

## 전자파 노출 환경평가 기준 연구

연구책임자

오 학 태

연 구 원

여 경 진

공 성 식

최 동 근

## 제 출 문

본 보고서를 「전자파 노출 환경평가 기준 연구」 과제의  
최종보고서로 제출합니다.

2007. 12. 31.

연구책임자 : 오 학 태 (전파연구소)

연 구 원 : 여 경 진 (전파연구소)

공 성 식 (전파연구소)

최 동 근 (전파연구소)

## 요 약 문

1. 과 제 명 : 전자파 노출 환경평가 기준 연구

2. 연구 기 간 : 2007. 1. 1. ~ 2007. 12. 31.

3. 연구책임자 : 공업연구관 오 학 태

4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	월별 추진일정												비 고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
가. 전자과강도측정기준 개정(안) 마련 ○ 측정기준 개정 연구반 구성 및 회의 ○ 개정 초안 도출 ○ 개정안 검증시험 ○ 개정안 의견수렴 및 관보 고시	여경진													
나. 전자파 인체영향 안전정보플래시공모 ○ 플래시 공모전 실시 ○ 응모작 접수당선작 선정 ○ 연구소 및 관련 기관 홈페이지 등록 ○ 홍보CD 제작 및 배포	최동근													

세부연구내용	연구자	월별 추진일정												비 고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
다. 무전기의 SAR 측정 기준(안) 마련 ○ 국제 표준화 자료 분석 ○ 측정방법 도출 및 의견 수렴 ○ 상용무전기에 대 한 SAR 측정 및 분석 ○ 측정방법 최종(안) 마련	공성식													
라. RFID 등 새로운 IT 기기에 대한 인체 노출량 평가 실행 연구 ○ 국제표준화 자료 분석 ○ 보고서 작성	공성식 최동근													
분기별 수행진도 (%)		30%			60%			80%			100%			

나. 세부 과제별 추진사항

1) 전자파강도측정기준 개정(안) 마련

- 개정(안) 마련 연구반 구성 및 회의 개최
  - － EMF인체노출표준위원회의 관련 전문가로 구성
  - － 측정기준 초안 마련
- 전자파강도측정기준 개정 초안 검증시험 실시

- 이동통신 기지국, 방송국 등 무선국 10종
- o 전자파강도측정기준 개정안에 대한 의견수렴 및 전자공청회 실시
- o 측정기준안에 대한 기술기준 심의회 심의
- o 전자파강도측정기준 고시(전파연구소고시 제2007-49호)
- o 측정기준에 대한 관련기관 종사자 실무 교육 실시

## 2) 전자파 인체영향에 관한 인터넷 홍보 플래시 공모

- o 플래시 공모 추진 및 공모전 홍보를 위한 사례조사
  - 타 공공기관의 플래시 공모 사례수집 및 분석
- o 공모전 실시 및 홍보 추진
  - 포털 사이트, 관련기관 홈페이지, 언론 홍보
- o 응모작에 대한 심사 및 수상
  - 총 129편에 대하여 예비심사 및 1차, 2차 심사를 거쳐 7편의 수상작 선정 및 시상식 개최
- o 수상작 홍보를 위해 유관기관 홈페이지 배너 게재
- o 플래시 공모전 수상작 홍보용 CD 및 제작 배포
  - 플래시 공모전 수상작, 전자파 인체영향 Q&A 자료집 등

## 3) 무전기의 전자파흡수율 측정기준(안) 마련

- o 무전기의 SAR 측정방법에 대한 국제표준 검토 및 분석
  - IEC TC106 106/90/NP 및 106/132/CD 기술문서
- o 무전기의 전자파흡수율 초안 마련 및 EMF인체노출표준위원회 연구반에서 의견 수렴 실시
- o 상용 무전기에 대한 전자파흡수율 측정 및 분석
  - 450 MHz 대역의 모의인체 용액 제조
  - 상용 무전기에 대하여 두부 및 몸통에서 전자파흡수율 측정
- o 무전기의 전자파흡수율 측정기준(안) 도출

## 4) RFID, EAS 등 새로운 IT 기기에 대한 전자파 인체노출량 평가 선행 연구

- o 국제 표준화 및 기술동향 자료 조사

- o RFID, EAS 등 새로운 IT 기기에 대한 전자파 노출형태 분석

#### 5) 전자기장 인체노출 국제 표준화 대응

- o IEC TC106 기술문서 검토 및 우리나라 의견 제시

- 106/125/FDIS : 찬성 투표 및 의견 3건 제출
- 106/123/CD : 의견 2건 제출
- 106/129/FDIS : 찬성 투표 및 의견 5건 제출
- 106/130/CD : 의견 10건 제출
- 106/132/CD : 의견 18건 제출

- o EMF인체노출표준위원회 및 연구반 회의 개최

- 위원회 활성화 방안 및 홍보계획에 대한 의견 수렴

- o 전자파 인체영향 국제회의 참석

- 2007 IEC TC106 표준화 회의 참석
- IEC TC106 PT62232 표준화 회의 참석
- 한·일·미·EU 전자파 국제공동 워크샵 참석

### 5. 연구 결과

1) 전자파강도측정기준 개정 고시(6월)

2) 전자파 인체영향 플래시 공모전 실시(6월)

3) 제11회 전자기장의 생체영향에 관한 워크샵 발표(9월)

- Study on conformity assessment procedure for technical requirements for the human protection against electromagnetic waves of radio base station

4) 전자파 인체영향 홍보 CD 제작 및 배포(10월)

5) 무전기의 전자파흡수율 측정기준(안)(12월)

## 6. 기대효과

- 1) 이동통신 기지국, 방송국 등 무선국의 전자파 노출로부터 국민의 건강보호 및 민원 해소
- 2) 전자파 인체영향의 정확한 이해와 올바른 사용유도를 위한 대국민 홍보
- 3) 무선기기의 전자파 노출량 평가방법 정립
- 4) 전자파 인체노출량 평가에 대한 국제 표준화에 적극 대응하여 국제협력 교류 증진

## 7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규 격	수량	용도	보유현황	확보방안	비 고
SAR 측정 시스템	ESSAY 로봇 시스템	1	SAR 측정	보유		
전자파 수치해석 시스템	SEMCAD	1	수치해석	보유		
	HFSS	1	수치해석	보유		
	XFDTD	1	수치해석	보유		

## SUMMARY

Since mankind uses electricity, the kinds and number of electronic devices has continuously increased. The number of mobile phone users also has increased up to 3 billion by August 2007 and 3.5 billion by the end of 2008, due to development of mobile communication technologies. The number of mobile base stations in Korea has increased twice in October 2007 comparing with that of 2004.

Electromagnetic fields are usually produced from use of electronic devices. Therefore, increase in use of electricity and radio communication leads to increase higher levels of electromagnetic fields. Higher electromagnetic fields levels cause many side effects like electromagnetic interference, public discontents on the health effect of electromagnetic field, etc.

Among the side effects from higher electromagnetic fields levels, the health effect of electromagnetic field are still in controversy. Many studies on the health effect of electromagnetic fields have been finished and a reasonable limitation for human protection against electromagnetic fields has already been set. However, the general public tends to believe that electromagnetic fields are harmful whatever those levels are, because mass media like newspaper, radio and television exaggerate those risk.

The general public's negative recognition to electromagnetic fields is very common social problem in the world and many countries make their best efforts on activities to clear social uneasiness about electromagnetic fields which are called "Risk communication" as well as studies on the health effect and exposure assessment of electromagnetic fields.

In this study, as a part of "Risk communication" activity, 「flash contest on the health effect of electromagnetic fields」 was held. In contrast to past "Risk communication" activity, this flash contest focused on the active



participation of the general public and the eventual understanding about the health effect of electromagnetic fields. It would be very successful example of "Risk communication"

Preventing people from the possible excessive exposure to electromagnetic fields by law is very important government's role. The Korean government made an amendments on the 「Radio Act」 which gave base articles on limitation of human exposure on electromagnetic fields in January 2000 and noticed 「Limitation of Human Exposure on Electromagnetic Fields」, 「Technical Requirement for Measurement on Electromagnetic Field Strength」, 「Technical Requirement for Measurement on Specific Absorption Rate (SAR)」 and 「Conformity Assessment Procedure for Electromagnetic Field Strength and Specific Absorbtion Rate」 in January 2001. The SAR measurement and the conformity assessment for the mobile phone has been enforced from May 2002.

PTT(Push to talk) handheld transceiver is another popular radio communication device. It is not a subject of the conformity assessment on the human exposure to electromagnetic fields in Korea. Meanwhile, the United States regulate its SAR as a kind of the portable device. PTT handheld transceiver has higher transmit power than mobile phone and possible SAR could be higher than that of mobile phone. It should be very carefully investigated to include Push to talk handheld transceiver in subject of the conformity assessment on the human exposure to electromagnetic fields or not, because the operating method of PTT handheld transceiver is very different from mobile phone. For verifying compliance of PTT handheld transceiver, it is needed to make proper SAR measurement procedure. FCC already has a SAR measurement procedure on PTT handheld transceiver and IEC TC106 has been standardizing the SAR measurement procedure. In this study, 「SAR measurement procedure on PTT handheld transceiver」 is suggested based on the technical document of IEC TC106 and the SAR measurement procedure of FCC.

December 2006, Korean National Assembly revised the 「Radio Act」 to regulate that an owner of radio station which has certain condition in both power and place criteria should report its electromagnetic field strength. According to 「Radio Act」, 「Technical requirements for Measurement of Electromagnetic Field Strength (RRL Notice No. 2006-125)」 should be applied as a test method for measuring the electromagnetic field strength of the radio station. However, the existing notice of 「Technical requirements for Measurement of Electromagnetic Field Strength」 didn't include the procedure for measuring it. In this study, new concepts such as an approach to find the measurement place, measurement positions (heights), compliance boundary, total exposure ratio (TER) and etc. were introduced in the new procedure for measuring the electromagnetic field strength of the radio station. IEC, ITU and CENELEC standards were investigated, and european standard EN50400 was mainly referenced for making revision of the notice. Eventually the notice was revised to RRL Notice No. 2007-49, 「Technical requirements for Measurement of Electromagnetic field Strength」 in June 27, 2007.

# 목 차

표 목 차 .....	205
그림목차 .....	207
제 1 장 서 론 .....	211
제 2 장 전자파 인체영향 연구 및 표준화 동향 .....	213
제 1 절 WHO의 국제 EMF 프로젝트 .....	213
제 2 절 제29차 BEMS 회의 .....	213
제 3 절 IEC(국제전기기술위원회) TC106 .....	214
제 4 절 ITU-T(국제전기통신연합) SG5 .....	215
제 5 절 CENELEC TC106x .....	216
제 6 절 IEEE ICES .....	217
제 7 절 전자파 국제 공동 워크샵 .....	217
제 3 장 전자파강도측정기준 개정 .....	219
제 1 절 무선국 전자파강도 측정을 의무화한 전파법 개정 .....	219
제 2 절 개정 전파법 검토 .....	219
제 3 절 세계 각국의 무선국 전자파강도 규제 현황 .....	228
제 4 절 전자파강도 측정기준 개정 (무선국 전자파강도 측정방법) .....	231
제 5 절 전자파강도측정기준 검증을 위한 시범 측정 .....	237
제 6 절 향후 해결 과제 .....	260
제 4 장 무전기의 전자파흡수율 측정방법 연구 .....	261
제 1 절 FCC의 무전기 SAR 평가 .....	261

제 2 절	무전기 SAR 측정 및 분석 .....	263
제 3 절	무전기의 전자파흡수율 측정기준(안) 마련 .....	268
제 5 장	RFID, EAS 등의 실용화에 따른 인체노출량 평가기술 선행 연구 .....	271
제 1 절	연구개요 .....	271
제 2 절	IEC TC106 표준화 동향 .....	271
제 3 절	표준화 문서(106/111/CDV) 검토 .....	272
제 6 장	전자파 인체영향 플래시 공모전 .....	285
제 1 절	플래시 공모전의 개요 .....	285
제 2 절	플래시 공모전 개최 계획 수립 .....	286
제 3 절	플래시 공모전 홍보 .....	286
제 4 절	응모작 접수 및 심사 .....	288
제 5 절	시상식 개최 .....	288
제 6 절	플래시 공모전의 성과 .....	289
제 7 절	플래시 공모전 수상작 소개 .....	290
제 8 절	플래시 공모전 수상작의 활용 .....	297
제 7 장	결 론 .....	303

## 표 목 차

표 3-1 전파법, 시행령, 시행규칙 3단 비교 .....	225
표 3-2 대상 무선국 기준 (전파법 시행령 [별표 2의2] <신설 2007.6.21>)	
전자파강도 보고 대상 무선국의 기준(제40조의2 관련) .....	227
표 3-3 '06년 Audit(검사) 기지국 예 .....	229
표 3-4 외국의 전자파강도기준 규제 비교 .....	230
표 3-5 무선국 송신주파수별 측정간격(측정기준 “표 1”) .....	234
표 3-6 전자파강도 측정 지점 선정 .....	240
표 3-7 측정위치별 전자파강도 .....	241
표 3-8 측정 간격별 측정결과 .....	242
표 3-9 공용화 기지국의 총 노출량 계산 .....	243
표 3-10 AM 방송국 정보, 계산안전경계, 측정간격 .....	244
표 3-11 AM 방송국 거리별 측정 결과 .....	245
표 3-12 측정 지점의 AM 방송국 전자파강도 .....	245
표 3-13 TV/FM 방송국 정보, 계산안전경계, 측정간격 .....	246
표 3-14 TV/FM 방송국 거리별 측정 결과 .....	247
표 3-15 측정 지점의 KBS 제1TV 방송국 전자파강도 .....	247
표 3-16 측정 지점의 KBS 제1FM 방송국 전자파강도 .....	247
표 3-17 KBS 제1TV 방송국 측정 지점의 타 방송국 전자파강도 .....	248
표 3-18 KBS 제1FM 방송국 측정 지점의 타 방송국 전자파강도 .....	248
표 3-19 무선평출 무선국 정보, 계산안전경계, 측정간격 .....	248
표 3-20 무선평출 무선국 거리별 측정 결과 .....	249
표 3-21 측정 지점의 무선평출 무선국 전자파강도 .....	250
표 3-22 공용화 무선국 정보, 계산안전경계, 측정간격 .....	250
표 3-23 공용화 무선국 거리별 측정 결과 .....	251

표 3-24 측정 지점의 공용화 무선국 전자파강도 .....	252
표 3-25 TRS 무선국 정보, 계산안전경계, 측정간격 .....	252
표 3-26 TRS 무선국 거리별 측정 결과 .....	253
표 3-27 측정 지점의 TRS 무선국 전자파강도 .....	253
표 3-28 LBS 무선국 정보, 계산안전경계, 측정간격 .....	254
표 3-29 LBS 무선국 거리별 측정 결과 .....	255
표 3-30 측정 지점의 LBS 무선국 전자파강도 .....	255
표 4-1 무전기 SAR 측정결과(조건 1) .....	266
표 4-2 무전기 SAR 측정결과(조건 2) .....	267
표 4-3 무전기 SAR 측정기준 마련 추진경과 .....	268
표 5-1 그림 5-1 ~ 11에 대한 차원과 거리 .....	273
표 5-2 단순화된 신체 형상에 대한 치수 및 거리 .....	280
표 6-1 플래시 공모전 홍보방법 .....	287
표 6-2 플래시 공모전 심사 평가항목 .....	288
표 6-3 홍보용 CD에 들어간 자료의 내용 .....	299

## 그 립 목 차

그림 3-1 무선국 전자파강도 측정·보고 절차 .....	224
그림 3-2 측정지점 선정 .....	232
그림 3-3 공중선 지향성에 의한 측정시작지점 선정 .....	233
그림 3-4 무선국 공중선 정보를 이용한 측정지점 탐색 .....	234
그림 3-5 정밀측정 .....	235
그림 3-6 측정기기의 배치 .....	236
그림 3-7 입수한 무선국 정보(주 빔 방향 표시) 및 측정 사진 .....	238
그림 3-8 AM 방송국 측정 방향 .....	244
그림 3-9 TV/FM 방송국 측정 방향 .....	246
그림 3-10 무선평출 무선국 측정 방향 .....	249
그림 3-11 셀룰러/PCS 무선국 측정 방향 .....	251
그림 3-12 TRS 무선국 측정 방향 .....	253
그림 3-13 LBS 무선국 측정 방향 .....	254
그림 3-14 AM 방송 스펙트럼 .....	255
그림 3-15 셀룰러 (CDMA) 스펙트럼 .....	256
그림 3-16 PCS (CDMA) 스펙트럼 .....	256
그림 3-17 WiBro 스펙트럼 .....	257
그림 3-18 WCDMA 스펙트럼 .....	257
그림 3-19 TRS 스펙트럼 .....	258
그림 3-20 무선평출 스펙트럼 .....	258
그림 3-21 TV방송 (아날로그/디지털) 스펙트럼 .....	259
그림 3-22 위치기반서비스 (LBS) 스펙트럼 .....	259
그림 4-1 평면 모의인체에서의 무전기 SAR 측정 .....	262
그림 4-2 평면형 모의인체의 윗면도, 측면도 및 입체도 .....	263

그림 4-3 무전기 SAR 측정 시스템 .....	264
그림 4-4 SAR 측정 조건 .....	265
그림 4-5 모의인체의 바닥 중심과 피시험기기와의 이격거리 .....	265
그림 4-6 조건 1에서 평면형 모의인체와 무전기를 밀착한 경우의 두부와 몸통 SAR 분포 .....	267
그림 4-7 조건 2에서 평면형 모의인체와 무전기를 밀착한 경우의 두부와 몸통 SAR 분포 .....	267
그림 4-8 피시험기기가 두부에서 사용되는 경우 .....	269
그림 4-9 기기부속물이 없는 피시험기기가 몸통에서 사용되는 경우 .....	269
그림 4-10 기기부속물이 있는 피시험기기가 몸통에서 사용되는 경우 .....	270
그림 4-11 무전기의 전자파흡수율 측정절차 .....	270
그림 5-1 몸통(torso) 측정 그리드 .....	273
그림 5-2 머리 측정 그리드 .....	274
그림 5-3 바닥 수직 설치형 단일 안테나 .....	274
그림 5-4. 바닥 수직 설치형 이중 안테나 .....	275
그림 5-5 바닥 수평 설치형 단일 안테나 .....	275
그림 5-6 천장 설치형 단일 안테나 .....	276
그림 5-7 바닥-천장 복합 설치형 안테나 .....	276
그림 5-8 “터널형(walk-through)” 루프 안테나 .....	277
그림 5-9 계산대 또는 책상 부착형 안테나 .....	277
그림 5-10 수직, 벽 또는 프레임 부착형 안테나 .....	278
그림 5-11 휴대용 안테나 .....	278
그림 5-12 원판 모델 .....	279
그림 5-13 직육면체 모델 .....	279
그림 5-14 회전 타원체 모델 .....	279
그림 6-1 플래시 공모전 시상식 사진 .....	289



그림 6-2 전과연구소 홈페이지의 「사이버홍보관」 배너 .....	297
그림 6-3 홈페이지에 게재된 플래시 공모전 수상작 목록 .....	298
그림 6-4 플래시 공모전 수상작 실행 모습 .....	298
그림 6-5 “홍보용 CD”의 초기화면 .....	300
그림 6-6 “전자과의 이해”의 초기화면 .....	300
그림 6-7 “홍보 동영상”의 초기화면 .....	301
그림 6-8 “Q&A 자료집”의 초기화면 .....	301
그림 6-9 “플래시 공모전 수상작”의 초기화면 .....	302

# 제 1 장 서 론

정보통신부에서는 2000년 1월, 전자파인체보호기준을 추가한 전파법을 개정·공포하고 2001년 1월, 전자파인체보호기준, 전자파강도측정기준, 전자파흡수율측정기준, 전자파강도 및 전자파흡수율 측정대상기기를 고시하였으며, 휴대전화에 대한 전자파흡수율은 2002년 4월부터 강제 규제하고 있다.

이동통신기술의 발달에 따라 휴대전화 사용자 수는 급격히 증가하여 전 세계적으로 2007년 8월 현재, 30억 명을 돌파했으며 2008년 말에는 사용자 수가 35억 명에 이를 것으로 전망된다. 휴대전화 사용자의 증가는 기지국의 증가로 이어져 우리나라의 경우, 2007년 10월 현재의 기지국 수는 2004년에 비하여 2배 이상 증가하였다.

기지국 주변 거주민들에 의한 전자파 관련 민원이 최근 크게 증가함에 따라 2006년 12월, 대통령령이 정하는 기준에 해당하는 무선국은 전자파강도 측정·보고를 의무화하도록 전파법을 개정하였다. 이에 따라 무선국 주변에서 인체보호기준을 만족하는 적합성 경계를 찾는 측정방법에 대한 기준이 필요하게 되었고 본 과제에서는 EN50400<sup>1)</sup> 등의 국제기준을 토대로 한 측정기준 개정안을 마련하였다.

휴대전화 이외에 많이 사용하는 무선통신기기 중의 하나가 무전기이며 미국에서는 “portable device”의 범주에 포함시켜 무전기의 전자파흡수율을 규제하고 있다. 무전기는 출력이 휴대전화보다 높아 사용하기에 따라서는 전자파흡수율이 휴대전화보다 높을 수도 있다. 다만 동작방식이 휴대전화와 달라 실질적인 인체영향은 휴대전화보다 작을 수도 있기 때문에 무전기의 전자파흡수율 규제는 다각적이고 신중한 검토가 필요하다. 따라서 우리나라도 무전기를 전자파흡수율 측정 대상기기에 포함시킬지 여부를 판단하기 위해서는 무전기의 전자파흡수율을 측정·분석해 볼 필요가 있으므로 본 과제에서는 IEC TC106에서 추진 중인 기술표준문서를 토대로 「무전기의 전자파흡수율 측정기준(안)」을 마련하였다.

이동통신기술의 발달로 인한 다양한 무선통신기기로 인하여 생활주변 전자기장 레벨은 점차 증가하게 되고 이로 인하여 전자기장(흔히 전자파라고 함)의 인체영향 가능성에 대한 우려도 증가되고 있으며 전자파 관련 민원도 다양한 형태로 증가하고 있는 것이 우리나라의 현재상황이다. 언론, 방송 등 대중매체에서는 일부 검증되지 않은 연구결과를 무분별하게 인용·보도하여 전자파는 무조건 유해한 것처럼 사실을 왜곡함으로써 국민들의 전자파에

---

1) 110 MHz~40 GHz 주파수 대역을 사용하는 무선국 설치 시 인체보호기준 적합성을 입증하기 위해 사용되는 표준(유럽)

대한 불안감을 자극하고 있다.

이는 외국에서도 마찬가지로 현재 세계 각 국에서는 “전자파의 인체영향 연구” 못지않게, 전자파 관련 상식 등 각종 정보를 일반 국민들에게 효율적으로 전달하여 전자파에 대한 막연한 불안감을 해소하기 위한 노력이 중요하다는 점을 인식하고 있으며 이를 “Risk communication”이라고 한다.

본 과제에서는 “Risk communication” 활동의 일환으로 「전자파 인체영향 플래시 공모전」을 개최하였다. 2006년에는 전자파에 관한 Q&A 책자 「생활속의 전자파, 얼마나 알고 계십니까?」를 발간·배포하였으나 이것은 일방적인 정보 전달로서 전자파를 이해하고자 하는 일반 국민들의 능동적인 노력을 이끌어내기에는 부족한 점이 많았다. 이에 따라 전자파에 대한 일반인의 자발적인 이해 노력을 유도하기 위하여 본 공모전을 개최하여 “Risk communication”을 실천하고자 하였다.

## 제 2 장 전자파 인체영향 연구 및 표준화 동향

### 제 1 절 WHO의 국제 EMF 프로젝트

WHO에서는 1996년부터 수행 중인 “International EMF Project”를 통하여 각 국에서 수행하는 연구 과제가 중복되지 않도록 하거나 새로운 과제를 도출하는 등 국제적인 조정자 역할을 하고 있다. 프로젝트의 주요목적은 전자파의 인체영향을 명확히 규명하기 위하여 필요한 정보를 확보하여 국제적으로 통일된 “전자파 인체보호기준”을 제정하고, 필요할 경우 인체보호 수단이나 조치를 취하는 것이다. WHO는 그 동안의 연구결과를 종합하여 2007년, 극저주파 전기장 및 자기장의 인체영향을 규명한 “Environmental Health Criteria(환경적 건강기준)” 보고서를 발간하였다. 동 보고서에서 전력선(50 Hz/60 Hz) 등에서 발생하는 미약한 극저주파(ELF<sup>2)</sup>) 전기장 또는 자기장에 대한 장기적인 노출이 어린이 백혈병 발병 위험성 증가와 관련이 있음을 역학연구의 결과를 토대로 인정하였으나 백혈병과 극저주파 전자기장의 상관관계가 불분명하여 역학연구결과를 근거로 인체보호기준을 설정하는 것은 바람직하지 않으므로 예방적 조치를 권고하고 있다.

### 제 2 절 제29차 BEMS<sup>3)</sup> 회의

BEMS는 비전리 복사와 생체시스템과의 상호관계를 연구하기 위하여 1978년 설립된 독립기구이다. BEMS의 Annual Meeting은 전자파 생체영향 분야에서 규모와 내용면으로 세계 최고 수준의 학회로서 금년(2007년) 6월에 일본 가나자와에서 개최된 회의에서는 생물학, 물리학, 의학, 전기전자공학 분야에서 총 256편의 논문이 발표되었다.

인체노출량 평가 관련 논문을 주제별로 분석해보면 SAR 측정/계산의 불확정도 평가 및 교정기법과 관련된 논문이 11편으로 가장 많았으며, 다음으로 SAR 측정/계산시간 단축기법 관련 10편, 기지국 노출량 평가 관련 7편, 현실적인 노출환경 해석이 6편 등이었다.

인체노출량 평가 부분을 중심으로 BEMS 2007에서 나타난 주요 연구 동향을 정리하면 다음과 같다. 작년에 이어 SAR 측정 시스템의 속도 향상과 교정 등에 관한 연구가 집중되는 가운데, SAR 측정을 포함한 전반적인 전자기장 측정-계산에서 불확정도 평가가 하나의

---

2) ELF(Extremely Low Frequency)

3) Bioelectromagnetics Society

중요한 이슈로 부각되고 있었다. 국내에서도 이슈가 되고 있는 기지국 주변 전자기장 평가에 관한 논문도 증가세를 보이고 있으며, WHO의 research agenda로 지정된 현실적인 노출 환경 (차량 내부 해석, 통계적 기법 활용 등)에 대한 노출량 해석 연구도 활발한 모습을 보였다.

기타 분야에서 유전자 실험, 세포실험 등은 주로 10 MHz 이하의 ELF나 IF, 펄스파 노출 등에 의한 영향을 분석하는데 집중되어 있었으며 휴대폰 주파수 노출은 동물실험, 자원자 실험 등에서 주로 이루어졌으나 뚜렷한 생체영향을 입증하는 연구결과는 나오지 않았다. 미국의 Chow 등을 중심으로 낮은 강도의 RF 전자파 노출에 의한 비열적 효과는 존재하지 않는다는 연구결과가 나오고 있어 차후 연구는 더욱 ELF와 펄스파 쪽에 집중될 것으로 보인다. 역학연구는 장기간의 연구기간과 많은 비용이 필요한 이유 등으로 올해는 그 편수가 다소 줄어드는 경향을 보였다.

이번 학회의 큰 특징 가운데 하나는 전자파의 역기능에 대한 연구뿐 아니라 척추치료, 상처 조직재생 치료, 암종양치료 등 전자파를 이용한 질병 진단, 치료 등 순기능에 관한 논문이 많아졌다는 것이다.

### 제 3 절 IEC<sup>4)</sup>(국제전기기술위원회) TC106

IEC에서는 1999년, 새로운 기술위원회(TC106)를 만들어 전기장, 자기장, 전자기장의 인체노출량 평가 방법에 대한 국제 표준화를 추진 중이다. 주파수 대역은 0 ~ 300 GHz이며, 연구내용은 인체 노출과 관련된 전자기 환경의 특성, 노출량 측정방법, 계산방법, 특정한 소스에 의해 발생하는 노출량 평가방법, 불확정도 평가 등을 포함한다. 현재까지 5개의 WG을 중심으로 표준 작업을 활발히 진행하여, 2004년부터는 국제 표준문서들이 발간되고 있고, 대부분의 기존 프로젝트들이 현재 CD 또는 CDV<sup>5)</sup> 단계에 있다. 휴대폰 전자파에 대해서는 이미 “전자파 흡수율(Specific Absorption Rate : SAR)”을 인체영향 평가를 위한 물리량으로 결정하여 인체 머리부위에 대한 SAR 측정과 계산방법에 관한 표준화가 마무리되어 2005년 2월에 국제표준(IS : International Standard)으로 공포하였다. PDA, 무선 랜 등 휴대폰 이외의 무선통신기기가 다양화되고, 그 사용방법 또한 단순히 머리 가까이에서 사용하지 않고 다양해짐에 따라 몸통 및 인체 사지(팔다리)부분에 대한 SAR 측정방법에

4) IEC(International Electrotechnical Commission)

5) CD(Committee Draft), CDV(Committee Draft for Vote)

대해서도 표준화를 진행하고 있다.

2007년 10월, 덴마크 코펜하겐에서 열렸던 TC106 총회에서는 다음과 같은 내용이 논의되었다.

첫째, 무전기, wearable PC 등 각종 휴대용 무선기기의 다양한 사용형태에 따른 몸통 SAR 측정방법(PT 62209-2)을 다룬 기술문서(106/132/CD)에 대해 각 국으로부터 632개의 의견을 제시받았으며, 이를 검토하여 내년 2월에 두 번째 CD 문서를 발간할 예정이다.

둘째, RFID, EAS 등 근거리 무선기기에 대한 전자파 인체노출량 평가방법 표준화 작업에 대해서는 스위스에서 어린이에 대한 영향평가를 고려하자는 의견을 제시하였으며, 이를 반영하여 최종 위원회안이 발간될 예정이다.

셋째, 현재 우리나라에서 휴대폰의 SAR 측정방법에 적용하고 있는 IEC62209-1 표준에 대한 Maintenance 기간이 도래함에 따라 내년(2008년)에 첫 번째 회의 개최 등 본격적인 개정작업을 수행할 예정이다.

넷째, 기지국 전자파의 인체노출량 측정방법 표준화로서 기지국에 대한 RF field 및 SAR 평가를 위해 19개국 50여명의 전문가가 표준화 작업에 참여하고 있으며, 주변환경, 신호원, 모의인체 등을 고려한 수치해석 기법 등 다양한 평가방법을 고려하고 있으며 위원회 초안은 2008년에 발간될 예정이다.

다섯째, 저전력 전기전자기기에 대한 전자파 인체노출량 평가 방법 표준화 작업(WG5 회의, PT62479)으로서 제품이나 제품군 표준이 있는 경우에도 공통표준을 사용할 수 있도록 수정(의도성 및 비의도성 신호원 모두 포함하도록 수정)하였다.

## 제 4 절 ITU-T(국제전기통신연합) SG5

ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication Standard Sector)는 ITU를 구성하는 세 개의 섹터(Sector) 중 하나로서 글로벌 통신망 및 서비스를 위한 국제표준을 개발하는 국제기구이다. 2005년 ~ 2008년의 연구기간(study period) 동안 ITU-T에는 모두 13개의 SG(Study Group)가 구성되어 있으며 각 SG산하에는 주제별로 Working Party(WP)를 두며 또한, 각 WP 산하에는 실제프로젝트를 수행하는 단위인 Question이 있다. SG5의 경우 안전 규격을 다루는 WP1(Damage prevention and safety) 및 전자파의 인체노출을 다루는 WP2(Electromagnetic fields : emission,

immunity and human exposure)가 있다.

SG5에서는 전자기장 환경으로부터 정보통신시스템의 보호 문제를 다루고 있으며 주요 주제는 다음과 같다.

첫째, 낙뢰의 영향으로부터 정보통신네트워크 및 설비의 보호(Damage prevention and safety)

둘째, 휴대폰 등 통신장치에 의해 발생하는 전자기장과 관련된 EMC, 안전 및 인체영향에 대한 연구(Electromagnetic fields : emission, immunity and human exposure)

Question3 (Q.3/5)에서는 모바일 장비 및 시스템에 대한 인체 영향을 다룬다(Radio-frequency environmental characterization and health effects related to mobile equipment and radio systems). K.52, K.61, K.70 등 3개의 권고안(recommendation)이 있으며, K.52는 전자기장 노출에 대한 인체노출한계의 적합성 평가를 위한 일반적인 내용을 다루며, K.61은 전기통신용 고정시설에 대한 인체노출 적합성을 평가하기 위한 구체적인 측정과 예측방법을 기술한 지침서이다. K.52는 2004년 12월 표준화가 완료된 상태이며 K.61의 경우 최종안이 나온 2003년 9월 이후, 2007년 완료를 목표로 공간 변화율을 고려한 적절한 측정 방법에 관한 세부내용을 보완하고 있다. K.61은 기지국 신호의 예측과 노출 경감과 관련된 내용인데, 제정 작업은 2005년에 시작되었으며 2007년 완성이 목표이며 현재 K.70으로 명명되었다.

## 제 5 절 CENELEC<sup>6)</sup> TC106x

전자과 인체노출량 평가 방법에 대한 유럽 표준을 개발하는 표준화 기구로서 앞에 소개한 IEC와 동일 분야인 0 ~ 300 GHz 주파수대역의 전자과 인체노출과 관련한 노출량 측정방법, 계산방법, 특정한 소스에 의해 발생하는 노출량 평가방법, 불확정도 평가 등에 대한 유럽 표준화를 진행 중이다. 8개의 연구반과 2개의 공동 연구반이 휴대전화와 기지국, 방송, 전력선, 유도과열 등 다양한 분야에서 전자과 인체노출에 관한 유럽 표준 개발을 진행하고 있으며 특히, 전기용접과 같이 직업적인 이유로 전자파에 빈번히 노출되는 사람들의 건강과 안전을 보장하기 위한 노출량 평가 방법 표준화가 활발한 특징이 있다. 연구반 체계가 IEC TC106과 유사하고 유럽 표준을 개발하는 전문가들이 IEC TC106의 연구반에 적극적으로 참여하고 있기 때문에 유럽의 표준화 추진은 국제표준화에 상당한 영향을 주고 있다.

---

6) CENELEC(European Committee for Electrotechnical Standardization) : 유럽전자기술표준화위원회

## 제 6 절 IEEE ICES<sup>7)</sup>

주요임무는 확증된 생물학적 연구 결과를 공학적 측면에서 검토하고 근거를 확립하여 전자파의 인체노출 제한치를 제·개정하는 것이다. 또한 휴대전화에 대한 전자파흡수율 시험방법 및 해석적 평가 방법 표준화, PDA, 양방향 무전기와 같은 휴대용 무선통신기기에 대한 시험방법의 표준화 등 전자파 인체영향 적합성 확인을 위한 제품별 시험방법의 표준화도 추진하고 있다.

지난 2007년 3월 1일 IEEE ICES TC95 분과위원회가 영국 런던에서 개최되었다. 회의의 신규 안건은 총 5가지였으며, 주요 안건은 “피부 표면에서의 SAR값 증가(SAR enhancement at skin surface)”이었다. 즉, 일반적으로 SAR 측정에 사용하는 균질성 모의인체(phantom) 표면(또는 피부)의 SAR이 이질성 모의인체 피부의 SAR보다 낮게 측정된다는 것이다. 국제표준에서 휴대전화의 SAR 측정은 균질성 모의인체를 사용하도록 하고 있기 때문에 사용자 보호를 위하여 균질성 모의인체를 사용하는 것이 적절한 것인지 또한 이질성 모의인체와 균질성 모의인체 간의 차이를 감안한 보정인자 설정이 필요한 지에 대한 논의가 진행되었다.

