

선박 통신용 HF whip 안테나의 소형화

Size Reduction of HF Whip Antenna for Ship Communication

박동국*, 양규식*, 정기룡*, 김정창*, 정성훈*

Dong-Kook Park*, Gyu-Sik Yang*, Gi-Ryong Jeong*, Jeong-Chang Kim*,
and Sung-Hun Jung*

요약

본 논문에서는 선박 통신용 HF whip 안테나의 소형화 방법을 제안한다. HF whip 안테나의 크기를 줄이기 위해 선형 whip 안테나의 끝 부분을 헬리컬 형태로 변형하였다. 상용 whip 안테나에 비해 60% 정도의 크기를 갖는 whip 안테나를 설계하였고, 상용의 whip 안테나와 변형된 whip 안테나를 사용한 통신실험을 수행하였다. 실험을 통해 제안하는 whip 안테나가 선박 통신용 상용 whip 안테나를 대체할 수 있음을 확인하였다.

Abstract

In this paper, we present the size reduction method of HF whip antenna for ship communication. To reduce the size of the HF whip, the end part of linear whip is modified to helical type. We designed the whip antenna with 60% size of the commercial whip antenna and carried out communication experiments using the commercial and the designed whip antennas. From the experimental results, we found that the proposed whip antenna can replace the commercial whip antenna for ship communication.

Key words : HF antenna, Whip antenna, Helical, Ship antenna, Miniaturization

I. 서론

요트 및 소형 선박에서 3~30MHz의 HF(High Frequency) 주파수 대역 안테나로 현재 상용으로 사용되고 있는 안테나는 길이가 약 6m 이상의 whip 안테나가 주로 사용된다[1]. 본 논문에서는 이러한 whip 안테나의 길이를 약 60% 정도 줄일 수 있는 방법에 대해 제안하고자 한다.

일반적으로 안테나의 길이를 줄일 수 있는 방법은 인덕터를 삽입하는 것이다. 상용 HF whip 안테나는 대체적으로 whip의 중간 및 아래 부분에 인덕터를 삽입하여 안테나의 길이를 줄이는 방법을 사용하고 있다

[2-4]. 그 외에도 HF 선형 whip 안테나의 길이를 줄이기 위해 보조whip을 사용하는 방법이 있다[5].

본 논문에서는 whip의 중간 부분에 인덕터를 삽입하여 이미 안테나의 길이가 줄어든 상용 whip 안테나에서 좀 더 길이를 줄이기 위한 방법을 제안하고자 한다. 제안하는 방법은 선형의 whip 안테나 끝 부분 도선을 헬리컬 형태로 변형함으로써 전체적인 길이를 줄이는 방법이다. 이것은 일반적으로 평면 안테나에서 지그재그 모양의 미앤드 형태를 이용하여 소형화를 구현하는 기법[6]과 그 개념이 동일하다.

2장에서는 제안하는 HF 안테나의 설계에 대해 기술하고, 3장에서는 상용 whip 안테나와 제안하는 안테

* 한국해양대학교(Korea Maritime university)

· 제1저자 (First Author) : 박동국

· 투고일자 : 2012년 2월 10일

· 심사(수정)일자 : 2012년 2월 10일 (수정일자 : 2012년 2월 21일)

· 게재일자 : 2012년 2월 28일

· 교신저자 (Corresponding Author) : 양규식, 정기룡, 김정창, 정성훈

나의 비교 실험 결과를 제시하며, 4장에서 결론을 기술하고자 한다.

II. 횡안테나 설계 및 제작

요트용 3~30MHz 대역의 HF 안테나로 대부분 횡안테나를 사용하고 있다. 사용 주파수 대역이 매우 낮아 파장이 10 ~ 100m 이므로 길이가 약 6 ~ 8m 정도의 횡안테나로는 전 주파수 범위에서 임피던스 정합을 할 수 없다. 그러므로 인덕터와 콘덴서로 구성된 자동 튜닝 유닛(Auto Tuning Unit; ATU)을 사용하여 50Ω의 임피던스를 갖는 송수신기와 임피던스 정합을 구현하고 있다.

