재를 의무화하였으며, 5톤 이상 어선의 경우 선박 검사 유효기간인 2013년 7월까지의 VHF 무선설비를 설치하여야 한다. 따라서 향후 일정규모 이상의 선박통신에서 지상과 통신의 호출응답과 조난호출 등은 모두 DSC를 사용하여 이루어진다고 할 수 있다.



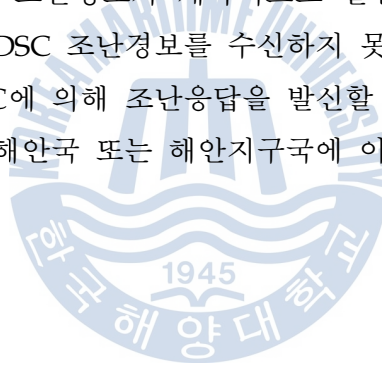
Fig. 4 상용 VHF-DSC 모듈 (IC-M423)

Table 3 IC-M423 VHF-DSC 장비의 주요 제원

항 목	제 원
STANDARDS	VHF-DSC
Frequency Range	156.025 to 157.425 MHz
DSC Format	ITU-R M.493-12
RF Output Power	25W (Hi), 1W (Lo)
Modulation	16K0G2B (for DSC)

조난경보는 선장이 조난이라고 판단하고 즉각적인 도움이 필요로 할 때 발신한다. DSC를 사용하여 조난경보를 전송할 때에는 가능한 한 선박의 최근 위치와 이 위치에 대한 유효시간(UTC표기)이 입력된다. VHF-DSC에 의해 한 번 발신된 조난경보는 3분~4분 정도의 주기마다 계속적으로 반복하여 자동으로 조난경보를 발신하게 되며 VHF DSC를 통하여 조난응답을 수신한 경우 자동 재발신이 멈추게 된다.

DSC 조난경보를 수신한 선박은 특별한 경우를 제외하고 DSC로 응답을 해서는 안되며 반드시 조난전화 주파수를 사용하여 무선전화에 의해 응답하며, DSC 조난경보를 수신한 선박이 무선전화를 사용하여 응답한다. 조난 선박으로부터 DSC 조난경보가 계속적으로 발신되는데도 불구하고 주위의 다른 선박이 이 DSC 조난경보를 수신하지 못한 것으로 판단될 경우에는 해당 선박은 DSC에 의해 조난응답을 발신할 수 있으며 이 경우에는 적절한 통신수단으로 해안국 또는 해안지구국에 이 사실을 알린다.



2.4 구멍조끼 장착용 안테나에 관한 선행연구

본 논문에서는 COSPAS-SARSAT 위성을 이용한 구조 절차 중, 보다 정확한 조난자의 위치를 파악하는 효과를 가져온다는 점에서 GPS대역의 동작 또한 가능한 안테나를 개발하고자 한다. 또한 조난지역 인근의 선박이 존재한다면, 보다 빠른 구조가 가능할 것으로 판단하여 VHF-DSC 대역에서 역시 동작을 가능하게 설계하고자 한다.

COSPAS-SARSAT 위성 통신용 안테나는 현재까지 몇 가지 선행 연구가 진행되어 왔다. 참고문헌 [18]에는 구멍조끼에 장착 가능하며, 동작주파수가 406MHz대역인 안테나를 미엔더 형태와 보타이(bow tie)형태로 구현한 사례가 있다. 미엔더 형태의 안테나의 크기는 폭 2cm, 길이 30cm이며, 보타이 형태의 안테나는 폭 6cm, 길이 27cm이다. 참고문헌 [19]에는 같은 대역에서 동작하는 안테나를 제안하였으며, 안테나의 크기는 두께 1.7cm, 길이 28cm로 나타났다.

GPS대역의 구멍조끼 장착용 안테나는 선행연구가 거의 없다. 단 평판형 GPS 안테나는 여러 가지 연구가 진행되어 왔는데, 참고문헌 [20]에서는 평판 형태의 기판에 슬롯의 형태로 GPS 안테나를 구현한바 있다. 제안된 안테나는 세라믹 기판을 사용하여 안테나의 크기를 31mm×31mm수준으로 제작하였다. 하지만 사용된 세라믹 기판의 두께가 12.8mm로 다소 두꺼운 형태를 띠고 있다.

구멍조끼 장착용 VHF-DSC 대역 안테나 역시 선행연구사례는 찾아보기 힘들다. 참고문헌 [21]에서는 해상용 VHF 대역인 127 ~ 172 MHz, 137 ~ 162 MHz에서 동작하는 안테나를 평판형으로 제작하였다. 제작된 안테나의 크기는 모서리의 길이가 76.2cm인 정사각형 모양으로 나타났다. 논문에서 제안된 안테나는 탐색을 위한 선박용 안테나로 구멍조끼에 장착하기에는 적합하지 않은 크기를 가지며, 구멍조끼로의 장착을 위해서는 크기를 축소해야할 필요가 있다.

제 3 장 안테나 설계

3.1 안테나의 설계 사양

앞 장에서 알아본 PLB, GPS에서의 동작을 바탕으로 설계하고자 하는 안테나의 사양을 정리하자면 다음과 같다. 첫째로, COSPAS-SARSAT PLB 대역 주파수인 406MHz, VHF-DSC 동작주파수인 156MHz, GPS동작 주파수인 1,575MHz 신호를 모두 동작주파수로 갖는 다중대역 특성을 가져야 한다. 특히, GPS 주파수에서의 동작은 RHCP(Right Handed Circular Polarization)를 갖도록 구현하여야 한다. 두 번째로 구멍조끼에 내장되어야 하는 안테나이므로 구멍조끼를 착용한 상태로 활동 시 불편함을 느끼지 않을 정도의 유연성을 가져야 한다. 셋째로, 주변 환경이 해수면에 인접해 있고, 사람이 착용하고 있는 상황에서 안테나의 주파수 특성 변화를 감안하여 안테나를 설계하여야 한다. 설계하고자 하는 안테나의 사양을 Fig. 4에 정리하였다.

Table 4 안테나의 설계 사양

항 목	사 양		
	PLB	GPS	VHF-DSC
주파수	406MHz	1,575MHz	156MHz
편파	-	우선원편파	-
이득	-3.0dBi 이상	-5.0dBi 이상	-3.0dBi 이상
축비	-	3.0dB 이하	-
VSWR	1.5 이하	1.5 이하	1.5 이하

본 논문에서는 이를 위하여 유연성을 가진 기판인 0.2mm 두께의 FR-4 기판 상에 마이크로스트립 안테나를 설계하였다. 또한 팽창형 구멍조끼에 안테나를 장착할 수 있는 공간을 고려했을 때 적합한 크기로 설계를 하여야 한다.



3.2 GPS 안테나 설계

본 논문에서는 GPS안테나를 마이크로스트립 형태의 안테나로 설계하였다. 동작주파수는 1,575MHz 로, 우선회 원편파(RHCP)를 가지도록 설계하였다. 0.2mm 두께의 FR-4 기판을 사용하였으며, 마이크로스트립 결합(coupling) 급전방식의 정사각형 슬롯 링(Square Slot Ring)형태의 GPS안테나를 제안한다. 슬롯의 크기와 길이에 따라 가변되는 안테나의 공진특성을 살펴보았다. 일반적으로 슬롯 링 형태의 안테나에 원편파 특성을 지니게 하는 방법은 슬롯에 변형을 주는 방법을 사용한다[22]. 본 논문에서도 링 슬롯 형태의 GPS 안테나의 대각선 방향에 작은 사각형 형태의 변형을 더하여 원편파를 구현하였다. Fig. 5에 GPS 안테나의 설계 형태를 대략적으로 나타내었다.

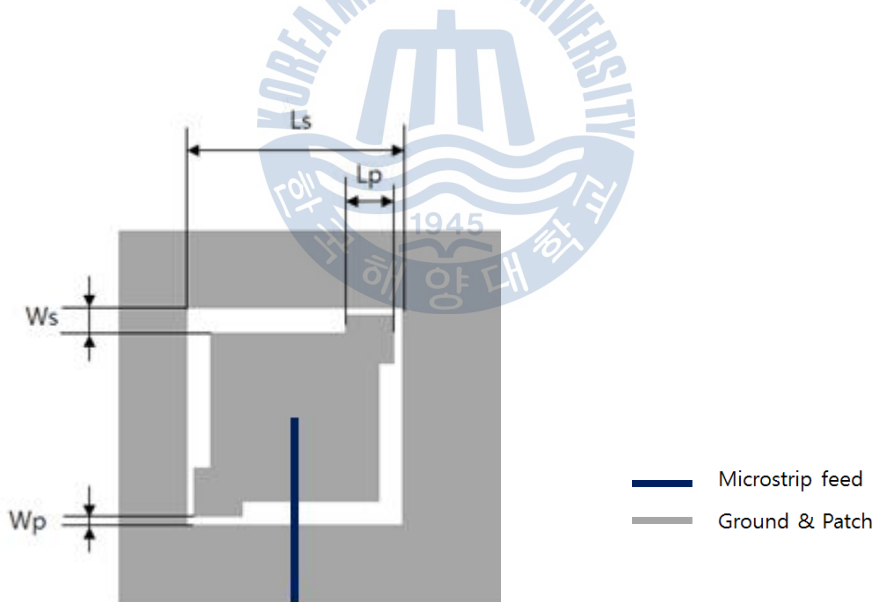


Fig. 5 설계된 GPS 안테나 모양

GPS안테나의 원편파 특성은 정사각형 링의 대각선 방향의 모서리의 슬롯 폭 W_p 와 길이 L_p 를 가변하여 구현하였다. 먼저, L_p 의 변화에 따른 공진주파수의 특성 변화를 살펴보았다.

