

전주시 BIS 기지국용 안테나 제작 및 활용

Fabrication and Application of BIS Base Station Antenna in Jeon-Ju City

고진현*
(JinHyun-Ko)

박주문**
(JooMoon-Park)

하재권***
(JaeKwon-Ha)

박덕규****
(DukKyu-Park)

요약

본 논문에서는 ITS 서비스 구성 요소 중의 하나인 BIS(Bus Information System)의 기지국용 전방향성 안테나를 설계 및 제작하고 그 특성을 측정하였다. 제작된 BIS 기지국용 안테나는 전주시 도심의 주요 교차로의 신호등 gantry에 설치된다. 통신 영역이 차선의 개수와 교차로 크기, 도로의 방향에 따라 상이한 경우에도 요구된 통신 성능을 얻기 위해 최대 100m 통신 영역을 확보하기 위해 10dBi 정도의 고 이득이 요구된다. 이를 위해 OMA(Omni-directional Planar Microstrip Antenna)를 배열한 구조를 적용하였다. 제작된 안테나의 동작 중심 주파수는 5.8GHz이고, 반사손실은 -10 dB를 기준으로 640MHz 이상, 이득은 10.3dBi를 얻었으며, 빔 패턴은 전방향성으로 시뮬레이션 결과와 측정 결과가 유사하게 나타나고 있다.

Abstract

This paper describes the design, fabrication, and measurement of a omni-directional beam pattern antenna for base station of the BIS which is one of the ITS services. The antenna is installed on the signal lamp of important crossroad and provides the wireless communication link between vehicles and RSE(Road Side Equipment). The required characteristics of BIS base station antenna are omni-directional beam pattern and specific beam pattern by the road and install environment and installed place of OBU. To get omni-directional beam pattern of antenna, Array configuration and OMA are applied. The measured results of fabricated antenna are as follows; return loss of 640MHz by -10dB, and a gain of 10.3dBi. It is found that the measured beam patterns are similar to design results.

Key Words : DSRC, BIS, RSE, Array Antenna, Omni-directional Beam Pattern

1. 서론

교통 체증 완화와 교통 안정성, 그리고 운전자의 편의성 등을 고려한 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transport System) [1]의 구축과 도입 활

용이 향후 국가 산업의 경쟁력 확보와 복지 국가 구현 측면에서도 중요한 이슈가 되고 있다. 이에 따라 세계 각국에서는 교통 시스템의 고도화를 추진하기 위해서 다양한 ITS 서비스와 표준화 시스템 구축을 위한 활발한 연구 노력이 추진되고 있

* 회원 : 블루웨이브텔 선임연구원

** 회원 : 블루웨이브텔 전임연구원

*** 회원 : 블루웨이브텔 대표이사

****비회원 : 목원대학교 정보통신공학과 교수

† 논문접수일 : 2004년 9월 21일

다. 이미 국내에서도 1994년 건설교통부의 ITS 기본 계획 수립과 2001년 3월 'ITS 기본 계획 21'이 확정되었다. ITS 초기 연구와 투자는 정부주도의 인프라 구축 사업에 초점을 두었지만, 2005년도부터는 1500억원 이상의 정부 및 민간 투자를 통해 텔레매틱스 관련 서비스가 더욱 활성화될 것으로 예상된다. 특히, 민간 기업들과 지방자치 단체의 인프라 구축 활성화에 따라서 ITS를 구성하는 하부시스템, 단말, 서비스, 콘텐츠와 같은 응용 시스템 개발 분야로 급속하게 확산 발전되고 있는 실정이다.

본 논문에서는 이와 같은 ITS 서비스 구성 요소 중의 하나인 DSRC를 기반으로 하는 BIS(Bus Information System) [2]에서 주요 교차로의 신호등에 장착되어 이동체와 무선 통신 링크를 연결해주는 기지국용 전방향성 안테나를 설계 및 제작하고 그 특성을 측정하였다. 제작된 BIS 기지국용 안테나는 이미 전주시의 주요 교차로 신호등 Gantry에 장착되어 BIS 서비스 시범 운용에 적용되고 있다. 특히, BIS 기지국용 안테나가 반경 100m 이상의 통신 영역을 갖기 위해서는 송신파워와 수신 Dynamic Range를 기반으로 공간손실, 이동체 유리창 손실, 지향 손실 등을 고려할 경우, 10dBi 정도의 고이득이 요구된다[3].

본 논문의 II.에서는 BIS 개요와 BIS 기지국 안테나 기능 요구 사항과 설계 요구 규격을 제시한다. III.에서는 안테나 구조 설계와 설계 방법이 서술되고 IV.에서는 안테나 제작과 측정 결과가 분석되었으며, V의 결론 부분으로 구성된다.

II. BIS 시스템 및 기지국 안테나 설계 요구 규격

DSRC에 기반한 BIS의 기본 사양은 <표 1>과 같다.

