

E 평면 혼 안테나의 모서리 구조가 복사패턴에 미치는 영향 해석

(The Analysis of Effects of Edge Structures on the Radiation Pattern of a E-Plane Horn Antenna)

朴宰洙 * , 崔在薰 *

(Jae-Su Park and Jae-Hoon Choi)

요 약

다양한 모서리 구조를 가진 E 평면 혼 안테나의 원거리 자계 패턴을 UTD(Uniform Geometrical Theory of Diffraction)를 이용해 해석하였다. 먼저 파 추적법을 이용해 음영경계를 나누고, GO(Geometrical Optics)와 UTD를 이용해 각 영역에 존재하는 입사파, 반사파, 회절파, 표면 회절파, 이차 회절파 및 회절-반사파, 회절-반사-회절파를 고려하여 해를 구하였다. 이를 통해 혼 안테나의 모서리에 플랜지나 캡을 연결하였을 때 이들이 혼 안테나의 부엽준위나 후엽준위에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 본 논문 결과의 유효성을 입증하기 위하여 참고문헌상의 측정치 및 모멘트법 해석결과와 비교하였다.

Abstract

The far-zone magnetic field patterns of a E-plane horn antenna with various edge structures are analyzed using UTD. The ray tracing method is used to locate the shadow boundaries, and then GO and UTD are utilized to evaluate the incident, reflected, diffracted, surface diffracted, and the second order diffracted, diffracted-reflected, and diffracted-reflected-diffracted waves existing in each region of interest. By doing this, we analyzed the effects of flanges or caps connected on the edge of a horn antenna on the side lobe and back lobe levels. Also, the validity of this paper is proved by comparing the analytical results with those of measurement and method of moment presented in the reference.

I. 서 론

혼 안테나는 제작이 간단하고 이득이 높아 천문관측, 위성트래킹 및 위성통신에 사용되는 각종 반사판 안테나의 급전 안테나나 안테나의 특성을 측정하는 표준 안테나로 널리 이용되고 있다.^{[1]-[4]} 따라서 오랫동안 혼 안테나의 부엽준위와 후엽준위를 줄이고 복사특성을 개선하기 위한 연구가 진행되어 왔다. 혼 안

테나의 복사특성을 개선하기 위한 연구로써는 모서리에 입사하는 직접파의 세기를 줄이기 위한 Corrugated 혼 안테나에 대한 연구^[5], 혼 안테나의 모서리에 원형 캡을 연결한 혼 안테나의 자계 복사패턴을 모멘트법^{[6],[7]}을 이용해 구해 보거나, 이와 유사한 개념으로 파라볼릭 반사판 안테나의 모서리를 둥글게 처리하는 방법에 대한 연구^[8], 또 RCS를 줄이기 위한 blended surface에 대한 연구^[9] 등이 있다.

본 논문에서는 다양한 모서리 구조를 가진 E 평면 혼 안테나의 원거리 자계 복사 패턴을 UTD(Uniform Geometrical Theory of Diffraction)를 사용해 구해 보았다. 혼 안테나의 전체 복사 패턴은 입사파와 회절파로 이루어진다. 모서리에 의해 발생하는 회절파는

* 正會員, 漢陽大學校 電波工學科

(Hanyang University Dept. of Radio Science & Engineering)

接受日字:1997年11月17日, 수정완료일:1998年3月20日

주빔에서 멀어질수록 전체 패턴에 미치는 영향이 크게 되어, 부엽준위나 후엽준위가 커지게 된다. 이러한 회절파의 영향을 줄이기 위해 혼 안테나의 모서리에 플랜지를 연결해 플랜지의 각도와 길이가 혼 안테나의 전체 패턴에 미치는 영향을 알아 보았고, 또한 원형 및 타원형 캡을 연결해 모서리에 의한 회절파와 회절파가 존재하지 않는 영역에서의 곡면에 의한 표면회절파의 세기를 비교해 보았다. 이를 위해 II장에서는 정확한 전파 경로를 예측해서 음영경계영역(shadow boundary)을 결정한 후, GO(Geometrical Optics)와 UTD를 적용해 각 영역에 존재하는 입사파, 반사파, 회절파, 표면 회절파 등을 구하였다. 음영경계에서 불연속이 큰 곳은 이차 회절파 및 Jul [3]의 논문에서와 같이 회절-반사파와 회절-반사-회절파까지를 고려하였다. III장에서는 II장의 결과식과 표를 이용해 수치 해석 결과를 나타내었고, 본 논문의 유효성을 검증하기 위하여 본 논문의 해석결과와 참고문헌 [7]에 나와있는 일반 E 평면 혼 안테나의 복사패턴과 원형 캡을 연결한 혼 안테나의 복사패턴에 대한 측정치 및 모먼트법 해석결과를 비교하였다. 마지막으로 제 IV장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 언급하였다.

