DBpia

보조 휩을 갖는 중·단파대 선박용 휩 안테나

정회원 박 동 국*, 학생회원 안 동 훈**

MF/HF Marine Whip Antenna with Side Whips

Dong-kook Park* *Regular Member*, Dong-hun Ahn** *Student Member*

요 약

직선형의 주 휩에 일정한 각도로 연결된 보조 휩을 갖는 선박용 안테나에 대해 보조 휩의 영향에 따른 안테나의 특성 변화를 조사하고, 이를 바탕으로 적절한 보조 휩을 갖는 중·단파대 선박용 휩 안테나를 설계하고자 한다. 먼저 완전 도체 평판 위에서 보조 휩의 개수, 위치, 길이 및 각도 등의 변화에 따른 안테나의 이득, 반사손실 및 복사패턴을 조사하여 보조 휩의 영향을 분석하였다. 이것을 바탕으로 안테나 구조를 결정하고, 이것을 한국해양대학교의 실습선에 설치하여, 바다 위에서 선박과 함께 안테나를 시뮬레이션을 하여 안테나의 특성을 계산하고, 입력 임피던스를 측정하여 시뮬레이션 값과 유사한 결과를 얻었다.

ABSTRACT

A MF/HF marine whip antenna with side whips, which are connected at an angle with the straight main whip, has reported In this paper, the effects of side whips on the antenna are simulated by using NEC-WIN and a novel MF/HF ship antenna with side whips is designed First of all, the gain, return loss, and radiation pattern of the antenna on infinite perfect conductor plane are simulated as function of the parameters of the side whip, such as the number, the location, the length of the side whip and the angle with the main whip. After that, the size of the antenna is decided and set up on an experimental ship in Korea Maritime University. The antenna on the ship are simulated and the simulated input impedances are good agreement with the measured results

I 서 론

선박의 해상조난, 좌초, 침몰 등의 비상사태시 전 세계 국적을 막론하고, 위급한 선박의 구난 및 인명 구조를 위해 해상조난 안전시스템인 GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System)가 제정되었다[1]. 2004년 1월부터 300톤 이상 및 25 m 이상의 선박은 GMDSS 장비를 의무적으로 장착해야함에 따라 GMDSS용 통신장비 및 안테나 개발이 진행 중에 있다. 현재 중단파대용 500 KHz ~ 30 MHz의 GMDSS용 안테나의 경우 전세계적으로 덴마크의 CELWAVE[2] 및 노르웨이의 COMROD[3]에서 개발된 제품들이 있으며, 모양을 살펴보면 크게 일직선형 휩 안테나 구조와 직선형의 주 휩에 일정한 각도로 연결된 보조 휩들을 갖는 안테나 구조로 분류를 할 수 있다.

본 논문에서는 후자의 안테나 구조인 직선형의 주 휩에 일정한 각도로 연결된 보조 휩들을 갖는 선박용 안테나에서 보조 휩의 영향에 따른 안테나의 특성 변화를 조사하고, 이를 바탕으로 적절한 보조 휩을 갖는 중·단파대 휩 안테나를 설계하고자 한다 이를 위해, 첫째, 완전 도체 평면에 안테나가 있는 경우에 대해 보조 휩의 영향을 분석을 하였다 두 번째로 한국해양대학교의 실험선인 해양호에 안테나를 설치한 상태에서 해양호를 근사적으로 모델링하여 안테나와 함께 시뮬레이션 하였다 마지막으로 안테나를 해양호에 설치하여 안테나의 입력 임피던스를 측정한 결과와 시뮬레이션한 결과를 비교하였다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

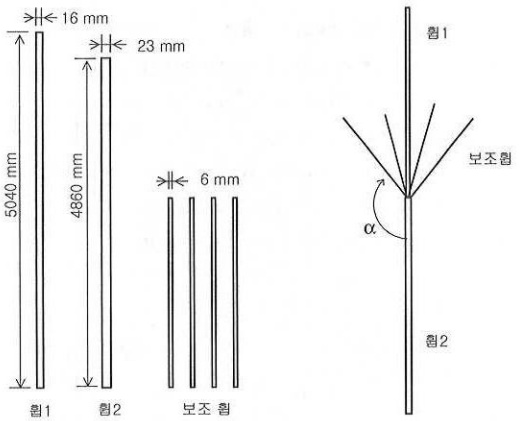
* 한국해양대학교 전파 정보통신공학부 (dkpark@mail hhu ac kr),
** 한국해양대학교 전파공학과
논문번호 020283-0624, 접수일자 2002년 6월 24일

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.
www.dbpia.co.kr

Ⅱ. 완전 도체 위에서의 보조 휩의 영향

본 논문에서 연구하고자하는 휩 안테나의 모양을 그림 1에 나타내었다. 주 휩의 길이 및 직경과 보조 휩의 직경은 기존에 시판되고 있는 제품을 참고로 하여 고정하였다.

