

# 탐색 및 구조 시스템용 구명조끼 내장형 안테나

임지훈\* · 양규식\*\* · 정성훈\*\*\* · † 박동국

†, \*\* 한국해양대학교 전자통신공학과 교수, \*\*\* 한국해양대학교 산업기술연구소, \* 한국해양대학교 대학원

## Lifejacket-Integrated Antenna for Search and Rescue System

Ji-Hun Lim\* · Gyu-Sik Yang\*\* · Sung-Hun Jung\*\*\* · † Dong-Kook Park

\*\*, † Department of Electronic & Communication Engineering, Korea Maritime & Ocean University

\*\*\* Research Institute of Industrial Technology, Korea Maritime & Ocean University

\* Graduate school of Korea Maritime & Ocean University

**요 약** : 선박이 운항 중 해난 사고가 발생하여 선원이나 승객이 물에 빠지는 경우 신속히 이들을 구조하는 것은 매우 중요한 일이다. 대부분의 해난 사고의 경우 물에 빠진 사람이 구명조끼를 입고 있으므로, 구명조끼에 GPS 및 Cospas-Sarsat 통신을 위한 모듈이 내장된다면 구조가 용이할 것이다. 본 논문에서는 구명조끼에 내장이 가능하며 GPS 및 Cospas-Sarsat 통신을 위한 이중대역 안테나를 개발하고자 한다. 안테나는 두께 0.2mm 인 FR4 기판을 사용하여 유연성을 확보하였고, 1.575 GHz와 406 MHz에서 동작하며, 구명조끼의 어깨 부근에 장착이 될 수 있는 안테나를 설계하였다. GPS 통신용 안테나는 원형편파 특성을 갖는 링 슬롯 안테나로 구현하였고, 미앤드 형태의 선형 편파 안테나를 Cospas-Sarsat 통신용으로 사용하였다. 단일 마이크로스트립 선로를 통해 급전이 이루어지며, 두 공진 안테나간의 상호 간섭을 최소화하기 위해 개방형 스텐다를 사용하였다. 제작한 안테나를 구명조끼에 장착하여 반사손실 측정을 통해 GPS 및 Cospas-Sarsat 주파수에서 안테나의 성능을 확인하였다.

**핵심용어** : 구명조끼 안테나, 착용형 안테나, 해상 안테나, 탐색 및 구조 안테나, 내장형 안테나

**Abstract** : When the crew or passengers fall into the water due to marine accident of vessel, it is very important to rescue them quickly. In the case of marine accidents, most people in distress have been wearing a lifejacket, so if the GPS and Cospas-Sarsat communication module will be integrated within the lifejacket, it is easy to rescue them. In this paper, development of the dual band lifejacket-integrated antenna for GPS and Cospas-Sarsat communication is discussed. The antenna with the FR-4 substrate of 0.2mm thickness for flexibility was designed that it can be fitted close to the shoulder of the life jacket and operate at 1.575GHz and 406MHz. The GPS communication antenna was implemented with a ring-slot antenna having a circular polarized characteristic and a meander type linear polarized antenna is used as Cospas-Sarsat communication. The two antennas are fed by a single microstrip line and an open stub is used to minimize the mutual interference between the two antennas. The performance of the fabricated antenna attached to the life vest is confirmed by the measurement of the return loss at GPS and Cospas-Sarsat frequency bands.

**Key words** : Lifejacket antenna, wearable antenna, maritime antenna, search and rescue antenna, integrated antenna

### 1. 서론

선박 운항 중 해난 사고가 발생하여 선원이나 승객이 물에 빠지는 경우 빠른 시간 내에 이들을 구조하는 것은 매우 중요한 일이다. 특히 파도 등에 휩쓸려 물 위에서 표류하는 경우에는 물에 빠진 사람의 위치를 파악하는 것이 무엇보다도 중요한 일이다. 일반적으로 선박은 조난시 EPIRB를 통해 조난 위치를 Cospas-Sarsat 인공위성으로 전송하여 구조 요청이 이루어지지만(Ahmed, 2006; Joo, 2008; Zurabov, 1998) 사람의

경우 조난된 배에서 조류 등에 의해 멀어지는 경우 위치를 찾는 것이 대부분 육안에 의존하는 방법뿐이다. 대부분의 해난 사고의 경우 물에 빠진 사람이 구명조끼를 입고 있으므로 구명조끼에 Cospas-Sarsat 통신을 위한 모듈이 내장이 된다면 수색 및 구조가 용이할 것이다.

