

## 프린트형 반파장 소형 루프 안테나

류 홍 균, 우 종 명  
충남대학교 전자공학과  
[hkryu@cnu.ac.kr](mailto:hkryu@cnu.ac.kr), [jmwoo@cnu.ac.kr](mailto:jmwoo@cnu.ac.kr)

### Printed Type Half-wavelength Small Loop Antenna

Hong-Kyun Ryu and Jong-Myung Woo  
Department of Radio Sciences & Engineering, Chungnam National University

#### Abstract

In this paper, small sized half-wavelength circular loop antenna which attached beneath a visor of helmet is designed and fabricated at the resonant frequency of 449MHz. To reduce the size of the antenna, double series-shorted stubs are inserted inside the loop for practical use of a vacant space of loop inside. Also, It is designed for the printed type to install the helmet easily. The size of antenna on helmet is reduced to 87.75%(diameter : 70mm, height : 36mm) compare with general type antenna(diameter : 200mm height : 101mm). The return loss, -10dB bandwidth and gain are -13.2dB, 17.6MHz(3.9%), and -1.78dBd. And, radiation pattern is omni-directional pattern at H-plane. Therefore, it can be seen that the half-wavelength circular loop antenna using double series-shorted stubs is proper structure for the miniaturization and the installed antenna of the helmet.

Key words : Half-wavelength Loop Antenna, Helmet, Size reduction

#### 1. 서론

최근 공사 현장에서 작업자간 원활한 통신을 위해 무선통신망의 사용이 증가되고 있다. 공사 현장에서 무선통신망을 사용시 주로 무전기를 이용하여 교신하게 되는데 이때 한손으로 무전기를 들어야 함으로 안전 및 작업의 능률을 저하시킬 수 있다 [1].

이러한 위험을 줄이기 위해서 무전기를 헬멧에 내장시켜 사용하면 큰 효과를 얻으리라 사료된다.

무전기를 헬멧에 장착시 중요 부품인 안테나가 외부에 돌출되면 작업장의 환경에 따라 파손의 염려가 있다. 따라서 안테나는 외부에 돌출되지 않는 형태가 되어야 하며 쉽게 부착 할 수 있도록 평면 형태의 안테나가 필요하다. 또한 적절한 위치에 설치하여 원활한 통신상태를 유지시켜야 한다.

이러한 요구조건을 충족시키기 위해 본 논문에서는 그림 1에 나타낸바와 같이 소형화된 평면형태의 안테나를 헬멧의 챙 아래 부분에 장착시키는 방법을 제안한다.

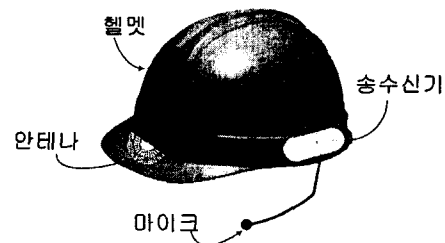


그림 1. 헬멧 장착용 무전기 개념도

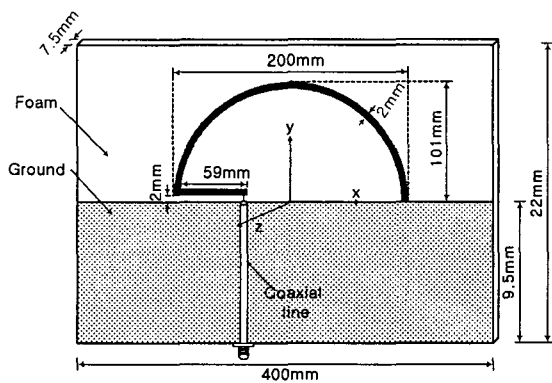
헬멧의 챙 아래 부분에 장착되는 안테나는 반파장 원형 루프 안테나를 이용하였으며 생활무전기 대역(중심 주파수 : 449MHz, 대역폭 : 512.5kHz)으

로 설계하였다.

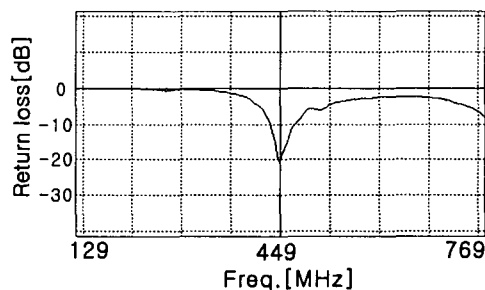
안테나를 소형화하기 위해 이중 직렬 단락 stub를 루프 내부에 위치시켜 소형화 하였다. 또한 소형화된 안테나를 헬멧의 쉼에 설치하였을 시 제특성을 연구하였다. 이들 결과들에 대해 기술하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 기본형 반파장 원형루프 안테나



(a) 안테나 구조



(b) 반사손실

그림 2. 기본형  $\lambda/2$  원형 루프 안테나 특성

본 논문에서 제안한 헬멧 장착형 안테나의 특성을 기술하기에 앞서, 먼저 기준이 되는 반파장 원형 루프 안테나를 설계하였다.