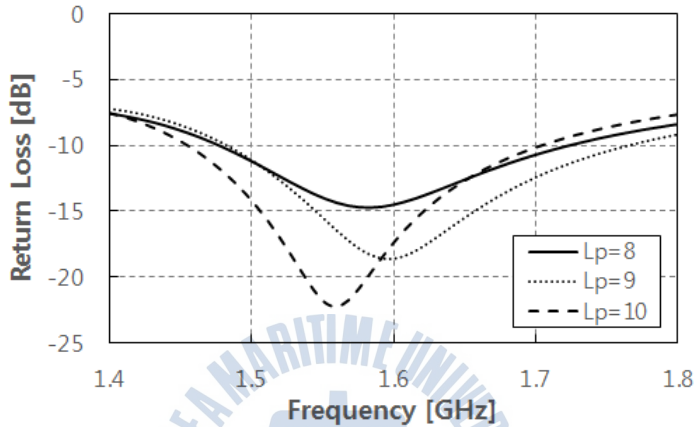


Fig. 6 좁은 슬롯의 길이에 따른 반사손실 특성변화

Fig. 6은 패치의 대각선 방향에 위치한 좁은 슬롯의 길이 L_p 의 변화에 따른 공진주파수의 변화를 시뮬레이션 한 결과이다. 시뮬레이션은 Ansoft사의 Designer를 사용하였다. 이때, 전체 슬롯의 길이 L_s 는 48mm로 고정하고, 변형을 주지 않은 슬롯의 폭 W_s 는 5mm로 고정하여 시뮬레이션을 진행하였다. 시뮬레이션 결과, L_p 의 길이가 길수록 공진 주파수가 낮아지는 특성을 보였다. 이는 작은 사각형 형태의 크기가 커짐에 따라 안테나의 공진 길이가 길어지게 되어 공진주파수가 저주파로 이동하는 특성이 나타난다는 것을 알 수 있다.

Fig. 7에는 L_p 의 변화에 따른 축비(axial ratio)의 변화를 나타내었다.

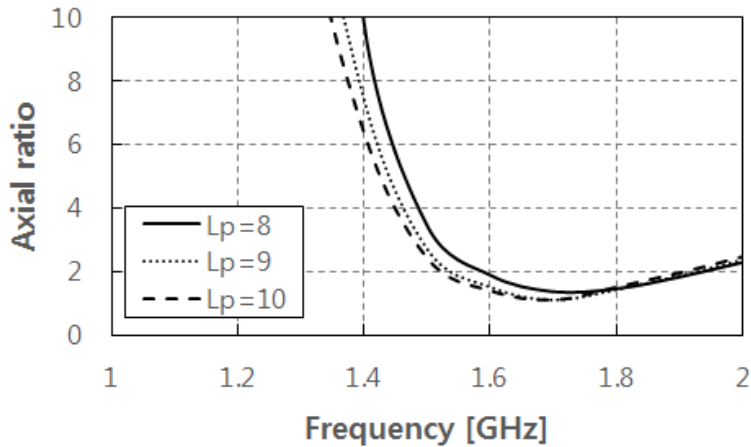


Fig. 7 좁은 슬롯의 길이에 따른 축비 특성변화

시뮬레이션 결과, L_p 가 길어질수록 공진주파수에서의 축비가 낮아지는 현상을 확인하였다. 이는 각각의 대각선 방향을 공진 길이로 보았을 때, L_p 가 길어질수록 변형이 없는 대각선방향의 공진 길이와 변형이 있는 대각선 방향의 공진 길이의 차이가 모호해지는 특성으로 인해 나타나는 결과이다.

그리고, 좁은 슬롯의 폭의 변화에 따른 공진주파수와 축비의 변화를 시뮬레이션을 통해 알아보았다. **Fig. 8**에 W_p 의 변화에 따른 공진주파수의 특성 변화를 나타내었다. 이때, 전체 슬롯의 길이 L_s 는 48mm로 고정하고, 변형을 주지 않은 슬롯의 폭 W_s 는 5mm로 고정하여 시뮬레이션을 진행하였다. 시뮬레이션 결과에 따르면 W_p 가 길어질수록 즉, 좁은 슬롯의 폭이 넓어질수록 공진주파수가 고주파 쪽으로 이동하는 것을 관측할 수 있다. 이는 슬롯의 폭이 좁을수록 패치부분과 접지면 부분의 결합현상이 강하게 발생하여 상대적으로 공진 길이가 접지면 부분까지 영향을 미치게 되어 나타나는 현상으로 보여진다. **Fig. 9**에는 W_p 의 변화에 따른 축비의 변화를 나타내었다. 시뮬레이션 결과, W_p 가 넓어질수록 공진주파수에서의 축비가 높아지는 현상을 확인하였다.

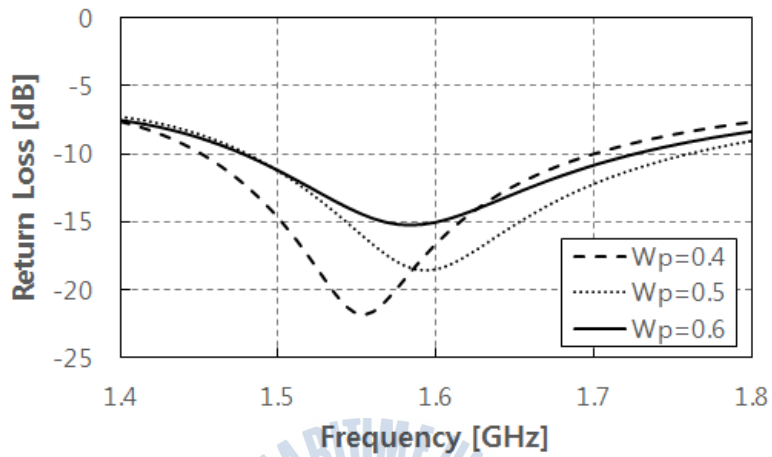


Fig. 8 좁은 슬롯의 폭에 따른 반사손실 특성변화

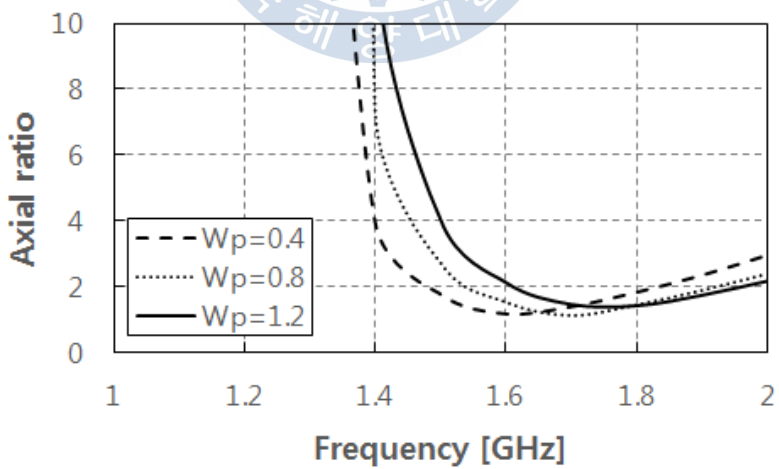


Fig. 9 좁은 슬롯의 폭에 따른 축비 특성변화

3.3 PLB 안테나 설계

PLB안테나는 마이크로스트립 안테나로서, PLB 주파수인 406MHz에서 공진주파수를 가지며 종단이 미앤더(meander) 형태를 가지는 다이폴 안테나(dipole antenna)로 설계를 하였다. GPS 안테나와 같은 기판상에 위치시키기 위하여 0.2mm 두께의 FR-4 기판을 사용하였다. 미앤더 형태의 다이폴에 관한 선행연구는 많이 진행되어 왔다. 그 중, 참고문헌 [23]은 일반적인 다이폴 안테나와 다이폴 안테나를 미앤더 형태로 변환 했을 때의 동작특성을 나타내고 있다. 위 논문에서는 안테나의 길이가 같다고 했을 때 미앤더 형태의 다이폴 안테나와 일반적인 다이폴 안테나의 공진 특성을 비교했다. 미앤더 형태의 다이폴 안테나의 공진주파수가 일반적인 다이폴 안테나에 비해 저주파방향으로 형성되며, 반사손실이 -10dB 이하가 되는 주파수의 대역폭이 다소 좁아진다는 결론을 내리고 있다. **Fig. 10**에 설계된 PLB대역 안테나의 개략적인 모양을 나타내었다. **Fig. 10**에서 다이폴 형태의 안테나 하부에 위치한 접지면은 GPS안테나를 위치시키기 위한 공간을 확보하기 위하여 고안한 형태이다. 또한 급전 선로를 접지면의 중앙에 위치시키지 않고 측면에 위치시킨 것 또한 같은 이유이다. 다이폴 안테나의 매칭을 위해서 급전부분에 삼각형 모양의 변형을 주었다. 삼각형 모양의 변형은 다이폴 안테나의 입력 임피던스를 보다 더 부드럽게 하기 위함이다. **Fig. 11**에서 삼각형 모양의 변형여부에 따른 반사손실 결과를 나타내었다. 변형이 없을 때, 급전부에 변형을 주었을 때, 접지면 부분에도 급전부와 똑같은 모양으로 변형을 적용했을 때의 반사손실을 나타내었다. **Fig. 11**에서 확인 할 수 있듯이 급전부에 변형을 적용했을 때 변형을 적용하지 않았을 때와 비교하여 반사손실 특성이 개선되는 것이 보이지만, 접지면 부분에도 똑같이 변형을 적용할 경우 공진주파수가 고주파 쪽으로 이동하며, 오히려 반사손실 특성이 높아지는 것을 확인할 수 있다.

