

# 등가등방성복사전력 기반의 기지국 출력 관리를 위한 측정 연구

## A Study on measurement for effective isotropic radiated power based power management of the base stations

임 재 춘\*  
(Jaechoon Lim)

김 종 현\*\*  
(JongHeon Kim)

문 성 원\*\*\*  
(SungWon Moon)

이 영 환\*\*\*\*  
(YoungHwan Lee)

### 요 약

본 논문에서는 WCDMA 실험 기지국을 구성하여 가시거리상에서 측정된 pilot 채널의 수신 전력을 이용하여 기지국의 등가등방성복사전력을 구하였다. 측정시스템은 실험 기지국과 수신부로 구성하였으며 기지국의 pilot 채널인 CPICH 채널 전력을 측정하여 측정 시 발생하는 오차에 대한 보정계수를 고려하였다. 측정값으로부터 계산된 기지국의 등가등방성복사전력은 기지국에서 설정한 등가등방성복사전력과 비교하여 약 0.5 dB 이하의 오차를 나타내었다.

### Abstract

In this paper, a WCDMA experimental base station is constructed for power management of mobile communication base station and effective isotropic radiated power is determined by using received power of pilot channel measured on the line-of sight. The measurement system was constructed by a experimental base station and a measurement receiver and the common pilot channel (CPICH) power of the base station was measured. Effective isotropic radiated power (EIRP) of the base station obtained by the measurement value considering correction factor for the errors represented the difference of 0.5 dB compared to the established EIRP of the base station.

**Key words:** Radiated power, power management, radio station, effective isotropic radiated power, lone of sight

## I. 서 론

일반적으로 무선국을 운용하기 위해서는 먼저 무선국 허가를 받아야 하며 허가받은 무선국이 기

술기준에 적합한지 여부를 확인하기 위해서 무선국 검사를 수행한다. 무선국 검사의 목적은 불량유해 전파를 차단하여 전파혼신으로부터 많은 전파이용자와 국가 주요통신망을 보호하고 전파관리의 효율

† 본 연구는 한국전자통신연구원의 위탁연구 사업(과제번호:5010-2011-0045)의 연구결과로 수행되었음.

\* 주저자 : 광운대학교 전파공학과 석사과정

\*\* 공저자 및 교신저자 : 광운대학교 전파공학과 교수

\*\*\* 공저자 : (주)시스다인 대표

\*\*\*\* 공저자 : 한국전자통신연구원 책임연구원/공학박사

† 논문접수일 : 2011년 10월 12일

† 논문심사일 : 2011년 11월 9일

† 게재확정일 : 2011년 11월 11일

성을 증진시켜 전파관리의 궁극적인 목적인 전파진흥을 도모하여 국민의 복리증진에 기여하는 것으로 되어있다[1].

무선국 검사 시 검사항목은 나라마다 다를 수 있지만 대부분 유사하며 그 중에서도 무선국의 출력 관리는 허가받은 무선국이 다른 무선국 또는 무선 서비스에 유해한 간섭을 일으키는지 여부를 판단하는데 필수적인 항목이어서 매우 중요하다.

무선국의 출력 관리는 저주파수 대역을 사용하였던 초기 무선국의 경우에는 무선 통신 서비스도 적었고 사용한 공중선들도 대부분 다이폴 공중선이어서 전도성전력 또는 공중선전력을 사용하는 것으로 충분하였다. 공중선전력의 경우, 대부분 저주파 대역에서 공중선의 이득이 고정된 공중선을 활용한 무선기기의 출력관리 수단으로 사용된다. 따라서 물리적 공간상에서의 전기장 및 자기장의 통제보다는 무선기기의 회로에 인가되는 전력 자체의 통제가 강하다[2].

그러나 무선 통신 기술이 발전함에 따라 사용하는 주파수 대역이 높아지게 되고 다양한 무선통신 기기들이 등장하면서 무선기기들 간의 간섭 문제가 심각해짐에 따라 공중선전력만으로 출력을 관리하는데 한계를 갖게 되었으며 특히, 안테나 일체형 무선국들의 경우에는 기존의 공중선 전력에 대한 표준을 적용하기가 어려워 복사전력에 의한 무선국 출력 관리로의 전환에 대한 검토가 요구되고 있다[3].