그림 1에 설계된 안테나의 구조와 반사손실 특성을 나타내었다. 안테나는 두께 7.5mm의 foam ( $\epsilon_r = 1.06$ ) 위에 제작하였다. 이때 접지면을 안테나와 수직으로 하여 설계하면 방사패턴이 접지면 때문에 상향하게 된다[2]. 따라서 접지면에 대한 방사 영향을 최소화 하고 헬멧에 장착하기 쉽도록 평면

형태로 만들었다. 이때 안테나의 크기는 지름은 200mm이고 높이는 101mm로 설계 주파수 449MHz에서 공진이 되도록 설계하였다.

또한 임피던스 매칭은 루프 내부에 위치해 있는 선로의 길이와 접지면과의 간격을 조절함으로써 임피던스 매칭을 시켰다. 제작된 안테나는 설계주파수에서 반사손실 -20.7dB이고 -10dB대역폭은 39MHz(8.68%)로 양호한 특성을 나타냈다.

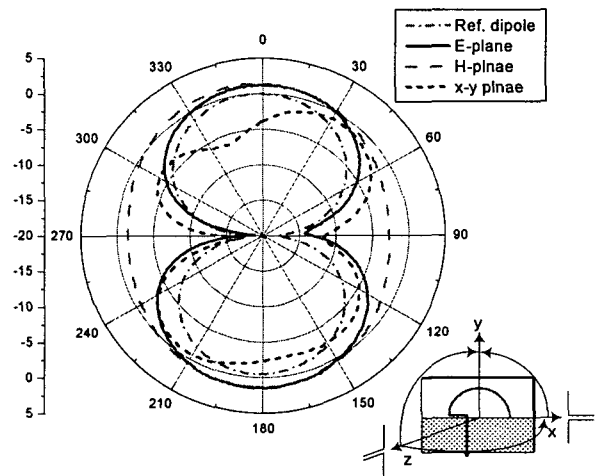


그림 3. 기본형 반파장 원형 루프 안테나 방사패턴

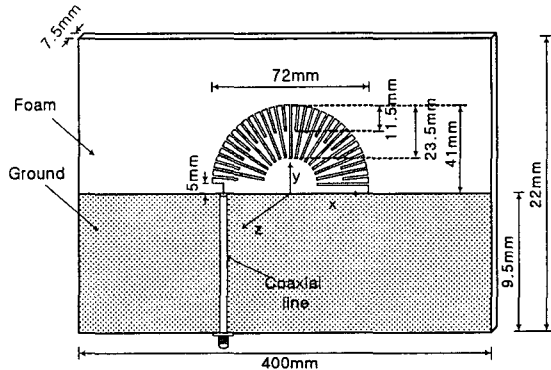
그림 3에서는 기본형 반파장 원형 루프 안테나의 방사패턴을 나타내었다. 안테나는 접지면의 영향은 없었으며 안테나의 최대이득은 1.52dB로 나타났고 E-plane의 HPBW는 97°이다. 또한 H-plane에서 전방향성의 타원 패턴이 나타났다. 이는 루프 지름의 위상차( $0.29\lambda$ )로 인한 것으로 사료된다. x-y plane의 170°, 340° 부근에는 루프 내부의 급전선 영향으로 인한 편파 편향이 생겨 레벨이 저하되는 현상을 보였다.

이러한 기본형 안테나는 헬멧의 쉼에 부착하기에 크기가 부적합으로 소형화 되어야 한다. 본 논문에서는 안테나를 소형화하기 위해 루프 내부의 빈공간을 활용하는 방법으로 직렬 단락 stub를 루프 내부에 삽입하면 공진주파수가 하향하는 특성을 이용하여 소형화 하였다[3].

