

제 출 문

본 보고서를 「멀티미디어 무선 통신기기의 인체보호
기준 및 측정방법」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003. 12. 29.

연구책임자 : 김 남(충북대학교 교수)

연 구 원 : 한 태 영(충북대학교 박사과정)

강 봉 균(충북대학교 박사과정)

연구보조원 : 최 윤 희(충북대학교 석사과정)

이 재 향(충북대학교 석사과정)

요 약 문

1. 제 목 : 멀티미디어 무선 통신기기의 인체보호기준 및 측정방법
2. 연구 기간 : 2003년 2월 1일 ~ 2003년 12월 31일 까지
3. 연구책임자 : 김 남(충북대학교 교수)
4. 계획 대 진도
 - 가. 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	월별 추진계획												비고
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
국내 인체보호기준 및 전자파흡수율 측정 기준 분석	김 남 한태영 강봉균 최윤희 이재향													
미국, 호주, 캐나다 등 외국 의 인증제도 및 SAR 측정 방법 분석 · 대상기기 : PTT, PDA, 무선랜 등 · 인증제도에 대한 주관기 관(FCC 등) 조사, 분석 · 측정기준 및 방법 조사, 분석														
중간보고서														
연구내용 정리·분석														
국내 기준(안) 마련 · 전자파 인체보호 기준 · 전자파 흡수율 대상기기 분류 · SAR 측정 기준														
최종보고서														
분기별 수행진도(%)			20%		30%			30%			20%			

나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 국내 전자파에 대한 인체보호 기준 및 전자파 흡수율, 측정 기준 분석
- 2) IEEE, ANSI, CENELEC의 인체보호 기준 및 전자파 흡수율 측정 기준 분석
- 3) 미국의 인체보호 기준 및 FCC, TCB의 SAR test report를 통한 측정 기준 분석
- 4) 유럽의 인체보호 기준 및 측정 기준 분석
- 5) 호주, 캐나다, 일본의 인체보호 기준 및 측정 기준 분석
- 6) 국내 전자파에 대한 인체보호기준 및 전자파 흡수율, 측정 기준에 대한 변경 및 추가(안)

5. 연구 결과

- 1) 선진 각 국의 전자파 인체보호 기준 및 인증 절차와 측정 방법에 관한 동향과 수집된 자료의 분석을 바탕으로 국내 인체보호기준 및 전자파흡수율 측정기준의 개선을 위한 기반을 마련하였음.
- 2) 멀티미디어 무선통신기기의 전자파 흡수율에 대한 기준 및 측정방법의 기초자료를 구축하였고, 이를 통해 전자파의 인체에 미치는 영향과 관련된 각종 규제 기준, 전자파 인체 노출량 측정 및 평가 기술, 평가방법 표준화 기술 등의 심화된 연구가 가능하게 되었음.

6. 기대효과

이번 연구를 통해 각국의 멀티미디어 무선통신기기에 대한 인체 보호 기준과 전자파 흡수율 측정 기준에 대한 기초자료를 마련하였고, 이를 통해 국내의 관련 기준에 대한 새로

운 안을 제시하였으며, 나아가 통신 환경에 대한 중요성과
유해에 대한 사전 예방적(precautional)인 접근 방법을 적용
함으로써 가져올 수 있는 장기적인 이익에 대한 기술 개발
및 연구의 필요성을 인식할 수 있을 것으로 기대.

산업체와의 공동연구 및 기술 이전 등을 통해 상품화함으
로써 국내 관련분야 산업 발전에 기여하며, 국제 경쟁력을
확보하고 국제시장을 선점할 수 있는 기틀을 마련하였음.

SUMMARY

Concern about human exposure to radio frequencies(RF) is not new. Ensuring the safety of RF devices is the primary motivation for new standards and test methods. The concept of specific absorption rate(SAR) has been around for many years, but recent developments have improved test methods.

Several organizations have set exposure limits for acceptable RF safety via SAR levels. The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection(ICNIRP) was launched as an independent commission in May 1992. This group publishes guidelines and recommendations related to human RF exposure.

For the American National Standards Institute(ANSI), the RF safety sections now operate as part of the Institute of Electrical and Electronic Engineers(IEEE). IEEE recently wrote one of the most important publications for SAR test methods.

The limits are defined for exposure of the whole body, partial body(e.g., head and trunk), and hands, feet, wrists, and ankles. SAR limits are based on whole-body exposure levels of 0.4 W/kg for workers and 0.08 W/kg for the general population. Limits are less stringent for exposure to hands, wrists, feet, and ankles. There are also considerable problems with the practicalities of measuring SAR in such body areas, because they are not normally modeled. In practice, measurements are made against a flat phantom, providing a conservative result.

The Federal Communications Commission(FCC) is an independent United States government agency. The FCC guidelines differentiate between portable and mobile devices according to their

proximity to exposed persons. For portable devices(CFR 47 §2.1093), RF evaluation must be based on specific absorption rate (SAR) limits. Human exposure to RF emissions from mobile devices(CFR 47 §2.1091) can be evaluated with respect to Maximum Permissible Exposure(MPE) limits for field strength or power density or with respect to SAR limits, whichever is most appropriate. Industry groups and other organizations have been working to develop standardized product test procedures to evaluate RF exposure compliance with SAR limits. The appropriate procedures may be considered in future revisions of this supplement. FCC rules require applicants for equipment authorization of certain portable and mobile devices to include an affirmative statement of compliance attesting that the devices comply with FCC limits for RF exposure.

In Europe, a key problem with the CENELEC standard is that it is only concerned with devices held next to the human ear, that is, handsets testing next to a phantom head. EN 50360 is applicable to all RF devices that are "to be used in close proximity to the human ear." The standard does not contain the actual limits. Actual limits can be found in either the ICNIRP Guidelines(April 1998) or Council Recommendation 1999/519/EC Annex II.4,5 EN 50360 applies to devices transmitting with an average power greater than 20 mW and in the frequency range of 300 MHz to 3 GHz.

A recent development in Australia has delayed plans for more-aggressive SAR requirements. The Australian Communications Authority postponed a proposal to extend the scope of SAR testing. That scope would have included all radio products except emergency beacons. Test methods have not yet been developed for implementing some of the required testing.

Recently, Ministry Information and Communication Republic of Korea added IMT-2000 handsets and added other function handsets in target device of SAR. And the Ministry decide to spread target device of SAR. Nowadays we use various multimedia wireless communication devices. The devices have various ability. So, we need more specific standard of safety human and test procedure standard as multimedia.

Our result of this study can develop the scientific informations and help lab-workers research the studies. Through the products of studies, we can analyze the trend and field of studies of each country and approach the results in more scientific and efficient way.

목 차

표 목 차	IX
그 림 목 차	XII
제 I 장 서 론	1
제 II 장 각국의 전자파 흡수율 관련 인체 보호 기준	3
제1절 우리나라	4
제2절 미국	17
제3절 유럽	30
제4절 호주	36
제5절 캐나다	54
제6절 일본	67
제 III 장 멀티미디어 통신장비의 SAR 측정방법	77
제1절 멀티미디어 기기의 분류	77
제2절 멀티미디어 통신장비의 측정방법 및 기준	93
제 IV 장 인체보호 기준 및 측정방법 개선 안	122
제1절 인체보호 기준	123
제2절 측정 방법	127
제 V 장 결 론	136
참 고 문 헌	138

표 목 차

표 2-1. 일반인에 대한 전자과광도기준	6
표 2-2. 직업인에 대한 전자과광도기준	7
표 2-3. 국부노출에 대한 전자과흡수율(SAR)기준	8
표 2-4. 형식승인의 행정처분	9
표 2-5. 형식승인의 벌칙	9
표 2-6. 형식검정 및 형식등록의 행정처분	10
표 2-7. 형식검정 및 형식등록의 벌칙	10
표 2-8. 전자과적합등록의 행정처분	11
표 2-9. 전자과적합등록의 벌칙	12
표 2-10. 지정기관의 구분	13
표 2-11. 미국의 전자과 흡수율 기준	17
표 2-12. 적합성 평가를 위한 수치 해석적 방법	20
표 2-13. 인증별 대상 기기	22
표 2-14. 유럽의 인체보호 기준	30
표 2-15. R&TTE-Directive의 장·단점	31
표 2-16. Annex별 인증마크 구분	32
표 2-17. 유럽내 통합화/표준화된 무선기기과 그렇지 않은 무선기 기와의 비교	33
표 2-18. 인체노출규정적용대상장비의 단계적 도입현황	37
표 2-19. 일반인과 직업인을 위한 SAR 제한치	38
표 2-20. 시험을 위한 임계치	39
표 2-21. 주파수에 따른 대상 장비	40
표 2-22. 기하학적인 파라미터가 나타내는 분류	44

표 2-23. 모의 뇌 조직의 유전적 특성	44
표 2-24. 모의 인체 두부와 몸 조직의 유전체 파라미터	47
표 2-25. 다이폴의 두께, 평면 모의 인체 Sagging 그리고 이격거리 요구사항	48
표 2-26. FCC 적합성 평가를 위해 권고된 핸드셋과 두부 모의 인체 시험위치	51
표 2-27. RSS - 102의 SAR 과 RF 평가 제외 기준	55
표 2-28. 면허가 필요 없는 무선 설비	59
표 2-29. 시험에 필요한 장비들	61
표 2-30. 모의 인체에 나타난 각 부분의 치수	62
표 2-31. 100 MHz ~ 1 GHz에 대해 두뇌와 근육에 대한 모의 조직 구성비	63
표 2-32. 1.5 ~ 2.5 GHz에 대해 두뇌와 근육에 대한 모의 조직 구성비	63
표 2-33. 액체 재료의 유전 특성	71
표 3-1. 모의 인체 모양과 관련된 두부 크기	92
표 3-2. 모의 인체 조직의 유전 특성	98
표 3-3. FCC에서 적용되는 평가에 대한 두부 모의 인체의 시험 위치	102
표 3-4. 휴대폰 기능이 없는 PDA의 측정 결과	111
표 3-5. 휴대폰 기능을 가진 PDA의 측정 결과	111
표 3-6. 측정 대상 장비에 대한 설명(test report의 예)	112
표 3-7. Face앞에서의 SAR 측정결과	116
표 3-8. Body-Worn SAR 측정 결과	117
표 4-1. 국부노출에 대한 전자파흡수율(SAR)기준	123
표 4-2. 전자파 흡수율 기준 동향	124
표 4-3 전자파 흡수율 기준 개정(안)	124

표 4-4. 전자파 흡수율 인증방법 개정(안)	126
표 4-5. 모의인체 머리조직 전기정수	128
표 4-6. 현행 전자파 흡수율 측정기준 개선(안)	130
표 4-7. 우리나라 현행 전자파 흡수율 시험 성적서	131
표 4-8. PDA 측정결과 표(예)	133
표 4-9. PTT 장비 측정결과 표(예)	134
표 4-10. WLAN 측정결과 표(예)	135

그 립 목 차

그림 2-1. 신청 방법	13
그림 2-2. 시험 지정 절차	15
그림 2-3. 인증 수준 비교	23
그림 2-4. 적합 인증 절차	25
그림 2-5. CFR 47의 RF 방사 노출 대상 장비 구분	26
그림 2-6. RF 방사 노출 대상 장비의 특징	27
그림 2-7. RF 인체 노출 규정에 따른 무선 통신 장비의 구분 ..	29
그림 2-8. 무선 통신기기를 사용하는 직업인인 경우	38
그림 2-9. 무선 통신기기를 사용하는 일반인인 경우	39
그림 2-10. 모의 인체 두부가 표시하는 기하학적 파라미터	43
그림 2-11. 캐나다의 인증요건	59
그림 2-12. SAR 측정 실험실 배치도와 측정 장비	61
그림 2-13. 축소형 등방성 전기장 프로브	62
그림 2-14. 모의 인체도(Head Simulator)	63
그림 2-15. DUT의 측면 길이 측정	65
그림 2-16. UNI-HEAD를 사용한 장비 유형별 측정 배치	66
그림 2-17. 일본의 기술기준 시험인증 체계	69
그림 2-18. 일반적인 실험 장비 세팅	70
그림 2-19. 모의 인체의 치수	71
그림 2-20. 모의 인체의 모델	71
그림 2-21. 전기장 프로브의 예	72
그림 2-22. 시험 장비의 예	73
그림 2-23. 두부 왼쪽에서 무선 기기의 “볼(접촉)” 위치	74
그림 2-24. 15°기울인 무선 기기의 “볼(접촉)” 위치	74

그림 2-25. 두부 왼쪽에서 무선 기기의 “경사” 위치	75
그림 2-26. 프로브 측정의 환경 조건	75
그림 3-1. 휴대폰의 기준선 (a)플립형, (b) 폴더형	80
그림 3-2. 휴대폰의 위치(Cheek or Touch 위치)	81
그림 3-3. 휴대폰의 위치(Tilted 위치)	82
그림 3-4. 실행 순서 플로우차트	83
그림 3-5. 전형적인 E-Field 프로브의 구성	84
그림 3-6. E-Field 프로브의 모양	85
그림 3-7. 휴대폰과 모의 인체의 시작 위치와 기준선과 기준점의 정의	88
그림 3-8. 모바일폰이 외쪽에 있을 때 볼과 경사위치	88
그림 3-9. 시험 블록 다이어그램	90
그림 3-10. 표 3-1에서 나타낸 크기의 실례	92
그림 3-11. 멀티미디어 장비의 몸 SAR 측정시 세팅 모습	94
그림 3-12. IEEE P1518의 평면 모의 인체 모양과 크기	97
그림 3-13. 주파수에 있어서의 모의 인체의 길이와 10 g SAR에 대한 에러율	97
그림 3-14. 측정시 변화를 줄 수 있는 factors	100
그림 3-15. 두부의 SAR 측정 절차	101
그림 3-16. 시험장비 위치의 왼쪽, 오른쪽 뺨	103
그림 3-17. 시험장비 위치의 왼쪽, 오른쪽에 15. 의 기울기	103
그림 3-18. 휴대폰 기능을 가지는 PDA 측정 대상 기기	104
그림 3-19. 왼쪽 두부 부분에 접촉한 것과 기울기 15. 를 갖는 모습	105
그림 3-20. 오른쪽 두부 부분에 접촉한 것과 기울기 15. 를 갖는 모습	105
그림 3-21. 몸과 얼굴의 SAR 측정 절차	107

그림 3-22. 휴대폰 기능이 없는 PDA의 측정 대상 기기	108
그림 3-23. 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 앞면	108
그림 3-24. 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 뒷면	109
그림 3-25. 가죽 케이스와 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 앞면	109
그림 3-26. 가죽 케이스와 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 뒷면	110
그림 3-27. 가죽 케이스, 헤드폰을 사용하는 PDA	110
그림 3-28. PTT의 측정 대상 기기	113
그림 3-29. PTT를 얼굴 앞과 허리에 차고 마이크 폰을 사용하는 경우	113
그림 3-30. 벨트 클립을 장착한 PTT인 경우의 왼쪽과 오른쪽	114
그림 3-31. 벨트 클립을 장착한 PTT인 경우의 앞과 뒷면	114
그림 3-32. 벨트 클립을 장착한 PTT를 허리에 차고 마이크 폰을 사용하는 경우(이격거리 2.5 cm)	115
그림 3-33. 벨트 클립을 장착한 PTT를 허리에 차고 마이크 폰을 사용하는 경우	115
그림 3-34. 측정 결과도 예	117
그림 3-35. POS의 측정 대상 기기	118
그림 3-36. POS의 keyboard쪽과 뒤쪽 측정시 모습	118
그림 3-37. 노트북에 장착된 WLAN의 측정 대상 기기	119
그림 3-38. 노트북에 장착된 WLAN의 측정 그림	120
그림 3-39. 노트북에 장착된 WLAN을 모의 인체와 수직인 경우 의 모습	120
그림 3-40. 노트북에 장착된 WLAN의 측정	121
그림 4-1. 우리나라 전자파 흡수율 측정 기준의 모의 인체	127
그림 4-2. 모의 인체(예)	129

제 I 장 서론

멀티미디어 무선 통신기기 시장의 규모가 커지고 성장함에 따라, 멀티미디어 무선 통신기기에서 인체에 노출되는 전자파에 의한 건강 유해에 대한 일반인의 관심과 우려가 증가하고 있다. 이러한 장치의 대부분은 일반인이 접근하는 위치에 있거나 개방된 작업 공간 영역에서 사용되기 때문에, 유해성 여부에 대한 정확한 연구가 매우 절실한 상황이다.