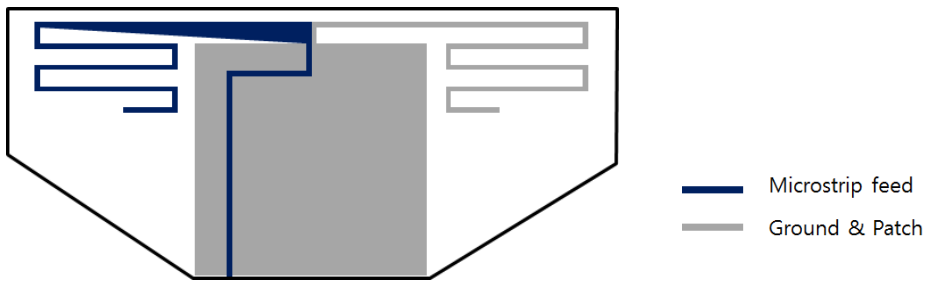


Fig. 10 제안된 PLB 안테나의 모양

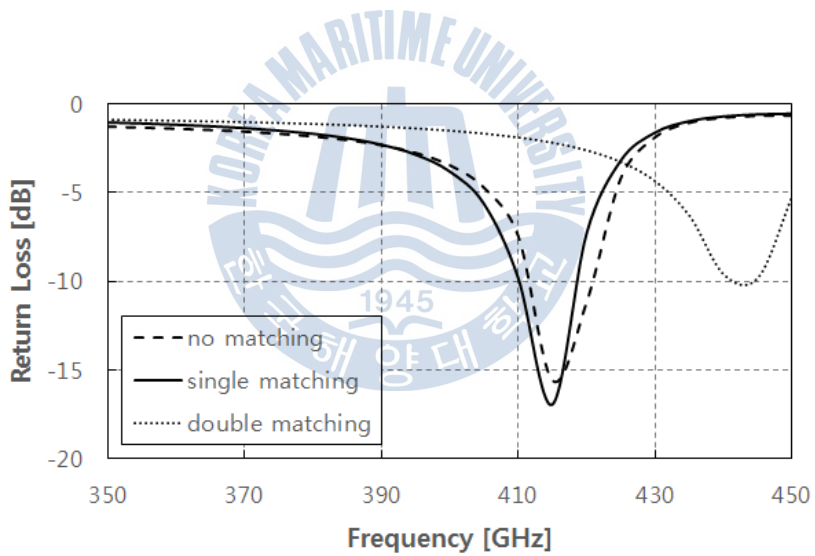


Fig. 11 급전부의 변형에 따른 반사손실 특성 변화

3.4 급전 및 주파수 격리를 위한 마이크로스트립 선로 설계

위의 3.2, 3.3절에서 설계한 PLB안테나와 GPS안테나의 반사손실을 각각 **Fig. 12**과 **Fig. 13**에 나타내었다. **Fig. 12**에서 406MHz의 반사손실은 -10dB이하로 나타나고 있으며, 그 이상의 주파수에서 반사손실이 -10dB가 되는 지점은 고조파 현상으로 볼 수 있다. **Fig. 13**에서는 GPS대역인 1.575GHz에서 반사손실이 -10dB이하가 되는 것을 확인할 수 있다.

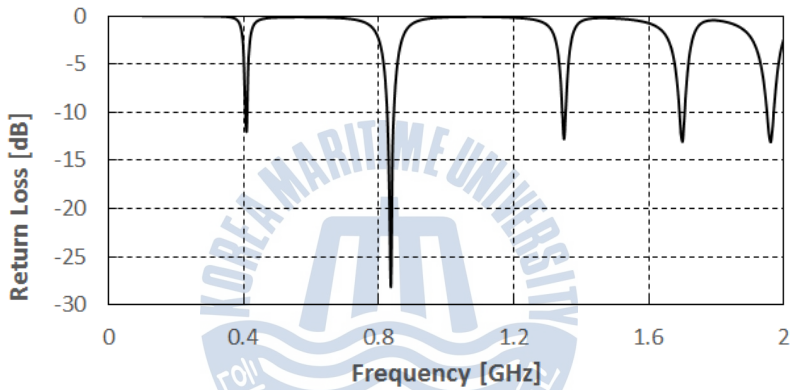


Fig. 12 설계된 PLB 안테나의 반사손실

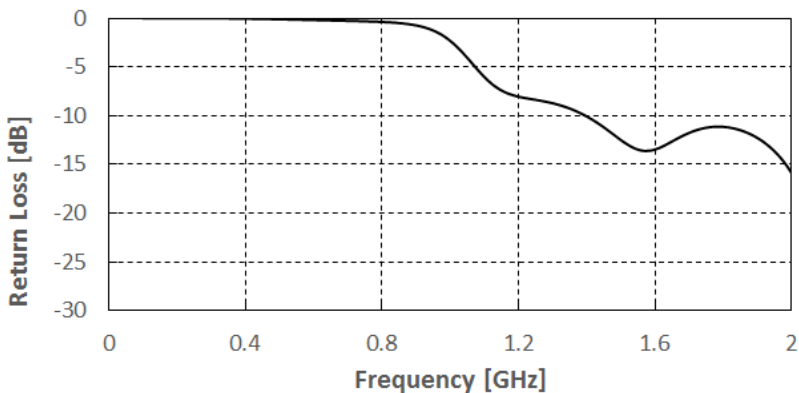


Fig. 13 설계된 GPS 안테나의 반사손실

위에서 설계한 두 안테나를 같은 기판 상에 위치시킨 형태를 **Fig. 14**에 나타내었다. **Fig. 14**과 같이 안테나를 설계 후 시뮬레이션으로 반사손실 특성을 살펴보면 **Fig. 15**과 같은 결과를 얻을 수 있다. PLB대역 주파수인 406MHz 부근에서는 반사손실이 -10dB이하로 나타나 정상적인 방사가 일어난다고 판단할 수 있으나, GPS 대역인 1,575MHz부근의 주파수에서는 반사손실이 불과 -2~3dB로 나타난다. 이는 GPS안테나만 단독으로 설계했을 시와 상이한 결과이다. 이러한 결과가 발생한 이유는 GPS 안테나 부분으로 여기되어야 할 1,575MHz의 GPS 신호가 PLB안테나 방향으로도 여기되어 GPS 안테나와 PLB안테나간의 상호 간섭으로 인해 발생하는 현상이다.



Fig. 14 GPS, PLB 안테나를 동일한 기판 상에 위치시킨 모양

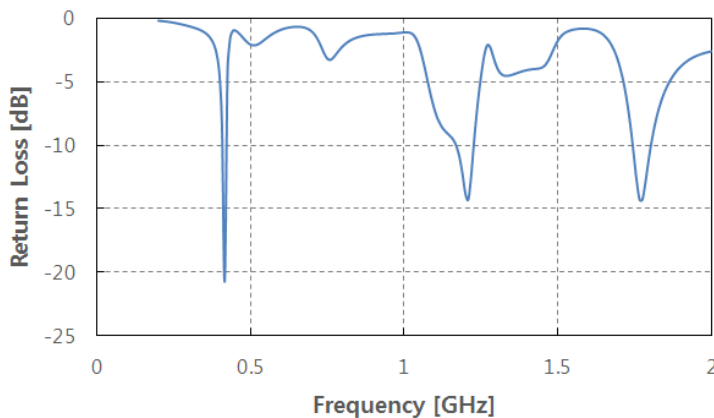


Fig. 15 개방형 스테르브 적용 전의 반사손실 특성

본 논문에서는 이를 방지하기 위하여 마이크로스트립 형태의 개방형 스텐브(open stub)를 부착하여 GPS신호가 PLB 안테나 방향으로 여기되는 것을 방지하였다. **Fig. 14** 형태의 안테나에서에서 개방형 스텐브를 부착한 형태의 안테나의 개략적인 형태를 **Fig. 16**에 나타내었다. GPS 주파수의 신호 입장에서 보았을 때, 개방형 스텐브의 종단이 개방(open)지점, 개방형 스텐브의 시작부분이 단락(short)지점, PLB안테나의 급전 시작부분이 다시 개방지점으로 보이게 되므로 GPS 주파수의 신호가 PLB안테나로 여기되는 현상을 방지할 수 있다.

Fig. 17에 개방형 스텐브를 적용한 안테나의 시뮬레이션 결과를 나타내었다. PLB주파수와 GPS주파수에서 각각 -10dB이하의 반사손실을 나타내고 있으며 이는 안테나로 사용하기에 적합한 특성이라 볼 수 있다.

