VHF용 안테나의 특성 개선

황재호*

*경주대학교

The Characteristic Improvement of VHF Antenna

Jae-Ho Hwang*

*Gyeongju University

E-mail : jhhwang@gju.ac.kr

요 약

본 논문에서는 VHF대의 휴대무선 단말기에 사용되는 안테나의 특성개선을 다루고 있다. 일반적으로 VHF대 휴대단말기에 사용되는 안테나는 대부분 1/4파장 모노폴 안테나 또는 헤리컬 안테나이다. 그러나 이와 같은 안테나의 특성은 단말기의 본체를 손으로 잡을 경우 크게 변화되고, 방사효율이 수 dB이상 저하되어 안정된 통신이 어렵게 된다. 본 논문에서는 VHF대의 휴대무선 단말기에 있어 사용되는 대표적인 안테나특성을 평가하고, 손으로 잡는 경우를 포함하여 안테나의 방사효율 특성을 개선하는 방법을 제안 하고 있다.

ABSTRACT

The paper deals with the improvement of various characteristics of antenna for VHF mobile handset. In the general case, 1/4λ monopole and helical antenna are used for VHF mobile handset. However, various characteristics of antenna have different result for effect of hand. Especially, radiation efficient is reduced about several dB. In this paper, characteristics of loaded helical antenna have been evaluated. And we propose a method to improve a radiation efficient of antenna consider with hand effect.

키워드

VHF, 헤리컬 안테나, 인덕턴스 장하 안테나, 슬리브, 방사이득

Ⅰ. 서 론

최근 다양한 무선 서비스가 확대되고 이에 따른 휴대형 무선 단말기의 보급이 활발해 지고 있다. 특히 VHF대역의 디지털 멀티미디어 방송(DMB)이 실시되면서 다양한 형태의 소형 수신기에 대한 개발이 활발해지고 있다. 종래의 VHF대역 휴대무선 단말기에 사용한 안테나의 대부분은 1/4 파장 모노폴 또는 헤리컬 안테나를 들 수 있다.[1]-[3] 그러나 이와 같은 안테나를 장착한 무선 단말기의 경우 단말기 몸체를 손으로 잡았을 때 안테나 특성이 크게 변하게 된다. 이러한 현상은 단말기 몸체의 크기가 사용주파수의 파장에 비해 아주 작기 때문에 접지의 기능을 충분히 하지 못하고, 이로 인해 기구를 손으로 잡았을 때 인체에도 전류가 흐르는 것이 원인이 되었다고 볼 수 있다. 이러한 안테나의 특성 변화는 결과적으로 안테나의 방사효율을 저하시켜, 안정된 수신 또는 통신이 곤란해진다. 따라서 무선단말기의 몸체를 손으로 잡았을 경우에도 안테나특성이 변하거나 방사효율이 저하되지 않는 VHF 휴대 무선 단말기용 안테나의 형상을 명확히 하는 것은 매우 중요하다 할 수 있다.

본 논문은 전형적인 VHF 휴대 무선단말기용 안테나의 기본적인 구조를 수치해석을 통해 분석하고, 인덕턴스 장하 헤리컬 안테나에 대해 인체의 영향을 적게 받는 안테나 구조 및 형상을 제안하고 해석과 실측을 통해 타당성을 검토한다.

Ⅱ. 원통 슬리브와 인덕턴스 장하 모노폴 안테나

1/2파장 모노폴 안테나의 경우 공진주파수에서의 입력임피던스 값이 매우크기 때문에 적절한 임피던스 정합 특성을 얻기 위해서는 안테나의 1점 또는 여러 지점에 인덕턴스 등을 장하하거나 급전부에 슬리브(sleeve)를 장착하는 구조를 취한다.[4],[5] 그림1은 VHF용 단말기 및 안테나의 구조를 나타내고 있다. 1/2파장 모노폴의 하단에 인덕턴스를 장하하였고, 코일 외부에 원통형 슬리브를 장착하였다. 여기서 단말기의 크기는 사용주파수의 파장보다 작은 150×75 mm 이다.