전자파가 인체에 미치는 영향은 크게 열적 효과와 비열적 효과로 나누어지는데, 비열적 효과는 역학연구나 지원자 연구를 통해서 얻어질 수 있다. 그러나 비열적 효과 측정의 어려움으로 인해 현재 전자파 인체영향에 대한 연구는 대부분 열적 효과를 통해 이루어지고 있다.

SAR이란 생체조직이 단위 질량당 흡수하는 전력(W/kg)으로 100 kHz 이상의 주파수에서 가장 널리 채택되는 노출 측정량이다. ICNIRP(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection : 국제비전리방사위원회) 국제 규격에서는 10 g 평균 침투 SAR 값을 인체 전신 및 국부(두부 및 몸통)에 대해 각각 0.08 W/kg과 2 W/kg를 규정하고 있다. 또한 미국의 FCC 규격에서는 국부노출의 경우 1 g 평균 침투 SAR 값을 1.6 W/kg이라는 보다 낮은 값으로 제한하고 있다.

국내에서는 96년부터 한국전자통신연구원(ETRI), 한국전자과학회 등에서 전자파 인체영향연구를 수행하였으며, 2000년 1월에는 전파법에 전자파 인체 보호기준 제정 근거를 마련하게 되었다. 또한, 국민 건강 보호를 위한 예방적 차원에서 2002년 4월부터 휴대폰 형식 등록시, 전자파 흡수율 적합성 심사 조항을 추가하여 기준치(1.6W/kg)를 초과하는 경우 시장판매를 금지해왔다. 따라서 휴대폰의 제조업체와 설비업체에서는 SAR 값에 영향을 주는 요인을 분석하고 낮은 SAR 값을 나타내는 최적의 휴대용 통신장비를 설계하는 것이 보다 중요한 과제라 할 수 있다.

최근 정보통신부가 이동통신망 진화 및 디지털 기술융합에 따라 현재 보급된 휴대폰 이외에도 IMT-2000 단말기, PDA 등 새롭고 다양한 무선단말

기들이 출시될 것에 대비해 전자파흡수율 적용대상 기기 범위를 확대키로 결정하게 되었다. 이에 따라, 가슴이나 인체 허리 부분에 근접한 위치에서 작동하는 기기의 복사 부분이 포함된 PDA 및 멀티미디어 기기 등 모든 전자기장 송신 장치에 대한 기준 및 측정방법에 관한 연구가 필요하게 되었고, 이에 대하여 각국의 전자파 인체 보호기준에 대한 동향과 법제화 동향에 대하여 조사·분석하였고, 측정 방법에 대한 국제 동향과 우리나라 측정방법과 비교, 분석하였다. 본 연구자료는 국내 산업계의 국제경쟁력을 제고시키고 국민들의 전자파에 관한 우려에 대해 어떻게 대처할 것인지에 대한 참고자료로 활용할 수 있을 것이다.

제 II 장 각국의 전자파 흡수율 관련 인체 보호 기준

전자기장의 장기간 노출에 의한 비열적 영향에 대해서는 아직 많은 논란이 있으며, WHO에서는 1996년 국제 EMF 프로젝트를 시작하여 0 - 300 GHz 대역의 전자기장 노출에 대한 건강위험성 평가를 위해 필요한 연구주제를 선정하고, 국제적인 공조 하에 대규모의 연구과제들을 수행하도록 조정하고 있다. 그리고, 연구결과의 객관성 및 과학적 타당성을 확보할 수 있는 연구방법을 채택, 권고함으로써, 2004년에는 정전자기장과 ELF 전자기장에 대한 건강영향평가서(EHC: Environmental Health Criteria), 2007년에는 RF 전자기장에 대한 건강영향평가서를 발간할 계획을 가지고 있다.

우리나라에서도 최근 송전탑, 이동휴대폰지국에서 방출되는 전자기장 및 전자파와 관련된 민원이 많이 발생하고 있으며, 전자파에 대한 국민들의 관심 및 막연한 공포심이 증대됨에 따라 인체보호를 위한 대책마련이 시급하게 되었다. 이에 대한 방안으로 1996년 12월부터 정부에서는 전자파 관련 정책을 효율적으로 추진하기 위하여 범정부 차원의 “전자파환경보호위원회”를 구성하여 운영하고 있으며, 정보통신부와 환경부 등에서 전자파의 인체 영향에 대한 연구를 지원해 오고 있다.

한국전자과학회에서는 학회 산하에 의학, 공학 등 관련분야 전문가로 구성된 “전자장과 생체관계연구회”를 발족시켜 전자파의 인체영향에 대한 연구를 수행해 오고 있으며, 1999년 5월에는 “전자기장 노출에 대한 인체보호기준” 및 “전자기장 세기 측정방법”을 발표한 바 있다. 그러나, 전자파의 인체영향에 대한 국민들의 관심이 증대됨에 따라 국회에서도 전자파에 대한 정책방향 및 법제화 문제를 검토하게 되었다.

그 결과, 1999년 5월부터 10월까지 국회 내에 국회, 정부, 학계, 연구소 및 환경·노동단체 전문가들로 구성된 「전자파유해문제대책위원회」에서 정책 토론회를 개최하였으며, 전자파인체보호기준에 대한 법제화의 필요성을 인식하게 되었다. 1999년 12월에는 국회 과학기술정보통신위원회 소속 의원들의 발의로 전파법이 개정되어 인체보호기준 제정을 위한 법적 근거가 마련되었다.

또한 최근 무선 통신 기기에 대한 전자파 흡수율 적용 범위를 기존의 셀룰라폰, PCS 폰에서 IMT-2000 단말기와 휴대전화와 동일한 기능으로 사용되는 기기 즉, PDA 폰 같은 장비에까지 확대 시행하고 있다.

본 장에서는 각국의 전자파 흡수율 관련 인체보호 기준과 통신 장비에 대한 인증 및 검사에 대하여 알아보도록 하겠다.

제 1 절 우리나라

1. 우리나라의 인체 보호 기준

우리나라는 전파법 제47조 2항 “정보통신부장관은 무선설비 등에서 발생하는 전자파가 인체에 미치는 영향을 고려하여 전자파인체보호기준, 전자파강도측정기준, 전자파흡수율측정기준 및 측정대상기기·측정방법 등을 정하여 고시하여야 한다.”는 규정에 따라 전자파 인체보호 기준을 정하고 있다. 그 내용은 아래와 같다.

전자파인체보호기준

제1조(목적) 이 고시는 전파법 제47조의2제1항의 규정에 의하여 전자파인체 보호기준(이하 “인체보호기준”이라 한다)에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

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

1. “전자기장”이라 함은 전기장과 자기장의 총칭을 말한다.
2. “전기장”이라 함은 전하(電荷)에 의해 변화된 그 주위의 공간상태를 말한다.
3. “자기장”이라 함은 자석상호간, 전류상호간, 또는 자석과 전류사이에 힘이 작용하는 공간상태를 말한다.
4. “전기장강도”라 함은 전기장 내의 한 점에 있는 단위 양전하에 작용하는 힘을 말한다.

5. “자속밀도”라 함은 운동하는 전하의 운동속도에 비례하는 힘을 유발하는 벡터량을 말한다.
6. “자기장강도”라 함은 선형적이고 등방성을 갖는 매질내의 자속밀도를 주어진 주파수에 대한 매질의 투자율로 나눈 것을 말한다.
7. “전력밀도”라 함은 전자파의 진행방향에 수직인 단위면적을 통과하는 전력을 말한다.
8. “전자파흡수율(SAR, W/kg)”이라 함은 생체조직에 흡수되는 단위질량 당 에너지 율을 말한다.
9. “실효치(rms)”라 함은 정현파 신호의 크기 제공의 시간에 따른 평균값의 평방근을 말한다.
10. “일반인”이라 함은 전자기장에 노출되고 있는 사실을 모르거나 조치를 취할 수 없는 자를 말하며 의료목적으로 노출 받는 자는 제외한다.
11. “직업인”이라 함은 직무상 작업수행 과정에서 자신이 전자기장에 노출되고 있음을 알고 있고 이의 잠재적인 위험성을 알고 주의하도록 훈련받은 자를 말한다.
12. “전신노출”이라 함은 인체의 전부가 전자기장에 노출되는 것을 말한다.
13. “국부노출”이라 함은 인체의 일부가 전자기장에 노출되는 것을 말한다.

제3조(전신노출에 대한 전자파강도기준) ①일반인에 대한 전신노출은 별표1에 규정된 전기장강도와 자기장강도 또는 자속밀도와 전력밀도 값을 초과하지 않아야 한다.

②직업인에 대한 전신노출은 별표2에 규정된 전기장강도와 자기장강도 또는 자속밀도와 전력밀도 값을 초과하지 않아야 한다.

제4조(국부노출에 대한 전자파흡수율기준) 국부노출로 인한 전자파흡수율(SAR)의 최대값은 별표3에 규정된 값을 초과하지 않아야 한다.

표 2-1. 일반인에 대한 전자파강도기준(제3조 제1항 관련)

주파수 범위	전기장강도 (V/m)	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μ T)	전력밀도 (W/m ²)
1 Hz 이하	-	3.2×10^4	4×10^4	
1 Hz 이상 ~ 8 Hz 미만	10,000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8 Hz 이상 ~ 25 Hz 미만	10,000	$4,000/f$	$5,000/f$	
0.02 5kHz 이상 ~ 0.8 kHz 미만	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0.8 kHz 이상 ~ 3 kHz 미만	$250/f$	5	6.25	
3 kHz 이상 ~ 150 kHz 미만	87	5	6.25	
0.15 MHz 이상 ~ 1 MHz 미만	87	$0.73/f$	$0.92/f$	
1 MHz 이상 ~ 10 MHz 미만	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	
10 MHz 이상 ~ 400 MHz 미만	28	0.073	0.092	2
400 MHz 이상 ~ 2,000 MHz 미만	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	$f/200$
2 GHz 이상 ~ 300 GHz 미만	61	0.16	0.20	10

- 비고: 1. 주파수(f)의 단위는 주파수 범위란에 표시된 단위와 같다.
2. 전기장 강도, 자기장강도 및 자속밀도는 실효치로 한다. 자속밀도는 자기장강도에 자유공간의 투자율($4\pi \times 10^{-7}$)을 곱한 것이며 전력밀도는 주어진 주파수에서 전기장강도에 자기장강도를 곱한 것이다.
3. 100 kHz 이하의 주파수대역에서 측정값은 시간평균을 취하지 않은 최대값으로 한다.
4. 100 kHz 이상 10 GHz 미만의 주파수 대역에서 측정 평균시간은 6분으로 한다.
5. 10 GHz 이상의 주파수대역에서 측정 평균시간은 $68/f^{1.05}$ 분으로 한다. 단, f의 단위는 GHz 이다.
6. 동일 장소 또는 그 주변에 복수의 무선국이 전자파를 복사하는 경우 또는 하나의 무선국이 다중주파수의 전자파를 복사하는 경우 전기장 강도 및 자기장강도에 관하여는 위 표의 각 주파수에서 복사되는 값의 기준값에 대한 비율의 제곱의 합 또는 전력밀도에 관하여는 위 표의 각 주파수에서 복사되는 값의 기준값에 대한 비율의 합이 각각 1을 초과하지 않아야 한다.

표 2-2. 직업인에 대한 전자파강도기준(제3조 제2항 관련)

주파수 범위	전기장강도 (V/m)	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μT)	전력밀도 (W/m^2)
1 Hz 이하	-	1.63×10^5	2×10^5	
1 Hz 이상 ~ 8 Hz 미만	20,000	$1.63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	
8 Hz 이상 ~ 25 Hz 미만	20,000	$2 \times 10^4 / f$	$2.5 \times 10^4 / f$	
0.025 kHz 이상 ~ 0.82 kHz 미만	500/f	20/f	25/f	
0.82 kHz 이상 ~ 65 kHz 미만	610	24.4	30.7	
0.065 MHz 이상 ~ 1 MHz 미만	610	1.6/f	2.0/f	
1 MHz 이상 ~ 10 MHz 미만	610/f	1.6/f	2.0/f	
10 MHz 이상 ~ 400 MHz 미만	61	0.16	0.2	10
400 MHz 이상 ~ 2,000 MHz 미만	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$0.01f^{1/2}$	f/40
2 GHz 이상 ~ 300 GHz 미만	137	0.36	0.45	50

- 비고: 1. 주파수(f)의 단위는 주파수 범위란에 표시된 단위와 같다.
2. 전기장강도, 자기장강도 및 자속밀도는 실효치로 한다. 자속밀도는 자기장강도에 자유공간의 투자율($4\pi \times 10^{-7}$)을 곱한 것이며 전력밀도는 주어진 주파수에서 전기장강도에 자기장강도를 곱한 것이다.
3. 100 kHz 이하의 주파수대역에서 측정값은 시간평균을 취하지 않은 최대값으로 한다.
4. 100 kHz 이상 10 GHz 미만의 주파수 대역에서 측정 평균시간은 6 분으로 한다.
5. 10 GHz 이상의 주파수대역에서 측정 평균시간은 $68/f^{1.05}$ 분으로 한다. 단, f의 단위는 GHz 이다.
6. 동일 장소 또는 그 주변에 복수의 무선국이 전자파를 복사하는 경우 또는 하나의 무선국이 다중주파수의 전자파를 복사하는 경우 전기장강도 및 자기장강도에 관하여는 위 표의 각 주파수에서 복사되는 값의 기준값에 대한 비율의 제곱의 합 또는 전력밀도에 관하여는 위 표의 각 주파수에서 복사되는 값의 기준값에 대한 비율의 합이 각각 1을 초과하지 않아야 한다.

표 2-3. 국부노출에 대한 전자파흡수율(SAR)기준(제4조 관련)

주파수 범위	전자파흡수율(W/kg)
100 kHz ~ 10 GHz	1.6

비고 : 1. 위 표의 값은 임의의 인체 조직 1그램에 대하여 평균한 전자파흡수율의 최대값에 해당한다.

2. 통신 장비에 대한 국내 인증 및 검사

국가는 국민의 안전, 보건 및 환경보호 등을 위하여 시장에 유통중인 제품에 대해 해당 제품이 준수해야할 기술명세를 규정하고 있으며, 이의 준수를 법으로 강제하고 있다. 통신기기 제품의 경우 강제로 준수해야하는 기준을 통신기기 기술기준이라 하며, 이의 준수여부를 사전에 확인하는 과정을 통신기기 인증제도라 한다.

국내 유·무선 통신기기 관련 검인증제도는 형식승인, 형식검정 및 형식등록, 전자파적합등록으로 구분된다. 유선통신기기의 경우 인명이나 통신망 보호를 위해 형식승인제도를 운영하고 있고 무선통신기기의 경우 한정된 주파수 자원을 효율적으로 이용하면서 다른 통신 이용자에게 피해를 주지 않도록 하기 위하여 “형식검정” 또는 “형식등록”제도를 운영하고 있다. 그리고 정보통신기기에 대해 전자파장해를 방지하거나 유해전자파로부터 기기의 정상적 동작을 보장하기 위한 전자파적합등록 제도가 있다.

가. 형식승인 제도

형식승인제도는 전기통신망에 접속되는 단말장치로 인한 전기적 기계적 위해로부터 공중통신망을 보호하고 단말장치 이용자의 안전 및 권익보호를 위하여 그 단말장치에 대하여 정해진 기술기준에의 적합여부를 심사하여 합격한 장치에 대해 시장에서 자유로운 판매를 허용하는 제도를 말한다.

