

도심지 교차로 지형에 맞는 방사패턴 형성을 위한 기지국용 모노폴 어레이 안테나

Base Station Antenna of Radiation Pattern for the Cruciform using Monopole Array

문 상 만 · 우 종 명* · 신 헌 철**

Sang-Man Moon · Jong-Myung Woo* · Hun-Cheol Shin**

요 약

본 논문에서는 도로지형에 따른 안테나 방사패턴 형성에 대하여 도심지 교차로형 모양의 방사패턴을 갖는 안테나의 설계제작에 그 목적이 있다. 본 논문에서 제안한 도로는 폭 60 m, 길이 200 m의 도심지 8차선 교차로이며 이에 적용할 수 있는 기지국용 안테나의 방사패턴으로 십자형 방사패턴을 제안하였다. 설계 방법으로는 임의의 방사패턴의 형성을 타원식의 합으로 구하였으며, 이에 Woodward-Lawson 방법을 이용한 표본화로 스트립 급전 6소자 모노폴 선형 어레이로 마이크로스트립 기판상에 구현하였다. 제특성 측정 결과, 설계 중심주파수 2 GHz에서 반사손실 -13.5 dB, -10 dB 대역폭 120 MHz(6 %)를 나타내었으며, 방사패턴은 1.95 GHz 대역에서는 ±45°에서의 도로의 길이 방향보다 -6 dB의 감소가 보여져 제안된 도심지 교차로형 방사패턴이 양호한 십자형 방사패턴이 유지됨을 확인하였다.

Abstract

In this paper, cruciform radiation pattern antenna was designed and fabricated. The fabricated antenna is applicable to intersections which is composed of four eight-lane roads each having 60 m of width and 200 m of length. The design theory was based on Woodward-Lawson method and the 6 monopole elements with the strip feeding network are made by linear array on the micro-strip board. In the results, -13.5 dB of return loss and 120 MHz(6 %) of -10 dB bandwidth were obtained at the 2 GHz. Also, at 1.95 GHz, -6 dB of gain fall was seen at ±45° and thus, it is possible to say that the presented antenna has well-shaped cruciform radiation pattern.

Key words: 도심교차로, 평면형 모노폴, Woodward-Lawson, 타원식, 빔합성

I. 서 론

현대 이동 통신의 발달은 우리의 생활을 더욱 윤택하게 하고 있다. 특히, 도심지와 같은 인구 밀도가

높은 지역에서는 이러한 이동 통신의 필요성이 더욱 절실히 요구되고 있는 현실이다. 하지만, 한편으로는 이러한 이동 통신이 그 수용 한계를 넘어선다면 크나 큰 혼돈이 예상되기 때문에 이에 대한 대비책이 필요하게 된다. 이러한 대비책으로 도심지의

극동통신(Kukdong Telecommunication Co., Ltd)

*충남대학교 전파공학과(Department of Radio Sciences & Engineering, Chungnam National University)

**주성대학 정보전자공학과(Department of Information Electronic Engineering, Juseong College)

· 논문 번호 : 20020718-082

· 수정완료일자 : 2002년 10월 1일

통화량이 증대가 예상되는 지역의 교차로와 같은 곳의 기지국에서는 기지국 셀의 세분화가 능동적으로 이루어지고 있다. 이러한 셀 분할의 목적은 통화량 증가에 따른 통화품질 유지에 있는데, 그 방법으로는 다수의 기지국의 안테나로 셀을 더 잘게 나누어 섹터 분할하는 방법을 들 수 있다. 이러한 방법에서 고려되어야 할 사항은 단순한 6각 모양의 셀 분할이 아닌 지형에 맞는 방사패턴으로 셀을 분화한다면 더욱 기지국의 통화 품질 유지에 이득이 있으리라 사료된다. 이렇게 지형에 맞는 방사패턴을 구현함으로써 인접 기지국과의 간섭을 최대한으로 억제하여 다수의 기지국을 설치하는 도심지형 마이크로 셀 방법^{[1][2]}이 있다.