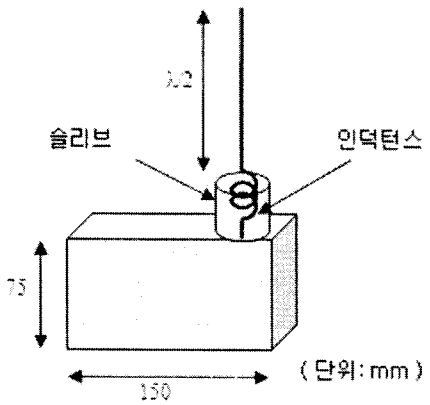


그림 1. 1/2λ 모노폴 장착 단말기 구조

위와 같은 구조에 있어 슬리브의 장착은 입력임피던스의 특성을 개선 해주고, VSWR이 작아짐과 더불어 광대역특성이 향상된다. 따라서 안테나에 장착되는 슬리브는 인체의 영향을 줄일 수 있는 방안이 될 수 있기 때문에 그 구조에 따른 특성을 명확히 해둘 필요가 있다. 그림2와 그림3은 는 원통형 도체 슬리브의 높이를 10~50 mm로 변화시켰을 때의 VSWR특성 및 스미스차트특성을 나타내고 있다. 사용한 안테나는 1/2파장 모노폴 이며 하단에 인덕턴스가 장하되어 있다. 이때 인덕턴스용 코일은 길이 21 mm, 14 Turns이다. 계산에 사용한 해석법은 Richmond 모멘트법(MoM)으로 계산의 단순화를 원형 코일 부분은 4각형으로 근사하였고, 도체면은 선상 그리드(grid)로 근사하였다.[6]

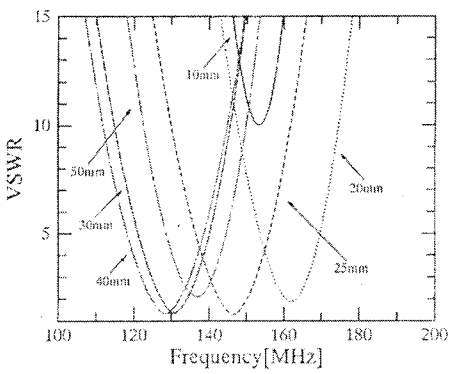


그림 2. 슬리브 높이변화에 따른 VSWR특성(계산치)

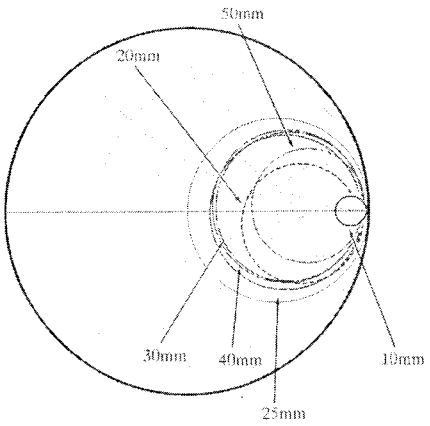
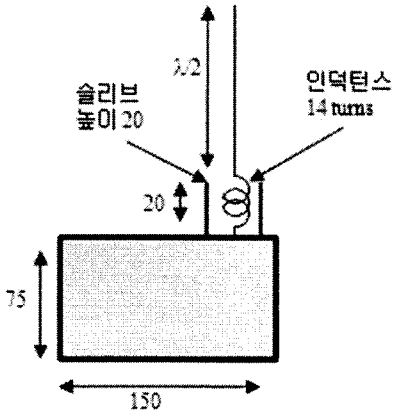


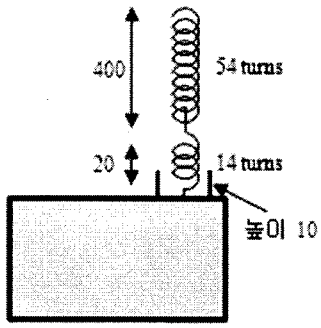
그림 3. 슬리브 높이변화에 따른 스미스차트특성(계산치)

