

e-Racon 안테나의 설계 및 제작에 관한 연구

김재관* · † 국승기 · 김민철** · 조태균*** · 정해상****

*,***와이디일렉트로닉(주), † 한국해양대학교 해양경찰학과 교수, ** (주)아이플러스원, **** 한국해양대학교 대학원

Study on the Design and Fabrication of e-Racon Antenna

*Jae-Kwan Kim · † Seung-Gi Gug · **Min-Cheol Kim · ***Tae-Gyun Jo · ****Hae-Sang Jeong

*,***YD Electronic(LTD)

† Division of Cost Guard, Korea Maritime & Ocean University, Busan 606-791, Korea

** (LTD)IPlusOne

****Graduate school of Korea Maritime & Ocean University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 레이더비콘(Racon)은 선박이 운항하면서 해상에 짙은 안개가 끼거나, 야간 등 시계가 불량할 때 위험한 암초 등 항행 장애물을 회피하거나, 지정된 항로를 레이더 화면에 표시하여 항해자가 안전하게 운항할 수 있도록 도와주는 항행장비이다. 기존 레이더비콘에 AIS(Automatic Identification System)기능을 부가한 차세대 레이콘 e-Racon(Enhanced Radar Beacon) 개발을 연구하면서 기존의 안테나를 IALA Rec. R-101 이 규정하는 안테나 요구사항에 적합한 e-Racon 안테나로 기능을 개선하는 연구를 하였다.

핵심용어 : 레이더, 레이더비콘, AIS, e-Racon, 안테나, IALA

Abstract : Radar Beacons are marine aids that helps the navigators avoid dangers such as dangerous rocks, heavy fog, nighttime, etc. when sailing. The existing antenna was researching on the development of the advanced radar Beacon (Enhanced Radar Beacon) for the improvement of the next generation racon with the AIS (Automatic Identification System) function.

Key words : Radar, Radar Beacon, AIS, e-Racon, Antenna, IALA

1. 서 론

슬롯(Slot) 안테나는 평면판 또는 원통형 구조의 금속면에 직사각형 형태의 구멍을 뚫는다. 이를 슬롯이라 표현하고, 여기 슬롯을 통하여 전자기파를 방사하는 안테나이다. 주로 300MHz ~ 24GHz 주파수 대역에서 주로 사용된다. 무한 도전체 표면에, 직사각형 형태로 구멍을 내고, 여기에 전자계를 인가할 때, 우리는 그 입구를 개구면(Aperture)라 한다. 안테나 급전선으로부터 Feeding Probe (급전부)에 Waveguide 플린지(Flange) 형태 또는 모노폴 안테나 형태로 무한 도체공간에 자계로 방사된다. 슬롯 안테나는 다이폴 안테나와 같은 패턴으로 방사된다. 슬롯안테나의 방사원리는 바비넷 법칙(Babinet's principle)에 따른다. 개구면 임피던스(Impedance)는 슬롯안테나 전계/자계 방사패턴에 영향을 미친다. 도전체

에 가해지는 전계/자계에서 개구면 크기의 상호 작용으로 인해 공기면이 안테나의 방사기(Radiator) 역할을 한다. 아래의 Fig. 1은 개구면에 해당하는 등가 안테나 회로이다.

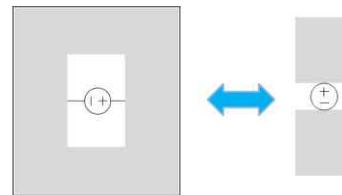


Fig. 1 Magnetic field applied to the slot & Dipole equivalent circuit electric field

슬롯 개구면 안으로 자계가 가해지면, 개구면 주위로 전류가 분포된다. 이로 인해 전자기파를 방사한다. 이러한 형태는 다이폴 안테나가 전압원을 다이폴 중앙에 인가했을 때와 전자파

† Corresponding author : 종신회원, cooksg@kmou.ac.kr 051)410-4227

* 정회원 : jgkim@yde-v1.com

** 정회원 : kimmc561@naver.com

*** 정회원 : ctaegyun@gmail.com

**** 정회원 : goodfeeling@kmou.ac.kr 051)410-4835

(주) 본 논문은 “e-Racon 안테나의 설계 및 제작에 관한 연구”란 제목으로 “2018년 항해항만학회 추계학술대회논문집(경주 더케이호텔, 2018.11.08.-09, pp.127-129)”에 발표되었음.