## 제 7 절 전자파 국제 공동 워크샵

1996년 8월에 개최된 한·일 통신장관회담 시 「휴대전화 등의 인체영향에 관한 연구」 공동발표회를 매년 개최기로 합의함에 따라 1997년(일본)과 1998년(한국)에는 우리나라와 일본과의 공동 워크샵이 각 국에서 순차적으로 개최되었다. 이후 일본의 제의에 따라 공동 워크샵에 EU를 참가시키기로 합의하고 1999년에는 한국, 일본, EU가 참여하는 공동 워크샵이 일본에서 개최되었으며 2001년에는 미국도 참여하여 「전자파 국제 공동 워크샵」을 매년 개최하게 되었다.

금년(2007년) 11월에는 벨기에 브뤼셀에서 각 국 대표 32명이 참석한 가운데 동물실험, 세포실험, 역학연구, 인체노출량 평가방법, 인체보호기준, 전자파 관련 정책 등의 분야에 있어서 각 국에서 수행한 연구의 현황 및 결과를 발표하고 토의하였다.

각 국에서는 RFID<sup>8)</sup> 등 새로운 무선통신기기에 대한 전자파 노출 평가 연구 및 Risk Communication, EHS<sup>9)</sup>, 장기(長期) 노출 연구에 대한 관심이 증대되고 있으며, 관련

7) ICES(The International Committee on Electromagnetic Safety)

8) RFID(Radio Frequency Identification) : 무선식별



연구를 진행 중이거나 진행할 계획에 있다.

미국에서는 현재, 휴대폰, 보안 시스템, MRI 노출, RFID, CT 등 무선 의료장비에 대한 EMC 적용은 하지 않고 있으나 FDA<sup>10)</sup>에서 지침을 세우기 위한 노력을 하고 있으며, 새로운 통신기기들의 등장에 대한 꾸준한 연구를 진행하고 있다.

일본에서는 의료 장비의 보호를 위하여 RFID, EAS<sup>11)</sup> 등 새로운 무선통신기기의 사용을 규제하는 안전기준을 두고 있는데 휴대폰과 의료장비의 이격을 적어도 22 cm 이상, 무선카드 시스템의 리더기와 심장박동기의 이격을 적어도 12 cm 이상으로 주도록 규정하고 있다.

#### ※ RFID가 gate 타입인 경우 22 cm, 타워 타입인 경우는 1 m로 규정

이번 워크숍에서는 특정 분야에 대한 소규모 작업반(Working Group)을 별도로 구성하는 것에 대한 합의가 있었다. WG1은 전자파 노출량 평가방법에 적용되는 수치해석 시뮬레이션의 불확실성 검정 프로젝트(MUST<sup>12)</sup>)수행을 위한 작업반이며 WG2는 각 국의 전자파 관련 정책 중 가장 중요한 분야에 해당하는 “Risk Communication” 방안의 도출 및 상호협조 활성화 지원 등을 주요임무로 하게 된다.

---

9) EHS(Electromagnetic Hypersensitivity) : 전자파 과민성

10) FDA(Food and Drug Administration) : 식품 의약국

11) EAS(Electronic Article Surveillance : 전자물류감지시스템)

12) MUST(Management of the Uncertainty in numerical Simulations applied to RF exposure assessment)

## 제 3 장 전자파강도측정기준 개정

### 제 1 절 무선국 전자파강도 측정을 의무화한 전파법 개정

최근 IMT-2000, WiBro, DMB 등 신규 이동통신 서비스의 수가 증가하고 있으며, 이들 서비스들에 필요한 이동통신 기지국이 셀룰러와 PCS 같은 기존 이동전화의 기지국을 공용으로 이용하여 설치되는 사례도 증가하고 있다. 이러한 이동통신 기지국의 규모 확대와 안테나 수 증가 등은 민원의 증가를 가져오게 되었고 새로운 사회 문제를 양산하게 되었다. 다시 말하여 기지국 전자파에 대해 잘 모르는 일반 대중에게 기지국이 더 잘 보이는 시각적 효과가 기지국이 건강에 안 좋을 것이라는 부정적 인식을 확산하게 된 것이다.

기지국 전자파로 인한 인체영향에 관해서는 직접적인 피해 사례가 없음에도 불구하고 이런 부정적인 사회적 인식의 확산으로 정부가 개입하여 일반인들이 거주하는 기지국 전자파강도를 제한해야 한다는 요구가 힘을 얻게 되었다. 이에 따라 2006년 4월 국회에서 위원 입법으로 방송국, 이동통신 기지국, 기타 사업용 무선국에 대해 신규 개설, 변경, 정기 검사 등에서 전자파강도를 측정하여 보고하도록 의무화한 전파법 개정안이 발의되었으며, 동년 12월 개정안이 통과됨으로서 (6개월의 시행유예기간을 두어 2007년 6월 시행) 무선국 전자파 유해성의 사실 여부와는 별개로 전자파 인체보호를 위한 정부의 예방적 조치는 한층 더 강화되었다.

기존 전자파강도 측정기준은 측정자가 임의의 장소에서 전자파강도를 정확히 측정하기 위한 지침을 수록한 것이므로 개정 전파법의 취지에 맞도록 특정한 무선국의 전자파강도를 조사하여 이의 적합성 평가를 하기 위한 내용을 추가할 필요가 있었다. 본 장은 개정 전파법의 취지와 타당성을 살펴보고, 외국의 무선국 전자파강도측정 현황을 소개하였으며, 무선국 전자파강도 적합성 평가 방법을 신설하기 위해 전자파강도 측정기준 개정 연구반에서 논의된 제도적·기술적 사항 및 이를 검증하기 위한 시험 결과들을 살펴보았다.

### 제 2 절 개정 전파법 검토

#### 1. 개정 전파법의 취지와 타당성 검토

개정 전파법은 대통령령이 정하는 무선국 시설자에 대하여 전자파강도를 측정하는 의무를

부여함으로써 무선국으로부터 발생하는 전자파강도가 전자파 인체보호기준에 적합하게 운용되도록 하기 위하여 발의되었다.

개정 전파법에 대하여는 여러 찬반 논란이 있었다. 먼저 전자파강도의 측정 및 보고 의무를 신설하자는 개정 전파법에 대하여 찬성하는 견해는 다음과 같았다.

첫째, 무선국의 시설자는 현행법에서도 전자파인체보호기준에 적합한 무선설비를 설치·운영하여야 할 것이므로 개정 전파법은 무선국에서 발생하는 전자파강도를 측정하여 보고할 의무만을 새로 규정한 것이어서 사업자에게 과도한 부담이라고 볼 수 없다.

둘째, 무선설비에서 발생하는 불필요한 전파로 인한 혼신이나 간섭 등을 억제하여 전파 이용자가 편리하게 전파를 이용할 수 있도록 무선국의 시설자에게 준공검사, 정기검사, 변경검사 등을 받도록 하고 있는 것처럼 무선국에서 발생하는 전자파가 전자파인체보호기준에 적합한지에 대하여 일정한 방법으로 확인할 수 있는 정책이 필요하다.

셋째, 개별 무선설비가 전자파인체보호기준에 적합하도록 제작·운영된다고 하더라도 무선국은 여러 무선설비로 구성·운영되므로 무선국에서 발생하는 전자파강도가 전자파 인체보호기준에 적합하지 않을 수 있으므로 무선설비와 별도로 무선국의 전자파를 측정·보고하도록 할 필요성이 있다.

넷째, 미국(연방통신위원회), 호주(통신국), 캐나다(보건국, 산업부) 및 스위스(연방환경 산림국토청) 등에서도 전자파인체보호기준을 법제화하여 일정출력 이상의 모든 무선설비는 전자파인체보호기준을 준수하도록 규제하고 있고 미국, 스위스, 호주 등은 무선국의 허가시 시설자가 전자파강도의 산정결과를 제출하여 전자파인체보호기준의 준수 여부를 입증하도록 하고 위반의 증거가 있거나 필요한 경우 사후 관리차원에서 국가가 다시 조사할 수 있도록 규정하고 있다. 따라서 개정 전파법과 같이 무선국의 시설자에게 인체보호기준과 관련하여 무선국에서 발생하는 전자파강도를 측정·보고하도록 법제화한다고 하여도 관련 산업 및 서비스의 활성화를 크게 저해한다고 보기 어렵고 우리나라의 무선국 시설자들에게만 과도한 부담을 주는 것은 아니다.

다섯째, 일반적인 전자기기는 전자파 노출 여부를 사용자가 결정할 수 있는 반면 무선국의 전자파는 개인이 원하지 않은 경우에도 노출될 수 있고 불특정 다수인에게 영향을 줄 수 있으므로 규제가 필요하다.

한편, 전자파강도의 측정·보고 의무를 신설하자는 개정 전파법에 대하여 반대하는 견해는 다음과 같이 제시된 바 있다.

첫째, 개정 전파법은 전자파강도의 측정 및 보고 의무를 신설함으로써 이동통신기지국

주변에 살고 있는 주민들로부터 제기되는 민원의 감소를 기대하고 있다. 그러나 현재 전자파가 인체에 미치는 영향에 대하여 객관적인 입증이 없고 전자파와 관련된 민원의 발생시 등에 이동통신사업자가 운용하는 기지국의 전자파강도를 측정한 결과 전자파인체보호기준보다 전자파강도가 낮게 나오는 것이 일반적이므로 현행 기준에 따라 전자파 측정을 의무화한다고 하여 민원이 해소되기를 기대하기는 어렵다.

특히, 세계보건기구(WHO)에서는 전자파가 인체에 미치는 영향에 전반적인 평가를 내리는 보고서를 계속 발표할 예정이므로 세계보건기구에서 연구한 결과를 지켜본 후에 탄력적으로 대응할 필요가 있다.

둘째, 이동통신 기지국 등 무선국에 설치된 무선설비는 발생하는 전자파 강도를 예상할 수 있는 유사기준인 ‘전기통신사업용 무선설비의 세부기준’의 공중선출력 상한치 등을 준수하고 있으므로 무선국운영시에 전자파강도의 측정 및 보고를 의무화하는 것은 시설자에게 과도한 비용부담을 줄 수 있고 이를 확인하기 위하여 정보통신부에 불필요한 행정비용을 초래할 수 있다.

셋째, 이동통신서비스의 통화품질을 유지하기 위해서는 일정한 수준으로 기지국이 설치·운영될 필요가 있고 WiBro, 하향 고속화 패킷 접속방식(HSDPA) 등 신규 서비스가 출현함에 따라 기지국의 추가 설치 요구도 증대되고 있으므로 실효성이 적은 규제를 기지국의 운영에 추가하는 것은 관련 산업 및 서비스의 활성화에 따른 국가산업의 성장 발전에 악영향을 초래할 가능성이 있다.

넷째, 무선국에서 발생하는 전자파가 다른 무선설비 기기에서 발생하는 전자파에 비하여 특별히 인체에 유해한 영향을 미친다는 객관적인 근거가 없는 상황에서 다른 무선설비 기기의 제작, 수입자들과 달리 무선국의 시설자에게만 특별한 규정을 두어 강한 수준의 규제를 하고 추가적인 비용지출을 강요한다는 것은 형평성에 어긋난다.

다섯째, 전자파가 인체에 미치는 영향을 예방하기 위한 정책으로 무선국에서 발생하는 전자파를 측정하여 전자파인체보호기준을 준수하고 있는지 여부를 확인할 필요성을 인정한다고 하여도 반드시 사업자가 스스로 자신의 비용으로 이를 수행하여야 하는 것은 아니다. 영국에서는 정부가 정부의 예산으로 일정한 수의 무선국을 선정하여 전자파를 측정한 후 그 결과를 일반 국민에게 공개하고 측정된 전자파가 기준치를 초과할 경우 사업자에게 시정 조치를 명령할 수 있도록 하고 있다.

위와 같이 상반된 견해가 대립하고 있는 상황에서 개정 전파법과 같이 무선국의 시설자에게 무선국에서 발생하는 전자파의 강도를 측정하여 보고하는 의무를 부여할 것인지 여부는

전자파가 국민의 건강에 악영향을 미칠 수 있음을 고려한 예방 정책의 필요성과 규제의 실효성, 사업자가 부담하여야 하는 비용 등을 종합적으로 고려하여 결정할 사안이었기에 그동안 법제화가 미루어졌음을 짐작할 수 있다.

그러나 서론에서 제기한 바와 같이 최근 이동통신기술을 포함한 전파 이용기술 등이 빠른 속도로 발전함에 따라 이동전화 단말기기 및 그 기지국에서 발생하는 전자파의 유해성 여부에 대한 논란이 가열되고 있으므로, 전자파가 인체에 유해한지 여부에 대한 과학적 규명은 아직 이루어지지 않고 있으나 일반 대중의 불안감을 해소 할 수 있도록 지속적인 연구와 함께 전자파 예방대책이 논의될 필요가 있다는 점에서 개정 전파법의 타당성을 주장할 수 있다.

## 2. 개정 전파법의 주요 내용

### 가. 무선국에 대한 전자파강도의 측정·보고 의무 신설

#### (1) 전자파강도의 측정 의무 신설

개정 전파법은 대통령령이 정하는 무선국의 시설자가 전자파강도를 측정하여 정보통신부장관에게 보고하도록 하고 무선국을 검사할 때에 전자파강도의 측정을 요청할 수 있다고 규정하고 있다.

#### (2) 의무 부담의 주체

개정 전파법은 무선국에서 발생하는 전자파강도를 측정·보고하여야 하는 대상을 무선국의 공중선출력과 설치 장소 등에 따라 대통령령이 정하는 무선국이라고 규정하고 있으며, 전파법 시행령에서 이에 대해 구체적인 장소와 출력 기준을 제시하고 있다. 이는 모든 무선국에 전자파강도의 측정·보고 의무를 부여하는 것이 무선국을 운용하는 개인 및 사업자들에게 과도한 부담이 될 수 있으므로 그 범위를 제한하기 위한 취지이다.

따라서 전파법 시행령은 대상이 되는 무선국의 범위를 학교병원 등 전파 민감지역, 대도시의 주거·상업지역 등에 설치된 고출력 무선국으로 제한하여 무선국 시설자에 대한 부담을 경감하고자 하고 있다.

#### (3) 무선국에서 발생하는 전자파 강도의 측정 및 보고 시기

개정 전파법은 무선국의 시설자에게 전자파 강도의 측정 및 보고 의무를 부여하고 있으며,

언제 전자파 강도를 측정하여 보고하여야 하는지에 대하여는 전파법 시행규칙으로 위임하고 있다. 현재 개설 중인 무선국에 대하여 모두 전자파강도를 측정할 경우 79,398개의 기지국 모두에 대하여 전자파강도를 측정하여 보고하는 의무를 부담하게 되므로 무선국의 공중선출력과 설치 장소 조건과 더불어 측정의무를 부여하는 대상은 새로 신설되는 무선국이나 주파수 대역 등의 일정한 사항에 관한 변경허가를 받아야 되는 무선국에 한정하여 적용하도록 하였다.

또한, 현재 운용중인 무선국에 대하여는 재허가를 받는 시점인 정기검사시에 전자파강도를 측정하도록 하였으므로 기존 무선국 운영자의 부담을 고려하였다고 할 수 있다.

#### (4) 무선국의 전자파강도 측정방법

개정 전파법의 가장 큰 특징의 하나는 무선국 전자파강도 적합성 평가를 위한 측정방법으로 전자파강도측정기준을 적용하도록 규정한 것이다.

#### (5) 기타 사항

개정 전파법은 위에 제시한 사항들 외에 수수료, 대행기관, 벌칙 등등 많은 조항을 신설하였다. 간단히 살펴보면 수수료는 25만원으로 지정하였는데 이는 측정에 필요한 장비 구입과 유지보수 비용, 인력과 시간 소모, 기타 잡비용 등 원가 계산에 바탕을 두지 않은 수수료라고 할 수 있다. 다시 말하면 측정을 수행하는 국가보다는 측정을 위탁하는 무선국 운영자의 편익을 고려한 수수료 책정으로 판단된다.

전파법은 전자파강도 측정을 국가에 위탁할 수 있도록 하고 있으며 전파법 시행령에서 국가의 전자파강도 측정은 한국전파진흥원에 대행하도록 규정하였다. 이는 한국전파진흥원이 기존에 무선국 검사업무를 수행하므로 행정업무처리의 일관성과 효율성을 고려한 조치로 생각된다.

전자파강도 측정이 의무화되면서 각종 행정 조치에 따르지 않는 경우나 이를 허위로 처리하거나 측정 결과를 제출하지 않는 자에 대한 법적인 조치 역시 규정되었다. 1년 이하의 징역이나 500만원 이하의 벌금으로 정하여진 벌칙은 전자에 해당되고 과태료는 후자에 해당하는 경우라 할 수 있다. 이는 인체보호기준을 초과하는 전자파강도가 인체에 유해하다는 명확한 증거가 없는 상황에서 허위 보고나 측정 의무를 거부한다고 벌칙을 부과하는 것은 지나치게 무거운 처분이라는 이유에서 과태료로 조정되었다고 판단된다. 다만, 그 이후 행정기관의 명령에 따르지 않는 행위에 대해서는 벌칙으로 처벌하겠다는 입법 취지로

보인다.

#### 나. 무선국 전자파강도의 측정·보고 절차

법령에 제시된 전자파강도 측정·보고 절차는 그림 3-1과 같다. 무선국 관련 허가와 신고의 처리 권한은 체신청이 보유하고 있고 일반 사업용 무선국 등은 한국전파진흥원에서 방송국은 체신청에서 검사 업무를 수행하고 있는 상황에서 시설자의 요청에 의한 무선국 전자파강도 측정은 한국전파진흥원만이 수행하도록 하였다.

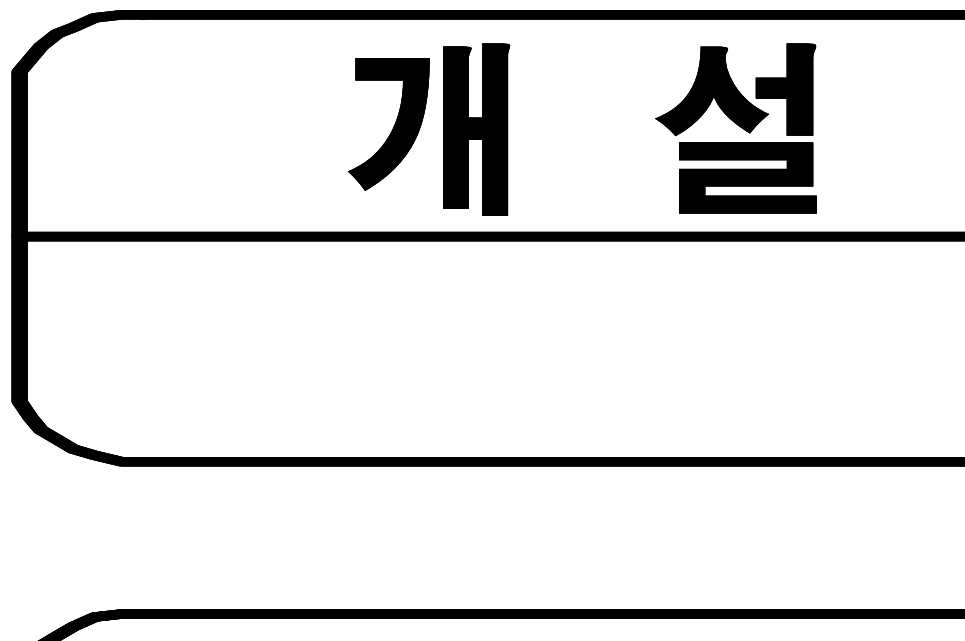


그림 3-1 무선국 전자파강도 측정·보고 절차

#### 다. 무선국 전자파강도 측정 관련 전파법, 시행령, 시행규칙 3단 비교

아래 표 3-1은 무선국 전자파강도 측정으로 전파법, 시행령, 시행규칙에 추가되거나 변경된 조문만 비교한 것이다.

표 3-1 전파법, 시행령, 시행규칙 3단 비교

전파법	전파법 시행령	전파법 시행규칙
제47조의2 (전자파인체보호기준 등) ③공중선전력(공중선의 급전선에 공급되는 전력을 말한다. 이하 같다) 및 설치장소 등이 대통령령이 정하는 기준에 해당하는 무선국의 시설자는 제1항의 규정에 따라 고시한 전자파인체보호기준 및 전자파강도측정기준에 따라 전자파강도를 측정하여 그 결과를 정보통신부장관에게 보고하여야 한다. <신설 2006.12.26>	제40조의2 (전자파강도 보고 대상 무선국의 기준) 법 제47조의2제3항에서 "대통령령이 정하는 기준에 해당하는 무선국"이란 별표 2의2에서 정한 공중선전력 기준과 설치장소 기준 모두에 해당하는 무선국을 말한다. [본조신설 2007.6.21]	
④제3항의 규정에 따라 전자파강도를 보고하여야 하는 무선국의 시설자는 제24조 및 제26조(제33조의 규정에 따라 준용되는 경우를 포함한다)의 규정에 따른 무선국 검사시에 정보통신부장관에게 전자파강도의 측정을 요청할 수 있다. 이 경우 무선국의 시설자는 제3항의 규정에 따른 전자파강도의 보고의무를 이행한 것으로 본다. <신설 2006.12.26> ⑤정보통신부장관은 무선국에서 복사되는 전자파강도가 제1항의 규정에 따라 고시한 전자파인체보호기준을 초과할 가능성이 있다고 판단하거나 제3항의 규정에 따라 무선국의 시설자가 보고한 측정결과 의 허위 여부를 확인할 필요성이 있다고 판단하는 경우에는 무선국의 전자파강도를 측정·조사할 수 있다. <신설 2006.12.26> ⑥정보통신부장관은 제3항 내지 제5항의 규정에 따라 보고·측정·조사된 전자파강도가 전자파인체보호기준을 초과하는 경우에는 안전시설의 설치,	제62조 (권한의 위임·위탁) ③정보통신부장관은 법 제78조제1항에 따라 다음 각 호의 권한을 체신청장에게 위임한다. <개정 2002.11.14, 2005.6.30, 2006.6.30, 2007.6.21> 4의2. 법 제47조의2제3항에 따른 전자파강도 측정결과 보고의 수리 4의3. 법 제47조의2제5항에 따른 무선국의 전자파강도 측정·조사 4의4. 법 제47조의2제6항에 따른 안전시설의 설치, 운용제한 및 운용정지 등의 명령 <중간 생략> ⑤정보통신부장관은 법 제78조제2항에 따라 다음 각 호의 업무를 진흥원에 위탁한다. <개정 2002.11.14, 2005.6.30, 2006.6.30, 2007.6.21>	



<p>운용제한 및 운용정지 등 필요한 조치를 명할 수 있다. &lt;신설 2006.12.26&gt;</p>		
<p>⑦제3항의 규정에 따른 전자파강도의 보고 시기 및 방법, 제4항의 규정에 따른 전자파강도의 측정 요청 시기 및 방법 등에 관하여 필요한 사항은 정보통신부령으로 정한다. &lt;신설 2006.12.26&gt;</p> <p>제69조 (수수료) ①다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 정보통신부령이 정하는 바에 따라 수수료를 납부하여야 한다. &lt;개정 2005.12.30, 2006.12.26&gt;</p> <p>5. 제47조의2제4항의 규정에 따라 전자파강도의 측정을 요청하는 자</p> <p>제78조 (권한의 위임·위탁) ② 정보통신부장관은 제18조, 제24조제1항·제4항 및 제5항(제33조 및 제58조의 규정에 의하여 준용되는 경우를 포함한다), 제26조제2항(제33조 및 제58조의 규정에 의하여 준용되는 경우를 포함한다), 제32조제1항(제58조의 규정에 의하여 준용되는 경우를 포함한다), 제46조, 제47조의2제4항 및 제5항, 제57조, 제63조 내지 제65조, 제69조 및 제70조제1항·제2항의 규정에 의한 업무의 일부를 대통령령이 정하는 바에 의하여 진흥원·협회 또는 「전기통신사업법」의 규정에 의한 기간통신사업자에게 위탁할 수 있다. &lt;개정 2005.12.30, 2006.12.26&gt;</p> <p>제86조 (벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 1년 이하의 징역 또는 500만원 이하의 벌금에 처한다. &lt;개정 2006.12.26, 2007.1.3&gt;</p> <p>3. 제47조의2제6항의 규정에</p>		<p>제26조의2 (전자파강도의 보고시기 및 방법) ①법 제47조의2제3항에 따른 전자파강도의 보고시기는 다음 각 호의 구분에 따른다.</p> <p>1. 법 제24조제1항에 따라 준공검사를 받아야 하는 무선국 : 제17조에 따른 준공검사필증을 교부받은 날부터 30일 이내</p> <p>2. 법 제24조제4항에 따른 정기검사 또는 법 제26조제2항에 따른 변경검사(영 제24조제1항제3호·제6호·제7호·제9호의 사항에 대하여 변경이 있는 경우에 한한다)를 받아야 하는 무선국 : 제19조제4항에 따른 검사필증을 교부받은 날부터 30일 이내</p> <p>②제1항에 따른 전자파강도의 보고는 별지 제26호 서식(1)에 따른다.</p> <p>[본조신설 2007.6.26]</p> <p>제26조의3 (전자파강도 측정의 요청시기 및 방법) ①법 제47조의2제4항에 따른 전자파강도 측정의 요청시기는 다음 각 호의 구분에 따른다.</p> <p>1. 법 제24조제1항에 따른 준공검사 또는 법 제26조제2항에 따른 변경검사를 받아야 하는 무선국 : 제15조에 따른 준공신고서를 제출한 날</p> <p>2. 법 제24조제4항에 따른 정기검사를 받아야 하는 무선국 : 제19조제3항에 따른 정기검사를 통보받은 날부터 30일 이내</p> <p>②제1항에 따른 전자파강도 측정의 요청은 별지 제26호 서식(2)에 따른다.</p> <p>[본조신설 2007.6.26]</p>

<p>따른 명령을 이행하지 아니한 자</p> <p>제91조 (과태료) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 200만원 이하의 과태료에 처한다. &lt;개정 2006.12.26&gt;</p> <p>5. 제47조의2제3항의 규정을 위반하여 전자파강도의 측정 결과를 보고하지 아니하거나 허위로 보고한 자</p>		<p>제43조의2 (무선국의 전자파강도 측정 수수료) 법 제47조의2제4항에 따라 전자파강도 측정을 요청하려는 자는 25만원의 수수료를 납부하여야 한다.</p> <p>[본조신설 2007.6.26]</p> <p>제47조 (납부방법) ①제40조·제41조·제43조의2·제44조 및 제45조에 따른 수수료는 신청 또는 요청하려는 때에 현금·우편대체 또는 우편환 등의 방법으로 납부하여야 한다. &lt;개정 2007.6.26&gt;</p> <p>부칙 &lt;제222호,2007.6.26&gt;</p> <p>제1조 (시행일) 이 규칙은 2007년 6월 27일부터 시행한다.</p> <p>제2조 (전자파강도의 보고시기 및 측정 요청시기에 관한 적용례) 제26조의2 및 제26조의3의 개정규정은 이 규칙 시행 후에 최초로 준공신고를 하거나 정기검사를 통보받은 무선국부터 적용한다.</p>
--	--	--

전파법 시행령이 규정한 대상 무선국 기준은 아래 표 3-2(별표 2의2)와 같다.

표 3-2 대상 무선국 기준 (전파법 시행령 [별표 2의2] <신설 2007.6.21>) 전자파강도 보고 대상 무선국의 기준(제40조의2 관련)

무선국 구분	공중선전력 기준	설치장소 기준
이동전화(셀룰러)·개인휴대전화(PCS)·이동통신(IMT-2000)·휴대인터넷(WiBro)의 기지국·이동중계국	송신장치의 공중선전력의 합(동일한 주파수를 발생시키는 송신장치가 2개 이상인 경우에는 각 공중선에 부착된 송신장치의 공중선전력의 합을 기준으로 한다. 이하 같다)이 30W를 초과	「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항제1호 가목부터 다목까지의 규정에 따른 주거지역·상업지역·공업지역과 같은 항 제2호에 따른 관리지역에 설치하는 경우. 다만, 공중선전력의 합이 500W 이하이고 공

	하는 경우	중선주에 설치되어 공중선의 높이가 10미터를 초과하는 경우는 제외한다.
무선호출·주파수공용통신·무선데이터·위치기반서비스의 기지국·이동중계국	송신장치의 공중선전력의 합이 60W를 초과하는 경우	
방송국·방송보조국	송신장치의 공중선전력의 합이 60W를 초과하는 경우	

### 제 3 절 세계 각국의 무선국 전자파강도 규제 현황

#### 1. 미국

미국은 1997년 10월부터 위성통신 및 방송, 일정 출력 이상의 육상과 해상의 이동 및 고정통신용 송신시설 등 시설의 허가 전 초기 환경평가(EA : Environment Assessment)와 사후의 정기 환경평가를 받도록 하고 있다.

#### 2. 호주

호주는 1999년 2월부터 기지국과 같은 송신장치의 설치 인허가시에, 의무적으로 업체의 자체 평가를 하여 그 기록을 보관하도록 하고, 호주통신국에서 요구시에 제출하도록 하고 있다.

#### 3. 캐나다

캐나다는 1999년 이후 인체로부터 20 cm 이상의 거리에서 사용되는 이동 전화용 송신 장치에 대하여 인체보호기준과의 적합성평가를 하고 그 기록을 보관하여야 하며, 캐나다 산업청에 적합성선언서(DoC : Declaration of Compliance)를 제출하여 기술허가인증서(TAC : Technical Acceptance Certificate)를 교부받고, 요구시 평가 결과를 제출하게 하고 있으며, 기지국이나 방송송신시설 등의 고정시설물 인·허가시에 인체보호기준에 대한 환경평가결과를 산업청에 의무적으로 제출하도록 하고 있다.

#### 4. 일본

일본은 2002년 6월부터 무선국의 개설자에 대하여 전자파의 강도가 인체보호기준을 초과하는 지역으로의 일반인 출입을 통제하기 위한 안전시설을 설치하는 것을 의무화하고 있다.

#### 5. EU

EU는 일반인에 대한 인체보호기준 권고안을 회원국내 기준의 통일을 목표로 EC지침을 제정, 발표하였으나 현재 각국은 나름대로의 기준을 채택하고 있다. 특히 스위스는 2000년 2월부터 학교, 병원, 집, 놀이터 등 사람들이 오래 머무는 "민감지역"의 전자파에 대해 매우 엄격한 인체보호기준을 채택하였다. "민감지역"의 기지국 주변 전자기장에 대해서는 ICNIRP 기준의 1/10 수준이다.

#### 6. 영국

규제기관(Ofcom)은 매년 이동전화기지국 중 각기 다른 환경에 있는 기지국(일반인의 신 청도 받은 후 선별하여 반영) 약 100개 정도를 표본 조사하여 전자파 측정 후 국제기준 (ICNIRP)과 비교한 세부 측정 결과를 표 3-3과 같이 일반에 공개한다.

표 3-3 '06년 Audit(검사) 기지국 예

기지국 명	지역	검사일	결과 요약
Park Farm, Port Glasgow	Renfrew-shire	01/02/2006	The highest value Total Band Exposure Quotient was 1.87876E-05. This value is approximately 1/53227 of the ICNIRP maximum guideline reference level for public exposure.

이동전화 기지국으로부터 방사되는 전자파가 국제기준에서 정한 기준치보다 낮음을 일반 인에게 확신시키기 위한 목적으로 무선국 검사가 시행되고 있다.

- 2001년 초기 시행될 때는 학교, 병원 등을 중심으로 시행되었으며, 2003년부터 주거/상 업지역과 민감한 지역 등이 대상에 포함

- 또한, Ofcom은 조사결과의 중립성을 확보하기 위하여 규제기관 예산에 의해 시행

현재까지 이동전화 기지국에 초점이 맞추어져 있으나, 향후 TETRA 기지국 등 타 무선국으로 확대 시행될 예정이다. 만약 검사 후 권고 기준치보다 전자파가 높게 나올 경우 Ofcom은 즉각적인 시정 조치를 사업자에 명령할 수 있다.

표 3-4 외국의 전자파강도기준 규제 비교

구 분		미국	스위스	호주	영국	일본
근거 법령		FCC CFR (Code of Federal Regulation)	환경 보호에 관한 연방법	1992년 무선통신법	무선설비규정	전파법, 전파법시행규칙
강행 기준 여부		o 강행기준 : IEEE C95.1	o 강행기준 - 일반지역 : ICNIRP - 민감지역 : 일반지역의 1/10	o 강행기준 : ICNIRP	o 강행기준 : ICNIRP	o 권고기준 : 전파방호지침
대상 설비		o 주요 무선설비 (방송국, 위성지구국, 실험국, 셀룰러, PCS 및 무선호출 설비)	o 고압 송전선, 방송국, 이동통신 기지국, 레이더 기지 등의 고정 시설물	o 무선송신설비	o 주요 무선설비 (방송국, 위성지구국, 실험국, 셀룰러, PCS 및 무선호출 설비)	o 주요 무선설비 - 20mW 이하, 이동무선국, 재난무선국, 임시개설 무선국 제외
확 인 방 법	허가 시	o 사업자가 설비 구축, 변경 또는 면허 갱신신청시 산정결과 제출 o FCC가 적합평가 후 면허 부여	o 허가 신청시 시설자가 산정결과 제출 o SAEFL <sup>13)</sup> 이 적합평가 후 허가	o 시설자가 자료 기록보관 o ACMA <sup>14)</sup> 가 요청시 제출	-	o 기준 초과지역 안전시설 설치계획 제출
	사 후 관 리	o 위반의 증거가 있는 경우 조사 (OET <sup>15)</sup> )	o 필요시 샘플측정 (SAEFL)	o 무작위, 민원, 장해발생시 측정 (ACMA)	o 샘플 조사 (Ofcom)	-
기준 위반시 처벌 규정		o 시정명령	o 개선명령, 개선기간동안 폐쇄 또는 운용제한 o 벌금형, 금고형	o 면허 일시정지, 취소, 벌금	o 시정명령	-
공개 여부		o 미공개	o 미공개	o 미공개	o Ofcom 측정자료 공개	-

## 제 4 절 전자파강도 측정기준 개정 (무선국 전자파강도 측정방법)

### 1. 기술적·제도적 고려 사항

개정 전과법이 무선국 전자파강도 적합성 평가를 위한 측정방법으로 전자파강도측정기준을 적용하도록 규정하였으나, 전자파강도 측정에 도움이 될 만한 기술적·제도적 뒷받침은 전혀 고려하지 않았다. 예를 들면 측정 지역에 사유지가 포함되어 있는 경우, 측정자가 이에 접근할 수 있는 제도적 뒷받침은 전혀 없으므로 측정을 포기하거나 측정자가 알아서 측정할 수밖에 없다. 또, 하나의 무선국의 전자파강도가 인체보호기준을 만족하더라도 여러 무선국의 전자파강도의 합이 기준을 초과할 가능성이 있다는 기술적 고려도 되어있지 않다.

그러므로 이러한 제한을 적절하게 피하고 무선국 전자파로부터 인체보호기준 적합성 확보라는 목적을 달성하기 위하여 전자파강도 측정기준은 어떤 무선국이 설치되었을 때 주변 지역에서 전자파강도가 인체보호기준을 초과하는 장소가 있는지 찾아내기 위한 기본적 지침을 제공하는 목적이 강조되었다. 그리고 여러 무선국의 전자파강도의 합이 기준을 초과할 가능성에 대해 총노출량 개념을 도입하였다.

### 2. 측정지점의 선정

#### 가. 일정한 범위 내에서 측정지점을 탐색

무선국 제원 중 공중선 이득과 주 빔 방향 및 출력만을 고려하여 일정한 범위 이내에서 전자파강도가 인체보호기준을 초과하는 지역이 있는지 찾아내는 방법이 전자파강도 측정기준에 포함되었다.