II. E 평면 혼 안테나의 UTD 해석

1. 고려 대상 E 평면 혼 안테나의 구조

그림 1은 길이 L_e , 사잇각 $2\theta_e$ 를 갖는 E 평면 혼 안테나의 기하학적 구조와 음영경계를 나타내었다. 소스는 원점에 위치한 선형 자계소스이다.

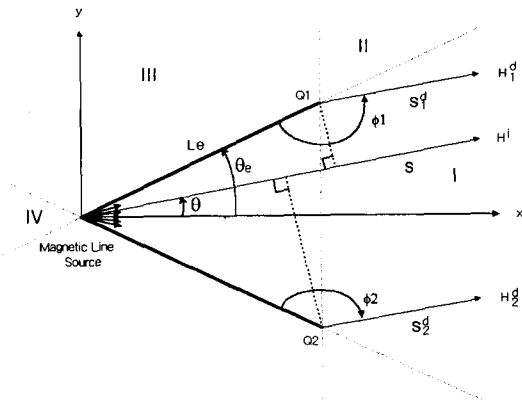


그림 1. E 평면 혼 안테나의 기하학적 구조 및 음영경계
Fig. 1. Geometrical structure of an E-plane horn antenna and its shadow boundary.

그림 2는 길이 L_e , 사잇각 $2\theta_e$ 를 갖는 E 평면 혼 안테나의 모서리에 길이 t 의 플랜지를 연결한 기하학적 구조와 음영경계를 나타내었다.

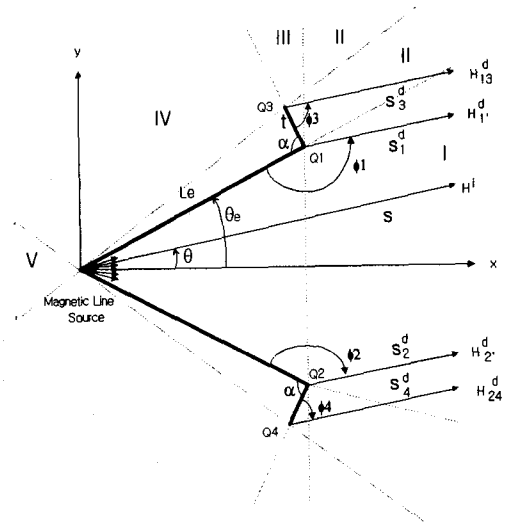


그림 2. 플랜지를 연결한 E 평면 혼 안테나의 기하학적 구조 및 음영경계
Fig. 2. Geometrical structure of an E-plane horn antenna with flange and its shadow boundary.

그림 3은 길이 L_e , 사잇각 $2\theta_e$ 를 갖는 E 평면 혼 안테나의 모서리에 장반경 a , 단반경 b 의 타원형 캡을 연결한 기하학적 구조와 음영경계를 나타내었다.

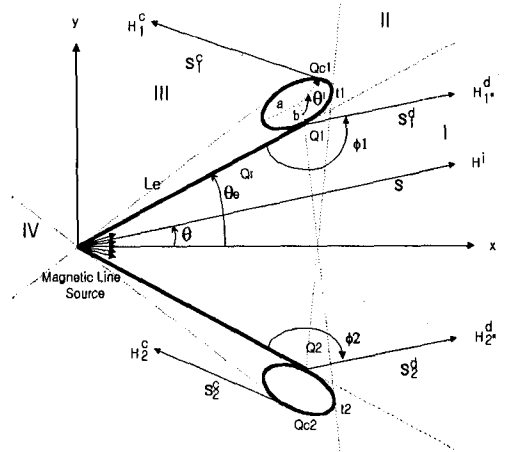


그림 3. 타원형 캡을 연결한 E 평면 혼 안테나의 기하학적 구조 및 음영경계
Fig. 3. Geometrical structure of an E-plane horn antenna connected with elliptical cap and its shadow boundary.

2. 기본 이론

그림 1에서 선형 소스에 의한 거리 s 만큼 떨어진 관측점에서의 입사파는

$$H^i(\theta) = \begin{cases} \frac{e^{-jks}}{\sqrt{s}} & -\theta_e \leq \theta \leq \theta_e \\ 0 & \text{그 외} \end{cases} \quad (1)$$

이고, 이차원 모서리에 의한 회절 자계의 식은^[10]

$$H_1^d(\theta) = H^i(Q_1) D_h \frac{e^{-jks_1^d}}{\sqrt{s_1^d}} \quad (2-a)$$

$$H_2^d(\theta) = H^i(Q_2) D_h \frac{e^{-jks_2^d}}{\sqrt{s_2^d}} \quad (2-b)$$

이다. 식(2)에서 $H_1^d(\theta)$, $H_2^d(\theta)$ 는 각각 E 평면 혼 안테나의 모서리 Q_1 , Q_2 에서의 회절파이고, $H^i(Q_1)$, $H^i(Q_2)$ 는 소스에서 Q_1 과 Q_2 에 입사하는 입사파, s_1^d , s_2^d 는 각각 Q_1 과 Q_2 에서 관측점까지의 거리이다. 이차원 UTD 회절계수 D_h 는 식(3)과 같다.