관계법령으로는 전기통신기본법 제33조, 전기통신기본법 시행령, 전기통

표 2-4. 형식승인의 행정처분

구 분	행정처분기준	비 고
<ul style="list-style-type: none"> - 허위 기타 부정한 방법으로 형식승인을 얻은 때 - 전기통신기자재가 기술기준에 적합하지 아니하게 된 때 - 전기통신기자재에 형식승인표시를 하지 아니한 때 - 전기통신기자재에 형식승인표시를 허위로 한 때 	<ul style="list-style-type: none"> - 형식승인 취소 - 당해제품의 생산중지 및 수거명령 - 당해제품의 수거 후 형식승인 표시명령 - 당해제품의 생산중지 및 수거명령 	<ul style="list-style-type: none"> - 6개월 이내에 형식승인 신청 금지

표 2-5. 형식승인의 벌칙

구 분	벌 칙
<ul style="list-style-type: none"> - 형식승인을 얻지 아니하고 전기통신 기자재를 판매, 수입하는 자 - 생산중지 명령을 위반한 자 - 불법유통 기자재에 대한 수거 또는 파기 명령을 위반하는 자 	<ul style="list-style-type: none"> - 1년이하 징역 또는 3백만원이하 벌금 - 1년이하 징역 또는 1천만원이하 벌금 - 1년이하 징역 또는 1천만원이하 벌금

신기본법 시행규칙, 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙, 기간통신사업자 공시, 정보통신기기인증규칙, 정보통신기기 인증을 위한 세부지침 등이 있으며, 관계법령에 근거해 해당기기가 관련 규정을 준수하지 않을 경우 표 2-4, 2-5와 같은 행정처분 등의 벌칙을 부과한다.

나. 형식검정과 형식등록

한정된 주파수 자원을 효율적으로 이용하면서 다른 통신 이용자의 피해를 최소화하여 인명 안전 및 전파질서 확립하고 무선기기의 품질향상을 유도하기 위하여 무선기기 인증제도를 운영하고 있으며, 해당 무선기기가 인명에 직접 관련되는지 여부에 따라 ‘형식검정’과 ‘형식등록’ 제도로 구분한다. 즉 인명과 직접 관련되는 주요 무선기기의 경우는 형식검정 대상으로 그리고 인명에 직접적인 영향은 주지 않으나 중요한 무선기기는 형식등록 대상으로 구분하

고 있다. 인명과 직접 관련되는 형식검정의 시험과 인증은 오직 전파연구소에서만 수행하여야 하며, 형식등록의 인증 업무는 전파연구소를 포함한 지정 시험기관에서 수행할 수 있다.

관계법령으로는 전파법 제46조, 정보통신기기 인증규칙 (정보통신부령 제94호), 무선설비규칙 (정보통신부령 제108조), 전기통신 사업용 무선설비의 기술기준 (정보통신부고시 제2001-22호), 기타업무용 무선설비의 기술기준 (정보통신부고시 제2001-67호), 미약 전파법 등이 있으며, 관계법령에 근거해 해당기기가 관련 규정을 준수하지 않을 경우 다음 표 2-6, 2-7과 같은 행정처분 등의 벌칙을 부과 받게 된다.

표 2-6. 형식검정 및 형식등록의 행정처분

구 분	행정처분기준	비 고
<ul style="list-style-type: none"> - 허위 기타 부정한 방법으로 형식검정 또는 형식등록을 한때 - 형식검정 또는 형식등록된 기기가 기술기준에 적합하지 아니하게 된 때 - 형식검정 또는 형식등록표시를 하지 아니하거나 허위로 표시를 한 때 	<ul style="list-style-type: none"> - 형식검정 또는 형식등록 취소 - 시정, 철거, 파기, 수거, 사용중지, 생산중지 등 필요조치 명함 - 동일 	<ul style="list-style-type: none"> - 1년 이내에서 신청자격 제한

표 2-7. 형식검정 및 형식등록의 벌칙

구 분	벌 칙
<ul style="list-style-type: none"> - 형식검정 또는 형식등록을 하지 아니한 기기를 판매 또는 판매목적으로 제작, 진열 보관 운송한 자 - 행정처분(시정, 철거, 파기, 수거 사용중지, 생산중지) 명령을 이행하지 아니하는 자 - 관계공무원의 조사, 시험을 거부 또는 방해한 자 	<ul style="list-style-type: none"> - 1년 이하 징역 또는 3백만원 이하 벌금 - 1년 이하 징역 또는 1천만원 이하 벌금 - 1년 이하 징역 또는 1천만원 이하 벌금

다. 전자파적합 제도

전자산업이 발전함에 따라 각종 전기, 전자 제품으로부터 발생하는 유해전자파는 주변기기에 영향을 주어 기기의 오동작을 유발하는 등 다양한 사고의 원인으로 작용한다. 이에 따라 불필요 전자파에 의한 통신 장애 및 기기 오작동으로 인한 산업 재해 유발을 예방하고 선진국의 보호 무역 주위에 적극 대처함으로서 국내 전파 환경 보호 및 국내 제품의 국제 경쟁력 재고를 위해 전자파적합등록 제도를 운영하고 있다. 전자파적합등록 제도는 해당 통신기기가 유해 전자파를 기준이하로 방출할 것을 규정하는 EMI(전자파장해검정) 인증제도와 일정 기준 이하의 외부 전자파 환경 하에서 해당 통신기기가 정상적으로 동작함을 확인하는 EMS(전자파내성) 인증제도로 나누어지며, 통상적으로 EMI와 EMS를 통칭하여 EMC 제도라 한다. 우리나라의 경우 1989년 12월 30일 최초로 EMI 제도가 도입되었으며, 2000년 1월 1일부터 EMS 제도를 추가 규정하여 시행해 오고 있다.

관계법령으로는 전파법 제57조, 정보통신부령 제94호, 정보통신부고시 제1996-78호, 정보통신부고시 제1996-79호, 정보통신부고시 제1996-80호, 정보통신부고시 제1996-81호 (96. 10. 9 전자파내성 시험방법 등), 전파연구소고시 제2000-72호 (2000. 6. 1 정보통신기기인증을 위한 세부지침) 등이 있으며, 관계법령에 근거하여 해당기기가 관련 규정을 준수하지 않을 경우 다음 표 2-8, 2-9와 같은 행정처분 등의 벌칙을 부과 받게 된다.

표 2-8. 전자파적합등록의 행정처분

구 분	행정처분기준	비 고
<ul style="list-style-type: none"> - 허위 기타 부정한 방법으로 전자파적합등록을 한 때 - 등록된 기기가 기술기준에 적합하지 아니하게 된 때 - 기기에 적합등록 표시를 하지 아니하거나 허위로 표시를 한 때 	<ul style="list-style-type: none"> - 등록 취소 - 시정, 철거, 파기, 수거, 사용중지, 생산중지 등 필요조치 명함 - 동일 - 동일 	<ul style="list-style-type: none"> - 1년 이내에서 신청 자격제한

표 2-9. 전자파적합등록의 벌칙

구 분	벌 칙
<ul style="list-style-type: none"> - 전자파적합등록을 하지 아니한 기기를 판매 또는 판매 목적으로 제작, 진열 보관 운송한 자 - 행정처분(시정, 철거, 파기, 수거 사용중지, 생산중지) 명령을 이행하지 아니하는 자 - 관계공무원의 조사, 시험을 거부 또는 방해한 자 	<ul style="list-style-type: none"> - 1년 이하 징역 또는 3백만원 이하 벌금 - 1년 이하 징역 또는 1천만원 이하 벌금 - 1년 이하 징역 또는 1천만원 이하 벌금

3. 지정시험기관 제도

가. 지정시험기관의 개요 및 법적 근거

(1) 지정시험기관

지정시험기관이란 정보통신기기의 인증을 위해 필요한 기술기준의 적합성 여부를 시험하는 곳으로 관련 규정에 따라 전파연구소로부터 지정을 받아 시험업무에 종사하는 기관을 말한다. 시험기관의 지정에 관한 세부적인 규정은 정보통신부령인 ‘정보통신기기 시험기관의 지정 및 관리 등에 관한 규칙’과 이에 대한 운영 지침으로 전파연구소에서 고시한 ‘정보통신기기 시험기관의 지정 및 관리를 위한 세부운영 지침’에서 규정하고 있다. 시험기관 지정을 위한 요건은 상기 규칙 등에 언급되어 있지만 특별한 경우를 제외하고는 국제 규격인 ISO/IEC 17025(시험기관의 자격에 관한 일반적 요건)에서 규정하고 있는 내용을 만족한다면 규칙에서 명시하고 있는 요건을 충족시킬 수 있을 것이다.

지정시험기관은 전기통신기본법시행규칙, 무선 설비 형식검정 및 형식 등록 규칙 및 전자파적합등록 규칙에 각각 분산되어 규정되어 있는 유선기기, 무선기기 및 전자파적합등록 기기에 대한 시험기관지정 관련규정을 통합하여 민원인의 편의를 도모하고 시험기관관리에 대한 국제 표준을 수용하여 지정시험기관의 국제 경쟁력 확보에 목적을 두고 있으며, 표 2-10과 같이 분류할 수 있다.

표 2-10. 지정기관의 구분

대상 인증	시험항목	대상기기	기기의 예
형식승인	전기통신시험과 전기안전시험 (단, 무선기기에 따라 EMI 및 EMS 시험도 적용)	전기통신 기자재	휴대폰, 모뎀, 팩시밀리 등
형식검정	무선기기 형식검정시험 (전파연구소에서만 시험)	무선설비기기	선박용 경보자동수신기 등 인명안전과 관련이 많은 무선기기
형식등록	무선기기 형식등록시험		이동가입무선전화 등 일반인이 쉽게 쓸 수 있는 무선기기
전자파 적합 등록	EMI 및 EMS시험	정보기기	PC, 프린터, 모니터 등

(2) 법적 근거

- 전기통신기본법 제33조의 2항
- 전파법 제46조의 5항, 제47조의 2항, 제57조의 2항

나. 지정신청 및 절차

(1) 지정신청

지정신청은 신청 서류와 수수료를 준비하여 시험기관 지정 신청서와 함께 전파연구소에 접수하면 된다.

1) 신청서

- 신청인
 - 기관명 : 회사명

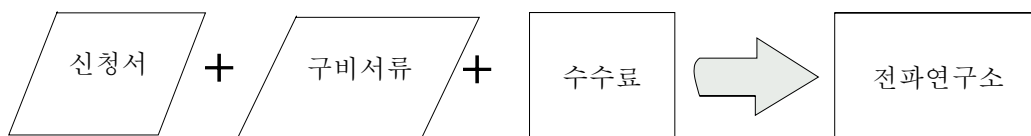


그림 2-1. 신청 방법

- 사업자 등록번호 : 사업자 등록증상의 사업자 등록번호
- 대표자명 : 사업자 등록증상의 대표자
- 주민등록번호 : 대표자의 주민등록번호를 기재
- 주소(사무소) : 시험시설과 사무소가 분리되어 있는 경우 또는 시험
시설이 여러 곳에 분포되어 있는 경우 본사를 기재
- o 시험장 : 시험시설이 위치한 곳의 주소
- o 시험분야 : 신청하고자 하는 시험분야
- o 시험종목 : 시험 종목은 각 시험분야에 해당되는 기술기준에서 명시
하는 시험항목과 국가 간 상호인정 협정에 따라 협정국
의 시험종목을 신청 가능
- o 규 격 : EMI 시험을 실시하고자하는 야외 또는 대용시험실의 규격
- o 서 명 : 대표자의 직인 또는 대표자가 직접 서명

2) 구비 서류

- o 조직 및 인력이 포함된 일반현황 - 1부
- o 신청인의 주민등록표등본(법인의 경우에는 법인등기부등본) - 1부
- o 시험설비의 보유현황 및 교정검사현황 - 1부
- o 시험에 필요한 조직, 인력, 설비, 환경조건 등 지정기준에 적합함을
증명하는 서류 - 1부
- o 품질관리규정(품질 매뉴얼) - 1부

(2) 지정 신청절차

시험기관 지정절차는 그림 2-2와 같이 신청인이 규정한 제출양식과 관련 서류를 전파연구소장에게 제출하면 전파연구소에서는 먼저 제출한 서류를 평가한다. 이때 서류평가 시에는 제출서류의 완비여부와 더불어 품질관리문서 및 관련문서의 적합성 여부 등을 검토하며, 검토결과 미비 또는 보완이 필요한 사항에 대해서는 60일 이내의 기간을 정하여 이를 보완하도록 하고 있다.

제출된 서류가 완비되었을 경우 제출 문서에 대해 상세한 서류심사와 더

불어 현장평가를 시행하게 된다. 이때 전파연구소장은 현장평가를 위한 평가단을 구성하여 평가를 시행하게 되는데 평가단 구성은 담당공무원이나 외부 전문가 등으로 구성될 수 있으며, 이렇게 구성된 평가단이 직접 신청인의 시험기관을 방문하여 시험기관의 시험원 능력 및 시설 등을 평가하게 된다. 평가단이 현장평가를 수행할 경우 시험기관평가 체크리스트에 의하여 평가가 수행되며 담당직원과의 면담, 관련문서 확인 및 현장관찰을 수행한다. 현장평가결과 부적합사항을 발견할 경우 60일의 기간 내에서 이를 보완할 수 있도록 하고 있다. 서류평가 결과 및 현장평가 결과, 그리고 시험기관의 보완결과를 종합적으로 평가하여 전파연구소장은 신청 시험기관의 지정여부를 최종 결정하게 되며 적합하다고 판단될 경우 그 결과를 신청인에게 통보하며, 동시에 관보에 이 사실을 게재한다. 이렇게 지정된 시험기관은 지정분야의 통신기기에 대하여 기술기준 적합 여부 시험을 수행할 수 있다. 이때 시험기관이 우리나라와 MRA를 체결한 국가의 시험기관으로 지정되었을 경우 전파연구소장은 그 사실을 MRA 상대국에도 통보하게 된다.

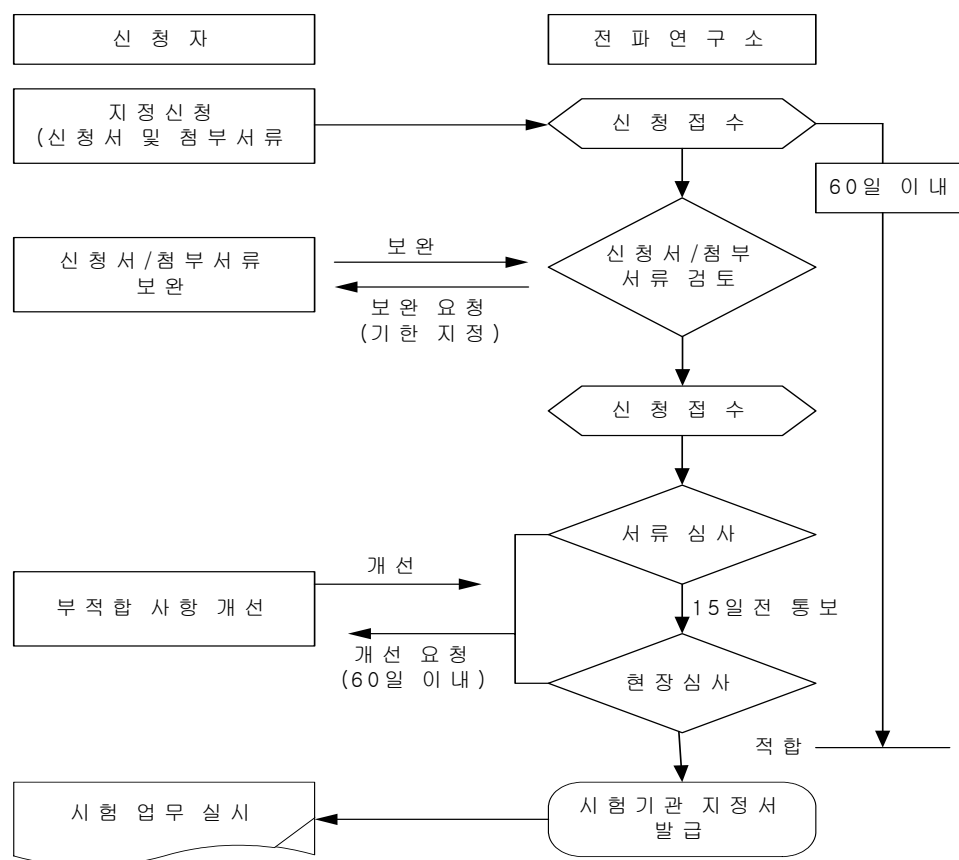


그림 2-2. 시험 지정 절차

(3) 전자파적합등록

1) 대상기기

- o 데이터 및 통신 메시지의 입력·출력·저장·검색·전송 또는 제어 등의 주요기능과 정보전송용으로 작동되는 1개 이상의 터미널포트를 갖춘 기기로서 600 V이하의 공급전압을 가진 기기
 - 컴퓨터와 그 주변기기
 - 터미널 포트가 있는 컴퓨터 내장 구성품 및 유선통신단말기기류

2) 면제기기

- o 산업표준화법에 의한 한국산업규격표시의 허가 또는 승인을 얻은 품목
- o 전기용품안전관리법에 의한 형식승인을 얻은 전기용품
- o 품질경영촉진법에 의한 안전검사를 받은 공산품
- o 전기통신기본법에 의한 형식승인을 얻은 전기통신기자재
- o 자동차관리법에 의한 형식승인을 얻은 자동차
- o 소방법에 의한 형식승인을 얻은 소방기기
- o 약사법에 의한 품목허가를 받은 의료용구

제 2 절 미 국

1. 미국의 인체 보호 기준

미국은 우리나라와 마찬가지로 국부 전자파 흡수율 기준을 1.6 W/kg으로 정하고 있다. 구체적인 SAR 제한치는 표 2-11와 같다.