이 방법은 측정지점을 찾아내기 위해 비교적 많은 측정이 필요하여 측정자에게 부담이 크지만 적용이 단순하고 잘못된 측정지점을 찾을 오류의 가능성이 낮다는 장점이 있다.

최종 고시안은 아래와 같이 측정대상 무선국으로부터 계산안전경계(Compliant Boundary)<sup>16)</sup>까지 거리의 5배 되는 지점에서 시작하여

－ 계산안전경계 또는 사람이 접근 가능한 지점까지 일정간격(측정기준의 표 참조)으로

13) SAEFL(The Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape) : 스위스 환경산림청

14) ACMA(Australian Communications and Media authority) : 호주 통신미디어청

15) OET(Official of Engineering & Technology) : FCC 기술국

16) 계산안전경계(Compliant Boundary) : 전자파 노출로부터 안전한 영역을 규정하는 지점(본 경계의 바깥 영역은 전자파 노출레벨이 항상 인체보호기준을 만족하는 것으로 간주)

이동하면서 전자파강도를 측정

－ 전자파강도가 가장 강하게 나타나는 지점을 해당 무선국의 측정지점으로 선정한다.

※ 측정 시작지점 선정 근거 : 계산안전경계거리의 5배 지점의 바깥 영역에서는 해당 무선국의 전자파가 인체영향을 고려하지 않아도 될 정도로 미약하게 나타난다고 간주

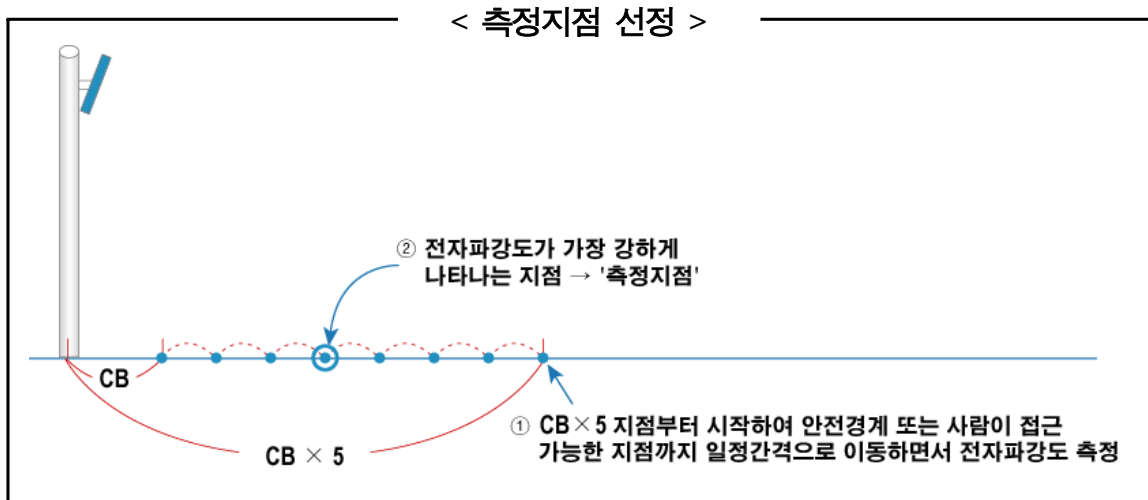
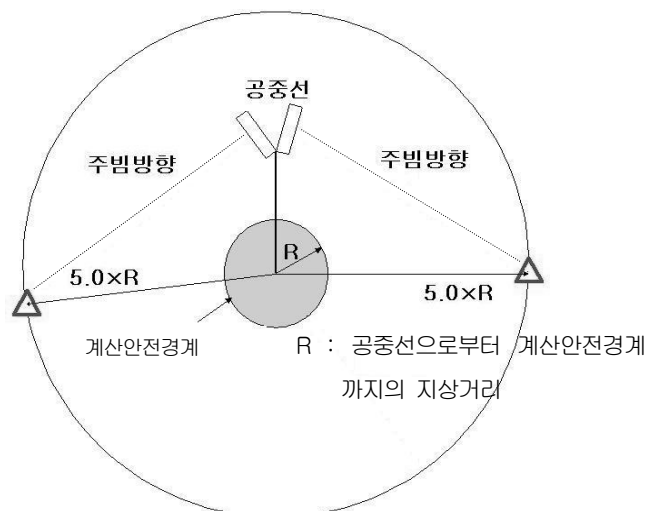
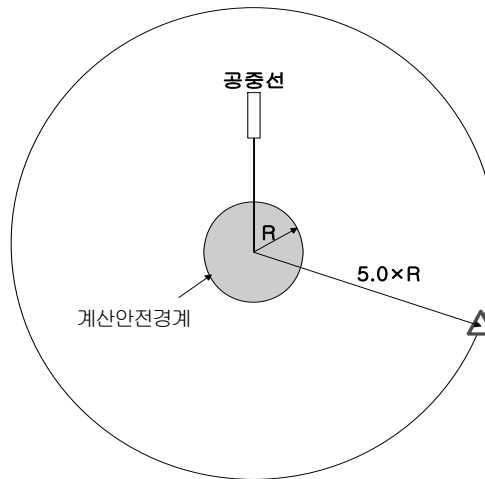


그림 3-2 측정지점 선정

측정대상 무선국의 각 섹터별로 아래 그림과 같이 각 섹터의 주 빔 방향의 가시경로 상에 측정시작지점을 선정한다. 무지향 공중선의 경우 지형지물 등 주변 전파환경을 고려하여 최악의 조건이 나타나는 방향의 1개의 가시경로 상에서 측정시작지점을 선정한다.



(1) 섹터 공중선일 경우



(2) 무지향 공중선일 경우

그림 3-3 공중선 지향성에 의한 측정시작지점 선정

공중선 중심으로부터 계산안전경계까지의 거리(R)는 다음 식에 의해 계산한다.

$$R = \sqrt{\frac{AP10^{G/10}}{4\pi E^2 / \eta_0}} \quad [m]$$

여기서, A : 지면반사를 고려한 상수(AM송신국의 경우 4.0, 그 외 2.56 적용)

P : 공중선 전력(시스템 손실 포함) [W]

G : 공중선 이득 [dBi]

E : 무선국 송신주파수대역의 전자파인체보호기준 일반인 전기장강도 기준값 [V/m]

$\eta_0$  : 자유공간의 파동 임피던스(377  $\Omega$ )

#### 나. 무선국 정보를 적극적으로 이용하여 탐색

무선국 제원 중 공중선 설치정보를 적극적으로 이용하여 주 빔이 향하는 방향과 위치를 추정하여 측정지점을 찾아내는 방법이 가능하다. 측정지점을 찾아내기 위한 측정을 많이 생략할 수가 있는 등의 장점이 있으나, 공중선 패턴과 무선국 주변 지형지물이 복잡할 경우 측정지점을 추정하기가 쉽지 않아질 수 있고 이를 적용하는데 오류를 발생시킬 가능성이 크므로 최종적으로 전자파강도 측정기준에 포함되지 않았다.



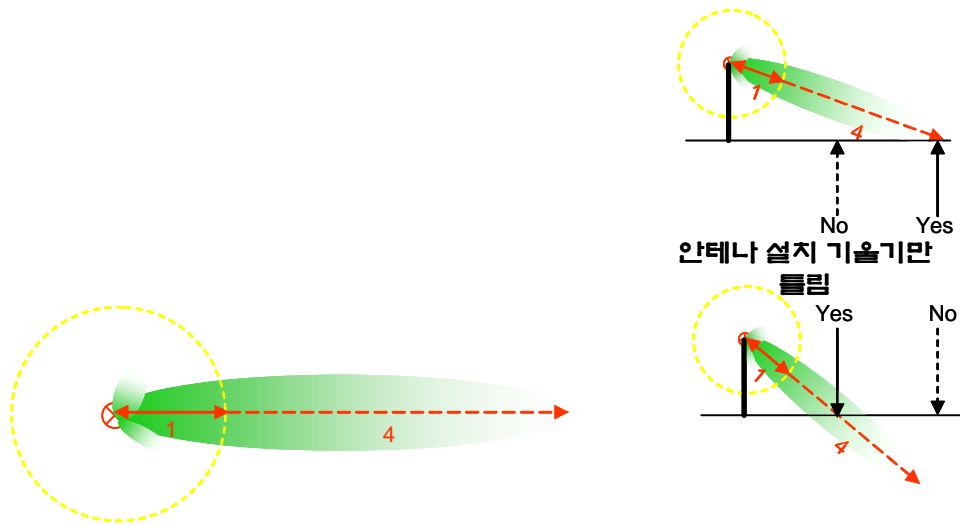


그림 3-4 무선국 공중선 정보를 이용한 측정지점 탐색

### 3. 측정간격

측정간격은 유럽의 전자파강도 측정에 관한 표준인 EN50400을 참조하였다.

표 3-5 무선국 송신주파수별 측정간격(측정기준 “표 1”)

주파수	~80 MHz	80 MHz~900 MHz	900 MHz~3000 MHz	3000 MHz~
측정간격	Max( $\lambda$ , d/40)	Max(2 m, d/40)	1 m	0.5 m

※ 측정간격은 EN50400(무선국 설치 시 전자파강도 측정 표준)에 따라 정함

※  $\lambda$  : 파장, d : 무선국으로부터 측정시작지점까지의 거리

### 4. 측정방법 및 절차

측정지점을 찾아낸 다음의 측정절차는 해당 무선국의 전자파강도만을 측정하는 기본 측정과 주변 무선국의 전자파강도를 모두 포함하는 정밀측정으로 구분된다.

가. (기본 측정) 선정된 측정지점에서 인체 주요 부위의 높이를 고려하여 지면으로부터 3개 높이(1.1, 1.5, 1.7 m)에서 각각 6분간 전자파강도를 측정한다.

- 측정된 세 값 중 가장 큰 값을 해당 무선국의 측정값으로 하고, 인체보호기준 적합 여부 확인을 위해 노출지수<sup>17)</sup>를 산출

나. (정밀 측정) 기본 측정 후 주변 무선국에 의해 전자파인체보호기준을 초과할 가능성이 있다고 판단되면 정밀측정을 수행한다.

- 3개 높이에서 주변 보고대상 무선국<sup>18)</sup> 신호를 대상으로 총 노출지수<sup>19)</sup>를 산출하고 인체보호기준 적합 여부 확인

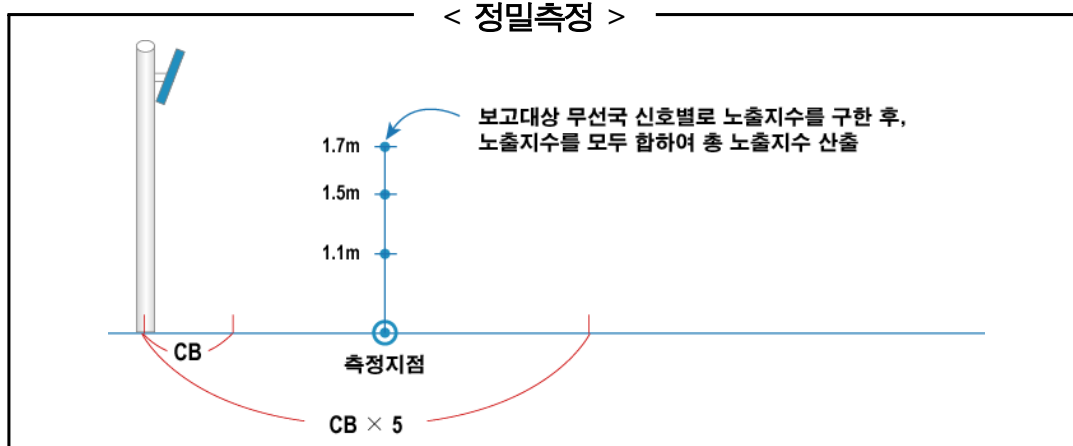


그림 3-5 정밀측정

## 5. 측정 장비의 조건

무선국 전자파강도에 사용하는 측정 장비는 프로브, 케이블, 수신기 그리고 삼각대로 구분될 수 있다. 여기에 간혹 수신기의 측정 신호를 자동으로 계산하기 위한 컴퓨터가 포함되기도 하나 전자파강도 측정기준에는 이에 대한 조건은 포함하지 않았다.

프로브는 3축 등방성 프로브를 사용할 것을 명시하였다. 편파 변화나 산란체로 인한 합성 전자기장 강도 측정에 있어서 단축 프로브를 사용하는 것 보다 3축 등방성 프로브가 더 우수하기 때문이다. 다만 AM 방송 등과 같이 편파변화가 일정하고 주변 산란체에 의한 전자파강도의 시간적 변화가 심하지 않을 때 단축 프로브를 회전시키는 등의 방법으로 3축 등방성 프로브와 동일한 측정 결과를 기대할 수 있다. 프로브의 최대 측정 범위는 100 V/m 이상 최소 측정 범위는 0.05 V/m 이하로 규정하였으며 등방성 특성은  $\pm 2.5$  dB

17) 노출지수는 기준값에 대한 측정값의 비율로 노출지수가 1보다 작으면 기준을 만족하는 것으로 판단 [노출지수=(전기장강도측정값/전기장강도기준값)<sup>2</sup>]

18) 전파법시행령 제40조2에서 정한 전자파강도 보고대상 무선국

19) 총 노출지수 =  $\sum_{i=1}^M (\text{노출지수})_i$  (노출지수)<sub>i</sub> : i번째 무선국의 노출지수, M : 무선국의 개수

이내로 제한하였다.

수신기 조건으로는 주파수 선택적인 협대역 측정이 가능하여야 하고 전자파강도의 실효값을 환산과정 없이 직접 측정할 수 있어야 한다고 하였으나, 전자파강도의 직접적인 측정이 불가능한 수신기 역시 전자파강도 환산에 사용된 수식을 기재할 수 있을 경우 사용이 가능하도록 하였다. 「전자파강도측정기준의 표2」에 분해능 대역폭(RBW : Resolution Band-Width)을 무선국 송신 주파수에 따라 지정하였는데, 정확히는 수신기의 sweep 범위를 RBW로 지칭한 것으로 이해하는 것이 타당하다. 즉, 수신기의 sweep 범위를 무선국 송신 주파수 대역폭에 맞추고 범위 이내에서 수신기 성능에 따라 적절한 RBW를 선택하도록 한 것이다.

이외에 케이블은 이중 차폐 등이 되어 있어야 하고 삼각대는 낮은 손실 탄젠트( $\tan\delta \leq 0.05$ )와 낮은 상대 유전율( $\epsilon_r \leq 5.0$ ) 값을 가져야 한다.

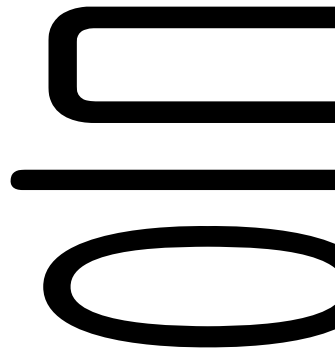


그림 3-6. 측정기기의 배치

## 제 5 절 전자파강도측정기준 검증을 위한 시범 측정

제안된 무선국 전자파강도 측정방법을 실제 적용하는데 문제가 없는 지를 파악하고 타당성을 확보하는 차원에서 시범 측정을 실시하였다. 전자파강도 측정대상인 10개 서비스(방송, 이동통신, TRS 등 기타 사업용 무선국)에 대하여 각각 임의의 무선국을 선정하고 사전 정보를 입수한 후 측정지점 선정, 측정 위치 적용, 총노출량 조사 등 측정방법 전반을 점검하였다.

대상 무선국 중 인체보호기준을 초과하는 전자파를 발사하는 경우는 발견되지 않았으며, 측정 부하(즉 측정에 필요한 시간과 작업량)가 상당히 크다는 점 외에는 측정방법에 문제를 발견할 수 없었다.

### 1. 검증 시험 측정 절차

#### 가. 측정 전 준비 : 무선국 데이터베이스를 이용한 측정 무선국 선정

측정이 용이한 지역 내에 있는 무선국을 무작위로 선정하였으나 이를 찾기 위한 작업은 전파연구소에서 개발한 RFMS(Radio Frequency Management System)을 사용하였다. RFMS는 허가나 신고 대상인 전국의 무선국 제원을 데이터베이스로 수록하고 그 위치 정보도 얻을 수 있기에 출력기준과 장소기준을 만족시키는 무선국을 쉽게 검색할 수 있다. 단, 하나의 무선 철탑을 여러 사업자가 공유하여 사용하는 공용화 기지국의 검색이 곤란한 문제가 있었고 가끔 입력된 위치 정보와 실제 현장에서 확인한 위치 정보가 일치하지 않는 경우도 있었다. 출발 전 RFMS에 입력된 제원과 지도를 출력하여 측정에 활용하였다.

#### 나. 무선국 설치 현장 확인

현장 확인을 통해서는 주빔 방향 파악을 통한 접근 경로의 설정을 한다. 앞에서 언급한 바와 같이 가끔 입력된 위치 정보와 실제 현장에서 확인한 위치 정보가 일치하지 않는 경우가 발생하였고 지향성 안테나를 사용하는 무선국의 섹터별 주 빔의 방향을 확인해야하기에 무선국이 설치된 장소를 확인하는 것이 필요하였다. 가끔 건물 옥상의 접근하기 어려운 장소에 안테나가 설치되어 있을 경우는 위험한 상황이 발생하지 않도록 주의해야 했다. 관리 상 개방되어 있지 않은 장소를 출입하는 것도 골치 아픈 일이었다. 그러나 검증 시험의 목적상 제원에 의지한 측정이 발생시킬 수 있는 오류의 방지를 위해선 무선국 설치 장소의 현장 확인은 필수적인 절차라 할 수 있다.

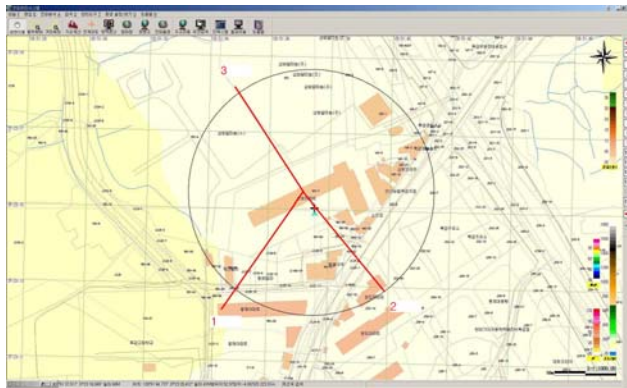


그림 3-7 입수한 무선국 정보(주 빔 방향 표시) 및 측정 사진

#### 다. 섹터 별 혹은 임의의 방향으로 접근하면서 측정 지점 검색

측정지점 선정방법의 타당성을 파악하기 위해 안전경계 5배 혹은 그 이상의 거리에서 무선국 방향으로 접근하면서 전자파강도 변화를 기록하였다. 섹터 안테나인 무선국에 대하여 각 섹터별로 접근하였고 무지향 안테나인 무선국에 대해서는 임의의 하나 또는 둘 정도의 방향을 설정하여 접근하였다. 이렇게 섹터 별 혹은 임의로 설정한 방향 별로 기록한 전자파강도 측정값 중 최대인 지점을 측정 지점으로 선택하였다.

#### 라. 측정 지점에서 세 위치의 전자파강도를 측정기록

검색된 1개 측정지점에서 개정안이 제시한 1.1, 1.5, 1.7 m 높이의 전자파강도 변화를 측정 기록하였다. 1분간 측정한 값의 평균으로 측정값을 결정하였다.

#### 마. 공용화 기지국에 대한 측정

총 노출량 개념의 적정성을 평가해보기 위해 여러 서비스가 하나의 기지국을 공유해서 사용하는 공용화 기지국의 전자파강도를 서비스 별로 각각 측정하였다. 개정안에서는 노출 지수가 0.2 이상일 경우 나머지 서비스에 대해 총 노출량을 구하도록 되어 있으나 하나의 무선국의 노출지수가 0.2 이상인 무선국을 찾기는 어려우므로 그 이하의 노출지수에서 타 무선국의 전자파강도를 측정하였다.

#### 바. 사용한 측정 장비

측정은 Narda사의 SRM-3000 장비를 이용하였다. 전자파강도 측정은 3축 등방성 프로

브나 안테나, 케이블, 스펙트럼 분석기를 이용하는데 이를 범용 장비로 구성하기 위해선 주파수 별로 안테나 팩터, 케이블 손실, 스펙트럼 분석기의 교정 계수를 모두 맞추어서 계산해야 하는 불편함이 따른다.

전용 장비는 사전에 모든 정보가 내장되어 자동 계산된 결과를 보여주므로 환산식 계산에서 발생할 수 있는 오류를 고려할 필요가 없는 장점이 있다. 개정안은 측정에 되도록 전용 장비를 사용할 것을 규정하였다.

## 2. 검증 시험 결과

### 가. 개정안 주요 내용의 검증

#### (1) 측정 지점 선정

##### － 개정안에서 제안한 내용

계산안전경계 5배 거리부터 무선국 방향으로 접근하면서 무선국의 각 섹터 혹은 임의의 방향으로 접근하면서 전자파강도가 최대인 지점을 찾도록 하였다.

##### － 확인한 사항

계산안전경계 5배 거리 이내에 전자파강도가 최대인 지점을 찾을 수 있는 지 여부를 확인하였다. 이론적으로 계산안전경계 5배 거리에서 최대로 나올 수 있는 전자파강도는 인체보호기준의 5% 미만이다.

##### － 검증 시험 결과

표 3-6과 같이 계산안전경계의 5배 거리 이내에 전자파강도가 최대인 지점을 찾을 수 있다.

##### － 논의 사항

무선국의 설정이 극단적인 경우, 예를 들면, 지향성이 높은 안테나가 경사각이 거의 없이 설치되어 있는 상황에서는 5배 거리 바깥의 전자파강도가 5배 거리 이내의 지점보다 강하게 나타날 가능성이 있다. 그러나 이 5배 거리 바깥의 전자파강도의 최대값은 인체보호기준의 5% 미만이므로 적합성평가의 의미가 없으며 검증 시험을 통해 이를 확인하였다.

표 3-6 전자파강도 측정 지점 선정

무선국 종류	안전 경계	5배 거리	전자파강도 최대 지점
이동통신 기지국(용산구)	12 m	60 m	52 m
이동통신 기지국(도봉구)	26.6 m	133 m	84 m
AM 방송국 (MBC 외 2곳)	18 m	90 m	최근접 지점 (예비 공중선 주변 제외)
TV 방송국 (KBS 1 TV)	12.2 m	61 m	46 m
FM 방송국 (KBS 제1FM)	53.6 m	268 m	54 m
TV 방송 보조국	19.2 m	96 m	58 m
무선호출	4 m	20 m	6 m
위치정보 서비스	4.4 m	22 m	8 m
TPS	5.4 m	27 m	6 m

## (2) 측정 위치 (측정 높이별 전자파강도 변화)

### – 개정안에서 제안한 내용

지면에서 1.1, 1.5, 1.7 m에서 측정하여 이 중 최대값을 측정지점의 전자파강도로 채택하였다.

### – 확인한 사항

높이 별로 측정한 전자파강도가 차이가 있으며, 가능한 그 지점에서 측정 가능한 최대값을 반영해야 한다.

### – 검증 시험 결과

표 3-7과 같이 높이 별 전자파강도가 차이를 보였으며, 이 중 최대인 값을 채택함이 타당하다.

### – 논의 사항

높이 별 전자파강도의 차이는 여러 가지 요인으로 인해 변화할 수 있다. 1.1, 1.5, 1.7 m 세 위치 중 최대 전자파강도가 측정된 위치는 매 측정 시마다 변화할 수 있다. 그러므로 최대 전자파강도가 측정된 높이를 절대적인 것으로 간주하기보다 최대값을 참조하기 위한 과정으로 여기는 것이 좋다.

표 3-7 측정위치별 전자파강도

무선국 종류	측정위치 별 강도 (V/m)			최대 강도 위치
	1.1 m	1.5 m	1.7 m	
이동통신 기지국(용산구)	2.09	1.64	1.65	1.1 m
이동통신 기지국(도봉구)	0.9	0.97	0.61	1.5 m
AM 방송국 (MBC)	3.4	3.2	5.1	1.7 m
TV 방송국 (KBS 1 TV)	1.79	2.4	1.4	1.5 m
FM 방송국 (KBS 제1FM)	1.13	0.917	0.785	1.1 m
TV 방송 보조국	0.515	0.9	0.86	1.5 m
무선호출	2.35	2.66	2.38	1.5 m
위치정보 서비스	1.25	1.33	1.32	1.5 m
TRS	1.16	1.2	1.01	1.5 m

### (3) 측정 간격

#### – 개정안에서 제안한 내용

측정지점을 찾을 때 이동하는 간격을 주파수에 따라 규정하였다.

#### – 확인한 사항

제안한 측정간격이 전자파강도 변화를 충분히 반영할 수 있는지 여부를 점검한다.  
(측정간격 별 전자파강도 변화 관찰 및 기록)

#### – 검증 시험 결과

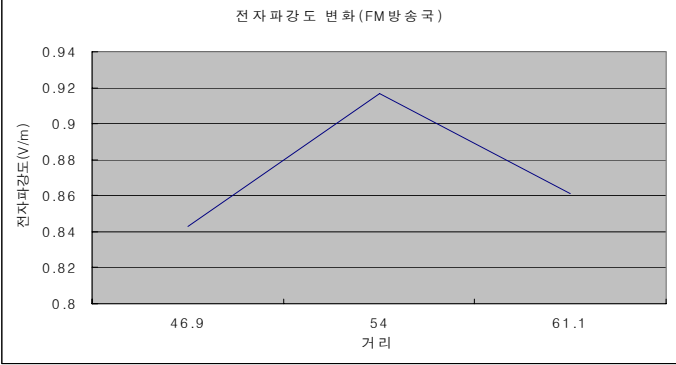
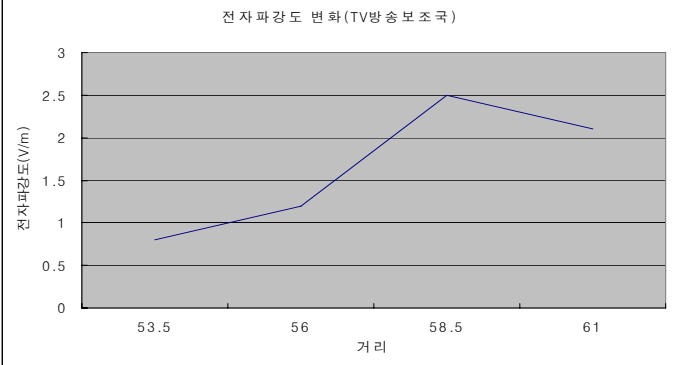
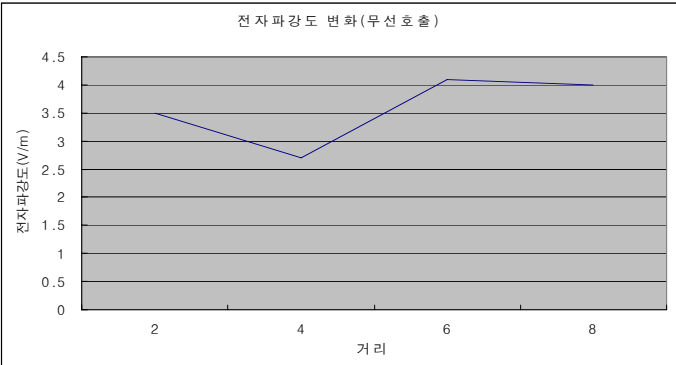
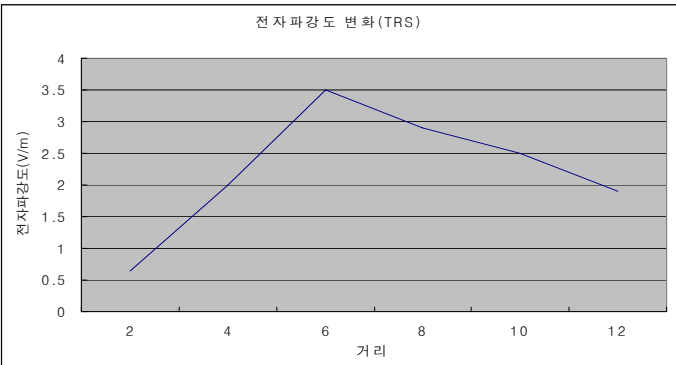
표 3-8과 같이 측정간격에 따라 이동하면서, 전자파강도 변화를 충분히 반영할 수 있음을 확인할 수 있었다. (측정간격 별 전자파강도 변화 관찰 및 기록)

#### – 논의 사항

전자파강도가 최대인 측정지점을 찾기 위해 계산안전경계 5배 이내를 측정할 때, 측정 간격을 더 세분화 할 수도 있다. 그러나 전자파강도의 시간적 변화는 측정 간격을 세분화한 의미를 감소시킨다. 여러 표준에서 주파수(파장)를 고려한 적절한 측정 간격을 제시한 바 있으며 그 중 하나의 표준을 참조하는 것이 타당하다.



표 3-8 측정 간격별 측정결과

무선국 종류	전자파 강도 변화										
<p>FM 방송국 (KBS 제1FM) 측정간격 : 7.1 m</p>	<p>전자파강도 변화 (FM 방송국)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>거리 (m)</th> <th>전자파강도 (V/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>46.9</td> <td>0.84</td> </tr> <tr> <td>54</td> <td>0.91</td> </tr> <tr> <td>61.1</td> <td>0.86</td> </tr> </tbody> </table>	거리 (m)	전자파강도 (V/m)	46.9	0.84	54	0.91	61.1	0.86		
거리 (m)	전자파강도 (V/m)										
46.9	0.84										
54	0.91										
61.1	0.86										
<p>TV 방송 보조국 측정간격 : 2.5 m</p>	<p>전자파강도 변화 (TV 방송 보조국)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>거리 (m)</th> <th>전자파강도 (V/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>53.5</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>56</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>58.5</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>2.1</td> </tr> </tbody> </table>	거리 (m)	전자파강도 (V/m)	53.5	0.8	56	1.2	58.5	2.5	61	2.1
거리 (m)	전자파강도 (V/m)										
53.5	0.8										
56	1.2										
58.5	2.5										
61	2.1										
<p>무선호출 측정간격 : 2 m</p>	<p>전자파강도 변화 (무선호출)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>거리 (m)</th> <th>전자파강도 (V/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4.1</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>4.0</td> </tr> </tbody> </table>	거리 (m)	전자파강도 (V/m)	2	3.5	4	2.8	6	4.1	8	4.0
거리 (m)	전자파강도 (V/m)										
2	3.5										
4	2.8										
6	4.1										
8	4.0										
<p>TRS 측정간격 : 2 m</p>	<p>전자파강도 변화 (TRS)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>거리 (m)</th> <th>전자파강도 (V/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>1.9</td> </tr> </tbody> </table>	거리 (m)	전자파강도 (V/m)	2	0.8	6	3.5	12	1.9		
거리 (m)	전자파강도 (V/m)										
2	0.8										
6	3.5										
12	1.9										

#### (4) 총노출량 확인 (공용화 기지국 측정)

– 개정안에서 제안한 내용

무선국 전자파강도가 인체보호기준 대비 20% 이상(노출지수 0.2 이상)일 때, 인접한 다른 무선국의 전자파강도를 측정하여 합산한다.

– 확인한 사항

공용화 무선국 내 모든 서비스의 전자파강도를 측정하고 그 중 가장 강한 서비스의 전자파강도가 인체보호기준 대비 20% 이상(노출지수 0.2 이상)으로 가정할 때 나머지 무선국 전자파강도의 합이 인체보호기준을 초과하는 지를 (노출지수 1 이상) 확인한다.

– 검증 시험 결과

표 3-9와 같이 측정한 공용화 무선국의 전자파강도는 인체보호기준에 크게 미달하며, 그 중 하나의 노출지수가 0.2가 되었을 경우를 가정하여 계산하여도 전체의 노출지수는 1에 미달하므로, 노출지수 0.2 이하일 경우 다른 무선국의 전자파강도를 측정할 필요가 없다.

– 논의 사항

전자파강도가 강한 지역도 인체보호기준 대비 10%를 초과하는 경우조차 많지 않으므로 무선국의 노출지수가 0.2 이상인 경우가 있을 경우는 인접 지역에 대한 별도의 조사가 요구될 수도 있다.

표 3-9 공용화 기지국의 총 노출량 계산

공용화 무선국 위치	전자파강도	SKT	KTF	LGT	WCDMA (1)	WCDMA (2)	WiBro (1)	WiBro (2)	총 노출 지수
용산구	측정값 (V/m)	2.09	0.35	-	0.383	0.164	0.365	0.68	-
	인체 보호 기준	40.53336	58.98093	-	61	61	61	61	-
	노출 지수	0.00266	0.00004	-	0.00004	0.00001	0.00004	0.00012	0.0029
	정규화	0.2	0.002649	-	0.002966	0.000544	0.002693	0.009348	0.2182
도봉구	측정값 (V/m)	0.97	0.68	0.52	0.92	0.26	-	0.4	-
	인체 보호 기준	40.53336	58.98093	59.30061	61	61	-	61	-
	노출 지수	0.00057	0.00013	0.00008	0.00023	0.00002	-	0.00004	0.0011
	정규화	0.2	0.04642	0.026853	0.079438	0.006345	-	0.015017	0.3741

## 나. 서비스 별 측정 결과

### (1) AM 방송국

#### (가) 무선국 정보 입력 및 시작거리와 측정간격 계산

표 3-10AM 방송국 정보, 계산안전경계, 측정간격

호출명칭	주파수(최저) (MHz)	출력 (W)	안테나이득 (dBi)	보호기준 (전력밀도)	안전경 계 (m)	측정시작 거리 (m)	측정간격
HILKY	0.837	50000	2.15	-	18	90	-

#### (나) 측정시작지점 결정

AM 방송국의 경우 주 안테나 주변에 예비 안테나가 있으므로 이를 포함하는 방향과 이를 포함하지 않은 방향 2개를 선정하였다.

