

## 안테나 이득을 고려한 EIRP 측정 방법에 관한 연구

김동호\*, 최동근0\*\*, 신찬수\*\*, 신호섭\*\*, 김 남\*\*

E-mail : dgchoi@osp.chungbuk.ac.kr

### The study on the EIRP measurement methods considering Antenna Gain

Dongho Kim · Donggeun Choi · Chansoo Shin · Nam Kim  
ETRI\* · Chungbuk National University\*\*

#### Abstract

Recently, in accordance with the commercialization of novel radio frequency utilization technologies, the radiated power must be rigorously limited for the purpose of protection of wireless facilities against frequency jamming or interference and for maintaining the quality of communication service. At present, the output power is measured from the conducted power for the domestic measurement criterion but is not a real radiated power and inaccurate. So, it is performed to survey the more precisely accurate measurement scheme and analyze its criterion and methodology in comparison with foreign one. As a result of surveying and analyzing, it is concluded that the U.S. and E.U. is actually using the measurement method in consideration of terms of the Equivalent Isotropic Radiated Power(EIRP) and Effective Radiated power(ERP). In case of the frequency below 1 GHz, the half wave-length dipole antenna is used to measure the ERP and above 1 GHz the horn antenna as a reference antenna is used to measure the EIRP. Therefore, for the domestic purpose it is also necessary to take EIRP and ERP into consideration as a measurement criterion in order to make an accurate measurement and regulation.

## I. 서론

전파를 이용하는 통신서비스와 관련된 첨단기술의 발달로 인하여 전파사용의 수요가 급증하고 있다. 이에 한정된 전파자원을 효율적으로 이용하기 위하여 현재 국내의 전파사용의 허가에 대한 기술기준이나 측정방법에 대한 연구가 필요하다.

오늘날과 같은 정보화 사회에서의 무선국 설비는 디지털화뿐만 아니라 방송기술과 컴퓨터 기술의 조합으로 무선국 기기의 종류 및 숫자가 폭발적으로 증대하고 있다. 이에 따라 한정된 전파자원을 효율적으로 이용할 수 있도록 공중선전력의 기술기준과 측정방법에 대한 연구를 실시하였다.

본 연구에서는, 우리나라 무선국의 공중선전력의 기술기준 및 측정방법에 대하여 분석하였고, 미국의 FCC(Federal Communications Commission)의 CFR 47의 Part별로 규제하고 있는 복사성전력(EIRP와 ERP)의 기술기준과 측정방법을 검토하고 분석하였

다. 그리고, 유럽은 ETSI (European Telecommunications Standards Institute)의 EN의 무선국에 대한 기술기준과 측정방법을 분석하였다.

## II. 국내·외의 복사성전력의 기술기준과 EIRP규제에 대한 동향 분석

국내의 무선국 형식검정을 위한 기술기준과 미국의 FCC와 유럽의 ETSI의 무선국에 대한 세부적인 기술기준을 살펴볼 때, 가장 두드러진 것은 송신장치의 공중선전력에 대한 규제방법이다.

### 2.1. 국내의 공중선전력의 기술기준

우리나라의 공중선전력(전도성 전력)은 전파법 시행령 제1장 제2조에 기술되어 있고, 등가등방성복사 전력(EIRP)과 공중선 이득은 무선설비규칙 제1장 제

2조에 기술되어 있다. 그리고, 전파법 시행령 제30조 제1호 및 제2호에 일정거리를 측정할 전계강도의 기준 제시와 제6호에 특정 소출력 무선국용 무선기기에 대한 공중선 전력 기준을 제시하고 있고, 우리나라의 공중선전력을 어떻게 표시하고 있으며, 무선 업무별로 공중선전력의 허용편차에 대해 무선설비규칙 제2장 제15조와 16조에 기술되어 있다. 무선설비규칙 제2장 제15조에는 공중선전력의 표시를 전파형식별로 기술하였고, 무선설비규칙 제2장 제16조에는 공중선전력의 규제에 대해 기술하고 있다.

2.2. 국외(미국)의 복사성전력

미국에서는 미국 연방 통신 위원회인 FCC(Federal Communications Commission)가 사회, 산업, 여러 주 정부에서 사용되는 대부분의 RF 전기 통신 서비스와 설비, 장비들에 대한 권한을 부여하고, 인증 업무를 실시하고 있다.

미국의 독립적인 정부 기관인 FCC는 미국연방통신위원회로서 CFR 47에서 Part별로 전파 자원의 효율적 이용관리 방안의 일환으로 주요전기·전자제품에서 발생하는 불요 전자파(EMI)와 전자파의 인체 노출에 대한 규제를 실시하고 있다.