빔이 방사하는 원리와 동일하다. 단지 전류원 과 전압원이 바뀌면서, 바비넷 법칙의 개구면 임피던스 Z_c , 슬롯 임피던스

$$Z_s \text{ 는 다음과 같은 관계가 있다. } Z_c Z_s = \frac{\eta^2}{4}$$

η 는 공기 중의 고유 임피던스 값이다. 개구면 안테나 전개면은 슬롯 안테나와 거의 동일 하다. 따라서 어떤 안테나로부터 전계를 알고 있다면, 슬롯안테나의 자계를 알 수 있다. 이는 다이폴 안테나 전개처럼 쉽게 방사패턴을 형상화 할 수 있다. 따라서 바비넷의 법칙을 적용하여, 슬롯 안테나의 임피던스와 자계를 직관적으로 설계할 수 있다.

아래 Fig. 2은 X-Band / S-Band 수직 방향 빔패턴을, Fig. 3 수평 방향 빔패턴을 이해하기 쉽도록 표현하였다.

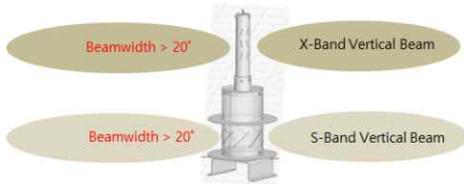


Fig. 2 e-Racon Vertical Beam Pattern, Side View



Fig. 3 e-Racon Horizontal Beam Pattern, Top View

2. 안테나 설계 및 제작

현재 사용 중인 Racon 안테나 와 e-Racon 안테나는 성능 면에서는 X-Band 주파수 대역이 넓어진 것을 제외하고는 다른 차이점이 없다. 단지 제조사에 따라서 안테나 형상이 조금씩 다르다. 하지만 Racon 장비에 사용하는 기본적인 안테나 구조는 슬롯 안테나의 구조를 가지고 있다.

기존의 출시되고 있는 Racon X-Band 안테나 사용주파수 대역은 9.3 ~ 9.5GHz 이다. 새롭게 발효되는 규정은 9.2 ~ 9.5GHz 로서 100MHz 가 더 넓어졌다. 현재 새로운 규정에 만족하는 안테나는 아직까지 출시가 되지 않았다. 현재 사용되고 있는 슬롯 안테나의 형상과 성능을 기반으로 하여 새로운 규정에 부합한 안테나를 설계 제작한다. 안테나는 송신과 수신이 겸용인 슬롯형으로, 동축 케이블을 끼워 e-Racon 장치 본체와 접속되어있다. 안테나의 편파면은 선박용 레이더에 많

은 수평편파에 대응하고, 소자부분은 방수기밀구조의 원통 레이더에 수용된 도파관 슬롯형을 사용한다. 본 논문은 IALA Rec. R-101 이 규정하는 Table 1의 안테나 요구사항에 적합한 e-Racon 안테나를 개발한 과정을 논하였다. e-Racon 안테나의 구성은 아래 Fig. 4, Fig. 5 및 Fig. 6과 같다. X-Band 안테나와 S-Band 안테나로 구성되어 있다.

Table 1 e-Racon Antenna Performance Requirements

Item	Performance / Characteristic		Note
Polarization	X-Band	Horizontal	
	S-Band	Horizontal and Vertical	
Gain	X-Band	More than 5dBi	
	S-Band	More than 2dBi	
Frequency	X-Band	9.2 ~ 9.5GHz	100MHz Extended
	S-Band	2.9 ~ 3.1GHz	

