

비행체 탑재 안테나에 관한 연구

Study on Rocket-borne Antenna

이호선 · 우종명

Ho-Sun Lee · Jong-Myung Woo

요 약

본 논문에서는 후방 전(全)방향 특성이 요구되는 비행체 탑재 안테나의 이상적인 방사패턴을 얻기 위해, 새롭게 고안된 프린트형 역F안테나를 로켓 또는 미사일의 몸체 하단부에 있는 Fin측면상에 표면 장착하여 방사패턴을 측정(중심주파수 : 1.81 GHz)하였으며, 그 결과 기존의 비행체 원통 몸체상에 장착된 역F안테나보다 비행체의 후미 측상을 기준으로 대칭적인 방사패턴 특성을 얻었다. 또한 후미 방향으로 지향성을 높이기 위해 반사기 역할을 하는 무급전 소자를 프린트형 역F안테나의 전방 방향 $\lambda/8$ (λ :파장, 10.5 cm) 지점에 위치시켜 방사패턴을 측정한 결과 전후비가 8 dB 개선된 지향 특성을 얻었다.

Abstract

In this paper, new printed-type inverted F antenna is designed and fabricated to gain the ideal radiation pattern of a rocket-borne antenna which is expected to show the omni-directional pattern characteristic in rear direction. The radiation pattern of this antenna is measured in condition that the antenna is mounted on the side of the fin which is located on the tail of a rocket or a missile. Measurement result shows that the improved symmetrical radiation pattern is obtained with respect to the radiation pattern of the existing inverted F antenna. Besides parasite element which can be operated as reflector is attached in front of the antenna with the distance between the antenna and the parasite element $\lambda/8$. The result shows that the ratio of the front to the rear radiation level is improved by 8 dB.

I. 서 론

지금까지 로켓 또는 미사일과 같은 비행체에 있어서 기지국간의 효율적인 텔레메트리 통신을 위한 안테나 특성에 대하여 많은 연구가 진행되어져 왔다. 로켓 탑재 안테나의 조건으로는 구조적으로 견고할 뿐 아니라, 고속 이동으로 인한 공기의 저항을 최소화 하기 위하여 저자세(Low Profile)형 안테나^[1]가 바람직하다. 또한, 그림 1에 나타낸 바와 같이 비행체로부터의 이상적인 방사패턴은 머리(Head) 방향으로의 방사가 억제되고, 후미방향으로 최대 방

사가 되도록 요구되고 있음은 물론, 비행체 회전에 관계없이 후미방향에서의 안정한 레벨 확보가 요구되고 있다.

본 논문에서는 임의의 주파수 1.81 GHz에서 비행체 탑재 안테나로서 요구되는 이상적인 방사패턴을 얻기 위해 새롭게 고안된 프린트형 역F안테나를 직경 11 cm의 비행체 원통 하단부에 있는 Fin상에 표면 장착하여 방사패턴을 측정하였으며, 기존 비행체 원통상의 돌출된 역F안테나^{[2],[3]} 방사특성과 비교하였다. 또한, 프린트형 역F안테나의 전방방향에 무급

충남대학교 전파공학과(Dept. of Radio Science and Engineering, Chungnam National Univ.)

· 논문 번호 : 20000121-006

· 수정완료일자 : 2000년 2월 28일 |

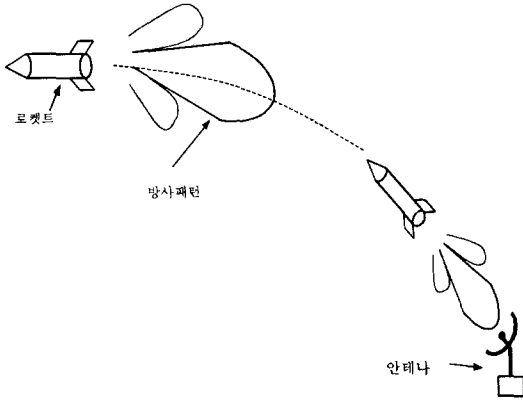


그림 1. 비행체 안테나의 이상적 방사패턴

전 소자를 위치시켜 반사기로 작용하게 함으로써 비행체의 후미 방향으로의 방사레벨 증가 및 비행체의 머리쪽으로의 방사억제를 의도하였다. 이들 결과에 대해 기술하고자 한다.