FCC는 무선관련 규칙을 업무별로 분류하고 있으며, 각 업무에 대해서 여러 가지 기술적 조건 및 허가 절차들을 정해 놓고 있다. FCC의 무선 통신 설비에 대한 전력 규제는 CFR 47의 Part에 따라 각 업무별로 약간씩 다르지만 기본적인 구조는 유사하며, 출력전력에 대한 제한을 어떤 환경 하에서도 초과해서는 안될 최대 전력으로 규정을 하고 있고, 기본 전력 제한도 규정하고 있다. 그리고, 안테나 높이에 따른 전력 허용치를 제한하고 있으며, 동 채널과 인접 채널 보호를 위한 전력 허용치를 규정하고 있다. 기본 전력 제한 및 높이-전력 제한은 면제 항목으로 두고 있고, 최소로 운용해야 할 전력 값을 규정하고 있다. FCC에서는 무선관련 규칙을 업무별로 표 1과 같이 분류하고 있다.

미국은 복사성전력을 안테나에서 나오는 출력전력뿐만 아니라 안테나의 이득까지 고려한 유효복사전력(ERP : Effective Radiated Power)과 등가등방성복사전력(EIRP : Equivalent Isotropic Radiated Power)을 동시에 사용하고 있다. 이와 같이, EIRP를 규제 방법으로 사용하는 이유는 무선국을 허가할 때 공중선전력 지점점을 송신기에서 급전선에 공급되는 전력을 기준으로 하는 경우에 상호 인접 기지국간, 무선국간에 혼신 등의 야기를 방지할 수 있기 때문이다. 결국에는 무선국을 허가할 때 EIRP를 기준으로

허가를 한다면, 송신기의 출력뿐만 아니라 안테나의 특성도 규제하는 일석이조의 효과를 볼 수 있다.

표 1 CFR 47의 Part별 분류

Table 1 The classification by the part of CFR 47

구분 (Part)	구분	제목	대상 장비 예	
1	General	Practive and procedures	RF hazard requirements	
2		Frequency allocations, egeneral rules and regulations	Frequency allocations, RF hazard requirements, equipment authorization procedures and measurement requirements	
11		Emergency Alert System (EAS)		
15		Radio-frequency devices	Unlicensed transmitters: cordless phones, toy remote control, spread spectrum	
18		Industrial, scientific, and medical	Microwave ovens, industrial heaters, induction heaters, other noncommunication RF devices	
21		Domestic public fixed radio	MDS and MMDS	
22		Common Carrier	Public mobile services	Paging, radio telephone, air-to-ground services, AMPS cell phones
24			Personal communications services	PCS cell phones
25			Satellite services	
27			Wireless communications services	
73		Broadcast	Radio broadcast services	AM/FM/TV broadcast transmitters
74	Radio Services	Experimental radio, auxiliary, special broadcast	Wireless microphones	
80	Safety &	Stations in the maritime services		
87	Special	Aviation services		
90	Stations in the	Private land mobile radio services	Business radio, radio call box, AVM (automatic vehicle monitoring), paging	
95	maritime services	Personal radio services	CB radios, family radio service, model remote control	
101		Fixed microwave services	LMDS	

2.3. 국외(유럽)의 복사성전력

유럽은 출력전력을 Class별로 분할하여 반송파의 최대 전력과 허용오차를 규정하고 있다. 이렇게 출력을 Class로 구분하여 각각에 따른 전력과 허용오차를 제한하여 공중선 전력에서 발생할 수 있는 안테나 이득에 관한 오차의 범위를 줄일 수 있고, 인접 채널이나 다른 통신기기에 미치는 영향을 최소화하고자 하는 본래의 기준기술 항목의 목적을 충분히 달성하고 있다. 전력 제어 단계별로 분류하여 사업자가 서비스할 대상이 해당하는 항목의 규정을 따르게 하고 있다.

유럽은 개별적인 서비스별 혹은 특정 무선기기별로 정하고 있는 EN(European standard : telecomm-unications)표준에서 복사 전계강도 및 등가등방성복사전력(EIRP)의 제한치와 함께 각각의 EN에서 부록의 형태로 개별 전도성 및 복사성전력의 측정 방법을 상세히 제공하고 있다.