또한, 해외의 주요 나라들은 사업용 무선국에 대해 사전 허가·검사 절차를 완화하고 사후 감시를 강화하는 추세이며 우리나라도 사업자용 무선국에 대한 신고제 도입, 비신고 기기의 확대 등 전파 이용자 편의를 위한 제도 개선을 추진하고 있다[4, 5, 6].

본 논문에서는 기지국의 출력 관리 방안으로 자유공간 상에서 등가등방성복사전력 (EIRP: Effective Isotropic Radiated Power)를 이용한 측정 방법의 타당성 검토를 위하여 WCDMA 실험 기지국을 구축하여 가시거리에서의 수신 전력을 측정하였으며 보정 계수를 적용하여 측정 오차를 줄인 EIRP를 구한다.

## II. 등가등방성복사전력 측정이론

### 1. 수신 전력을 이용한 EIRP 계산

기지국 송신기의 안테나에 공급되는 출력 전력  $P_t$  와 송신 안테나가 등방성 안테나에 대한 상대이득  $G_t$ 의 곱을 EIRP로 정의하며 식 (1)과 같다[7, 8].

$$EIRP = P_t \cdot G_t \quad [W] \quad (1)$$

여기서 등방성 안테나는 모든 방향으로 똑같은 이득을 가지고 전력을 방사하는 이상형 안테나로 무선통신 시스템에서 표준 안테나로 사용한다. 이때, 안테나의 이득에 따라서 자유공간에서 전파의 도달거리가 달라지므로 송신 안테나로부터 거리  $d$  만큼 떨어진 지점에서의 수신 전력밀도는 식 (2)와 같다 [7, 8].

$$P_D = \frac{P_t G_t}{4\pi d^2} = \frac{EIRP}{4\pi d^2} \quad [W/m^2] \quad (2)$$

따라서 송신기에서 급전선에 공급되는 전력이 동일한 경우에도 안테나의 이득이 클수록 안테나에서 방사되는 EIRP 값이 커지므로 같은 지점에서 수신되는 전력밀도도 커지게 된다. 그러므로 실제 전파 환경에서 무선국의 출력 전력에 따른 수신지점에서의 전력세기는 공중선 전력의 세기뿐만 아니라 안테나 이득에 의해 크게 좌우되기 때문에 EIRP는 송신 출력뿐만 아니라 안테나 이득을 고려할 수 있는 장점이 있다.

송신기로부터 거리가  $d$  만큼 떨어진 지점에서 수신기의 수신전력  $P_r$ 은 식 (3)과 같으며 Friis의 자유공간 전파모델이라고 부른다[7].

$$P_r = \frac{EIRP \cdot G_r}{(4\pi d/\lambda)^2} = \frac{EIRP \cdot G_r}{L} \quad [W] \quad (3)$$

여기서  $G_r$ 은 수신 안테나 이득,  $L$ 은 자유공간에서의 경로 손실을 나타낸다.

## 2. 전계강도를 이용한 EIRP 계산

여기서는 송신기로부터 거리가  $d$  만큼 떨어진 지점에서 측정한 수신 전력 중에서 최대 수신 전력과 최소 수신 전력을 각각 최대 전계강도 ( $E_{max}$ ), 최소 전계강도 ( $E_{min}$ )로 변환한다. 이때 측정 수신기가 전계강도 측정을 위한 계수들을 고려하지 않은 경우 식 (4)와 같이 보정계수  $B$ 를 통하여 이들에 대한 오차를 보정해주어야 한다[7].

$$B = \text{안테나 팩터} - \text{케이블 손실 계수} + \text{커넥터 손실} + \text{측정 오차} \quad (4)$$

따라서 보정된 최대 전계강도는 식 (5)와 같다.

$$E'_{max} = E_{max} + B [dB\mu V/m] \quad (5)$$

송신기로부터 가시거리의 자유공간에서의 측정된 전계강도는 반사 영향 때문에 매번 측정 시 일정하지 않으므로 이를 보정해 주어야 한다. 이를 위하여 최대 측정값과 최소 측정값의 편차를 최대 측정값으로부터 보정하여준다. 최대 전계강도와 최소 전계강도의 편차  $\Delta E$ 로부터 보정계수  $n_k$ 는 식 (6)과 같다.