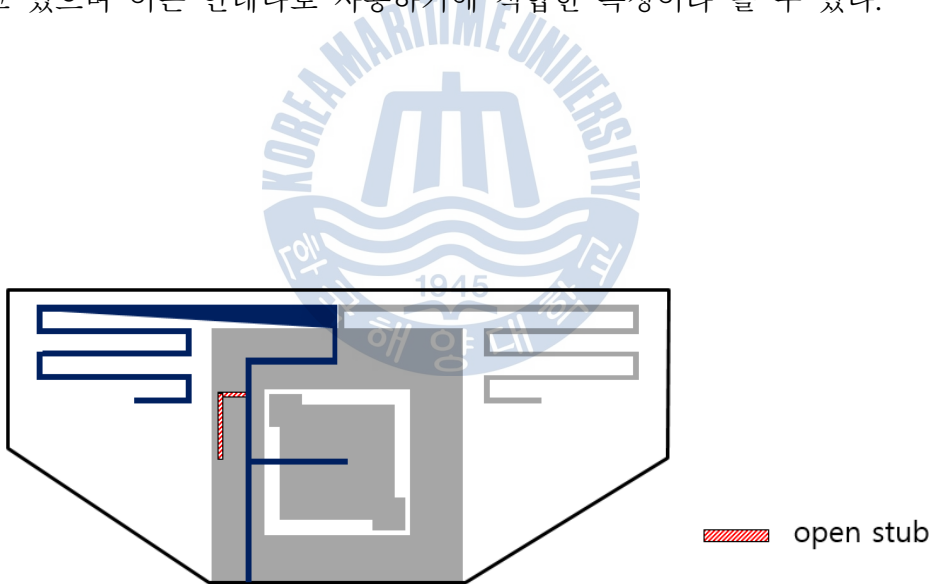


Fig. 16 개방형 스텐브를 적용한 안테나의 모양

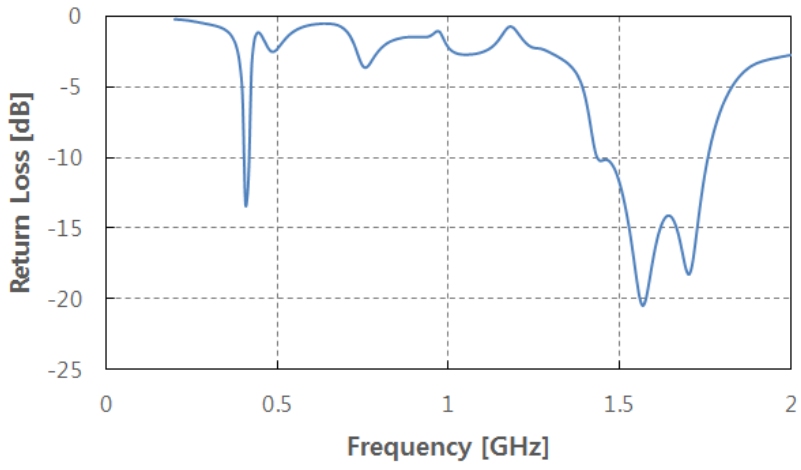


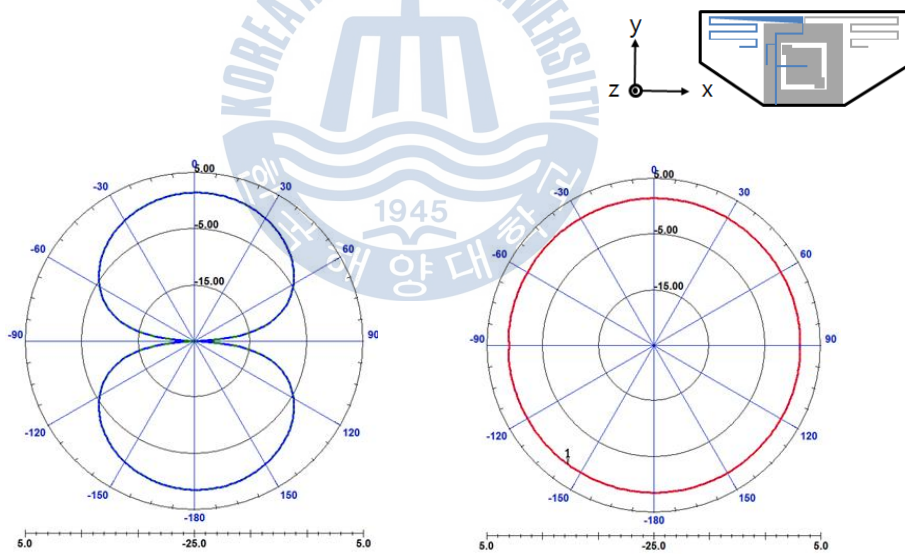
Fig. 17 개방형 스테르브를 적용한 안테나의 반사손실



3.5 설계된 안테나의 방사패턴 및 축비 시물레이션

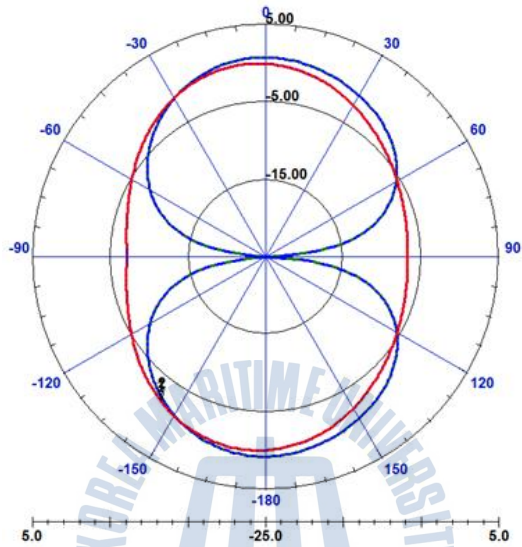
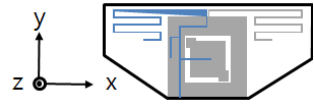
Fig. 16에 제시된 PLB, GPS대역 안테나의 방사패턴을 살펴보았다. **Fig. 18**에 PLB 동작주파수인 406MHz에서의 방사패턴, **Fig. 19**에 GPS 동작주파수인 1,575MHz에서의 방사패턴을 나타내었다.

PLB대역에서의 안테나의 방사패턴은 (a)에 x-z 평면에서의 패턴, (b)에 y-z 평면에서의 패턴을 나타내었다. 일반적인 다이폴 안테나의 방사패턴과 흡사하게 나타났으며 이득은 약 0.9dBi로 나타났다. GPS 대역의 방사패턴은 (a)에 x-z 평면에서의 E-theta, E-phi 패턴을 나타내었으며, (b)에 y-z 평면에서의 E-theta, E-phi 패턴을 나타내었다. 두 패턴의 이득이 최고가 되는 지점의 이득을 살펴보면 그 차이가 약 1.5dB로 원편파의 조건을 만족한다고 볼 수 있다.

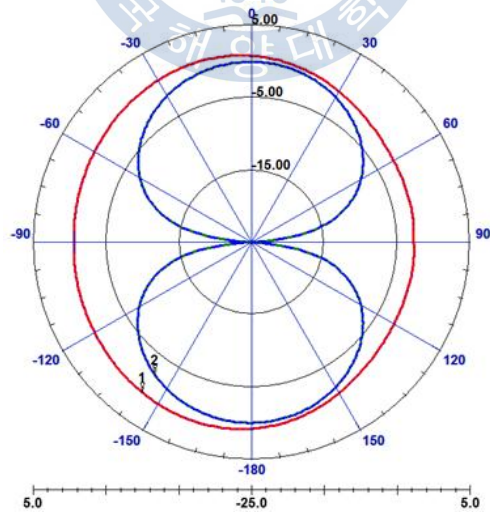


(a)x-z plane pattern at 406MHz (b)y-z plane pattern at 406MHz

Fig. 18 PLB대역의 시물레이션 된 방사패턴



(a) x-z plane pattern at 1,575MHz



(b) y-z plane pattern at 1,575MHz

Fig. 19 GPS대역의 시뮬레이션 된 방사패턴

3.6 해수면 위의 위치에 따른 안테나의 반사손실 시뮬레이션

일반적으로 바닷물의 비유전율은 약 80정도로 나타나며, 설계된 안테나가 자유공간에 위치할 때와 해수면에 위치할 때 반사손실의 특성의 변화가 있을 것이라 예상된다. 설계된 안테나가 해수면에 위치해 있을 때, 해수면 위로 안테나가 위치한 높이에 따라 변화하는 안테나의 반사손실 특성을 시뮬레이션 하였다. **Fig. 21**에 해수면 위로의 높이에 따른 안테나의 반사손실을 나타내었다. 대체적으로 해수면으로부터 받는 영향으로 인해 반사손실의 특성의 변화가 현저하게 드러나는 것을 확인하였다. **Fig. 22**는 PLB대역의 반사손실 변화를 확대하여 나타낸 결과이다. 해수면으로부터의 높이가 25mm일 때, 해수의 영향을 받아 공진주파수가 저주파 쪽으로 이동한 것을 확인할 수 있다. 해수면으로부터의 높이가 50mm일 때는 반사손실이 -10dB 이상으로 나타나 안테나의 방사에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 하지만 높이가 100mm 이상이 되는 지점은 반사손실이 -10dB 이하로 나타나는 것을 볼 수 있다. 따라서, 설계된 PLB 안테나는 해수면으로부터 일정한 높이 이상에서 정상적인 동작이 가능하다고 판단할 수 있다. **Fig. 23**은 GPS대역의 반사손실 변화를 확대하여 나타낸 것이다. GPS대역의 반사손실특성 변화역시 PLB 대역과 유사한 양상을 보인다. 해수면으로부터의 높이가 25mm일때는 해수의 영향으로 인해 중심주파수가 고주파 쪽으로 이동하여 GPS 동작주파수인 1,575MHz를 안테나의 동작대역폭에 포함시키지 못한다. 하지만 높이가 50mm부터 대역폭이 다시 저주파 쪽을 포함하는 방향으로 넓어져 GPS 동작주파수를 포함하게 된다. 해수면으로부터의 높이가 100mm, 200mm일때의 결과 역시 유사한 대역폭을 나타내고 있는 것으로 보아 수면으로부터 일정한 높이 이상에서 정상적인 동작이 가능하다고 판단할 수 있다.