본 논문에서는 HF 용 안테나로 해상용 HF 횡안테나로 시판되고 있는 상용 제품 중 하나인 T38MK-68.4 모델(이하 'A 모델'로 명명함)을 기준 안테나로 하여, 전기적 특성은 비슷한 수준을 가지면서 안테나의 길이가 상용제품의 60% 정도에 해당하는 안테나를 개발하는 것이 목적이다. A 모델의 안테나 사양과 개발하고자 하는 안테나의 목표 사양을 정리하여 표 1에 나타내었다.

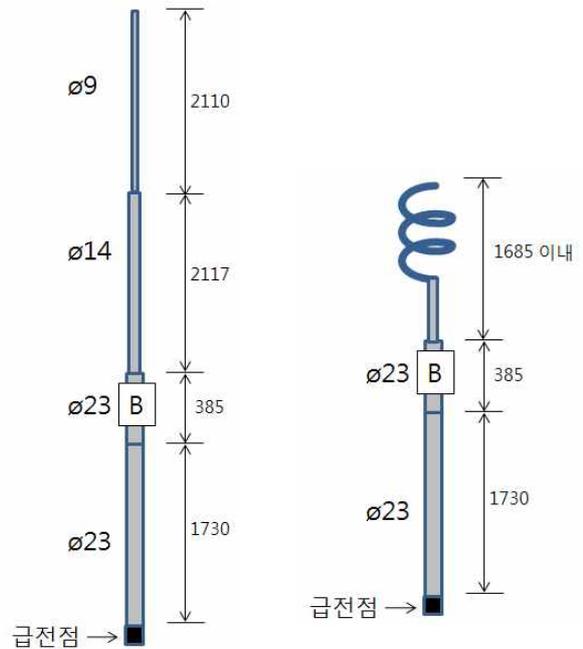
표 1. 개발하고자 하는 안테나 및 상용 안테나의 사양
Table 1. Specification of developing antenna and commercial antenna

| | A 모델(상용제품) | 개발 안테나 |
|--------|------------------|------------------|
| 주파수 범위 | 0.1 ~ 30MHz | 0.1 ~ 30MHz |
| 물리적 길이 | 6.35m | 3.8m 이내 |
| 이득 | 6 dBi 이상 | 5 dBi 이상 |
| 편파 | 수직 | 수직 |
| 복사패턴 | Omni-directional | Omni-directional |

안테나의 물리적인 길이를 줄이는 방법으로 여러 가지 방법이 있을 수 있겠으나 본 논문에서는 횡안테나의 위 부분을 헬리컬 형태로 감아서 전체의 높이를 줄이는 방법을 사용하였다. 이것은 횡안테나의 끝단에서 전류의 크기가 작기 때문에 끝 부분을 헬리컬 구조로 변형을 하더라도 안테나 특성 변화에 미치는 영향이 크지 않을 것이라는 판단과 일반적으로 평

면 안테나인 경우 지그재그 모양의 미앤드 형태를 이용하여 소형화를 구현하는 기법을 적용한 것이다,

본 논문에서 개발하고자 하는 안테나의 제작 및 측정을 용이하게 하기 위해 상용 A 모델 횡안테나 구조를 일부 변형하는 방법을 사용하여 안테나를 제작하였다. 즉, 상용 A 모델 횡안테나의 경우 그림 1(a)에서 보듯이 4개의 부분으로 나누어져 있는데, 본 논문에서 개발하고자 하는 안테나는 상용 A 모델의 횡안테나의 위 쪽 2개의 횡 부분을 헬리컬 구조가 삽입된 형태로 대체하고, 나머지 부분은 상용 횡안테나를 그대로 사용하였다. 안테나의 길이를 상용 A 모델의 약 60% 정도로 소형화 하는 것이 목표이므로, 그림 1(b) 안테나의 경우 안테나 길이를 약 3.8m 이하로 제한하였다. 제안하는 횡안테나의 개략적인 모양을 그림 1(b)에 나타내었다.