안테나가 선박에 설치되는 경우 안테나의 특성은 선박의 크기 및 안테나가 설치되는 장소 등 안테나 외적인 여러 영향에 의해 전체 안테나 특성이 영향을 받는다. 그러므로 주변의 영향을 없애고 안테나 고유의 특성을 조사해 보기 위해 완전 도체 평면 위에서 보조 휩의 영향을 먼저 살펴보았다. 이것은 선박에 설치된 안테나의 특성과는 차이가 나겠지만 시뮬레이션 계산시간을 단축시켜 보조 휩의 변화에 대한 안테나 특성의 변화 추세를 얻는데 유리한 점이 있다. 보조 휩의 변화에 따른 안테나 특성을 계산하기 위해 모멘트법을 사용하는 NEC-Win 소프트웨어[4]를 사용하였다.



(a) 안테나 부품 및 치수 (b) 안테나 모양

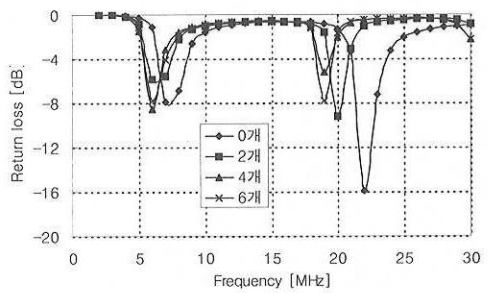
그림 1. 제안하는 안테나 구조

1. 보조 휩의 개수에 따른 영향

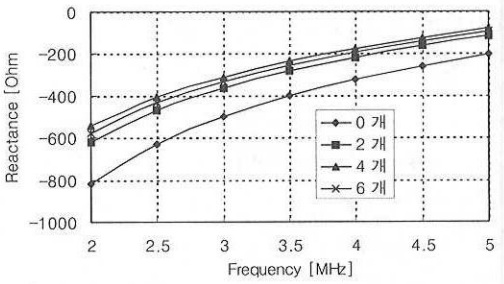
휩 안테나 중간 부분에 설치된 보조 휩의 개수를 0개, 2개, 4개 및 6개로 늘여가며 안테나의 특성을 시뮬레이션 하였다. 설치하는 보조 휩은 길이 2 m인 구리막대를 사용하였다.

일반적으로 단파대 선박용 안테나는 전 주파수 대역에서 안테나가 정합이 되도록 하기 위해 안테나 입력단에 A.T.U. (Automatic Tuning Unit) 가 연결이 되어있고, 이것에 의해 자동적으로 임피던스 정합회로가 설정되어 임피던스 정합이 이루어진다[5]. 따라서 휩 안테나의 반사손실을 통해 안테나의 입력 정합 특성을 조사하는 것은 큰 의미가 없고, 반사손실로부터 공진주파수의 변화를 알 수 있다.

그림 2 (a)에 휩의 개수에 따른 반사손실을 나타내었다. 그림 2 (a)에서 보조 휩의 개수가 증가할수록 공진주파수가 낮아지는 것을 볼 수 있다. 이것으로부터 보조 휩에 의해 안테나의 실효고 (effective length)가 높아지는 것을 알 수 있다. 또한 그림 2 (b)에 보조 휩 개수에 따른 안테나의 입력 임피던스 중에서 리액턴스 성분의 변화를 조사하였다. 보조휩이 4개인 경우가 리액턴스의 크기가 가장 작게 나오는 것을 볼 수 있다. 즉 A.T.U를 사용하여 2 MHz 대역에 대한 임피던스 매칭을 할 때, 보조 휩 4개를 사용하는 경우가 작은 값의 인덕턴스를 사용하여 임피던스 정합이 용이함을 알 수 있다. 보조휩을 사용하지 않는 경우는 임피던스 정합을 위하여 큰 값의 인덕턴스가 필요하며, 이 경우 손실이 증가하여 복사 효율이 낮아지게 된다. 그림 2 (c)에 보조 휩의 개수에 따른 안테나의 이득을 나타내었다. 약 17 MHz 까지는 보조 휩의 개수에 상관없이 모든 안테나의 이득이 주파수에 따라 증가하다가 17 MHz 이후에 줄어드는 현상을 보이고 있다. 약 17 MHz에서 안테나의 길이는 대략 0.6λ 정도이며, 무한 도체 평판을 고려하는 경우 안테나의 전체 길이는 약 1.2λ 정도 된다. 이것은 일반적으로 선형 안