$$D_h = D_1 + D_2 + (D_3 + D_4) \quad (3)$$

식(3)에서 각각의 회절계수 성분은 다음과 같다.^[10]

$$D_1 = \frac{-e^{-j\pi/4}}{2n\sqrt{2\pi k}} \cot \left[\frac{\pi + (\phi - \phi')}{2n} \right] F[kL^i a^+(\phi - \phi')] \quad (4-a)$$

$$D_2 = \frac{-e^{-j\pi/4}}{2n\sqrt{2\pi k}} \cot \left[\frac{\pi - (\phi - \phi')}{2n} \right] F[kL^i a^-(\phi - \phi')] \quad (4-b)$$

$$D_3 = \frac{-e^{-j\pi/4}}{2n\sqrt{2\pi k}} \cot \left[\frac{\pi + (\phi + \phi')}{2n} \right] F[kL^m a^+(\phi + \phi')] \quad (4-c)$$

$$D_4 = \frac{-e^{-j\pi/4}}{2n\sqrt{2\pi k}} \cot \left[\frac{\pi - (\phi + \phi')}{2n} \right] F[kL^m a^-(\phi + \phi')] \quad (4-d)$$

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ 이고, ϕ 는 회절각, ϕ' 은 입사각, n 은 쉘기각으로 그림 4와 같이 정의된다.

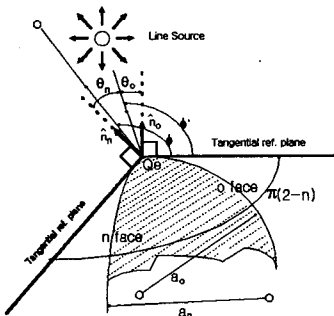


그림 4. 쉘기각의 정의

Fig. 4. The definition of wedge angle.

식(4)의 회절계수에 대한 거리 파라미터들은 다음과 같다.

$$L^i = \frac{s' s}{s + s'} \quad (5)$$

$$L^o = \frac{\rho^o s}{\rho^o + s} \quad (6)$$

$$L^m = \frac{\rho^m s}{\rho^m + s} \quad (7)$$

s' 은 선형 소스에서 회절점까지의 거리이므로 L_e 이고, 초점거리 ρ^o 와 ρ^m 은 0-face와 n-face 곡률반경 $a_{o,n}$ 를 이용해 다음과 같이 주어진다.

$$\frac{1}{\rho^{o,m}} = \frac{1}{s'} + \frac{2}{a_{o,n} \cos \theta_{o,n}} \quad (8)$$

이 때, $\hat{n}_{o,n}$ 을 o-face 와 n-face 에 수직인 단위법선 벡터라 하면,

$$\hat{n}_o \cdot \hat{s}' = -\cos \theta_o \quad (9)$$

$$\hat{n}_n \cdot \hat{s}' = -\cos \theta_n \quad (10)$$

이다. 한편, 천이함수(transition function) $F(x)$ 는 식(11)과 같다.

$$F(x) = 2j\sqrt{x} e^{ix} \int_{\sqrt{x}}^{\infty} e^{-iu^2} du \quad (11)$$

함수 a^\pm 는 식(12)로 표현된다.

$$a^\pm(\beta^\pm) = 2 \cos^2 \left(\frac{2n\pi N^\pm - \beta^\pm}{2} \right) \quad (12)$$

식(12)에서

$$\beta^\pm = \phi \pm \phi' \quad (13)$$

이고, 식(12)의 N^\pm 는 다음의 식(14)를 만족시키는 가장 가까운 정수이다.

$$2\pi n N^+ - (\phi \pm \phi') = \pi \quad (14-a)$$

$$2\pi n N^- - (\phi \pm \phi') = -\pi \quad (14-b)$$

그림 1에서 두 개의 모서리에 의해 상호 발생하는 이차 회절파는 식(15)과 같다.

$$H_{12}^d(\theta) = H^i(Q_1) D_{h1} \frac{e^{-jk2L_e \sin \theta_e}}{\sqrt{2L_e \sin \theta_e}} D_{h2} \frac{e^{-jks_2^d}}{\sqrt{s_2^d}} \quad (15-a)$$

$$H_{21}^d(\theta) = H^i(Q_2) D_{k2} \frac{e^{-jk2L_e \sin \theta_e}}{\sqrt{2L_e \sin \theta_e}} D_{h1} \frac{e^{-jk s_1^d}}{\sqrt{s_1^d}} \quad (15-b)$$

$$X_d = \frac{kL_d \xi_d^2}{2m(Q)m(Q)} \quad (22)$$

식(15)에서 $H_{12}^d(\theta)$ 는 Q_1 에서 회절 후 다시 Q_2 에서 회절하는 이차 회절파이고, $H_{21}^d(\theta)$ 는 Q_2 에서 회절 후 다시 Q_1 에서 회절하는 이차 회절파이고, D_{h1} 과 D_{k2} 는 $n=2$ 일 때 모서리 Q_1, Q_2 에서의 회절계수이다. 그림 2에서 플랜지 모서리에서의 이차 회절파는 식(16)과 같다.