설계된 안테나는 구멍조끼에 부착하여 사용자가 착용한 상태이다. 구멍조끼를 착용한 상태로 해수면 위에 떠있는 환경을 고려한다면 해수면으로부터 100mm정도의 높이는 충분히 확보가 된다고 볼 수 있기 때문에 해

상조난시 안테나의 동작은 정상적일 것이라 판단된다.

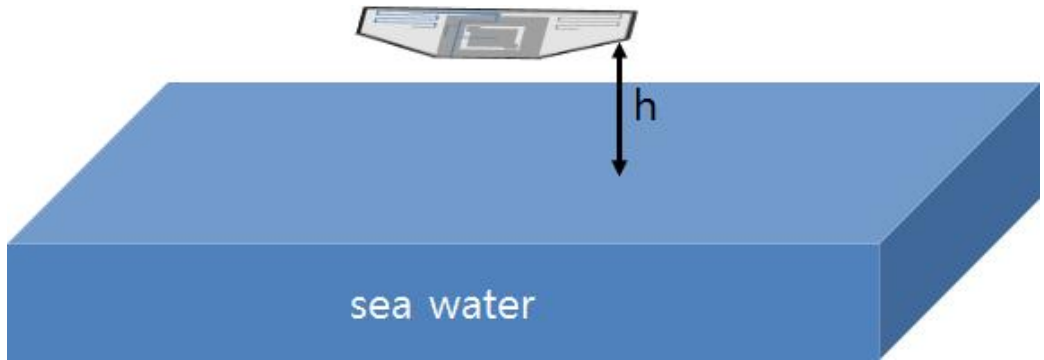


Fig. 20 해수면 상의 안테나 모형

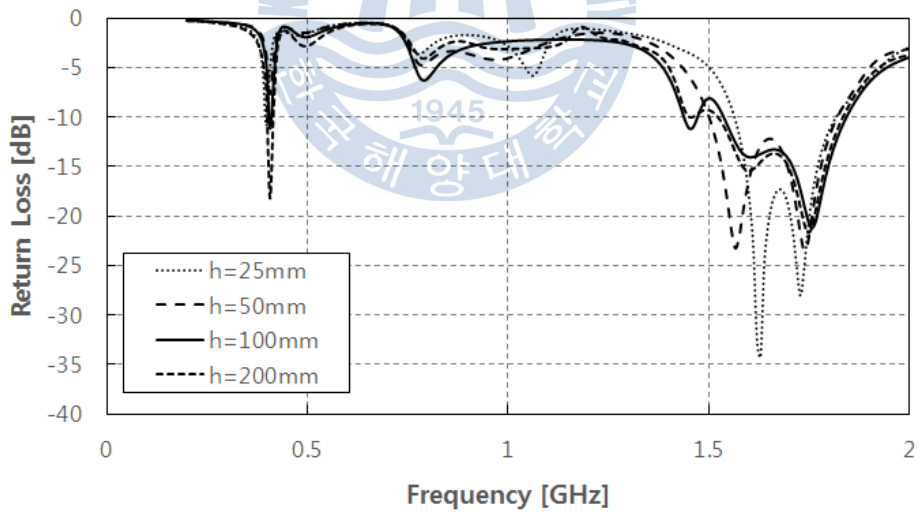


Fig. 21 해수면으로부터의 높이에 따른 안테나의 반사손실

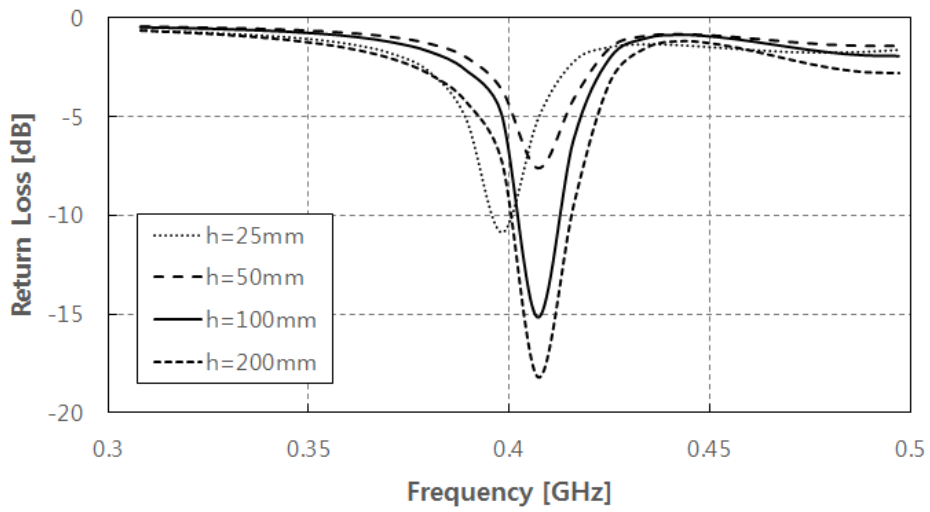


Fig. 22 해수면으로부터의 높이에 따른 안테나의 PLB대역 반사손실

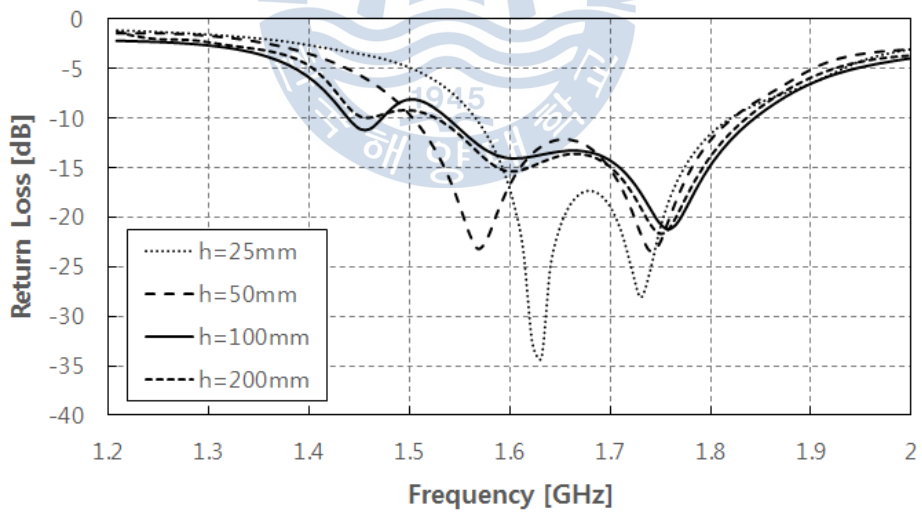


Fig. 23 해수면으로부터의 높이에 따른 안테나의 GPS대역 반사손실

3.7 VHF-DSC 안테나 설계

VHF-DSC 안테나는 위에서 설계한 PLB, GPS대역의 복합안테나의 상단에 다이폴안테나 형태로 구현하였다. VHF-DSC 안테나는 시뮬레이션 과정을 거치지 않고 회로망분석기(network analyzer)를 이용하여 실험적으로 설계하였다. 156MHz 다이폴 안테나의 한 쪽은 GPS 안테나와 같은 면의 도체 부분에 미앤더 구조로 FR-4 기판상에 구현하였다. 이는 안테나의 크기를 줄이기 위한 방법으로, 156MHz 주파수에서 파장의 길이를 고려하여 안테나의 크기를 결정하였다. 다른 한 쪽은 약 90° 정도 휘어져 있는 선형 도선(conductive wire)으로 구현하였다. 그 길이는 회로망분석기에 충분한 길이의 선형 도선을 연결한 후, 조금씩 줄여가면서 156MHz에서 반사손실이 최저가 되는 길이를 결정하였다. 급전은 PLB대역 안테나, GPS대역 안테나와 동일한 마이크로스트립 선로를 사용하도록 설계하였다. **Fig. 24**에 설계된 다중대역 안테나의 모형을 나타내었다.

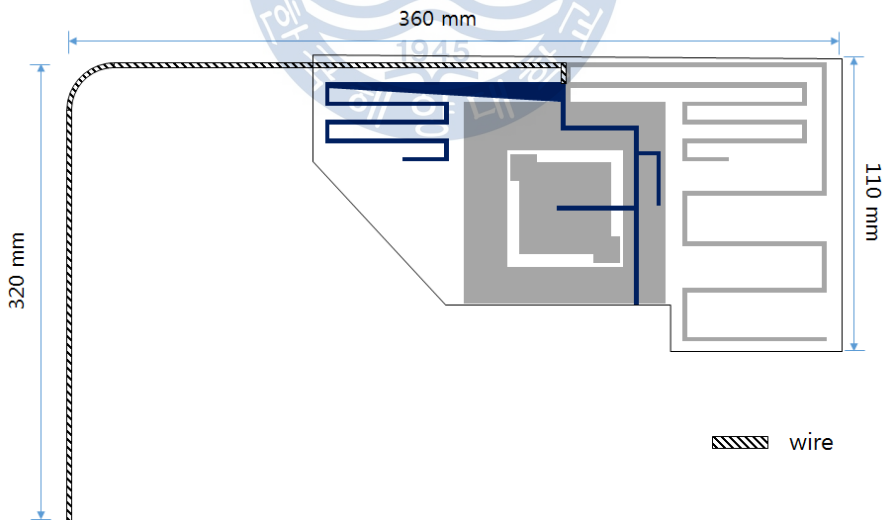


Fig. 24 제작된 다중대역 안테나의 모형

제 4 장 안테나 제작 및 측정

앞 장에서 설계된 VHF-DSC, PLB, GPS 다중대역 안테나 설계결과를 바탕으로 안테나를 제작하였다. 4장 안테나 제작 및 측정 부분은 크게 PLB 대역과 GPS 대역의 안테나로만 구성된 안테나를 제작하여 측정하고, 그 이후에 VHF-DSC대역 안테나까지 포함된 안테나를 제작하여 측정한 결과를 기술하였다. 그 이유는 앞장에서 언급한대로, 제작된 PLB, GPS 이중대역 안테나에 선형 도선을 부착하여 VHF-DSC 안테나를 실험을 통해 설계했기 때문이다.