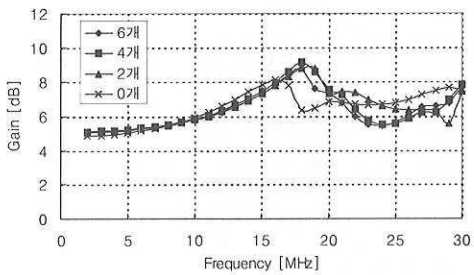
(a) Return loss



(b) Reactance

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

www.dbpia.co.kr



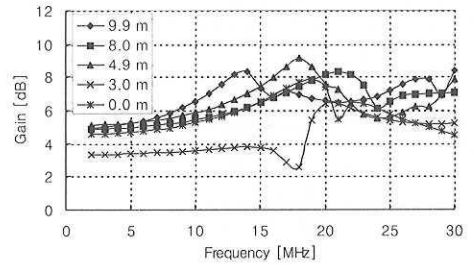
(c) Gain

그림 2. 보조 휩의 개수에 따른 안테나 특성 변화

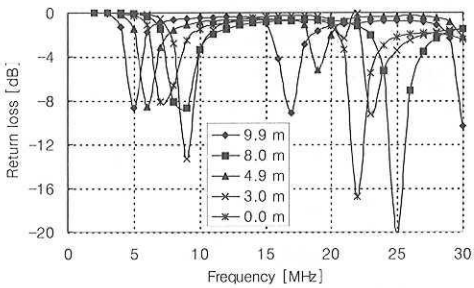
테나가 약 1.2λ 정도까지는 안테나 길이가 길어짐에 따라 안테나 이득이 증가하다가 줄어드는 추세와 동일하다[6]. 특히 5 MHz 이하의 낮은 주파수에서 보조휩이 4개인 경우가 가장 이득이 좋은 것을 알 수 있다. 낮은 주파수에서 보조휩이 없는 일반적인 모노폴 형태의 안테나의 경우 상당히 길이가 긴 안테나가 필요하지만 보조휩을 사용하므로 인하여 작은 길이로서 효과적인 통신이 가능하게 하는 것에 보조휩을 설치하는 목적이므로 낮은 주파수 대역에서의 이득 및 임피던스 특성은 중요하다.

그림 2의 특성으로부터 이후에는 보조 휩의 개수를 4개를 사용하여 나머지 파라미터들의 변화를 조사하고자 한다.

2. 보조 휩의 위치에 따른 영향



(a) Gain



(b) Return loss

그림 3. 보조 휩의 위치에 따른 특성 변화

보조 휩이 어느 위치에 놓이는 것이 적절한지를 조사해보기 위해 일직선의 주 휩 안테나를 4 등분 나누어 각 위치에 4개의 보조 휩을 설치하여 안테나 특성을 시뮬레이션 하였다. 그림 3 (a)에 보조 휩의 위치에 따른 안테나 이득을 나타내었다. 보조 휩이 주 휩의 중간 부분인 4.9 m에 있을 때 18 MHz에서 최대 9 dB의 이득을 나타내며, 전반적으로 보조 휩이 주 휩의 중간 윗 부분에 위치 할 때가 중간 아래 부분에 위치할 때 보다 이득이 크게 나타났다. 그리고 위치에 따라 최대 이득이 생기는 주파수가 달라지는 것을 볼 수 있다. 보조휩의 높이가 3 m인 경우 이득 특성 곡선이 20 MHz 이하에서 다른 것에 비해 상대적으로 낮은 원인은 도체판의 영상전류와의 위상 차이 때문으로 사료된다.