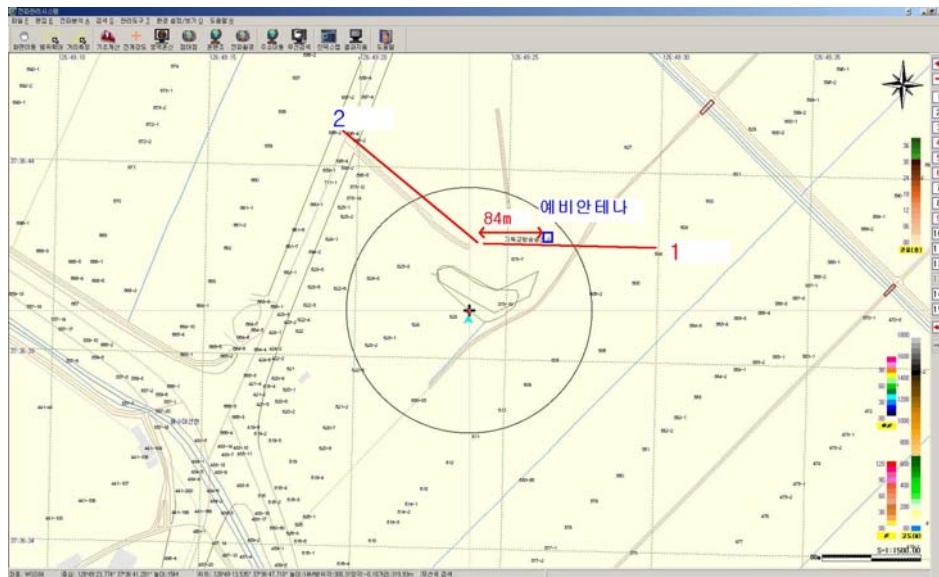


그림 3-8 AM 방송국 측정 방향

(다) 거리별 측정 결과 (공간은 측정하지 못한 지점) : 82 m에서 최대 22 V/m

표 3-11 AM 방송국 거리별 측정 결과

거리(m)		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
CBS	1방향										
	2방향		23	10.3	10	9.5	8.8	11	9.3	11.2	9.9

거리(m)		22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
CBS	1방향										
	2방향	9.2	8.7	9.8	9.8	11.1	13.5	12.3	10.8	11.4	10.9

거리(m)		42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
CBS	1방향										
	2방향	11.3	11	10.4	10.2	10.1	11	9.9	10.9	11	10.3

거리(m)		62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
CBS	1방향		7.5	6	12.5	10.5	10	9.5	10	12	27
	2방향	10.1	9.5	9	8	7.7	7.4	7.3	7	6.8	6.6

거리(m)		82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
CBS	1방향	22	17	17	18	19	20	18			
	2방향	6.3	6.2	5.6	6.2	5	4.8	4.4			

(라) 82 m 지점에서 측정위치 별 노출량

표 3-12 측정 지점의 AM 방송국 전자파강도

높이	합성	1축	2축	3축
1.1 m	6.3	4.2	2.9	3.7
1.5 m	15.6	14.5	2.65	5.1
1.7 m	8.0	7.1	0.74	3.5

## (2) TV/FM 방송

### (가) 무선국 정보 입력 및 시작거리와 측정간격 계산

표 3-13 TV/FM 방송국 정보, 계산안전경계, 측정간격

호출명칭	주파수 (최저) (MHz)	출력 (W)	안테나이득 (dBi)	보호기준 (전력밀도)	안전경계 (m)	측정시작거 리 (m)	측정간격 (m)
HLKA-TV	189	500	4.7	2	12.3	61.3	2
HLKA-FM	93.1	1000	4.5	2	53.6	267.9	6.697459

### (나) 측정시작지점 결정

TV 방송국의 경우 전망대 방향과 접근 가능한 섹터가 있는 팔각정 방향 2개를 선정하였다.

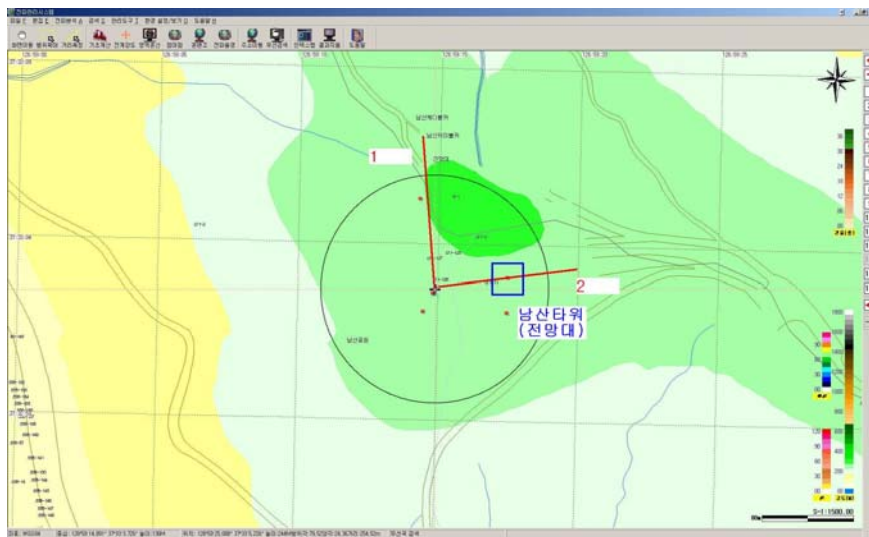


그림 3-9 TV/FM 방송국 측정 방향

### (다) 거리별 측정 결과 (공란은 측정하지 못한 지점)

- KBS 제1TV 46 m에서 최대 2.8 V/m
- KBS 제1FM 54 m에서 최대 0.917 V/m

표 3-14 TV/FM 방송국 거리별 측정 결과

거리(m)		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
CBS	1방향										
	2방향		23	10.3	10	9.5	8.8	11	9.3	11.2	9.9

	거리(m)	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
KBS CH9	1방향							1.44	1.43	1.37	0.75
	2방향										

	거리(m)	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62
KBS CH9	1방향	0.74									0.56	1.84
	2방향			2.8	1.7	1.68		1.93	2.04	2.35	2.27	1.7

	거리(m)	33.1	39.8	46.9	54	61.1	68.2	75.3	82.4
KBS 93.1	1방향	0.166	0.167						
	2방향			0.843	0.917	0.861			0.645

(라) 각각 지점에서 측정위치 별 노출량

표 3-15 측정 지점의 KBS 제1TV 방송국 전자파강도

측정 지점	측정높이	전자파강도 (V/m)
46 m	1.1 m	1.73
	1.5 m	2.3
	1.7 m	1.63

표 3-16 측정 지점의 KBS 제1FM 방송국 전자파강도

측정 지점	측정높이	전자파강도 (V/m)
54 m	1.1 m	1.13
	1.5 m	0.917
	1.7 m	0.785

(마) 각각 지점에서 타 방송국의 노출량

표 3-17 KBS 제1TV 방송국 측정 지점의 타 방송국 전자파강도

측정 지점	측정높이	전자파강도 (V/m)			
		CH9	ATV전체	DTV전체	FM전체
46 m	1.1 m	1.73	3.6	2.65	1.45
	1.5 m	2.3	4.6	2.9	1.58
	1.7 m	1.63	4.4	2.2	1.71

표 3-18 KBS 제1FM 방송국 측정 지점의 타 방송국 전자파강도

측정 지점	측정높이	전자파강도 (V/m)			
		93.1	ATV전체	DTV전체	FM전체
54 m	1.1 m	1.13	2.5	1.6	1.5
	1.5 m	0.917	3.4	2.4	1.69
	1.7 m	0.785	2.68	2.7	2.1

(3) 무선평출

(가) 무선국 정보 입력 및 시작거리와 측정간격 계산

표 3-19 무선평출 무선국 정보, 계산안전경계, 측정간격

호출명칭	주파수(최저) (MHz)	출력 (W)	안테나이득 (dBi)	보호기준 (전력밀도)	안전경계 (m)	측정시작거리 (m)	측정간격 (m)
리얼시흥P	326.55	100	3	2	2.8	14.1	2

(나) 측정시작지점 결정

무지향성 안테나이므로 임의의 한 방향을 선정해도 상관없으나 임의로 4개 선정하였다.

특히 무선국이 설치된 옥상 방향에서 접근 가능한 3개를 잡았고 나머지 하나는 지상에서 접근하였다. 결과적으로 지상 경로는 현격히 낮은 전자파강도를 보였다.

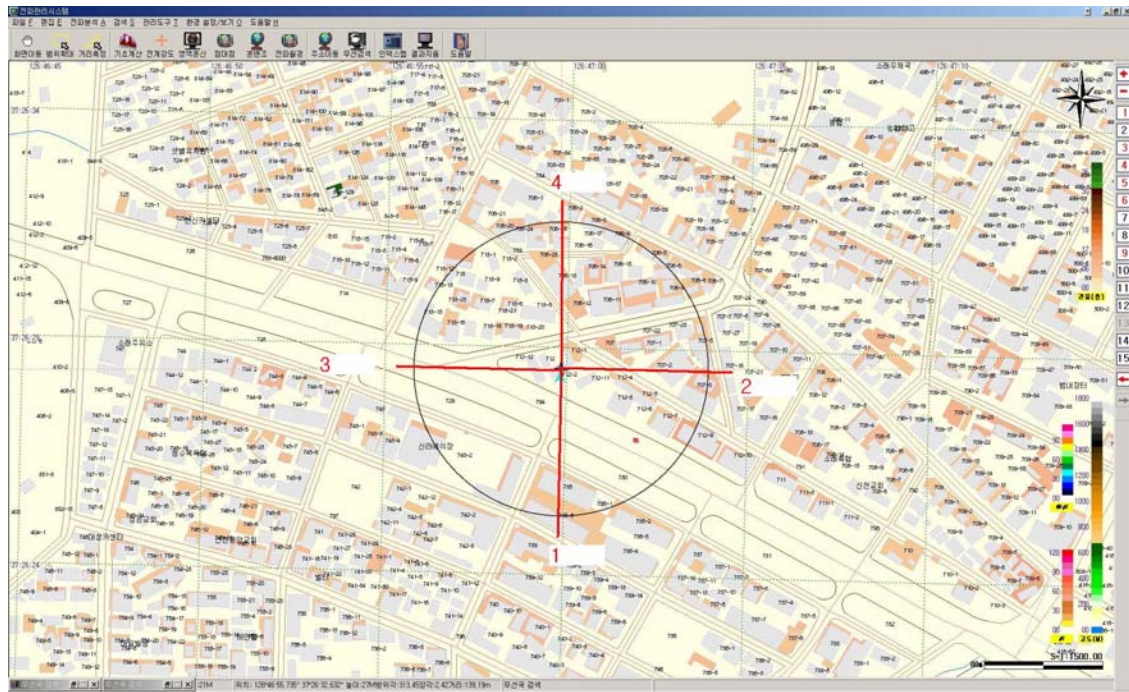


그림 3-10무선호출 무선국 측정 방향

(다) 거리별 측정 결과 (공란은 측정하지 못한 지점) : 6 m에서 최대 4.1 V/m

표 3-20 무선호출 무선국 거리별 측정 결과

	거리(m)	2	4	6	8	10
리얼시흥P 전자파강도 (V/m)	1방향	3.5	2.7	4.1	4	
	2방향	2	1.2	1.1	1.5	1.6
	3방향	1.3	1.3	1		
	4방향	0.1	0.12	0.25	0.3	0.3



(라) 6 m 지점에서 측정위치 별 노출량

표 3-21 측정 지점의 무선평출 무선국 전자파강도

측정높이	전자파강도 (V/m)
1.1 m	2.38
1.5 m	2.66
1.7 m	2.35

(4) 셀룰러, PCS (공용화 무선국)

(가) 무선국 정보 입력 및 시작거리와 측정간격 계산

표 3-22 공용화 무선국 정보, 계산안전경계, 측정간격

호출명칭	주파수 (최저) (MHz)	출력 (W)	안테나이 득 (dBi)	보호기준 (전력밀도)	안전경계 (m)	측정시작 거리 (m)	측정 간격 (m)
KTF원호	1840	180	16	9.2	7.9	39.4	1
SK원호로2	824.64	180	12	4.1232	7.4	37.1	2

(나) 측정시작지점 결정

3섹터 안테나로 구성된 무선국이므로 3개의 경로를 선정하고 각 섹터의 주 빔 방향에서 측정시작지점을 선정하였다.

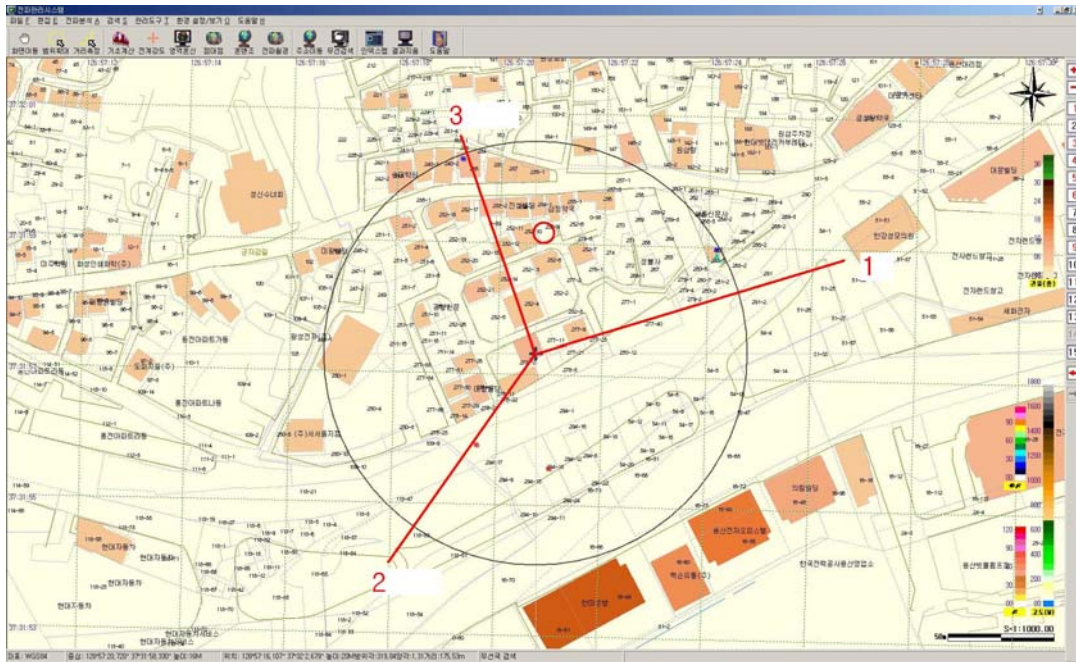


그림 3-11 셀룰러/PCS 무선국 측정 방향

(다) 거리별 측정 결과 (공란은 측정하지 못한 지점) : 52 m에서 최대 1.35 V/m

표 3-23 공용화 무선국 거리별 측정 결과

	거리(m)		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
전자과강도	SKT	1방향										
		2방향		0.85								
		3방향		1.2	0.11							
	KTF	1방향										
		2방향		1.15								
		3방향		1.11	0.12							

	거리(m)		22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
전자과강도	SKT	1방향										
		2방향										
		3방향						0.756				0.515
	KTF	1방향										
		2방향										
		3방향						0.488				0.18

	거리(m)		42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
전자파강도	SKT	1방향										
		2방향										
		3방향						1.35				
	KTF	1방향										
		2방향										
		3방향						0.35				

(라) 52 m 지점에서 서비스 별 노출량 측정

표 3-24 측정 지점의 공용화 무선국 전자파강도

서비스 높이	전자파강도 (V/m)					
	SKT	KTF	IMT2000(1)	IMT2000(2)	WiBro1	WiBro2
1.7 m	1.65	0.302	0.227	0.112	0.293	0.68
1.5 m	1.64	0.33	0.308	0.164	0.354	0.35
1.1 m	2.09	0.35	0.383	0.079	0.365	0.58

(5) TRS

(가) 무선국 정보 입력 및 시작거리와 측정간격 계산

표 3-25 TRS 무선국 정보, 계산안전경계, 측정간격

호출명칭	주파수 (최저) (MHz)	출력 (W)	안테나이득 (dBi)	보호기준 (전력밀도)	안전경계 (m)	측정시작거리 (m)	측정간격 (m)
KTP시흥논곡1	860.76	40	12	4.3	3.4	17.1	2

(나) 측정시작지점 결정

3섹터 안테나로 구성된 무선국이므로 3개의 경로를 선정하고 각 섹터의 주 빔 방향에서 측정시작지점을 선정하였다. 특히 옥상에서 접근할 수 있는 1방향에서 전자파강도 수치가 높았다.

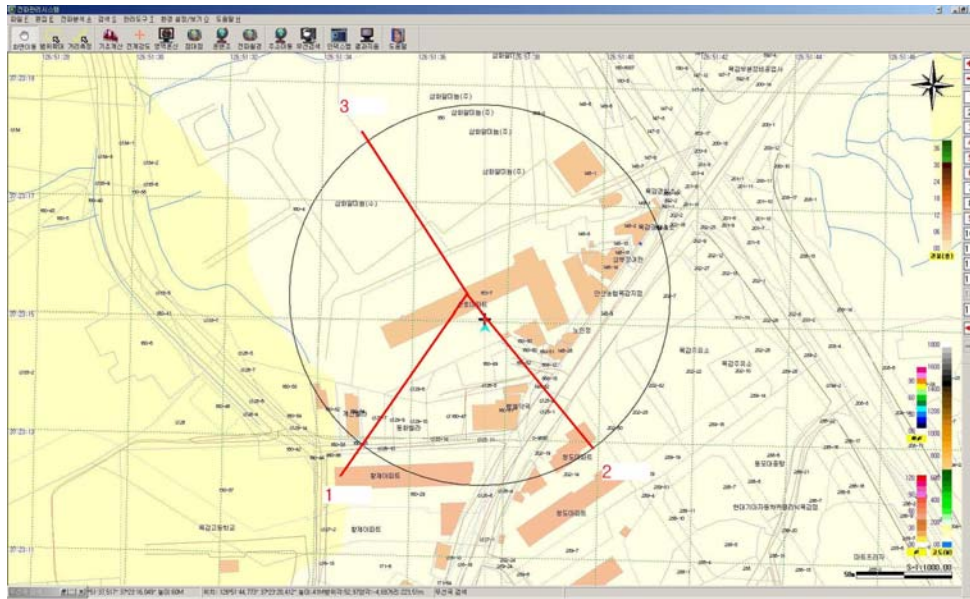


그림 3-12 TRS 무선국 측정 방향

(다) 거리별 측정 결과 (공란은 측정하지 못한 지점) : 6 m에서 최대 3.5 V/m

표 3-26 TRS 무선국 거리별 측정 결과

거리(m)		2	4	6	8	10	12	14	16
리얼시흥P 전자파강도 (V/m)	1방향	0.64	2	3.5	2.9	2.5	1.9		
	2방향				0.015~0.032				
	3방향				0.045~0.085				

(라) 6 m 지점에서 측정위치 별 노출량

표 3-27 측정 지점의 TRS 무선국 전자파강도

측정높이	전자파강도 (V/m)
1.1 m	1.01
1.5 m	1.2
1.7 m	1.16

## (6) 위치정보서비스 (LBS)

### (가) 무선국 정보 입력 및 시작거리와 측정간격 계산

표 3-28 LBS 무선국 정보, 계산안전경계, 측정간격

호출명칭	주파수(최저) (MHz)	출력 (W)	안테나이득 (dBi)	보호기준 (전력밀도)	안전경계 (m)	측정시작거리 (m)	측정간격 (m)
KLIC산본	324.67	100	3	2	2.8	14.1	2

### (나) 측정시작지점 결정

무지향성 공중선이므로 임의의 하나 방향을 선정해도 상관없으나 임의로 3개를 선정하였다.

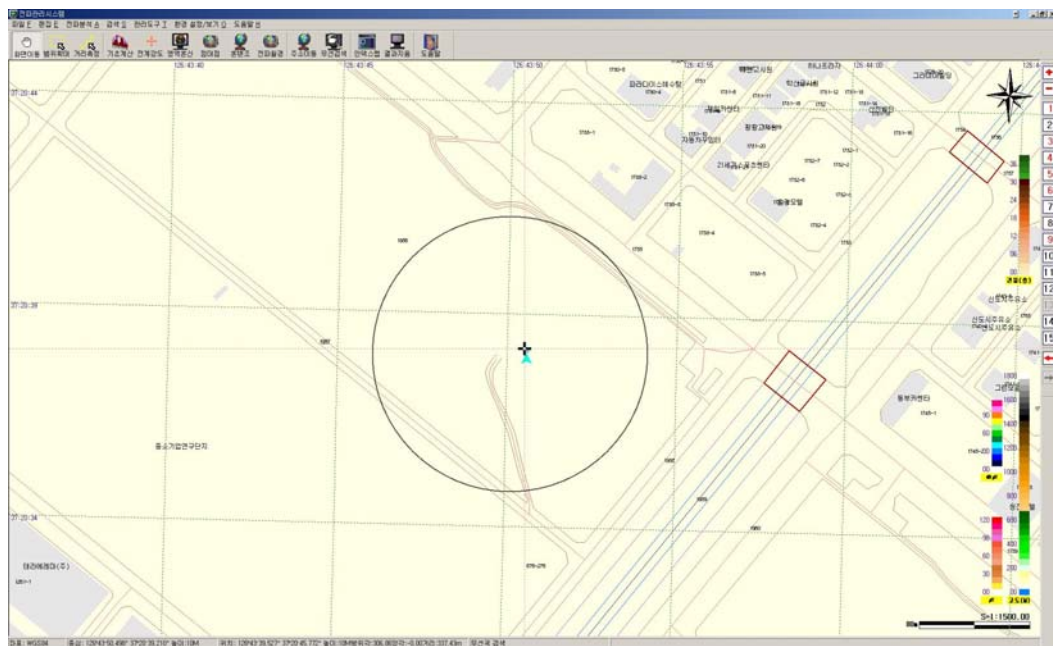


그림 3-13 LBS 무선국 측정 방향

(다) 거리별 측정 결과 (공란은 측정하지 못한 지점) : 8 m에서 최대 1.2 V/m

표 3-29 LBS 무선국 거리별 측정 결과

	거리(m)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
KLIC산본 전자파강도(V/m)	1방향		0.811	0.94	1.2						
	2방향			0.073	0.075	0.116	0.135	0.08	0.09	0.075	0.1
	3방향			0.08	0.08	0.1	0.14	0.08	0.05		

(라) 8 m 지점에서 측정위치 별 노출량

표 3-30 측정 지점의 LBS 무선국 전자파강도

측정높이	전자파강도 (V/m)
1.1 m	1.32
1.5 m	1.33
1.7 m	1.25

### 3. 검증 시험에서 측정한 무선국 별 스펙트럼

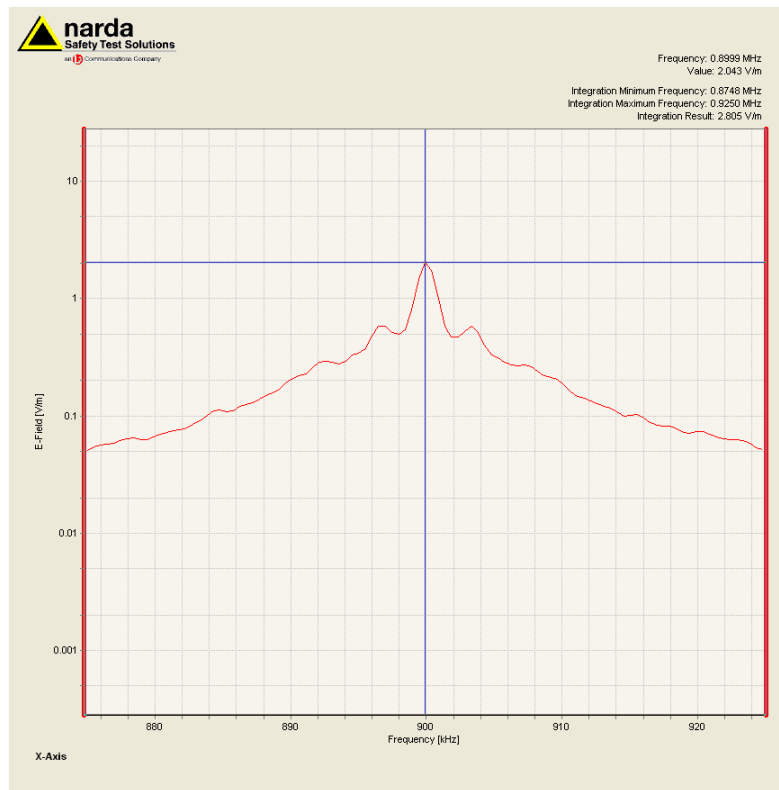


그림 3-14 AM 방송 스펙트럼

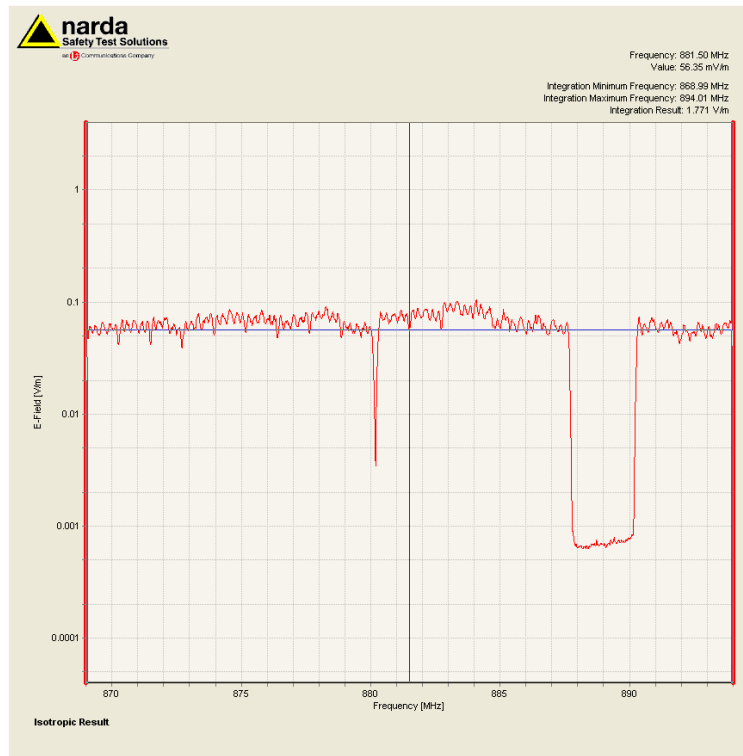


그림 3-15 셀룰러 (CDMA) 스펙트럼

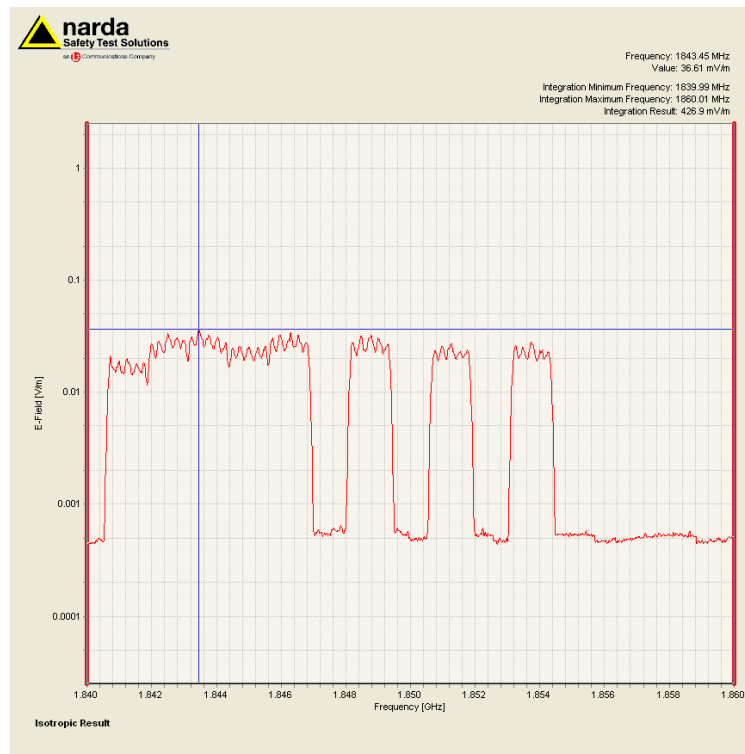


그림 3-16 PCS (CDMA) 스펙트럼

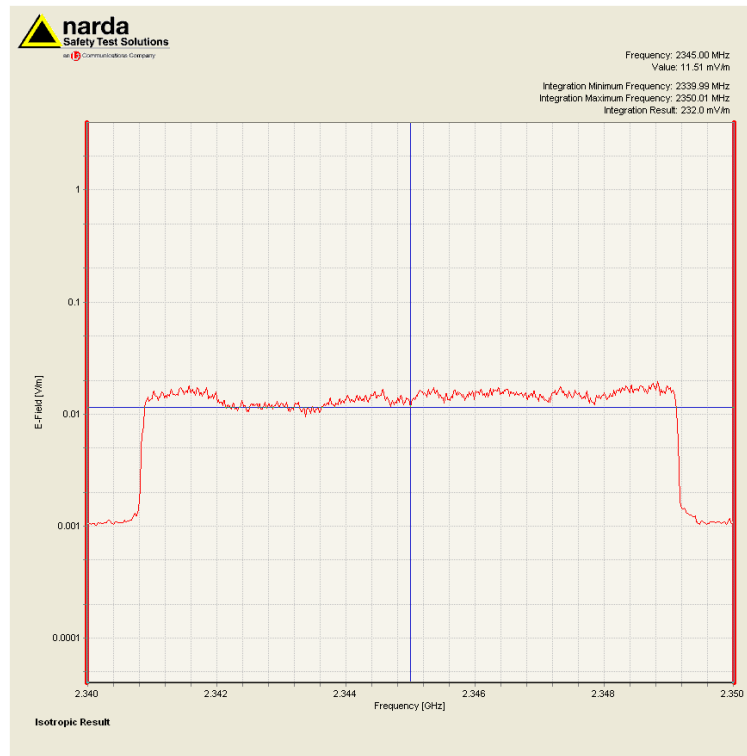


그림 3-17 WiBro 스펙트럼

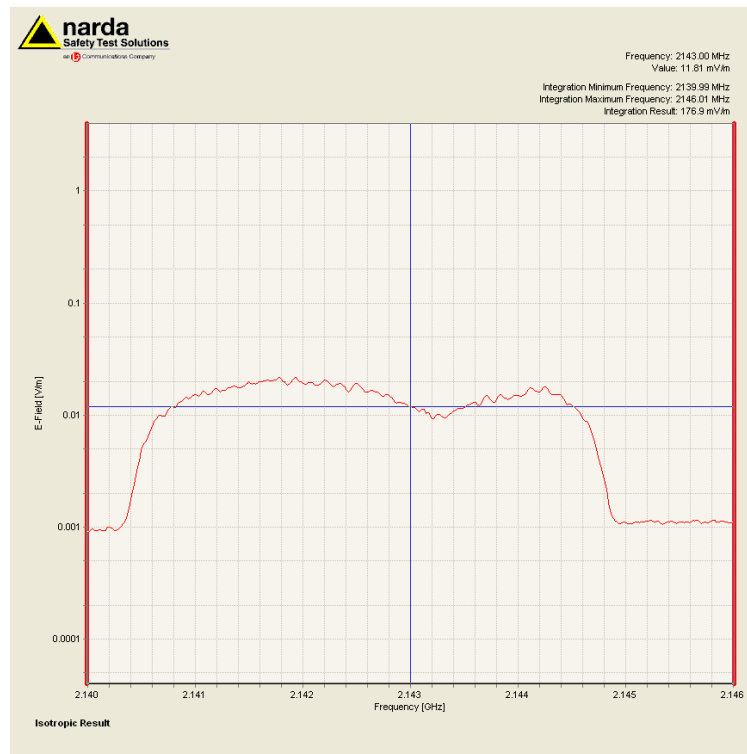


그림 3-18 WCDMA 스펙트럼



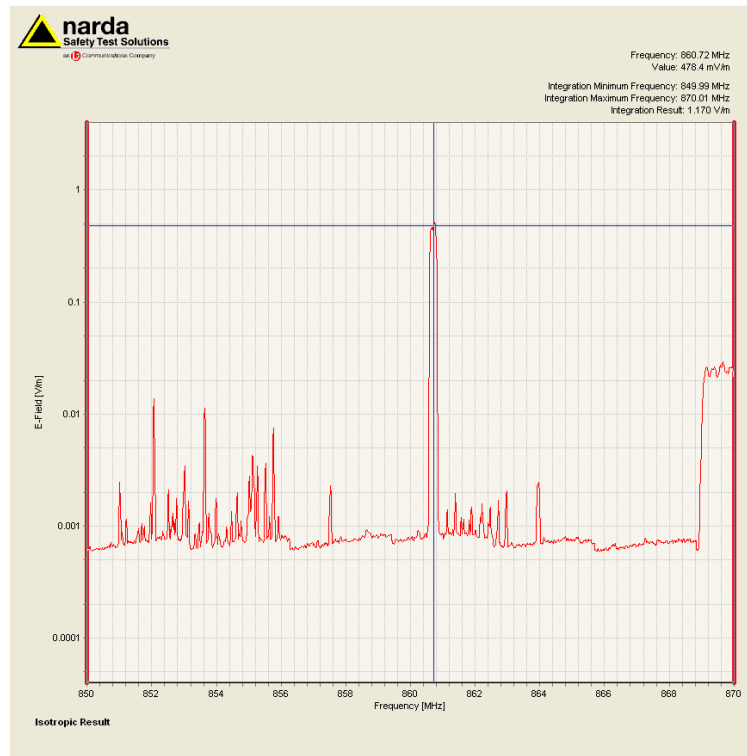


그림 3-19 TRS 스펙트럼

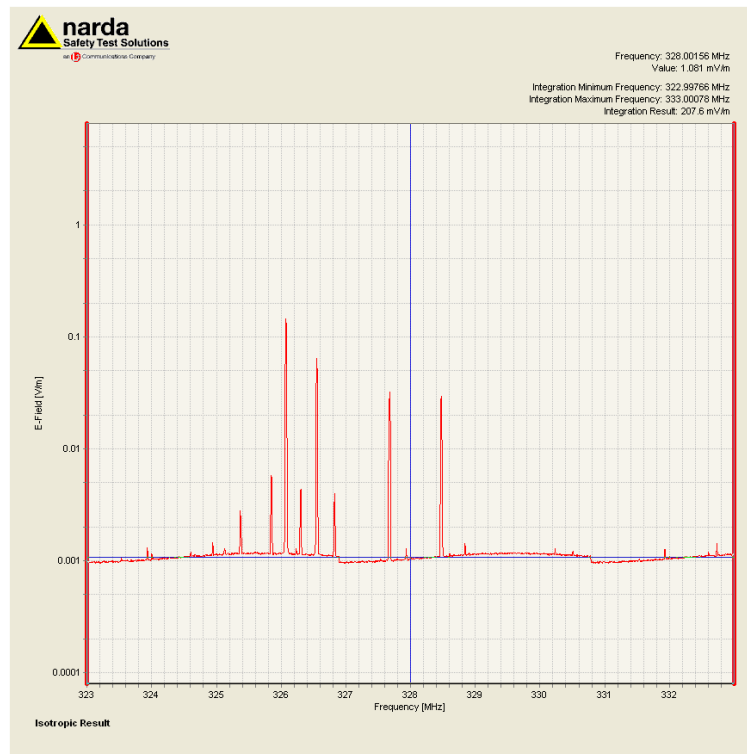


그림 3-20 무선평출 스펙트럼

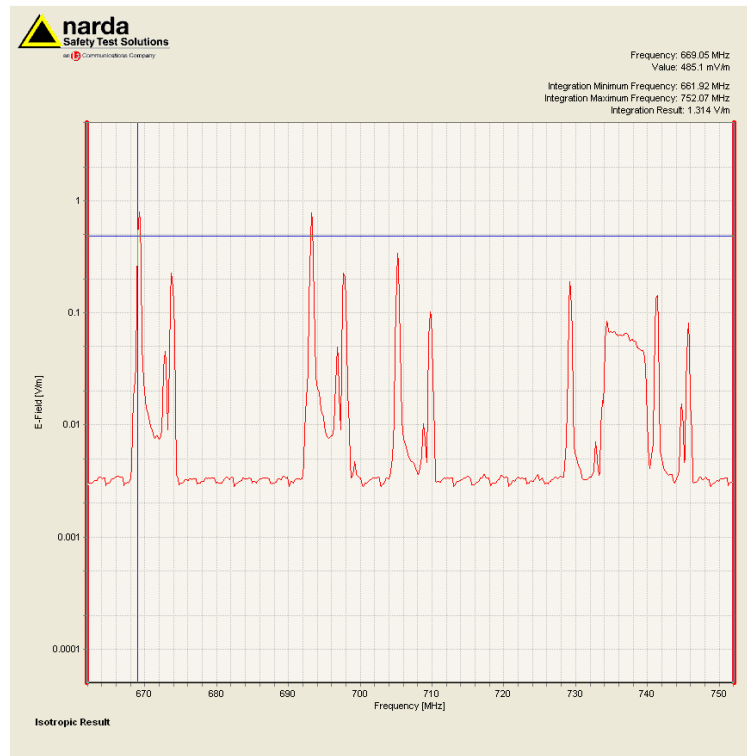


그림 3-21 TV방송 (아날로그/디지털) 스펙트럼

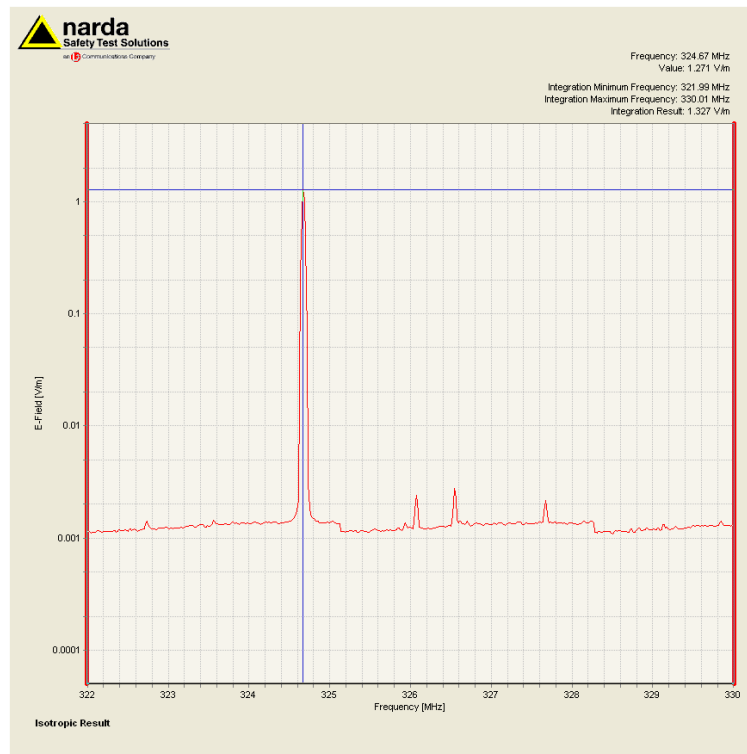


그림 3-22 위치기반서비스 (LBS) 스펙트럼

## 제 6 절 향후 해결 과제

전자파강도 측정 대상 무선국 중 이동통신 무선국의 경우 전자파강도의 시간적 변화가 극심한 편이다. 따라서 측정자가 측정대상 무선국의 운용 상황을 제어할 수 없는 상황에서 전자파강도 측정결과의 불확정도 상승 요인으로 작용할 것으로 예상된다. 측정자가 경험할 수 있는 모든 사항을 고려한 불확정도 접근 방법을 추가로 개발하는 것이 전자파강도측정 기준 신뢰성 강화를 위해 필요하다고 볼 수 있다.