따라서 본 논문에서는 지형에 따른 방사패턴 형성에 대한 연구로 도심지 도로의 교차로에 적용할 수 있는 교차로용 십자형 방사패턴을 나타내는 안테나의 제작을 그 목적으로 하고 있다. 또한, 실제 적용시 고려해야 할 사항을 선택하여 제작의 용이성 및 경제성을 고려, 최초 설계보다 소자 개수를 최소화하여 설계하였다. 최초 설계로 대량생산을 위한 경제성을 고려하여 마이크로스트립상에 스트립 급전 모노폴 어레이를 이용한 12소자를 설계한 후 목적에 부합되는 여건을 유지시키며 8소자, 6소자 일 때의 각 소자의 전류분포를 계산하였으며 이의 검증에 위해 방사패턴을 Ensemble 5.1을 이용하여 확인하였으며, 그 결과, 소자간 전류 분포의 차이를 줄임으로써 최적화 된 스트립 급전 평면형 모노폴^[3] 6 소자 배열 안테나를 설계 제작하여 그 특성을 측정하였다. 이들 결과들에 대해 기술하고자 한다.

II. 본 론

서론에서 언급하였듯이 본 논문에서 논의할 일반적인 도심지 교차로의 모델을 그림 1에 나타내었다. 첫째로 도로의 폭은 그림 1에서 보듯이 도로 1차로의 일반적인 폭을 3.3 m 라고 한다면, 8차선일 경우 26.4 m가 필요하게 되고, 여기에 인도와 인접지역의 건물을 고려한다면 약 60 m를 방사패턴의 영역이라 할 수 있다. 둘째로 도로의 축 방향의 길이는 본 논문에서 적용될 기지국용 안테나가 도심지 마이크로 셀에 적용을 목표로 하기 때문에 200 m로 가정하였

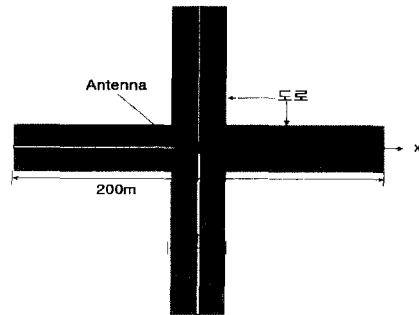


그림 1. 도심지 교차로 모델
Fig. 1. The model of city cruciform.

다. 따라서 도로 방향으로의 길이 방향과 폭 방향의 길이비는 10 : 3이 된다. 또한, 셋째로 교차로라는 특정한 지형이므로 교차로의 중심에서 그 대각 폭과 도로 축 방향도 고려되어야 하는데 그 비가 10 : 4.2 정도가 되도록 도로의 대각 방향 길이도 고려해야 한다. 이들 세가지 사항은 뒤에 보여질 소자 개수 최소화에서 꼭 만족해야 하는 사항이다. 본 논문에서 제안한 도심지 교차로의 방사패턴을 그림 2에 나타내었다.

그림 2는 일반적인 도심지 교차로에서 적용 가능한 기지국 안테나의 방사패턴 모델이다. 이를 구현하기 위해서 일반적인 타원 방정식 4개의 합성인 식 (1)을 이용하여 정규화된 방사패턴을 구현하였다.

$$\rho_m = \frac{xy}{\sqrt{x^2 + (y^2 - x^2)w_1^2}} + \frac{xy}{\sqrt{x^2 + (y^2 - x^2)w_2^2}} + \frac{xy}{\sqrt{x^2 + (y^2 - x^2)w_3^2}} + \frac{xy}{\sqrt{x^2 + (y^2 - x^2)w_4^2}} \quad (1)$$

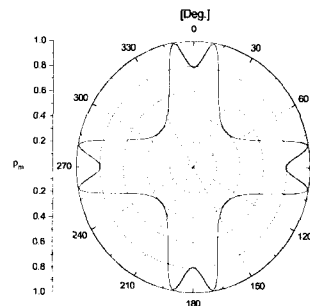


그림 2. 도심지 교차로 방사패턴
Fig. 2. The radiation pattern of city cruciform.

여기서, ρ_m 은 방사패턴의 크기, x, y 는 위치, $w_1 = \cos(\phi_m + \phi)$ 과 $w_2 = \cos(\phi_m - \phi)$ 는 수평 도로, $w_3 = \sin(\phi_m + \phi)$ 와 $w_4 = \sin(\phi_m - \phi)$ 는 수직 도로 방사패턴 모델링을 위한 타원 방정식의 factor 이고, 모두들 각 $\phi_m(5^\circ)$ 씩 틸트 되어 있다. 틸트를 시킨 이유는 타원식의 합으로 도로의 폭을 구현하기 위해서이다. 이 때문에 $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 에서는 0.2의 리플이 나타났다. 이는 인접 셀의 공유지역으로 극복될 수 있을 것으로 사료된다.