그림 3 (b)의 반사손실을 살펴보면 보조 휩이 9.9 m 에 설치된 경우가 가장 공진주파수가 아래쪽에 나타난다. 이것은 주 휩의 위쪽에 보조 휩에 설치됨으로 인해 주 휩의 끝단에서 전류가 영이 아니고 보조 휩의 부하 효과로 안테나의 길이가 다른 안테나보다 가장 길어진 효과를 나타내고 있기 때문이다. 그리고 그 다음으로 안테나 길이가 길어 보이는 것이 주 휩의 중간부분에 보조 휩을 설치한 것임을 그림 3 (b)의 반사손실로부터 알 수 있다.

이득과 반사손실을 고려해 볼 때 보조 휩을 주 휩의 중간 부분에 설치를 하는 것이 적당한 것으로 사료된다. 그러므로 이후에는 보조 휩이 주 휩의 중간 부분에 설치된 상태에서의 보조 휩의 길이와 각도에 따른 변화를 조사하고자 한다.

3. 보조 휩의 길이 및 각도에 따른 영향

보조 휩의 길이가 2.6 m, 2.3 m, 2.0 m, 1.7 m, 1.4 m 로 변할 때의 안테나의 특성 변화를 계산하여 보았다. 전반적으로 보조 휩의 길이가 길어지면서 낮은 주파수에서는 변화가 없으나 높은 주파수에서 안테나의 등가적인 길이가 길어지는 효과를 나타내는 것을 알 수 있었다. 즉 고주파에서 보조 휩의 길이에 영향을 받는 것을 알 수 있다.

또한 4개의 보조 휩이 일직선 휩 안테나의 중간에 있으면서 휩과 이루는 각도 α가 30°, 60°, 90°, 120°, 150°일 때 안테나의 이득을 그림 4에 나타내었다. 각도가 클수록 이득이 점차 증가하는 것을 볼 수 있다.

그림 5에 보조휩이 4개 있을 때와 없을때의 복사패턴을 비교하였다. 앞에서도 언급을 하였듯이 보조 휩에 의해 안테나의 실효고가 커지기 때문에 복사

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.
www.dbpia.co.kr

패턴의 변화를 예측할 수 있다. 낮은 주파수에서는 보조휩에 의해 실효고가 증가하지만 안테나 파장에 비해 안테나 실효고의 길이가 아주 작기 때문에 복사패턴의 변화가 미비하지만 높은 주파수에서는 분명하게 복사패턴이 변하는 것을 볼 수 있다.

Ⅲ. 선박에 장착된 상태에서의 보조 휩의 영향

선박에 그림 1과 같은 안테나를 설치하여 안테나의 특성을 시뮬레이션 하였다. 일반적으로 선박에 안테나를 설치하는 위치 및 선박의 크기 등에 따라 안테나 특성이 변하게 된다. 그러나 본 논문에서는 안테나를 설치하는 위치 및 선박의 크기 등에 따른 안테나의 특성 변화는 고려의 대상에서 제외를 하였다. 선박은 한국해양대학교의 실험선인 해양호를 모델로 하여, 선박의 크기를 고정하였으며, 안테나의 위치는 해양호의 상단부 모서리로 고정하고 시뮬레이션을 하였다. 그림 6에 시뮬레이션을 위한 해양호의 간략화된 치수 및 모델을 나타내었다. NEC-Win 프로그램을 사용하기 위해 wire grid로 모델링 할 때, 선박의 세그먼트의 길이는 30 MHz

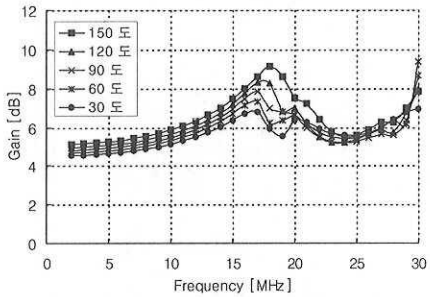
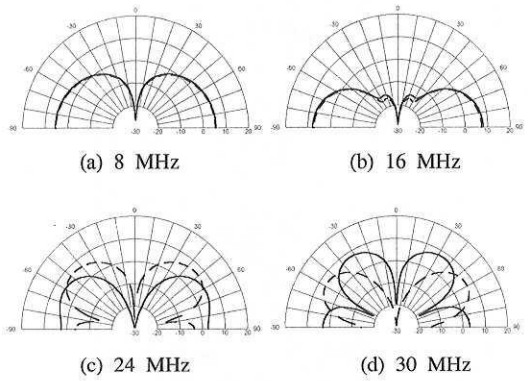