이다. 거리 파라미터 L_d 는 다음과 같이 결정된다.

$$L_d = \frac{s^d s^{\prime}}{s^d + s^{\prime}} \quad (23)$$

Fock 산란 함수 $q^*(x)$ 는 근사식과 보간법을 이용해 구하였다.[8]

위에서 구한 자계성분들을 이용해 그림 1에서 3가지에 도시한 혼 안테나 구조들의 각 영역에서의 전체 자계의 구성 성분을 나타내면 표 1~3과 같다.

표 1. E 평면 혼 안테나의 각 영역에서의 자계 성분

Table 1. Total magnetic field components of an E-plane horn antenna in each region.

영역구분	전체 자계성분
I 영역	$H^i + H_1^i + H_2^i + H_{12}^i + H_{21}^i + H_1^{dr} + H_2^{dr} + H_1^{dra} + H_2^{dra}$
II 영역	$H_1^{dr} + H_2^{dr} + H_{12}^{dr} + H_{21}^{dr} + H_1^{dra} + H_2^{dra} + H_2^{tra}$
III 영역	$H_1^{dr} + H_{21}^{dr} + H_1^{tra}$
IV 영역	$H_1^{dr} + H_2^{dr} + H_{21}^{dr} + H_1^{dra} + H_2^{tra}$

$$H_{13}^d(\theta) = H^i(Q_1) D_{h1} \frac{e^{-jkt}}{\sqrt{t}} D_{k3} \frac{e^{-jks_3^d}}{\sqrt{s_3^d}} \quad (16-a)$$

$$H_{24}^d(\theta) = H^i(Q_2) D_{k2} \frac{e^{-jkt}}{\sqrt{t}} D_{h4} \frac{e^{-jks_4^d}}{\sqrt{s_4^d}} \quad (16-b)$$

식(16)에서 $H_{13}^d(\theta)$ 는 Q_1 에서 회절 후 다시 Q_3 에서 회절하는 이차 회절파이고, $H_{24}^d(\theta)$ 는 Q_2 에서 회절 후 다시 Q_4 에서 회절하는 이차 회절파, D_{h1} 과 D_{k2} 는 $n=2 - \frac{\alpha}{\pi}$ 일 때 모서리 Q_1, Q_2 에서의 회절계수, t 는 플랜지의 길이, s_3^d, s_4^d 는 각각 Q_3 과 Q_4 에서 관측점까지의 거리를 나타낸다.

그림 3에서 관측점에서의 표면회절파(Creeping wave)는 식(17)과 같다.[11], [12]

$$H_1^c(\theta) = H^i(Q_1) T_h \frac{e^{-jks_1^c}}{\sqrt{s_1^c}} \quad (17-a)$$

$$H_2^c(\theta) = H^i(Q_2) T_h \frac{e^{-jks_2^c}}{\sqrt{s_2^c}} \quad (17-b)$$

식(17)에서 $H_1^c(\theta), H_2^c(\theta)$ 는 각각 타원형 캡을 연결한 E 평면 혼 안테나의 상,하 표면 회절파이고, $H^i(Q_1), H^i(Q_2)$ 는 소스에서 Q_1 과 Q_2 에 입사하는 입사파, s_1^c, s_2^c 는 표면 회절 후 발산하는 점에서 관측점까지의 거리이다. 식(17)에서

표 1의 영역은 그림 1과 같이 정의되며, 각 영역에서의 전체 자계성분은 표에 나와있는 것과 같다. H^i 는 입사파, H_1^i 는 모서리 Q_1 에서의 회절파, H_2^i 는 모서리 Q_2 에서의 회절파, H_{12}^i 는 모서리 Q_1 에서 회절 후, Q_2 에서 회절하는 2차 회절파, H_{21}^i 는 모서리 Q_2 에서 회절 후, Q_1 에서 회절하는 2차 회절파, H_1^{dr} 은 모서리 Q_1 에서 회절 후, 혼 안테나의 하단 내벽에서 반사하는 회절-반사파이고, H_2^{dr} 은 모서리 Q_2 에서 회절 후, 혼 안테나의 상단 내벽에서 반사하는 회절-반사파, H_1^{dra} 는 모서리 Q_1 에서 회절후, 혼의 하단 내벽에서 반사한 후, 다시 모서리 Q_1 에서 회절하는 회절-반사 회절파이고, H_2^{dra} 는 모서리 Q_2 에서 회절후, 혼의 상단 내벽에서 반사한 후, 다시 모서리 Q_2 에서 회절하는 회절-반사 회절파이다. 이러한 회절-반사파 성분들의 계산은 Jull의 논문[3]의 결과를 이용하였다.