BIS 기지국용 전방향성 안테나의 요구 규격은 <표 2>와 같다.

BIS 기지국 안테나는 향후 고속 광대역 서비스를 제공할 수 있도록 중심 주파수 5.8GHz에서

<표 1> DSRC 통신 시스템 사양

Item	Roadside Equipment
Frequency	5.795GHz ~ 5.815GHz
Maximum 송신 전력	10dBm
Coverage	> 반경 100m
BER	< 10 ⁻⁵
Data Rate	1 Mbps
Modulation	ASK
Dynamic Range	-78dBm ~ -30dBm

<표 2> DSRC 기반의 BIS 기지국 안테나 요구 규격(5)

Item	Roadside Equipment
Carrier Center Frequency	5.8 GHz
Bandwidth	>10MHz
Polarization	Vertical
Beam Pattern	Omni-Directional
Gain	>10dBi
VSWR	<1.5
Cross-Polarization	>25dB

10MHz 이상의 대역폭 특성이 요구된다. 교차로 간의 거리, 교차로 크기, 도로 차선 개수, 도로 방향과 경사 각도, 그리고 주변 건물과 중앙 분리대 형태 등에 따라서 전파 도달 영역이 제한을 받기 때문에 동일 특성의 기지국 안테나로 동일한 성능의 통신 영역을 확보한다는 것은 매우 어렵다. 따라서, 통신 영역은 왕복 8차선 도로가 4방향으로 교차하는 경우를 기본으로 교차로 신호등에서 이동체가 30m~100m 정도의 거리에서 RSE와 OBU가 BIS 정보를 충분히 교환할 수 있는 통신 영역을 확보할 수 있는 빔 패턴 특성이 요구된다. 이때 자유 공간 손실인 LFS(Loss of Free Space)는 거리와 주파수에 비례하는 함수로서, $LFS = 10 \log (4\pi d/\lambda)^2$ dB로 나타나며, 계절과 온도에 따라 대기 매질이 변화하기 때문에 통신 영역도 변화할 수 있다. 5.8GHz에서 거리에 따른 자유 공간 손실은 <표 3>과 같다.

<표 4>에서는 이동체 단말기인 OBU의 수신 레벨을 거리 100m인 경우에 링크 버짓을 통해 얻은 값을 보여주고 있다.

〈표 3〉 5.8GHz에서의 자유 공간 손실

Distance	자유 공간 손실
1m	-47.7dB
5m	-61.7dB
10m	-67.7dB
100m	-87.7dB
1000m	-107.7dB

〈표 4〉 이동체 단말기 OBU 수신레벨

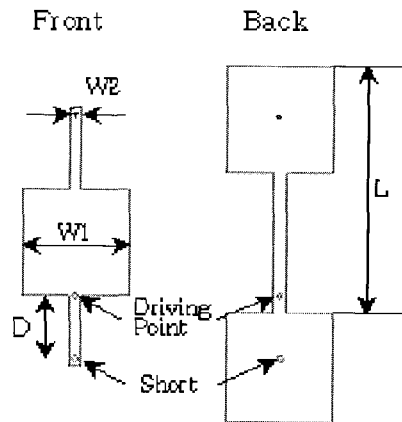
Contents	Spec	Rmark
RSE 출력	10dBm	
RSE Ant. 이득	10.3dBi	
OBU Ant. 이득	5.4dBi	
자유 공간 손실	-87.7dB	100m 진행시
기타 총 손실	-11dB	지향, 레이돔, 이동체 유리창 등
수신레벨	-72.7dBm	

통신 반경이 100m이면, 자유 공간 손실은 87.7dB 이고 송신 전력이 10dBm일 경우에 이동체 단말기에서의 수신레벨이 -72.7dBm으로 Dynamic Range의 최소 레벨이 일반적으로 -80dBm 이하이므로 10dBi 이상의 BIS 기지국용 전방향성 배열 안테나가 요구된다.

Ⅲ. 안테나 설계

3-1. 안테나 기본 구조

안테나 설계에서 사용할 기관 특성이 정의되면 단일 방사 요소를 설계하여, 공진 주파수와 대역 특성 등을 조사 분석한다. 사용된 안테나 방사 기관은 Chukoh사의 CGP-500 기관($\epsilon_r=2.6$, $H=20\text{mil}$)을 이용하였으며, MOM(Method of Moment)방식의 상용화 도구 Ensemble 8.0을 이용하여 안테나의 설계 변수들을 추출하였다. 제안된 기본 단일 안테나는 OMA(Omni-directional Planar Microstrip Antenna)를 이용하여 H-plane으로 전방향성 빔 패턴 특성을 얻을 수 있는 구조를 선택하였다.[4]



〈그림 1〉 기본 구조 안테나 설계

중심 주파수 5.8 GHz에서 안테나의 기본 구조는 <그림 1>과 같고 이때의 설계 변수는 <표 5>와 같다.