표 2-11. 미국의 전자파 흡수율 기준

(단위 : W/kg)

	Whole-Body	Partial-Body	Hands, Wrists, Feet and Ankles
Limits for Occupational/Controlled Exposure	0.4	8.0 (for 1 g)	20.0
Limits for General Population/Uncontrolled Exposure	0.08	1.6 (for 1 g)	4.0

몸 전체 SAR 값은 몸 전체에 대해서 평균한 값이고, 국부 SAR은 큐브 모양의 조직 1 g의 체적에 대해 평균한 값이다. 손, 손목 그리고, 발과 발목에 대한 SAR 값은 1 g과 마찬가지로 큐브 모양의 10 g 조직에 대해 평균한 값이다. 주파수가 6.0 GHz를 넘어서면 SAR 제한치는 적용되지 않고 field strength와 전력 밀도에 대한 MPE 제한치가 적용된다. 일반적인 MPE 평가에 대해서 mobile 송신 장비에 대한 분류상의 제외 필요성은 6.0 GHz 이상에서 동작하는 휴대용 장비에는 적용하지 않는다.

FCC에서는 무선 통신 장비를 고정용, 이동용, 휴대용 장비로 분류하여 이중 사용자나 혹은 주변인에게서 20 cm 이내에서 동작하는 모든 장비는 전자파 흡수율 기준 적용 대상 장비에 포함된다.

이동용 장비에는 차량 탑재용 안테나 또는 가지고 움직일 수 있는 전송 장비에 사용되는 PCS, 휴대폰 또는 다른 무선 장비들이 있다. 이러한 장비들은 일반적으로 MPE 노출 제한치로 평가되어진다. 경우에 따라서는 대상 장비가 SAR 노출 제한치로 평가되어질 수도 있으나, MPE 노출 제한치를 바탕으로 평가하는 것이 일반적으로 보다 간편하고 비용 절약적인 방법이다.

RF 노출 적합성에 대해 휴대용 장치들을 평가하기 위한 FCC 규정들은 47CFR 2.1093에 포함되어 있다. RF 노출 평가의 목적으로, 휴대용 장치는 일반적인 동작 조건 하에서 사용자나 옆사람의 몸에서 20cm 이내 또는 사용자들 몸에 직접 접촉되어 사용되도록 디자인된 전송장비로 정의한다.

이러한 장비의 분류는 일반적으로 방사 안테나를 쏘는 장치나 무선 송신 장비인 셀룰라나 PCS 휴대폰들을 포함할 것이다. 휴대용 장치들은 RF 노출에 대해 SAR 한계치를 적용하여 평가한다. ANSI/IEEE 와 NCRP 노출 기준들 모두 잠재적으로 유해한 생물학적 영향이 평균적으로 몸 전체에 4.0 W/kg 의 SAR 수준에서 발생할 수 있는 결정을 근거로 하고 있다. 적절한 안전 요소들은 몸 전체 노출(“조절할 수 있는”, “직업인” 경우 0.4 W/kg, “조절할 수 없는”, “일반인” 경우 0.08 W/kg)과 hand-held 셀룰라 폰의 사용자의 머리에서 발생할 수 있는 국부 노출에 대해 한계치에 도달할 경우 추가된다. 소비자들에 의해 사용되는 휴대용 전송장치들에 대한 적용할 수 있는 SAR 한계치는 1.6 W/kg 이다. 이것은 입방체 모양의 한 조직의 체적으로 규정한 조직의 1 g의 어느 한 부분에 대해 평균한 값이다.

CFR 47 2.1093에서 확인된 휴대용 장비들은 장비허가 또는 사용 이전에 RF 노출에 대해 일반적인 환경 평가를 수행하도록 요구된다. 그러한 휴대용 장치들은 측정이나 컴퓨터 모형화 방법들을 사용한 SAR 한계치에 대하여 평가된 것이다. 표준화한 테스트 프로토콜의 부족 때문에 FCC는 적합성을 결정하기 위해 사용되는 평가 절차들을 뒷받침하기 위해 기술적 정보를 요청해 왔다. 반면에 표준화한 SAR test 절차들은 산업 그룹들과 다른 조직들에 의해 발전되고 있다.

일반적으로, 직업인(occupational/controlled) 노출 한계치는 사람들이 그들의 직업 환경에 있어서의 노출 가능성에 대해 충분히 알 수 있게 하고, 그들의 노출량을 조절할 수 있는 훈련을 할 수 있기 때문에 일반인보다 SAR 값을 높게 정한다.

또한 이 노출 분류는 전자파에 대한 노출이 일반인(general public/uncontrolled)의 경우에 대한 SAR 값보다 더 높은 노출량을 갖는 장소에 빈번하게 짧은 순간 동안이라도 지나가거나 잠시 머무를 때 적용할 수 있다. 노출된 사람은 노출의 가능성에 대해 충분히 알고 있고, 그 지역을 벗어나거나, 어떤 다른 적절한 방법에 의해 노출에 대해 조절하는 연습이나 훈련을

할 수 있다.

직장이나 유사한 환경에서 RF 노출 가능성에 대한 지식은 RF 안전 프로그램의 부분으로서 특정한 훈련을 통해 제공받을 수 있다. 경고 신호들이나 표지들은 또한 가능성 있는 노출의 위험에 대한 중요한 정보나 어떤 노출 위험들을 최소화하는 방법들에 대한 내용을 제공함으로써 노출에 대한 지식을 얻게 하는 데 사용될 수 있다.

일반인에 대한 경우의 노출 한계치는 일반인이 노출되어 있거나, 직업 환경에 있어서 전자파에 노출되어 있는 사람들이 노출 가능성에 대해 알고 있지 못하거나 그들의 노출에 대한 조절 훈련을 할 수 없는 상황에 적용할 수 있다. 일반대중들은 전자파에 대한 노출이 직업과 관련되지 않을 때 이 범주 아래 있게 된다.

셀룰라폰과 같은 저출력 소비 장비들에 부착하는 경고 라벨은 일반인 분류에 있는 장비의 노출 한계를 적용한다. 일반적으로 전형적인 휴대용 동작 구성을 허가하기 위해 중요하게 고려되는 임계 값은 적합성을 결정하기 위해 FDTD 또는 다른 방법들을 사용하여 숫자로 나타낸 모형화 기법으로 평가할 수 있다. 일반인에 전자파 흡수율에 대한 평가가 필요 없는 경우는 임계치 값이 $60/f(\text{GHz}) \text{ mW}$ 아래에 있는 경우인데 출력 전력 값이 매우 낮게 나오기 때문에 전자파 흡수율에 대한 적용이 필요 없는 경우이다. 반면 임계치 값이 $900/f(\text{GHz}) \text{ mW}$ 을 초과했을 때에는 출력전력이 그만큼 높게 나오는 장비이기 때문에 인가가 불가능한 기기이다.

직업인의 경우 임계치 값이 $375/f(\text{GHz}) \text{ mW}$ 아래에 있는 경우와 $2250/f(\text{GHz}) \text{ mW}$ 을 초과했을 때 각각 일반인의 경우처럼 적용할 수 있다.

일반적 RF 평가를 진행하기 전에, RF 평가는 반드시 장치가 이동용 또는 휴대용 범주아래 간주되는지 그리고 노출이 직업적/조절가능 또는 일반적 일반인/조절할 수 없는 조건들 아래서 일어날 수 있는지 결정되어야 한다. 이러한 결정들은 일반적으로 장치가 field strength, 전력밀도 또는 SAR 한계치에 관하여 평가할 것인지 그리고 노출 조건들과 한계치가 적합성을 설명하도록 사용하여야 하는지를 결정할 것이다.

표 2-12. 적합성 평가를 위한 수치 해석적 방법

GHz		60	75	90	120		600	750	900	
	1					2				3
6.00		10	13	15	20		100	125	150	
3.00		20	25	30	40		200	250	300	
2.45		24	31	37	49		245	306	367	
1.90		32	39	47	63		316	395	474	
1.60		38	47	56	75		375	469	563	
0.90		67	83	100	133		667	833	1000	
0.83		72	90	108	145		723	904	1084	
0.45		133	167	200	267		1333	1667	2000	
0.30		200	250	300	400		2000	2500	3000	
0.15		400	500	600	800		4000	5000	6000	
										6
GHz		300	375	450	600		2000	2250	2500	
6.00		50	63	75	100		333	375	417	
3.00		100	125	150	200		667	750	833	
2.45		122	153	184	245		816	918	1020	
1.90		158	197	237	316		1053	1184	1316	
1.60		188	234	281	375		1250	1406	1563	
0.90		333	417	500	667		2222	2500	2776	
0.83		361	452	542	723		2410	2711	3012	
0.45		667	833	1000	1333		4444	5000	5556	
0.30		1000	1250	1500	2000		6667	7500	8333	
0.15		2000	2500	3000	4000		13333	15000	16667	
			4					5		

1. 일반인의 몸에 있는 장비
2. 랩탑컴퓨터 안에 있는 LAN처럼 몸에 붙지 않은 장비
3. 일반인 높은 반응요소, 직업적인 낮은 반응 요소의 얼굴 앞의 PTT
4. 직업적인, 몸에 착용하는 PTT
5. Occupational, PTT high factor
6. 출력이 일반적인 노출에 대해 시간 평균화된 소스에 바탕을 둔 것

2. 통신 장비에 대한 미국의 인증 및 검사

가. 시험인증 기관 및 제도

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

미국의 독립적인 정부 기관인 FCC는 미국연방통신위원회로서 전파자원의 효율적 이용관리 방안에 일환으로 주요전기·전자제품에서 발생하는 EMI와 전자파의 인체 노출에 대한 규제를 실시하고 있다. 이와 같은 규제는 연방통신법에 의거하여 실시되는데 위반시는 법에 따라 제품의 수입, 판매, 전시, 광고 등 유통전반에 걸친 강력한 제재가 수반된다. 따라서 관련제품에 대한 FCC의 인증을 받지 못하면 미국내로 제품을 수출하는 것이 불가능하며, 그러므로 제품의 FCC 인증 획득은 필수적이다.

FCC는 통신시장의 경쟁력 강화와 공공의 이익을 보호하기 위한 임무를 갖고 있으며, 국회에서 결정된 사항으로 무선, TV, 위성, 케이블에 의한 각 주 및 국제적인 통신에 관련한 정책을 개발하고 이를 이행하는 독립적인 정부 대리 기관이며 무선에 관련된 FCC 부서는 OET(Office of Engineering and Technology)이다.

FCC가 정한 CFR 47은 Volume 1~8까지 있고 전자파 방해에 관련한 부분은 Volume 2에 있으며 이중 15장에 무선주파기기, 18장에 ISM 장치, 68장에 전화단말기에 대한 규칙이 정해져 있다.

CFR 47에서 언급하고 있는 내용들은 통신 장비의 기술적 사양, 무선 통신 서비스, EMC의 기술적 사양, 전화 단말기 관련 설비, 실험 방법, 설비 승인 요건, 매매 및 수입 관련 규정들이다.

표 2-13. 인증별 대상 기기

Verification	SDoC	DoC	Certification
Most ISM Equipment		Cable System Term. Device	Cable System Term Device
TV & FM Receivers		PC's & Peripherals	PC's & Peripherals
All other Digital Devices		Most Receivers	Most Receivers
Pt-to-Pt Microwave		TV Interface Devices	TV Interface Devices
Broadcast Transmitters		Consumer ISM Equipment	Consumer ISM Equipment
Aux. Broadcast Transmitters	Telephone Equipment		<i>Telephone Equipment¹</i>
INMARSAT Equipment			Most transmitters
406 MHz ELT			Scanning Revetivers
CATV Relay Transmitters			

FCC의 인증은 모든 대상기기에 대해서 확일적으로 적용하는 것이 아니라, 제품별로 차등을 두어 다음과 같이 4가지의 인증절차로 구분하여 운영하고 있다. 인증 절차는 자기증명(Verification), 제조자 적합성 선언(SDoC, supplier declaration of conformity), 적합성 선언(DoC, Declaration of conformity), 적합 인증(Certification) 등의 4가지로 구분된다.

자기증명은 제조자 또는 수입자가 해당기기에 대한 공인시험소에서 적합성 시험을 실시한 후 결과를 자체보관, 관리하는 인증절차로 관련제품은 사무용 컴퓨터, TV 및 FM 수신기 등이 있다.

적합 인증은 제조자가 공인시험소의 시험보고서와 신청서를 FCC에 제출하는 인증절차로 해당 제품은 컴퓨터 및 주변기기, VCR, 무선조정 완구 등이 있다. 동제품은 판매시 제품 라벨에 관련 문구 및 FCC ID를 부착하여야 한다.