### Ⅲ. 국내·외의 복사성전력(EIRP)의 측정방법

#### 3.1. 국내 공중선전력의 측정방법

우리나라는 공중선전력을 안테나의 급전선에 입력되는 전력에 대해서만 측정을 한다. 측정방법은 안테나의 급전선에 RF cable을 연결하여 스펙트럼 분석기로 출력전력을 측정한다. 공중선전력의 측정은 그림 1과 같고, 측정장 세팅은 그림 2와 같다.

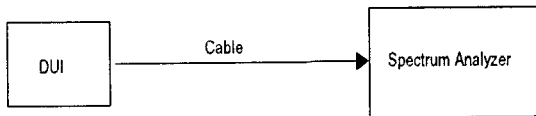


그림 1. Conducted power 측정  
Fig 1. Conducted power measurement

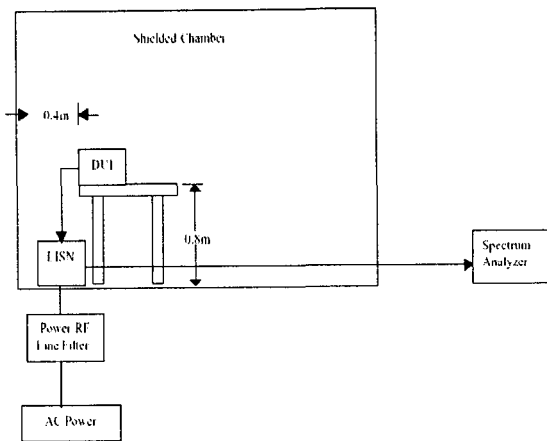


그림 2. Conducted power를 측정할 때의 측정장 세팅

Fig 2. Measurement room setting when conducted power is measured

우리나라의 공중선전력의 측정방법은 EUT(Equipment Under Test)의 출력이 최대가 되는 조건을 설정하여 측정할 기기를 동작시킨 다음 충분히 안정된 상태에서 전력계를 통해 값을 읽고, 스펙트럼분석기를 이용하여 공중선전력을 측정을 한다. 스펙트럼분석기는 표 2와 같이 설정한다.

표 2 스펙트럼분석기의 설정(공중선전력을 측정하는 경우)

Table 2 The establishment of the spectrum analyzer (In case of measuring the public line power)

중심주파수	반송주파수
소인주파수폭	필요주파수대역폭의 3-5배
샘플링수	1001점
분해능대역폭	필요주파수대역폭의 1/50내외
비대외대역폭	자동
검출모드	첨두검출(Peak Detect)모드
소인횟수	1회 소인(Single Sweep)
채널간격	수검기기의 출력신호가 단일주파수 채널인 경우에는 소인폭과 같이 하고 복수채널인 경우에는 규정의 대역폭(또는 채널간격)을 설정한다.

#### 3.2. 국외(미국) 복사성전력(EIRP)의 측정방법

미국은 복사성전력을 안테나 이득까지 고려한 안테나에서 나오는 실제로 복사되는 전력을 측정한다. 1 GHz이하인 경우에는 기준 안테나를 반파장 다이폴 안테나를 사용하여 ERP를 측정하고, 1 GHz이상인 경우에는 기준 안테나를 혼 안테나를 사용하여 EIRP로 측정을 한다.

EIRP와 ERP의 측정방법은 먼저 출력전력이 최대인 EUT를 Test Mode에서 측정하고자 하는 Mode로 설정하고, Coaxial cable을 연결하여 안정적인 정격출력이 나올 때까지 Warming up을 한다. 그리고, 바닥과 EUT사이의 거리를 0.8 m로 하고, EUT가 안정적인 정격출력을 낼 때, EUT를 Turn-Table의 중앙에 위치한 Positioner 위에 수평 극성(Battery면이 바닥에 닿도록 누운 상태)과 Ant IN의 상태로 올려놓는다. 그 다음은 Control room에서 Turn-Table을 360도 회전시켜 최대 수신지점을 파악하여 일단 위치시키고, 수신 Ant의 높이를 1-4 m까지 가변 시키며, 수신전력이 최대가 되도록 조정하고, 다시 Turn-Table과 수신 Ant를 미세하게 조정하여 EUT에서 방사되는 최대전력을 탐지한다. 이때 스펙트럼분석기에 수신된 최대전력(ERP/EIRP)을 측정한다. 측정장 세팅은 다음 그림 3과 같다.