〈표 5〉 기본 구조 안테나 설계 사양

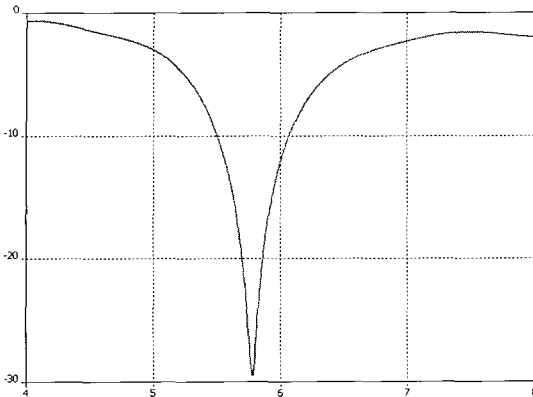
Parameter	Value [mm]
L	31.5
W1	13
W2	1.46
D	7.9

그림 2는 기본 구조 안테나의 반사계수 시뮬레이션 특성으로 5.80GHz에서 제일 좋은 반사계수 특성을 나타내고 있다.

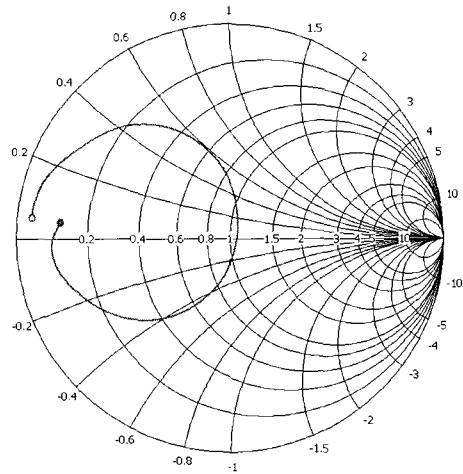
기본 안테나의 설계 변수가 표 5와 같은 값을 가질 때, 가장 높은 이득의 전방향성 빔 패턴 특성을 얻었으며, 반사계수 또한 -28dB 이하의 좋은 특성을 보여주고 있다. 시뮬레이션 이득은 중심주파수 5.80GHz에서 약 4.5dBi로 나타나고 있다.

3-2. 배열 안테나 설계

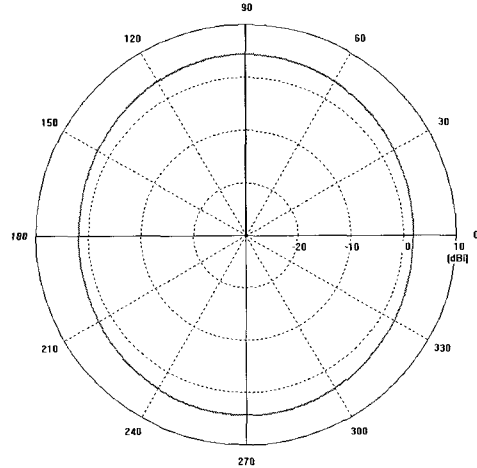
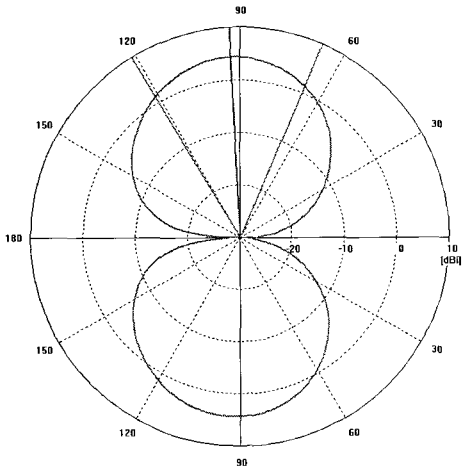
기본 구조 안테나의 설계를 바탕으로 배열 안테나가 설계되며, 주 빔의 폭과 전체 이득 규격에 따라서 안테나 방사 소자 수가 결정된다. 2장의 요구 규격과 같이 10dBi 이상의 고이득을 얻기 위해서