$$n_k = 20 \log \left[ \frac{1 + 10^{\frac{E_{min} - E_{max}}{20}}}{2} \right] \quad (6)$$

따라서 보정된 전계강도는 식 (7)과 같다.

$$E^* = E'_{max} + n_k [dB\mu V/m] \quad (7)$$

송신기로부터  $d$  떨어진 거리로부터 ERP는 식 (9)와 같이 계산된다 [6].

$$ERP = E^* - 77 + 20 \log(d) \quad (8)$$

송신기로부터 자유공간에서 떨어진 거리  $d$ 로부터 EIRP는 식 (9)와 같다 [7, 8].

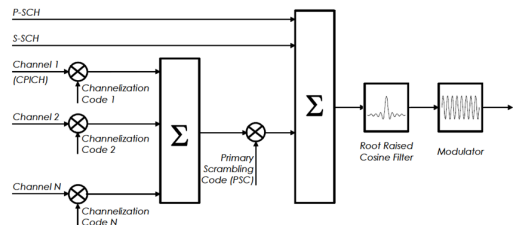
$$EIRP = ERP + 2.15 dB \quad (9)$$

## III. 측정 및 분석

본 논문에서는 실제 기지국으로부터 방사되는 신호의 전력을 가시거리 상에서 측정한 결과를 이용하여 얻은 EIRP 값들을 검증하기 위하여 WCDMA 실험 기지국을 구축하여 실험을 수행하였다. 실험 기지국을 대상으로 한 측정의 장점은 실제 기지국을 대상으로 측정하는 것 보다 설치가 수월하고 여러 가지 다양한 파라미터들에 대한 분석이 용이하다. 따라서 실제 기지국을 대상으로 측정을 실시하기 전에 실험 기지국을 이용한 실험 결과를 기초로 하여 실제 기지국을 대상으로 하는 측정이 이루어지면 보다 신뢰성 있는 결과를 도출할 수 있다.

### 1. CPICH 채널 전력

국내 이동통신 기지국들의 통신 방식은 다양하나 3세대인 WCDMA 방식이 주를 이루고 있기 때문에 기지국의 EIRP 측정 대상으로 본 논문에서는 WCDMA 실험 기지국을 선정하였다. WCDMA 통신 방식의 특징은 그림 1과 같이 기지국의 순방향 링크가 여러 개의 물리 채널로 구성되어 있으며 그 중에서 CPICH (Common Pilot Channel)은 pilot 채널로 암호화 되어 있으나 변조되어 있지 않은 채널로 각 셀마다 하나씩만 존재하기 때문에 단말기가 기지국과 연결되어 있는 동안에 셀 선택을 유지하기 위하여 CPICH 채널의 출력 레벨을 지속적으로 예측한다.



〈그림 1〉 WCDMA 순방향 링크의 채널 구성도.  
〈Fig. 1〉 Block diagram of the WCDMA down link channel.

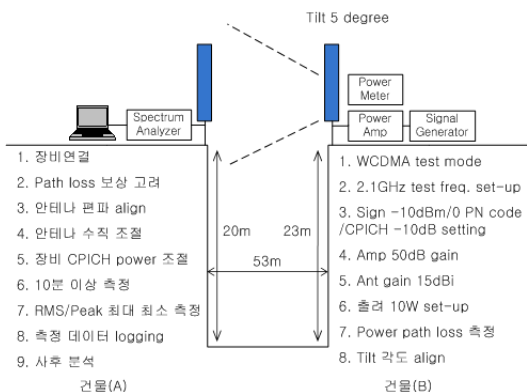
CPICH 채널은 어떤 특정한 정보를 가지고 있지 않으며 30 kbps의 고정된 bit rate를 갖는 미리 정의된 bit sequence를 따르게 된다. WCDMA의 경우 CPICH 채널은 항상 일정한 출력으로 정해진 일련의 이진신호를 송신하고 채널 전력도 총 송신출력의 5~15% 정도로 정해진다. 이러한 CPICH 채널은 단말기의 경우 핸드오버 등에서 사용되지만 항상 안정된 신호를 내보내고 있어 일정 비율의 전력을 가지고 있기 때문에 WCDMA 기지국의 EIRP 측정을 위해서 기지국의 CPICH 채널 전력 PCPICH 측정값을 이용한다. 따라서 측정 지점에서의 CPICH 전력 대비 전체 전력 P<sub>max</sub>의 비율 r은 식 (10)과 같은 관계를 갖는다.

$$P_{\max} = P_{CPICH} \times \frac{1}{r} \quad (10)$$

그러므로 주변에 반사 영향이 없고 정확한 CPICH 전력을 측정할 수 있다면 기지국에서 방사되는 EIRP 값을 구할 수 있다.