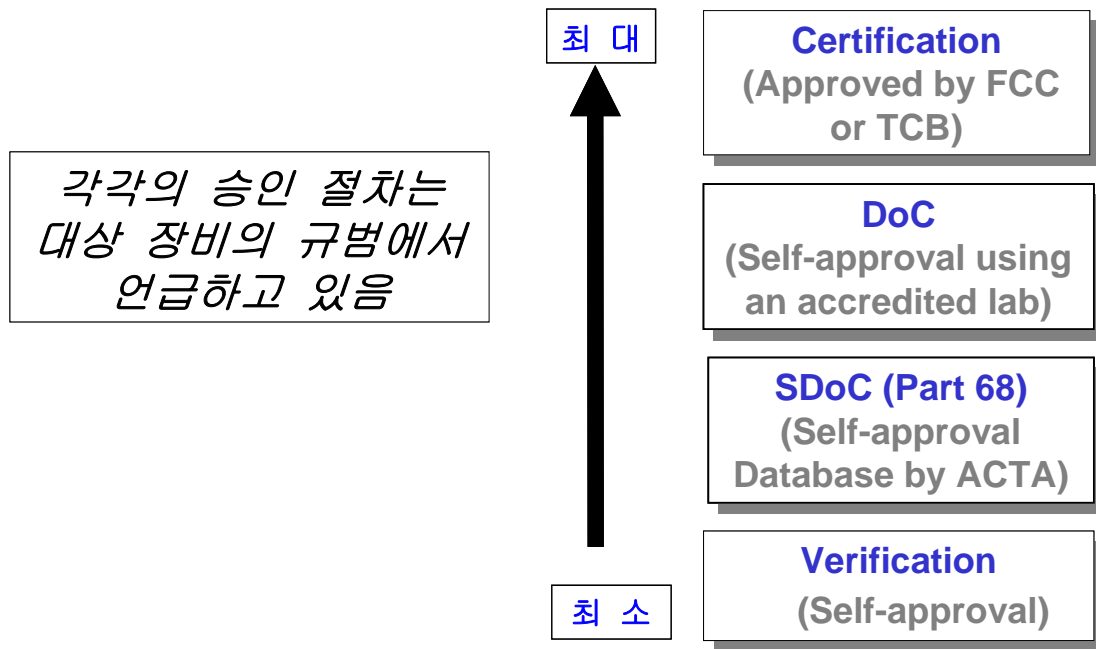


그림 2-3. 인증 수준 비교

자기적합선언 해당 제품에 대해서 FCC에서 정한 기술기준에 따라 시험하여 합격하였을 경우, 제조자가 FCC의 별도 승인 없이 자기 적합 선언만으로 인증마크를 부착한 후 출시시킬 수 있는 방식이다. DOC제도는 1996년 5월부터 FCC 96-206, ET Docket No. 95-19 문서에 따라 실시되고 있다. DOC를 실시하게 된 배경은 Digital 기기에 대한 전반적인 전자파 발생량의 감소, 관련제품의 life cycle 감소, 인증 소요일 증가에 따른 관련업체의 불만고조, 인증 소요비용의 절감, 관련업체의 대외경쟁력 재고 및 국제 인증동향에 탄력적인 대응을 하기 위해서다. DOC를 실시하기 위해서는 제조자가 FCC의 DOC를 하기 위한 공인시험소인 NVLAP (National Voluntary Laboratory Accreditation Program) 에서 규격 적합시험을 실시한 후 미국 내 대리인 (Third Party)을 통해 자기적합선언을 해야 한다. 적합 인증을 따르는 기존의 인증방식과는 달리 DoC절차를 통했을 경우, 제품상에 FCC의 기술기준에 적합하다는 사실을 보기 쉬운 위치에 영구적 방법으로 부착하여야 한다. DoC방식으로 FCC 규격을 진행한 제품에 대해 FCC는 Third Party에게 제품의 조사결과 및 결함에 대한 수정, 보완사항을 포함하여 제품의 양산, 유

통, 사용에 따른 조치사항을 요청할 수 있으며 적합성 확인을 위해 수시로 제품의 샘플을 요구할 수 있다. 또한 관련 자료를 제출하지 못하였을 경우 벌금이나 행정적인 제재를 받을 수 있으며 시험 데이터는 14일, 샘플은 60일 이내에 제출하여야 한다.

의도적으로 전자파에너지를 사용하는 송신기 및 일부 수신기 등과 같이 전자파를 많이 발생하는 제품은 통신체계에 중대한 영향을 미칠 수 있기 때문에 FCC 시험소에서 시험을 한 후, 시험성적서 및 관련서류 등을 FCC에서 확인을 받도록 하는 인증제도가 있다. 신청자는 이 인증구분에 해당하는 제품에 반드시 FCC ID를 부착하여야 하고, FCC 인증비용을 지불하여야 한다.

TCB가 제품 인증을 수행하기 위해서는 제품 인증 신청 자료 및 승인서 사본을 FCC로 송부하고 FCC가 요구할 경우 승인한 제품의 리스트 혹은 30일 이내의 제품 평가 보고서를 제출하여야 한다. 또한 사후관리(post-market surveillance) 활동 즉 형식시험(type testing) 또는 그와 유사한 활동을 수행하여야 한다.

그림 2-4는 일반적인 승인 절차에 대한 도표로써, 다음과 같이 설명할 수 있다.

- (1) 신청자가 FCC Grantee Code 신청을 FCC에 한다.
- (2) FCC는 FCC Grantee Code를 신청자에게 발급한다.
- (3) 신청자는 시험소(FCC에 등록된 시험소)에 시험신청을 한다.
- (4) 시험소(FCC에 등록된 시험소)는 신청자에게 시험성적서를 발급한다.
- (5) 신청자는 인증(시험성적서, 수수료, 신청서)을 FCC에 신청한다.
- (6) FCC는 인증을 신청자에게 발급한다.

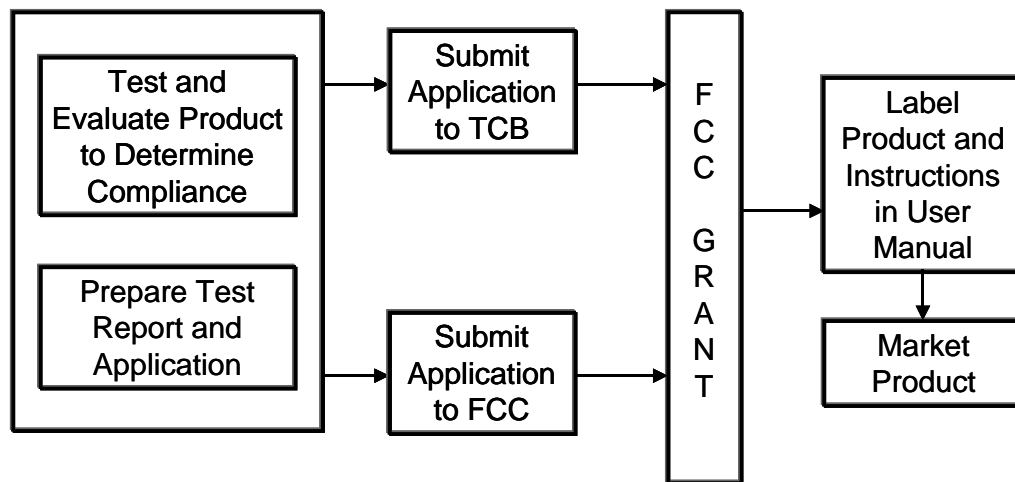


그림 2-4. 적합 인증 절차

FCC는 송신기의 RF 방사 노출에 관한 정책을 실시하고 있다. FCC는 건강 또는 안전에 관한 업무를 실시하는 정부 행정부서가 아니기 때문에, RF 방사에 의한 노출 정책에 관한 권고와 지침을 NCRP, ANSI, IEEE, EPA, FDA, NIOSH, OSHA등 여러 관련 전문 기관에서 받고 있다.

FCC에서는 RF노출에 의한 인체에 의한 관련된 업무를 위해 관련 입법을 발전시켜왔다. 1969년에는 National Environmental Policy Act(NEPA)중, 42 U.S.C 4321-4335에 관련 규정을 통해, 법적 제도 마련의 초석을 마련하게 되었고, 환경 위원회에서 CFR 40 1500-1508.28에서 관련 규정을 마련한 후, 1996년 Telecommunication Act를 제정하게 되었다. 1996년 FCC 규정을 통해, NEPA의 관련 절차와 규제치, 규범을 CFR 47의 part 1의 subpart 1에 포함시키게 되었으며, 2001년 9월 1일에 section 1.1307(b)를 통해 송신기와 관련 시설의 적합성 평가를 요구하게 되었다. 또한, sections 2.1091, 2.1093을 통해 이동용(mobile)과 휴대용(portable) 송신기를 위한 RF 방사에 대한 필요사항과 절차를 요구하게 됨에 따라, 휴대폰 및 멀티미디어 무선기기의 인체에 대한 RF 적합성 평가가 가능하게 되었다.

이동용과 휴대용 송신 장비는 각각 FCC 규정 Part 22의 Subpart H에서 셀룰라폰 Radiotelephone Service, Part 24의 개인통신 서비스(PCS), Part 25의 위성 통신 서비스(Satellite Communications Services), Part 26의 the General Wireless Communications Services, Part 27의 the Wireless Communications Services, Part 80의 the Maritime Services(ship earth

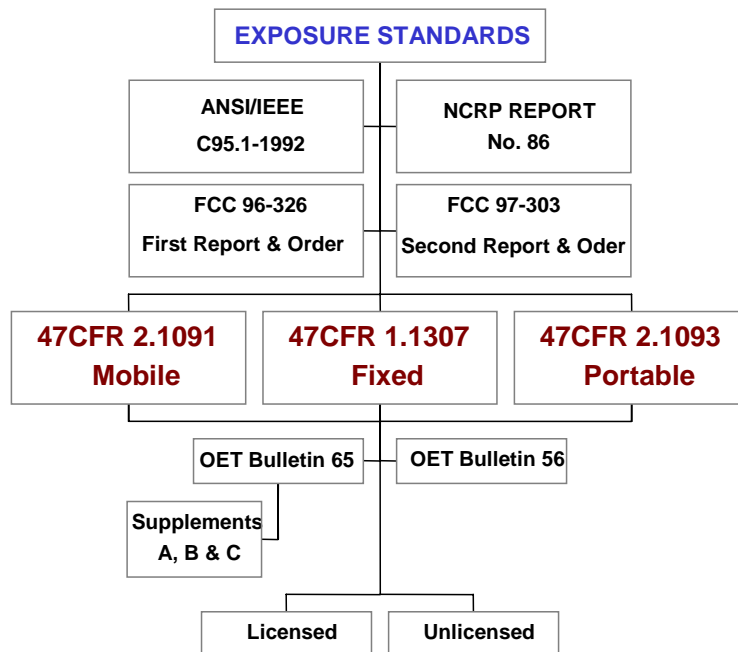


그림 2-5. CFR 47의 RF 방사 노출 대상 장비 구분

stations only), Part 90의 Specialized Mobile Radio Service authorized에서 사용되는 장비를 말하여, 대상 장비의 허가, 사용 이전에 RF 노출에 대한 일반(Routine) 환경 평가를 필요로 한다. Part 95의 Subpart H와 I에서 인정받은 Wireless Medical Telemetry Service(WMTS)와 Medical Implant Communications Services(MICS)에서 사용되는 휴대용 장비도 허가, 사용 이전에 RF 노출에 대한 일반 환경 평가를 받아야 한다. Part 15에서 승인되는 무면허의(Unlicensed) PCS, U-NIL, 밀리미터파 장비 또한 일반 환경 평가가 필요하다. 다른 모든 이동용, 휴대용 장비들은 RF 노출에 대한 일반 환경 평가를 받을 필요가 없다.

이동용 장비의 RF 적합성을 평가하기 위해 적용되는 FCC의 규정은 CFR 47의 part 2.1091에서 찾을 수 있다. 이동용 장비는 고정되어 사용되어지지 않고, 송신 장비와 장비 사용자 사이에 최소한 20 cm의 이격거리를 갖고 사용되는 것을 말한다.

RF 적합성에 대한 이동용 장치들을 평가하기 위한 FCC 규정들은 CFR 47 §2.1091에 나와있다. RF 노출 평가의 목적으로, mobile 장치는 고정된 위치보다는 일반적으로 최소 20 cm의 이격거리가 송신장비의 방사 구조체와

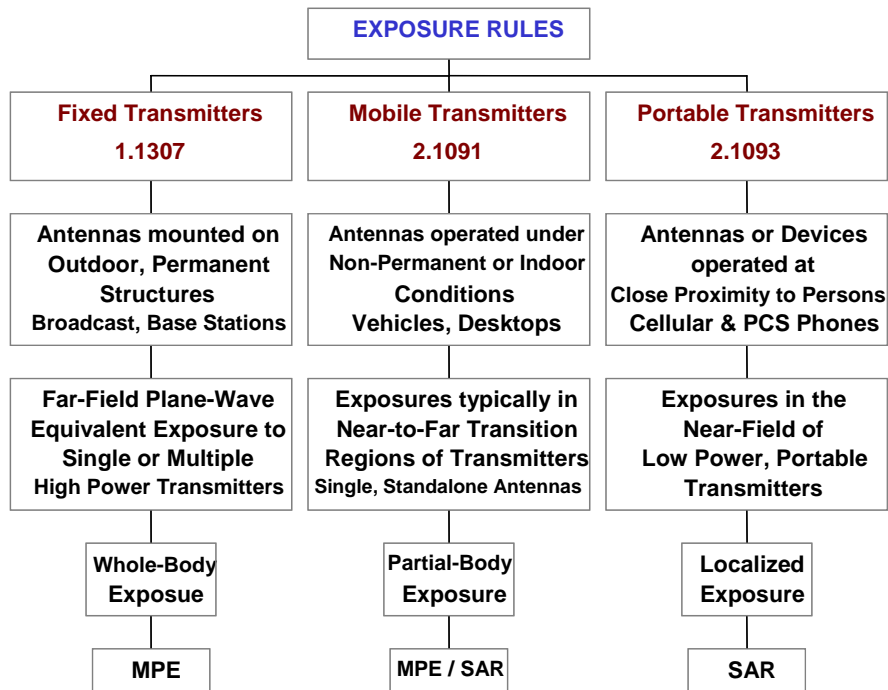


그림 2-6. RF 방사 노출 대상 장비의 특징

사용자 또는 주변인 사이에 유지되는 방식으로 사용되도록 디자인된 송신 장비로 정의한다. 여기서, '고정된 장소'란 용어는 영구적인 위치에서 물리적으로 안정적이고, 다른 장소로 쉽게 움직일 수 있는 안테나를 포함하는 장비를 의미한다.

이동용 장치의 예들로, 위에서 정의했듯이, 셀룰라폰 그리고 PCS 이동용 전화, 운송 수단에 설치된 안테나를 사용하는 다른 무선 장비들, 그리고 다른 운반할 수 있는 송신 장비를 포함한다.

휴대용 컴퓨터에서 동작하는 무선 모델과 같이 소비자나 근로자에 의해 쉽게 다시 위치시킬 수 있게 사용되도록 디자인된 송신 장비들은 만약 20 cm 분리 필요조건을 충족시킨다면 이동용 장치들로 간주한다. 이러한 장치들은 보통은 MPE 한계치와 함께 노출 가능성을 위해 평가된다.

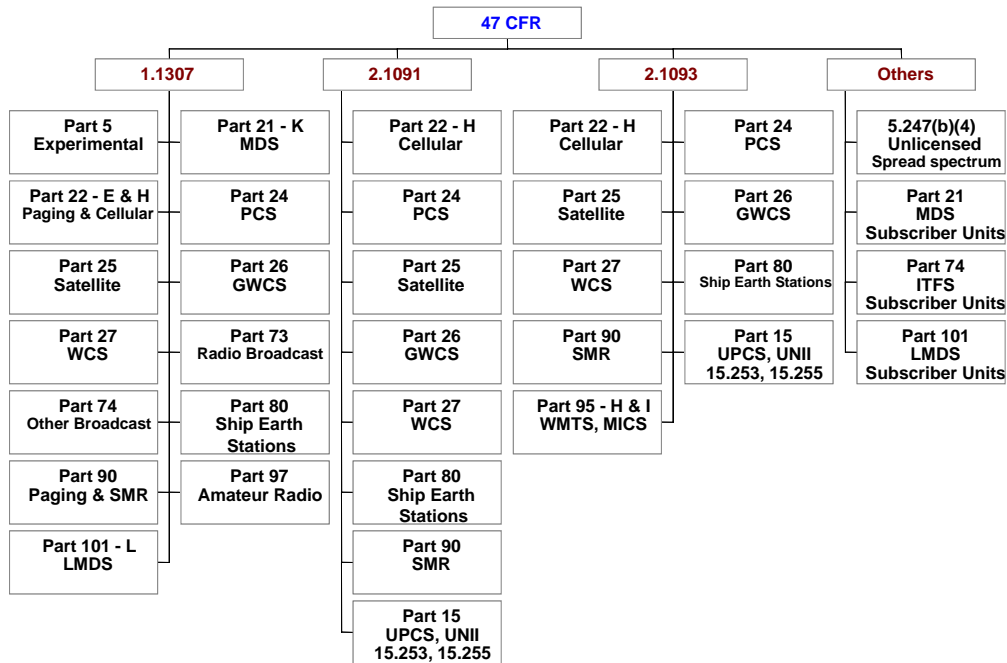
이동용 장비들은 RF 노출 적합성에 대해 SAR 기준치에 관하여 또한 평가될 수도 있다. 그러나 어떤 경우들에서 이것은 보통 field strength 또는 전력밀도에 기초한 MPE 한계치에 관해 적합성을 평가하기 위해 보다 간단하고 보다 비용면에서 효과적이다. CFR 47 2. 1091에서 확인되는 이동용 장치들은 1.5 GHz나 또는 1.5 W나 그 이상의 실효 방사 전력 아래에서 동작

한다 또한 3.0 watts 나 그 이상의 실효 방사 전력으로 1.5 GHz 이상의 주파수에서 동작하는 mobile 장비는 장비 허가 또는 사용에 앞서 RF 노출에 대한 전반적인 환경 평가를 수행해야 한다. 그렇지 않으면 그것들은 명확히 배제된다. 이동용 장치들은 field strength, 전력밀도 또는 SAR 한계치를 고려하여 평가된다. 때때로 디자인이나 동작 조건으로 인하여 MPE 한계치를 초과할 가능성이 있는 장비들은 그것은 적합성을 구체화시키고 RF 평가가 필요한지 결정하기 위하여 부가적인 정보를 제공하여야 한다.