1) 기본 구조 안테나의 반사계수 특성



2) 기본 구조 안테나의 입력 임피던스 특성



3) 5.80GHz에서 기본 구조 안테나의 E-plane 빔 패턴 4) 5.80GHz에서 기본 구조 안테나의 H-plane 빔 패턴

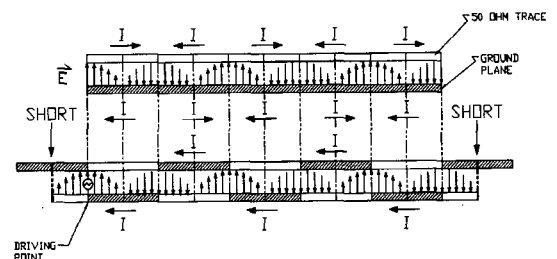
<그림 2> 기본 구조 안테나 시뮬레이션 결과

기본 안테나를 8단으로 직렬 배열하여 설계하였다. OMA의 기본 구조는 급전점에서 아래쪽의 Short Point까지의 거리 D는 $\lambda/4$ 로서, 급전점에는 중심주파수 5.80GHz에서 Short Point는 보이지 않고 Open으로 보이게 된다. 또한 패치간의 거리 L은 직렬 급전 형태로 각 패치에서의 위상이 같아야 한다. 따라서 각각 λ 만큼의 간격을 두고 배열 하였다. 마지막으로 이득 향상을 위하여 8단 배열을 한 후에 끝점에서도 $\lambda/4$ 만큼의 거리를 두고 Short Point를 두어 신호의 누설을 방지 하였다. 직렬급전을 통한 배열에서 급전 라인은 50 Ω 라인을 사용하였다.

그림 3은 설계된 배열 안테나에서의 Electric

Field를 보여주고 있다.

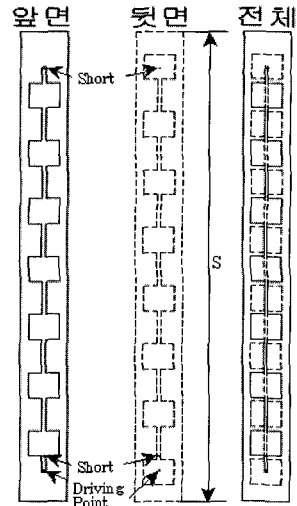
그림 3의 첫 번째 그림은 일반적인 Microstrip 전송 라인과 접지를 옆에서 바라본 모습으로 전기장은 전자기파가 오른쪽으로 이동하는 모습을 보



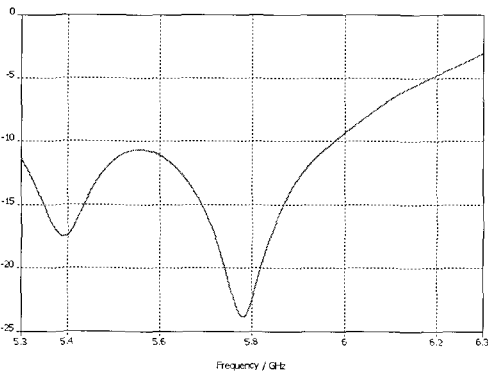
<그림 3> 배열 안테나의 Electric Field

여준다. 또한 최대 전류가 발생하는 곳에서 최소 전기장이 형성되며, 반주기마다 반복되는 것을 보여준다. 그림 3의 아래 그림은 Microstrip 전송 라인과 접지면을 반파장 간격으로 서로 교차하여 구성한 것이며, 전류는 폭이 넓은 면(Microstrip 전송선의 접지면)에서 모두 동일한 위상으로 나타나는 것을 보여주고 있다. 전기장은 각 불연속 단면(전송 라인과 접지면이 연결되는 곳)에서 최대가 되고, 이 단면에서 방사가 이루어진다. 따라서 방사 요소는 폭이 넓은면(접지면)의 폭과 관련되며, 폭이 충분하지 못하면 방사가 이루어지지 못하게 된다. 급전점에서 50Ω 임피던스는 두 전송라인의 폭을 적당히 조절함으로써 매칭이 가능하다.