위의 식 (1)을 이용하여 그림 2의 방사패턴을 구현한 후, 안테나를 구현하기 위한 표본점을 설정하였는데, 이 방법으로는 빔 합성 방법으로 알려진 Woodward-Lawson 방법을 이용하였다.^{[4],[5]}

Woodward-Lawson 방법을 이용하여 표본점의 표본 각(ϕ_{sm})과 그 각에서의 방사크기인 계수(ρ_m)를 구하여, 어레이 안테나 소자 개수를 앞서 말한 바와 같이 세가지 사양을 만족하면서 12, 8, 6에 따른 간격과 전류분포를 구하였다. 먼저 표 1에 나타난 바와 같이 표본점의 표본 각과 표본점의 계수를 이용하여 12 소자의 각 안테나의 전류분포를 구하였다. 이를 표 2에 정리하였다.

표 2의 소자위치와 소자별 분포되는 급전 전류에 의한 방사패턴을 상용 소프트웨어인 Ensemble 5.1 1D Array를 이용하여 다시 구현하였다. 대칭성을 고려하여 x축 방향의 근사화된 방사패턴만을 그림 3에 나타내었다.

이와 같은 방사특성은 그림 2와 비교하여 보면 최대치 리플이 0° 에서만 보여지며, $\pm 90^\circ$ 에서는 최대치 리플이 없이 0° 와의 레벨 차이가 나타났다. 이는 표본시 Woodward-Lawson 방법 자체가 0° 에서의

표 1. 12 소자의 각 안테나 소자의 표본 각(ϕ_{sm})과 계수(ρ_m) (간격 0.43 λ)

Table 1. The sampling angles(ϕ_{sm}) and coefficients (ρ_m) of 12 elements. (distance= 0.43 λ)

m	ϕ_{sm}	ρ_m	m	ϕ_{sm}	ρ_m
0	90	0.7927			
+1	79	0.9826	-1	101	0.9826
+2	67	0.5479	-2	113	0.5479
+3	53	0.4101	-3	127	0.4101
+4	37	0.4107	-4	143	0.4107
+5	7	0.9332	-5	173	0.9332

표 2. 각 소자의 위치와 전류분포 (12 소자, 간격 0.43 λ)

Table 2. The sampling points and current distribution.(12 elements, distance= 0.43 λ)

소자번호 n	소자위치(y_n)	급전전류 i_n
± 1	$\pm 0.215\lambda$	0.4338
± 2	$\pm 0.645\lambda$	-0.0321
± 3	$\pm 1.075\lambda$	0.1382
± 4	$\pm 1.505\lambda$	-0.1012
± 5	$\pm 1.935\lambda$	0.0300
± 6	$\pm 2.365\lambda$	-0.0590

정확한 방사패턴 근사화를 목적으로 하였기 때문에 90° 에서의 방사패턴 모양은 어긋나게 된다. 또한, $\pm 45^\circ$ 에서도 원하지 않는 리플이 나타났다. 따라서 Woodward-Lawson 방법으로는 본 연구에서는 근사적인 방사모양은 얻을 수 있으나 보다 정확한 방사패턴을 구현하기 위해서는 수정할 필요성이 대두된다. 따라서, 본 논문에서는 Woodward-Lawson 방법으로 대략적인 전류분포를 구한 후, 간격 및 전류분포를 조절하여 제안된 안테나의 방사패턴을 최적화 하였다.

안테나의 간격이 0.42 λ 일 때 12소자의 전류분포를 표 3에 나타내었다.