휴대용 장비의 RF 적합성을 평가하기 위해 적용되는 FCC의 규정은 CFR 47의 part 2.1093에서 찾을 수 있다. 휴대용 장비는 송신기가 사용자 또는 주변인의 20 cm 안에서 사용되는 것을 의미한다. 휴대용 장비에는 hand-held 송신기, PCS 휴대폰 등이 있다. 휴대용 장비들은 일반적으로 SAR 노출 제한치로 평가되어진다.

TCB에서는 IEEE SCC-34/SC-2 draft P-1528과 Supplement C 01-01에 기술된 실험 절차에 따라 Part 22(H)와 Part 24(E) 핸드셋s, 기타 멀티미디어 장비에 대한 완전한 SAR 평가를 실시하고 있다.

TCB의 평가 대상 장비 중, 일반적으로 사용되는 휴대용 송신기는 크게 사람의 귀 옆에서 사용하는 핸드 셋과 사람의 입 정면에서 사용하는 PTT, 이와 유사한 형태에서 사용되는 기타 장비들과, 삐삐, PDA, POS와 유사한 장비들로써, 사람의 몸 옆에서 독립적으로 작동할 수 있는 장비들로 구분될 수 있다. 핸드셋과 PTT와 같은 장비는 일반 환경 조건에 맞춰서 평가되어야 하며, 또한 supplement C 01-01과 기타 관련 조항에서 언급하고 있는 인체에 부착하여 사용되는 상황과 다른 적용 가능한 노출을 포함한 실제 사용 조건과 노출 상황에 따라서 SAR을 평가한다.



Part 22, subpart H - 셀룰라폰 Radiotelephone Service

Part 24 - Personal Communications Services (PCS)

Part 25 - Satellite Communications Services

Part 26 - General Wireless Communications Service

Part 27 - Wireless Communications Service

Part 80 - Maritime services (ship earth stations only)

Part 90 - Specialized Mobile Radio Service

Part 15 - UPCS, UNII, mm-wave device

-§§15.310(i), 15.407(f), 15.253(f), 15.255(g)

Part 95 subpart H - Wireless Medical Telemetry Service(WMTS)

subpart I - Medical Implant Communications Service(MICS)

그림 2-7. RF 인체 노출 규정에 따른 무선 통신 장비의 구분

3. 전자파 흡수율 측정

현재 미국은 FCC의 CFR 47의 규정에 따라 해당 장비를 OET Bulletin Supplement C에서 정한 측정 방법을 따르고 있고 ANSI/IEEE의 지침서를 따르고 있다. (Ⅲ장 IEEE P1528의 측정 방법에서 설명하였음)

제 3 절 유럽

1. 인체 보호 기준

유럽에서는 민간 전문기관의 축적된 전문적인 연구분석을 토대로 검증된 분야부터 권고기준과 강제기준을 단계적으로 법제화하여 정립하고 있다는 점에서 체계적인 법제화 단계에 있다고 할 수 있다.

1998년 6월 EU 집행위원회가 인체의 전자파 노출을 규제하기 위한 규제 지침을 발표하였다. 이 규제지침은 전자파 방출수준을 평가분석하고 위험을 사전에 방지할 수 있도록 범 유럽적인 차원의 적용을 목표로 하고 있다. EU는 일반인에 대한 인체보호기준 권고안을 회원국내 기준의 단일화를 목표로 EC 지침을 제정하여 발표하였으며 현재 유럽의 몇몇 국가는 이 기준보다 더 엄격한 기준을 채택하고 있다. 특히, 스위스는 2000년 2월부터 전력선과 이동휴대폰지국 및 방송국에서 방출되는 전자기장에 대해 매우 엄격한 기준을 채택하였는데 국제적으로 가장 많이 사용되는 국제비전리복사위원회(ICNIRP) 기준보다 100배 정도 낮은 0.04 W/m^2 값이다.

영국의 비전리 방사 보호 위원회(NRPB: The National Radiological Protection Board)에서는 SAR 제한치를 일반인(general population/uncontrolled exposure)과 직업인(occupational/controlled exposure)로 분류를 하여 정하고 있다. 일반인의 노출의 경우 그대로 방치된다고 보기 때문에 노출 환경에 대해 감시하고 방어할 수 있는 직업인의 제한치보다 5배 엄격한 기준을 적용하고 있다.

유럽 각국에서도 미국과 마찬가지로 각국의 적합성 레벨을 부착하게 하고 사후관리를 통한 규제를 가하고 있다.

표 2-14. 유럽의 인체보호 기준

Exposure category	Frequency range	Whole-body average SAR(W/kg)	Spatial peak SAR in the head & body(W/kg)
Occupational	100 kHz ~ 6 GHz	0.4	10 (for 10 g)
General population	100 kHz ~ 6 GHz	0.08	2 (for 10 g)

2. 통신기기에 대한 유럽의 인증 및 검사

유럽은 무선기기(Radio equipment)와 통신기기(Telecommunications terminal equipment)에 대하여 Directive 1999/5/EC에 의거하여 현재의 TTE Directive는 2000년 4월 7일부터 R&TTE-Directive로 대체되었다.

가. R&TTE-Directive의 주요 내용과 목적

R&TTE-Directive는 EU 시장 진출을 위해 Type Approval을 받을 필요가 없고, 국가별 인증(National Approval)이 필요 없으며, Manufacturer는 기술 문서화 작업의 의한 자체 적합성 평가로 대체할 수 있다. 그리고, 소비자 보호를 위해 시장감독을 강화하고 있다.

R&TTE-Directive는 EU 규정의 통합화/표준화를 가속화하고, 신제품 출시 및 신기술의 소개를 용이하도록 하는데 목적이 있다. 그리고, 대상기기들은 크게 Telecommunication terminal equipment (직/간접적으로 공공통신망에 접속되는 통신기기), Radio equipment (무선주파수의 송/수신으로 통신하는 기기), 범죄나 군사적 목적으로 이용될 수 있는 통신기기들을 제외하여 구분하고 있다. R&TTE-Directive의 장·단점은 다음의 표 2-15와 같다.

나. R&TTE Directive 적합성 평가 방법


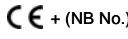
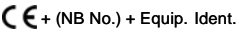

유럽은 적합성 평가를 할 때 Annex별로 무선장비들을 구분하여 평가를 하고 있다. 무선장비별로 크게 Annex II, Annex III, Annex IV, Annex V로

표 2-15. R&TTE-Directive의 장·단점

장 점	단 점
① 국가별 규격이 없어짐	① 제조업자의 책임이 증가됨
② 시장 출시가 빨라짐	② 새로운 마킹이 요구됨
③ 인증 비용의 절감	③ Health와 Safety에 대한 요구사항이 추가됨
④ 강제적인 제3자 테스트가 없어짐	④ 시장감독이 강화됨
⑤ 테스트 요구사항이 줄어들음	
⑥ 새로운 기술의 소개가 용이함	

나누어져 있다. Annex II는 제조자 스스로가 개발 제품이 필수 요구사항에 적합하다는 것을 선언하여 CE마크를 부치고 시장에 판매할 수 있다. 그리고, Technical Documentation이 요구되는데, Technical Documentation은 General description of the equipment, Design and manufacturing drawings, Schemes of components, circuits, etc, List of standards applicable and/or description of the technical solutions adopted, Results of calculations made, etc, Test reports등을 나타낸다. 이러한 서류는 10년간 보유하고 있으며, 해당 제품으로는 모뎀, 유선휴대폰 등 유선통신기기등이 있다. Annex III는 Annex II + 필수적인 Radio Test를 하며, 해당 제품으로는 DECT, GSM 같이 통합화된 표준이 있는 Radio 기기들이다. Annex IV는 Notified Body에서 인정하는 TCF(Technical Construction File)을 구비하여 10년간 보관을 한다. TCF는 Technical Documentation, Declaration of Conformity based on radio test suites이고, 해당 제품은 통합화/표준화가 되지 않아서, 주파수가 국가별로 다르거나 사용하지 않는 국가가 있는 무선기기, PMR, SRD, Analog Cordless Phone 등의 Radio 기기들이다. Annex V는 모든 품질시스템의 인증(Full Quality Assurance, FQA)뿐만 아니라 설계, 제조, Testing 등 전반에 걸친 QA가 Notified Body에 의해 승인되어야 한다. 무선장비별 인증마크 구분은 다음 표 2-16과 같다.

표 2-16. Annex별 인증마크 구분

Annex II	Annex III	Annex IV	Annex V
CE Marking	CE Marking	CE Marking	CE Marking
Declaration of Conformity	Declaration of Conformity	Declaration of Conformity	Declaration of Conformity
Technical Documentation (Test Reports)	Technical Documentation (Test Reports)	Technical Construction File	
	Radio Test Suites	Radio Test Suites	
			Evaluation of Full Quality System
Marking	Marking	Marking	Marking
 적용 제품 유선전화기, 모뎀	 GSM, DECT Phone	 CT0, SRD(Short Range Device)	 모든 기기

다. 유럽 내 통합화/표준화된 무선기기와 그렇지 않은 무선기기와의 비교

유럽 내 모뎀과 폰, 통합화/표준화된 무선기기와 통합화/표준화 되지 않아서, 주파수가 다르거나 사용하지 않는 국가가 있는 무선기기 (PMR, SRD, Analog Cordless Phone 등)들은 Annex IV, Annex V를 공통으로 포함하며, 모뎀과 폰은 Annex II까지 포함하고 유럽 내 통합화/표준화된 무선기기는 Annex III까지 포함하여 R&TTE Directive 적합성 평가를 한다. 이와 같은 내용은 다음의 표 2-17과 같다.

표 2-17. 유럽내 통합화/표준화된 무선기기와 그렇지 않은 무선기기와의 비교

	Annex II	Annex III	Annex IV	Annex V
Modem /Phone	✓		✓	✓
Radio Harmonized		✓	✓	✓
Radio Non Harmonized			✓	✓

+ **EMC and Safety**



※ Radio Harmonized : 유럽 내 통합화/표준화된 무선기기 (DECT, GSM 등)

Radio Non Harmonized : 통합화/표준화되지 않아서, 주파수가 다르거나 사용하지 않는 국가가 있는 무선기기 (PMR, SRD, Analog Cordless Phone 등)

라. R&TTE Directive 필수 요구사항

(1) TTE and Radio Equipment

: 기존의 low voltage directive의 안전 규정 준수와 사용자의 건강 및 안전을 보장하고 EMC 요구사항에 적합한지 확인

(2) Radio Equipment

: 타 주파수에 간섭을 주지 않도록 효과적인 주파수 사용하고 있는지 확인

(3) 기타 선택적인 요구사항

- ① 네트워크를 통한 타 기기와의 상호작용과 호환성 있는 타 인터페이스와의 연결 능력을 확인
- ② 네트워크에 손상을 주지 않으며, 네트워크 자원의 오작동을 일으키지 않는지 확인
- ③ 사용자 또는 가입자 개인의 Data나 사생활을 침해하지 않도록 보호 수단을 마련함
- ④ 부정수단으로 이용되는 것을 보호하는 특정 기능에 부합함
- ⑤ 긴급서비스에 접속할 수 있는 특정 기능에 부합함
- ⑥ 장애가 있는 사용자가 기기를 사용할 수 있도록 하는 특정 기능의 활용성에 관한 확인

(4) 제조자, Network 운용자, 국가는 R&TTE Directive에 따라 각기 아래의 정보를 의무적으로 제공하여야 함

① 제조자(Manufacturer)

기기의 용도, 사용 목적

⇒ 본 기기가 사용될 수 있는 유럽의 국가에 대한 정보 (무선기기에 해당)

⇒ 본 기기가 접속되는 네트워크에 대한 정보 (통신기기에 해당)

필수 요구사항에 부합한다는 자기 선언서(Declaration of Conformity)

⇒ 본 정보는 사용자 매뉴얼, 포장, 기기에 표시되도록 함

② Network 운용자

: 자신의 Network 접속에 대한 자세한 Data를 공표하고 Update해야 함

③ 국가 (Member States)

: 자국의 주파수 할당 등의 자세한 정보를 공표해야 함

마. R&TTE Directive, Marking

(1) CE Marking

- : 제조자는 포장, 제품, 제품 설명서에 CE Marking을 해야함
- : Annex II의 경우 단지 CE Mark만을 함

(2) Notified Body Number

- : Annex III, IV, V의 CE Mark 뒤에 Notified Body Number를 표시함

(3) Equipment Class Identifier

- : 표준화되지 않은 무선기기에 해당하며 어떤 Mark는 부여될지는 미정임

(4) Manufacturer Name

- : 제조자(또는 시장 출시의 책임자, 수입업자)의 이름을 표기함

(5) Type, Serial Number

- : 제조자가 정하여 표기함

3. 전자파 흡수율 측정

유럽 CENELEC(European Committee for Electrotechnical Standardization : 유럽 전기 표준 위원회) SAR 측정 기준인 EN 50361에 따라 핸드셋 장비 및 body-worn 장비, PTT 장비에 등에 대해서 전자파 흡수율을 측정하고 있다.

제 4 절 호주

1. 인체 보호 기준

멀티미디어 장비의 인체보호에 관한 규정은 1992년에 제정된 ‘Radio-communications Act’의 적용 하에 법률적 효력을 가지게 된다. 이 규정은 송신기로부터 방사된 전자기장에 노출된 사람의 건강과 안전을 보호하기 위해 무선 통신 송신기의 사용을 규제하는 것이다. 이 규정은 참고 표준인 AS/NZS 2772.1(int)1998에 명기된 SAR 제한치와 평가 기준을 지정하고 있다. 이 참고 표준의 범위는 휴대폰, 무선 휴대폰과 유사 송신 장비를 포함하는 모든 RF 전송 장비를 다루고 있다.

국제비전리복사방호위원회(ICNIRP)는 전자기장에 의한 방사 노출을 제한하기 위해 기준치를 제정하였는데, 이러한 가이드 라인을 호주 정부의 전자파 관련 정책 기관인 Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency(ARPANSA)가 채택하여, 새로운 ARPANSA의 표준인 “Radiation Protection Standard for Maximum Exposure Levels to Radio Frequency Fields - 3 kHz to 300 GHz”을 제정하였으며, 폐용된 잠정적 표준이었던 AS/NZS2772.1(int)1998를 대신하게 되었다.

ACA의 EMR(electromagnetic radiation)와 관련된 규정은 “The Radio-communications (Electromagnetic Radiation Human Exposure) Standard 2003”으로써 특정한 이동 및 휴대용 송신기로부터 방사되는 전자기장에 대한 인체 노출에 대한 제한치를 규정하고 있다. 이 규정에서는 100 kHz to 300 GHz 주파수 대역에서 작동하는 무선 통신 장비를 mobile station이라는 명칭으로 부르며, 이에 대한 인체 노출을 규제하고 있다.

표 2-18. 인체 노출 규정 적용 대상 장비의 단계적 도입 현황

날짜	적용 범위 : 일반인에 대한 기준
1999년 2월 1일	Mobile telephony: cellular, mobile phone, handsets(AMPS, GSM, CDMA); cellular, mobile phone base stations(AMPS, GSM, CDMA); cordless phone, handsets and cradles(CT2, CT3, DECT, PHS)
2000년 5월 1일	Includes: Mobile telephony: GSM 1800 MHz mobile phone, handsets and base stations; 915 ~ 928, 2400 ~ 2483.5 MHz cordless handsets and cradles; and satellite phone handsets in the range 1610 ~ 1660.5 MHz
2000년 후반	Low power devices subject to compliance at first point of supply, and remaining Category 1 devices covered by licence conditions
2001년	Other devices. The application of the standard to other devices depends upon the development of compliance tools.
2003년	mobile station operating in the frequency band 100 kHz to 300 GHz (inclusive); and has an integral antenna; These mobile station is not intended to be used as an Emergency Position Indicating Radio Beacon(EPIRB) or distress beacon.