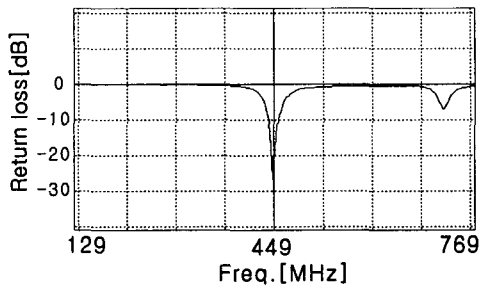
### 2.2 단락 stub를 이용한 반파장 원형루프 안테나 소형화

그림 4에는 소형화된 안테나를 나타낸 것으로 기본형 안테나와 같은 크기의 접지면과 동일한 높이의 foam위에 제작하였다. 전술한바와 같이 안테나를 소형화하기 위해 직렬 단락 stub를 루프 내부에 위치시켰으며 최대한 전류길이를 증가시키기 위해서 11.5mm와 23.5mm의 stub를 교번으로 위치시켜 루프의 직경을 줄여 소형화 하였다.

소형화된 안테나는 지름 72mm, 높이 41mm로 기본형(지름 :200mm, 높이: 101mm)에 비해 87.04%의 면적 축소율을 보였다. 또한 설계 주파수에서 리턴로스는 -26.6dB이고 -10dB 대역폭은 16MHz(3.5%)로 설계 목표한 대역폭(512.5kHz)을 충분히 수용하는 것으로 나타났다.



(a) 안테나 구조



(b) 반사손실

그림 4. 소형화된  $\lambda/2$  원형 루프 안테나

그림 5는 소형화된 안테나의 방사패턴으로 안테나가 소형화되어도 패턴 형태는 크게 변하지 않았으며 기본형 안테나와 동일한 형태의 패턴특성을 얻었다.

Stub를 이용하여 소형화된 안테나의 최대이득은 -1.06dB로 소형화로 인하여 이득이 낮아졌다. 또한 E-plane의 HPBW는  $97^\circ$ 이고 H-plane에서 전방향성의 패턴특성이 나타났다.

따라서 소형화된 안테나는 헬멧의 채에 장착하기에 적합한 크기로 실제 헬멧상에 장착을 해보았다.

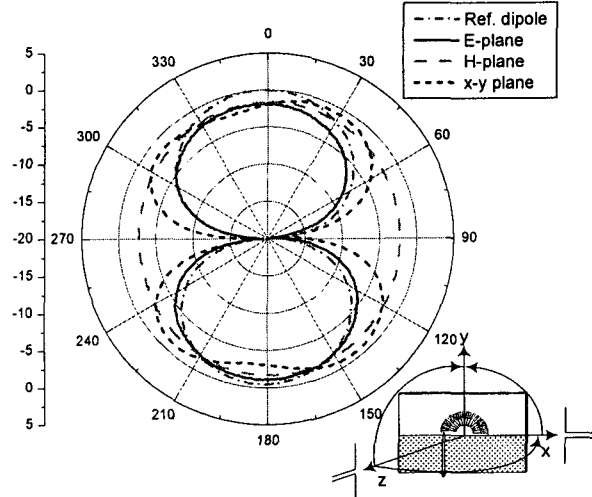


그림 5. 소형화된 반파장 원형 루프 안테나 방사패턴

### 2.3 헬멧에 장착된 반파장 소형 루프 안테나

그림 6에는 앞서 소형화된 안테나를 헬멧의 채 아래에 설치한 구조를 나타낸 것이다. 접지면은 헬멧 내부에 동박을 이용하여 제작하였고 헬멧의 구조적 특징 때문에 반구형태로 되었다.