## 2. 측정 환경

WCDMA 실험 기지국은 기지국의 송신 안테나와 측정 지점에서의 수신 안테나 사이가 자유공간 상에서 가시거리가 확보되는 장소여야만 한다. <그림 2>



<그림 2> WCDMA 실험 무선국 측정 환경 구성도.  
(Fig. 2) Block diagram of the measurement environment of then WCDMA test base station.

는 WCDMA 실험 무선국 측정 환경 구성도이다. 여기서는 EIRP 측정의 정확성을 검증하기 위한 의도된 조건을 가지고 측정을 하여 실제 측정의 불확실성을 배제하고 최대한의 신뢰성을 확보하고자 하였다.

실험 기지국 송신 안테나는 B 건물 8층에 설치하고 출력 측정을 위한 수신부는 A 건물 6층에 설치하였다. 실험 기지국의 안테나는 지상으로부터 23 m 높이에 설치되었으며 A 건물 6층 옥상을 바라보도록 하였다.

## 3. 측정 시스템

WCDMA 실험 기지국의 EIRP 측정을 위해 사용되는 측정 시스템은 크게 실험 기지국과 수신부로 나누어지며 실험 기지국은 신호발생기, 전력증폭기, 파워미터, 송신 안테나 등으로 구성되고 측정 수신부는 수신 안테나, 스펙트럼 분석기, 데이터 분석용 프로그램으로 구성된다. 다음은 본 논문에서 구성한 실험 기지국과 측정 수신부의 제원을 나타낸다.

### 1) 실험 기지국

실험 기지국은 먼저 신호 발생기로부터 CPICH 채널의 출력 레벨을 설정하고 전력증폭기를 통하여 수신 가능한 세기로 출력을 가변한다. 이때 전력의 세기가 맞게 조절되는 지를 확인하기 위하여 파워 미터를 사용하여 확인한다. 또한, 전력 증폭기로부터 과도한 전력이 출력되지 않도록 감쇄기를 연결하여 측정 장비를 보호한다. 송신 안테나는 수신 측정부가 위치할 지점을 가능한 정면으로 바라보도록 설치하고 수평각과 수직각을 가변 할 수 있도록 한다.

본 연구에서 사용한 송신 안테나는 WCDMA 기지국용 안테나로 (주)에이스테크놀로지에서 제작한 XDPI-15-65B-0T 모델을 사용하였으며 주파수 범위는 1700~2200 MHz이고 안테나 이득은 15 dBi 이상을 갖으며 안테나의 높이는 안테나 설치 바닥에서 18 m이고 틸트 각도는 5°로 하였다. 신호 발생기는 Agilent Technologies 사의 E4438C 모델의 WCDMA Test model 2로 설정하였으며 Test model 2의 설정 조건으로 각 FA당 pilot 채널인 CPICH 채널 전력은

30 dBm으로 하였으며 Scramble code는 0으로 설정하였다. 동작 주파수는 증폭기의 동작영역을 고려하여 2.1 GHz로 정하였고 송신 출력은 40 dBm으로 하였다. 신호발생기의 level accuracy는  $\pm 0.6$  dB이며, WCDMA modulation on시  $\pm 0.15$  dB 수준으로 향상되는 것으로 파악되었다. 신호 발생기로부터 나온 신호를 측정 수신부에서 수신이 가능하도록 전력 레벨을 조절하기 위해 사용한 전력증폭기는 고풍력 전력증폭기로서 (주)자이텍의 XYP-IT53M45A 모델을 사용하였다.