이로써 그림 4에 나타난 바와 같이 안테나의 소자간 간격을 0.01 λ 의 미세 변화에 의해 표본각의 변화로 $\pm 90^\circ$ 의 방사 레벨이 0° 와 같게 되었으며, 이는 0.42 λ 의 간격일 때 0° 근처의 각이 표본되어졌기 때문에 더 최적화된 양상을 나타내었다. 또한,

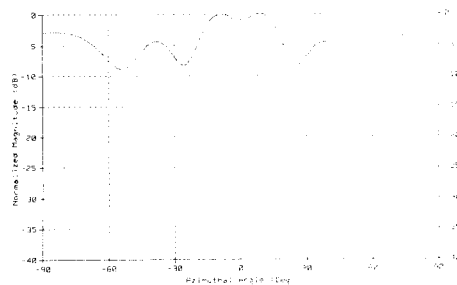


그림 3. 소자의 위치와 급전전류를 이용한 방사패턴 근사화(Ensemble 5.1 이용)

Fig. 3. Approximation of radiation pattern using position and feeding current of elements. (used Ensemble 5.1)

표 3. 각 소자의 위치와 전류분포
(12소자, 간격 0.42 λ)
Table 3. The sampling points and current distribution.(12 elements, distance= 0.42 λ)

소자번호 n	소자위치(y_n)	급전전류 i_n
±1	±0.21λ	0.4261
±2	±0.63λ	-0.4482
±3	±1.05λ	0.1654
±4	±1.47λ	-0.1231
±5	±1.89λ	0.0402
±6	±2.31λ	-0.0674

±45°에서는 본 논문에서 목적인 바와 같이 교차로 대각과 도로 축 방향의 방사비가 -7.535 dB (=20 × Log (0.42))를 나타냄으로써 본 논문에서 제안한 방사패턴과 거의 일치되었다. 하지만, ±90°에서의 리플현상은 broadside 방향의 패턴이기 때문에 구현되기가 어렵다.

그러나 실제 이와 같이 12 소자를 이용하여 0.42λ로 안테나를 배열한다면 바람의 영향으로 도심지 교차로에 사용되지기에는 너무 클 수 있다. 따라서 가능한 소자의 개수를 줄이고 간격과 소자의 전류분포를 재 최적화하여 본 논문에서 제시하는 도심지 교차로형 십자형 방사패턴을 얻을 수 있는 방향으로 지향하는 것이 바람직하다. 따라서, 위와 같은 방법으로 목적하는 바 내의 방사패턴을 만족할 수 있는 안테나를 구현하기 위해 소자의 개수를 줄여가며 그때의 간격과 전류분포를 변화시켜 최적화 패턴을 계산하였다. 이 때 최적화시에 고려된 사항은 0°와 ±90°의 방사 레벨이 같아야 하고, ±45°에

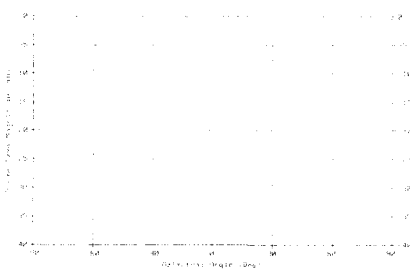


그림 4. 소자의 위치와 급전전류를 이용한 방사패턴 최적화(Ensemble 5.1이용)
Fig. 4. The most suitable radiation pattern using position and feeding current of elements. (used Ensemble 5.1)

표 4. 각 소자의 위치와 전류분포
(8소자, 간격 0.39 λ)
Table 4. The sampling points and current distribution.(8 elements, distance= 0.39 λ)

소자번호 n	소자위치(y_n)	급전전류 i_n
±1	±0.195λ	0.3980
±2	±0.583λ	-0.0976
±3	±0.975λ	0.1540
±4	±1.365λ	-0.0580

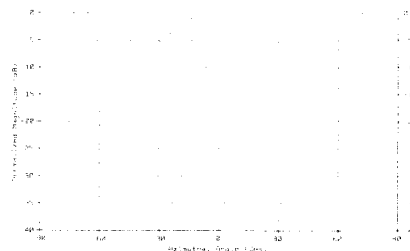


그림 5. 8 소자시 최적 방사패턴(간격=0.39λ)
Fig. 5. The most suitable radiation pattern using 8 elements.(distance=0.39λ).

표 5. 각 소자의 위치와 전류분포
(6소자, 간격 0.34 λ)
Table 5. The sampling points and current distribution.(6 elements, distance= 0.34 λ)

소자번호 n	소자위치(y_n)	급전전류 i_n
±1	±0.17λ	0.4245
±2	±0.51λ	-0.1857
±3	±0.85λ	0.1576

서는 -7.5 dB의 방사역제가 있어야 함을 그 기준으로 하였다.