II. 본 론

2-1 비행체 몸체상의 역F안테나

비행체 후미 방향으로 전(全)방향성 최대지향 특성을 얻기 위한 비행체 탑재 안테나를 설계하기에 앞서, 일반적인 비행체 탑재 안테나의 구조 및 방사 특성^[4]을 살펴 볼 필요성이 있다. 본 절에서는 비행체 탑재 안테나로 가장 널리 사용되고 있는 역F안테나의 패턴 특성을 설명하고자 한다.

역F안테나를 그림 2에 나타낸 바와 같이 비행체 원통상 중앙에 위치시켰다. 원통의 길이는 60 cm (3.62λ), 직경은 11 cm (0.67λ)로 설정하였으며 역F안테나의 수평소자를 z축과 평행하게, 수직소자를 x축에 평행하게 위치시켰다.

위와 같이 안테나를 장착하였을 경우의 방사패턴 측정 결과를 그림 3에 나타내었다. 패턴측정은 옥상 자유공간에서 원방계를 확보할 수 있는 충분한 송수신간의 거리를 유지하였으며, 측정기는 HP8719D NETWORK ANALYZER를 이용하였다. 측정 환경을 평가하기 위해 기준다이폴 측정패턴을 병행하여 도식하였으며 이때 30 dB이하 영점을 확보로 인하여 본 측정 환경 시스템의 안정도를 확인하였다.

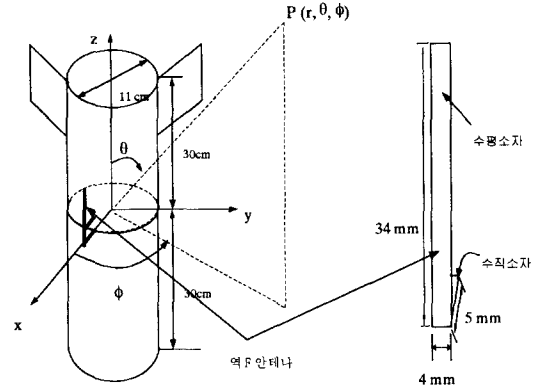
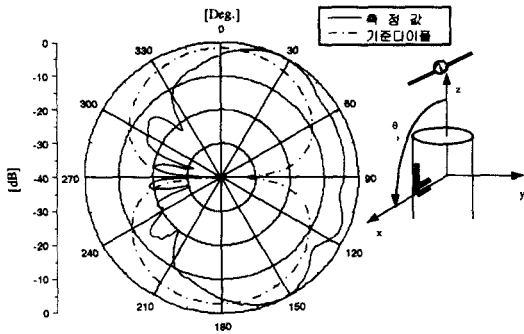


그림 2. 원통상의 역F안테나

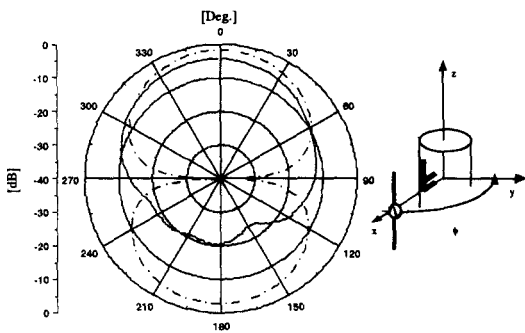
측정결과 수평·수직소자에 의한 E-면(그림 3(a), x-z면)의 경우 θ 가 90° 를 중심으로 좌우대칭인 높은 방사레벨을 나타내고 있으나 180° 에서 360° 까지의 원통 배면 방향 방사는 상당히 억제됨을 알 수 있다. 수평소자의 H-면 패턴(그림 3(b), x-y면)은 원통의 배면방향($\phi = 180^\circ$)에서의 방사가 상당히 억제되어 원통에 의한 반사 영향이 크다고 할 수 있다. 만일 비행체가 회전할 경우 배면방향으로의 방사레벨 저하로 지상의 기지국과의 텔레메트리 통신이 불가능하게 될 수 있다. 또한, 수평소자에 의한 E-면 패턴의 경우(그림 3(c), y-z면)도 원통에 의한 반사 영향으로 다소 레벨이 낮아졌으나 8자 모양에 가까운 패턴특성을 나타내었다. 따라서 안테나를 원통의 중앙에 장착하는 기존 비행체 탑재 안테나 구조는 비행체 후미 방향으로의 전방향성 최대 지향을 얻기 위한 비행체 탑재 안테나로 적합하지 않음을 확인할 수 있다.