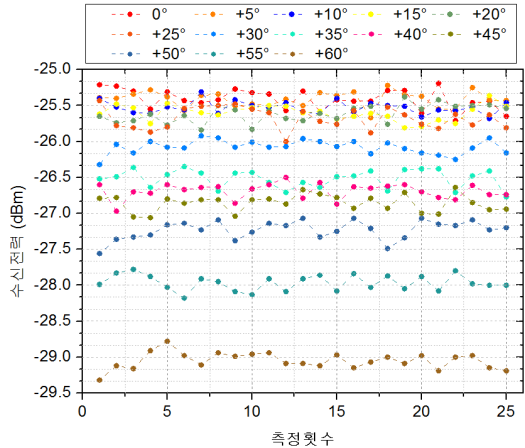
### 2) 측정 수신부

측정 수신부에서는 안테나로부터 수신된 신호의 세기를 스펙트럼 분석기를 통하여 측정하고 여기서 측정된 데이터들을 노트북에 저장한다. 노트북에는 수집된 측정 데이터들을 이용하여 송신 안테나에서 전파된 신호의 출력 세기를 계산할 수 있는 프로그램을 내장하였다. 분석이 용이한 수신 신호 레벨을 확보하기 위하여 초기에 수신 안테나의 높이와 방향을 조절하고 송신 안테나의 다양한 조건(안테나 수평각 및 수직각 조절 등) 하에서의 측정 데이터들을 노트북에 저장한다. 본 연구에서는 수신 안테나로 Rohde&Schwarz HE300 Active Directional Antenna를 사용하였으며 수신 안테나의 주파수 범위는 500~7500 MHz이고 안테나 이득은 4.06 dBi이다. 스펙트럼 분석기는 WCDMA OTA 측정이 가능한 Anritsu MS2712E portable spectrum master를 사용하였다.

### 3) 측정결과

본 실험에서는 송신 안테나의 수평 및 수직각 가변에 따른 CPICH 코드 도메인 전력을 매 1분마다 측정하여 20여개의 결과를 얻어내고 각각의 경우에서의 최고값과 최소값 그리고 평균값을 구하여 비교 분석하였다. 수평으로 25개의 각도 ( $0^\circ \sim 5^\circ$  간격으로 좌우로 각각  $60^\circ$ 까지 가변)에 대해 측정을 하고 수직 각도에 대해 16개 ( $5^\circ \sim 20^\circ$  간격으로 위에서 아래로  $1^\circ$  씩 가변)의 측정을 시행하였다.

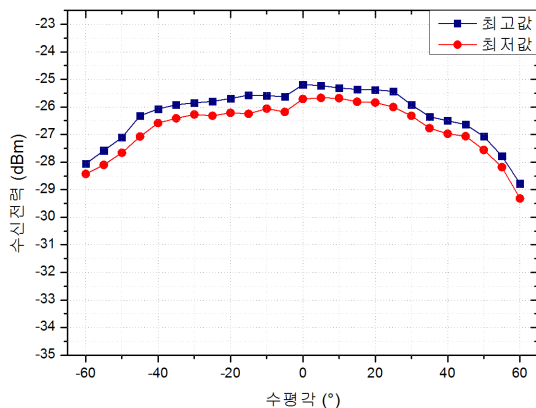
<그림 3>은 송신 안테나의 수평각에 따른 전계



<그림 3> 안테나 수평각에 따른 수신 전력.  
(Fig. 3) Measured receiving power according to the horizontal angle of the antenna.

강도를 1분 동안 측정해서 얻은 25개의 측정 데이터들을 보여준다.  $\pm 25^\circ$  이내에서는 가시거리 조건 하에서의 결과와 유사하며 신뢰성이 있는 측정값을 얻을 수 있음을 보여준다.

<그림 4>는 송신안테나의 수평각에 따른 측정된 최대 및 최소 수신 전력을 보여준다. 송신 안테나의 수평각들에 대한 측정은 실제 환경 하에서의 정확한 가시거리가 확보되지 못한 경우 각 편차에 대한 측정값의 변화를 관찰하기 위한 것이다. 측정결과, 송신안테나의 패턴 특성과 매우 유사한 결과를 보



<그림 4> 송신안테나의 수평각에 따른 측정된 최대 및 최소 수신 전력.  
(Fig. 4) Measured maximum and minimum received power according to horizontal angle of the transmitting antenna.