Ⅲ. VHF용 헤리컬 안테나의 특성개선

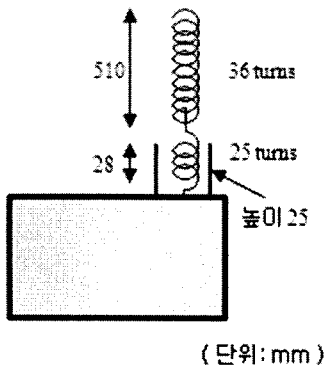
VHF용 안테나의 개선을 위해 여기서는 2장에서 검토한 코일장하와 슬리브의 구조변화를 헤리컬 안테나에 적용하고, 각각의 안테나에 대한 특성을 측정하여 결과를 비교 검토한다. 그림4의 (a)는 1/2파장 모노폴 안테나로 20 mm의 원통 슬리브와 직경10 mm, 길이 20 mm, 14 turn의 코일을 장착한 구조를 나타내고 있으며, 그림4의 (b)와(c)는 각각 전체길이가 400 mm, 직경이 10 mm, 54 turn 인 헤리컬(A)와 전체길이가 510 mm, 직경이 10 mm, 36 turn인 헤리컬(B)을 나타내고 있다. 여기서 헤리컬(A) 에는 직경이 10 mm, 길이가 20 mm, 14 turn의 코일이 장하되고 높이가 10 mm인 원통 슬리브가 장착되어 있다. 한편 헤리컬(B) 에는 직경이 10 mm, 길이가 28 mm, 25 turn의 코일이 장하되고 높이가 25 mm 인 원통 슬리브가 장착되어 있다.



(a) 모노폴 안테나



(b) 헤리컬 안테나 (A)



(c) 헤리컬 안테나 (B)

그림 4. 측정에 사용한 안테나의 구조

그림5~그림7은 그림4의 각 안테나에 대한 VSWR특성을 측정한 결과를 나타내고 있다. 각각의 안테나에 최적의 슬리브구조를 취한 결과 단말기를 손으로 잡았을 경우와 잡지 않았을 경우의 특성이 거의 일치함을 알 수 있다. 특히, 그림7의 헤리컬 안테나(B)는 헤리컬 안테나(A)에 비해 넓은 대역폭을 가지고 있음을 알 수 있다.