2-2 프린트형 역F안테나

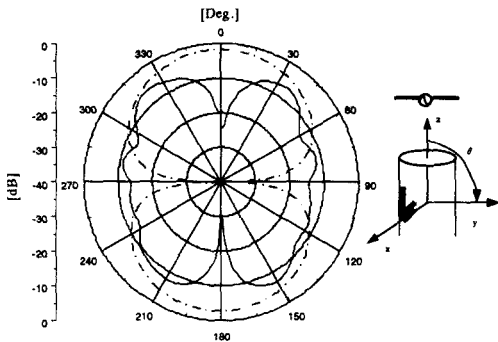
2-1절에서 언급된 기존의 비행체 원통 몸체상의 역F안테나는 원통 몸체 표면에 장착되어 있으므로 원통 표면이 반사체가 되어 원통 배면으로의 방사레벨이 저하되게 된다. 따라서 이와 같은 반사판 영향을 억제시키기 위한 비행체 탑재 안테나를 고안할 필요성이 대두되었다. 따라서 본 절에서는 반사판 영향을 줄일 수 있고 비행체 Fin(비유전율 2.5라 가정)에 표면 장착이 가능한 프린트형 역F안테나^[5]를



(a)



(b)



(c)

그림 3. 비행체 몸체상의 역F안테나의 방사패턴

고안, 설계 제작하였다.

그림 4는 제안된 프린트형 역F안테나의 구조를 나타내었다. 이때 사용된 기판은 비유전율 2.5, 두께 0.8mm인 마이크로스트립 기판을 사용하였으며 그림에서 보는 바와 같이 마이크로스트립 50Ω 회로 급전선을 연장시켜 90° 수평으로 구부린 소자와 접지면으로부터 수직으로 올라온 안테나의 수직부를

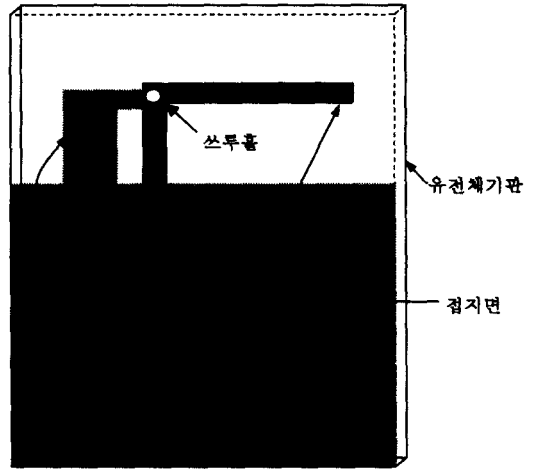


그림 4. 프린트형 역F안테나의 구조

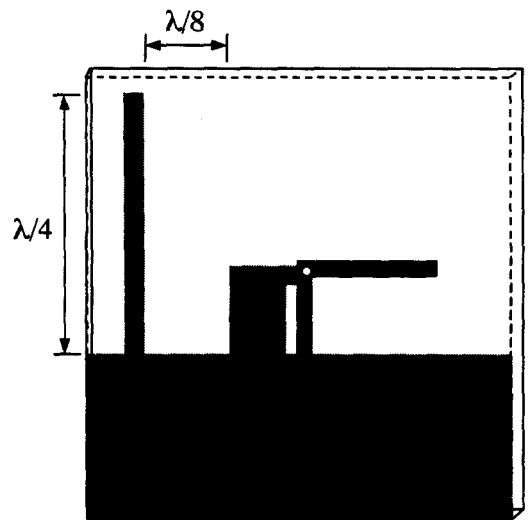


그림 5. 반사기를 부착한 프린트형 역F안테나의 구조

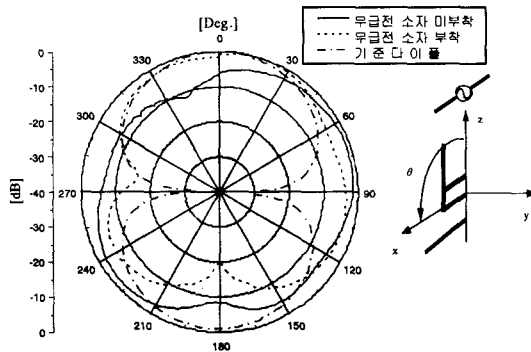
쓰루홀을 통해 연결시켰다. 이와 같은 구조에 있어서 수직급전선과 접지면으로부터의 수직소자 성분에 의해 수직편파가 형성될 뿐만 아니라 수평소자에 의한 수평편파 출력 특성으로 듀얼편파 특성이 얻어지도록 설계되었다. 여기서 안테나 소자와 쓰루홀은 회로기판 인쇄시 동시에 제작되도록 하였다.