4.1 PLB, GPS 이중대역 안테나 제작 및 측정

Fig. 25에 PLB, GPS대역 안테나만으로 구성된 안테나의 모습을 나타내었다. 설계시와 마찬가지로 기판은 유전율 4.4의 FR-4기판을 사용하였으며, 이 기판의 두께는 0.2mm이다. 안테나의 제작 방법은 식각(etching)을 통해 이루어졌으며, 마이크로스트립 급전 방식으로, SMA 커넥터를 부착하여 안테나의 급전부를 제작하였다.

Fig. 26은 제작된 안테나의 반사손실과 설계시 시뮬레이션 된 안테나의 반사손실을 비교한 그림이다. 실제 제작된 안테나의 반사손실의 측정은 Agilent사의 8722ES Vector Network Analyzer 장비를 사용하여 진행하였다. 측정된 결과를 살펴보면 시뮬레이션의 결과보다 측정된 결과의 반사손실이 대체적으로 저주파 쪽으로 이동한 것으로 나타난다. 그 이유는 시뮬레이션 과정에서 사용된 Ansoft사의 Designer가 실제와 같은 유한 기판의 표현에 제한이 있다는 점에서 비롯된 결과인 것으로 추측된다. 특히,

PLB 동작주파수 대역인 406MHz에서의 반사손실보다 GPS 대역인 1,575MHz에서 이러한 특성이 크게 나타난다. 조금 더 자세히 들여다보면, PLB대역의 시뮬레이션 결과는 반사손실이 -10dB 이하로 나타나는 주파수 대역이 402 ~ 425MHz이며, 실제 측정된 결과에 따르면 389 ~ 410MHz로 나타난다. 정리하면, 대역폭은 23MHz에서 21MHz로 줄어들었으나, PLB의 동작주파수인 406MHz를 포함하고있어 PLB의 동작에는 영향을 미치지 않는다고 판단할 수 있다. 또한 GPS대역의 시뮬레이션된 동작 주파수를 살펴보면 주파수 대역이 1442 ~ 1757MHz이며, 실제 측정된 결과에 따르면 1271 ~ 1612MHz로 나타난다. 시뮬레이션된 대역폭은 315 MHz로 나타났으며, 측정된 대역폭은 341MHz로, 시뮬레이션된 대역폭보다 실제 측정시 대역폭이 약 26MHz 정도 늘어났으며, GPS 동작주파수인 1,575MHz를 포함하여 GPS의 동작에 문제가 없을 것으로 판단된다.

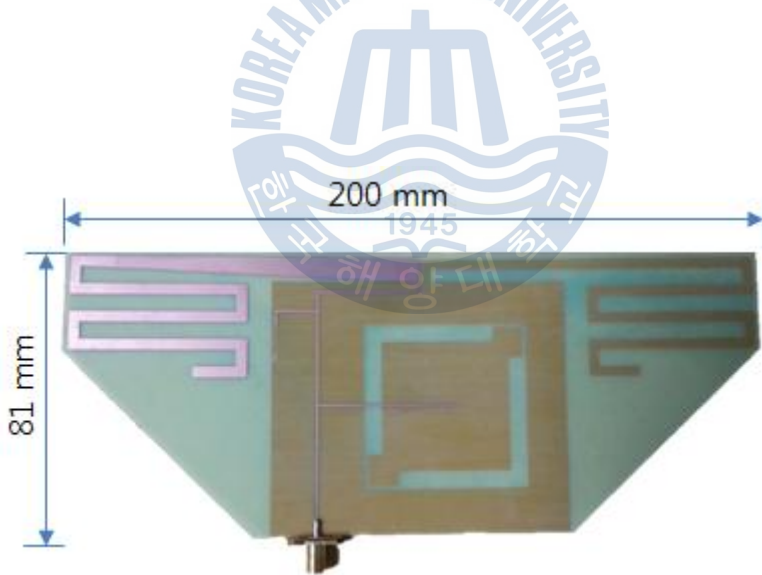


Fig. 25 제작된 PLB, GPS 이중대역 안테나

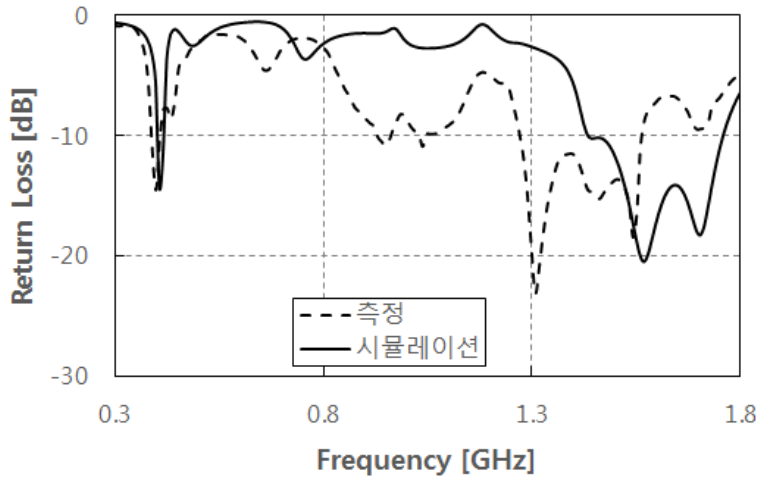


Fig. 26 측정과 시뮬레이션을 통한 안테나의 반사손실 비교

Fig. 27은 제작된 안테나를 구멍조끼 위에 부착한 사진이다. 구멍조끼에 안테나가 장착될 부분에 안테나를 부착하고, SMA 커넥터에 케이블을 부착하여 네트워크분석기 장비를 통해 반사손실을 측정하였다. **Fig. 28**에 구멍조끼에 부착된 안테나의 반사손실과 자유공간에서의 안테나의 반사손실을 비교한 결과를 나타내었다. PLB대역(406MHz)을 먼저 살펴보면, 자유공간에서의 동작 대역폭은 389 ~ 410MHz이며, 구멍조끼 위에 장착된 안테나의 대역폭은 389 ~ 412MHz로 대역폭이 약 2MHz정도 늘어난 것으로 측정이 된다. GPS 대역의 경우는 자유공간에서 측정한 대역폭은 1271 ~ 1612MHz, 구멍조끼위에 부착했을시 1265 ~ 1613MHz로 나타났으며 전체적으로 대역폭이 7MHz정도 늘어난 것으로 측정이 된다. 이는 PLB와 GPS 대역의 동작 주파수를 모두 포함하고 있으므로 각각의 주파수에서의 동작이 가능할 것으로 판단된다.



Fig. 27 구명조끼에 장착된 PLB, GPS 안테나의 모양

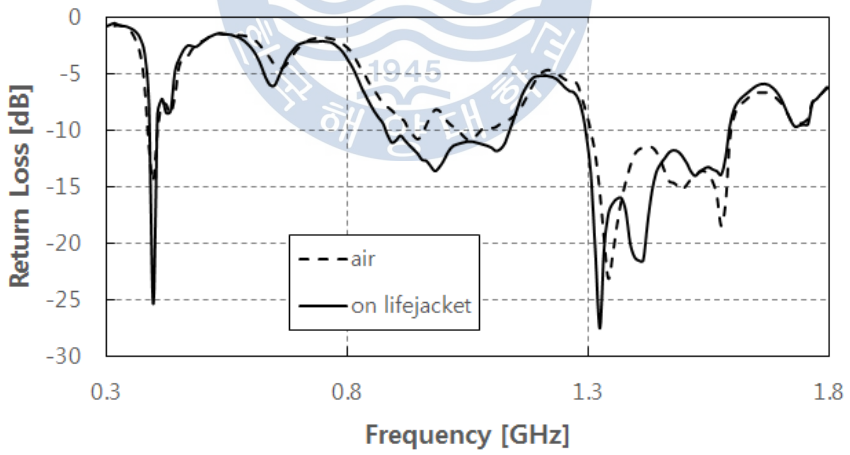
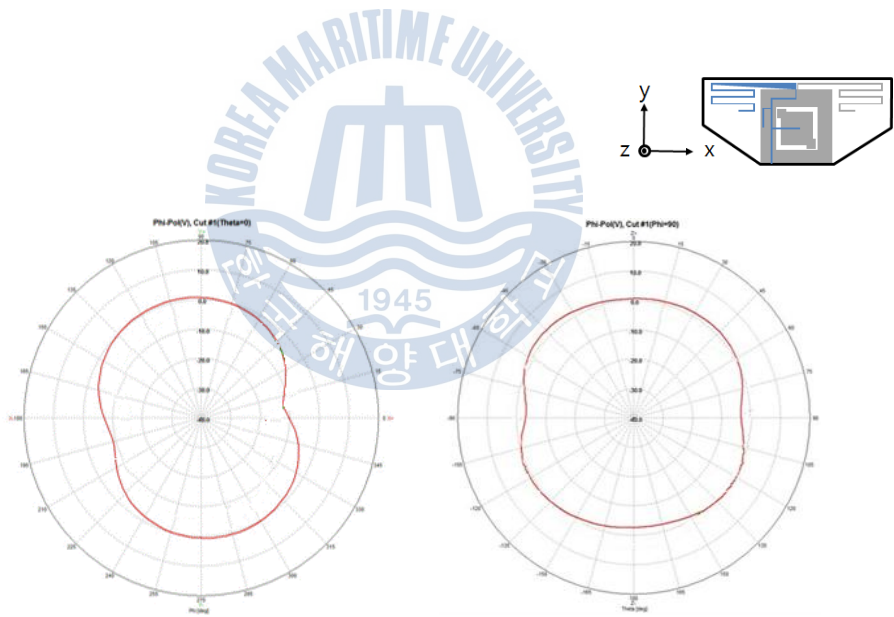


Fig. 28 구명조끼 장착 전후의 안테나 반사손실 변화

다음은 각각의 주파수에서 안테나의 동작시, 방사패턴을 측정한 결과이다. **Fig. 29**에 PLB 주파수인 406MHz에서의 방사패턴을 나타내었다. **Fig. 29**를 살펴보면 시뮬레이션을 통해 알아본바와 같이, 다이폴 안테나와 유사한 형태의 방사패턴을 나타낸다. 안테나의 이득은 약 0.83dBi로 나타나며 이는 PLB의 동작이 가능한 수치이다.