최근에 이러한 기능을 갖춘 구명조끼에 대한 연구 결과가 발표되었다(Lilja, 2013). J. Lilja et al.(2013)은 고체식 구명조끼에 PIFA 형태의 안테나로 Cospas-Sarsat 통신용 안테나를 구현하였는데, 안테나의 크기가 283 mm × 65 mm × 17.5 mm

† Corresponding author : 연희원, dkpark@kmou.ac.kr 051)410-4311

\* 연희원, jihlim@kmou.ac.kr

\*\* 연희원, gsyang@kmou.ac.kr

\*\*\* 종신회원, director@kmou.ac.kr

로 구현이 되어 있어 안테나의 두께가 두껍고, 따라서 유연성이 떨어지는 단점을 가지고 있다.

한편 구멍조끼에 GPS 장치가 내장되어 GPS로 자신의 위치 정보를 수신하여 Cospas-Sarsat에 전송하게 되면 위치 탐색 및 구조의 시간을 더욱 절약할 수 있다.

본 논문에서는 구멍조끼에 내장이 가능하며 GPS 및 Cospas-Satsat 통신을 위한 1.575 GHz와 406 MHz 주파수에서 동작하는 이중 대역 안테나를 개발하고자 한다. 구멍조끼는 평소에는 일반 조끼처럼 두께가 얇아서 입고 일상적인 일을 하는데 무리가 없어야 하며, 물에 빠지는 경우 부풀어오르는 팽창식(inflatable) 구멍조끼를 고려하였다. 따라서 이러한 구멍조끼에 내장이 되기 위해서는 안테나의 두께가 매우 얇아야 하며, 가능한 유연성을 가져야 한다.

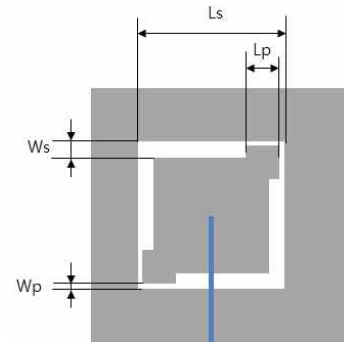
## 2. 안테나 설계

안테나의 두께가 얇고 유연성을 가져야 하므로, 안테나의 기본 재료로 두께가 0.2mm 인 FR4 기판을 사용하였다. 또한 구멍조끼에 장착될 부위를 고려하여 안테나의 크기를 대략 Fig. 1과 같은 크기로 제한하였다.

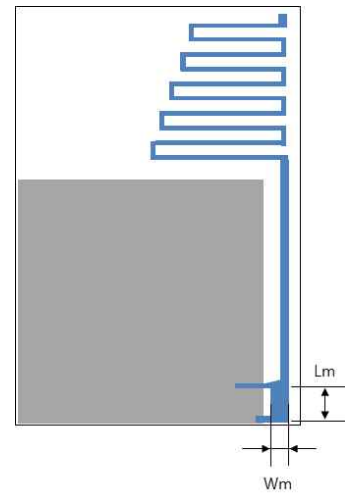


Fig.1 The location and size of proposed antenna

본 논문에서 개발하고자 하는 안테나는 GPS 및 Cospas-Sarsat 통신이 모두 가능한 이중 대역 안테나로서, GPS 통신을 위해서 1.575 GHz 중심주파수에 원편파 특성을 가져야 하며, Cospas-Sarsat 통신을 위해서 406 MHz에서 동작하며 선형 편파 특성을 갖고 있어야 한다. 또한 구멍조끼 장착 후 물에 빠진 상태에서 파도에 의한 흔들림을 고려할 때 안테나의 주빔은 브로드사이드(broadside) 방향이면서 빔폭이 최소 60도 이상은 되어야 한다. 이러한 점을 고려하여 GPS 및 Cospas-Sarsat 안테나를 각각 Fig. 2와 같은 구조로 별개의 안테나로 설계하여 하나의 급전선로를 이용하여 급전이 되도록 하고, 이들간의 상호 간섭이 최소가 되도록 설계하였다. 안테나 설계를 위한 특성 시뮬레이션은 Ansoft사의 Designer를 이용하였다.