한편, 비행체 탑재 안테나에 있어 비행체의 전방 방향으로의 방사를 억제하고 후방방향으로의 방사를 증가시키기 위해 안테나의 수직부분 전방 $\lambda/8$ 지점에 $\lambda/4$ 길이의 무급전 소자를 위치시킴으로써,

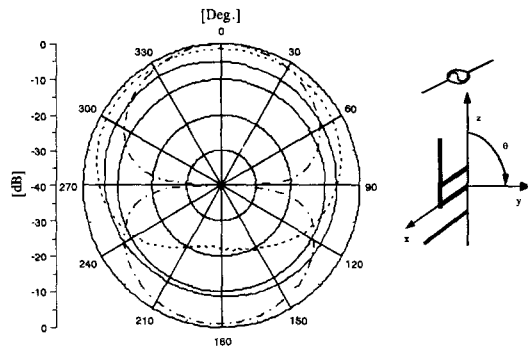
반사기 역할을 하도록 의도하였다^[6]. 그림 5는 반사기를 부착한 프린트형 역F안테나의 구조이다.

패턴측정 결과를 그림 6에 나타내었다. 측정시 송신안테나를 반사판 부착 반파장 다이폴 안테나, 수신 안테나를 제작 안테나로 하였으며 기준안테나로는 반파장 다이폴 안테나를 채택하였다.

먼저, 무급전 소자를 부착하지 않았을 경우의 안테나 수평소자와 수직소자에 의한 E-면 방사패턴(그림 6(a), x-z면)특성은 θ 가 60° 와 235° 에서 기준다이폴 안테나와 비슷한 최대 방사레벨을 가지며 최소방사 레벨과는 약 10 dB 정도의 레벨 차이를 보이나, 전체적으로 전방향성의 방사특성을 나타내고 있다. 수직소자에 의한 H-면 패턴(그림 6(b), y-z면)의 경우 최대 방사레벨과 비교하여 6 dB 정도 낮은 방사레벨을 나타내고 있으나 전체적으로 등방향성의 방사특성을 보이고 있다. 그 외의 방사패턴은 지면상 나타내지는 않았지만 프린트형 역F안테나는



(a)



(b)

그림 6. 프린트형 역F안테나의 방사패턴

안테나의 방사소자와 접지면이 동일면에 존재하므로 접지면에 의한 방사패턴 영향이 아주 작아 전체적으로 수평·수직소자에 의한 전(全)방향성의 방사패턴 특성을 나타내고 있다.

반사기를 부착하였을 경우 수직·수평소자에 의한 E-면 패턴(그림 6(a))의 경우 무급전 소자 미부착하였을 경우와는 달리 θ 는 0° 방향에서 5 dB의 방사레벨이 증가되었으며 180° 인 무급전 소자 방향으로 방사레벨이 약 20 dB 감소된 영점이 나타남을 알 수 있다. 또한 수직소자에 의한 H-면패턴(그림 6(b)) 역시 무급전 소자 미부착시와는 달리 θ 는 0° 방향에서 E-면 패턴과 같이 5 dB의 방사레벨이 증가되었으며, 180° 에서 약 20 dB의 방사레벨 감소를 확인할 수 있다.

따라서 위와 같은 무급전 소자가 부착된 프린트형 역F안테나를 비행체의 Fin상에 장착하였을 경우에는 비행체의 머리쪽으로는 방사는 억제되고 비행체의 후미방향으로 방사가 유도될 것이라 예상할 수 있다.

2-3 비행체 Fin상의 프린트형 역F안테나

비행체 후미 방향으로 방사레벨을 증가시킬 뿐 아니라, 좌우대칭적인 방사패턴 특성을 얻기 위해 전절에서 설명한 프린트형 역F안테나를 비행체의 Fin상에 부착^[6]하였다. 구조 및 좌표계를 그림 7에 나타내었다.