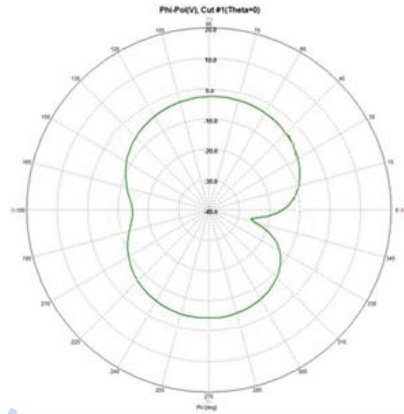
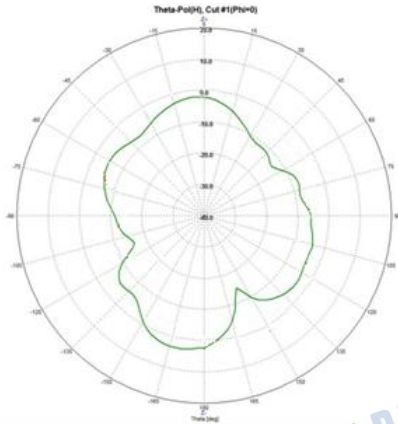
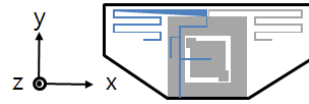
Fig. 30에 GPS 대역의 방사패턴을 측정한 결과를 나타내었다. GPS동작 대역에서의 이득은 약 2.1dBi로 나타났으며, x-z plane에서의 패턴과 y-z plane에서의 패턴 중 이득이 최고가 되는 지점을 살펴봄으로써, 약 1.4dB의 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다. 이는 GPS 안테나의 축비와 연관 지을 수 있는 부분으로, GPS안테나의 축비가 약 1.4dB가 된다고 볼 수 있다.



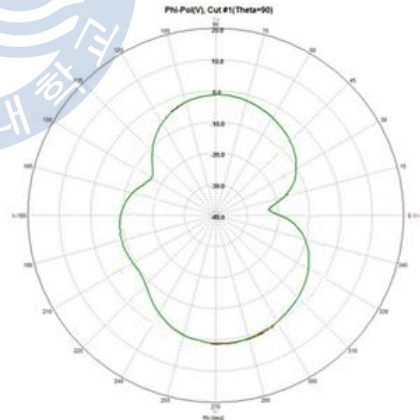
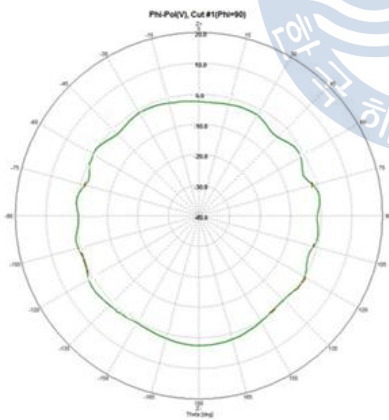
(a)x-z plane E-theta pattern at 406MHz

(b)x-z plane E-phi pattern at 406MHz

Fig. 29 PLB대역의 측정된 방사패턴



(a)x-z plane E-theta pattern at 1,575MHz (b)x-z plane E-phi pattern at 1,575MHz

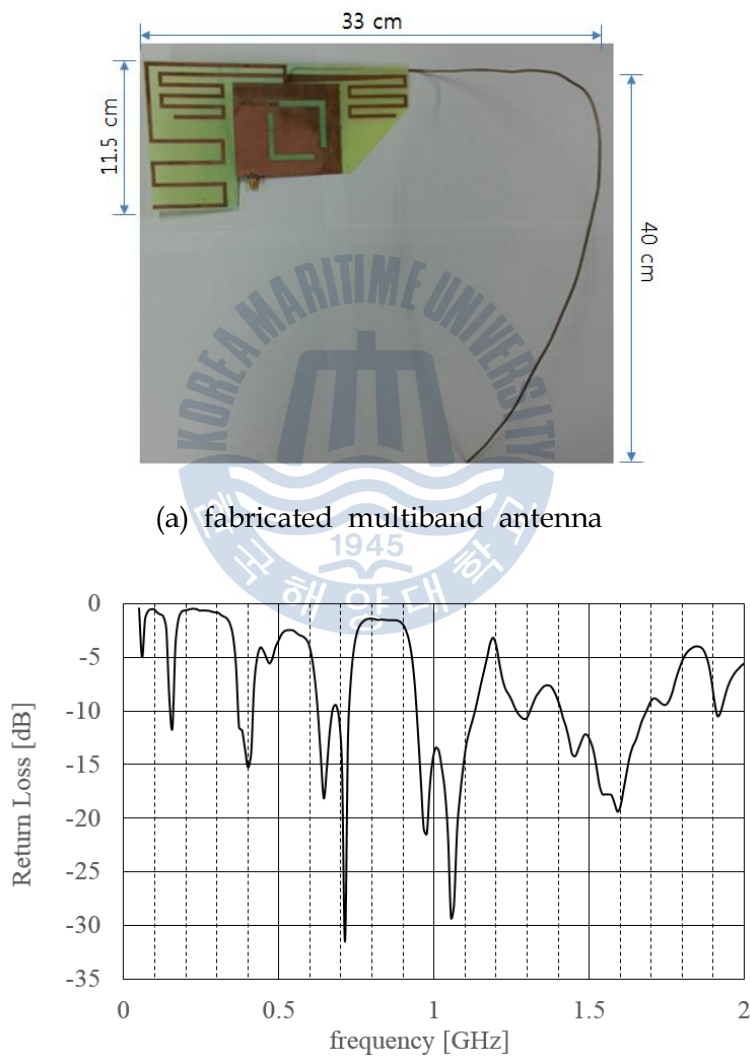


(c)y-z plane E-theta pattern at 1,575MHz (d)y-z plane E-phi pattern at 1,575MHz

Fig. 30 GPS대역의 측정된 방사패턴

4.2 VHF-DSC, PLB, GPS 다중대역 안테나 제작 및 측정

4.1절에서 제작한 PLB, GPS대역 안테나에 선형 도선을 추가하여 VHF-DSC, PLB, GPS 다중대역 안테나를 제작하였다. Fig. 31에 제작된 다중대역 안테나의 모습과 회로망분석기로 측정한 반사손실을 나타내었다.



(b) return loss of fabricated multiband antenna

Fig. 31 제작된 다중대역 안테나와 반사손실

Fig. 31의 (b)에 나타난 반사손실을 분석해 보면, VHF-DSC 대역인 156MHz의 주파수에서 -12.03dB의 반사손실을 나타내고 있다. 또한 반사손실이 -10dB 이하로 나타나는 대역폭은 148~163MHz로 나타난다. 이는 VHF-DSC장비의 안테나로서 동작할 수 있는 조건을 나타낸다. 또한, PLB, GPS 이중대역 안테나의 반사손실과 비교했을 때 불필요한 주파수에서의 반사손실 저하현상을 발견할 수 있다. 이는 156MHz 대역의 안테나를 추가함에 따라 발생하는 고조파 현상이라 볼 수 있다. 하지만 VHF-DSC나 PLB, GPS의 동작 대역에는 영향을 미치지 않기 때문에 고려할 사항은 아니다. 이렇게 제작된 다중대역 안테나가 구멍조끼에 장착이 될 경우 반사손실의 변화를 알아보기 위해 구멍조끼에 다중대역 안테나를 부착하여 반사손실을 측정하였다. **Fig. 32**에 다중대역 안테나가 장착된 구멍조끼의 모습을 나타내었으며, **Fig. 33**에 자유공간에서 측정했을 때와 구멍조끼에 부착하여 측정했을 때의 반사손실을 비교하여 나타내었다.