였으며,  $\pm 57^\circ$ 에서 안테나의 Half-beam bandwidth (HPBW)특성이 측정되었고  $\pm 30^\circ$ 까지는 최대값으로부터 1 dB 편차 이내로 측정되기 때문에 일정한 변화량에 대한 보정값을 적용한다면  $\pm 30^\circ$  수평각 이내에서는 송신안테나의 EIRP 값을 어느 정도 정확히 측정할 수 있다고 판단된다. 실제 대부분의 측정값의 편차는 약 0.5 dB 이내에서 매우 안정적이나 측정값에서 1 dB의 편차는 최종 결과 값에 크게 영향을 미치기 때문에 0.5 dB 이상의 편차의 환경 하에서는 측정의 불확실성이 급격히 커질 수 있다.

<그림 5>는 송신 안테나의 수평각 가변 시 측정 결과를 나타낸다. 수직각의 가변 시 안테나 패턴의 특성으로부터 측정 범위가 매우 좁을 수 있음을 예측할 수 있다. 본 실험에서는 안테나의 틸트 각을  $5^\circ \sim 20^\circ$ 까지  $1^\circ$ 씩 변화해 가면서 측정을 하였다. 각도를 변화할수록 전파의 반사 영향이 커짐을 알 수 있었다. 수직각  $5^\circ \sim 10^\circ$ 까지 최대값과 최소값의 변화가 평균 0.5 dB 정도를 유지하였고 그 이후 각에 대해서는 측정의 불확실성이 반사 영향으로 상당히 커졌다.

즉 수직각의 기준을  $5^\circ$ 로 설정하였기 때문에 실제 측정환경에서는 가시거리 기준으로  $\pm 5^\circ$  이내의 측정범위에서 측정의 신뢰성을 유지할 수 있다고 볼 수 있다. 이는 안테나 실 패턴보다 작은 범위이며 송신 안테나의 편파가 수직이기 때문에 나타나는 현상으로 판단된다.  $5^\circ \sim 8^\circ$  까지의 측정결과는 유사

하며  $17^\circ$  이상은 심한 전파 반사 영향으로 측정 분석을 위한 데이터로 활용이 불가능하다.

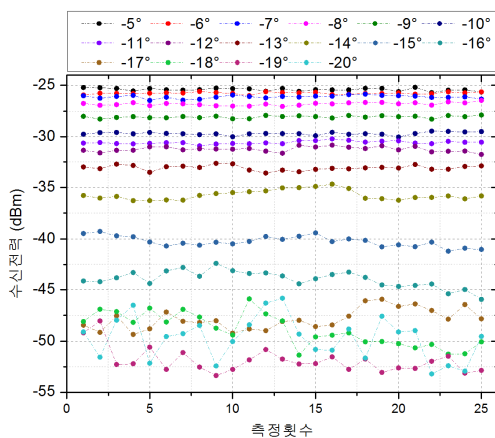
#### 4) 결과분석

실험 기지국에 대한 교정과정에서의 불확실성은 Attenuator의 감쇄 정확성에 기인한다. 따라서 교정 불확실성 1 dB가 존재할 수 있다. 또한 송신 기지국 안테나의 이득의 경우 15 dBi의 특성을 가지고 있으며, 실험 주파수 2.1 GHz에 해당하는 정확한 이득을 적용할 경우 수신부측에서의 결과가 약간 달라질 수 있으며 이 부분의 불확실성 0.25 dB가 존재할 수 있다. 교정 후 케이블의 안테나에 연결시의 커넥터 삽입손실의 경우 0.05 dB로 송신 출력에 대한 계산 시 반영해야 한다. 따라서 실험에 있어서 송신출력의 정확성은 안테나 이득과 출력교정의 정확성이라는 두 가지 인자가 큰 영향을 미친다. EIRP 계산 결과와 실험값을 비교하기 위해서 안테나의 수직각은  $5^\circ$ 이고 수평각은  $0^\circ$  일 때의 측정값을 기준으로 비교하였다.

##### 4-1) 수신전력을 이용한 EIRP

여기서는 실험 기지국으로부터 측정된 CPICH 채널의 최대 및 최소 수신 전력을 이용하여 실험 기지국의 EIRP를 계산하였다. 주어진 두 안테나간의 송수신 전력계산을 위해 식 (3)과 같이 Friis 전송식을 이용하여 수신안테나에 도달하여 측정된 전력을 역계산하여 송신 출력을 추정하였다.