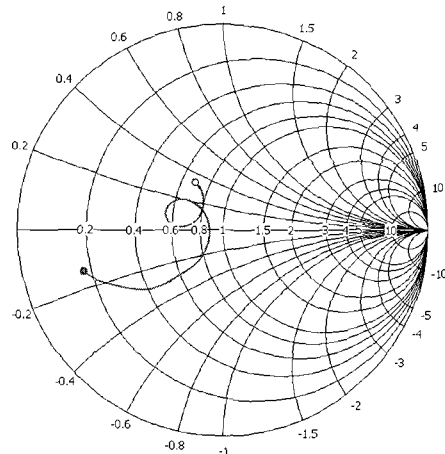
그림 4는 제안된 기본 구조 안테나를 8단으로



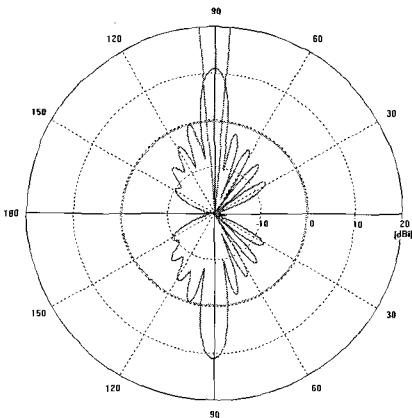
〈그림 4〉 배열 안테나 구조



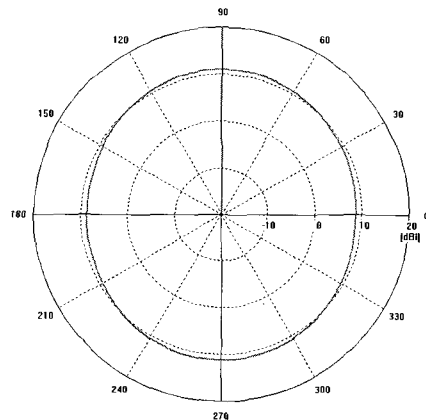
1) 배열 안테나의 반사손실 특성



2) 배열 안테나의 입력임피던스 특성



3) 5.80GHz에서 배열 안테나의 E-plane 방사 패턴



4) 5.80GHz에서 배열 안테나의 H-plane 방사 패턴

〈그림 5〉 배열 안테나의 방사 패턴 시뮬레이션 결과

배열한 배열 안테나의 구성도이다.

배열 안테나는 양면으로 이루어져 있고 양쪽 끝 부분에서 $\lambda/4$ 떨어진 지점에는 앞면(신호)과 뒷면(접지)을 관통하여 연결한 Short Point가 있으며, 안테나의 전체 길이 S는 26cm이다.

임피던스 정합 특성을 보이는 급전 손실과 정제 파비는 배열에 따른 부정합요소가 발생되어 단일 소자에 비해 높아진다. 급전 손실이 증가하더라도 배열수가 많아지면 소자 수에 비례하는 공진대역이 넓어져 대역폭은 증가한다.

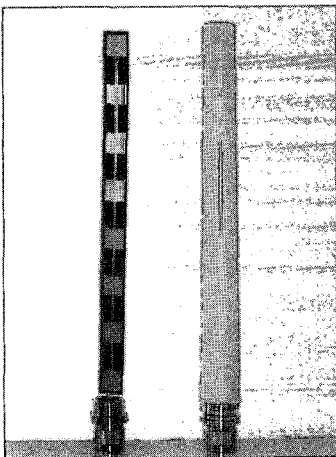
그림 5는 기본 구조 안테나를 8단으로 배열하여 설계된 BIS 기지국용 안테나의 반사 손실, 입력 임피던스, 방사 패턴이다.

8단 배열 안테나의 반사 손실은 그림 5의 1)에서 보는 바와 같이 기본 안테나의 반사손실과 거의 유사하고, 배열 효과에 의한 광대역 효과가 나타나고 있다. 방사 패턴은 그림 5의 3), 4)와같이 일반적인 전방향성 안테나의 빔 패턴이 잘 나타난다.

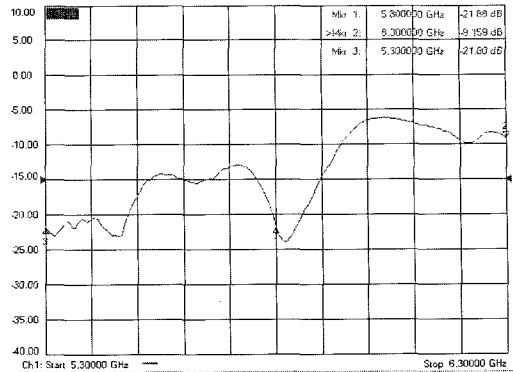
IV. 제작 및 측정결과 분석

제작된 BIS 기지국용 전방향성 안테나는 그림 6과 같다.

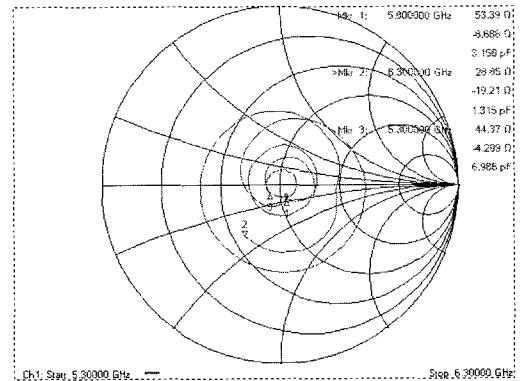
당사의 필름 제작 시설과 예칭 장비, 그리고 그동안 축적된 설계 기술과 제작 기술과의 오차를 극복할 수 있는 경험으로 0.05mm 이내 오차의 선



〈그림 6〉 제작된 안테나 사진



1) 제작된 배열 안테나의 반사계수 특성



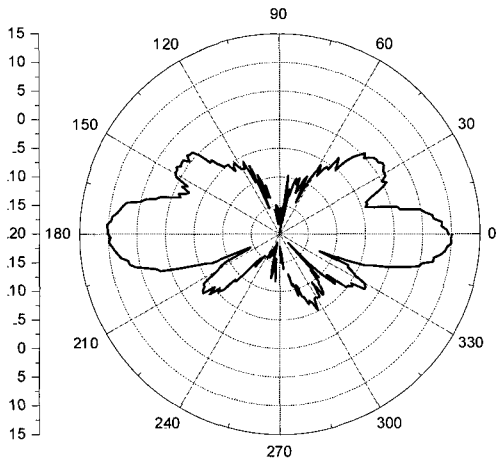
2) 제작된 배열 안테나의 입력임피던스 특성
〈그림 7〉 제작된 배열 안테나 성능 측정 결과

폭과 패치 설계 제작이 가능하였다.