Fig. 32 다중대역 안테나를 구멍조끼에 부착한 모습

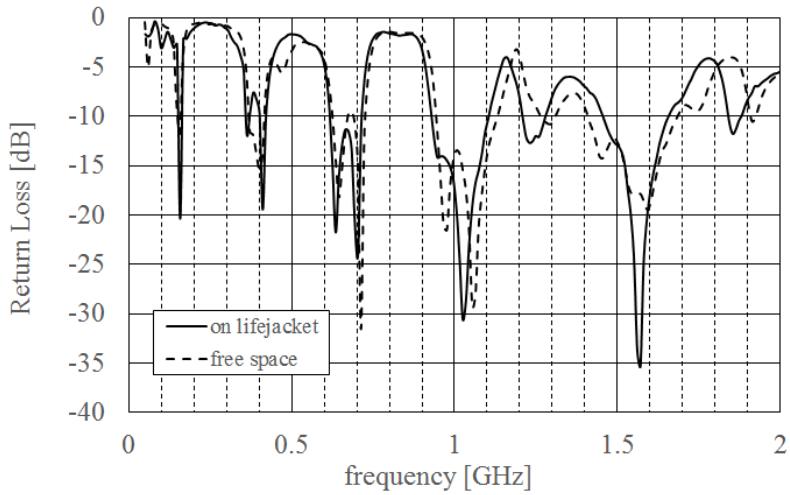


Fig. 33 구명조끼에 부착 전, 후의 다중대역 안테나 반사손실

Fig. 33에서 확인할 수 있듯이, VHF-DSC나 PLB, GPS의 동작 대역에서의 주파수 변화는 거의 발생하지 않았다. VHF-DSC대역인 156MHz 부근에서는 구명조끼에 부착 시 반사손실이 약 -12dB에서 -20.2dB로 낮아지는 결과가 나타났다. PLB대역인 406MHz의 주파수에서는 반사손실이 약 -15dB에서 -19dB로 낮아졌으며, GPS 대역인 1.575GHz 대역에서는 약 -17.5dB에서 -35dB로 낮아짐을 확인할 수 있었다. 이 변화는 다중대역 안테나가 각각의 주파수 대역에서 동작하는데에 큰 영향을 미치지 않으므로, 다중대역 안테나를 구명조끼에 장착할 시 공기중에서의 동작과 동일한 동작을 할 수 있을 것이라 판단된다.

제 5 장 결 론

본 논문에서는 해상 조난시 COSPAS-SATSAT위성과 GPS 위성을 이용하여 신속한 위치확인이 가능하며, VHF-DSC 장비로 인근의 선박에 신속한 구조요청이 가능한 구멍조끼의 안테나에 대한 연구를 하였다. 설계한 안테나의 내용을 정리하면 다음과 같다. 먼저 COSPAS-SARSAT에 신호를 보내기 위한 PLB 안테나의 형태는 종단이 미엔더 형태를 갖는 다이폴 안테나로 설계를 하였다. 이때, 마이크로스트립에서 다이폴 안테나로의 입력 임피던스의 변화를 부드럽게 하기 위해 특정한 모양으로 변형을 시켜 반사손실의 특성을 개선하였다. 두 번째로 GPS 안테나의 경우 사각형 모양의 링 슬롯 안테나 형태로 설계를 하였다. 접지면에 사각형의 슬롯을 적용하고, GPS규격인 RHCP를 만족시키기 위해 슬롯의 일부를 변형 시켰다. GPS 안테나의 급전은 마이크로스트립으로부터 받은 신호를 전기결합으로 구현하였다. 이 두가지 안테나는 한 기판 상에 같은 마이크로스트립 선로를 통하여 급전이 되므로, 이들 간의 상호 간섭이 최소가 되도록 마이크로스트립 부분에 개방형 스티브를 적용하였다. 또한, 설계된 안테나가 해수면 위에서 동작할 때 안테나의 특성변화를 시뮬레이션 하였다. 안테나가 해수면으로부터 약 100mm 상에 위치할 때 안테나의 정상동작여부를 확인하였다. 이는 실제 사용자가 안테나가 장착된 구멍조끼를 입고 해수면에 부유해 있을 때의 높이와 유사하다. 또한 VHF-DSC 대역의 안테나는 PLB, GPS대역의 이중공진 안테나에 선형 도선을 부착하여 구현하였다.

설계한 안테나를 제작하여 측정한 결과, PLB대역은 동작주파수의 변동이 거의 없었으나, GPS 대역의 경우 중심 주파수가 저주파 쪽으로 이동

한 것을 관측하였다. 그러나 GPS 동작 주파수인 1,575MHz를 포함하는 대역에서 동작이 가능한 것으로 나타났으며 대역폭 역시 늘어난 것으로 측정되었다. VHF-DSC 대역의 안테나를 설계한 후, VHF-DSC 대역인 156MHz에서 반사손실이 약 -12dB로 나타났으며, 이는 안테나의 동작에 차질이 없음을 의미한다. 다음으로는 제작된 안테나를 실제 구멍조끼에 부착 후, 사람이 구멍조끼를 착용한 상태에서의 반사손실을 측정하였다. 자유공간에서의 안테나의 반사손실과 구멍조끼에 부착한 상태의 안테나의 반사손실은 중심주파수가 크게 차이가 없었으며, PLB 대역과 GPS 대역의 대역폭이 각각 약 2MHz, 7MHz 정도 늘어난 것을 확인하였다. 제작된 안테나의 방사패턴을 측정했을 때 안테나의 이득은 PLB 대역에서 0.83dBi, GPS 대역에서 2.1dBi로 나타났으며, 원편파를 가지는 GPS 안테나의 경우 약 1.4dB의 축비를 나타내는 것으로 확인되었다.

제작된 안테나는 COSPAS-SATSAT, GPS, VHF-DSC의 대역폭을 만족하는 것으로 확인되었으며, 신속한 위치확인을 위한 위치확인용 구멍조끼에 사용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 서상구, 2004. 선박을 이용한 화물 운송 중개 최적화 방안 연구. *인터넷정보학회논문지*, 5(4), pp.10.
- [2] 전형진, 2009. 근해운송선박의 전용부두 필요성과 확보 방안. *해양물류연구*, 3(7), pp.12-16.
- [3] 전준우, 이태휘, 여기태, 2012. 국내 주요 선박관리기업의 효율성 분석에 관한 연구. *한국항만경제학회지*, 28(4), pp.79-98.
- [4] <http://www.data.go.kr>, 안전행정부.
- [5] 황운택, 2011. 해상 데이터통신 시스템의 설계 및 구현 : GMDSS를 중심으로. *한국전자통신학회 논문지*, 6(6), pp.815-822.
- [6] 조심정, 김동진, 최강식, 2013. 국내 위험·유해물질(HNS) 해상운송사고 위험도 분석 및 사고 저감방안 연구. *해양환경안전학회지*, 19(2), pp.145-154.
- [7] 김철승, 정재용, 이홍훈, 2011. 국내 통항분리수역 설치 효과에 관한 연구- 해양사고 및 해상교통흐름을 중심으로. *해양환경안전학회지*, 17(1), pp.61-68.
- [8] 이점훈, 주인원, 이상욱, 신천식, 2010. COSPAS-SARSAT 위성을 이용한 탐색구조 단말기 위치 획득 실험에 관한 연구. *2010년도 한국통신학회 종합 학술 발표회*.

- [9] 백유진, 조태남, 김재현, 이상욱, 안우근, 2014. COSPAS-SARSAT 을 이용한 탐색구조 신호 보안. *제어로봇시스템학회 논문지*, 20(2), pp.157-162.
- [10] Zhi Hao Jiang, et al., 2014. A Compact, Low-Profile Metasurface-Enabled Antenna for Wearable Medical Body-Area Network Devices. *Antennas and Propagation*, 62(8), pp.4021-4030.
- [11] El Khashab, E.O, et al., A size-reduced wearable antenna for Zigbee indoor localization. *Radio and Wireless Symposium (RWS)*, 15-18 Jan. 2012, pp.95-98.
- [12] Dwibedi, K, et al., Dual band CPW fed wearable monopole antenna. *Information & Communication Technologies (ICT)*, 11-12 April 2013, pp.1134-1137.
- [13] 정대을, 2013. GPS Plotter에 의한 해양사고 예방대책. *2013년도 해양 환경안전학회 학술발표대회*.
- [14] 김화엽, 민병국, 하태진, 정희자, 박종안, 2013. 중소형 선박용 해양 네비게이션 시스템의 구현. *한국정보기술학회논문지*, 11(3), pp.27-35.
- [15] Zurabov, Y.G., K, et al., COSPAS-SARSAT satellite system. *Satellite Communications*, 22 Sep 1998, pp.156-158.
- [16] Munshi, A.Q., et al., A low cost COSPAS-SARSAT alternative for EPIRB transponder for local fishing boats in Bangladesh. *Communications (COMM)*, 29-31 May 2014, pp.1-6.
- [17] Gambhir, B.L., 2002. Improved COSPAS-SARSAT locating with geostationary satellite data. *Aerospace and Electronic Systems*, 32(4), pp.1405-1411.

- [18] Serra, A.A., et al., A wearable multi antenna system on a Lifejacket for Cospas Sarsat rescue applications. *Antennas and Propagation (APSURSI)*, 3-8 July 2011, pp.1319-1312.
- [19] Lilja, J., et al., Body-Worn Antennas Making a Splash: Lifejacket-Integrated Antennas for Global Search and Rescue Satellite System. *Antennas and Propagation Magazine, IEEE*, April 2013, pp.324-341.
- [20] Yijun Zhou, et al., Dual Band Proximity-Fed Stacked Patch Antenna for Tri-Band GPS Applications. *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on*, Jan. 2007, pp.220-223.
- [21] Huang, J., et al., A VHF Microstrip Antenna With Wide-Bandwidth and Dual-Polarization for Sea Ice Thickness Measurement. *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on*, Oct. 2007, pp.2718-2722.
- [22] S.W. Zhou, P.H. Li, et al., A dual-band dual-sense circularly polarized square-ring slot antenna. *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE*, 5-8 May 2012, pp.1-4.
- [23] Olaode, O.O., et al., Effects of Meandering on Dipole Antenna Resonant Frequency. *Microwave & Millimeter Wave Technology (ICMMT)*, 13 Jan 2012, pp.122-125.