실험 기지국 각 FA당 CPICH 채널의 전력은 30 dBm이므로 실험 기지국의 EIRP는 55 dBm이다. 여기서 실험 기지국에서 사용된 커넥터 손실 0.05 dB와 파워미터 계측 오차 0.02 dB를 보정하면 보정한 CPICH 채널 전력은 29.93 dBm이고 보정한 실험 기지국 EIRP는 54.93 dBm이 된다. 이때 자유공간 전파손실은 송신 안테나와 수신 안테나의 이격 거리가 53 m 이므로 73.4 dB이다. 이로부터 CPICH 채널의 수신 전력은 -24.51 dBm을 얻었다. 따라서 WCDMA 실험 기지국으로부터 측정된 CPICH 채널의 수신 전력의 최대값이 -25.19 dBm 이고, 최소값이 -25.71 dBm 이므로 계산값과 약 0.68 ~1.2 dB의 차이를 보였다.



<그림 5> 안테나 수직 각에 따른 수신 전력.  
 <Fig. 5> Measured receiving power according to the vertical angle of the antenna.

이제 측정된 CPICH 채널의 수신 전력 값을 이용하여 실험 기지국의 EIRP 값을 계산하여 얻을 수 있다. 먼저 CPICH 채널의 최대 수신 전력은 -25.19 dBm 으로 측정되었으므로 CPICH 채널의 최대 송신 전력은 30.1 dBm이고 실험 기지국의 최대 송신 전력은 40 dBm 이므로 실험 기지국의 EIRP는 55 dBm이 된다. 따라서 실험 기지국의 EIRP 최대 예측 값이 55 dBm으로 실제 실험 기지국에 설정한 EIRP 54.93 dB과는 0.07 dB의 오차를 나타낸다.

다음으로 CPICH 채널의 최소 수신 전력은 -25.71 dBm으로 측정되었으므로 CPICH 채널의 최소 송신 전력은 29.47 dBm이고 실험 기지국의 최소 송신 전력은 39.469 dBm이므로 실험 기지국의 EIRP는 54.469 dBm 이 된다. 따라서 실험 기지국의 EIRP 최소 예측 값은 54.47 dBm으로 실제 실험 기지국에서 설정한 EIRP 54.93 dB과는 0.46 dB의 오차를 나타낸다.

#### 4-2) 전계강도를 이용한 EIRP

여기에서는 앞의 실험에서 측정된 CPICH 채널의 수신전력을 전계강도로 변환하여 보정된 전계강도로부터 EIRP를 계산하였다. 먼저 측정된 CPICH 채널의 수신 전력의 최대값 -25.19 dBm과 최소값 -25.71 dBm을 최대 및 최소 전계강도로 변환하면  $E_{max} = 81.81 \text{ dBuV/m}$ ,  $E_{min} = 81.29 \text{ dBuV/m}$  를 얻는다. 여기서 식 (4)를 이용하여 측정 안테나에 사용된 커넥터 및 연결 손실 그리고 코드 도메인 측정 오차를 보정하기 위한 보정계수 B는 33.45 dB가 된다. 따라서 식 (5)로부터 보정된 최대 전계강도  $E^*_{max}$ 는 115.26 dBuV/m가 된다.

송신기로부터 가지거리의 자유공간에서의 측정된 전계강도 값은 반사 영향 때문에 매번 측정시 일정하지 않으므로 이를 보정해 주어야 한다. 이를 위하여 최대 측정값과 최소 측정값의 편차를 최대 측정값으로부터 보정하여준다. 최대 전계강도와 최소 전계강도의 편차  $\Delta E$ 는  $-0.52 \text{ dBuV/m}$  이며 식 (6)에서 보정계수는  $-0.26$ 이 된다. 따라서 보정된 전계강도는  $115.0 \text{ dBuV/m}$ 가 된다. 송신기로부터 53 m 떨어진 거리로부터 복사 전력 ERP는 12.62 dBW 이고 EIRP는 14.77 dBW가 된다.