특성 측정 결과 반사손실은 그림 8에 나타낸 바와 같이 중심주파수에서 21.5 dB이며, -10 dB 대역

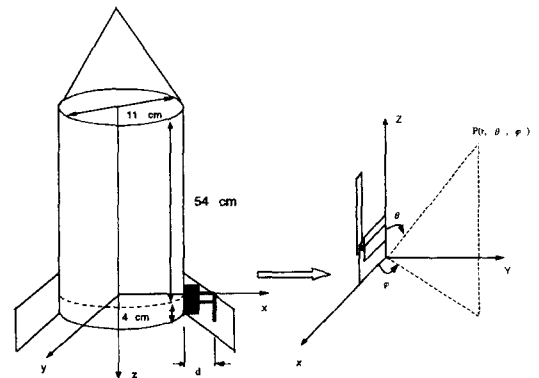


그림 7. 프린트형 역F안테나의 구조 및 좌표계

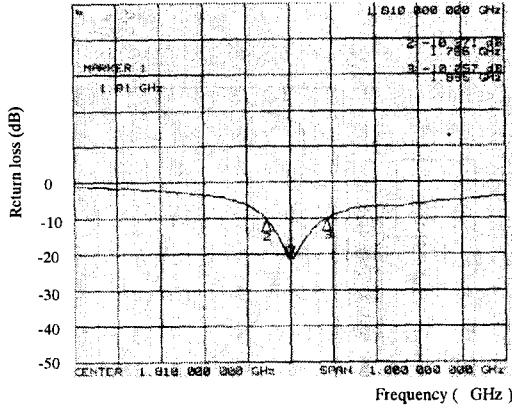
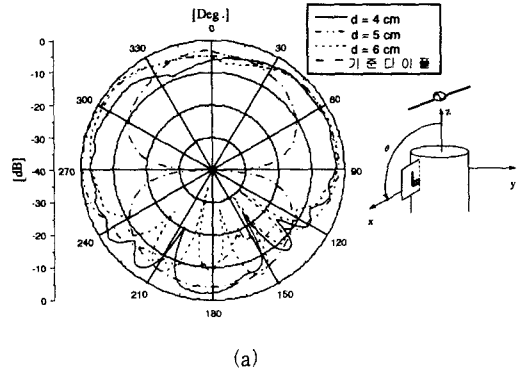


그림 8. 비행체 Fin상 장착된 프린트형 역F안테나의 반사손실

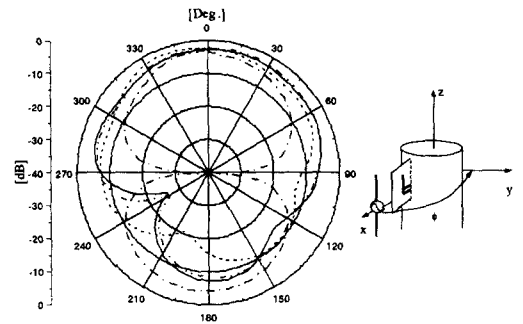
폭은 120 MHz(6.6%)이다. 패턴 측정 결과를 그림 9에 나타내었다. 이때 원통상으로부터 수평소자의 높이 d 를 4 cm, 5 cm, 6 cm에 대하여 각각 측정하였다. 먼저 수평소자높이가 4 cm일 경우에 대해 수평·수직소자에 의한 E-면 패턴(그림 9(a), x-z면)은 θ 가 0° 부근을 중심으로 후방에서의 안정한 수신레벨 확보 및 좌우 대칭적 방사 특성을 나타내고 있어 비행체의 회전에 관계 없이 비행체 후방에서 높은 방사레벨을 확보할 수 있다. 수평소자에 의한 H-면 패턴(그림 9(b), x-y면)의 경우 $\phi = 240^\circ$ 부근에서 영점이 생겼으나 180° 인 원통배면으로의 방사레벨이 -3 dBd까지 증가하였으며 그림 3(b)와 비교하여 약 15 dB 증가하였다. 또한 수직소자에 의한 H-면(그림 9(c), y-z면)의 경우도 θ 는 0° 부근인 비행체 후미 방향에서는 최대 방사레벨이 대칭적 방사패턴을 형성하고 있다. 그러나 그림 9(a), (c)에서 보듯 θ 는 180° (비행체의 머리쪽)에서는 리플이 다소 크게 나타났을 뿐만 아니라, 방사레벨이 0° 부근과 거의 비슷하거나 높게 나타나고 있다. 따라서 비행체 전방 방향인 θ 가 180° 인 방향으로 방사레벨 억제가 요구된다.