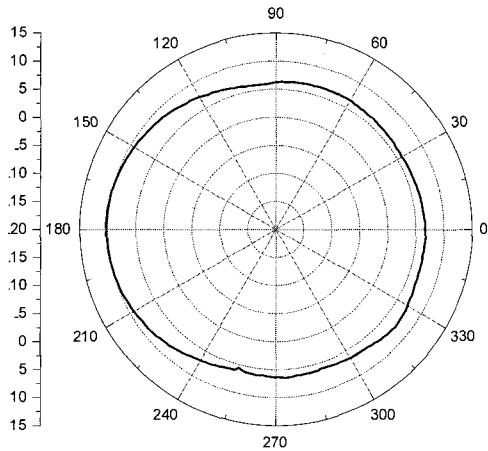
측정은 HP 8510C Network Analyzer를 이용하였다. 제작된 BIS 기지국용 전방향성 안테나의 반사 손실 및 입력임피던스는 그림 7과 같다.

측정결과는 시뮬레이션에서 얻은 특성들과 거의 동일함을 알 수 있다. 측정된 안테나의 반사 계수와 입력 임피던스는 시뮬레이션 결과에 비해 10MHz 정도 하양 이동하였지만, 전체 대역폭은 시뮬레이션 결과보다 조금 넓어졌음을 알 수 있다. 이는 안테나를 배열함으로써 얻어진 효과라 할 수 있다.

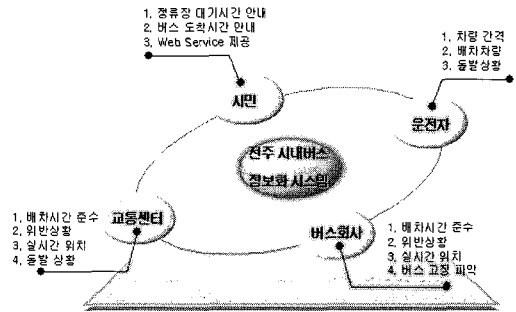
그림 8은 제작된 안테나의 방사패턴이다. H-Plane의 빔 패턴은 전방향성 빔 패턴 특성을 나타내고, E-Plane 빔 패턴은 일반적인 전방향성 안테나의 패턴인 8자 형태가 나타나며 배열 효과로 인하여 사이드 로브가 나타나고 있다. 이때 3dB 빔 폭은 약 22°이고, 이는 시뮬레이션과 측정결과가 유



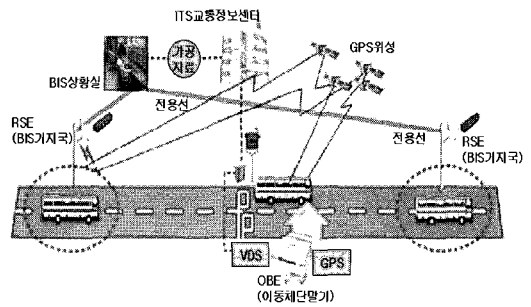
1) 배열 안테나의 E-plane 방사 패턴



2) 배열 안테나의 H-plane 방사 패턴
 <그림 8> 방사 패턴 측정 결과 (5.80GHz)



1) 전주시 BIS 활용 방법



2) 전주시 BIS 운영 체계

<그림 9> 전주시 BIS

사하게 나타났다.

안테나의 패턴 측정은 전파 무반사실에서 수행하였으며, 제작된 안테나 이득은 표준 혼(Horn) model 3115인 double ridged guide 안테나와 측정 안테나의 수신 세기를 비교하여 10.3dBi를 얻었다.

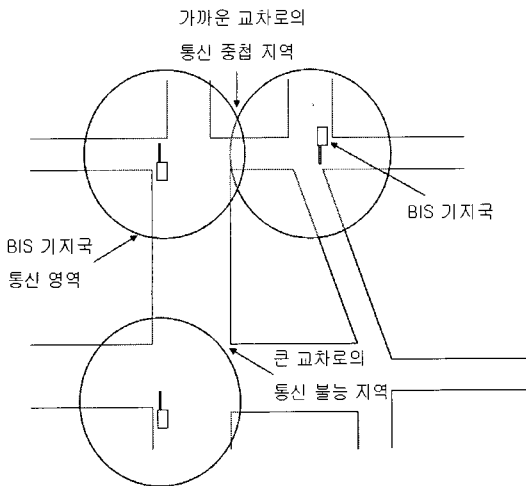
V. 전주시 BIS 활용 현황

본 논문에서 설계, 제작, 측정된 BIS 기지국용 전방향성 안테나는 실제 전주시의 BIS에 적용되어 활용되고 있다. 그림 9는 전주시에서 시행하고 있는 BIS의 활용 방법과 운영 체계를 그림으로 나타

내고 있다.