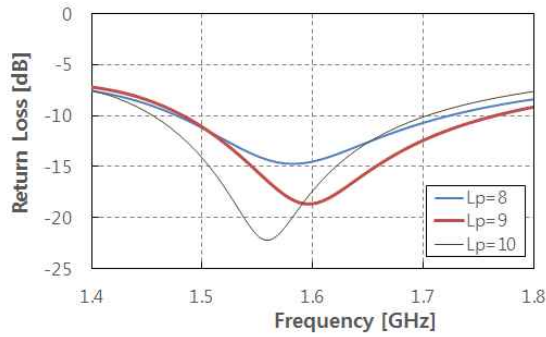
(a) GPS antenna



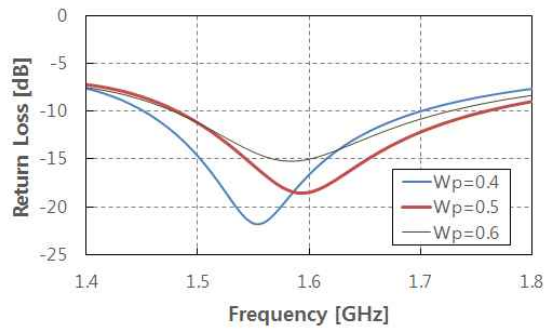
(b) Cospas-Sarsat antenna

Fig. 2 Proposed GPS and Cospas-Sarsat antenna configuration

Fig. 2 (a)에서 보듯이 GPS 안테나의 급전은 마이크로스트립 전송선로를 사용하며, 방사체는 유전체 기판의 접지면에 정사각형 슬롯 링(slot ring) 형태로 구현하였다. GPS 안테나의 원편파 특성은 정사각형 링의 대각선 방향의 모서리의 슬롯 폭( $W_s$ )과 길이( $W_p$ )를 가변하여 구현하였다. 이러한 유형의 안테나는 이미 여러 문헌(S. W. Zhou et al., 2012; S.G. Seo et al., 2013)에 특성이 제시되어 있어, 이를 참고하여 안테나를 설계하였다. Fig. 3과 Fig. 4에 슬롯 링의 폭( $W_p$ )과 길이( $L_p$ )의 변화에 따른 안테나의 반사손실 및 축비(Axial ratio) 특성 변화를 시뮬레이션하여 나타내었다. 링 슬롯의 전체 길이  $L_s$ 는 45 mm 이고 폭  $W_s$ 가 3 mm 일 때, Fig. 3과 Fig. 4에 제시된 시뮬레이션 결과를 살펴보면  $L_p$ 가 9 ~ 10 mm 이고,  $W_p$ 가 0.5 ~ 0.6 mm 일 때 반사손실이 약 -18 dB 이하 이며, 축비가 약 2.2 dB 이하가 되는 것을 알 수 있다.

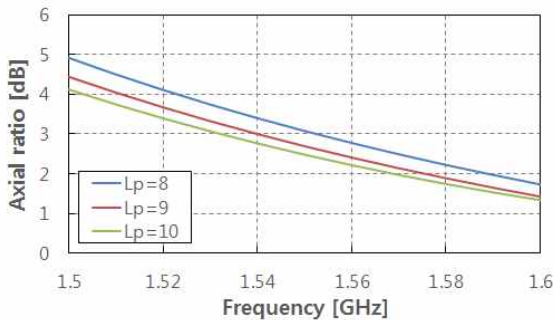


(a) Variation of slot length

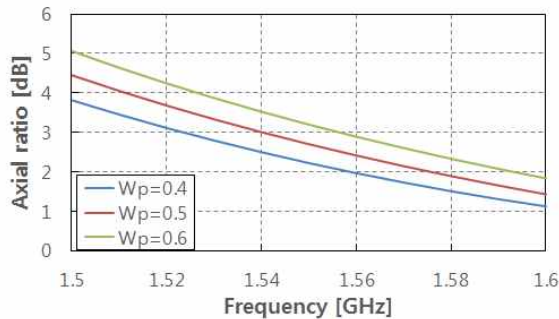


(b) Variation of slot width

Fig. 3. Return loss as function of width and length of slot



(a) Variation of slot length



(b) Variation of slot width

Fig. 4. Axial ratio as function of width and length of slot

Fig. 2 (b)는 Cospas-Sarsat 용 406 MHz 안테나로서, 마이크로스트립 전송선로로 급전되는 평판 반파장 다이폴 안테나의 크기를 줄이기 위해, 다이폴 끝부분을 미앤드(meander) 구조로 만든 형태이다. 시뮬레이션을 통한 안테나의 반사손실 특성을 Fig. 5에 나타내었다.

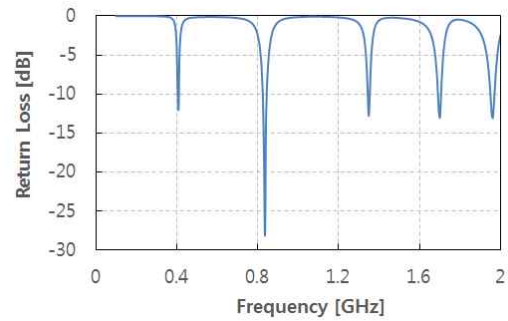


Fig. 5. Simulated return loss of proposed 406MHz antenna

Fig. 6에 Fig. 3~ Fig. 5의 특성을 나타내는 두 안테나를 일체화하여 하나의 기판에 하나의 급전선로로 구현한 모양을 나타내었다.