표 4에서는 안테나의 소자 개수가 8이고, 소자간 간격이 0.39 λ일 때 전류분포를 나타냈고, 이 때 계산된 방사패턴을 그림 5에 나타내었다. 여기서, 최대값의 부근에서의 레벨 저하가 완만하게 이루어지고 ±90°에서의 -3 dB 빔 폭이 넓어지는 현상이 나타나지만, 0°, ±90°의 동일 최대 레벨 유지 및 ±45°에서의 -7.5 dB 레벨 저하 기준은 다소 못 미치지만 -6.9 dB로 양호한 특성을 나타내고 있다. 표 4에서 나타내듯이 실제 안테나 배열시 2번과 4번 소자의 전류 분포가 1번과 3번 소자에 비하여 상대적으로 크다. 이는 임피던스가 차이가 너무 크기 때문에 일반적으로 150 Ω까지 구현할 수 있는 마이크로스트

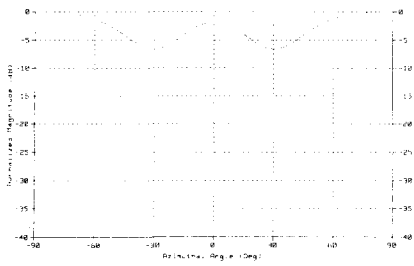


그림 6. 6 소자시 방사패턴(간격=0.34λ)
Fig. 6. The radiation pattern using 6 elements.
(distance = 0.34λ)

립 상에 급전선로 구현이 까다롭다. 따라서 소자수와 소자간 전류 분포를 줄이면서 방사 특성을 유지하도록 6소자로 구성된 전류 분포 및 방사패턴을 계산하였다. 그 결과를 표 5와 그림 6에 나타내었다. 그림 6에서는 6소자시의 방사패턴을 나타내었다. 이때의 소자간 간격은 0.34 λ이며, 이때에는 0°에서의 방사가 ±90°일 때보다 1.5 dB 작게 나타나지만, 이론적인 방사패턴에서도 ripple에 의한 영향으로 2 dB(=20×Log(0.8)의 감쇠가 예상되므로 최적화 되었다고 할 수 있다. 6소자 이하에서는 소자의 수가 너무 작아 목적인 바의 방사패턴이 이루어지지 않는 것으로 계산되었다. 따라서 본 논문에서는 표 5의 전류분포를 정규화 하여 실현 가능한 비율의 전류 분포로 다시 최적화 하였다.

표 6에서는 표 5의 전류분포를 정규화한 후 다시 방사패턴을 구현해 보았고, 약간의 튜닝으로 목적인 바의 방사패턴을 나타내는 전류 분포를 얻을 수 있었다. 또한, 전류분포의 비율도 표 5에 비하여 그다지 크지 않아서 임피던스 변화도 작을 것으로 사료되고, 이는 실제 제작시에도 장점이 된다. 그림 7에서는 이렇게 정규화 된 최적의 방사패턴을 나타내

표 6. 정규화 된 각 소자의 최적 위치와 전류분포
(6소자, 간격 0.32 λ)

Table 6. The normalized sampling points and current of the most suitable distribution.

(6 elements, distance= 0.32 λ)

소자번호 n	소자위치(y_n)	급전전류 i_n
±1	±0.17λ	0.55
±2	±0.51λ	- 0.3
±3	±0.85λ	0.25

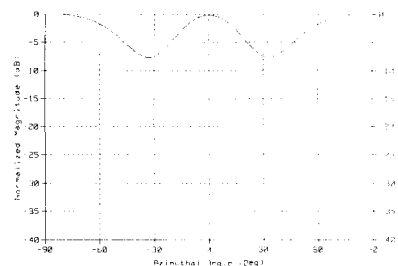


그림 7. 6 소자시 최적화된 방사패턴(간격 = 0.32λ)
Fig. 7. The most suitable radiation pattern using 6 elements.(distance=0.32λ)

었으며, 표 6을 참고하여 본 논문에서는 6소자 모노폴 선형 어레이를 스트립 급전을 이용하여 위상과 전류분배를 실제로 구현하였다.