(a) 상용 A 모델 횡 (b) 제안하는 횡
(a) Commercial A model whip (b) Proposed Whip
그림 1. 횡안테나 모양 [단위: mm]

Fig. 1. Configuration of whip antenna [unit : mm]

안테나의 설계 및 특성을 시뮬레이션하기 위해 모멘트법을 사용하여 수치해석을 하는 NEC-Win 프로그램을 사용하였다[7]. 그림 1의 (b) 안테나의 특성을 시뮬레이션하기 위해서는 상용 A 모델 횡안테나의 끝부분 횡을 제외한 나머지 부분에 대한 정보가 필요

하다. 그러나 그림 1 (a)의 whip 안테나에서 B 부분에 대한 정보가 부족하여 이 부분을 헬리컬 형태의 인덕터로 대체하였다. 이것은 통상적인 HF whip 안테나에서 인덕터 로딩을 통한 안테나 길이를 소형화하는 기법으로 많이 사용되고 있기[2-4] 때문에 충분히 타당한데, 단지 충분한 자료가 없어 A 모델 whip 안테나의 외형적 치수를 근거로 추정하여 코일의 턴수를 40, 코일의 회전 반경을 6mm, 피치를 6mm으로 고정하여 시뮬레이션을 하였다. 그림 2에 시뮬레이션한 입력 임피던스를 나타내었다.

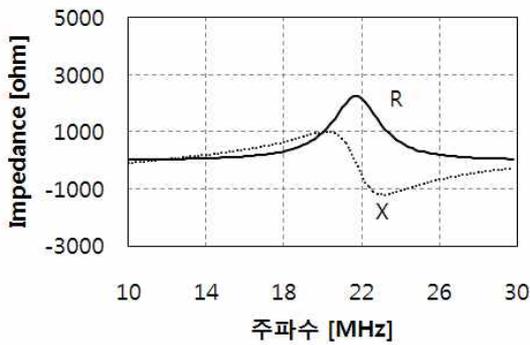


그림 2. 상용 A 모델 whip 안테나의 입력 임피던스
Fig. 2. Input impedance of commercial A model whip antenna

그림 1 (b)의 안테나 끝단에 연결되는 헬리컬 구조의 모양에 따른 안테나 특성의 변화를 살펴보기 위해 표 2에 제시된 헬리컬 구조에 대해 시뮬레이션을 수행하였다.

표 2. 시뮬레이션한 헬릭스의 파라미터
Table. Parameters of helix to be simulated

| | 반경 [mm] | 턴수 | 피치 [mm] | 총 길이 [mm] |
|-------|---------|----|---------|-----------|
| 헬리컬#1 | 80 | 7 | 100 | 4217 |
| 헬리컬#2 | 80 | 8 | 100 | 4819 |
| 헬리컬#3 | 80 | 9 | 100 | 5421 |
| 헬리컬#4 | 90 | 8 | 100 | 5321 |
| 헬리컬#5 | 90 | 9 | 100 | 5986 |
| 헬리컬#6 | 90 | 9 | 80 | 5806 |

표 2에서 총 길이는 헬리컬의 반경을 r , 턴수를 N , 피치를 p 라고 할 때

$$\text{총 길이} = (2\pi r \times N) + (p \times N) \quad (1)$$

으로 구했다.

헬리컬의 턴수 변화에 대한 영향을 조사하기 위해 헬리컬 #1 ~ #3을 whip 안테나 끝단에 추가한 경우의 안테나 입력 임피던스 변화를 시뮬레이션하여 그림 3에 나타내었다.

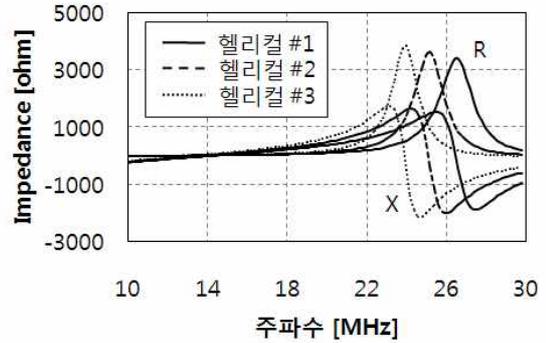


그림 3. 헬리컬 턴수 변화에 따른 입력 임피던스
Fig. 3. Input impedance according to the number of turns of helix

헬리컬의 반경의 변화에 대한 영향을 조사하기 위해 헬리컬 #2, #4을 whip 안테나 끝단에 추가한 경우의 안테나 입력 임피던스 변화를 시뮬레이션하여 그림 4에 나타내었다.