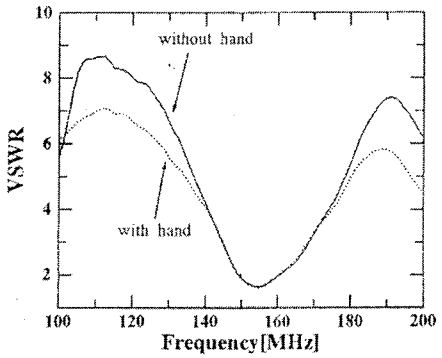


그림 5. 모노폴 안테나의 VSWR특성

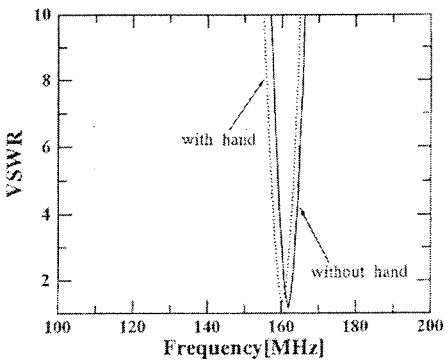


그림 6. 헤리컬 안테나(A)의 VSWR특성

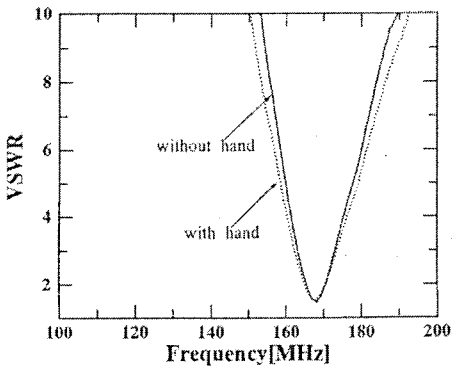


그림 7. 헤리컬 안테나(B)의 VSWR특성

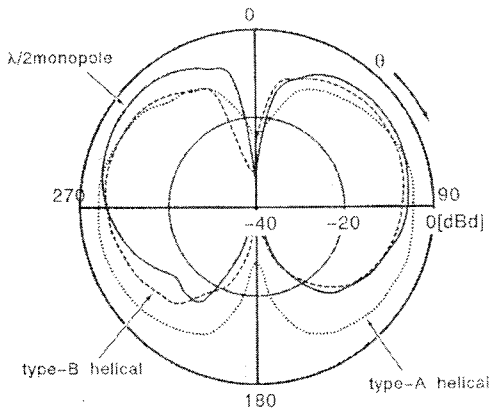


그림 8. 안테나의 동작이득 패턴

그림8은 그림4의 각 안테나에 대한 동작이득 패턴을 측정한 결과를 나타내고 있다. 일반적으로 이와 같은 측정에 있어서는 외부의 영향을 받지 않는 전파암실에서 측정을 해야 하나, 주파수가 낮은 관계로 건물의 옥상에서 측정을 실시하였으며 엄밀한 비교를 위해 동일 조건에서 각 안테나의 측정을 실시하였다. 측정 결과를 살펴보면 모노폴 안테나의 최대 이득이 -1.02 dBi로 가장 크고, 헤리켈 안테나(A), 헤리켈 안테나(B)순으로 되어 있음 을 알 수 있다. 여기서 헤리컬 안테나(B)의 이득이 헤리컬 안테나(A)에 비해 약 1.3 dB 저하된 원인 중의 하나로는 안테나의 정합이 부족함을 들 수 있으며 보다 정밀한 정합이 이루어진다면 이득이 향상 될 수 있다.

표1은 상기의 안테나에 대한 대역폭과 동작이득을 정리하여 나타내고 있다. 원통형 슬리브의 적절한 구조를 취한 결과 인체의 영향을 최소로 할 수 있음을 알 수 있으며, 대역특성에 있어서는 헤리컬(B)의 구조가 헤리컬(A)의 구조에 비해 3배 이상 커짐을 알 수 있다.

표 1. 각종 안테나의 대역폭과 동작이득

	모노폴	헤리컬(A)	헤리컬(B)
대역폭 [MHz] (without hand)	12.5	2.5	7.5
대역폭 [MHz] (with hand)	11	2.5	8.5
동작이득[dBi]	-1.02	-1.85	-3.18

Ⅳ. 결 론

본 논문은 VHF 휴대 무선단말기용 안테나의 특성 개선을 목표로 하고 있으며, 특히 인체영향에 따른 방사효율 저하를 방지하기 위한 방법으로 급전부에 인덕턴스 및 슬리브를 장착, 구조에 따른 특성을 비교 분석하였다. 안테나의 구조 해석에는 Richmond 모멘트법을 사용하였으며 수치해석결과를 토대로 3가지 유형의 안테나를 설계 제작하였다.

측정 결과 모든 안테나에 있어 인체영향이 개선되었음을 알 수 있었고, 모노폴 안테나의 경우 동작이득, 대역특성이 우수함을 알 수 있었으나, 이와 같은 구조는 소형휴대 단말기에는 적합하지 않으므로 본 본문에서 제안하고 있는 헤리컬의 구조를 취한다면 사용 용도에 적합한 안테나를 설계할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

[1] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, John Wiley & Sons, 1982.

[2] J. D. Kraus, *Antennas*, McGraw Hill, 1988.

[3] IEICE, *Antenna Engineering Handbook*, Ohm, 1980.

[4] Chun-Tung Cheung, Cheh-Ming Liu, Po-An Sung, David B. Rutledge; A novel dielectric loaded antenna for wireless applications, 1999 IEEE Int. Antennas Propagat. Symp. Dig. vol. 37, pp. 38 - 41, June 1999.

[5] Shawn D. Rogers, Chalmers M. Butler; The sleeve-cage monopole and sleeve helix for wideband operation, 1999 IEEE Int. Antennas Propagat. Symp. Dig. vol. 37, pp. 1308 - 1311, June 1999.

[6] R. F. Harrington, *Field Computation by Moment Methods*, Macmillan, New York, 1968.