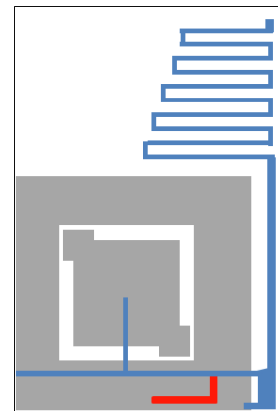


Fig. 6. Proposed antenna configuration

두 안테나간의 상호 간섭을 최소화하기 위해 Fig. 6에서 보듯이 두 안테나를 연결하는 급전선로 사이에 개방 스텐브(open stub)가 연결되어 있다. 개방 스텐브의 역할은 GPS 주파수가 406 MHz 안테나로 유입되어 Fig. 2 (a)의 GPS 링 안테나의 특성이 영향을 받는 것을 최소화하기 위한 것이다. 이것이 필요한 이유는 Fig. 5에서 보듯이 406 MHz 안테나는 고차 모드에서 공진이 생기며, 이것에 의해 GPS 주파수 대역이 영향을 받을 수 있기 때문이다. Fig. 6에 개방 스텐브 유무에 따른 일체형 안테나의 반사손실 특성을 나타내었다. Fig. 7에서 볼 수 있듯이 개방스텐브를 통해 두 안테나의 상호 간섭이 감소하는 것을 볼 수 있다.

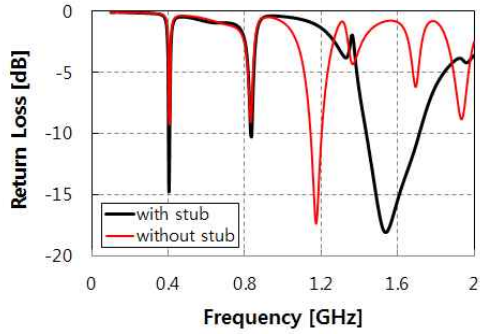


Fig. 7. Simulated antenna return loss without/with open stub

### 3. 측정 및 분석

Fig. 8에 설계를 바탕으로 제작한 안테나의 모습을 나타내었다. 비유전율이 4.4이고 두께가 0.2mm인 FR4 기판을 사용하였고, 기판 전체 크기는 가로 90mm, 세로 125mm 로 Fig. 1의 공간 보다 작은 면적을 차지한다. Fig. 8에서 급전선로에 있는 개방 스텐브의 길이는 두 공진 안테나간의 간섭을 줄이기 위해 실험적으로 튜닝을 하다보니, 시뮬레이션에서 설계된 길이보다 작게 제작이 되었다. 나머지 파라미터는 시뮬레이션과 동일한 값으로 제작되었다.

제작한 안테나의 반사손실을 벡터 회로망 분석기(vector network analyzer) HP8722ES를 사용하여 반사손실을 측정하였고, 시뮬레이션 결과 값과 비교하여 Fig. 9에 나타내었다. Fig. 9에서 실험 값과 시뮬레이션 값이 유사함을 볼 수 있다.

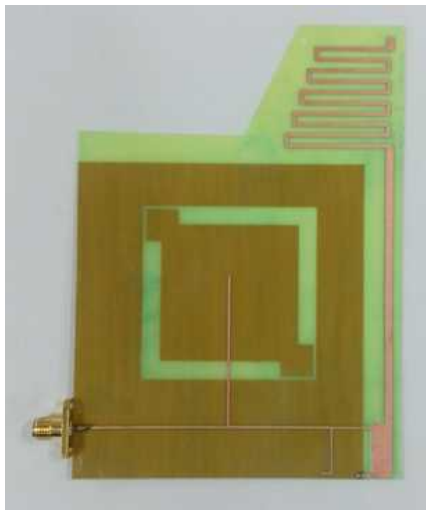


Fig. 8. Fabricated antenna

제작된 안테나는 구멍조끼에 장착을 목적으로 개발된 안테나로서, 팽창식 구멍조끼가 부풀어 올라 있을 경우에 원하는 주파수 대역에서 안테나로서 동작을 해야 한다. 따라서 Fig.