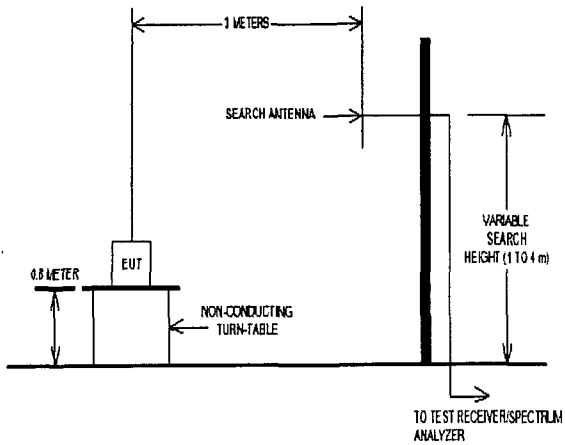


그림 3. ERP/EIRP 측정 (Chamber의 경우)  
 Fig 3. ERP/EIRP measurement  
 (In case of Chamber)

3.3. 유럽의 복사성전력(EIRP)의 측정방법

미국과 유사한 절차로 EIRP 측정을 하나, EIRP 측정시 측정장의 세팅 조건이 다르다. Ground level 과 EUT와의 높이를 1 m로 다르게 한다.

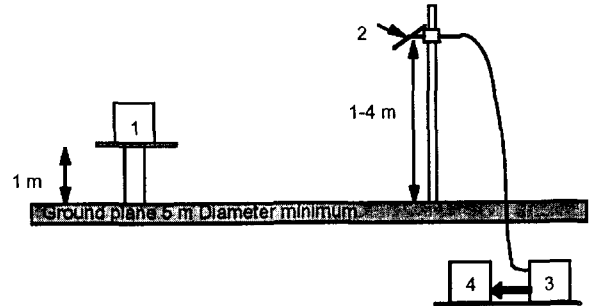


그림 4. ERP/EIRP 측정 (Chamber인 경우)  
 Fig 4. ERP/EIRP measurement (In case of Chamber)

표 3 Part별 복사성전력 비교

Table 3 Radiated power comparison by the part

	전력 구분	파트 구분	대상 장비	주 파 수 (MHz)	출력전력
radiated power	EIRP	15E	Unlicensed National Information Infrastructure TX	5180.0 - 5250.0	18.7 dBm
		15E		5250.0 - 5320.0	19.6 dBm
	EIRP	15E	802.11a/b Dual Band Wireless LAN PCMCIA Card	5150.0 - 5350.0	20.0 mW (13.0 dBm)
	EIRP	15E	TRI5758 Integrated Broadband Wireless Transceiver	5725.0 - 5825.0	3.39 mW 5.30 dBm
		21K	Outdoor MDS transceiver	2501.5 - 2688.5	0.851 W (29.30 dBm)
	ERP	22	Portable Cellular/PCS Transceiver (AMPS/TDMA)	824.04 - 848.97 (AMPS 800 Analog)	21.83dBm
	ERP	22		824.04 - 848.97 (AMPS 800 TDMA)	25.09 dBm
	EIRP	24E		1850.04 - 1909.92	29.04 dBm
	EIRP	27	Ripwave Modem	2305.0 - 2320.0	39 dBm 8 W
	ERP	22	Dual-Band CDMA Phone	824.7 - 848.31	0.478 W 26.783 dBm
	EIRP	24E		1851.25 - 1908.75	0.491 W 26.901 dBm
	ERP	90	MOBEXCOM 700 - VEHICULAR REPEATER	764.0 - 776.0	43.0 dBm
	ERP	22	Neptune WEX-10 CDPD Modem	824.0 - 849.0	0.458W 26.61 dBm
	ERP	90	Wireless OEM Modem Module	821.0 - 824.0	1.496 W 31.61 dBm
ERP	90	iDEN i30sx	896 - 901	28.4 dBm	
ERP	95	FRS/GMRS Combination Transceiver	467.55 - 467.725	29.54 dBm	
conducted power	conducted	90	Mobile Transceiver	136.0 - 174.0	25.0 W (43.98 dBm)
	conducted	90	UT-3-460-S Paging Transmitter	450.0 - 470.0	8.0 W (29.03 dBm)
	conducted	90, 95	Hand held transceiver	175.0 - 225.0	4.031 dBm

EIRP와 ERP의 측정방법은 Ground level과 turn table 위의 EUT와의 거리를 1 m로 한다. 그리고, 테스트를 하는 동안에, turn table은 돌아가고, 안테나의 높이는 최대의 신호가 잡힐 때까지 1~4 m까지 변화를 시킨다. 그 다음에는 EUT에서 나오는 최대의 전기장의 높이(m)에서 데이터를 저장하고, EUT와 교정된 신호 발생기에 연결된 반파장 다이폴 안테나와 교체를 한다. 그런 다음에는 EUT에서 발생하는 전기장과 동일할 때까지 신호발생기를 맞춘다. 그리고는 신호발생기로 EIRP와 ERP를 측정한다.