ACA의 전자기장 방사노출 규정은 2003년 3월부터 효력을 발휘하게 되었는데, 관련 규정인 “The Radio-communications (Compliance Labeling - Electromagnetic Radiation) Notice 2003”은 장비의 제조자와 수입자가 준비해야 할 항목을 나타내고 있다. ACA 전자기장 방사노출 규정은 AS/NZS2772.1(int)1998 표준에 의해 나타난 인간 노출에 대한 기본 제한을 지정하고 있다. 또한 SAR 측정 방법에 대한 표준에 대해서도 묘사하고 있다. ACA에서는 다양한 멀티미디어 무선 장비에 대한 인체 관련 규제를 단계적으로 구분하여 대상 기기의 적용 범위를 확대시키고 있다. 표 2-18은 인체 노출 규정 적용 대상 장비의 단계적 도입 현황을 나타낸 것으로써, 2003년부터는 군사용 또는 비상시 사용되는 beacon과 같은 장비를 제외한 모든 mobile station 장비를 적용 대상으로 하고 있다.

표 2-19. 일반인과 직업인을 위한 SAR 제한치

호주	기준	몸 전체	공간적 최대값 (공간 첨두치)	평균 시간	평균 부피	모양
직업인	ACA	0.4 W/kg	8 W/kg	6분	1 g	입방체
일반인	ACA ¹	0.08 W/kg	1.6 W/kg	6분	1 g	입방체

호주는 표 2-19의 내용처럼 직업인과 일반인으로 분류하여 공간 최대치를 10 g을 기준으로 하여 SAR 규제를 하고 있다. 무선 통신기기를 사용하는 직업인과 일반의 경우에 대해서 전자파 흡수율 측정 적용 기준에 대해 그림 2-8, 9에 나타내었다.

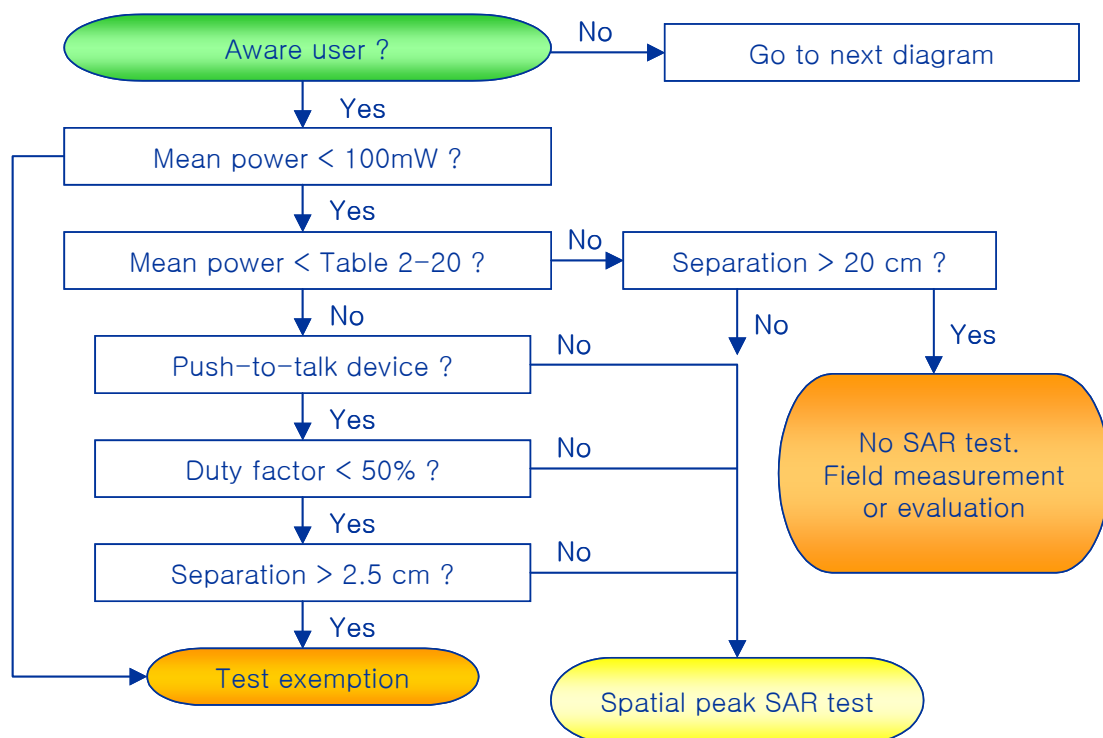


그림 2-8. 무선 통신기기를 사용하는 직업인인 경우

표 2-20. 시험을 위한 임계치

동작 주파수 범위	Nominal mean output power(W)
100 kHz to 450 MHz	7
450 MHz to 2500 MHz	3150 / f

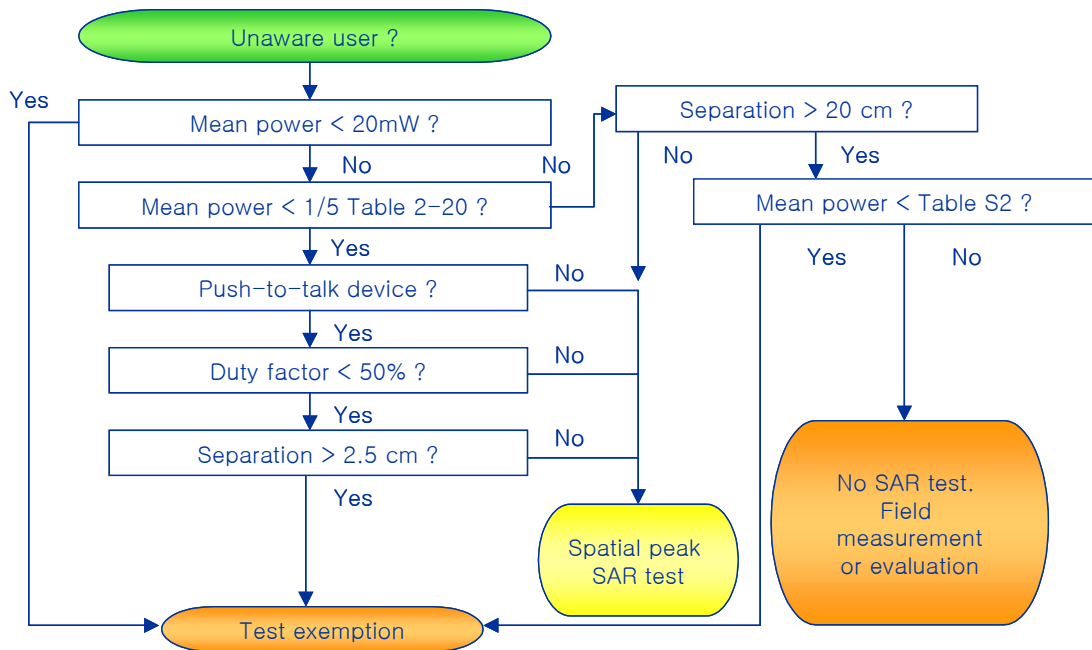


그림 2-9. 무선 통신기기를 사용하는 일반인인 경우

2. 통신 장비에 대한 호주의 인증 및 검사

가. 시험인증 기관 및 제도

호주통신청(ACA: Australian Communications Authority)은 호주의 통신 규제기관으로서 1997년 1월 1일 호주통신청(AUSTEL: Australian Communications Authority)과 스펙트럼 관리국(SMA: Spectrum Management Agency)이 합병되어 신설되었다. ACA는 통신기기 공급업자에게 이전보다

더 많은 책임을 부여하는 새로운 형식인증제도를 실시하고 있다.

기본적인 승인절차는 적용규격에 따라 level 1, 2, 3으로 구분되어 각 level에 따른 절차를 약간씩 달리하고 있으며, 해당되는 라벨을 부착하도록 규정하고 있다. 호주 내 관련 네트워크의 운영은 민간 업체들이 하고 있으며, 시험은 민간 및 공공 기관들이 실시하고 있다. 각 수준에 따라 시험 성적서가 요구되는 경우, 호주인정협회(NATA)와 상호인정협정이 체결된 세계 어느 국가의 시험소의 성적서도 인정될 수 있으며, 상호인정협정이 체결된 기관명이 기술되어야 한다.

1997년 이전에는 관련 규정에 의해 상품이 시장에 출하되기 전에 상당한 법률의 간섭을 받도록 되어 있었으나, 1997년 7월 1일 이후에는 소비자 통신 기기의 규정에 많은 변화가 생겼다. 따라서, 기존 접근방식에서 오는 불편함을 개선하고자 자기적합성선언 개념의 점차적인 도입과 규제기관에 의한 시험인가제도에서 벗어나 인가에 의한 평가제도를 도입하였다.

표 2-21. 주파수에 따른 대상 장비

주파수 범위	지정 대역	대상 장비의 예
3 ~ 30 kHz	VLF (very low frequency)	navigation beacons
30 ~ 300 kHz	LF (low frequency)	LF broadcast and long range radio
300 ~ 3000 kHz	MF (medium frequency)	AM radio, radio navigation, ship to shore
3 ~ 30 MHz	HF (high frequency)	CB radio, amateurs, HF radio communications and broadcast (eg Radio Australia)
30 ~ 300 MHz	VHF (very high frequency)	FM radio, VHF TV, emergency services, amateurs
300 ~ 3000 MHz	UHF (ultra high frequency)	UHF TV, paging, mobile phones, amateurs
3 ~ 30 GHz	SHF (super high frequency)	microwaves, satellite communications, radar, point-to-point microwave
30 ~ 300 GHz	EHF (extremely high frequency)	radar, radio astronomy, short link microwave

1997년 신통신법 하에서는 기술적 규정을 폐지하자는 이전의 시도들이 구체화되어 있으며, 산업계와 정부가 합의를 통해 규정을 만들어 가는 구조를 취하고 있다. 이러한 시스템의 가장 중요한 요소는, 법규에 의존하는 정도를 최소화하고 기본적인 안전 장치는 유지한다는 것이다.

ACA에서는 라벨 제도를 통해, 텔레커뮤니케이션 장비들의 인증을 실시하고 있다. 관련 규범인 “Radio-communications (Compliance Labeling -Electromagnetic Radiation) Notice 2003” 은 대상 제품이 시장에서 판매되기 전에 제조자와 수입자가 준비해야할 사항에 대해 언급하고 있다. 제조자 및 수입자는 대상 제품에 라벨을 붙이기 전에 ACA의 전자파 관련 표준에 적합 여부를 평가받아야 하고, 이를 위해 아래에서 설명하고 있는바와 같이 대상 제품이 어떤 카테고리에 속하는지를 확인한 후에, 평가 절차에 맞는 준비를 실시하여야 한다.

각각의 카테고리별로 구분되는 적합성 수준은 다음과 같이 세분화 될 수 있다. 카테고리 A 부류의 장비는 compliance(적합성) level 1에 따라 인증을 받게되는데, 제품의 생산자는 장비의 설명서의 준비와 함께, 적절한 절차에 따라서 장비의 적합성 선언을 하여야 한다.

카테고리 A 부류에 드는 장비들은 아날로그 무선 휴대폰, 포켓용 CB 라디오, 전기 차고용 자동 개폐기(electronic garage door openers) 등이 있다. 카테고리 A 부류의 장비들은 라벨을 붙이기 전에 테스트가 필요하지 않은데, 그 예로, 휴대용 무선 통신기기의 전송 전력이 20 mW를 초과하지 않을 경우, 이는 AS/NZS 2772.1(int)1998의 제한치를 초과하지 않게 되고, 결국 규정에 의해 시험을 받지 않게 된다. 따라서, 시험은 받지 않고, 인증을 받게 된다. 이러한 장비는 적합성 선언과 C-Tick, A-Tick 또는 규제 준수 마크(RCM: regulatory compliance mark)와 같이 상황에 따라 적절한 라벨을 받은 후에 시장에서 매매될 수 있다. ACA의 전자파 표준 규정 범위 내에 포함된 일반적인 모든 장비는 C-Tick의 라벨이 붙는다는 것이 특징이고, 적합성 선언(DoC)을 반드시 하여야 한다.

카테고리 B 장비 중에서 일반적인 장비의 사용 위치가 인체로부터 20 cm 보다 먼 지점에서의 사용되는 장비는 compliance level 2에 따른 인증 절차를 실시하여야 하며, 카테고리 B의 장비 중에서 일반적인 장비의 사용 위치가 인체로부터 20 cm 보다 가까운 지점에서 사용되는 장비의 경우

compliance level 3에 따른 인증 절차를 실시하여야 한다. 카테고리 B 부류에 포함되는 장비들은 mobile phones, 디지털 무선 휴대폰(digital cordless phones), 무선 PDA(wireless personal digital assistants), 무선 전자 자금 이체 장치(wireless electronic-funds-transfer), 판매 시점 관리 장치(point-of-sale terminals)등이 있다.

Compliance level 2의 인증 절차를 따르는 장비는 기본적으로 compliance level 1에 대한 기준을 만족하지 않는 장비로써, 위의 카테고리 B에 포함되는 장비들이다. 대상 장비의 생산자 및 공급자는 compliance level 2를 따르기 위해서 compliance level 1에 대한 요구 사항에 따라 행동해야 하며, 그 후, 대상 장비가 “The Radio-communications (Electromagnetic Radiation Human Exposure) Standard 2003”에 의한 규정에 적합 하는지를 인증된 시험 기관에서 시행한 시험 성적서를 통해 역설해야 한다.

Compliance level 3을 따르기 위해 장비의 공급자는 compliance level 1을 따라야 하며, 이 후, 제품 평가에 따른 시험 성적서를 통해 제품이 적용되는 관련 기준에 대한 적합성을 보여야 한다. 따라서, 적합성 선언을 하여야 하고, 제품이 ACA의 인체 노출 제한치에 적합한지를 평가하여야 한다. integral antennas를 가지거나 인체의 가까운 부분에서 사용되도록 제작된 장비들은 SAR 제한치에 대해서 평가되도록 요구되고 있다. 인체로부터 2.5 cm 이내에서 사용되고 전송 전력이 20 mW가 넘는 휴대용 무선 통신 장비는 관련 SAR 제한치에 따라 평가되어진다. 적합성 선언 폴더(compliance folder)에는 대상 제품이 규정에 만족한다는 기술적인 내용이 들어있는 DoC가 포함되어 공표 되어야하고, SAR 측정 시험 성적서는 인증된 시험 기관에서 실시하여야 한다. 그 결과 대상 장비는 C-Tick, A-Tick 또는 RCM과 같은 적절한 인증 라벨을 받을 수 있다.

3. 측정방법

호주는 IEC와 IEEE와 같은 국제 표준 기관에서 제시하는 국제적인 SAR 측정방법을 따라 왔다. ARPANSA 기준에서는 인간의 몸에 방사되는 무선 주파수 전자기 에너지의 흡수율을 측정하는 방법을 제시하고 있다. 또한, 인체 두부와 몸 가까이에서 사용하는 휴대 단말기의 안테나에서 나오는 전자

기장에 대한 인간 노출 제한치를 제시하고 있다. 또한, 적합성 평가를 위해서 SAR 측정 평가 절차를 제시하고 있다.

가. 실험 환경

SAR 측정을 통해 적합성을 시험하는 장비는 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

- 환경 온도는 15℃에서 25℃의 범위에서 유지해야 한다.
- 시험하는 조직의 액체 온도는 15℃에서 25℃의 범위에서 유지해야 한다.
- 장비에 공급 전압을 주어야 한다.
- 시험에 대한 일반적인 조건을 기록해야 한다.