제작된 안테나의 외형을 그림 8에 나타내었다. 전체 크기는 소자간 간격 0.32 λ로 8소자로 구성되어 있으며, 제작 형태는 마이크로스트립 기판으로 한면에 구현하였기 때문에 대량생산에 의한 비용절감 효과를 기대할 수 있다.

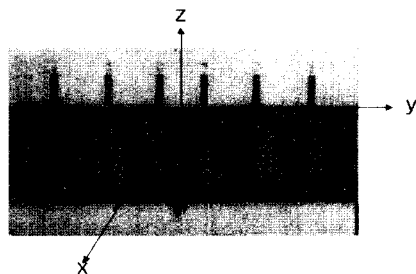


그림 8. 제작된 안테나
Fig. 8. The figure.

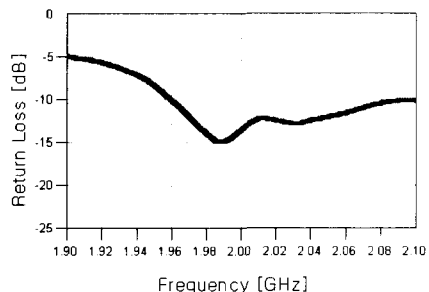
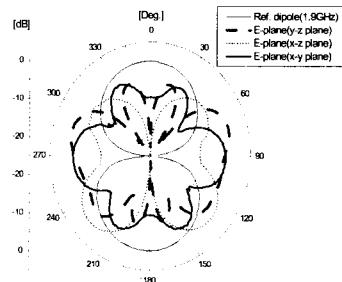


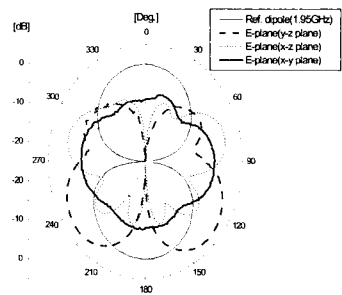
그림 9. 제작된 안테나의 반사손실
Fig. 9. The return loss.

그림 9에서는 제작된 안테나의 반사손실을 나타내었다. 설계 주파수 2 GHz에서 -13.5 dB의 반사손실을 나타내었으며, -10 dB 대역폭은 120 MHz (6% : 1.96 GHz~2.08 GHz)를 나타내었으나, 어레이에 의한 영향으로 이보다는 다소 작은 대역폭으로 사료된다. 또한, 급전전도 2 GHz로 설계되었기 때문에 실제 십자형 방사패턴을 나타내는 주파수 대역도 -10 dB 임피던스 대역폭보다는 작을 것으로 사료된다. 또한, 소자간 유전체의 실효 유전율을 고려하면 설계 주파수에서의 십자형 방사패턴을 얻을 수 있고, 실제 시스템에 적용시에는 대역폭 확대가 필요할 것으로 사료된다.

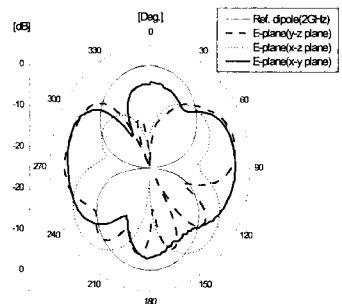
그림 10에서는 실제 측정된 방사패턴을 나타내었다. 그림 10 (a)와 (b)에서 보듯이 1.9 GHz에서 1.95 GHz까지 본 논문에서 x~y 평면에서 제안된 십자형 방사패턴 모양의 특성이 보여진다. 따라서, 빔 형성 대역폭은 약 50 MHz(2%)라 할 수 있다. 주파수별 방사패턴 특징으로는 주파수가 높아질수록 0°와 180°에서는 ripple이 적어지면서 ±45°, ±135°에서의 레벨이 점점 상승하는 것이 보이다가 그림 10(c)의 2.0 GHz에서는 다시 방사량이 0°와 180°에 null이 생겨 상대적으로 차이가 커진다. 이는 설계 주파수보다는 다소 낮은 주파수에서 십자형 방사패턴이 보여지지만, 이는 스트립 급전을 이용한 급전시 하나의 기관으로 제작하였기 때문에 모노폴 소자간의 간격이 공기중의 간격보다 유전체로 인하여 그 간격이 더 넓어졌기에 반사 손실특성과 제안된 방사패턴이 나타나는 주파수의 차이가 생겼다고 여겨지며, 이는 실제 제작시의 기관의 유효 비유전율이 모노폴 방사소자에서는 소자 어레이 축방향에 놓여진 모노폴 소자 사이의 유전체의 영향으로 조금 높아진 것으로 사료된다. 하지만, 0°, ±90°, 180°에서의 방사량이 같고, ±45°, ±135°에서의 방사가 억제되었으며, 그 방사 억제량 역시 1.95 GHz에서는 -6 dB를 나타내었기 때문에 본 논문에서 원하는 십자형 방사패턴을 얻었다고 할 수 있다. 또한, elevation 방사패턴으로 그림 10의 x~z, y~z 방사패턴은 z축 방향(지면 방향)으로 지향되고 있기 때문에 실제 시스템(도로지형 기지국 안테나)에 적용시 장점으로 작용 될 것으로 사료된다.