$$T_h = -\sqrt{m(Q)m(Q)} \frac{\sqrt{2}}{k} e^{-jkt} e^{-j\pi/4} \cdot \left\{ \frac{-F(X_d)}{2\xi_d \sqrt{\pi}} + q^*(\xi_d) \right\} \quad (18)$$

$$\xi_d = \int_{\kappa(Q)}^{\alpha(Q)} \frac{m(\tau)}{a_0(\tau)} d\tau \quad (19)$$

$a_0(\tau)$ 는 곡률반경이고,

$$m(\tau) = \left[\frac{ka_0(\tau)}{2} \right]^{1/3} \quad (20)$$

$$t = \int_{\kappa(Q)}^{\alpha(Q)} d\tau \quad (21)$$

표 2의 영역은 그림 2와 같이 정의되며, 각 영역에서의 전체 자계성분은 표에 나와있는 것과 같다. H^i 는 입사파, H_1^i 는 모서리 Q_1 에서의 회절파, H_2^i 는 모

서리 Q_2 에서의 회절파, H_{12}^d 는 모서리 Q_1 에서 회절 후, Q_2 에서 회절하는 2차 회절파, H_{21}^d 는 모서리 Q_2 에서 회절 후, Q_1 에서 회절하는 2차 회절파, H_{13}^d 는 모서리 Q_1 에서 회절 후, Q_3 에서 회절하는 2차 회절파, H_{24}^d 는 모서리 Q_2 에서 회절 후, Q_4 에서 회절하는 2차 회절파이다. 플랜지를 연결한 혼의 복사패턴의 계산에서는 일반 혼 안테나의 경우와 달리 회절-반사파 성분들을 포함시키지 않았는데 이는 이들 성분이 전체 자계패턴에 미치는 영향이 매우 미미하기 때문이다.

표 2. 플랜지를 연결한 E 평면 혼 안테나의 각 영역에서의 자계 성분

Table 2. Total magnetic field components of an E-plane horn antenna with flange in each region.

영역구분	전체 자계성분
I 영역	$H^i + H_1^d + H_2^d + H_{13}^d + H_{24}^d + H_{12}^d + H_{21}^d$
II 영역	$H_1^d + H_2^d + H_{13}^d + H_{24}^d + H_{12}^d + H_{21}^d$
III 영역	$H_1^d + H_{13}^d + H_{21}^d$
IV 영역	H_{13}^d
V 영역	$H_{13}^d + H_{24}^d$

표 3. 타원 캡을 연결한 E 평면 혼 안테나의 각 영역에서의 자계 성분

Table 3. Total magnetic field components of an E-plane horn antenna connected with elliptical cap in each region.

영역구분	전체 자계성분
I 영역	$H^i + H_1^d + H_2^d$
II 영역	$H_1^d + H_2^d + H_1^i$
III 영역	H_1^i
IV 영역	$H_1^i + H_2^i$

표 3의 영역은 그림 3과 같이 정의되며, 각 영역에서의 전체 자계성분은 표에 나와있는 것과 같다. H^i 는 입사파, H_1^d 는 모서리 Q_1 에서의 회절파, H_2^d 는 모서리 Q_2 에서의 회절파, H_1^i 와 H_2^i 는 표면회절파를 나타낸다.

III. 수치해석 및 결과

앞에서 유도한 결과식과 표를 이용하여 다양한 모서

리 구조를 가진 E 평면 혼 안테나의 원거리 자계 패턴을 UTD를 이용해 구해 보았다. 그림 5에서 10까지의 자계패턴은 자계의 최대복사강도를 0dB로 정규화한 것이다. 그림 5는 모서리에 부가구조물을 부착하지 않은 $L_e = 11.23\lambda$, $2\theta_e = 28.5^\circ$ 인 E 평면 혼 안테나의 원거리 자계 패턴이다. 혼 안테나의 전면을 0° 로 놓았을 때, 관측각 90° 에서의 불연속을 보정하기 위해 회절-회절파와 회절-반사파 및 회절-반사-회절파까지 고려하였다. 측정치^[7]와 비교해 볼 때, 후엽준위가 약간 높게 나타나고, 혼 안테나의 후반부로 갈수록 이차 회절파에 의한 작은 리플이 생김을 볼 수 있다.