한편 전자파강도측정기준은 단순 측정방법이 아니라 제도 시행과 연계되어 있는데 측정에 소요되는 시간과 작업량을 고려할 때 무선국 전자파강도 측정에 소요되는 비용은 법령에서 정한 금액을 초과하리라 판단되므로 법령에서 수수료를 현실화하든지 전자파강도측정 기준을 좀 더 간이하게 만들든지에 대한 선택을 요구받을 수도 있다고 예측된다.

## 제 4 장 무전기의 전자파흡수율 측정방법 연구

무전기는 얼굴 전면에서 사용하거나 몸에 휴대하여 사용하는 무선 통신기기로서, 경찰, 군, 대형 물류센터 등에서 주로 사용되어오고 있다. 무전기는 전체 무선통신기기류에 비하여 그 사용인구가 적으나 출력이 높아 인체 유해성 문제가 제기되고 있으며, 최근에는 산업용뿐만 아니라 다용도 생활 무전기의 보급과 더불어 개인용 휴대전화의 PTT(Push To Talk) 기능의 내장으로 인하여 사용이 증가되고 있어 무전기에 대한 전자파흡수율 평가방법 마련의 필요성이 요구되고 있다.

따라서 본 장에서는 상용 무전기의 전자파흡수율 측정 및 분석을 수행하였으며, IEC TC106에서 추진 중인 기술표준문서를 토대로 「무전기의 전자파흡수율 측정기준(안)」을 마련하였다.

### 제 1 절 FCC의 무전기 SAR 평가

FCC(Federal Communication Commission : 연방통신위원회)에서는 무전기에 대한 SAR 적합성 평가를 팬텀과 EUT의 이격거리, 팬텀의 규격, EUT의 측정위치에 대한 명확한 기준이 없이 강제 규제를 하고 있다. 반면에 IEC 등 국제기구에서는 아직 기준을 정하고 있지 않지만 무전기의 SAR 측정방법 등 세부사항에 대하여 지속적인 연구를 하고 있다. 본 장에서는 FCC에서 제공하는 SAR 시험성적서를 근거로 하여 무전기에 대한 SAR 측정결과를 기술하였다. 이는 국제적으로 명확한 평가기준이 정립되지 않아 측정결과에 오차가 있을 수 있음을 미리 밝혀두는 바이다.

FCC의 시험성적서에 따르면, 무전기는 사용 상황별로 얼굴 전면 또는 몸통에서 사용하기 때문에 평면 모의인체를 사용하여 측정을 한다. 또한 무전기에 벨트클립(Belt-Clip), 홀스터(Holster), 목걸이 등의 기기부속물들을 장착하는지에 대한 여부를 측정에 고려하고 있다. 그리고 평면 모의인체와 시험기기와의 이격거리는 무전기인 경우 2.5 cm를 두고 측정을 한다. 반면 무선랜 사용 노트북 등 신체 밀착형 기기에 대해서는 SAR 적합성 시험을 위해 평면 모의인체와 시험기기의 뒷부분과의 이격거리를 1.5 cm로 권고하고 있으며, 기타 이격 거리가 사용될 수도 있으나 2.5 cm를 초과해서는 안 된다. 시험위치는 OET Bulletin 65 Supplement C (Edition 97-01)에 기술되어 있다.

국제기구에서는 평면 모의인체의 규격이 정해지지 않아 국제적으로도 아직 표준화가 진행 중이다. IEC TC106 62209 part 2에서는 다음과 같이 4가지 조건을 모두 만족하는 모의인체를 제안하고 있다. 첫째, 측정기기 크기의 120% 이상( $1.2L \times 1.2W$ )이 되어야 한다. 둘째, 모든 방향으로 10%의 여유 공간(margin)을 확보해야 한다. 셋째, 800 MHz 이상의 주파수에서는  $240 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}$ 보다는 커야 한다. 넷째, 평면형 모의인체의 크기는  $0.6\lambda \times 0.4\lambda$  이상이 되어야 한다. 이런 반면에 FCC에서는 평면 모의인체의 규격을 EUT의 2 배라는 막연한 치수를 제시하고 있으며, EUT 간의 시험 위치도 불분명하게 되어 있어 측정자간의 오차요인의 한가지로 주목 받고 있다. 그림 4-1은 평면형 모의인체에 무전기를 설치하여 SAR을 측정하는 모습을 나타낸다.

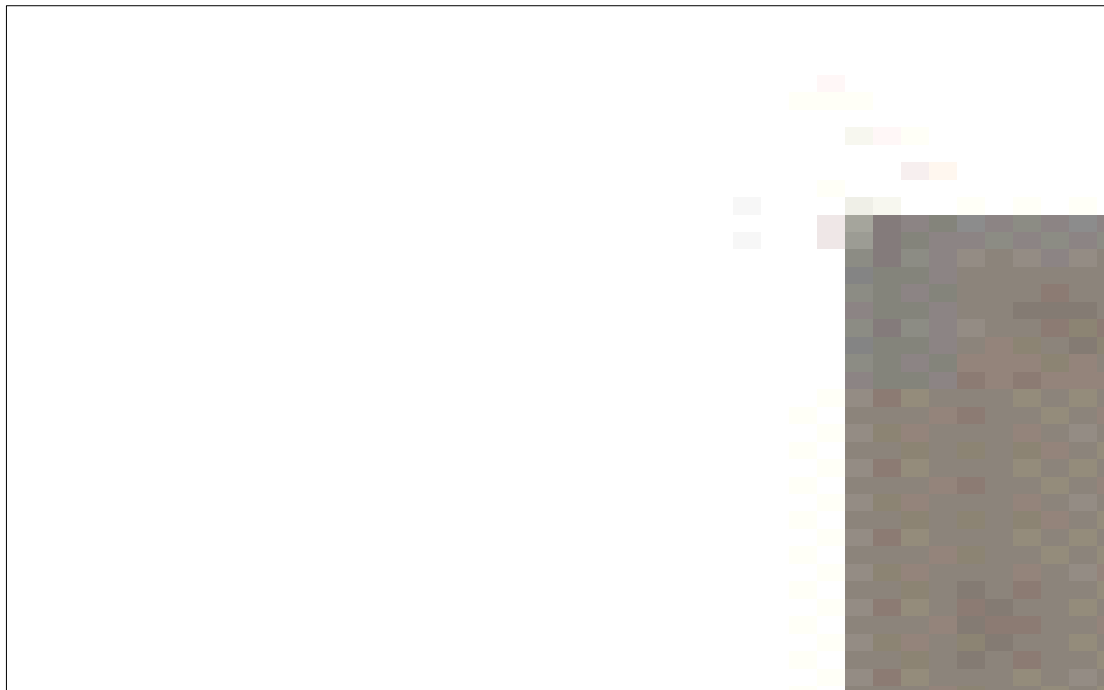


그림 4-1 평면 모의인체에서의 무전기 SAR 측정

## 제 2 절 무전기 SAR 측정 및 분석

### 1. SAR 측정을 위한 시스템 구성

무전기의 사용방법 중에 가장 최악의 조건에서의 최대 SAR 값은 수직방향으로 사용할 때이므로 이 조건에 해당되도록 무전기를 설치하였다. 이때 평면형 모의인체와 무전기와의 이격 거리는 각각 0, 1.5, 2.5 cm로 바꾸어 가면서 측정을 하였다. 무전기의 신호 설정은 최대 출력을 유지하며 연속파(always-up)의 조건에서 SAR 측정을 하였다. 그리고 사용된 무전기는 450 MHz 대역의 생활용 무전기이며 본체의 크기는  $54 \times 89 \times 36$  mm, 송신 최대출력은 0.5 W이다.

무전기는 휴대전화와 달리 안면에 근접하여 사용하거나 몸통에 부착하여 사용하므로 IEC, FCC 등에서 권고하는 바에 따라 평면형 모의인체를 사용하였다. 평면형 모의인체는  $390(L) \times 260(W) \times 165$  mm(H), 5 mm(t)의 크기를 사용하였다. 모의인체 재료의 전기적 특성은 유전율이 4.2이고 손실탄젠트가 0.033이다.

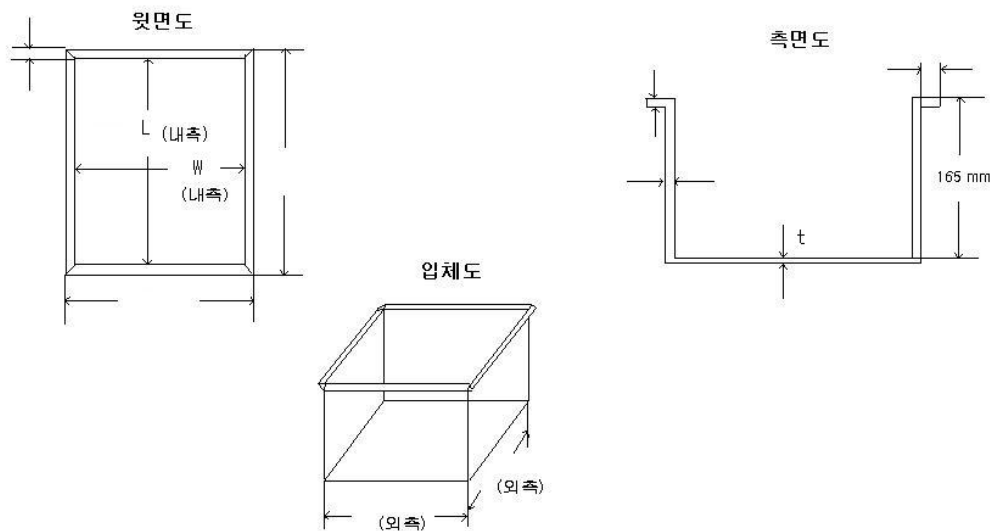


그림 4-2 평면형 모의인체의 윗면도, 측면도 및 입체도



그림 4-3 무전기 SAR 측정 시스템

그림 4-2는 평면형 모의인체의 윗면도, 측면도 및 입체도를 나타낸 그림이다. 평면형 모의인체에 들어갈 모의 조직 액체의 전기적 특성은 두부인 경우 유전율 43.5, 도전율 0.87 이고, 몸통인 경우 유전율 56.7, 도전율 0.94이다. 그림 4-3은 무전기 SAR 측정 시스템의 구성을 보여주고 있다.

## 2. 무전기 SAR 측정

무전기의 사용조건이 얼굴과 몸통에 해당되기 때문에 두부 및 몸통에 대한 SAR 측정을 수행하였다.

실제 측정은 그림 4-4와 같이 두 가지 조건에 대하여 측정을 실시하였다. 조건 1은 무전기의 중심을 모의인체의 중심에 맞추어서 측정하였고, 조건 2는 휴대폰의 전기장 분포의 peak position을 모의인체의 중심에 맞추어서 측정하였다. 그리고 평면형 모의인체와 무전기와의 이격거리는 두 조건에 동일하게 각각 0, 1.5, 2.5 cm에 대하여 측정하였다(그림 4-5).

## 조건 1



## 조건 2



그림 4-4 SAR 측정 조건

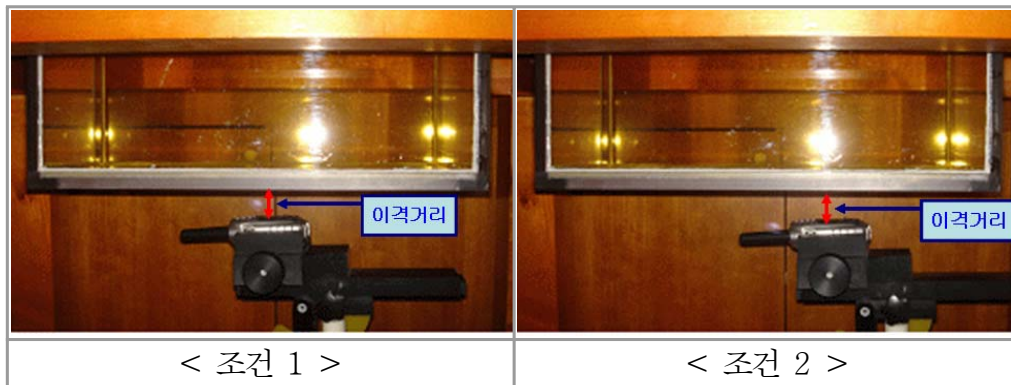


그림 4-5 모의인체의 바닥 중심과 피시험기기와의 이격거리

### 3. SAR 측정 결과

조건 1과 2에서 이격거리별 SAR 측정 결과값은 표 4-1과 표 4-2와 같다.

조건 1에서는 완전히 밀착한 경우 두부 SAR값은 1.438 W/kg이고, 몸통 SAR값은 1.69 W/kg으로 측정되었다. 이격거리가 1.5 cm인 경우 두부 SAR값은 0.732 W/kg이고, 몸통 SAR값은 0.437 W/kg이었다. 그리고 이격거리가 2.5 cm인 경우 두부 SAR값은 0.46 W/kg이고, 몸통 SAR값은 0.22 W/kg이었다.



조건 2에서는 완전히 밀착한 경우 두부 SAR값은 1.126 W/kg이고, 몸통 SAR값은 1.13 W/kg으로 측정되었다. 이격거리가 1.5 cm인 경우 두부 SAR값은 0.741 W/kg이고, 몸통 SAR값은 0.439 W/kg이었다. 그리고 이격거리가 2.5 cm인 경우 두부 SAR값은 0.46 W/kg이고, 몸통 SAR값은 0.269 W/kg이었다.

미국의 FCC(SAR 시험성적서)에서는 일반적인 무전기의 사용형태를 고려하여 평면형 모의인체와 무전기의 이격거리를 1.5~2.5 cm로 권고하고 있다.

SAR 적합성 평가는 실제로 대상기기를 사용하는 최악의 조건에서 측정을 하여 그 측정값이 전자파인체보호기준을 초과하지 않는 것에 대하여 적합성 인증을 하고 있다. 만약에 어떤 대상기기가 SAR 적합성 평가를 만족한다면 일반인들이 대상기기를 사용하는 어떤 조건에서도 기준을 만족한다고 할 수 있다. 무전기는 일반인들이 실제로 얼굴에 밀착하여 사용하는 경우가 거의 없기 때문에 사용형태를 고려한다면 얼굴과 무전기의 이격거리가 1.5 cm이상이 된다.

본 SAR 측정은 평면형 모의인체와 무전기의 이격거리를 각각 0, 1.5, 2.5 cm로 하여 측정을 실시하였다. 측정결과는 무전기를 모의인체에 완전히 밀착하였을 때 SAR값이 가장 높게 나타났으며, 전자파인체보호기준을 초과하는 것으로 나타났다. 이 경우는 비현실적인 무전기의 사용형태에 해당되므로 밀착한 경우의 측정결과를 확인하는데 의미를 둔다. 일반인들이 무전기를 사용하는 이격거리 범위는 미국의 FCC에서 권고하고 있는 1.5~2.5 cm 범위 내에서 일반적으로 사용을 한다. 이 조건 중에서 가장 최악의 이격거리 조건은 1.5 cm이므로 무전기 SAR 측정기준(안)의 피시험기기와 평면형 모의인체의 이격거리는 일반적인 무전기의 사용형태를 고려하여 1.5 cm가 가장 적절할 것으로 판단된다.

표 4-1 무전기 SAR 측정결과(조건 1)

모의인체 형태별	주파수대역(MHz)	이격거리(cm)	1g SAR 값(W/kg)	비 고
두부	450	0	1.438	
		1.5	0.732	
		2.5	0.460	
몸통		0	1.69	
		1.5	0.437	
		2.5	0.22	

표 4-2 무전기 SAR 측정결과(조건 2)

모의인체 형태별	주파수대역(MHz)	이격거리(cm)	1g SAR 값(W/kg)	비 고
두부	450	0	1.126	
		1.5	0.741	
		2.5	0.460	
몸통		0	1.13	
		1.5	0.439	
		2.5	0.269	

그림 4-6과 그림 4-7은 평면형 모의인체와 무전기를 밀착한 경우의 두부와 몸통 SAR에 대한 측정결과이며, 안테나 근처에서 최대 SAR값이 나타났다.

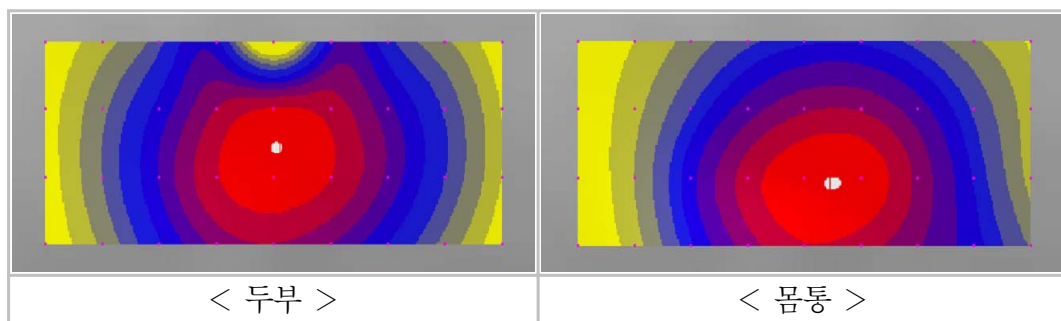


그림 4-6 조건 1에서 평면형 모의인체와 무전기를 밀착한 경우의 두부와 몸통 SAR 분포

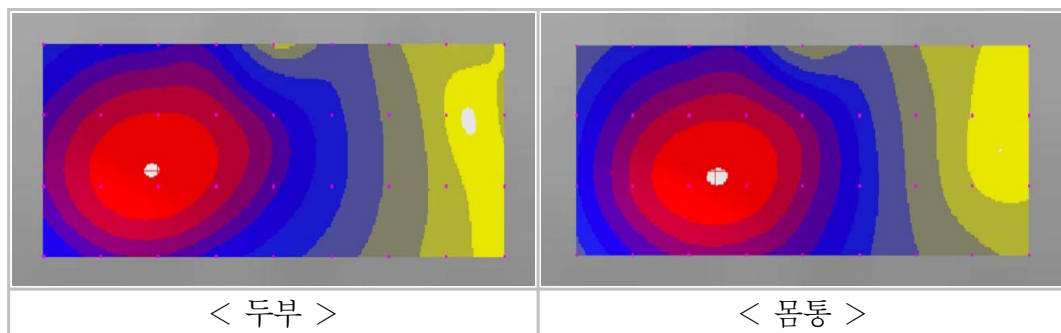


그림 4-7 조건 2에서 평면형 모의인체와 무전기를 밀착한 경우의 두부와 몸통 SAR 분포

## 제 3 절 무전기의 전자파흡수율 측정기준(안) 마련

### 1. 추진경과

본 절에서 제시하는 무전기에 대한 전자파흡수율 측정기준은 IEC에서 제안하는 「신체에 근접하여 사용하는 휴대용 및 신체 부착용 기기의 SAR 측정절차」에 근거하여 초안이 마련되었으며, EMF인체노출표준위원회의 연구반 회의를 통하여 의견 수렴을 실시하였다. 또한, 측정기준(안)의 검증을 위하여 국내에 시판되고 있는 상용 무전기에 대한 전자파흡수율을 측정 및 분석하여 최종안을 도출하였다. 세부 추진경과는 표 4-3과 같다.

표 4-3 무전기 SAR 측정기준 마련 추진경과

일정	주요 수행내용
'07. 04 ~ 06	국제표준(IEC) 기술문서 분석(106/90/NP, 106/132/CD) ※ 106/90/NP, 106/132/CD : 신체에 근접하여 사용하는 휴대용 및 신체 부착용 기기의 SAR 측정절차(30 MHz ~ 6 GHz)
'07. 08	국제표준 기술문서에 근거한 무전기 전자파흡수율 측정기준 초안 마련
'07. 09	EMF인체노출표준위원회를 개최하여 측정기준 초안 검토 및 의견 수렴
'07. 09 ~ 12	국내 시판되는 상용 무전기의 전자파흡수율 측정 및 수치해석을 통한 측정기준 검증
'07. 12	무전기 전자파흡수율 측정기준(안) 마련

### 2. 측정기준(안)의 주요내용

#### 가. 전자파흡수율 기준

생체조직에 흡수되는 단위 질량당 에너지 율로서 다음 수식으로 표현하며, 우리나라에서는 1.6 W/kg을 전자파흡수율 기준으로 적용하고 있다.

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{\rho}$$

여기서,  $\sigma$  : 전기전도도,

$\rho$  : 조직밀도,

E : 실효전기장강도

## 나. 모의인체 규격

무전기의 전자파흡수율 측정에 사용되는 모의인체의 규격은 휴대전화와 달리 안면에 근접하여 사용하거나 몸통에 부착하여 휴대 또는 사용하므로 IEC, FCC 등에서 권고하는 바에 따라 평면형 모의인체를 적용하였다. 평면형 모의인체의 크기는 가로  $0.6\lambda$ , 세로  $0.4\lambda$ 로 규정하였다.

## 다. 피시험기기의 설치

피시험기기의 설치에 무전기의 이용형태를 조사하여 얼굴 근처에서 사용하는 경우와 기기 부속물의 사용 유·무에 따른 설치로 구분하였으며, 먼저 기기부속물이 제공되지 않고 얼굴에 근접하여 사용하는 기기의 경우는 그림 4-8과 같이 피시험기기와 모의인체간의 이격거리를 15 mm 이내로 규정하고 있다. 피시험기기와 모의인체간의 이격거리는 일반적인 무전기의 사용형태를 고려하였으며, 미국 FCC에서는 15 ~ 25 mm 이격거리를 권고하고 있으나, 본 기준(안)에서는 최악의 조건을 고려하여 15 mm로 설정하였다. 기기부속물이 제공되지 않고 몸통에 부착하여 사용하는 기기의 경우는 그림 4-9와 같이 피시험기기와 모의인체간의 이격거리는 제조자에 의해 주어진 이격거리를 준수토록 규정하고 있다. 마지막으로 벨트 클립, 목걸이 등과 같이 기기 부속물이 제공되어 몸통에 부착하여 사용하는 경우에는 그림 4-10과 같이 모의인체에 밀착하여 설치하도록 하였다.

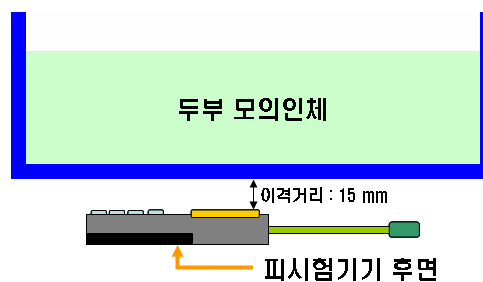


그림 4-8 피시험기기가 두부에서 사용되는 경우

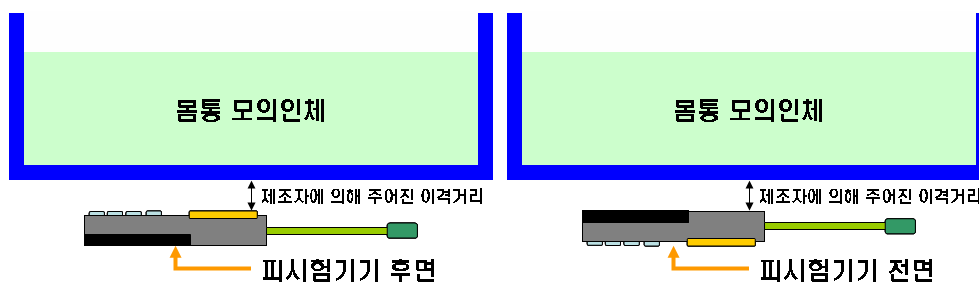


그림 4-9 기기부속물이 없는 피시험기기가 몸통에서 사용되는 경우

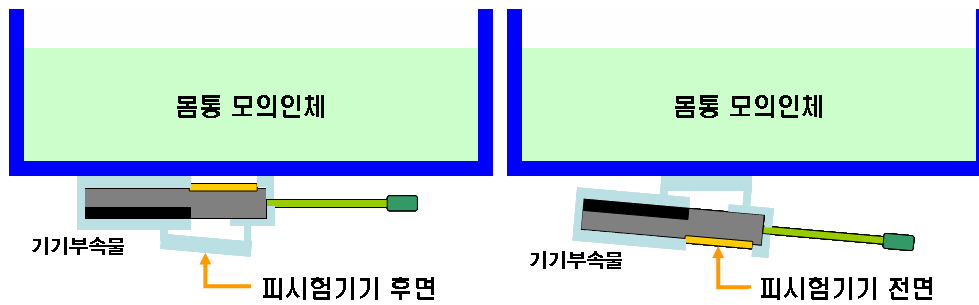


그림 4-10 기기부속물이 있는 피시험기기가 몸통에서 사용되는 경우

### 라. 전자파흡수율 측정절차

무전기의 전자파흡수율 측정절차는 그림 4-11의 플로우차트에서 보인바와 같이 중심 주파수에서 먼저 측정을 수행한 다음에 낮은 주파수와 높은 주파수에서의 전기장 강도를 측정하여 최대 전자파흡수율 값을 결정하도록 하였다.

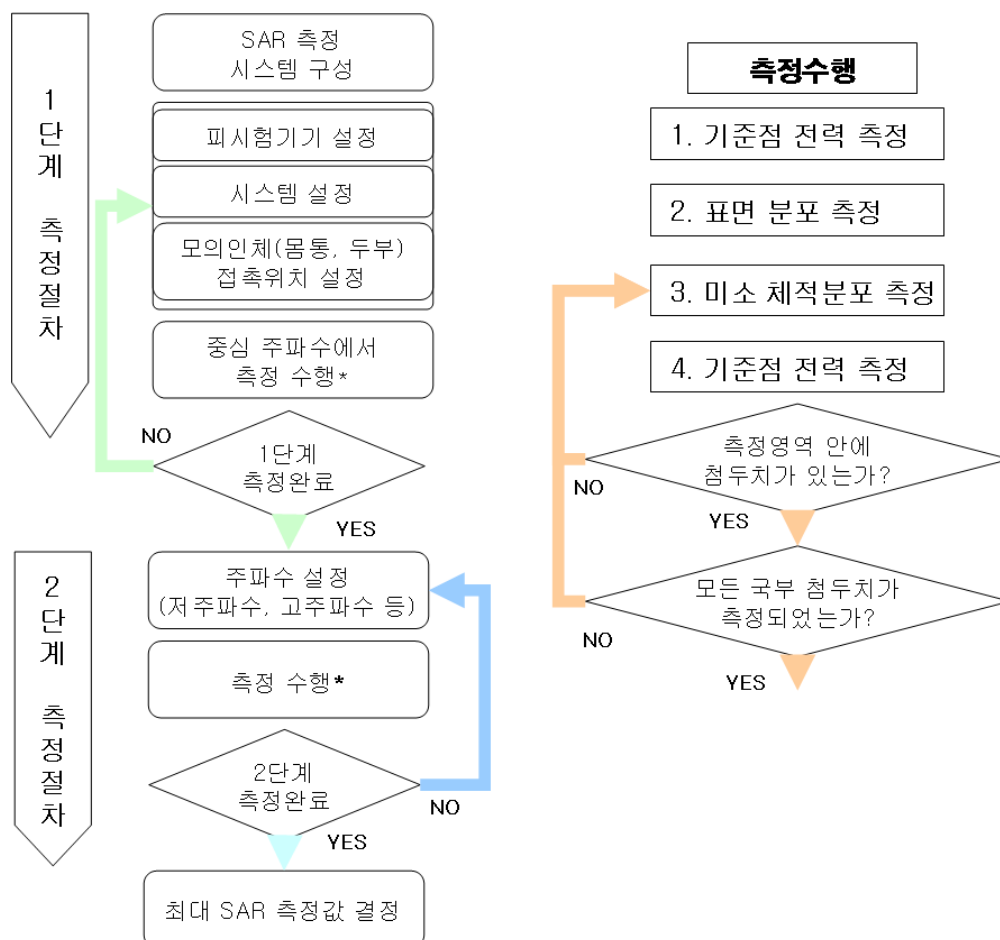


그림 4-11 무전기의 전자파흡수율 측정절차

## 제 5 장 RFID, EAS 등의 실용화에 따른 인체노출량 평가기술 선행 연구

### 제 1 절 연구개요

RFID, EAS와 같은 SRD(Short Range Device : 근거리 무선통신기기) 기기들은 현재 유통, 물류, 금융, 공공, 산업 등 다양한 분야에 사용되고 있으며, 사용 환경이나 형태가 매우 다양화되고 있다. 이에 이런 기기들로부터 방출되는 전자파로 인한 건강 위험성에 대한 일반인들의 관심과 우려가 증가하고 있다.

RFID와 EAS로부터 나오는 전자파의 세기는 아주 미약하여 인체에 직접적인 영향은 없지만 이런 기기들을 근접하여 장기간 노출된 상황에서 근무하는 경우 전자파에 의한 영향이 있을 수 있기 때문에 이에 대한 체계적인 전자파 인체영향 연구가 필요하다.

국제기구에서는 근거리 무선통신기기와 같이 몸통 및 전신에 노출되는 무선통신기기들의 전자파 인체노출량 평가방법에 대하여 국제 표준화 활동이 활발히 진행되고 있는 상황이다. 이러한 국제적 추세에 따라 우리나라도 사전 예방적 차원에서 전자파 인체영향 연구 및 국제 표준화 활동에 적극 참여하여 국제 표준에 반영되도록 적극적인 노력을 하고 국제 표준 개발 완료시 이를 국내 기준에 반영할 필요가 있다. 본 장에서는 RFID, EAS 등 근거리 무선통신기기들의 전자파 인체노출량 평가방법에 대한 국제 표준화 동향을 분석하여 향후 연구에 활용하고자 한다.

### 제 2 절 IEC TC106 표준화 동향

IEC TC106 WG 4는 특정 소스에 의해 발생하는 전자기장 및 SAR 측정방법을 표준화하는 작업반이다. 이 작업반 내의 62369-1 프로젝트에서는 RFID 및 EAS의 전자파 인체노출량 평가방법 표준화를 수행하고 있다.

62369-1 프로젝트의 106/111/CDV 문서는 0 ~ 300 GHz 주파수 범위에서 보안, 도난 방지, 전자 물류 감시 시스템(EAS), 무선 식별(RFID), 유사 응용에 사용되는 기기의 전자기장에서 인체 노출량 평가를 위한 절차를 기술하고 있다. 측정절차는 총 3단계로 구분되어 있으며, 먼저 단계 1에서는 단순한 측정을 통하여 기준치에 적합한지 확인한다. 단계 2에서는

수치해석과 측정기술을 병행하여 정밀한 분석을 수행한다. 마지막 단계 3에서는 상세한 모델링과 해석을 통하여 기본 한계에 대한 적합성을 확인한다. 기기에 대한 인체노출량 평가 시에는 노출상황에 맞는 가장 적절한 방법이 적용되어야 한다.

일반적으로 이 문서에서 다루는 기기에서 발생하는 전자기장은 비균일한 형태를 가지며, 거리에 따라 그 세기가 급격히 감소한다. 이러한 기기들은 대부분 전기장과 자기장의 비가 일정하지 않은 근거리장 영역에서 동작한다.

## 제 3 절 표준화 문서(106/111/CDV) 검토

### 1. 측정 및 계산방법

전자파 인체노출량 평가는 간단한 평가를 이용하되 직접 측정이 어렵거나 불가능할 경우는 계산 및 수치 모델 기법을 이용한다. 이 방법 이외에도 접촉 전류와 사지 전류의 준수 여부로 평가할 수도 있다.

평가 보고서는 주변 온도와 습도, 측정 부위 그림, 측정된 값, 측정된 주파수, 전력 조절 (적용되는 경우), 변조 형식, 부대 장비, 측정 장치, 모델링 파라미터, 불확정도 등 모든 관련 파라미터에 관한 세부사항을 기술해야한다. 그리고 본 표준에서는 표준 체형의 직립 자세에 있는 사람을 모델로 하여 측정 프로토콜을 제시하였다.

### 가. 기준치에의 적합성 확인을 위한 단순 측정

#### (1) 직접 측정

전자기장의 세기는 표 5-1에 주어진 바와 같이 거리 X에서 피시험장비 주변에서 측정해야 한다. 이 거리에서 전자기장이 최대인 지점을 결정하기 위해 예비 측정을 실시할 수도 있다. 전자기장의 세기는 세 개의 직교하는 축(axis)에서 측정한 값들에 대한 벡터 합을 하거나 최대값이 측정되도록 측정 축의 방향을 조정하여 측정한다.

#### (2) 공간 평균 측정

인체의 전신이 노출되는 경우에는 전신에 대한 공간 평균을 하여 기준값과 비교한다. 이 문서에서 다루는 기기들의 형태를 고려할 때 평가에 가장 적절한 인체부위는 몸통이며, 그림 5-1에 제시된 그리드(grid)를 적용한다. 주로 머리가 노출되는 예외적인 경우에는

그림 5-2에 제시된 그리드를 적용한다. 측정은 그림 5-1~11과 표 5-1에 정의한 그리드 패턴에 따라 측정한다. 각 그리드 위치에서 측정한 값을 기록하고 측정치의 산술 평균을 계산하여 적절한 기준 값과 비교하고 결과를 기록한다. 300 MHz 이상의 주파수에서 원거리장 측정의 경우 위에서 설명한 바와 같이 전기장을 측정할 수 있다. 마이크로웨이브 주파수 대역에서는 근거리장과 원거리장 평가 모두에 수치해석에 의한 전자기장 계산 결과를 적용할 수 있다. 수치해석모델에 대해서는 측정치와의 비교를 통해 타당성을 검증해야 한다.