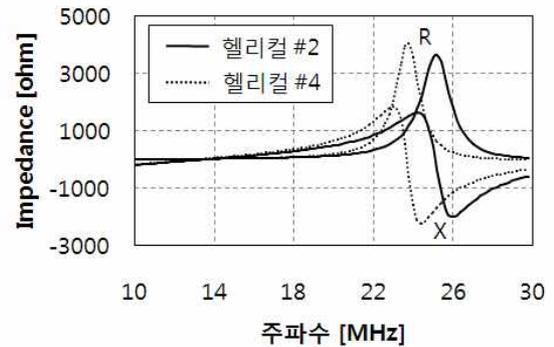


그림 4. 헬리컬 반경 변화에 따른 입력 임피던스
Fig. 4. Input impedance according to radius of helix

헬리컬의 피치의 변화에 따른 영향을 조사하기 위해 헬리컬 #5, #6을 whip 안테나 끝단에 추가한 경우의 안테나 입력 임피던스 변화를 시뮬레이션하여 그림 5에 나타내었다.

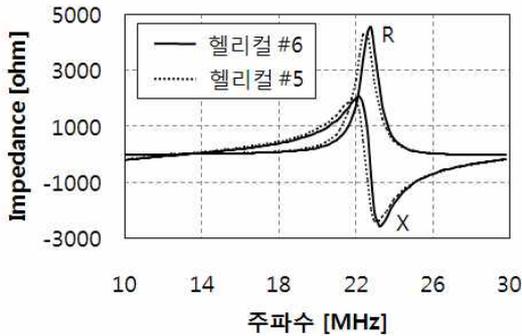


그림 5. 헬리컬 피치 변화에 따른 입력 임피던스
Fig. 5. Input impedance according to pitch of helix

전반적으로 그림 3 ~ 그림 5의 시뮬레이션 결과를 살펴보면 헬리컬의 총 길이가 증가 할수록 공진주파수가 낮아지며, 공진주파수에서의 Q 값이 증가하는 것을 볼 수 있다. 그리고 그림 2의 상용 휩 안테나의 입력 임피던스 변화와 비교해 볼 때 제안하는 안테나의 주파수에 따른 임피던스 변화가 크게 나타남을 볼 수 있다. 그러나 안테나 뒤에 연결된 ATU를 통해 조정이 가능한 범위 내에서 임피던스가 변한다면 ATU를 통해 임피던스 정합이 이루어지므로, 그림 3 ~ 그림 5에 나타나는 임피던스의 변동은 큰 문제가 안 될 것으로 판단된다.

한편 안테나의 특성 중에서 중요한 파라미터로 안테나의 복사패턴 및 안테나 이득 특성이 있다. 안테나 끝단에 헬리컬 구조가 축 방향으로 축의 중심에서 일정한 거리를 두고 균일하게 감겨져 있으므로 안테나의 복사 패턴은 휩 안테나와 유사한 복사 패턴을 나타내며, 시뮬레이션을 통해서도 확인을 할 수 있었다. 이것은 안테나 끝 부분에서 전류의 크기가 급전부에 비해 상대적으로 작기 때문에 복사패턴에 미치는 영향이 미미하기 때문이다. 단지 안테나의 이득은 안테나 끝 부분의 헬리컬 형태의 전류 벡터 성분에 의해 휩 안테나 보다 작아질 수 있는데, 시뮬레이션을 통해 약 0.3dBi 감소하는 것을 확인하였다.

III. 실험 및 분석

시뮬레이션을 통해 표 1의 개발 목표를 만족하는

안테나를 설계한 결과, 헬리컬 코일의 턴수는 4, 코일의 회전 반경은 10mm, 피치는 6mm으로 결정하였다. 제작된 안테나의 모양을 그림 6에 나타내었다.