(a) 1.9 GHz 방사패턴
(a) The radiation pattern in 1.9 GHz



(b) 1.95 GHz 방사패턴
(b) The radiation pattern in 1.95 GHz



(c) 2.0 GHz 방사패턴
(c) The radiation pattern in 2.0 GHz

그림 10. 제작된 안테나의 방사패턴
Fig. 10. The radiation pattern.

III. 결 론

본 논문에서는 지형에 따른 안테나의 방사패턴 형성에 대한 연구로 통신량이 증가가 예상되는 도심지 교차로에 적용할 수 있는 기지국용 안테나로써 4개의 타원 방정식 합성으로 구현된 방사패턴을

구현하기 위해 스트립 급전 6소자 모노폴을 이용한 선형 어레이 십자형 방사패턴의 빔 합성 안테나의 제작에 그 목적이 있다. 제작된 안테나는 제작의 용이성과 경제성을 고려하여 대량생산이 가능한 마이크로스트립 기판에 구현하였다. 그 결과, 설계 중심 주파수 2 GHz에서 -13.5 dB의 반사손실을 나타내었고, -10 dB 대역폭은 120 MHz (6% : 1.96 GHz ~ 2.08 GHz), 십자형 방사패턴을 나타내는 주파수 대역은 -10 dB 대역폭보다 적은 약 50 MHz (2% : 1.9 GHz~1.95 GHz)를 나타내었다. 따라서, 본 논문에서 제안한 안테나가 도심지 교차로용 십자형 방사패턴 기지국 안테나로 적용될 수 있음을 확인하였다. 또한, 이러한 연구를 통하여 지형에 따른 빔 합성연구의 토대를 마련하였다고 사료된다.

금후, 실제 시스템에 적용시에는 방사소자의 변형으로 대역폭 확대면에서는 더욱 연구를 진행할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 문상만, 우종명, 신현철, 류미라, "스트립 급전 모노폴 12배열을 이용한 직사각형 방사패턴 기지국용 안테나", 한국통신학회 하계종합학술대회 논문집, pp. 868~871, 2001년.
- [2] 신현철, 문상만, 우종명, "도시 지역에 적합한 직사각형 방사 패턴을 갖는 이동통신 기지국 안테나", 한국전자과학회 논문지, 12(6), pp. 1018~1024, 2001년 10월.
- [3] 문상만, 이종환, 우종명, 신현철, 이기환 "평면형 모노폴 야기-우다 안테나", 10차 유도무기 학술대회 논문집, pp. 413-417, Dec. 2000.
- [4] C. A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, pp. 353-358, Wiley, 1997.
- [5] W. L. Stutzman, G. A. Thiele. *Antenna Theory and Design*, pp. 365-377, Wiley. 1998.

문 상 만



2000년 2월: 충남대학교 전파공학과 (공학사)
 2002년 2월: 충남대학교 전파공학과 대학원 (공학석사)
 2002년 1월~현재: (주)국동통신 연구원
 [주 관심분야] 안테나

신 현 철



1985년 2월: 건국대학교 전자공학과 (공학사)
 1989년 2월: 건국대학교 전자공학과 (공학석사)
 1997년 2월: 건국대학교 전자공학과 (공학박사)
 1989년 6월: 대우전자 기술연구소
 1992년 2월~현재: 주성대학 정보전자공학과 부교수
 [주 관심분야] 초고주파 회로 및 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 9월~현재: 충남대학교 전파공학과 조교수
 [주 관심분야] 안테나