#### IV. Part별 복사성전력 비교 분석

출력전력은 크게 conducted power와 radiated power로 나누어지고, radiated power는 유효복사전력(ERP)과 등가등방성복사전력(EIRP)으로 나누어진다.

현재 국내에서는 측정을 단지 conducted power(전도성전력)로만 하지만, 미국과 유럽 같은 경우는 실제로 복사되는 출력전력인 EIRP와 ERP로 측정을 한다.

Conducted power는 급전선 내부에서 발생하는 부하나 loss들을 고려하지 않고, 급전선에 공급되는 전력으로만 측정을 하기 때문에 실제로 복사되는 출력전력이 아니다. 그러나, EIRP와 ERP는 송신기에서 출력되는 전력뿐만 아니라 안테나의 이득까지 고려하여 복사되는 출력전력을 측정하기 때문에 실제로 사용되는 복사전력이다. 이렇게 볼 때, 우리나라에서 측정하는 Conducted power는 실제로 복사되는 출력전력이라 할 수가 없기 때문에 공중선전력의 규제치가 정확하지가 않다. 따라서, 우리나라 또한 EIRP와 ERP가 복사되어지는 출력전력으로 고려될 필요가 있다.

미국의 측정방법을 보면, 무선장비들을 크게 EIRP와 ERP로 구분하여 복사성전력을 측정을 하고 있으며, 주파수별로 1 GHz이하인 경우에는 ERP로 1 GHz이상인 경우에는 EIRP로 기준을 두고 측정을 하고 있다. 그리고, 기준 안테나는 1 GHz이하인 경우에는 반파장 다이폴 안테나를 사용하고, 1 GHz이상인 경우에는 혼 안테나를 사용하여 복사성전력을 측정하고 있다.

#### V. 결 론

현재 우리나라는 공중선전력을 안테나의 급전선에 공급되는 전력만을 전파형식별, 무선 업무별로 지정하여 규제를 하고, 공중선전력의 측정은 Conducted

power로만 측정을 하고 있다.

그러나, 현재 미국과 유럽은 복사성전력을 공중선의 급전선에 공급되는 전력뿐만 아니라 안테나 이득까지 고려한 EIRP(등가등방성복사전력) 혹은 ERP(유효복사전력)로 지정하여 공중선전력을 제한하고 측정을 하고 있다. 그리고, 무선 장비별로 복사성전력의 측정을 주파수별로 1 GHz이하일 경우에는 ERP로 1 GHz이상일 경우에는 EIRP로 측정을 하고, 기준 안테나는 1 GHz이하 일 때는 반파장 다이폴 안테나를 1 GHz이상 일 경우에는 isotropic antenna가 현실적으로 존재하지 않기 때문에 혼 안테나를 사용하여 측정을 하고 있다.

이러한 방법은 전파환경의 관점에서 볼 때, 실제로 복사되는 출력전력에 대한 공중선전력의 지정을 급전선에 공급되는 전력이 아니라, 출력전력과 안테나의 이득까지 고려한 출력 전력을 측정하는 방법을 사용하는 것이 보다 더 적절한 방법이라 할 수 있다. 또한 무선국을 허가할 때 EIRP와 ERP를 기준으로 허가를 한다면 송신기의 출력뿐만 아니라 안테나도 규제하는 일석이조의 효과를 볼 수 있다.

따라서, 우리나라에서도 앞으로 보다 정확한 복사성전력의 측정과 규제를 하기 위해서는 EIRP나 ERP의 측정방법을 우리나라의 전파 환경에 적절한 방법으로 도입할 필요가 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 대통령령 제17781호, "전파법시행령", 2002.
- [2] 정보통신부령 제135호, "무선설비규칙", 2002.
- [3] <http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/htm>
- [4] <http://www.etsi.org>
- [5] CFR Title 47, Part 15--Radio frequency devices, Part 21--Domestic public fixed radio services, Part 22--Public mobile services, Part 24--Personal communications services, Part 27--Miscellaneous wireless communications services, Part 90--Private land mobile radio services, Part 95--Personal radio services, FCC .
- [6] ANSI C63.4, American National Standard for Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9 kHz to 40 GHz.