표 5-1 그림 5-1 ~ 11에 대한 차원과 거리

	그림	규격 치수(cm)			참조 치수(cm)		
		a/b/c	x	z	높이	너비	폭
일반적인 몸통 그리드	5-1	15	—	85	—	—	—
일반적인 머리 그리드	5-2	10	—	145	—	—	—
바닥 수직 설치형 단일 안테나	5-3	15	20	85	120-160	—	40-80
바닥 수직 설치형 이중 안테나	5-4	15	20	85	120-160	70-200	40-80
바닥 수평 설치형 단일 안테나	5-5	15	—	85	—	60-100	40-80
천장 설치형 단일 안테나	5-6	15	—	85	210-300	60-100	40-80
바닥-천장 복합 설치형 안테나	5-7	15	—	85	210-300	60-100	40-80
“터널형(walk-through)” 루프 안테나	5-8	15	20	85	210-300	70-300	0.5-50
계산대 또는 책상 부착형 안테나	5-9	15	30	85	70-90	20-40	20-40
수직, 벽 또는 프레임 부착형 안테나	5-10	15	20	—	60-160	20-100	20-50
휴대용 안테나	5-11	15	10	—	70-140	범위: 100 ~ 200cm <sup>2</sup>	

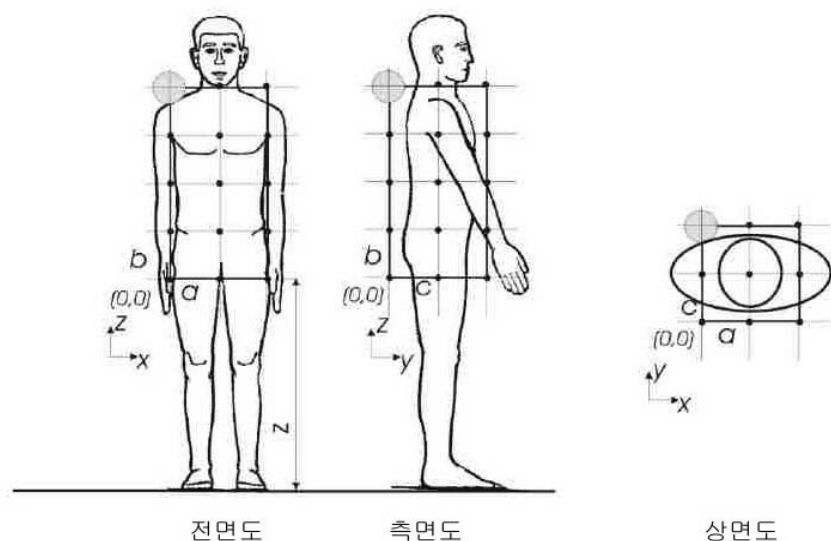


그림 5-1 몸통(torso) 측정 그리드



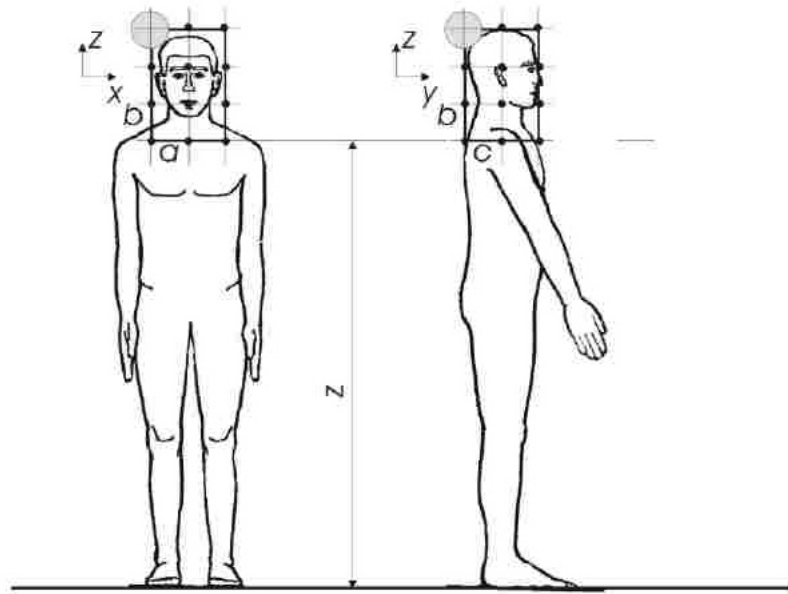


그림 5-2 머리 측정 그리드

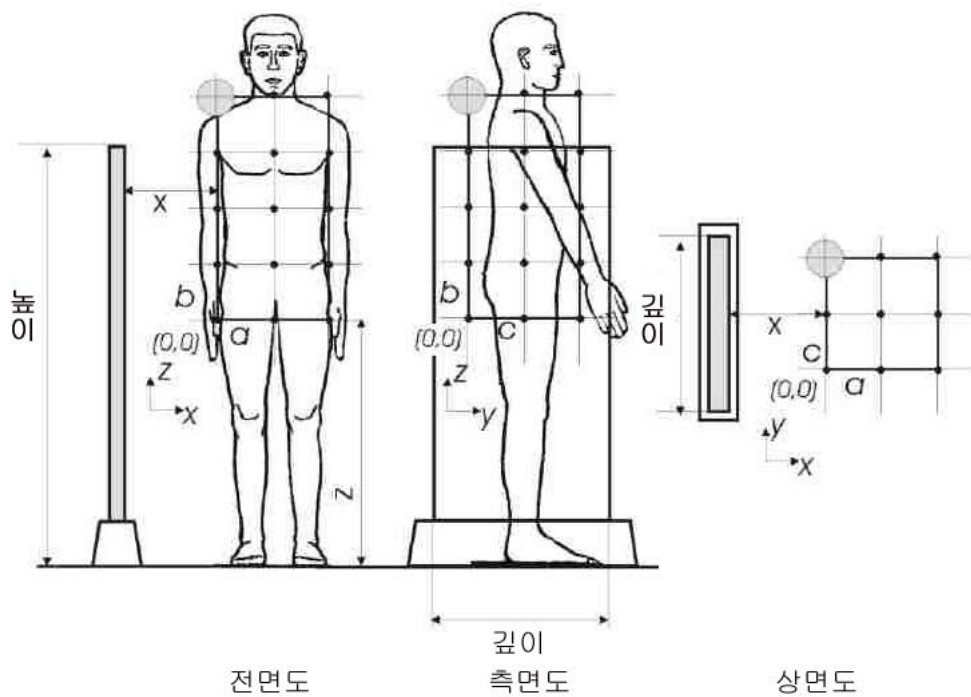


그림 5-3 바닥 수직 설치형 단일 안테나

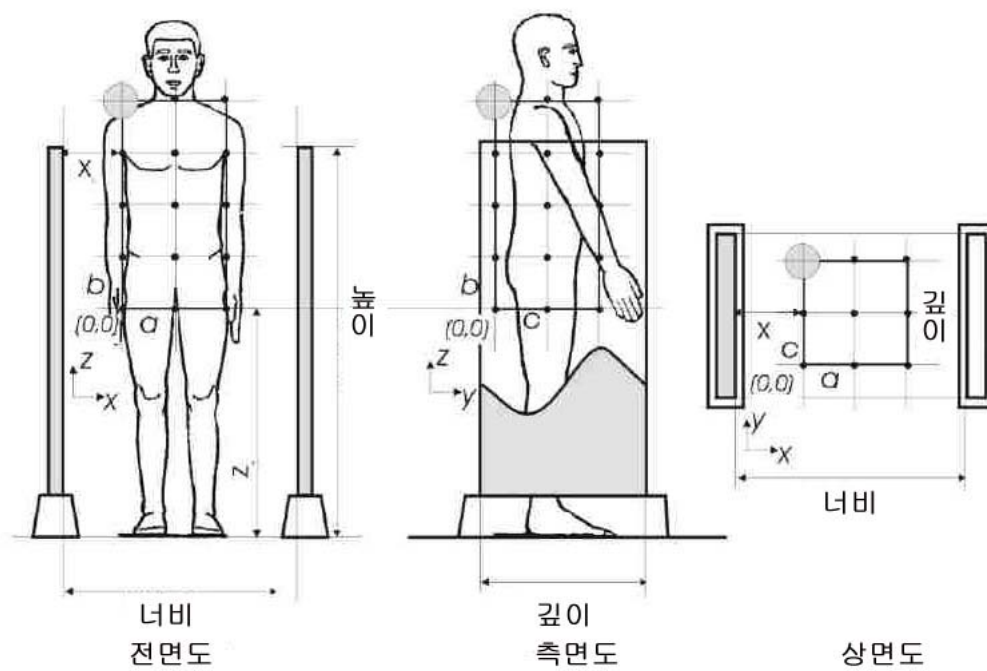


그림 5-4. 바닥 수직 설치형 이중 안테나

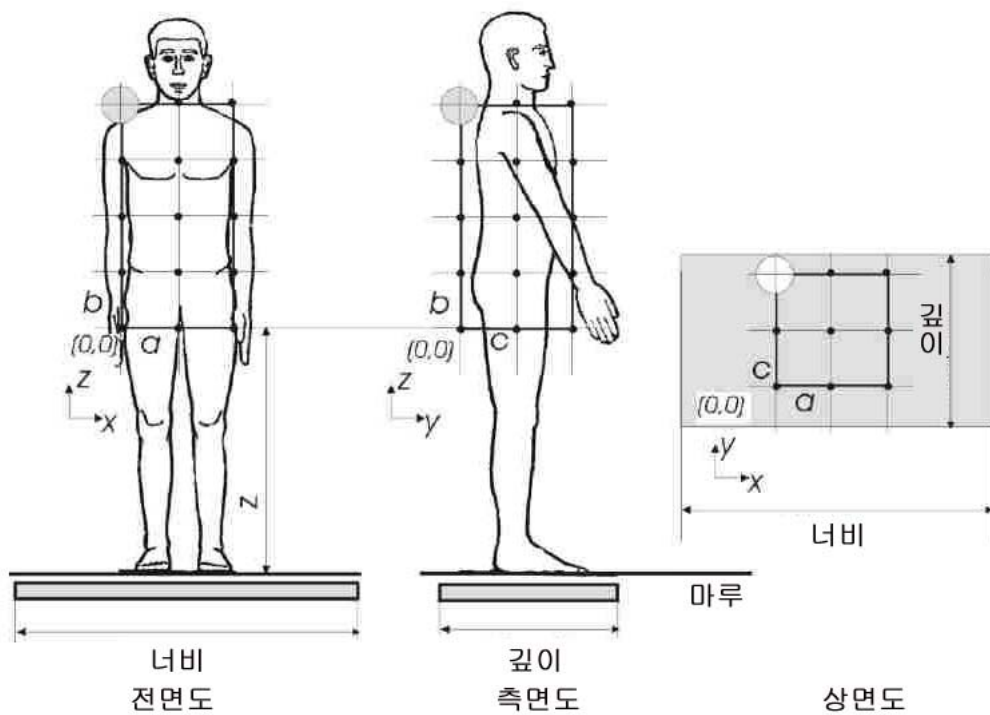


그림 5-5 바닥 수평 설치형 단일 안테나

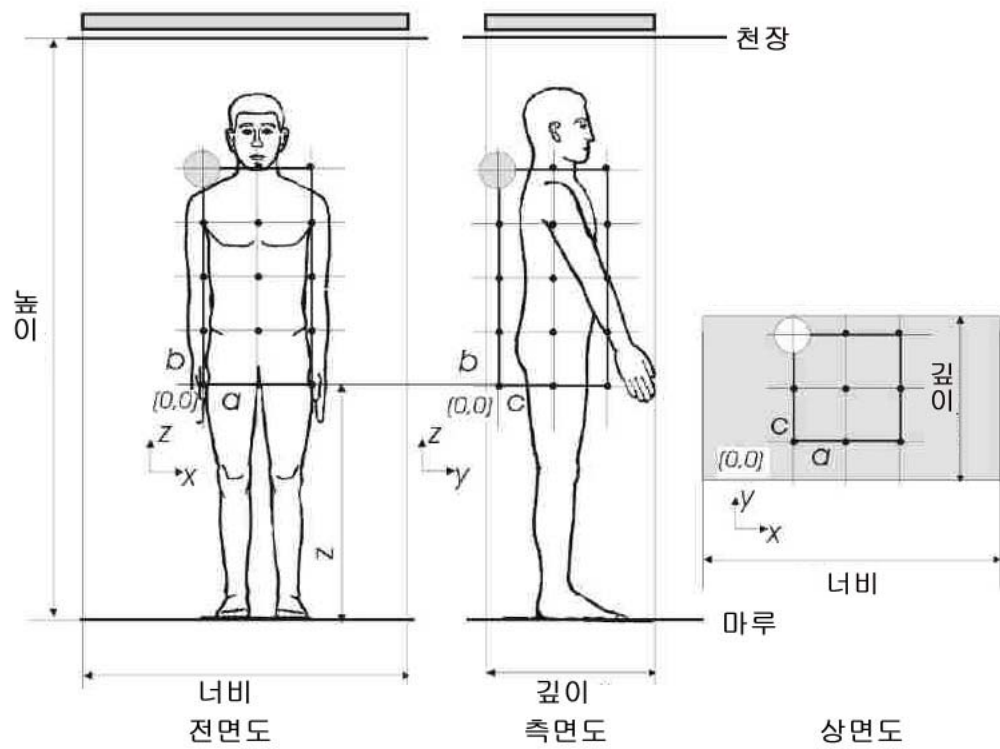


그림 5-6 천장 설치형 단일 안테나

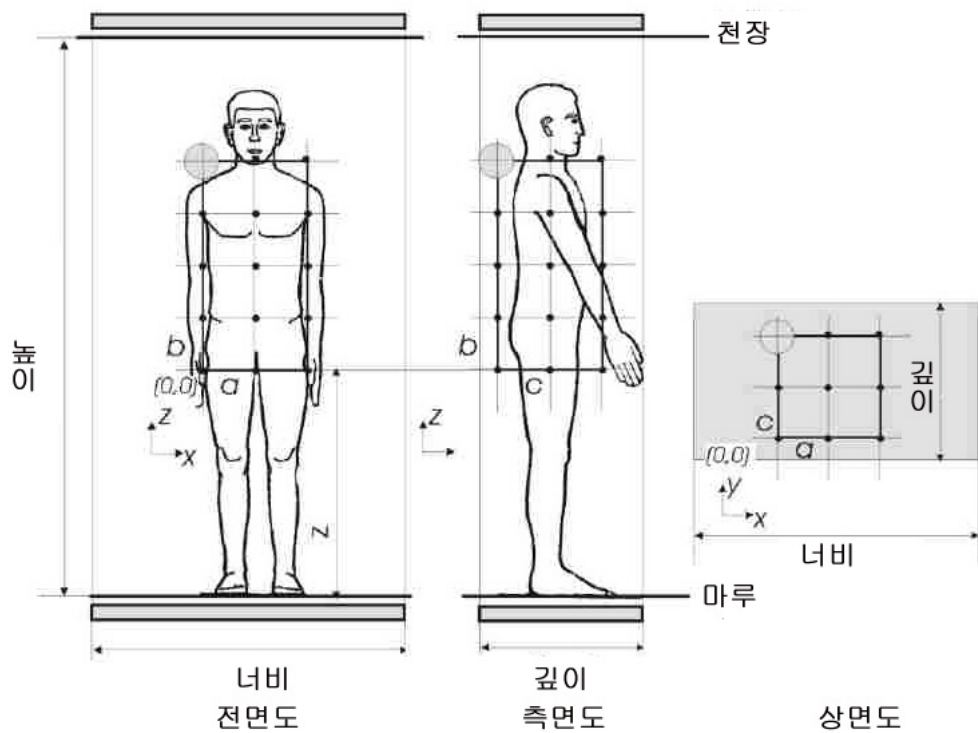


그림 5-7 바닥-천장 복합 설치형 안테나

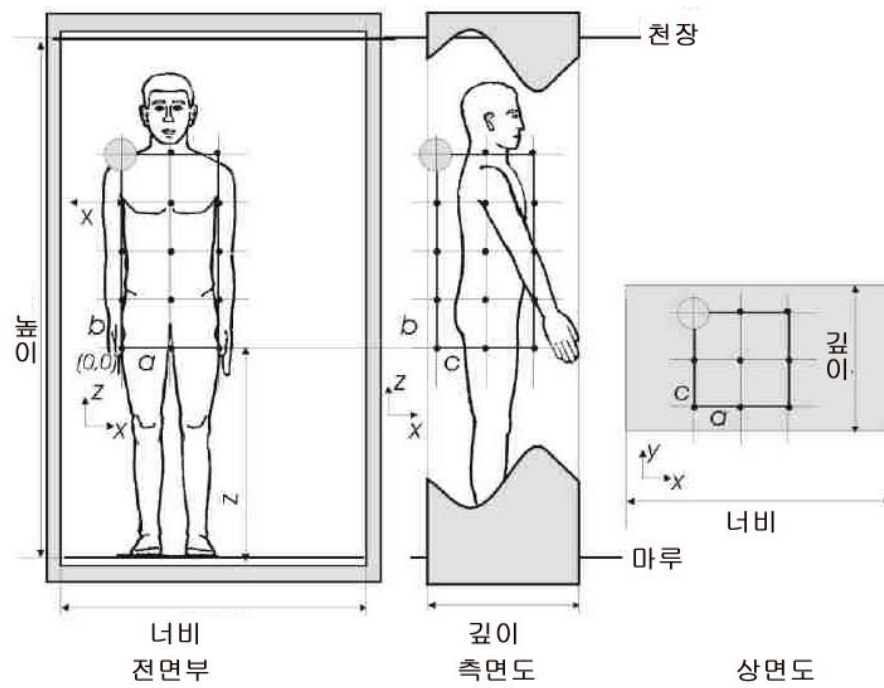


그림 5-8 “터널형(walk-through)” 루프 안테나

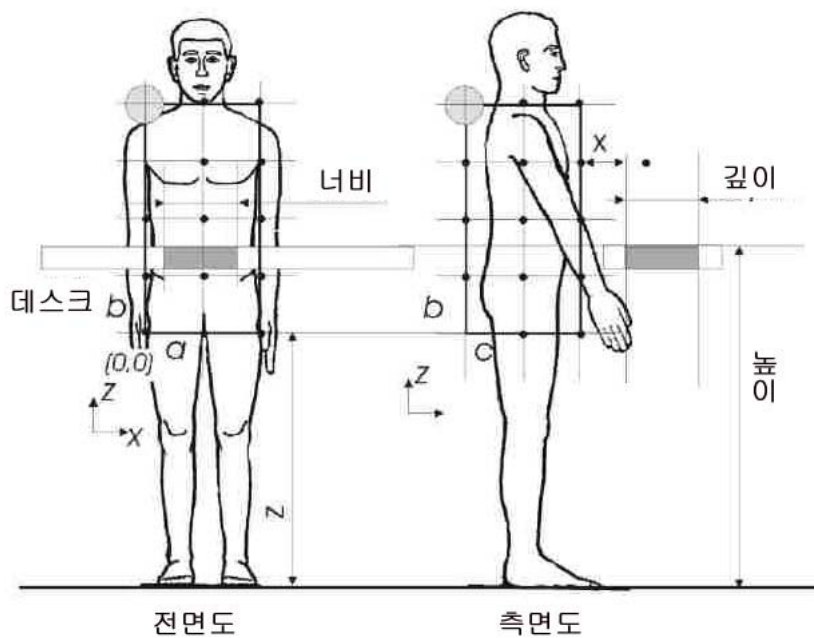


그림 5-9 계산대 또는 책상 부착형 안테나

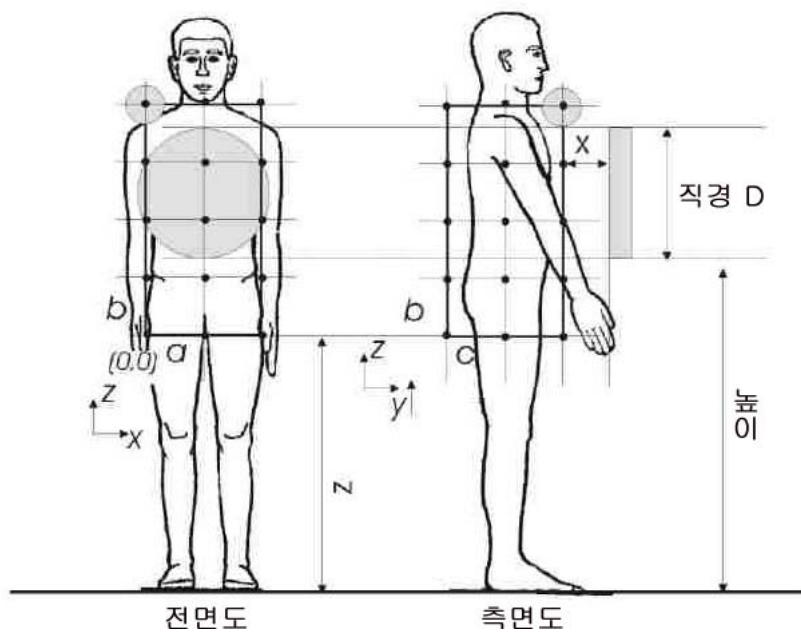


그림 5-10 수직, 벽 또는 프레임 부착형 안테나

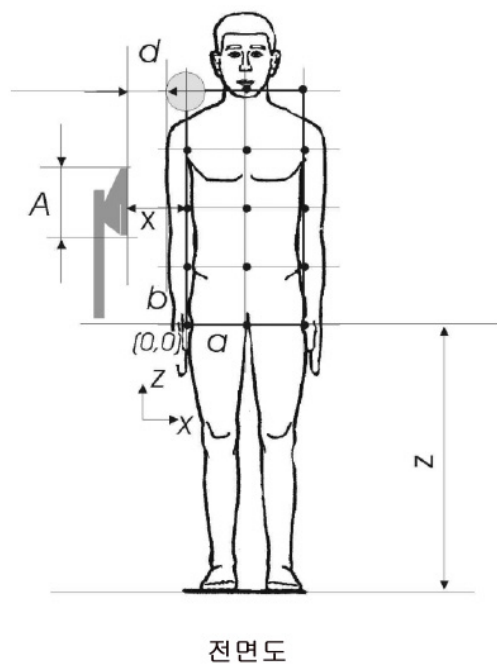


그림 5-11 휴대용 안테나

## 나. 전자파흡수율(SAR) 측정

모의인체에서의 SAR을 직접 측정하는 주요 방법으로는 세 가지가 있다.

- 국부 SAR 평가를 위한 내부 전기장 세기 측정
- 국부 SAR 평가를 위한 내부 온도 측정
- 전신 평균 SAR 평가를 위한 열량(calorimetric) 측정

내부 전기장 세기 측정과 온도 측정은 IEC 62209, part1과 part2의 SAR 평가를 위한 이론과 방법에 관한 내용을 참고한다.

## 다. 기본 한계와의 비교를 위한 수치해석적 평가

### (1) 균질 모델을 이용한 평가

적절한 인체 모델은 원판, 직육면체, 회전 타원체 또는 단순화된 균질 인체 형상 등이 있다.

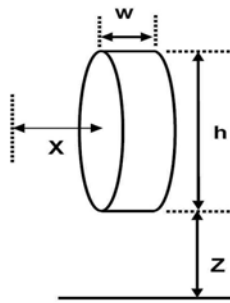


그림 5-12 원판 모델

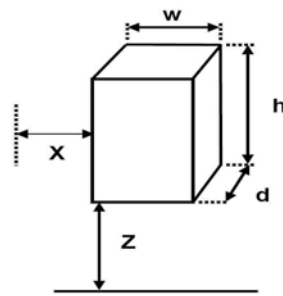


그림 5-13 직육면체 모델

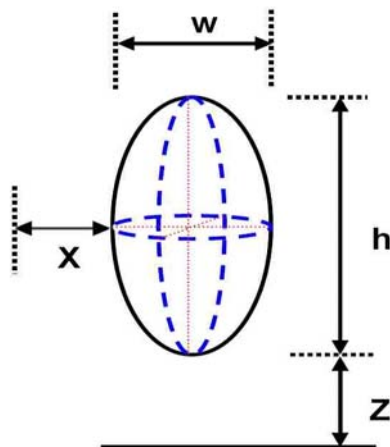


그림 5-14 회전 타원체 모델

표 5-2 단순화된 신체 형상에 대한 치수 및 거리

	전신/몸통			머리		
	h	w	d	h	w	d
원판	60	4	-	30	4	-
직육면체	60	30	30	30	20	20
회전 타원체	60	30	-	30	20	-
X와 Z의 거리는 표 5-1에 나타난 수치에 해당한다.						

모델링 결과는 국부 또는 전신 평가를 위해 적절한 평균 크기에 대해 정의된 유도 전류 밀도, 인체 내부 전기장 또는 SAR로 나타낼 수 있다.

## (2) 100 kHz ~ 50 MHz 대역에서 유도 근거리장에 노출되는 특수한 경우

100 kHz 이하의 주파수에서는 유도 전류 밀도 또는 인체 내부 자기장이 인체노출량을 나타내는 물리량이다. 100 kHz 이상의 주파수에서는 인체노출량을 SAR로 나타내며 자기장은 평면파처럼 인체와 상호작용하는 것으로 간주된다. 100 kHz 이상의 주파수 대역에서 전자파원의 유도 근거리장(inductive near field) 내에서 비균일 노출이 발생하는 경우 전기장 성분이 훨씬 작으므로 이러한 접근방법은 SAR을 과대평가할 수 있다.

유도 근거리장 노출 조건에서는 자기장과 인체의 상호 작용을 바탕으로 하는 노출량 모델을 이용하여 기본 한계의 준수여부를 평가하는 것이 더 적절하다. 100 kHz이하에서 적용되는 노출량 모델은 50 MHz까지 확장할 수 있다. 50 MHz에서는 근거리장이 1 m까지 연장되며 이 거리 내에서는 자기장이 우세한 성분이 된다.

SAR은 여전히 노출량으로 이용될 수도 있으므로 유도 전류 밀도뿐만 아니라 SAR의 기본 한계에 대한 적합성을 시험할 수 있다.

## (3) 50 MHz 이상 주파수

원거리장에서 기준 레벨을 초과하는 경우 수치해석적 기법을 적용하여 국부 SAR을 계산할 수 있다. 근거리장에서 기준 레벨을 초과하는 경우 기본 한계 준수 여부를 직접 측정하여 평가해야 한다.

#### (4) 국부 SAR(100 kHz ~ 10 GHz)

어떤 노출 요구사항은 국부 SAR의 최대값을 명시한다. 예를 들면 많은 노출 요구사항은 직육면체 또는 형태가 정의되지 않은 조직 10 g 또는 1 g에 대한 국부 SAR을 정의한다. 국부 조직 부피내의 유효전력은 계산에 의해서 얻을 수 있으며 이 때, 전송되는 모든 전력이 조직의 평균하는 질량에 전달된다고 가정하는 것이 가장 간단한 형태이다.

$$P_{\text{Max}} = \text{SAR}_{\text{Max}} \times M_{\text{Tissue}}$$

여기서,

$\text{SAR}_{\text{Max}}$  : 국부 노출에 대한 기본 제한 또는 한계

$M_{\text{Tissue}}$  : 평균 계산에 적용되는 피부의 질량

$P_{\text{Max}}$  : 형태와 무관하게 조직의 질량에 모든 전력이 흡수된다고 가정할 때 안테나에 전달되는 최대 전력

#### 라. 비균질 모델을 이용한 평가

##### (1) 해부학적 인체 모델

- 신장 (정수리부터 발바닥까지) :  $1.76 \text{ m} \pm 8\%$
- 대표적인 체형
- 인체의 대표적인 비균질 조직
- 조직의 실제 유전 특성
- 10 mm 이상의 데이터 분해능

##### (2) 계산/모델링 방법

준정적(Quasi-static) 방법(인체 모델에 대해 입사 전자기장의 위상이 일정하다고 가정)은 파장에 비해 신체 치수가 작은 저주파수(약 30 MHz 까지)에 적합하다. 고주파수에서는 맥스웰 방정식의 해를 기반으로 하는 기법(예를 들어, FDTD 기법)이 더 적합하다.

##### (3) 피시험기기에 대한 신체 위치

인체모델들은 차이가 있으므로 피시험기기에 대한 신체의 위치를 정확하게 일치시키지



못할 수도 있으나  $\pm 10\%$  이내에서 표 5-1에 주어진 치수를 준수해야 한다. 그 외의 위치를 적용할 수도 있으나 장치의 실제 사용 상황을 반영해야 하며 평가 보고서에 명시해야 한다.

#### (4) 평가 보고서

평가 보고서는 최소한 다음 정보를 포함하거나 첨부해야 한다.

- 피시험기기의 상호 또는 제품 정보
- 제출 기관 또는 제출자의 연락처
- 평가 전문가 및/또는 기관의 연락처
- 적용된 모델링/계산 방법 설명(필요한 경우 참조 문서 포함)
- 적용된 인체 모델 및 조직 파라미터 요약
- 피시험기기와 관련하여 인체 모델 위치 또는 특정 조직의 위치에 관한 요약
- 피시험기기의 형상과 방출(emission)을 나타내는 모델 설명
- 결과 요약 및 설명

#### 마. 사지 및 접촉 전류 측정

사지와 접촉 전류는 전류 변환기(current transformer)의 클램프를 팔 또는 다리에 장착하여 측정할 수 있다. 다리로 흐르는 전류는 클램프 형 전류 변환기 대신 스탠드형 전류계를 이용하여 측정할 수 있다.

## 2. 다중 주파수 또는 복합 파형을 가진 소스로부터 노출

이 표준이 적용되는 장치의 동작 특성은 30 dB 이상 억압된 다른 주파수들이 포함된 한 개 이상의 불연속적인 주파수에서 동작한다. 이러한 경우 모든 주파수를 평가할 필요 없이 명시된 동작 주파수에서 노출 평가를 실시할 수 있다. 그렇지 않은 경우에는 모든 주파수에서 노출 평가를 실시해야 한다.

다중 주파수에서 동작하는 장치는 모든 주파수를 동시에 이용하지 않을 수도 있다. 동시에 동작하지 않는 영향은 더해지지 않으므로 동시에 이용되지 않는 각 주파수에 대해 별도로 평가를 실시할 수 있다. 시간에 대해 평균하는 경우 평균하는 주기 동안에 전송된 모든 주파수를 고려해야 한다.

여러 주파수의 전자기장에 동시에 노출되는 경우에는 이러한 노출의 영향이 더해질 가능

성을 고려해야 한다.

저주파수에서의 생물학적 영향과 건강 영향은 고주파수에서의 영향과 다르게 나타난다. 낮은 주파수에서 생물학적 영향은 전기 자극에 기인하며 높은 주파수에서는 열 효과를 바탕으로 하므로 신체에 대한 열 영향과 전기 자극 영향에 대해 평가를 별도로 실시해야 한다. 여러 가지 노출 요구사항은 다중 전자기장의 합산을 위해 약간 다른 계산 방법을 규정한다. 기술된 방법은 적합성 여부를 평가할 때 적용해야 한다.

### 3. 다중 소스로부터의 노출

#### 가. 전기자극 영향(저주파수)

노출을 기본 한계의 비율로 평가하는  $n$ 개의 소스와 기준 레벨의 비율로 평가하는  $(m-n)$ 개의 소스에 대한 합은 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\sum_{n=1}^N EXP_{BR,n} + \sum_{m=N+1}^M EXP_{RV,m}$$

여기서,

$EXP_{BR,n}$  : 기본 한계에 대해 평가된 소스  $n$ 의 전체 노출

$EXP_{RV,m}$  : 기준 레벨에 대해 평가된 소스  $m$ 의 전체 노출

노출의 비율은 평가되는 소스 거리에서 알려진 또는 계산된 노출을 이용하여 각 소스에 대해 계산해야 한다. 더 가까운 거리(더 보수적)에 관한 자료만 주어지는 경우 이러한 값을 적용할 수도 있다.

필요한 경우 배경 잡음도 기준 레벨의 비율로 추가할 수 있다. 이 표준이 적용되는 대부분의 경우 배경 잡음의 레벨은 소스에 비해 낮다.

#### 나. 열영향(고주파수)

노출을 기본 한계의 비율로 평가하는  $n$ 개의 소스와 기준 레벨의 비율로 평가하는  $(m-n)$ 개의 소스에 대한 합은 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\sum_{n=1}^N EXP_{BR,n} + \sqrt{\sum_{m=N+1}^M (EXP_{RV,m})^2}$$

여기서,

$EXP_{BR,n}$  : 기본 한계에 대해 평가된 소스 n의 전체 노출

$EXP_{RV,m}$  : 기준 레벨에 대해 평가된 소스 m의 전체 노출

노출의 비율은 평가되는 소스 거리에서 알려진 또는 계산된 노출을 이용하여 각 소스에 대해 계산해야 한다. 더 가까운 거리(더 보수적)에 관한 자료만 주어지는 경우 이러한 값을 적용할 수도 있다.

필요한 경우 배경 잡음도 기준 레벨의 비율로 추가할 수 있다.

## 제 6 장 전자파 인체영향 플래시 공모전

새로운 무선통신기기(휴대전화, PDA, RFID 등) 및 서비스의 보급이 증가하는 등 다양한 전파이용환경의 변화로 인하여 전자파에 대한 인체위해 여부와 관련하여 국민들의 관심과 우려가 급증하고 있다. 전파연구소에서는 그 동안 국민들의 막연한 불안감을 해소하고 전자파에 대한 올바른 이해를 위해 2006년에 전자파 인체영향 Q&A 자료집 발간 및 교육용 CD를 제작하여 배포 하는 등 전자파에 대한 국민들의 잘못된 인식을 바로잡기 위한 많은 노력을 기울여 왔다. 이와 연계하여 2007년도에는 기 발간한 Q&A 자료집을 활용하여 전자파에 대한 국민들의 자발적이고 객관적인 이해 노력을 유도하기 위해 일반인 누구나 흥미를 느낄 수 있는 「전자파 인체영향 플래시<sup>20)</sup> 공모전」을 개최하였다.

이번 공모전은 정보통신부장관상을 신설하고 포털 사이트에서 홍보, 포스터 제작 및 배포, 관련 잡지에 광고 등 홍보활동을 추진하여 다양한 계층에서 많은 관심을 가지고 응모할 수 있도록 하였다.

### 제 1 절 플래시 공모전의 개요

전자파 인체영향에 관한 정책이나 연구 활동은 전문적인 영역으로 일반인이 쉽게 이해하기 어려워 홍보에 적지 않은 어려움이 많은 점을 감안하여 초등학생을 포함한 일반 국민들 모두가 쉽게 이해할 수 있는 플래시 공모전이 되도록 하는 데 행사의 주안점을 두었다.

또한 대부분의 연구 성과나 정책이 언론이나 방송 등의 매체를 통해 홍보되는 것이 일반적이나 이번 공모전은 일반인들이 접근 가능한 다양한 홍보 매체를 통하여 홍보함으로써 공모전에 대한 국민들의 관심과 참여를 적극 유도하였다.

전자파 인체영향에 대한 공모전 개최 의미를 부각시키기 위해 정보통신부장관상을 신설하여 공모전의 훈격을 높임과 동시에 전파분야 유관기관과의 협력을 위하여 한국전파진흥원장상, 전파진흥협회장상 등을 만들어 종합적인 공모전으로 발전시켰다.

아울러 공모전의 성과가 일회성에 그치지 않도록 선정된 수상작품은 수정 보완 작업 등을 거쳐 전파연구소를 비롯한 유관기관의 홈페이지에 등록하고 홍보용 CD로 제작하여

---

20) 플래시(flash animation) : 홈페이지에 동영상, 애니메이션, 사운드 등의 멀티미디어적인 요소를 첨가하여 동적인 홈페이지를 구현하는 매크로미디어사의 애니메이션 제작툴임.