한편, 안테나의 높이에 따른 빔 특성은 리플의 정도 차이는 있으나 큰 변화 없이 동일한 특성을 나타내고 있다.

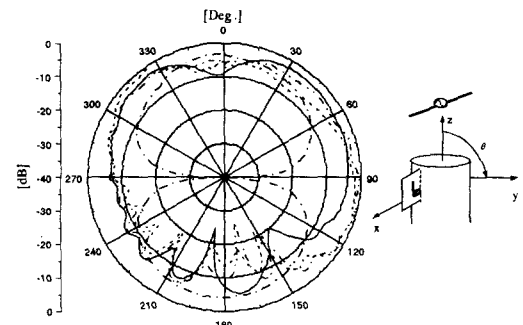
위 결과 본 논문에서 새롭게 제안한 비행체 Fin상 탑재 프린트형 역F안테나는 기존의 비행체 원통몸체상의 역F안테나보다 바람직한 후미 방향으로의



(a)



(b)



(c)

그림 9. 비행체 Fin상의 프린트 역F안테나의 방사패턴

대칭적 방사패턴 특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.

그림 10은 무급전 소자를 부착한 프린트형 역F안테나를 위와 같이 비행체의 Fin상에 장착하였을 경우의 방사패턴 특성이다. 안테나의 높이가 4 cm 일 때 수평·수직부분에 의한 E-면 패턴(그림 10(a), x-z면)의 경우 θ 는 0° 를 중심으로 좌우대칭적인 최

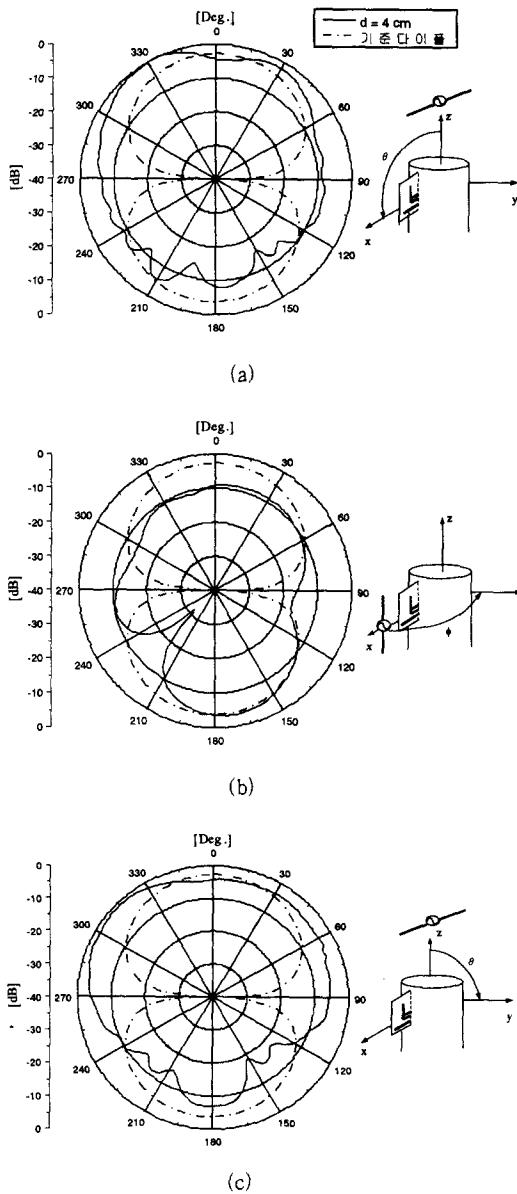


그림 10. 비행체 Fin상의 프린트 역F안테나의 방사패턴(무급전소자 부착)

대 방사 특성이 유지됨은 물론 0° 에서의 방사레벨은 -2 dBd로 2 dB 증가되었고 330° 에서 최대레벨도 4 dB 증가하였다. θ 는 180° 에서의 레벨이 무급전 소자 미부착시(그림 9(a))에 비해 6 dB 감소되어 전후방 방사 레벨비가 8 dB 증가하였다. 수평소자에 의한 H-면 패턴(그림 10(b), x-y면)은 무급전 소자 미부착시(그림 9(b))에 비하여 ϕ 는 0° 부근 레벨이