10과 같이 팽창식 구멍조끼가 부풀어진 경우 제작한 안테나를 구멍조끼 표면에 임시로 부착하여 안테나의 특성 변화를 측정하였다. 안테나를 구멍조끼에 임시로 부착하기 위해 스키타 테이프를 사용하여 고정하고, 실험실에서 구멍조끼를 입고 벡터 회로망 분석기로 반사손실을 측정하는 모습을 Fig. 10에 나타내었다.

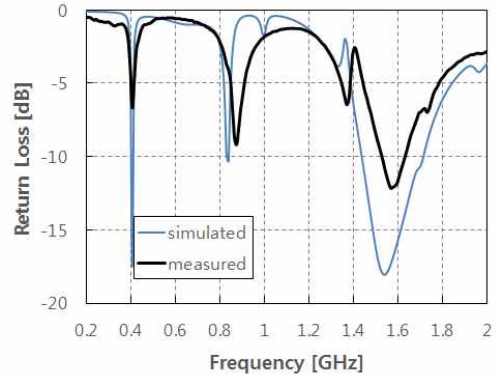


Fig. 9. Measured antenna return loss



Fig. 10. Configuration of antenna integrated into lifejacket

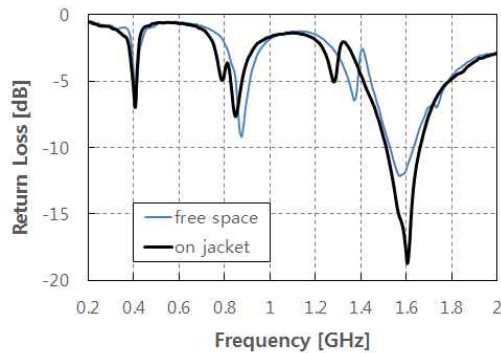


Fig. 11. Measured return loss of antenna before and after integrated into lifejacket

Fig. 11에 팽창식 구멍조끼에 부착되어 구멍조끼가 부풀어  
진 경우 안테나의 반사손실과 자유공간에서의 안테나의 특성  
변화를 측정하여 함께 나타내었다. 구멍조끼가 부풀어진 경우  
인체와 안테나 사이의 거리가 대략 8 cm 정도로서 안테나에  
미치는 인체의 영향이 미미하여 안테나의 특성이 자유공간에  
서의 특성과 비슷하게 나타나는 것을 볼 수 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 팽창식 구멍조끼에 장착이 가능하며, GPS와  
Cospas-Sarsat 위성과 통신할 수 있는 이중 대역 안테나를  
개발하였다. 개발된 안테나는 두께 0.2mm 의 RF4 기판을 사  
용하여, 얇고 유연성을 갖도록 하였으며, 구멍조끼의 가슴과  
어깨부위의 공간에 장착되어 구멍조끼가 부풀어 올랐을 때  
GPS 및 Cospas-Sarsat 통신 주파수에서 공진이 되었다.

본 안테나를 구멍조끼의 내피에 장착하고, 방수처리를 위한  
표면 코팅 처리를 하면 팽창식 구멍조끼에 내장이 가능한 안  
테나로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

#### 후 기

본 연구는 산업통상자원부의 2013년 국민편익증진기술개발  
사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

#### References

- [1] Ahmed, M.(2006), "Satellite-aided search and rescue  
(SAR) system", IEEE International Conf. on Advanced  
in Space Technologies, pp. 43-48.
- [2] Joo, Inone et al.,(2008), "Development and performance  
analysis of the second generation 406 MHz EPIRB",  
IEEE Advanced Satellite Mobile Systems, ASMS 2008  
4th, pp. 333-336.
- [3] Lilja, J. et al.(2013), "Body-worn antennas making a  
splash: Lifejacket-integrated antennas for global search  
and rescue satellite system", IEEE Ant. & Pro.  
Magazine, Vol. 55, No. 2, pp. 324-341.
- [4] Seo, S. G. and Jeong, B. S.(2013), "Design of  
double-band double-polarized antenna", The Korea  
Institute of Communications and Information Sciences,  
vol. 2, No. 1, pp. 53-55.
- [5] Zhou, S. W., Li, P. H. and Wang, Y.(2012), "A  
dual-band dual-sense circularly polarized square-ring  
slot antenna", International Conf. on Microwave &

- Millimeter Wave Technology (ICMMT), Vol. 3, pp. 1-4.  
[6] Zurabov, Y. G., Ivanov, K. K and Kuropyatnikov, A.  
D.(1998), "Cospas-Sarsat satellite system", IEEE Inter.  
Conf. on Satellite Communications, Vol. 1, pp. 156-158.

---

원고접수일 : 2014년 7월 25일  
심사완료일 : 2014년 8월 26일  
원고채택일 : 2014년 8월 28일