제작된 안테나의 특성을 측정하기 위해 그림 7과 같이 송신기에서 ATU를 거쳐 상용 A 모델 휩 안테나를 통해 송신하고, 일정 거리 떨어진 지점에 상용 A 모델 휩 안테나와 제작된 안테나를 통해 수신되는 신호를 각각 측정하였다. 수신 신호의 측정은 ATU를 거쳐 MS2711D 휴대용 스펙트럼 분석기를 통해 수신 전력을 분석하였다. 송신을 위한 입력 신호로 일정한 톤의 신호를 인가하기 위해 일정한 세기의 톤이 발생되는 부저(buzzer)음을 사용하였다.



그림 6. 제작된 휩 안테나
Fig. 6. The fabricated whip antenna

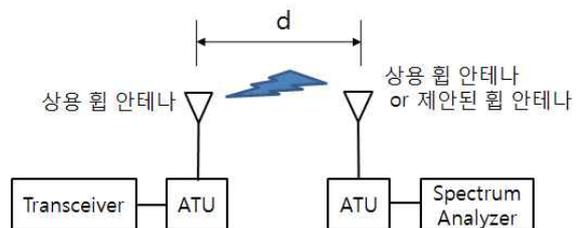
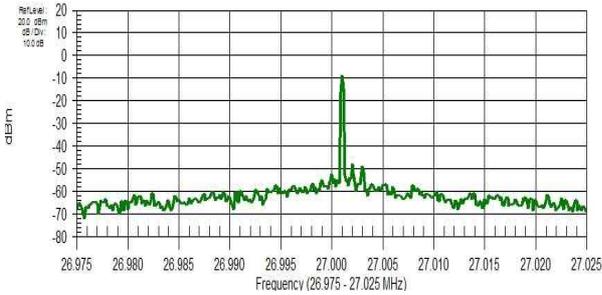


그림 7. 안테나 테스트 setup
Fig. 7. Antenna test setup

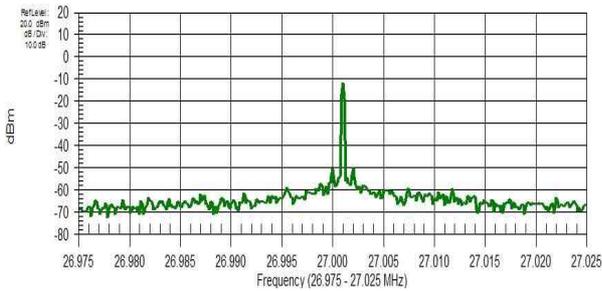
27MHz 주파수 채널에 buzzer 음을 입력하여 1W의 전력으로 송신한 경우, 송신 안테나로부터 약

d=40m 떨어진 위치에 있는 상용 A 모델 안테나와 제안한 안테나의 수신 전력 스펙트럼을 그림 8에 나타내었다. 수신 신호의 크기가 조금 다르고 나머지는 유사한 형태의 수신 스펙트럼이 측정되었다.

그림 9에는 주파수 3~29MHz 범위에서 상용 A 모델과 제안하는 안테나의 수신 전력을 비교하여 나타내었다.



(a) 상용 A 모델 whip 안테나
(a) Commercial A model whip antenna



(b) 제안하는 안테나
(b) The proposed antenna
그림 8. 수신 전력 스펙트럼

Fig. 8. Received power spectrum

제안하는 안테나의 수신 전력이 상용 whip 안테나와 거의 유사한 값을 가지며, 9MHz, 11MHz 에서는 상용 whip 보다 더 큰 전력을 수신하고, 20MHz 이상의 주파수에서는 상용 whip에 비해 다소 수신 전력이 약한 것을 볼 수 있다. 그러나 전반적으로 본 논문에서 제안하는 안테나의 수신 전력이 상용 제품과 비슷한 수준으로서 상용 제품을 대체할 수 있으며, 크기는 상용 제품에 비해 약 60% 소형화가 되었다.