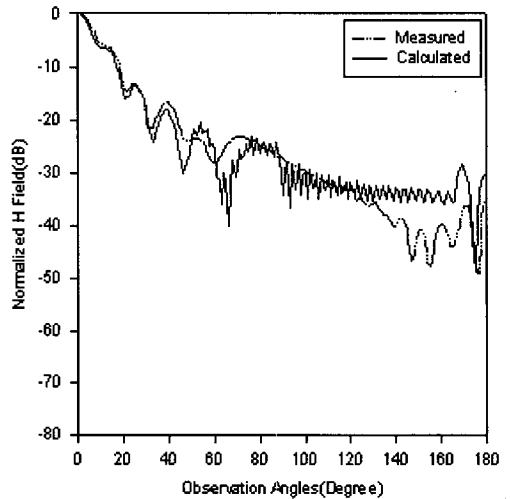


그림 5. E 평면 혼 안테나의 복사 패턴 비교

Fig. 5. The comparison of radiation patterns of E-plane horn antennas with no flange or cap.

그림 6은 $L_e = 11.23\lambda$, $2\theta_e = 28.5^\circ$ 인 E 평면 혼 안테나의 모서리에 길이 3λ 의 플랜지를 사잇각을 달리하여 연결했을 때의 원거리 자계 복사 패턴이다. 플랜지의 각도를 크게 할수록 후엽준위가 작아지고 관측각 90° 에서의 불연속도 커짐을 알 수 있다. 또한 그림 5와 비교해 Q_1, Q_2 모서리에서의 회절파의 세기가 감소해 혼 안테나의 후반부에 작은 리플이 생기지 않음을 볼 수 있다.

그림 7에서는 $L_e = 11.23\lambda$, $2\theta_e = 28.5^\circ$ 인 E 평면 혼 안테나의 모서리에 사잇각은 90° 로 같고 길이가 서로 다른 플랜지를 연결했을 때의 원거리 자계 복사 패턴을 비교하였다. 플랜지의 길이가 증가할수록 후엽

준위가 낮아짐을 알 수 있다. 이는 플랜지의 길이가 증가함에 따라 플랜지 끝단에서의 이차 회절파의 세기가 작아지기 때문이다.

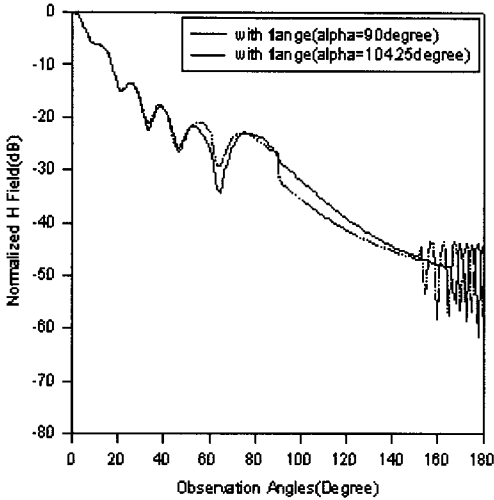


그림 6. 서로 다른 각의 플랜지를 연결한 E 평면 혼 안테나의 복사 패턴

Fig. 6. The radiation patterns of E-plane horn antennas with flange of different angles.

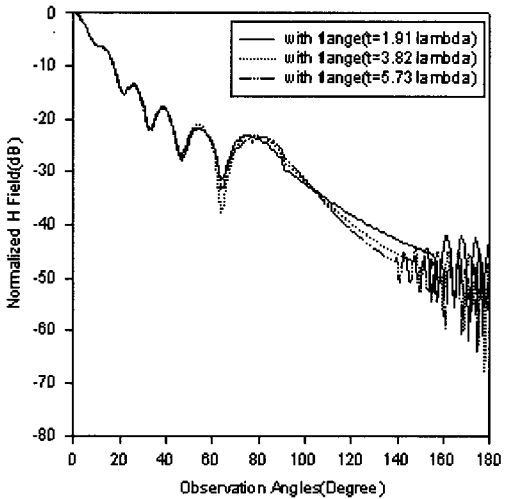


그림 7. 서로 다른 크기의 플랜지를 연결한 E 평면 혼 안테나의 복사 패턴

Fig. 7. The radiation patterns of E-plane horn antennas with flange of different sizes.

그림 8은 $L_e = 11.23\lambda$, $2\theta_e = 28.5^\circ$ 인 E 평면 혼 안테나의 모서리에 반경 3.82λ 의 원형 캡을 연결했을 때의 원거리 자계 복사 패턴이다. 모먼트 법이나 측정치^[7]보다 혼 안테나의 전면에서의 정확도가 다소 떨어

어지나 후엽준위는 비슷한 결과를 나타냄을 볼 수 있다. 모서리에 플랜지를 연결했을 때보다 후엽준위가 급격히 감소하고 방향성도 좋아짐을 알 수 있다.