그림 4. 보조 휩의 각도에 따른 안테나 이득 변화



(a) 8 MHz (b) 16 MHz

(c) 24 MHz (d) 30 MHz

그림 5. 보조휩에 따른 복사패턴 변화
(실선 : 보조휩 4개, 점선: 보조휩 0개)

에서 0.1 파장에 해당하는 1 m의 길이로 하여 시뮬레이션을 하였다. 바다물은 유전상수 81, 도전율 5 mho/m를 갖는 무한 손실 매질로 설정을 하였으며, 안테나의 재질은 도전율이 5.8×107 mho/m인 구리(copper)를 사용하여 시뮬레이션을 하였다.

그림 1의 안테나를 선박에 설치하여 시뮬레이션한 복사패턴을 비교하여 그림 7에 나타내었다. 그림 5의 완전도체 평면위에서의 복사패턴과 비교하면 8 MHz 이하에서는 완전도체 평판과 선박에서 유사한 복사 패턴을 나타내었고, 8 MHz 이상에서는 전반적으로 완전 도체 평판에서의 복사패턴과는 차이를 보였다.

이것의 원인을 조사하기 위해 4개의 보조 휩이 주 휩의 중간 부분에 설치되어 있는 안테나의 주휩에 유기되는 전류의 크기를 각각의 경우에 대해 비교하여 보았다. 그림 8에 선박과 완전도체 상에서의 전류분포를 주파수에 따라 계산하여 나타내었다. 그림 8에서 알 수 있듯이 안테나에 유기되는 전류의 크기의 분포는 완전도체와 선박이 비슷한 것을 알 수 있다. 30 MHz 인 높은 주파수 쪽에서도 완전도체가 2.5배정도 선박보다 큰 전류값을 갖지만 전류의 모양은 유사한 것을 볼 수 있다. 전류의 크기가 차이가 나는 이유는 접지 도체의 차이에서 비롯되는 것이다. 따라서 그림 5와 7의 복사패턴의 차이는 선박이 도체로 되어 있으나 완전한 접지 역할을 못하고 선박에 유기되는 전류에 의한 복사가 존

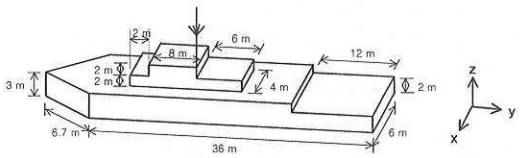
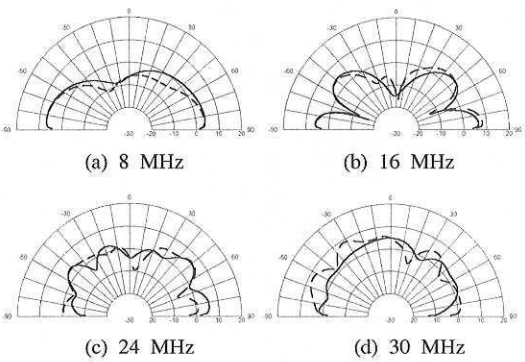


그림 6. 시뮬레이션을 위한 해양호의 개략적인 모델 및 치수



(a) 8 MHz (b) 16 MHz

(c) 24 MHz (d) 30 MHz

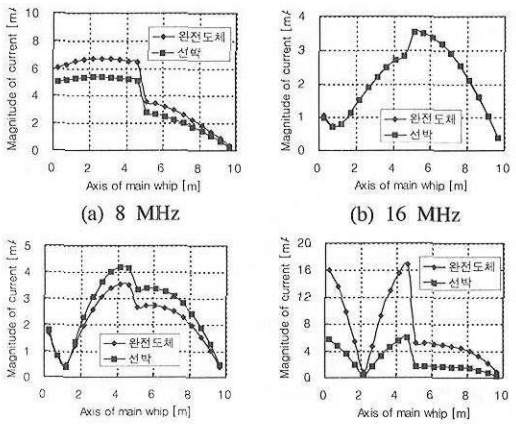
그림 7. 선박에서의 안테나 E-면 복사 패턴
(실선 : x-z 평면, 점선: y-z 평면)

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.
www.dbpia.co.kr

재하기 때문인 것으로 여겨진다. 물론 이것은 선박에서의 안테나의 설치 위치 및 선박의 크기와도 상관이 있다.