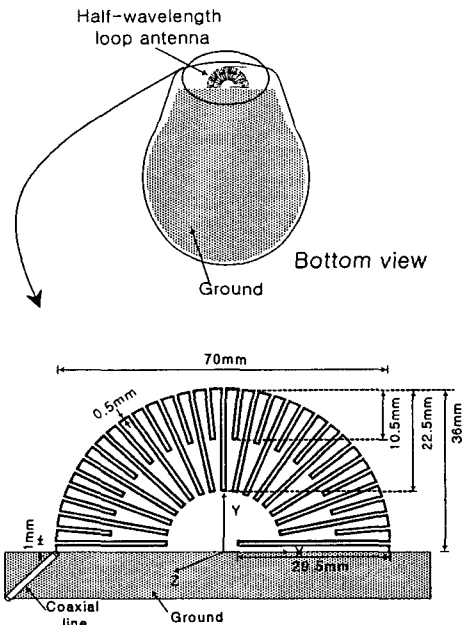


그림 6. 헬멧에 장착된 안테나 구조

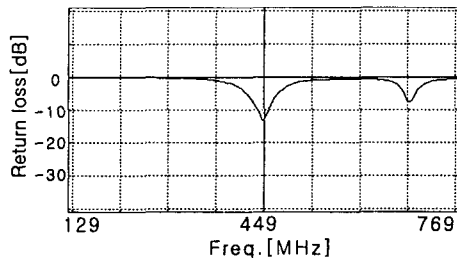


그림 7. 헬멧 장착형 안테나 반사손실

실제 안테나를 적용시 안테나의 크기는 지름이 70mm 높이가 36mm로 기본형 안테나에 비해 87.75%의 면적 축소율을 나타내었다. 이러한 이유는 앞서 제작한 안테나는 평면형태의 접지면 구조를 가지고 있으나 실제 헬멧에 적용시 헬멧 구조에 의하여 접지면의 반구형태이기 때문이라 사료된다. 특히 헬멧은 유전체로 되어 있으므로 이로 인해 약간 소형화 되었다. 이렇게 제작된 안테나의 반사손실은 -13.2dB, -10dB 대역폭은 17.6MHz(3.9%)로 나타났다. 설계 목표로한 대역폭(512.5kHz)을 충분히 수용한다.

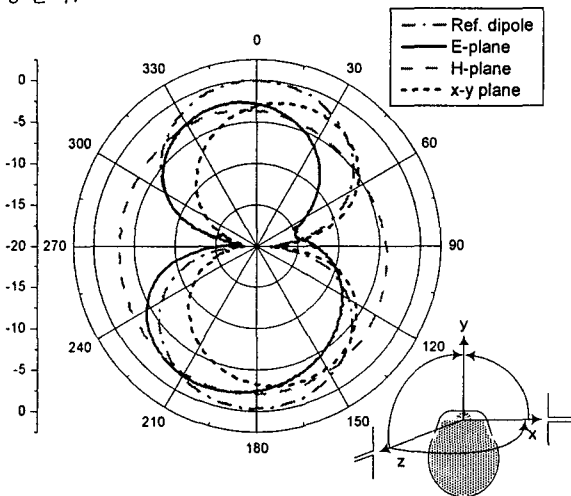


그림 8. 헬멧 장착시  $\lambda/2$  원형 루프 안테나 방사패턴

그림 8은 헬멧에 장착했을시 방사패턴이다. E-plane에서는 접지면의 영향으로 방사패턴 형태가 변형되었으며 x-y plane은 접지면이 수직으로 세워져있는 형태와 비슷하므로 180°에서 360°까지 레벨이 줄어들었다. 또한 H-plane에서는 전방향성 패턴을 얻었다. 최대이득은 -1.78dB, E-plane의 HPBW는 93°로 나타났다. 이로써 헬멧에 장착되는 반파장 원형 루프 안테나를 소형화하여 헬멧의 채에 장착해도 큰 변화가 없는 것을 확인하였다.

표 1. 안테나 특성 비교

종류 항목	기본 반파장 원형 루프 안테나	헬멧에 장착된 원형 루프 안테나
	주파수 [MHz]	449
크기 [mm]	지름 : 200 높이 : 101	지름 : 70 높이 : 36
축소율 [%]	기준	87.75%
반사손실 [dB]	-26.6	-13.2
-10dB 대역폭 [MHz]	39(8.68%)	17.6(3.9%)
이득 [dBd]	1.52	-1.78
HPBW (E-plane) [°]	97	93

### 3. 결론

본 논문에서는 공사장에서 무전기를 이용시에 한 손으로 무전기를 들어야 함으로 발생하는 안전의 위협 및 작업능률을 개선하기 위해서 무전기를 헬멧에 장착시키고 안테나를 헬멧 채의 아래쪽에 설치하는 방법을 제안하였다.

안테나를 헬멧에 장착시키기 위해 반파장 원형 루프 안테나에 2중 단락 stub를 루프 내부에 위치시켜 전류 경로를 증가시킴으로써 소형화 하였다. 소형화된 안테나를 헬멧에 장착시켜 그 특성을 알아보았다.

그 결과 헬멧 채 아래에 장착된 안테나는 반사손실 -13.2dB -10dB 대역폭 17.6MHz(3.9%)로 나타났으며 방사패턴은 H-plane에서 전방향성의 특성을 얻었고 최대 이득 -1.78dB 설계한 안테나가 헬멧에 장착되는 안테나로 적합함을 확인하였다.

향후 헬멧을 실제 착용시에 방사특성 및 인체영향에 관한 연구를 할 예정이다.

### 참고문헌

- [1] 우중명, 김종찬, 문상만, "헬멧 장착용 프린트형 역 F 안테나", 국방과학연구소 제 5 차 통신정보화 학술대회, pp 237~242, 2001.09.22
- [2] Richard C. Johnson, "Antenna engineering handbook", Mcgraw-Hill, 2003
- [3] 류홍균, 우중명, "소형화된 UHF 대역 RFID 태그용 원형 루프 안테나", 2005년 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집, Vol. 31, No. 1, pp.342, 2005.07.01