전주시 BIS는 주요 교차로에 설치된 BIS 기지국과 GPS 및 버스에 설치된 무선통신 단말기와의 정보 교환으로 버스의 현재 위치, 속도, 그리고 시간 등을 BIS 센터로 전송한다. 이런 정보를 BIS는 실시간으로 취합, 가공하여 KIOSK 및 정류장에 설치된 버스 안내 단말기(BIT) 및 인터넷을 통해 시민에게 정보가 전달되며 교통정보 센터 및 버스 회사에 제공되어 효율적인 버스 안전 운행 관리를 도와준다.

전주시의 BIS 기지국용 안테나는 동일 빔 패턴 특성을 가지고 있으므로 교차로 환경에 무관한 통신영역을 확보하고 있다. 하지만, 교차로간 간격이나 도로 개수 등의 차이로 인해 그림 10과 같이 통신 영역이 상이한 환경에서는 설치 및 활용에 링크 버짓 등을 고려한 운용이 필요하다. 즉, BIS 기지국은 시내의 주요 교차로의 한쪽 신호등에 장착되어 사용된다. BIS 기지국을 장착 할 때 인접한 교차로와의 거리, 교차로의 형태 등을 고려하여



〈그림 10〉 전주시 BIS 기지국용 안테나 설치 사진

교차로의 신호등 중 하나를 선택하여 BIS 기지국을 설치하게 된다. 그림 10과 같이 인접한 교차로의 거리가 매우 가까워 두 교차로의 BIS 기지국 통신 영역의 중첩 현상과 큰 교차로 혹은 교차로 간 간격이 긴 경우에 통신 불능 지역이 생기기도 한다. 그리고 신호등에 BIS 기지국을 설치하다 보면 신호등에 설치된 교통 표지판과 근처의 상가 간판 등에 의한 통신 영역 확보에 어려움이 있으며, 시내의 교차로 종류도 사거리, 삼거리, 오거리, 그리고 그 모양도 십자(十) 모양이 아닌 교차로가 존재할 수 있다. 따라서, 향후의 BIS 기지국용 안테나는 고정된 빔 패턴 특성의 기지국보다는 스마트 안테나 개념을 도입하여 통신 불능 지역의 해소를 위한 통신영역 조절이 용이한 빔 패턴 조향 안테나 개발이 요구되고 있다.[9]

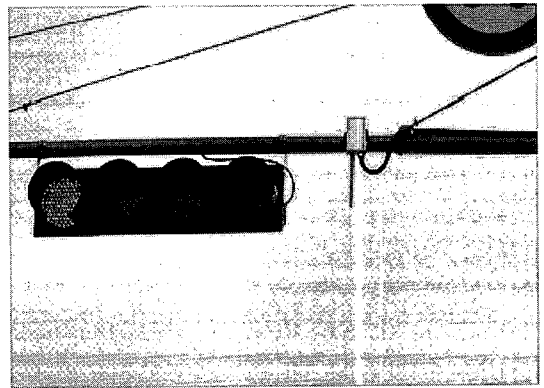
그림 11의 1)은 전주시의 삼성 강남 아파트 앞에 설치된 BIS 기지국이며, 신호등 Gantry 아래 방향으로 RSE RF 모듈과 기지국 안테나가 그림 9의 2)와 같이 설치 장착된다.

VI. 결 론

본 논문에서는 ITS 서비스 중에서 지방 자치 단체에서 가장 많은 관심을 가지고 사업을 추진 중인 BIS 서비스를 제공하기 위한 기지국용 전방향



1) 전주시 삼성 강남아파트 앞 설치 모습



2) BIS 기지국용 안테나 확대 모습

〈그림 11〉 전주시 BIS 기지국용 안테나 설치 사진

성 고이득 안테나를 설계 제작하고 그 특성을 측정하였다. BIS 기지국용 안테나는 도심의 주요 교차로의 신호등 gantry에 설치되어 교차로를 중심으로 적정 영역 내에서 이동체 단말과 정보 교환이 가능한 빔 패턴 및 이득이 요구된다. 이를 위해 본 논문에서는 이득이 10.3dBi인 전방향성 안테나를 설계하여 반경 120m 정도의 통신 영역을 확보할 수 있는 BIS 기지국용 전방향성 안테나를 설계 제작하였다. 고 이득 구현을 위해 OMA(Omni-directional Planar Microstrip Antenna)를 8단 배열한 구조를 적용하였다. 제작된 안테나의 동작 중심 주파수는 5.8GHz이고, 반사손실 -10. dB를 기준으로 640MHz 이상의 광대역 특성과, 10.3dBi의 고이득 특성을 구현하였다.

제작된 안테나는 현재 전주시 BIS 기지국용 안테나로 설치 장착이 완료되어 최종 운용 검증 절차를 진행 중에 있다.