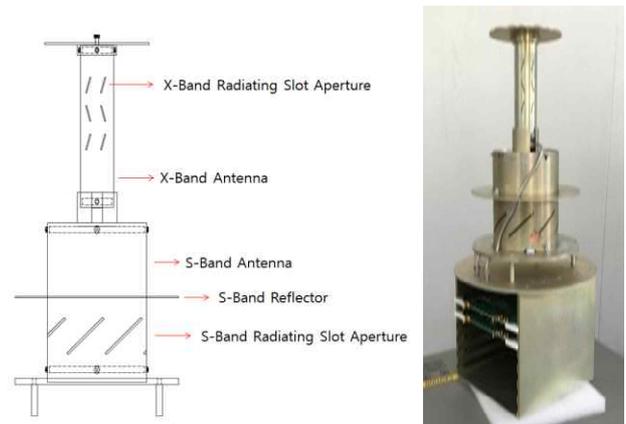


Fig. 4 Assembly drawing & assembled object shape

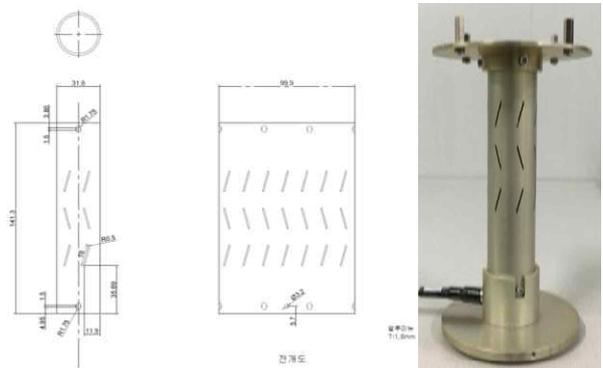


Fig. 5 X-Band Antenna expansion drawing & X-Band antenna

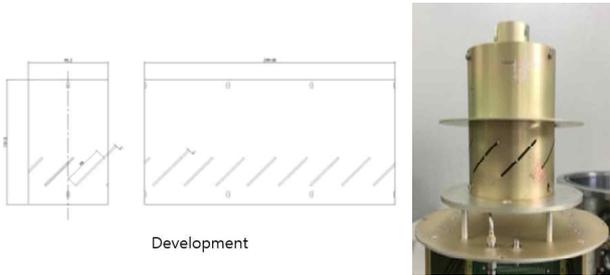


Fig. 6 S-band antenna development drawing & S-band antenna

3. 성능측정 및 결과

제작된 안테나 샘플은 성능요구 조건을 만족하여야 한다. 이를 위하여 회사에서 보유하고 있는 Fig. 7과 같은 네트워크 분석기(Network Analyzer)를 이용하여 측정하였다. S11 분석은 안테나로서 기능을 확인하는 것이다. 안테나로서 기능을 확인하기 위하여, S(scattering) Parameter 라는 값을 이용한다. S Parameter란 측정주파수 대역에서 입력전압대 출력전압의 비를 의미한다. 입출력 전압 포트에 대하여, 자체 반사값, S11, S22, S33과 같이 입력과 출력포트가 같은 경우이며, 자기가 입력하고 출력하여 돌려받은 값이므로 결국 반사된 값을 의미한다. S Parameter는 RF에서 가장 널리 사용되는 회로 결과 값이다. 여기에 사용되는 계측기가 네트워크 분석기이다.



Fig. 7 Network analyzer

네트워크 분석기의 전압 정재파비(VSWR, S11)를 10dB 이하의 값으로 맞추었을 때 S-Band 안테나의 경우 Fig. 9 및 10과 같이 2.88GHz ~ 3.14GHz 대역에서 Return Loss -16dB을 만족시켰으며 X-Band 안테나의 경우 Fig. 9 및 Fig. 11과 같이 약 15dB 까지 만족 시켰다.