그림 8의 전류분포에서도 볼 수 있듯이 안테나의 주 휩과 보조 휩에 유기되는 전류의 모양이 유사하므로 보조 휩에 따른 안테나의 특성 변화는 완전도체 평판에서의 특성과 유사하리라는 것을 예상할 수 있다. 그림 9에 보조 휩의 영향에 따른 안테나 반사손실의 변화를 완전도체에서와 선박에서 각각 시뮬레이션하여 비교하여 나타내었다. 완전도체와 선박에 설치한 경우의 안테나의 반사손실은 전반적으로 비슷한 특성을 보이고 있으며, 단지 선박에 설치한 경우가 공진주파수가 조금 작아지며, 대역폭이 다소 넓어지는 것을 볼 수 있다.

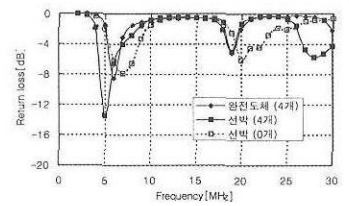
그림 9 (a)에서 선박에서 휩의 개수의 증가에 따라 안테나의 실효 길이가 증가하여 공진주파수가



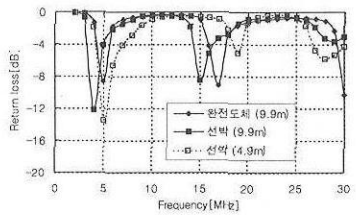
(a) 8 MHz (b) 16 MHz

(c) 24 MHz (d) 30 MHz

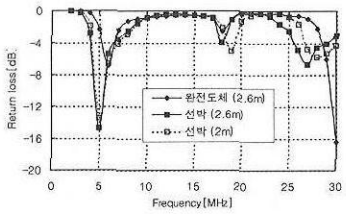
그림 8. 완전도체 평판과 선박에서의 안테나 전류분포 비교



(a) Number of side whips

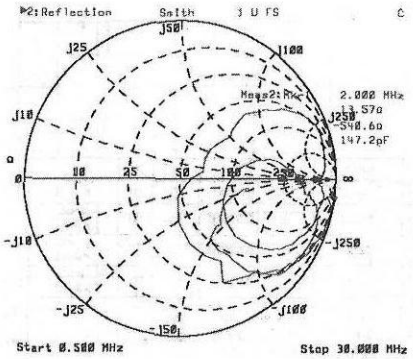


(b) Location of side whips

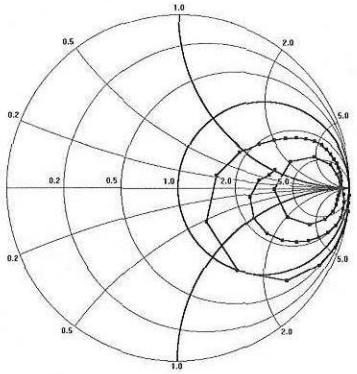


(c) Length of side whips

그림 9. 완전 도체 평판과 선박에서의 보조 휩의 변화에 따른 반사손실 비교



(a) Measured results



(b) Simulated results

그림 10. 해양호에 설치된 안테나의 입력 임피던스 (주파수 범위 : 500 KHz - 30 MHz)

낮아지는 것을 볼 수 있으며, 그림 9 (b)에서 보조 휩의 위치가 9.9 m 인 경우 실효길이가 증가하여 공진주파수가 낮아지는 것을 볼 수 있다. 또한 그림 9 (c)에서 보조 휩의 길이에 따른 변화도 완전도체와 마찬가지로 낮은 주파수에서는 차이가 없고, 높은 주파수에서 보조 휩이 길수록 공진주파수가 낮아지는 것을 볼 수 있다.