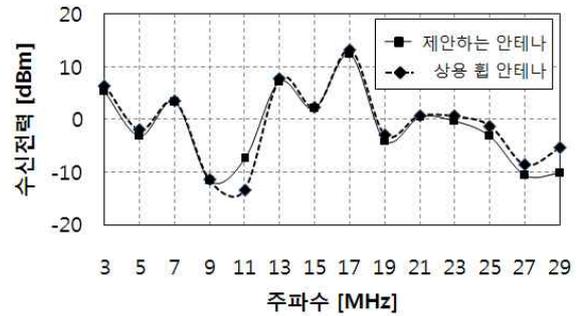


그림 9. 제안된 whip 안테나와 상용 whip 안테나의 수신 전력 비교

Fig. 9. Comparison the receiving power of the proposed and commercial whip antenna

IV. 결 론

본 논문에서는 요트 및 소형 선박에 사용되는 30MHz 이하의 HF 주파수 대역에서 현재 상용으로 사용되고 있는 길이 약 6.3m의 whip 안테나를 약 60% 정도의 길이로 줄일 수 있는 방법에 대해 제안하였다.

소형화를 위해 whip 안테나 끝단에 헬리컬을 추가로 삽입하는 방법을 사용하였으며, 추가하는 헬리컬의 반경, 턴 수 및 피치의 조정을 통해 상용 whip 안테나와 특성 변화가 거의 없고, 길이만 60% 감소한 안테나를 구현할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 2011년도 부산테크노파크의 “지방과학 연구단지육성사업 R&D 역량강화지원” 사업의 지원 비로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

[1] <http://www.glomex.it/index.asp>
 [2] Ben Halpern and Raj Mittra, “Broadband whip antennas for use in HF communication”, *Antennas and Propag. Society Int. Symp.*, vol. 23, pp. 763-767, 1985.

- [3] The ARRL Handbook for radio communications, *the ARRL, Inc. 86th edition, USA, 2009.*
- [4] May Frank W. King, "A \$20 HF Mobile Antenna," *QST magazine*, pp. 33-35, April 2000.
- [5] 박동국, 안동훈, "보조 힙을 갖는 중단파대 선박용 힙 안테나," *한국통신학회논문지*, 제28권 제1A호, pp. 41-46, 2003.
- [6] 류홍균, 우종명, "미앤더 라인을 이용한 RFID 태그용 원형 루프안테나의 소형화", *한국전자과학회논문지*, 제18권, 제6호, pp. 591-601, 2007.
- [7] NEC-WIN Pro, version 1.1a, Nittany Scientific, Inc.

박 동 국 (朴東國)



1987년 2월 : 부산대학교 전자공학과 (공학사)
 1989년 2월 : KAIST 전기및전자공학과(공학석사)
 1994년 8월 : KAIST 전기및전자공학과(공학박사)
 1996년 4월~현재 : 한국해양대학교 공과대학 전자통신공학과 교수
 관심분야 : 안테나공학, 무선전력전송, 초고주파공학

양 규 식 (梁圭植)



1974년 2월 : 한국항공대학교 통신공학과(공학사)
 1984년 2월 : 건국대학교 전자공학과(공학석사)
 1991년 2월 : 건국대학교 전자공학과(공학박사)
 1995년 3월~현재 : 한국해양대학교 공과대학 전자통신공학과 교수
 관심분야 : e-navigation, 해상통신시스템, 안테나공학

정 기 룡 (鄭起龍)



1983년 2월 : 한국항공대학교 통신공학과(공학사)
 1989년 2월 : 동아대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1997년 2월 : 동아대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1988년 3월~현재 : 한국해양대학교 해사대학 항해학부 교수
 관심분야 : e-navigation, 해상통신시스템, 신호처리

김 정 창 (金廷昌)



2000년 2월 : 한양대학교 전자·전자통신·전파공학과(공학사)
 2002년 2월 : 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부(공학석사)
 2006년 8월 : 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부(공학박사)
 2010년 9월~현재 : 한국해양대학교 공과대학 전자통신공학과 전임강사
 관심분야 : MIMO, OFDM, 디지털 통신시스템 설계, 통신공학

정 성 훈 (鄭聖勳)



2002년 2월 : 동명정보대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 2004년 2월 : 한국해양대학교 전자통신공학과(공학석사)
 2007년 2월 : 한국해양대학교 전자통신공학과(공학박사)
 2003년 3월~현재 : 부산경상대학교 멀티미디어계열 겸임교수
 2010년 8월~현재 : 한국해양대학교 산업기술연구소 산학연구교수
 관심분야 : e-navigation, 해상통신시스템, IT융합, ENC, 모바일 콘텐츠