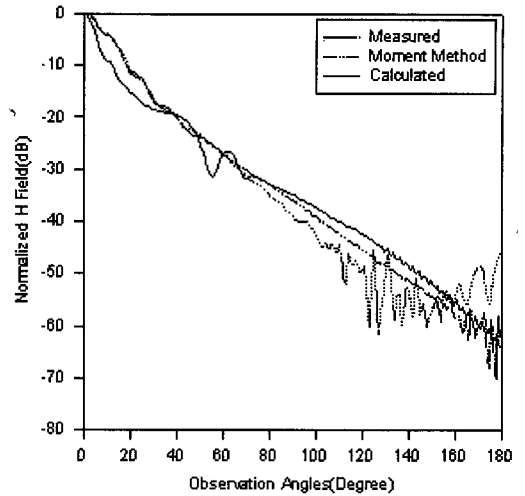


그림 8. 원형 캡을 연결한 E 평면 혼 안테나의 복사 패턴 비교

Fig. 8. The comparison of radiation patterns of E-plane horn antennas with circular cap.

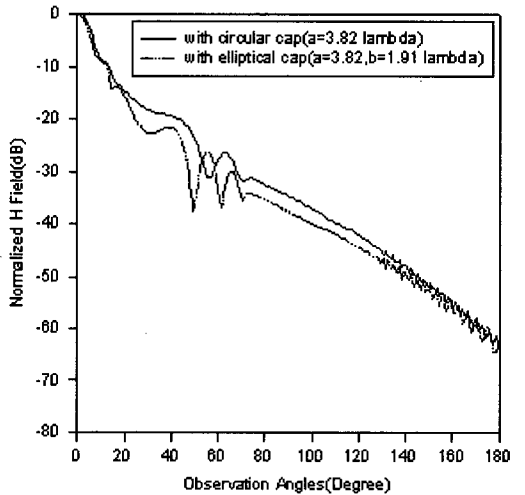


그림 9. 서로 다른 캡을 연결한 E 평면 혼 안테나의 복사 패턴 비교

Fig. 9. The comparison of radiation patterns of E-plane horn antennas with different cap.

그림 9는 $L_e = 11.23\lambda$, $2\theta_e = 28.5^\circ$ 인 E 평면 혼 안테나의 모서리에 반경 3.82λ 의 원형 캡과 장반경 3.82λ , 단반경 1.91λ 인 타원형 캡을 연결했을 때의 원거리 자계 복사 패턴을 비교한 것이다. 그림에서 보

듯이 원형 캡보다는 타원형 캡을 연결했을 때 주빔의 방향성도 좋아지고 부엽준위와 후엽준위가 낮아짐을 알 수 있다. 이는 혼의 경사면과 타원형 캡이 만나 형성된 불연속점에서의 곡률반경이 원의 경우보다 더 커서 회절파의 세기가 작아지기 때문이다. 또한 불연속에 의한 회절파가 존재하지 않는 영역에서는 표면파(creeping wave)가 진행하는 표면의 곡률반경의 감소가 원에 비해 상대적으로 크기 때문에 표면회절파의 세기는 작아진다.

끝으로 그림 10에서는 $L_e = 11.23\lambda$, $2\theta_e = 28.5^\circ$ 인 E 평면 혼 안테나와 모서리에 플랜지와 타원형 캡을 연결했을 때의 원거리 자계 패턴을 비교하였다. 타원형 캡을 연결했을 때의 후엽준위는 플랜지를 연결했을 때보다도 크게 낮아짐을 볼 수 있다.

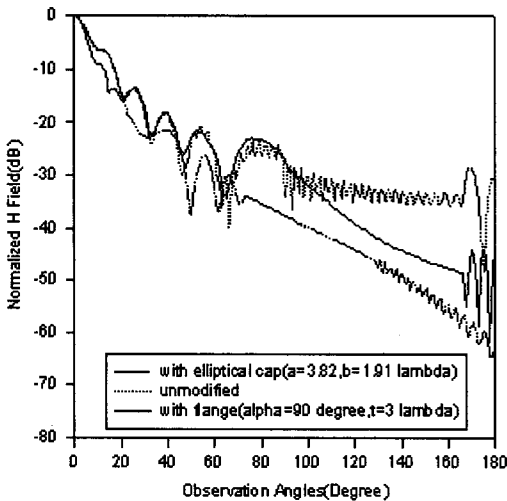


그림 10. 서로 다른 모서리 구조를 가진 E 평면 혼 안테나의 복사 패턴 비교

Fig. 10. The comparison of radiation patterns of various E-plane horn antennas with different edge structures.

IV. 결론

E 평면 혼 안테나의 모서리에 플랜지나 타원형 캡을 연결했을 때 이들이 혼 안테나의 전체 복사 패턴에 미치는 영향을 UTD를 이용해 해석하고 이를 참고문헌 [7] 상의 결과들과 비교해 보았다. 비교를 통해서 볼 수 있듯이 UTD해석 결과와 측정치 및 모멘트법의 결과가 비교적 잘 일치함을 알 수 있었다.