Ⅳ. 실험결과 및 검토

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.
www.dbpia.co.kr

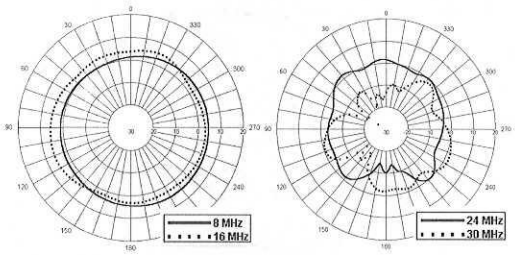


그림 11. 선박에 설치된 안테나의 시뮬레이션한 H-면 복사 패턴

길이가 2 m인 4개의 보조 휩이 주 휩과 150°의 각도를 갖는 안테나를 그림 6과 같이 해양호에 설치하였다. 500 kHz에서 30 MHz까지의 주파수 범위에서 제작된 안테나의 입력 임피던스를 회로망분석기로 측정하여 그림 10 (a)에 나타내었다. 그림 10 (b)의 시뮬레이션한 안테나 입력 임피던스와 비교하여 보면, 바다물에 대한 유전상수 및 도전율이 실제와 차이가 있고, 선박에 안테나를 설치했을 때 안테나의 접지 및 주변의 철골 구조물들의 영향을 고려할 때, 시뮬레이션한 입력 임피던스는 실험결과와 잘 일치함을 알 수 있다.

선박에 설치되어 있는 안테나의 복사패턴은 무반사실의 크기 및 여러 가지 제약으로 직접 측정을 하지는 못하였지만, 입력 임피던스의 시뮬레이션 결과로부터, 시뮬레이션 복사패턴도 실험치와 일치할 것으로 짐작이 된다. 선박에 설치된 안테나의 E-면 복사패턴의 시뮬레이션 값은 이미 그림 7에 나타내었다. 그림 11에는 시뮬레이션한 H-면 복사패턴을 나타내었다. 배의 정면이 270° 방향에 놓여 있다. 30 MHz를 제외하고는 대략 무지향성 특성을 갖고 있다. 안테나 자체의 H-면 복사패턴은 완전한 무지향성 복사패턴을 갖지만 선박에 유기된 전류로 인해 그림 11와 같이 패턴의 일그러짐이 보이고 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 보조 휩을 갖는 GMDSS 선박용 단파 및 중파 휩 안테나에서 보조 휩의 영향을 분석하였다. 보조 휩의 개수와 위치, 보조 휩의 길이 및 설치 각도에 따른 안테나의 이득, 반사손실, 복사패턴 등을 완전도체 평판 및 선박에 안테나가 설치되어 있는 경우에 대해 각각 시뮬레이션 하였다.

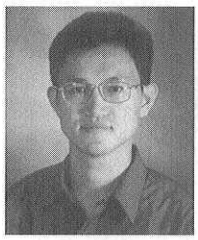
시뮬레이션한 결과를 바탕으로 주 휩의 중간에 2 m 길이의 보조 휩을 150°정도로 4개 설치하는 것이 적절하다는 것을 알 수 있었으며, 한국해양대학교 실험선인 해양호에 장착하여 안테나의 입력 임피던스를 측정한 결과 시뮬레이션한 입력 임피던스와 유사한 특성을 얻었다.

이러한 시뮬레이션을 바탕으로 제작된 안테나는 GMDSS용 안테나로 사용이 가능하며, 선박의 크기 및 안테나 설치 위치에 따라 안테나의 특성 변화까지 고려한 안테나 설계도 가능하므로 더욱 효과적인 안테나 개발에 응용이 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] GMDSS Handbook, International Maritime Organization, 1992.
[2] http://www.celwave.com
[3] http://www.comrod.com
[4] NEC-WIN Pro, version 1.1a, Nittany Scientific, Inc.
[5] Robert S., *Vertical Antenna Classics*, The American Radio Relay League, Inc., 1995.
[6] 이상설, *안테나 및 전자파전파*, 형설출판사, 1995.

박 동 국(Dong-kook Park) 정회원



1987년 2월 : 부산대학교 전자공학과 졸업
1989년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과 석사
1994년 8월 : KAIST 전기 및 전자공학과 박사
1994년 8월~1996년 3월 : LG 전자 선임연구원
1996년 4월~현재 : 한국해양대학교 전자통신공학과 교수
2000년 1월~2001년 1월 : UCLA 방문교수
<주관심 분야> 안테나공학, 초고주파공학, 통신공학

안 동 훈(Dong-hun Ahn) 학생회원

1993년 2월 : 동명정보대학교 전자공학과 졸업
2001년 3월 : 한국해양대학교 전파공학과 편입
1994년~현재 : 위성안테나전자 과장
<주관심 분야> 안테나공학

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.
www.dbpia.co.kr