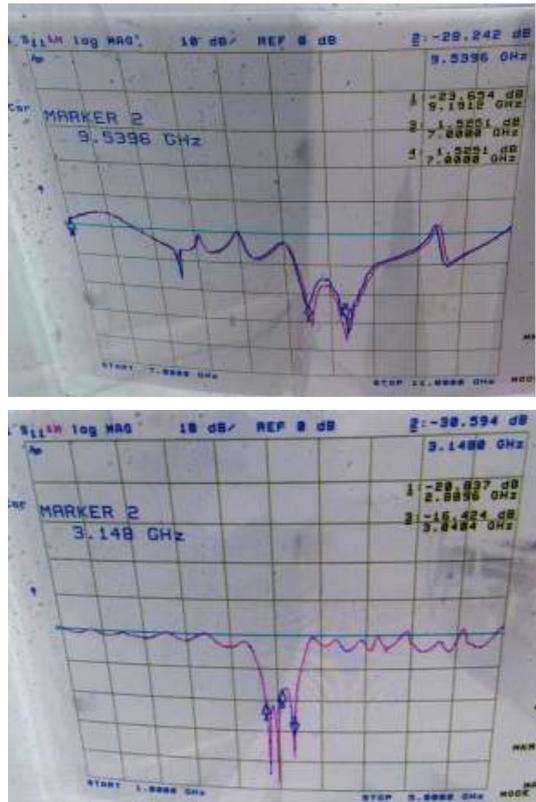


Fig. 9 X-Band VSWR & S-Band VSWR

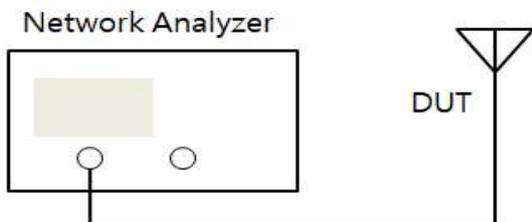


Fig. 8 Block diagram of S11 Analysis

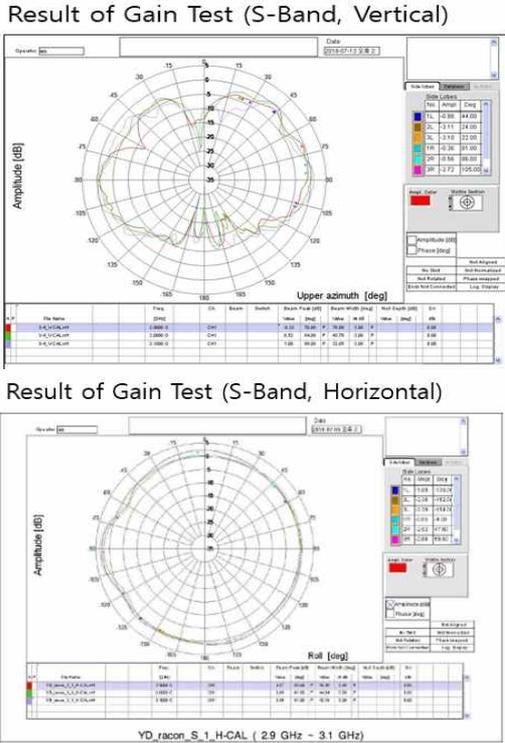


Fig. 10 S-Band horizontal gain 2dBi or more & S-Band Vertical Gain

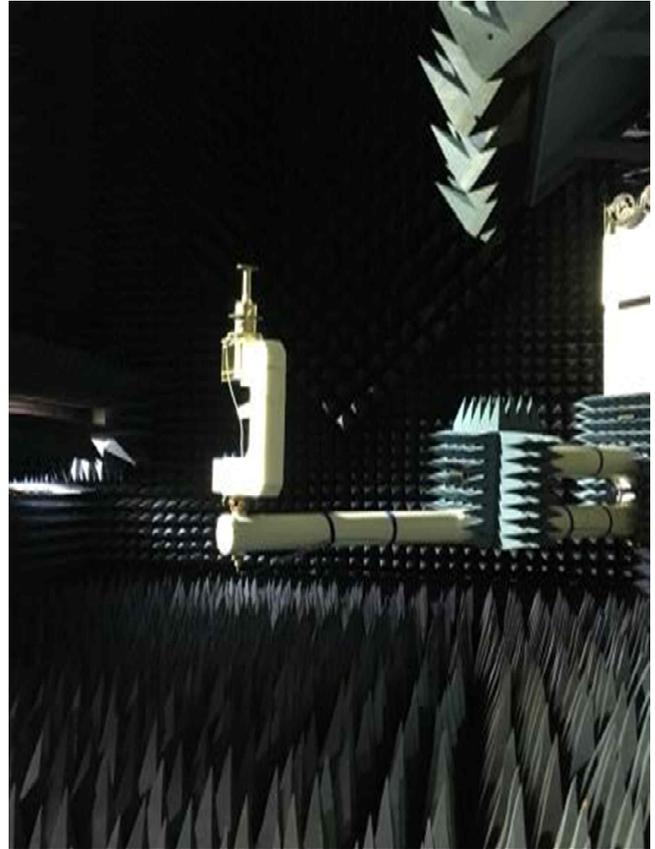


Fig. 12 Anechoic chamber, medium chamber

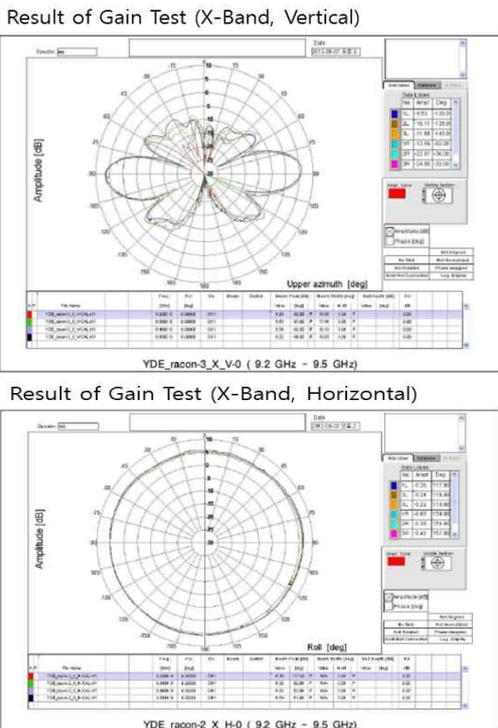


Fig. 11 X-Band Horizontal Gain 5dBi or more & X-Band Vertical Gain

4 결 론

제작된 안테나의 정확한 성능 (Beam Peak Gain, Beamwidth, 편파) 측정을 위하여, 한국전파진흥협회 산하 EMTI 전자과학기술원 무반향실 (중대형챔버)로 이동하여 측정을 하였다. X-Band 안테나의 주파수 대역이 예전보다 100MHz 더 넓어졌다. 설계 및 제작시에 이 요건에 대해서 우려를 많이 하였지만, 실험실에서 제작 튜닝된 특성 값, VSWR, EIRP 값이 안테나 챔버 시험에서도, 방사패턴, 피크 게인, 빔폭이 거의 동일하게 나왔다. 슬롯의 길이와 폭을 조정하여 대역폭을 100MHz를 더 넓힐 수 있었고, 안테나 성능 요구사항을 만족 시켰다.