플랜지를 연결한 혼의 경우 모서리에서의 회절파의

크기가 일반 혼 안테나에 비해 작아지고, 이 회절파가 다시 플랜지의 끝단에서 재차 회절을 하기 때문에 후엽준위가 낮아짐을 볼 수 있다. 또한 플랜지의 사잇각과 길이의 변화에 따른 전체 복사패턴의 특징은 사잇각의 크기가 클수록, 그리고 길이가 길수록 후엽 준위가 낮아짐을 알 수 있었다. 타원형 캡을 연결했을 때에는 모서리에서의 회절파의 크기가 더욱 작아지므로 부엽준위가 감소하고, 표면 회절파가 존재하는 영역에서는 원형 캡보다 회절 반경의 급속한 감소로 인해 표면 회절파의 세기도 작아져 후엽준위가 감소하는 특성을 볼 수 있었다.

본 논문의 결과를 통해 E 평면 혼 안테나의 모서리 부분에 부가적인 구조물을 덧붙임으로써 부엽준위와 후엽준위를 줄여 복사 패턴이 개선됨을 알 수 있었다. 향후 피라미드 혼 안테나나 H 평면 혼 안테나의 모서리에 플랜지나 타원형 캡을 연결했을 때 이들이 전체 복사 패턴에 미치는 영향에 관한 연구가 추가되어야 할 것이다.

참고 문헌

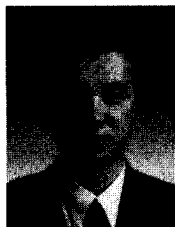
- [1] P. M. Russo, R. C. Rudduck, and L. Peters, Jr., "A method for computing E-plane patterns of horn antennas," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-13, no. 2, pp. 219-224, March 1965.
- [2] J. S. Yu, R. C. Rudduck, and L. Peters, Jr., "Comprehensive analysis for E-plane of horn antennas by edge diffraction theory," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-14, no. 2, pp. 138-149, March 1966.
- [3] E. V. Jull, "Reflection from the aperture of a long E-plane sectoral horn," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-20, pp. 62-68, January 1972.
- [4] J. S. Yu, R. C. Rudduck, "H-plane pattern of a pyramidal horn." *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-17, no. 5, pp. 651-652, September 1969.
- [5] C. A. Mentzer and L. Peters, Jr., "Pattern analysis of corrugated horn antennas," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*,

- vol. AP-24, no. 3, pp. 304-309, May 1976.
- [6] W. D. Burnside and C. W. Chuang, "An aperture-matched horn design," *IEEE Trans. Antennas Propagation*, vol. AP-30, no. 4, pp. 790-796, July 1982
- [7] C. W. Chuang and W. D. Burnside, "A diffraction coefficient for cylindrically truncated planar surface," *IEEE Trans. Antennas Propagation*, vol. AP-28, no. 2, pp. 177-182, Mar. 1980.
- [8] W. D. Burnside, M. C. Gilreath, B. M. Kent, and G.L. Clerici, "Curved edge modification of compact range reflector," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-35, no. 2, pp. 176-182, February 1987.
- [9] J. Choi et. al, "Near axial backscattering from a cone-sphere," *Radio Science*, vol. 25, no. 4, pp. 427-434, July-August 1990.
- [10] D. A. McNamara, C. W. I. Pistorius and J. A. G. Malherbe, *Introduction to the Geometrical Theory of Diffraction*, Artech House, London, 1990
- [11] T. Ishihara and L. B. Felsen, "High frequency fields excited by a line source located on a perfectly conducting concave cylindrical surface," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-26, pp. 757-767, 1979.
- [12] T. Ishihara and L. B. Felsen, "High frequency propagation at long ranges near a concave boundary," *Radio Science*, vol. 23, no. 6, pp. 997-1012, November-December 1988.

 저 자 소 개

朴宰洙(學生會員)

1996년 한양대학교 전파공학과(공학사). 1996년 ~ 1998년 2월 한양대학교 전파공학과(공학석사). 1998년 3월 ~ 현재 LG 전자. 주관심분야는 안테나 설계 및 분석, 전파전파 모델링



崔在薰(正會員)

1980년 한양대학교 전자공학과(공학사). 1986년 미국 Ohio State University 전기공학과(공학석사). 1989년 미국 Ohio State University 전기공학과(공학박사). 1989년 ~ 1991년 미국 Arizona State University 연구교수. 1991년 ~ 1995년 한국통신 위성사업본부 연구팀장. 1995년 ~ 현재 한양대학교 전파공학과 조교수. 주관심분야는 이동통신 및 위성통신용 안테나 설계 및 분석, 마이크로파 수동소자 설계, 전파전파 모델링