6 dB 감소된 반면 180° 부근에서는 레벨이 3 dB 증가되었다. 또한 전체적 패턴이 8자 모양에 가까우며, ϕ 는 180° 부근에서의 빔폭도 증가됨을 알 수 있다. 수직소자에 의한 H-면 패턴(그림 10(c), y-z면)은 θ 가 0° 부근의 레벨이 증가됨은 물론 비행체 전방으로의 방사는 억제되었다. 이로써 무급전 반사기 부착으로 인한 비행체 전방으로의 빔방사 억제 및 후미 방향 방사 레벨 증가를 확보할 수 있었다.

만일, 무급전 소자의 위치 및 길이를 적절히 조정하면 보다 높은 후미방향 방사레벨을 기대할 수 있다.

III. 결 론

본 논문에서는 기존의 비행체 원통 몸체상에 탑재된 역F안테나에 대한 방사패턴을 측정된 결과, 원통 도체판의 영향으로 인해 목적으로 하는 비행체의 이상적인 방사패턴 즉, 비행체의 전방 방향으로 방사레벨 억제, 후방으로의 대칭적 방사레벨을 얻을 수 없었다. 따라서 이상적인 방사패턴을 얻기 위해, 반사판의 영향이 억제되는 새로운 형태의 프린트형 역F안테나를 비행체의 하단부에 있는 Fin상에 장착하여 방사패턴을 측정하였다. 측정 결과 비행체의 몸체에 안테나를 장착하였을 때보다, 원통에 의한 반사효과가 줄어들어 비행체의 후미 방향으로 대칭적 전방향성 방사특성을 얻었다.

또한 전방 방사레벨을 억제하고 후방방사레벨을 더욱 크게 하기 위해 프린트형 역F안테나에 반사기 역할을 하는 무급전 소자를 장착하여 방사패턴을 개선하였다. 그 결과 수직, 수평소자에 의한 E-면 패턴은 하트모양과 유사한 패턴 특성이 나타나 무급전 소자 방향으로 20 dB의 방사 억제를 보였다.

위의 무급전 소자를 부착한 프린트형 역F안테나를 비행체 Fin상에 장착했을 경우 무급전 소자 미부착시와 비교하여 전후비가 8 dB 개선되었다.

금후, 완벽한 반사기의 역할을 하도록 무급전 소자의 위치와 크기를 조정하여 비행체의 머리쪽으로의 방사를 가능한한 억제하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] K. Fujimoto, A. Herderson, K. Hirasawa, and

J. R. James, Small Antennas, *Research Studies*, pp. 1-5, 1982.

[2] R. King, C. W. Harrison and D. H. Denton "Transmission-line Missile Antennas", *IRE AP-8*, 88-90, 1959.

[3] 田畑, 桜井, 三浦他 "ロケット搭載用伝送線路型アンテナの解析", 航空宇宙技術研究報告, TR-186, 航空宇宙技術研究所, 1969.

[4] 長谷部, 石原, 藤原, "圓筒上逆L型アンテナの

放射パターン解析", 日本電子情報通信學會春季大會, B-82, 1996.

[5] 이호선, 우종명, 김종찬, "프린트형 역F안테나", 추계 마이크로파 및 전파학술대회 논문집, vol. 22, no. 2, 1999. 10.

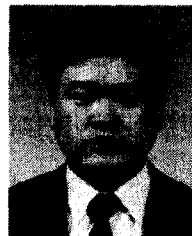
[6] 이호선, 우종명, 이기완, "비행체 탑재 안테나에 관한 연구", 한국전자파학회 종합학술발표회, vol. 9, no. 1, 1999. 11.

이 호 선



1998년 2월: 충남대학교 전파공학과(공학사)
 2000년 2월: 충남대학교 대학원 전파공학과(공학석사)
 [주 관심분야] 안테나

우 종 명



1985년 2월: 건국대학교 전자공학과(공학사)
 1990년 2월: 건국대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1993년 3월: 일본, 니혼대학 전자공학과(공학석사)
 1996년 3월: 일본, 니혼대학 전자공학과(공학박사)
 1996년 6월~현재: 충남대학교 전파공학과 조교수
 [주 관심분야] 안테나