S-Band 안테나의 시험제작에 있어 주파수 대역은 2.9GHz ~ 3.1GHz, 이득 요구사항도 다소 낮지만, 제작에 있어, 샘플별로 주파수에 따라 이득 편차가 많이 발생하였다. S-Band 안테나의 경우, e-Racon 기구물 구조에 따라서 이득편차에 영향을 주었다. 이득을 만족하면, 안테나 구조물이 커지고, 안테나 구조물을 최적화 하기 위하여 이득과 구조물 간에 Trade Off를 수회 실시하며 Trial and Errors 기법으로 성능을 만족할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] Kim, J. K., Kang, C. S., Kim, J. Y. and Kim, M. C.(2017), “Study on Development of Enhanced Racon for Improving the Vulnerabilities in NT Radar”, Korea Institute of Navigation and Port Resarch, Vol. 2017, No. 3, pp. 227-229.
- [2] New Technology Radars and the Future of Racons, N.Ward&M.Bransby, General Lighthouse Authorities, Research & Radio Navigation Directorate, UK, (2010).
- [3] RACON Range Performance, IALA Guideline 1010, June 2005 p. 2.
- [4] TECHNICAL PARAMETERS OF RADAR BEACONS (RACONS), RECOMMENDATION ITU-R M.824-2, (1995).

Received 17 October 2018

Revised 20 December 2018

Accepted 26 December 2018