향후 BIS 기지국용 안테나 연구 개발은 도로 및 교차로 조건에 따라 통신 영역 제어가 가능한 빔조향 기술과 Wibro 서비스 및 DMB 서비스와 같은 다양한 통신 및 방송 서비스를 동시에 제공할 수 있는 통합 기지국용의 다중 대역 안테나 기술 개발이 요구된다.

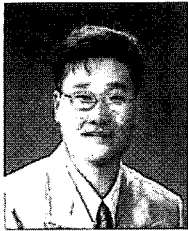
참 고 문 헌

[1] *ITS Architecture. Performance and Benefits Study*. US DOT, FHA, June 1996.
 [2] Lee Armstrong. *DSRC Requirements and Constraints*. October 1997.
 [3] 하재권, “ETCS용 RF 링크 설계와 안테나 빔 패턴에 의한 통신 영역 연구,” (사)한국ITS학회, 제2회 한국 ITS학회 추계학술대회, 아주대학교, 2003.11.8
 [4] Randy Bancroft and Blaine Bateman, Design of

a Planar Omni-directional Antenna for Wireless Application

[5] 고진현, 외 3인 “BIS 기지국용 전방향성 안테나 설계 및 제작,” (사)한국ITS학회, 제3회 한국 ITS학회 추계학술대회, 서울대학교, 2004. 11. 6
 [6] 고진현, 김남기, 하재권, “DSRC 기반의 ETCS 기지국 안테나 설계 및 제작,” (사)한국ITS학회, 제 3권 1호, 2004.
 [7] 고진현, 김남기, 하재권, “저부엽 ETCS 기지국용 안테나 설계 및 제작,” (사)한국ITS학회, 제2회 한국 ITS학회 추계학술대회, 아주대학교, 2003.11.8
 [8] 박주문, 외 3인 “ITS 기지국용 안테나의 빔 스캔을 위한 RF Module 설계,” (사)한국ITS학회, 제3회 한국 ITS학회 추계학술대회, 서울대학교, 2004.11.6
 [9] C. A. Balanis, *Antenna Theory*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997.
 [10] J. R. James and P. S. Hall. *Handbook for Microstrip Antennas*. IEE Electromagnetic Waves, Series 28. 1989.

〈저자소개〉



고 진 현 (JinHyun-Ko)

1998년 2월 : 목원대학교 정보통신공학과(정보통신공학사)

2000년 2월 : 목원대학교 대학원 정보통신공학과(정보통신공학석사)

2000년 6월~현재 : 블루웨이브텔(주) 선임연구원

관심분야 : Antenna and RF circuits for ITS system, Multi-band antenna, Satellite DBS antenna, Beam tilting antenna



박 주 문 (JooMoon-Park)

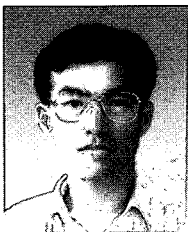
1999년 2월 : 충남대학교 전기공학과(전기공학사)

2002년 2월 : 충남대학교 대학원 전기공학과(전기공학석사)

2002년 6월~2004년 4월 : 한국원자력 연구소 석사 연수생

2004년 5월~현재 : 블루웨이브텔(주) 전임연구원

관심분야 : Antenna and RF circuits for ITS system, Multi-band antenna, Satellite DBS antenna, Beam tilting antenna



하 재 권 (JaeKwon-Ha)

1980년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)

1982년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

2003년 2월 : 충남대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1994년~1998년 : 한국전자통신연구원 무선방송연구소 선임연구원

1989년~1990년 : Rockwell International(Texas, USA) Visiting Engineer

1998년~2000년 : 목원대학교 정보통신공학과 Brainpool 교수 (정보통신부)

1999년 10월 : 제1회 정보통신 벤처 창업 경진대회 입상(정보통신부)

2000년 6월~현재 : 블루웨이브텔(주) 대표이사

2001년 8월~현재 : IT 국제 표준화 Antenna and RF 전문가(ITU-R, 정보통신부)

관심분야 : Antenna and RF circuits for ITS system, Multi-band antenna, Satellite link and earth station, DBS antenna, Ultra-wideband antenna, Tilted beam antenna



박 덕 규 (DukKyu-Park)

1984년 2월 : 인천시립대학교 전자공학과(공학사)

1986년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1992년 2월 : 일본 Keio대학교 대학원 전기공학과(공학박사)

1992년~1995년 : 일본 우정성 통신융합연구소 과학기술 특별연구원

1994년 3월~현재 : 목원대학교 정보통신공학과 교수

2002년~현재 : 정보통신부 중앙전파관리소 전파감시 자문위원

2002년~현재 : 정보통신부 소출력 무선설비 연구반 위원장

관심분야 : Mobile Communication System, Phase locked loop, Wireless Communication Standards, Spectrum Management