지자체나 정보통신 분야의 각종 전시회 등의 행사시 일반인에게 배포하는 등 다양한 홍보 방안을 강구하여 전자파 인체영향에 대한 홍보가 지속적으로 이루어 질 수 있도록 하였다.

## 제 2 절 플래시 공모전 개최 계획 수립

공모전의 성격에 맞는 공모주제 선정과 참여방법, 공모전 기간, 접수방법, 응모자격, 응모작의 심사 및 심사기준, 시상계획과 홍보방안 등을 포함한 기본계획을 수립하여 추진하였다.

공모전 개최 계획을 수립하기 위하여 타 기관의 사례를 철저히 조사하여 기본계획 수립에 반영하였으며, 2006년도에 발간한 전자파 인체영향 Q&A 자료집 「생활속의 전자파! 얼마나 알고 계십니까?」를 인터넷으로 제공하고, 이를 소재로 하여 플래시 공모를 하도록 함으로써 응모에 관심이 있는 자가 자연스럽게 자료집을 읽고 전자파에 대해 올바르게 이해할 수 있는 계기로 활용하였을 뿐만 아니라 일반인들이 전자파에 대해 갖고 있는 궁금증과 오해를 해소할 수 있는 플래시 제작이 가능토록 하여 일석이조의 효과를 거두었다.

## 제 3 절 플래시 공모전 홍보

유관기관 사례조사 결과, 홍보에 대한 중요성이 강조되어 다양한 홍보매체를 통하여 2개월(2007. 3. 26 ~ 5. 22) 동안 홍보활동을 추진하였다.

전 국민이 애용하는 네이버, 엠파스, 잡코리아, 인크루트 등의 포털사이트에 홍보를 진행하려고 하였으나 예산보다 많은 비용이 소요되어 공모전 관련 전문 사이트인 썬곳, 정글 등의 온라인 홍보를 비롯하여 공모전 가이드북 책자 등의 오프라인 홍보, 고등학교, 대학교 등 디자인 관련학과 게시판에 포스터 부착 및 유관기관 홈페이지에 등록 등 다양한 홍보매체를 통하여 적은 비용으로도 홍보를 극대화하였다.

홍보 방법은 썬곳, 정글 등 포털사이트의 공모전 배너광고를 통한 온라인 홍보와 월간 공모전 가이드북 책자 양면에 공모요강을 게재하였으며, 고등학교(27개), 대학교(148개), 컴퓨터학원(50개) 등 디자인 관련학과 게시판에 포스터를 부착하였다. 그리고 공모전 관련 사이트, 카페, 블로그 등 30개 사이트에 공모요강 등록, 언론 사이트(연합뉴스, 뉴스와이어 등)에 홍보 기사 등록, 142개 대학 관련학과 홈페이지 게시판에 공모요강 등록, 110개 대학교

학보사에 공모요강 이메일 공지, 공모전 사이트 회원에게 공모요강 이메일 공지 등 기타 미디어 홍보를 하였다. 또한, 전파연구소, 정보통신부, 전자과학회, 한국멀티미디어학회 등 유관기관 홈페이지에 공모요강을 등록하였다. 표 6-1은 플래시 공모전 홍보방법을 나타낸다.

또한, 전파연구소에서 주최하는 공모전에 한국전파진흥원, 한국전파진흥협회 등의 후원기관들의 지원과 정보통신부장관상의 신설로 공모전에 대한 국민들의 많은 관심을 유도하는 좋은 사례가 되었다.

표 6-1 플래시 공모전 홍보방법

구분	홍 보 내 용				
온라인 홍보			<p>월간 가이드 북 홍보 및 포스터 홍보</p>		
유관기관 홈페이지 등록 및 기타 미디어 홍보					

## 제 4 절 응모작 접수 및 심사

본 공모전에는 고등학생 56편, 대학생 49편, 일반인 24편 등 다양한 계층에서 129편의 많은 작품들이 접수되었다.

제출된 작품에 대한 심사는 공정성 확보와 우수작의 선정을 위해 전자과 인체영향 분야의 공학, 의학 전문가와 디자인(플래시) 부문의 전문가 등으로 구성된 심사위원회(8명)를 구성 운영하였으며, 공모전 심사기준을 마련하여 심사의 객관성과 공정성 확보에도 노력하였다. 이와 같은 노력으로 작품의 완성도뿐만 아니라 이번 공모전의 취지인 전자과 인체영향에 대한 국민들의 올바른 이해를 제고할 수 있는 우수한 작품을 선정할 수 있었다. 심사기준은 공모주제에 대한 이해 및 메시지 전달도에 주안점을 두되 작품의 기획과 구성도, 작품의 완성도 등을 평가요소로 하였다. 표 6-2는 플래시 공모전 심사 평가항목이다.

심사는 3차에 걸쳐 실시하여 최종 수상작 7편을 선정하였다. 예비심사에서는 수상작의 6배수인 42편을 선정하였고, 1차 심사에서는 수상작의 3배수인 21편을 선정하였다. 그리고 마지막 심사를 거쳐 최종 수상작 7편을 선정하였다.

표 6-2 플래시 공모전 심사 평가항목

평가항목	부문별 평가내용
내용의 이해도	공모주제에 대한 이해 및 메시지 전달도
작품성	작품체계의 예술적 완성도, 표현의 체계성 및 일관성
참신한 아이디어	시나리오 구성의 독창성과 재미있는 소재
디자인	시청각 요소로서 조화로운 배치, 화면 및 캐릭터 구성, 화면전개 방식의 적절성
활용도	공익광고 및 홍보물로 사용하기 위한 적합성

## 제 5 절 시상식 개최

최종 수상작은 대상 1편, 최우수상 1편, 우수상 2편, 장려상 3편 등 7편이 선정되었다. 대상(1편)은 정보통신부장관상과 300만원의 상금을, 최우수상(1편)은 전파연구소장상과 100만원의 상금을, 우수상(2편)은 한국전파진흥원장상과 50만원의 상금을, 장려상(3편)은 한국전파

진흥협회장상과 30만원의 상금을 수여하였다.

시상식은 전파연구소 전 직원이 참여한 가운데 개최하였으며, 수상자에 대한 시상 후 수상작품(대상과 최우수작) 시연회를 가짐으로써 전자파 인체영향에 대한 직원들의 관심 제고를 유도하였다.

그림 6-1은 플래시 공모전 시상식 때 수상자들과 함께한 사진이다.



그림 6-1 플래시 공모전 시상식 사진

## 제 6 절 플래시 공모전의 성과

이번 공모전은 일반 국민들이 전자파 인체영향에 대해 쉽게 이해하고 공감할 수 있도록 하여 전자파에 대한 오해와 우려 해소에 큰 기여를 하였다. 이번 공모전에 참가한 응모자들은 작품 제출을 위하여 전파연구소에서 제시한 Q&A 자료를 숙지하여 전자파에 대한 올바른 이해를 할 수 있었다. 또한, 7편의 최종 수상작들은 일반인의 입장에서 만들어졌으므로 다른 모든 일반인이 쉽게 이해할 수 있어 그 효과는 더 크다고 할 수 있다.



## 제 7 절 플래시 공모전 수상작 소개

### 1. 전자파 인체영향 플래시 공모전 대상 작품

- 수 상 자 : 정보라, 김은형
- 제 목 : 생활속의 전자파
- 작품소개 : 휴대폰, TV, 컴퓨터, 전자렌지 등 생활속의 전자파에 심한 두려움을 가지고 있던 '주인공'은 전파돌이의 도움을 받아 전자파가 생각보다 위험을 끼치지 않는 것을 알게 된다. 그리고 올바른 가전제품의 사용법을 알게 됨으로써 더 이상 불안에 떨지 않게 된다는 이야기로 표현하였다.



## 2. 전자파 인체영향 플래시 공모전 최우수상 작품

- 수 상 자 : 박재민
- 제 목 : 생활속의 전자파 얼마나 알고 계십니까?
- 작품소개 : 신문과 뉴스를 통해서 전자파가 인체에 해롭다는 기사를 본 아버지가 집안을 둘러보니 전자파가 나온다는 가전제품들을 가족들이 사용하고 있다. 가족을 걱정하는 아버지의 모습을 보고 전파요정이 나타나 전자파에 대한 잘못된 상식에 대하여 알려주고, 올바른 정보를 전달해 준다. 그리고 일상생활에서 일어나는 일들을 통해서 더욱 쉽고 친근하게 다가갈 수 있도록 표현되었다.



### 3. 전자파 인체영향 플래시 공모전 우수상 첫번째 작품

- 수 상 자 : 노태완, 권진희
- 제 목 : 생활속의 전자파 얼마나 알고 계십니까?
- 작품소개 : 전자파에 대한 올바른 인식을 심플하면서도 모던한 영상으로, 쉽고 재미있으면서도 지루하지 않게 전달하도록 했다. 기존의 홍보 영상들이 도우미 캐릭터를 등장시켜 사람들이 예측할 수 있는 상황에서 정보를 전달하는 방식에서 탈피, 모던한 이미지의 자연스러운 흐름 속에서 필요한 정보를 지루하지 않게 경험할 수 있는 방식으로 제작되었다.





#### 4. 전자파 인체영향 플래시 공모전 우수상 두번째 작품

- 수 상 자 : 김재환
- 제 목 : 생활속의 전자파
- 작품소개 : '라디'라는 캐릭터가 전자파의 소개와 전자파가 인체에 미치는 영향에 대하여 알려주고 전자파의 피해를 최소로 할 수 있는 방법을 알려준다. 이작품은 교육방송 형식의 애니메이션으로 어린이, 청소년, 일반인들까지 전자파의 개념을 이해할 수 있도록 제작하였다.



## 5. 전자파 인체영향 플래시 공모전 장려상 첫번째 작품

- 수 상 자 : 한형구, 김형구
- 제 목 : 생활속의 전자파
- 작품소개 : 일반 병원에서 이루어지는 아버지와 아들의 대화로 이야기를 구성하였으며, 전자파에 대해 잘못된 상식을 가지고 있는 아들에게 전자파도우미가 일상생활에서 발생하는 전자파가 우리몸에 해롭지 않다는 것을 알려준다.



## 6. 전자파 인체영향 플래시 공모전 장려상 두번째 작품

- 수 상 자 : 고영진, 김지훈, 권남희, 성미선, 신민정, 최우석, 이경진
- 제 목 : 전자파 소녀 이야기
- 작품소개 : 이 작품은 파동마을을 배경으로 벌어지는 소년과 소녀, 마을사람들의 이야기를 다루었다. 본 작품의 최대 장점은 재미와 흥미이다. 아기자기한 배경과 캐릭터는 한편의 동화 같은 느낌을 준다. 공모전의 취지에서 벗어나지 않게 하면서 최대한 재미있고 흥미를 끌게 할 수 있도록 노력하였으며, 독창성을 위해 파동마을이라는 컨셉을 잡아 타 작품과의 차별화에 중점을 두었다.





## 7. 전자파 인체영향 플래시 공모전 장려상 세번째 작품

- 수 상 자 : 이승희
- 제 목 : 전자파 특파원
- 작품소개 : 이 작품은 전자파 특파원인 썬과 홀리가 전 박사로부터 의뢰를 받아 마을 주민들의 전자파에 관한 부정적인 질문들에 대하여 답변을 해주고 실생활에 도움되는 팁을 알려주는 형식으로 구성되어 있다.



## 제 8 절 플래시 공모전 수상작의 활용

### 1. 플래시 공모전 수상작의 홈페이지 게재

수상작에 대해서는 선명한 삽화 구현을 위하여 비트맵 이미지를 벡터 이미지로 변환하고, 다시보기 및 Play 컨트롤 버튼을 삽입하는 등 수상작의 창의성을 훼손하지 않는 범위 내에서 수정 보완하여 전파연구소 홈페이지에 게재하였다.

플래시 공모전 수상작이 게재된 전파연구소 홈페이지의 「사이버홍보관」에는 이외에도 Q&A 자료집, 동영상, 교육용 플래시 등 전자파 관련 콘텐츠가 게재되어 있다. 그리고 정보통신부, 한국전파진흥원, 한국전파진흥협회, 한국전자과학회 등 유관기관의 홈페이지에 홍보용 배너를 게재하였으며, 이 배너를 클릭시 전파연구소 홈페이지의 「사이버 홍보관」으로 링크되도록 하였다.

그림 6-24는 「사이버 홍보관」 배너, 전파연구소 홈페이지에 게재된 수상작 등을 보여주고 있다.



그림 6-2 전파연구소 홈페이지의 「사이버홍보관」 배너



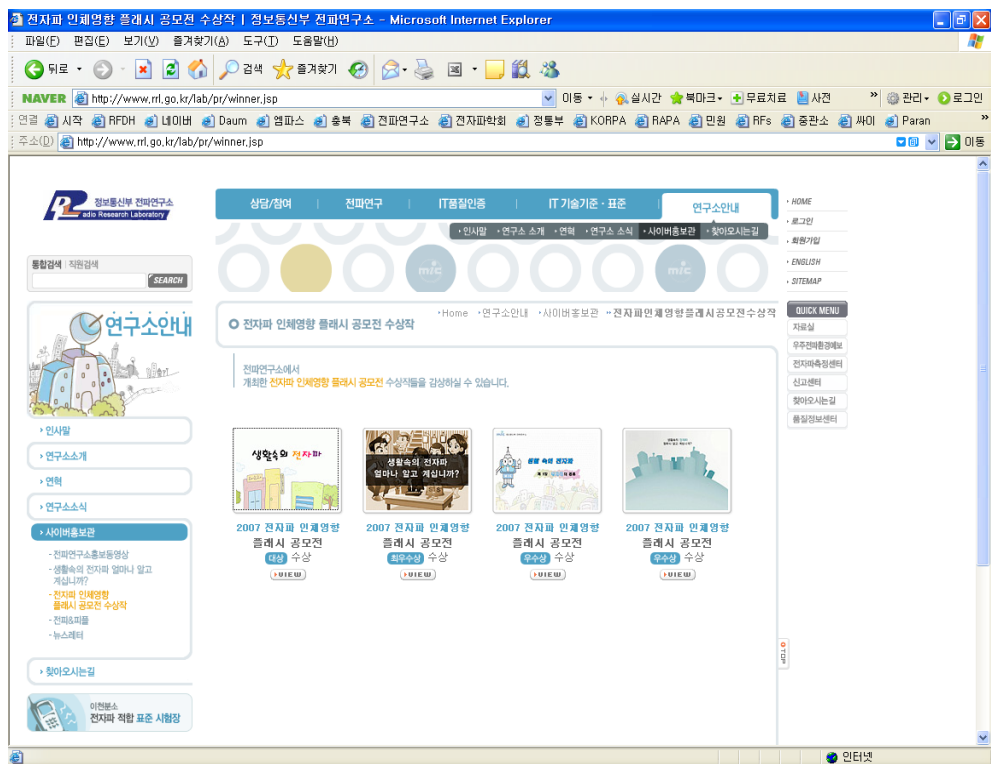


그림 6-3 홈페이지에 게재된 플래시 공모전 수상작 목록

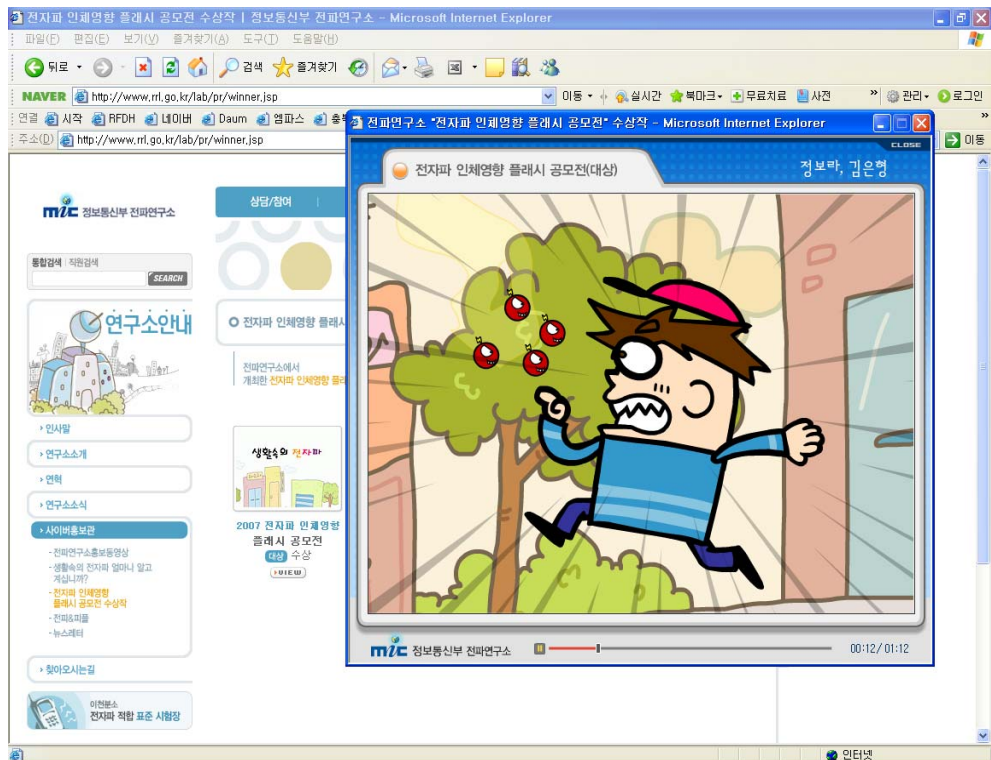


그림 6-4 플래시 공모전 수상작 실행 모습

## 2. 전자파 홍보용 CD 제작

전자파에 대한 내용 이해를 돕기 위하여 플래시 수상작뿐만 아니라 Q&A 자료집, 홍보용 동영상, 교육용 플래시 등 기존의 홍보용 자료들을 추가로 활용하여 전자파 홍보용 CD를 제작하였다.

홍보용 CD의 구성은 그림 6-5와 같이 제1장 「쉽게 이해하는 전파」, 제2장 「우리 곁의 전자파」, 제3장 「생활속의 전자파」, 제4장 「공모전 수상작」 순으로 이루어져 있다. 제1장의 「쉽게 이해하는 전파」는 일반인 누구나 전자파의 개념 및 원리를 쉽게 이해할 수 있도록 제작된 교육용 플래시이다(그림 6-6). 제2장의 「우리 곁의 전자파」는 전자파 인체영향 관련 전문가들의 인터뷰, 동물 및 세포실험 장면 등을 동영상으로 제작하여 전자파에 대한 일반인들의 이해를 돕기 위한 자료이다(그림 6-7). 제3장의 「생활속의 전자파」는 2006년에 발간한 전자파 인체영향 Q&A 자료집이다. 이 자료집은 올해 실시한 플래시 공모전 응모자들이 전자파에 대한 내용을 이해하는데 도움을 주는 참고자료로 사용되었다(그림 6-8). 그리고 제4장의 「공모전 수상작」은 올해 개최한 플래시 공모전 수상작 7편이다(그림 6-9).

제작된 CD는 전국의 지자체, 관련 회사, 학계, 일반인 등 각계각층에 배포하였으며, 향후 외부인의 견학 방문 및 각종 행사 시 참석자들에게 배포하여 전자파에 대한 불안감을 해소하기 위한 홍보자료로 활용할 것이다.

표 6-3 홍보용 CD에 들어간 자료의 내용

구 분	제작년도	내 용 및 목 차
우리 곁의 전자파	2004년	o 전자파 인체영향에 대한 국내 연구기관들의 연구 활동 및 동향을 홍보하는 동영상 - 전자파의 개념 및 원리(제1부) - 휴대폰 전자파의 인체영향(제2부) - 생활주변 전자파의 인체영향(제3부)
쉽게 이해하는 전파	2005년	o 전자파의 원리와 전파통신 및 관리에 대한 기술적인 개념을 설명하는 교육용 CD - 전파란 무엇인가?(제1편) - 전파통신의 이해와 활용(제2편) - 전파관리의 이해(제3편)
생활속의 전자파 (Q&A 자료집)	2006년	o 일반인들의 궁금증 해결을 위한 질의 응답식 자료집 - 전자파의 개념(제1장) - 전자파의 인체영향(제2장) - 생활주변의 전자파(제3장) - 전자파 관련 제도(제4장)
공모전 수상작	2007년	o 대상, 최우수상 등 최종 수상작 7편



그림 6-5 “홍보용 CD”의 초기화면



그림 6-6 “전자파의 이해”의 초기화면





그림 6-7 “홍보 동영상”의 초기화면

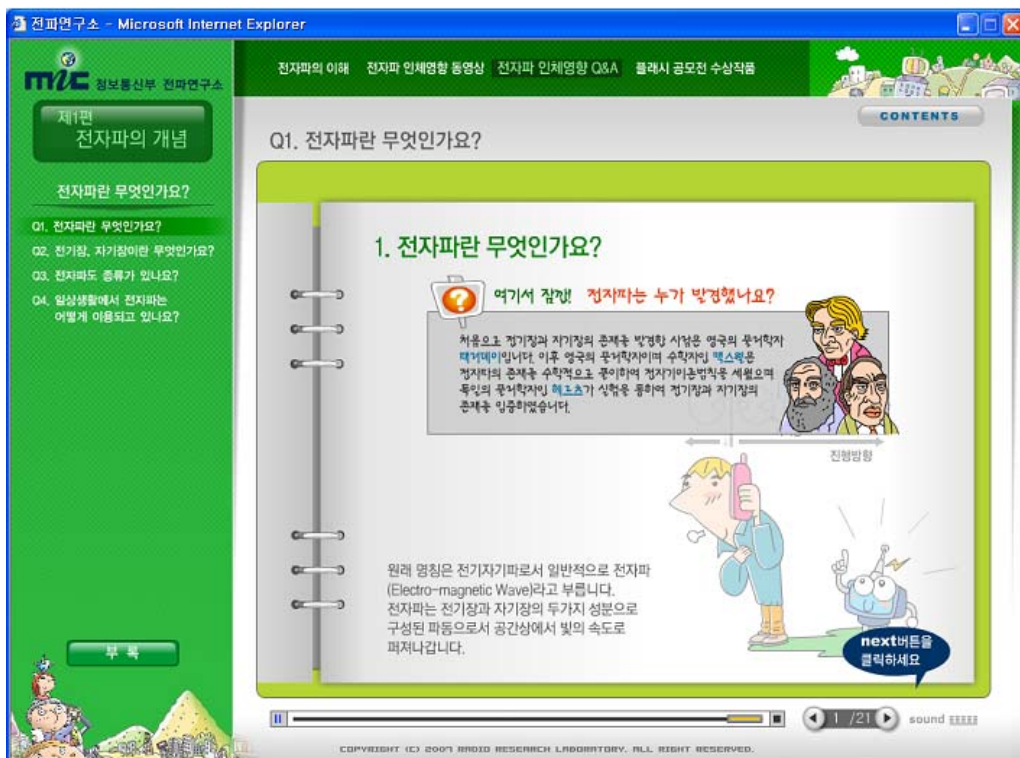


그림 6-8 “Q&A 자료집”의 초기화면

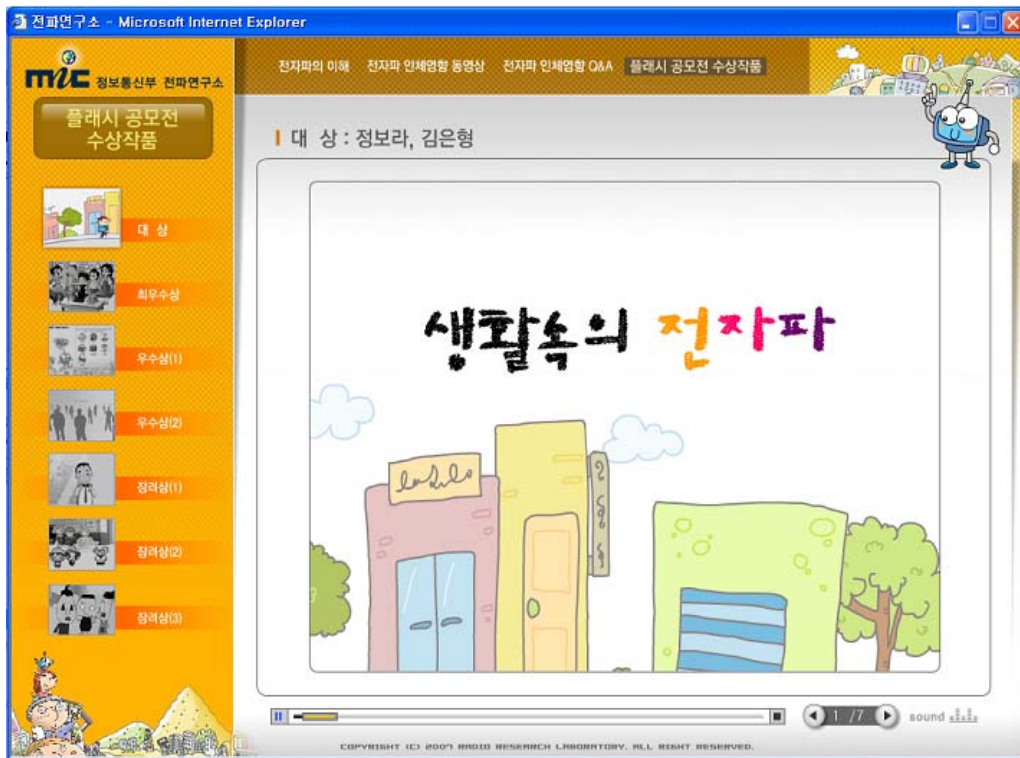


그림 6-9 “플래시 공모전 수상작”의 초기화면

## 제 7 장 결 론

전자파가 국민건강에 영향을 줄 수 있는 가능성을 사전에 예방하고 국민들이 막연하게 전자파를 걱정하지 않고 생활할 수 있는 환경을 조성하기 위해 정부차원의 다양한 노력을 기울이고 있다. 전자파를 발생시키는 기기나 무선국으로부터 인체 노출량을 평가하는 기술의 개발, 적합성 확인 제도의 도입 및 “Risk communication”라 불리는 대국민 홍보활동은 정부가 노력을 기울이고 있는 대표 분야이다.

무전기의 출력은 휴대전화보다 더 크지만 사용자가 필요할 때 임의로 전파를 발사하므로 이에 대한 전자파 인체노출량의 정확한 평가를 위한 평가방법과 이를 적합성 평가 대상에 포함할 지에 대한 논의가 계속되어 왔다. 본 연구에서는 IEC TC 106의 표준안과 이미 규제를 하고 있는 미국의 시험방법 등을 조사하여 「무전기의 전자파흡수율 측정기준(안)」을 마련하였다. 이를 이용하여 무전기의 전자파흡수율에 대한 측정을 수행한 결과, 인체에 밀착하여 출력을 계속 유지할 경우 전자파흡수율 기준을 초과할 가능성도 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 사용방법은 실제 사용상황에서는 발생할 수 없으므로 미국과 같이 실제 사용상황을 고려한 측정조건을 적용할지 여부에 대해서도 고려되어야 할 것으로 본다.

2006년 12월에 개정된 전파법에서는 출력이 일정 수준 이상이고 설치장소가 주거, 상업 지역 등에 설치된 무선국에 대해 전자파강도를 측정하여 인체보호기준을 만족시킬 것을 강제한 바 있다. 따라서 전파연구소에서는 산·학·연 관련 전문가들로 구성된 “EMF인체노출표준위원회”의 논의와 검증 시험을 거쳐 무선국 전자파강도 측정방법을 추가한 「전자파강도측정기준」을 개정·고시하였다. 개정된 「전자파강도측정기준」에서는 무선국의 전자파강도가 인체보호기준과 동일하게 되는 지점들을 나타내는 안전경계의 개념을 도입하였고, 안전경계 5배 이내에서 전자파강도가 최대 나타나는 지점을 측정지점으로 규정하였다. 또한, 전자파강도의 공간적 변화를 반영하기 위해 1.1, 1.5, 1.7 m 세 높이 중 최대 나타나는 값을 측정값으로 하고 이 값이 인체보호기준의 20% 이상인 경우 다른 무선국에 의한 전자파강도를 합산하는 총노출량 개념을 도입하였다. 개정안은 2007년 6월 27일 전파연구소 고시 제2007-49호로 관보에 수록되어 일선에서 활용되고 있다.

버스나 지하철에서 사용되는 교통 카드, 대형 쇼핑몰에서 사용되는 도난방지 인식표 등

RFID에 의한 전자파 인체노출량 평가방법에 대하여 현재 진행 중인 외국과 국제 표준화 동향을 입수하고 분석함으로써 향후 연구에 필요한 기반을 확보하였다. 향후에는 수치해석 방법을 이용한 노출량 계산, RFID 노출량 평가 환경 구축을 통한 노출량 측정 등 본격적인 연구를 통하여 RFID, EAS 등 근거리 무선통신기기의 전자파 인체노출량 평가방법(안)을 마련할 계획이다.

한편 전자파 인체영향 관련 “Risk communication” 활동의 일환으로 그 동안의 단조로운 인쇄매체와 우편을 통한 일방적인 정보전달을 탈피하여 인터넷이라는 온라인 매체를 통해 배포될 수 있는 플래시 애니메이션 작품을 공모함으로써 일반 국민들을 홍보 대상으로만 간주하던 구태에서 벗어나 일반 국민들이 자발적으로 참여하는 홍보를 시작할 수 있었다. 작품의 주제는 전파연구소가 2006년 발간한 전자파에 관한 Q&A 책자 「생활속의 전자파, 얼마나 알고 계십니까?」에 기반을 두었으나, 내용과 전개 방식이 책자의 내용을 뛰어 넘는 창의적이고 우수한 작품들이 응모되는 큰 수확을 얻었다. 100편 이상의 많은 우수한 작품들 중 7편을 선정하여 시상하였고, 당선작들은 CD 제작과 전파연구소 인터넷 홈페이지를 통하여 지속적인 홍보에 사용되고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이, 본 연구를 통하여 「전자파강도측정기준」 개정, 무전기 SAR 측정방법(안) 마련, RFID 노출량 평가방법 선행 연구, 전자파 인체영향 플래시 공모전 및 홍보용 CD 제작 등 많은 성과를 거두었다. 그러나 지속적인 기술의 발전으로 전자파를 사용하거나 발생시키는 기기와 무선국의 종류와 숫자는 급격히 증가하고 있고 국민들에게 불안감을 조성하는 잘못된 정보도 인터넷과 대중 매체를 통해 만연하고 있는 상황이므로 지금까지의 부단한 노력에도 불구하고 앞으로의 연구를 더 확장시킬 필요가 있다. 무전기 이외에도 신규 IT기기와 전자파강도 측정 대상에서 제외된 이동통신 중계기의 전자파 인체영향 적합성 평가방법 개발, 기존 대상기기에 대한 측정방법 개선 등에 대한 연구 등이 앞으로도 계속되어야 할 것이다.

## 부록 1. 무선국 전자파강도측정방법

1. 이 별표는 전파법 제47조의2제3항에 따라 전자파강도를 측정하여 보고하여야 하는 무선국의 준공검사, 정기검사 및 변경검사 (전파법시행령 제24조제1항제3호·제6호·제7호·제9호의 사항에 대하여 변경이 있는 경우에 한 한다) 시의 전자파강도 측정절차를 규정하는 것을 목적으로 한다.

2. 이 별표에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각 목과 같다.

가. “계산안전경계”라 함은 계산상으로 무선국의 전자파강도가 전자파인체보호기준 상의 기준값과 동일한 값을 갖는 지점들을 말한다. 공중선 중심으로부터 계산안전경계까지의 거리(R)는 다음 식에 의해 계산한다.

$$R = \sqrt{\frac{AP10^{G/10}}{4\pi E^2 / \eta_o}} \quad [m]$$

여기서,  $A$  : 지면반사를 고려한 상수(AM송신국의 경우 4.0, 그 외 2.56 적용)

$P$  : 공중선 전력(시스템 손실 포함) [W]

$G$  : 공중선 이득 [dBi]



$E$  : 무선국 송신주파수대역의 전자파인체보호기준 일반인  
전기장강도 기준값 [V/m]

$\eta_0$  : 자유공간의 파동 임피던스(377  $\Omega$ )

나. “측정시작지점”이라 함은 전자파강도측정을 위한 시작 지점으로  
공중선이 설치된 하단의 지표면으로부터 계산안전경계까지  
거리( $R$ )의 5배되는 거리에 있는 지상의 지점을 말한다.

다. “노출지수”라 함은 전자파인체보호기준 상의 전기장강도(또는  
자기장강도) 기준값과 측정값의 비의 제곱 또는 전력밀도  
기준값과 측정값의 비를 말한다. 기준값은 측정주파수 대역폭  
내의 가장 낮은 값을 사용한다.

$$\text{노출지수} = (\text{전기장강도 측정값} / \text{전기장강도 기준값})^2$$

$$\text{또는 노출지수} = (\text{자기장강도 측정값} / \text{자기장강도 기준값})^2$$

$$\text{또는 노출지수} = \text{전력밀도 측정값} / \text{전력밀도 기준값}$$

라. “총 노출지수”라 함은 측정지점에서 다중 주파수 노출이 있는  
경우 각 무선국의 해당 주파수 신호에 대한 노출지수의 합을  
말한다.

$$\text{총 노출지수} = \sum_{i=1}^M (\text{노출지수})_i$$

여기서,  $(\text{노출지수})_i$  :  $i$ 번째 무선국 신호에 대한 노출지수

$M$  : 각기 다른 주파수대역을 사용하는 무선국의 개수

마. “분해능 대역폭”이라 함은 전자파강도 측정기기의 중간주파수 필터의 대역폭을 말한다.

바. “기본측정”이라 함은 측정대상 무선국에 대한 전자파 노출지수를 결정하기 위한 측정을 말한다.

사. “정밀측정”이라 함은 기본측정에 의해 전자파인체보호기준을 초과할 가능성이 있는 경우 주변 무선국의 영향을 고려한 총 노출지수를 구하는 측정을 말한다.

3. 적용범위 : 이 별표는 전파법시행령 별표 15에서 정한 전자파강도 측정대상 무선국에 적용한다.

#### 4. 측정기기

가. 일반 사항 : 측정기기는 다음 1세목부터 4세목의 조건을 만족하여야 한다.

1) 측정기기는 기기의 교정 절차에 따라 적절히 교정되어야 하며, 교정 유효기간 이내의 것을 사용하여야 한다.

2) 수신기는 주파수 선택적인 협대역 측정이 가능하여야 한다.

3) 수신기는 전자파강도의 실효값을 환산과정 없이 직접 측정할 수 있어야 한다. 전자파강도의 직접적인 측정이 불가능한 수신기를

사용하여 측정할 경우에는 별지 제3호서식의 측정결과서에 전자파강도 환산에 사용된 수식을 기재하여야 한다.

- 4) 프로브와 수신기를 연결하는 케이블은 이중 차폐 등 적절히 차폐된 것을 사용하여 외부 전자파에 의한 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

나. 프로브 : 측정 프로브는 다음 1세목부터 4세목의 조건을 만족하여야 한다.

- 1) 측정 프로브는 편파에 상관없이 측정이 가능한 등방성 프로브이어야 한다.
- 2) 프로브 동작영역의 최소값은 0.05 V/m 이하, 최대값이 100 V/m 이상이어야 한다.
- 3) 프로브의 등방성 특성은  $\pm 2.5$  dB 이내이어야 한다.
- 4) 프로브 고정용 지지대는 낮은 손실 탄젠트( $\tan\delta \leq 0.05$ )와 낮은 상대 유전율( $\epsilon_r \leq 5.0$ ) 값을 가져야 한다.

## 5. 측정환경

가. 측정자는 측정대상 무선국과 관련하여 다음 각 세목의 정보를 사전에 확인하여야 한다.