결국, CPICH 채널의 EIRP는 29.99 W 이므로 송신기의 EIRP는 299.88 W (54.77 dBm)이 되며 실험 기지국에서 방사된 EIRP 54.93 dBm과는 0.16 dB의 오차가 발생하였다.

<표 1>은 측정된 수신전력과 전계강도를 이용하여 얻은 실험 기지국의 EIRP값과 실제 실험 기지국에서 설정해 놓은 EIRP값을 비교한 결과이다. 결과에서 보듯이 두가지 방법 모두 0.5 dB이하의 편차를 나타내고 있어서 측정 환경 조건과 보정계수를 정확하게 맞추어 주면 가지거리 상에서 기지국의 EIRP 측정이 가능하다.

<표 1> 실험기지국의 EIRP 설정치와 측정치 비교  
(Table 1) Comparison between established EIRP and measured EIRP of the experimental base station

		CPICH 채널 전력 (dBm)	EIRP (dBm)
설정치		-24.51	54.93
수신전력	측정치(최소)	-24.19	54.47
	편차	0.32	0.46
	측정치(최대)	-25.71	55.0
	편차	1.2	0.07
전계강도	측정치	-	55.77
	편차	-	0.16

## V. 결 론

본 논문에서는 무선국의 효율적인 출력 관리를 위하여 자유공간상에서 등가등방성복사전력에 의한 무선국 출력 관리의 타당성 여부를 검증하기 위하여 WCDMA 실험 기지국을 구성하여 가지거리 상에서 pilot 채널의 전력을 측정하였으며 이로부터 수신전력 및 전계강도를 이용하여 기지국의 EIRP를 구하였다.

측정 결과, 실제 실험 기지국에서 설정한 EIRP와 측정치로부터 얻어진 기지국의 EIRP 간의 오차는 0.5 dB 이하로 유사하였으며 측정시 계측기 설정에 대한 불확실성을 줄여줄 수 있다면 보다 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.



## 참 고 문 헌

- [1] 무선설비규칙, 방송통신위원회고시 제2010-1호, 2010.
- [2] 한국무선국관리사업단, 무선설비의 공중선전력 측정 및 산출방법 연구, 1996.
- [3] 조인귀, 윤재훈, “무선기기의 ERP/EIRP 기술 및 측정기술 동향,” 전자통신동향분석, 한국전자통신연구원, 제23권, 제3호, pp. 144-151, June 2008.
- [4] Code of Federal Regulation CFR 47, FCC, USA, 2010.
- [5] R. Trautmann, “Radio Monitoring Service in Germany,” International Conference on EMCECO, pp. 109-112, June 2007.
- [6] Federal Network Agency 홈페이지, 독일 연방네트워크청, 2005.
- [7] C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, John Wiley & Son, 2005.
- [8] K. Chang, RF and Microwave Wireless Systems, John Wiley & Sons, pp.339-344, 2001.

## 저자소개



임 재 춘 (Lim, Jae-Choon)

2011년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 대학원 전파공학과 석사과정  
2011년 2월 : 광운대학교 전파공학과 공학사



김 중 현 (Kim, Jong-Heon)

1995년 4월 ~ 현재 : 광운대학교 전파공학과 교수  
2005년 3월 ~ 2008년 12월 : IT 국제 표준화 전문가  
2002년 1월 ~ 2007년 4월 : 캐나다 SFU Research Associate  
1994년 8월 : 독일 Dortmund Univ. 전자공학과 공학박사  
1990년 6월 : 독일 Ruhr Univ. Bochum 전자공학과 공학석사



문 성 원 (Moon, Sung-Won)

2008년 1월 ~ 현재 : ㈜시스다인 대표이사  
1995년 2월 : 광운대학교 전기공학과(공학사)  
1994년 10월 ~ 1999년 10월 : Hewlett Packard 근무  
1999년 11월 ~ 2007년 9월 : 한국에질런트 테크놀로지스 근무



이 영 환 (Lee, Young-Hwan)

1989년 7월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 밀리미터파기술연구팀 책임연구원  
2007년 2월 : 한국정보통신대학교 전자공학부 공학박사  
1986년 2월 : 광운대학교 전자공학과 공학석사  
1984년 2월 : 숭실대학교 전자공학과 공학사