- 1) 무선국의 허가 정보

2) 무선국의 위·경도 정보

3) 공중선 전력의 시스템 손실

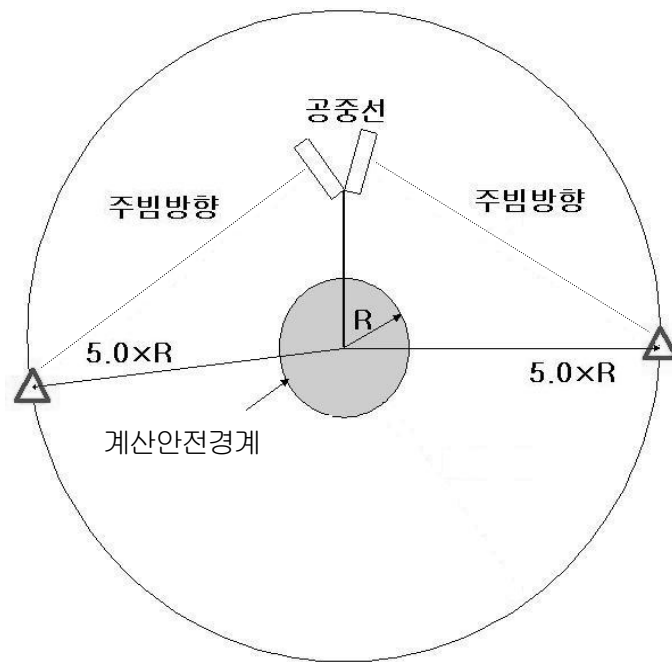
4) 공중선 이득

5) 공중선으로부터 계산안전경계까지의 거리

나. 측정 프로브 주변 1.0 m 이내에 측정자를 포함한 산란체가 없어야 한다. 단, 옥내와 같이 프로브 주변 1.0 m 이내에 산란체가 불가피하게 존재하는 경우에는 그 이유와 산란체의 위치에 대한 상세한 정보를 별지 제3호서식의 측정결과서에 기록하여야 한다.

## 6. 측정지점 등

가. 측정시작지점 : 측정대상 무선국의 각 섹터별로 그림 1과 같이 각 섹터의 주 빔 방향의 가시경로 상에 측정시작지점을 선정한다. 무지향 공중선의 경우 지형지물 등 주변 전파환경을 고려하여 최악의 조건이 나타나는 방향의 1개의 가시경로 상에서 측정시작지점을 선정한다.



(1) 섹터 공중선일 경우

계산안전경계

(2) 무지향 공중선일 경우

그림 1. 측정시작지점

나. 측정지점 : 측정시작지점으로부터 가목에 따른 경로를 따라 지상의 계산안전경계까지 측정지점을 선정하고, 계산안전경계 내에 일반인이 접근할 수 있는 경우에는 최근접 영역까지 측정지점을 선정한다.

다. 측정경로 : 가목과 나목의 가지경로를 측정경로로 한다. 단, 이에 따라 측정지점을 선정할 수 없을 경우에는 측정 가능한 가장 가까운 가지경로 상의 지점을 측정경로로 선정하고, 가지경로가 없을 경우 최악의 조건에 해당되는 비 가지경로를 측정경로로 선정한다. 이 경우 선정 이유와 측정지점에 대한 상세한 정보를 별지 제3호서식의 측정결과서에 기록하여야 한다.

라. 측정위치 : 그림 2와 같이 프로브 중심 높이를 지면으로부터 1.1 m, 1.5 m, 1.7 m로 위치시켜 총 3개 위치에서 측정한다.

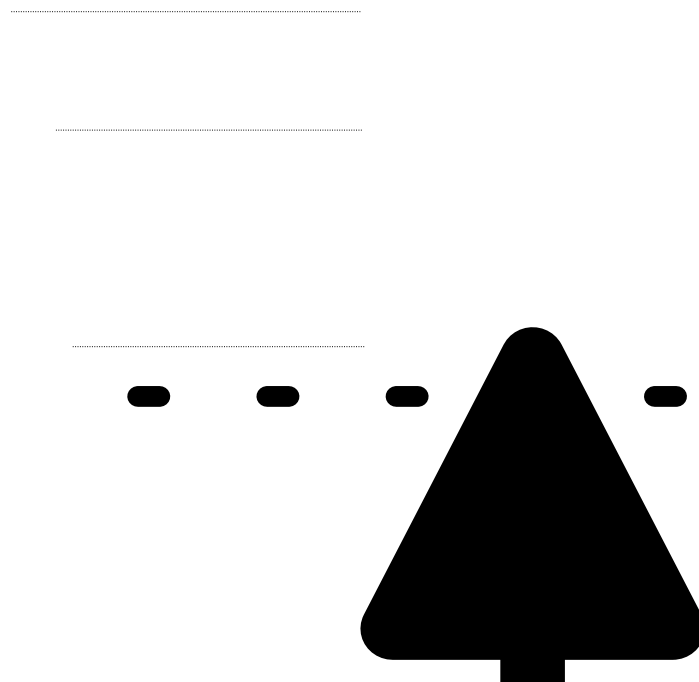


그림 2. 측정위치

## 7. 측정절차

가. 기본측정 : 기본측정의 절차는 다음 각 세목의 순서를 따른다.

- 1) 제4호에 따라 측정기기의 적합 여부를 확인한다.
- 2) 제5호에 따라 측정환경을 확인하고 기록한다.
- 3) 제6호가목에 따라 측정시작지점을 선정한다. 단, 측정시작지점이 안전시설 내에 있는 경우, 별도로 측정시작지점을 선정하지 않고 안전시설로부터 무선국 방향으로 1 m 떨어진 지점을 측정지점으로 한다.
- 4) 프로브의 높이를 지면으로부터 1.5 m에 위치시킨다.
- 5) 측정기기를 그림 3에 따라 배치하고, 프로브와 수신기를 1.0 m 이상 이격시킨다.
- 6) 수신기를 다음과 같이 조정한다.
  - 가) 분해능 대역폭은 측정대상 신호의 대역폭과 동일하게 조정한다.  
현재 사용 중인 무선국의 송신 주파수는 표 2와 같다.
  - 나) 검파 모드는 실효값을 측정할 수 있게 조정한다.
- 7) 제6호나목과 다목에 따라 측정경로 및 표 1의 측정간격으로 접근하면서 측정대상 무선국 주파수 범위내의 전자파강도를 측정한다. 단, 3세목 단서의 경우에는 표 1의 측정간격에도 불구하고 3세목 단서에서 정한 측정지점에서만 측정대상 무선국 주파수 범위내의 전자파강도를 측정한다.
- 8) 7세목에 따라 측정된 결과 중 가장 높은 측정지점에서 제6호라목의 측정위치에 대해 전자파강도를 6분간 측정하여

평균값을 산출하여 기록한다. 단, 1분 이상 6분미만으로 6분간의 평균값을 얻을 수 있는 경우 측정시간을 단축할 수 있다.

9) 8세목에 따라 측정된 3개의 값 중 최대값을 현 측정 지점에서의 측정값으로 하여 노출지수를 구하고 그 결과를 기록한다.

10) 노출지수가 0.2를 초과할 경우 8세목의 측정지점에서 나목의 정밀측정을 수행한다.

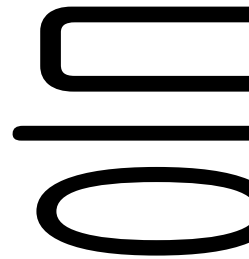


그림 3. 측정기기의 배치

표 1. 무선국 송신주파수별 측정간격

송신 주파수	80 MHz 미만	80 MHz 이상에서 900 MHz 미만	900 MHz 이상에서 3000 MHz 이하	3 GHz 초과
측정간격	$\text{Max}(\lambda, d/40)$	$\text{Max}(2 \text{ m}, d/40)$	1 m	0.5 m

※ d : 공중선에서 측정시작지점까지의 거리

$\lambda$  : 무선국 송신 신호의 파장



나. 정밀측정 : 정밀측정의 절차는 다음 각 세목을 따른다.

- 1) 제7호가목8세목의 측정지점에서 수신기의 주파수 범위를 조정하여 측정대상 무선국 신호 이외에 제3호에 따른 측정대상 무선국을 모두 포함하도록 하여 주변 무선국 신호를 확인한다.
- 2) 1세목에서 노출지수가 0.05 이상인 무선국의 모든 신호를 대상으로 다음 3세목과 4세목의 절차로 측정을 실시한다.
- 3) 수신기를 다음과 같이 조정한다.
  - 가) 분해능 대역폭은 측정대상 신호의 대역폭과 동일하게 조정한다.  
현재 사용 중인 무선국의 송신 주파수는 표 2와 같다.
  - 나) 검파 모드는 실효값을 측정할 수 있게 조정한다.
- 4) 제6호라목의 측정위치에 대해 전자파강도를 6분간 측정하여 평균값을 산출하여 기록한다. 단, 1분 이상 6분 미만으로 6분간의 평균값을 얻을 수 있는 경우 측정시간을 단축할 수 있다.
- 5) 3세목과 4세목의 절차로 측정된 3개의 값 중 최대값을 현 측정지점에서의 측정값으로 하여 노출지수를 구하고 그 결과를 기록한다.
- 6) 5세목에서 계산된 노출지수를 모두 합하여 총 노출지수를 구하고 그 결과를 기록한다.

8. 측정결과서 작성 : 제6호와 제7호의 측정절차에 따라 측정한 결과를 별지 제3호서식의 측정결과서에 기록하여야 한다.

표 2. 무선국의 송신주파수와 분해능 대역폭(RBW)

기지국 구분	무선국 송신주파수 대역	분해능 대역폭
이동전화(셀룰러)	869 ~ 894 MHz	25 MHz
개인휴대전화(PCS)	1840 ~ 1860 MHz	20 MHz
	1860 ~ 1870 MHz	10 MHz
이동통신(IMT-2000)	2110 ~ 2130 MHz	20 MHz
	2130 ~ 2150 MHz	20 MHz
휴대인터넷(WiBro)	2300 ~ 2327 MHz	27 MHz
	2331 ~ 2358 MHz	27 MHz
무선호출	317.9875 ~ 320.9875 MHz	3 MHz
TRS	390 ~ 400 MHz	10 MHz
	851 ~ 855 MHz	4 MHz
	856 ~ 867 MHz	11 MHz
위치기반서비스(LBS)	322 ~ 328.6 MHz	6.6 MHz
무선데이터	938 ~ 940 MHz	2 MHz
AM라디오	531 kHz ~ 1602 kHz	각 채널 8 kHz
FM라디오	87 MHz ~ 108 MHz	각 채널 150 kHz
TV	54 MHz ~ 88 MHz	각 채널 6 MHz
	174 MHz ~ 216 MHz	
	470 MHz ~ 806 MHz	

[별지 제1호서식]

전자기장 환경 측정결과서(저주파용)	
측정물리량	<input type="checkbox"/> 전기장 강도 (V/m) <input type="checkbox"/> 자기장 강도 (A/m)
측정장 편파	<input type="checkbox"/> 직선편파 <input type="checkbox"/> 원편파 <input type="checkbox"/> 타원편파 <input type="checkbox"/> 알 수 없음
측정프로브	<input type="checkbox"/> 단축 <input type="checkbox"/> 3축
측정장소	경도:                      위도:                      표고:
	도시                      시·군·구                      로·구·읍·면                      동
측정환경	번지內 (세부장소 기술, 그림 또는 사진 첨부)
전자기장발생원	(온도, 습도, 지표상태, 풍속, 날씨 등을 기술)
측정주파수범위	(선전압, 선전류, 전도체 구조나 기타 발생원 등을 기술)
측정기기	3 dB 상하한 주파수
측정시기	(제조사, 모델명, 프로브 크기 및 형태, 최근교정일자)
측정시각	년 월 일 시 분 초 ~ 년 월 일 시 분 초
측정시간	분 초
측정거리1	(발생원과 프로브 사이의 거리) m
측정거리2	(측정기와 측정자 사이의 거리) m
참고사항1	(주변에 금속물체 등의 존재 유무, 크기, 측정지점과의 거리 등을 기술)
참고사항2	(측정환경에서 피노출자의 활동 상태)
측정 Data	시간 최대치____, 시간 최소치____, 시간 평균치____
<input type="checkbox"/> 실효치 <input type="checkbox"/> 첨두치	타원편파의 경우:최대場 강도 ____ 최소場 강도____
측정불확도	
<p>전파연구소고시 제2007- 호의 규정에 의하여 위의 측정 결과를 통보합니다.</p> <p style="text-align: right;">년      월      일</p> <p style="text-align: right;">측정자 소속부서</p> <p style="text-align: right;">측정자 이름                      (서명 또는 인)</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">(측 정 기 관 명)</p>	

※측정결과 기재사항이 많을 경우 별도의 용지를 사용할 수 있습니다.

[별지 제2호서식]

전자기장 환경 측정결과서(고주파용)	
측정물리량	<input type="checkbox"/> 전기장 강도 (V/m) <input type="checkbox"/> 자기장 강도 (A/m)
측정조건	<input type="checkbox"/> 원거리장, 단일복사원 <input type="checkbox"/> 원거리장, 다중복사원 <input type="checkbox"/> 근거리장
측정장소	경도:                      위도:                      표고:
	도시                      시·군·구                      로·구·읍·면                      동
	번지내 (세부장소 기술, 그림 또는 사진 첨부)
측정환경	(온도, 습도, 지표상태 등을 기술)
전자기장 발생원	(발생원, 변조내용 등을 기술)
측정주파수범위	3 dB 상하한 주파수
측정기기	제조사, 모델명, 프로브 크기 및 형태, 최근교정일자
측정시각	년 월 일 시 분 초 ~ 년 월 일 시 분 초
측정시간	분 초
측정거리1	(복사원과 프로브 사이의 거리) m
측정거리2	(측정기와 측정자 사이의 거리) m
참고사항1	(주변에 금속물체 등의 존재 유무, 크기 및 측정지점과의 거리 등을 기술함)
참고사항2	(측정환경에서 피노출자의 활동 상태)
측정 Data	<input type="checkbox"/> 실효치 <input type="checkbox"/> 첨두치 시간 최대치____, 시간 최소치____, 시간 평균치____
측정불확도	
<p>전파연구소 고시 제2007- 호의 규정에 의하여 위의 측정 결과를 통보합니다.</p> <p style="text-align: right;">년 월 일</p> <p>측정자 소속부서 측정자 이름 (서명 또는 인)</p> <p style="text-align: center;">(측 정 기 관 명)</p>	

※측정결과 기재사항이 많을 경우 별도의 용지를 사용할 수 있습니다.

[별지 제3호서식]

무선국 전자파강도 측정결과서(기본측정)					
측정대상 무선국 정보	시설자명				
	호출명칭				
	위도 및 경도	/			
	공중선 형식				
	공중선 전력	W			
	공중선 이득	dB <sub>i</sub>			
	공중선높이	(지면으로부터 공중선 설치높이까지의 거리) _____m			
	계산안전경계	(공중선으로부터 계산안전경계까지의 거리) _____m			
측정물리량	<input type="checkbox"/> 전기장강도 [V/m] <input type="checkbox"/> 자기장강도 [A/m] <input type="checkbox"/> 전력밀도 [W/m <sup>2</sup> ]				
측정지점 및 주변환경	무선국과의 거리	_____m			
	참고사항	(주변 산란체의 크기, 재질, 측정지점과의 거리 등 측정관련 기타사항 기술. 그림 또는 사진은 첨부)			
측정일시	측정일	_____년	_____월	_____일	
	측정시간	_____시	_____분	~ _____시 _____분	
측정조건	온도/습도	_____℃ / _____%			
	날씨				
측정기기		등방성 프로브		수신기	
	모델명 / 제조사				
	주파수 대역	~		~	
	교정일자	_____년	_____월	_____일	
각 측정위치의 시간평균값 (3개)		높이	1.1 m	1.5 m	1.7 m
		시간평균값			
평균측정시간		_____분			
측정 최대값					
전자파강도 기준값과의 비교		기준값	기준주파수	노출지수 <sup>1)</sup>	
		~			
전력측정의 경우 사용한 환산식		(필요 시 별도의 용지를 사용)			
작성 일자 : _____년 _____월 _____일 측정 기관(주 소) : _____ 측 정 자 : _____ (서명 또는 인) 작 성 자 : _____ (서명 또는 인)					

주1) 노출지수가 1.0 보다 적으면 기준 만족

※측정결과 기재사항이 많을 경우 별도의 용지를 사용할 수 있습니다.

무선국 전자파강도 측정결과서(정밀측정)								
측정대상 무선국 정보	시설자명							
	주파수대역		~					
	공중선 전력							
	설치장소		<input type="checkbox"/> 주거지역 <input type="checkbox"/> 상업지역 <input type="checkbox"/> 공업지역 <input type="checkbox"/> 관리지역					
측정물리량	<input type="checkbox"/> 전기장강도 [V/m] <input type="checkbox"/> 자기장강도 [A/m] <input type="checkbox"/> 전력밀도 [W/m <sup>2</sup> ]							
측정지점 및 주변환경	무선국과의 거리		m					
	참고사항		(주변 산란체의 크기, 재질, 측정지점과의 거리 등 측정관련 기타사항 기술. 그림 또는 사진은 첨부)					
측정일시	측정일		년		월		일	
	측정시간		시		분		~ 시 분	
측정조건	온도/습도		℃		/		%	
	날씨							
측정기기	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; width: 100%; height: 100%; background: linear-gradient(to top right, transparent 49%, #ccc 49%, #ccc 51%, transparent 51%);"></div> </div>		등방성 프로브			수신기		
			모델명 / 제조사					
			주파수 대역			~		
			교정일자			년		월
각 측정위치의 노출지수 및 노출지수의 합	높이	측정 무선국 <sup>1)</sup>	시간 평균값	기준값	기준 주파수	노출지수	노출지수의 합	
			1.1m	1	~			
	1.5m	2	~					
		1	~					
	1.7m	2	~					
		1	~					
	현 측정지점에서의 총 노출지수 <sup>2)</sup>							
	평균측정시간			분				
전력측정의 경우 사용한 환산식			(필요 시 별도의 용지를 사용)					
작성 일자 :			년		월		일	
측정 기관(주 소) :								
측 정 자 :			(서명 또는 인)					
작 성 자 :			(서명 또는 인)					

주1) 측정대상 무선국 및 주변 무선전국을 포함하며 무선국수가 많을 경우 추가

주2) 총 노출지수가 1.0 보다 적으면 기준 만족

※측정결과 기재사항이 많을 경우 별도의 용지를 사용할 수 있습니다.

## 부록 2. 무전기의 전자파흡수율 측정기준(안)

제1조(목적) 이 측정기준은 전파법 제47조의2제1항의 규정에 의하여 무전기의 전자파흡수율 측정을 위한 기준 (이하 "측정기준"이라 한다)에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 측정기준에 사용하는 용어의 정의는 다음 각호와 같다.

1. “측정기준”이라 함은 측정방법과 그 절차의 표준을 말한다.
2. “전자파흡수율(SAR, W/kg)”이라 함은 생체조직에 흡수되는 단위 질량당 에너지 율로서 다음 식으로 표현한다.

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{\rho}$$

여기서  $\sigma$ 는 조직의 전기전도도(S/m),  $\rho$ 는 조직의 밀도(kg/m<sup>3</sup>), E는 실효전기장강도(V/m)를 말한다.

3. “기기부속물”은 송수신기와 함께 사용할 수 있는 것으로서 신체부위에 착용하기 위한 벨트 클립, 고정 띠, 또는 기타 목걸이와 같은 부속물을 말한다.
4. “후면위치”는 피시험기기의 뒷면이 모의인체의 밀면을 바라보도록 배치한 위치를 말한다.
5. “몸통”은 머리와 사지를 제외한 신체를 말한다.
6. “의도적 사용”은 제조자가 제공하는 설명서에 따르는 기기의 본래 목적을 위한 사용을 말한다.
7. “손실탄젠트”는 재료의 복소유전율에서 허수부와 실수부의 비를 말한다.

8. “모의인체”는 인체조직의 전기적 특성과 일치하는 모의조직과 모의조직을 담은 외피를 포함한 것을 말한다.
  9. “프로브위치제어기”는 특정한 위치에 프로브를 놓고 자동으로 위치를 조절할 수 있는 장치를 말한다.
  10. “프로브”는 무선주파수 신호를 직류 전류 또는 직류 전압으로 변환시켜 모의인체에서 흡수되는 전자파 에너지의 전기장 강도를 측정할 수 있는 세 개의 서로 직교하는 다이폴로 구성된 소형의 등방성 안테나를 말한다.
  11. “모의인체 기준점”은 전자파흡수율 측정 전후의 전력변화를 조사하기 위해 모의인체의 바닥 중심점으로부터 10 mm 반경 이내에서 측정자가 정한 한 개 지점을 말한다.
  12. “표면분포측정”은 모의인체 내에 공간평균침투 전자파흡수율 값의 위치를 대략적으로 찾기 위하여 모의인체 표면상에서 큰 간격으로 측정하는 것을 말한다.
  13. “정밀체적분포측정”은 공간침투 전자파흡수율 값의 위치에서 표면분포측정 간격보다 미세한 간격으로 모의인체의 공간 내에서 전자파흡수율 분포를 측정하는 것을 말한다.
  14. “공간평균침투 전자파흡수율”은 모의인체 내에 공간적으로 나타나는 최대 국부 전자파흡수율을 말한다.
- 제3조(측정환경) ① 측정시 주위온도는 18 ℃ 이상 25 ℃ 이하이어야 하며, 측정 중 온도변화는  $\pm 2$  ℃를 초과하지 않아야 한다.
- ② 측정시 주변의 어떠한 전자기장 환경도 측정결과에 영향을 주어서는 아니 된다.



③ 시간에 따라 성능이 변화하는 프로브, 모의조직 및 측정장비들은 교정유효기간 이내의 것을 사용하여야 한다.

제4조(모의인체) 모의인체는 평면형 모의인체를 사용하며, 모의인체 외피와 모의조직으로 구성된다.

① 모의인체 외피의 크기와 형상

1. 모의인체 외피는 측정 주파수의 자유공간 파장에 대해 밀면 내부의 가로와 세로의 길이가 각각  $0.6\lambda$  및  $0.4\lambda$  이상을 갖고 바닥면이 평평하고 윗면이 개방된 용기를 말한다. 단, 어떠한 경우에도 모의인체 밀면 내부는 장축과 단축의 길이가 별표 3과 같이 각각  $0.6\lambda$ ,  $0.4\lambda$  타원형 이상의 공간이 확보되어야 하고 안테나를 포함하는 피시험기기의 길이와 폭의 1.2 배 이상이 되어야 한다. 단, 주파수가 800 MHz 이상인 경우 모의인체의 밀면 내부 크기는  $240\text{ mm} \times 160\text{ mm}$  이상이어야 한다.
2. 모의인체 바닥면의 처짐은 용기 내부 최대 치수의 1 % 이내이어야 한다.
3. 피시험기기가 위치한 지점에서 바닥면의 두께는 2 mm, 허용오차는  $\pm 0.2\text{ mm}$  이내이어야 한다.
4. 모의인체 외피의 재질은 측정 주파수에서 손실탄젠트가 0.05 미만이고, 상대유전율이 5 미만의 것을 사용하여야 한다.

② 모의조직

1. 모의조직은 측정 주파수에 대해 두부는 별표 4, 몸통은 별표 5에 주어진 균일한 용액을 이용한다.
2. 모의조직의 전기적 특성 허용오차는  $\pm 5\%$  이내이어야 한다.
3. 모의조직의 깊이는 150 mm, 허용오차는  $\pm 5\text{ mm}$ 이어야 한다.

제5조(프로브 및 프로브 위치제어기)

① 세 개의 서로 직교하는 미소 다이폴로 구성되는 프로브의 외부 직경은 8 mm 이하로 하며, 300 MHz 이상 3 GHz 이하의 측정 주파수 대역에서 0.02 W/kg 이상 100 W/kg 이하 범위의 전자파흡수율을 측정할 수 있어야 한다.

② 프로브의 성능 및 교정결과는 측정결과 보고서에 제시하여야 한다.

③ 프로브 위치제어기는 모의인체의 전 노출 영역에서 3 차원적으로 전기장 분포를 측정할 수 있도록 한다. 프로브 위치제어 정밀도는 1 mm 이하가 되어야 하고 프로브 끝의 위치 결정의 정확도는  $\pm 0.2$  mm 보다 정확해야 한다.

제6조(피시험기기 거치대) 피시험기기 거치대의 전기적 특성은 측정 주파수에서 손실탄젠트 0.05 미만, 상대유전율 5 미만의 것을 사용하여야 한다.

제7조(피시험기기 조건) ① 피시험기기는 완전히 충전시키고, 측정시간 동안 최대 출력 상태에서 측정해야 하며 측정 전후 출력의 변화는 5 % 이내이어야 한다.

② 출력 전력과 측정 주파수는 내부 측정 프로그램이나 송수신 시뮬레이터와 같은 보조 측정 장비를 이용하여 설정한다.

③ 피시험기기는 안테나의 이용 가능한 모든 조건에서 측정하여야 한다.

④ 저, 중, 고 주파수의 세 가지 주파수에서 피시험기기를 측정하여야 한다.

⑤ 제조자에 의해 제공되는 모든 배터리에 대해 측정한다.

제8조(무전기 사용조건에 따른 피시험기기의 설치)

① 기기부속물이 제공되지 않는 피시험기기의 위치 설정

1. 얼굴에 근접하게 사용되는 기기의 경우는 별표 1의 그림 1과 같이 모의인체 표면에서 15 mm 이내에서 측정되어야 한다.

2. 몸통에 부착하여 사용되는 기기는 사용자 설명서에 명시된 인체로부터의 이격거리를 이용하도록 한다. 만일 이격거리가 주어지지 않으면 별표 1의 그림 2와 같이 피시험기기의 어떠한 두 점 이상이 모의인체에 접촉할 때까지 밀착하여 측정한다. 이때, 안테나를 포함하는 피시험기기의 중심을 모의인체의 바닥면 중심과 일치시키고 피시험기기 몸체가 모의인체 바닥에 평행하도록 피시험기기를 전면과 후면위치에 설치한다.
3. 의도적 사용 위치가 두 가지 이상이면, 모든 위치가 측정되어야 한다.

② 기기부속물이 제공되는 피시험기기의 위치 설정

1. 피시험기기에 제공되는 모든 기기부속물을 고려하여 각각의 경우에 대해 모의인체에 의도적 사용 상태로 구성하여 측정한다. 단, 전자파흡수율 측정 결과에 영향을 주는 인자가 아닌 경우에는 한 가지만 측정할 수 있으며, 기기부속물이 비금속성인 경우에는 모의인체에 가장 근접할 수 있는 부속물만 측정하여도 된다.
2. 기기부속물을 피시험기기에 장착한 뒤 안테나를 포함하는 피시험기기의 중심이 모의인체의 바닥면 중심과 일치하도록 별표 2의 그림 3과 같이 몸통 모의인체에 피시험기기를 설치한다.
3. 의도적 사용 위치가 두 가지 이상이면, 모든 위치가 측정되어야 한다.

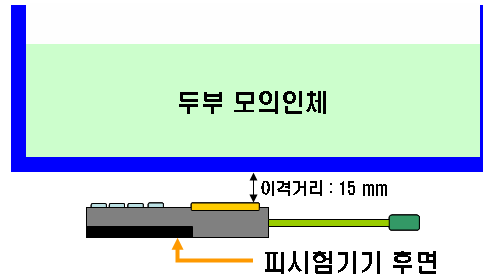
제9조(측정절차) 무전기의 전자파흡수율 측정은 다음 각 호에 따라 순차적으로 수행하여야 한다.

1. 프로브, 프로브 위치제어기, 모의인체, 피시험기기 거치대 등으로 측정시스템을 구성한다.
2. 별표 4의 두부 모의조직과 별표 5의 몸통 모의조직을 제작하여 모의인체 외피에 넣는다.

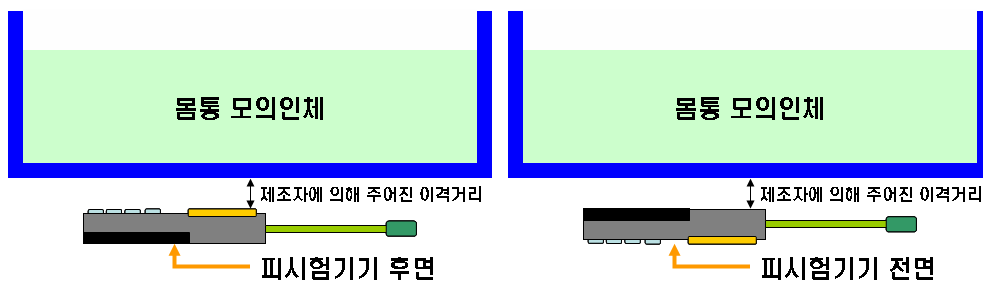
3. 제3조의 측정환경 조건의 적합성 여부를 확인하고 별표 6의 측정결과서에 기록한다.
4. 모의인체 내에 측정영역을 설정하고 프로브 등 모든 장비의 초기 값을 설정한다.
5. 피시험기기를 제8조에서 정한 바에 따라 기기부속물 및 사용조건에 적합하도록 설치한다. 이때 피시험기기는 모의인체에 대하여 길이와 폭 방향으로 피시험기기 크기의 10 % 이상의 여유 공간을 확보하도록 위치시킨다.
6. 프로브를 모의인체 내에 삽입한다.
7. 피시험기기를 중심주파수에 맞추고, 출력 전력을 조정한다.
8. 모의인체 기준점에서 전자파흡수율 값을 측정한다.
9. 모의인체에서 표면분포측정을 수행하여 전자파흡수율 값을 기록한다. 표면분포측정은 모의인체의 한 쪽 내부 표면을 따라 측정되며, 측정영역은 적어도 피시험기기와 안테나의 투사영역보다 커야한다. 공간 격자간격은 20 mm 보다 작아야 한다.
10. 모의인체에서 정밀체적분포측정을 수행하여 전자파흡수율 값을 기록한다. 정밀체적분포측정의 격자간격은 8 mm 이하이고, 최소한의 측정 부피는 30 mm × 30 mm × 30 mm 이다. 수직방향의 격자간격은 5 mm 이하로 하여야 한다.
11. 제10호까지 측정한 후 프로브를 제8호의 기준점에 위치시킨 후 전자파흡수율 값을 측정하고 이 측정값을 제8호에서 측정한 값과 비교하여 5 % 이상의 변화가 있으면 제9호에서 제10호까지 다시 측정한다.
12. 모든 사용조건에서 상기 제8호에서 제11호까지를 반복하여 측정한다.

13. 제12호의 결과 중 최대 전자파흡수율이 측정되는 조건에서 나머지 측정 주파수에서도 상기와 동일한 측정조건으로 전자파흡수율을 측정한다.
  14. 제13호까지의 결과 중 가장 높은 전자파흡수율 값을 피시험기기의 최대 전자파흡수율 값으로 결정한다.
- 제10조(측정결과의 보고) 전자파흡수율 측정절차에 따른 측정환경, 측정결과 및 측정장비와 측정절차에 대한 불확실성 등의 기술적 정보를 포함한 별표 6의 측정결과서를 작성하여야 한다.

[별표 1] 기기부속물이 제공되는 않는 피시험기기 설치



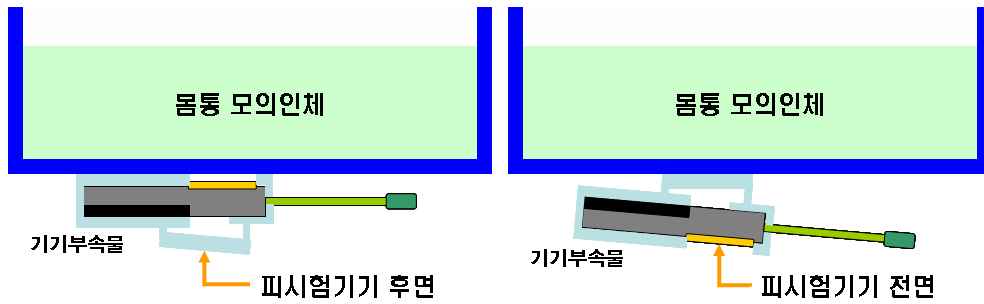
[그림 1] 손으로 잡고 얼굴에서 사용되는 피시험기기의 위치



단, 주어진 이격거리가 없을 경우 기기의 어떠한 두 점 이상이 모의인체에 접촉할 때까지 밀착

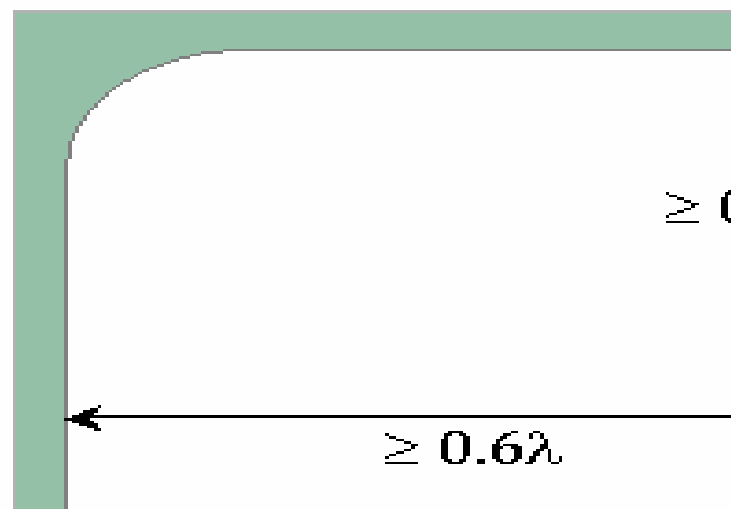
[그림 2] 몸통에서 사용되는 피시험기기의 위치

[별표 2] 기기부속물이 제공되는 피시험기기 설치



[그림 3] 몸통에서 사용되는 피시험기기의 위치

[별표 3] 모의인체 밑면의 최소 크기



[별표 4] 두부 모의조직의 전기적 특성

주파수[MHz]	전기적 특성	
	상대유전율	전기전도도[S/m]
300	45.3	0.87
450	43.5	0.87
835	41.5	0.90
900	41.5	0.97
1450	40.5	1.20
1800	40.0	1.40
1900	40.0	1.40
2000	40.0	1.40
2450	39.2	1.80
3000	38.5	2.40



[별표 5] 몸통 모의조직의 전기적 특성

주파수[MHz]	전기적 특성	
	상대유전율	전기전도도[S/m]
300	58.2	0.92
450	56.7	0.94
835	55.2	0.97
900	55.0	1.05
1450	54.0	1.30
1800	53.3	1.52
1900	53.3	1.52
2000	53.3	1.52
2450	52.7	1.95
3000	52.0	2.73

[별표 6] 무전기의 전자파흡수율 측정결과서

## 무전기의 전자파흡수율 측정결과서

### ■ 측정조건

측정일시	년       월       일       시		
측정환경	시험장 온도	℃	
	상대습도	%	
모의인체	크기	가로 :     mm, 세로 :     mm	
	상대유전율		
	전도도	S/m	
	밀도	Kg/m <sup>3</sup>	
측정 프로브	성능 및 교정결과	성적서 별도첨부	
피시험기기	모델명		
	출력		
	신호형태		
	제품일련번호		
기타 (측정상의 특이사항, 불확실성 등)			

### ■ 측정결과

주파수(MHz)	출력(dBm)	전자파흡수율(W/kg)	비고 (기기부속물)
최대 전자파흡수율 : W/kg			
종 합 판 정 : 적합 / 부적합			

전파연구소고시 제2007- 호의 규정에 의하여 위의 측정결과를 통보합니다.

년 월 일  
측정자 (서명 또는 인)  
확인자 (서명 또는 인)

측 정 기 관 명