나. 실험 장비 세팅

(1) 인체 두부로부터 가까운 위치에서 사용되는 장비의 측정방법

몸 모의 인체(body phantom)은 적어도 두부와 목을 포함해야 한다. 두부 모의 인체(head phantom)는 유사한 인체 두부의 구조를 나타내어야 한다. 유전 특성을 포함하는 모의 인체 두부의 모양은 모의 인체에서 측정된 국부 SAR 값이 인간의 두부에서 측정된 SAR 값과 크게 다르지 않는 평가를 포함하는 모양으로 되어야 한다.

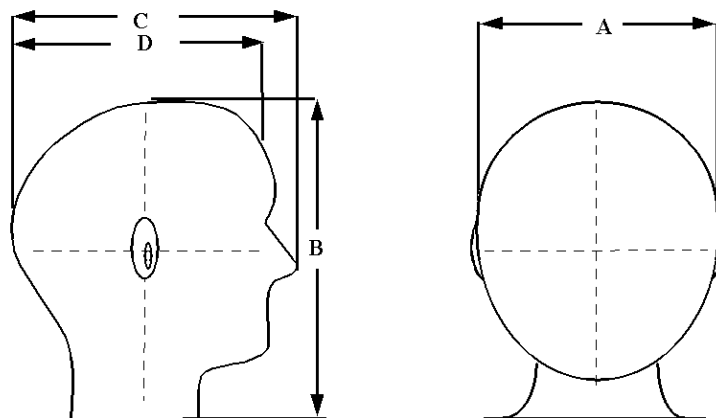


그림 2-10. 두부 모의 인체가 표시하는 기하학적(geometric) 파라미터

표 2-22. 기하학적인 파라미터가 나타내는 분류

	모델 1 (mm)	모델 2 (mm)
A	190	190
B	260	240
C	229	230
D	190	210

표 2-23. 모의 뇌 조직의 유전적 특성

주파수 대역 (MHz)	ϵ_r (상대 유전율)	σ (S/m) 전도율
800	46.3 ($\pm 5\%$)	0.73 ($\pm 10\%$)
900	45.8 ($\pm 5\%$)	0.77 ($\pm 10\%$)
1600	43.9 ($\pm 5\%$)	1.06 ($\pm 10\%$)
1800	43.5 ($\pm 5\%$)	1.15 ($\pm 10\%$)
2000	43.2 ($\pm 5\%$)	1.26 ($\pm 10\%$)
2500	42.5 ($\pm 5\%$)	1.54 ($\pm 10\%$)

입은 코와 턱 사이의 중앙점에 있다. 표 2-22는 모의 인체 두부의 크기를 나타낸다. 표 2-23은 모의 뇌 조직의 유전적 특성을 나타낸다.

(2) 인체의 몸으로부터 20 cm 또는 더 가까이에서 사용되는 장비의 측정 방법

인간의 몸은 두부, 목, 몸통을 포함하지만, 사지는 포함하지 않는다. 대부분의 무선 그리고 휴대용 단말기는 배터리가 작동되어야 한다. 장비의 배터리는 각 SAR 시험 중에 가득 차있는 상태이어야 한다. 시험 장비의 실행과 작동하는 오차 허용도(tolerance)는 본 제품이 적합성과 일치하는지를 확인한 다음에 완벽하게 특성화해야 한다.

시험 샘플 장비의 출력 전력이 소프트웨어를 이용하여 제대로 된 측정값

이 나온 결과에 맞추어 세팅하면 안 된다.

1) 시험 무선장비와 노출 카테고리들의 정보

SAR 측정을 위한 시험 무선장비 작동 구성(configurations)과 시험 조건들에 대한 다음의 정보는 test report에 포함되어야 한다.

- o 적합성을 할 수 있는 곳의 모델 번호를 포함하고 있는 무선장비의 설명
- o 시험 무선장비 작동 구성의 간략한 설명에는 다음을 포함한다.
 - 작동 모드와 작동 주파수 범위
 - 각 작동 모드와 주파수 범위의 최대 전도성 전력(conducted power)
 - 작동 전도성 전력 허용치
 - 안테나 모양과 작동 위치
 - 부착된 body-worn 구성
 - SAR 결과에 영향을 줄 수 있는 배터리 옵션
 - 시험 신호를 만드는데 사용된 과정
 - 소스에 의한 시간 평균 duty factor와 시험에 사용된 duty factor
 - SAR 시험 전후에 측정된 최대 출력전력 또는 SAR 초안 측정방법

2) 평면 모의 인체의 고려사항

사람 두부의 귀 옆에 고정된 핸드셋은 실제 모양을 갖춘 두부 모의 인체의 두 가지(두부 모델에 부착된 모의 외피의 귀가 있는지와 없는지)의 일반적인 모양을 사용하여 시험되었다. 낮은 손실 유전체 물질로 구성되어 있고, 거의 2-3 mm의 두께의 모의 귀는 두부 모델에 대한 무선 핸드셋의 귀 덮개에 의해 압축된 사람의 귀를 만드는데 사용되었다. 다른 요소들은 두께 2-4 mm, 원 모양, 귀 이격거리를 유사하게 만든 낮은 손실 유전체 공간(간격을 띄우는 무선장비)을 사용하였다.

IEEE SCC-34/SC-2는 SAR 적합성을 위한 핸드셋을 시험하기 위해 표준 두부 모델을 발전시키는 기준을 만들었다. 이 두부 모델은 미국 군인인 한

남자의 두부 크기로부터 유래되었다. 유전 상수와 손실 탄젠트가 각각 5와 0.05보다 작은 값의 낮은 손실 유전체 물질로 구성된 모의 인체 외피를 사용한다. 모의 인체 외피의 두께는 모양에서 2 ± 0.2 mm보다 작아야 한다. 4 mm 두께의 낮은 손실 유전체 공간은 이 두부 모델에 대한 귀 이격거리를 만드는데 사용되었다.

기준 평면은 시험 무선장비 위치 에러를 줄이기 위해 입의 각 귀 공간과 끝에 대한 세 개의 점으로 정의되었다. 각 귀 공간에 대한 점은 기준 평면에서 귀 공간 위치아래 1.5 cm에 위치된다. SAR 측정하는 동안에, 핸드셋 평면에 대한 중심점은 미리 정해진 기준 평면에 정렬되고, 귀 덮개는 귀 기준점(ear reference point)의 높이에 위치되어 진다. 귀 공간은 기준 평면에서 수직선을 따라 귀 기준점아래 두께 0에서 갑자기 줄어든다. 특정 귀 모양을 가지는 표준 두부 모델을 사용하면, 무선장비 위치 에러는 줄어들고, 낮은 SAR 측정 불확실성이 기대된다.

액체 모의 인체의 구성은 시험중의 휴대용 무선장비에서 발생하는 가능한 최대 SAR 위치를 찾기 위해 제한하지 않은 전기장 프로브 접근을 따라야 한다. 귀 기준점으로부터 측정된 모의 인체 외피내의 조직 물질은 적어도 15 cm 깊이이어야 한다. 대부분의 상황들에서, 쪼개진 두부 모델은 두부 옆 왼쪽과 오른쪽에 대해 시험 무선장비가 사용되었다. 분리 평면 모의 인체는 body-worn 구성나 가슴과 복부와 같은 평면에 비례하는 다른 몸 영역에서 시험 노출에 사용되어야 한다.

3) 두부와 몸 모의 인체의 특징

다음의 정보는 대부분의 무선장비와 휴대용 무선장비의 일반적인 평가를 위해 고려되어진 두부와 몸 모델에 대한 추가된 지침을 나타낸다.

o SCC-34/SC-2 두부는 아래와 같은 기준의 관련된 부분들을 따른다.

- 인간의 모양과 크기 그리고 복잡한 형태를 갖춘 두부 모의 인체는 일반적인 작동 조건에서 무선장비의 사용자에 의해 요구되는 near-field 노출 조건을 평가하기 위해 적당해야 한다.

- 두부 모의 인체는 목의 기준에서 좀 더 연장되는 목의 부분까지 포함한다. 어깨는 필요하지 않다.
- Body-worn이 작동하는 구성은 평면 모의 인체를 사용하여 시험하여야 한다. 모의 인체의 길이와 폭은 안테나를 포함하는 시험장비의 크기와 일치하는 것에 적어도 두 배는 되어야 한다. 몸 유전체 파라미터는 body-worn SAR 적합성을 설명하기 위해서 사용되어야 한다.
- 두부와 몸 모의 인체 외형은 유전체 상수와 손실 탄젠트가 각각 5와 0.05보다 작은 낮은 손실 유전체 물질로 만들어야 한다. 시험장비와 무선장비의 안테나에 연결된 모든 영역들의 외형 두께는 2 ± 0.2 mm 이내여야 한다. 모의 인체는 15 ± 0.5 cm의 깊이에 두부와 몸과 동일한 조직의 매개물을 가득 채워야 한다.

호주에서는 IEEE SCC-34/SC-2 P1528의 기준을 따라 두부와 몸 조직의 유전 파라미터는 표 2-24와 같이 나타내고 있다. 이것의 두부 파라미터는 인간의 두부에서 유전적인 특성과 조직 두께의 다양성을 위한 가장 높은 SAR를 모의 실험하는 planar layer models에 의해 유래되었다.

표 2-24. 모의 인체 두부와 몸 조직의 유전체 파라미터

Target Frequency	Head		Body	
(MHz)	ϵ_r	σ (S/m)	ϵ_r	σ (S/m)
150	52.3	0.76	61.9	0.80
300	45.3	0.87	58.2	0.92
450	43.5	0.87	56.7	0.94
835	41.5	0.90	55.2	0.97
900	41.5	0.97	55.0	1.05
915	41.5	0.98	55.0	1.06
1450	40.5	1.20	54.0	1.30
1610	40.3	1.29	53.8	1.40
1800 – 2000	40.0	1.40	53.3	1.52
2450	39.2	1.80	52.7	1.95
3000	38.5	2.40	52.0	2.73
5800	35.3	5.27	48.2	6.00

표 2-25. 다이폴의 두께, 평면 모의 인체 Sagging 그리고 이격거리 요구사항

Frequency (MHz)	Dipole Length	Half of Dipole Length	2. Dipole Deviation	1. Phantom Sagging	Maximum Shell Thickness	Dipole to Tisseue Separation	Max. Dipole Dia.	Min. Air Gap	0.5% of 0.6 λ (Sagging)
300	420.0	210.0	7.3	3.67	6.5	15.0	6.4	5.3	3.00
450	288.0	144.0	5.0	2.51	6.5	15.0	6.4	5.3	2.00
835	161.0	80.5	2.8	1.41	6.5	15.0	6.4	5.3	1.08
900	149.0	74.5	2.6	1.30	6.5	15.0	6.4	5.3	1.00
1450	89.1	44.6	1.6	0.78	5.0	10.0	3.8	3.1	0.62
1800	72.0	36.0	1.3	0.63	5.0	10.0	3.8	3.1	0.50
1900	68.0	34.0	1.2	0.59	5.0	10.0	3.8	3.1	0.47
2000	64.5	32.3	1.1	0.56	5.0	10.0	3.8	3.1	0.45
2450	51.8	25.9	0.9	0.45	5.0	10.0	3.8	3.1	0.37
3000	41.5	20.8	0.7	0.36	5.0	10.0	3.8	3.1	0.30

표 2-25는 평면 모의 인체와 시스템이 시험 장비의 실행이 된다는 것을 결정하는 다이폴 방사 소스를 사용하여 SAR 측정 시스템을 증명하기 위한 권고된 시험 구성을 설명하고 있다. 그리고, 다이폴의 두께, 평면 모의 인체 처짐(sagging) 그리고 이격거리에 대한 요구사항을 나타낸다.

테스트 위치 지정은 각각의 대상 장비의 실제 사용 구성에 의해 변화되는 사항으로서, 두부와 그에 대한 귀의 유·무, 인체 몸, 얼굴 등에 대해 테스트 위치를 지정하게 된다.

4) 전형적인 무선 핸드셋을 위해 제시된 시험장비 위치

장비의 위치를 지정하는데는 다음과 같은 조건을 고려한 후에 평가를 실시하여야 한다.

- o 자세한 시험 구성에서 시험 장비 위치에 사용된 유전체 홀더 또는 유사한 메커니즘의 방법
- o 정상적인 작동 구성에서 기대된 가장 높은 노출 값을 평가에 사용된 위치 지정 과정의 방법
- o 적당한 이격거리와 각을 가지는 모의 인체와 관련되는 장비의 위치

를 보여주는 방법

- o SAR 평가에서 측정된 구성에서 안테나가 작동하는 위치와 뽑혀 있는 것과 들어가 있는 것 등의 방법

정확한 평가를 위해, 대상 장비에 따라 다음과 같이 구분하여, 적합성 평가를 실시하여야 한다.

- o 모의 인체 모양의 BM(Brain Mouse)기준으로 하여 왼쪽과 오른쪽에 위치
- o 시험 장비가 모의 인체의 볼 표면에 닿을 때의 위치
- o 시험 장비가 모의 인체의 귀와 경사가 생길 때의 위치
- o 안테나를 뽑았을 때와 뽑지 않았을 때의 위치

특정 시험 위치는 표준 두부 모델을 사용하는 핸드셋을 시험하기 위해 SCC-34/SC-2에 의해 설명하였다. 일반적인 SAR 평가를 하기 위해서, 시험 장비의 위치는 사람의 두부 귀 옆에 접하여 작동하는 핸드셋이나 이와 유사한 휴대용 무선장비를 시험하기 위해 사용되어야 한다. 평면 모의 인체 모델은 사용자의 얼굴 앞에 들고 사용하거나 벨트 클립, holsters 또는 액세서리와 함께 사용하는 body-worn에서 작동할 수 있는 시험 핸드셋과 PTT(push-to-talk)에 사용되어야 한다. 시험장비는 유전체 상수와 손실 탄젠트가 각각 5와 0.05보다 작은 낮은 손실 유전체 물질로 만들어진 holder와 positioner에 위치되어야 한다. 무선장비 holder가 내장 안테나로 탑재한 핸드셋과 같이 무선장비 작동에 영향을 주거나 SAR 측정 에러가 생기는 시험 장비의 장(fields)에 교란이 일어나는 것이 의심이 된다면, 에러는 전체의 불확정도 측정이 평가되고 설명이 되어야 한다. 무선장비 holder의 교란은 holder를 사용하는 것과 사용하지 않은 것의 각 주파수 대역과 안테나의 위치에 따라 평면 모의 인체에 대한 무선장비를 시험함으로써 증명을 해야 할 것이다.

5) 사람의 몸에 사용되는 무선장비의 위치

사람의 몸에 사용되는 무선장비는 측정시 시험 위치가 두부에 사용되는

무선장비의 시험 위치뿐만 아니라 얼굴과 몸에 대한 시험 위치까지 추가되어 측정이 된다. 핸드셋은 두부 모의 인체의 귀 공간에 대하여 눌러 붙여진 귀 덮개와 함께 위치되어야 한다. SCC-34/SC-2 두부 모의 인체에서, 무선장비는 “귀 기준점”을 포함하는 귀 공간의 기준에 따라 정의된 “N-F(코-얼굴)”에서 평행하게 위치되어야 한다. “시험 장비 기준점”은 두부 모의 인체 위의 “귀 기준점”에서 정렬되고, “수직의 중심점”은 “모의 인체 기준 평면”에서 정렬된다. 이것을 최초의 귀 위치라고 한다. 이 세가지 정렬들을 유지하는 동안에, 핸드셋의 몸은 SAR를 평가하기 위한 다음의 각 위치를 점차적으로 조절되어 진다.

o ‘Cheek/Touch(뺨/접촉) 위치’ - SCC-34/SC-2 두부 모의 인체에서, 무선장비를 “귀 기준점” 또는 “N-F(nose-face)”의 중심에 뒹으로써 입쪽으로 위치시킨다. 이 시험 위치는 다음과 같이 된다.

- 어떤 점에 위치할 때 핸드셋의 keypad 또는 mouthpiece 부분이 모의 인체에 접촉이 된다.
- 접는 어떤 부분이 있을 때, 시험 무선장비의 정상적인 사용 위치를 스스로 조정하는 sliding 또는 keypad 커버는 모의 인체의 뺨과 입에 접촉한다.

두부 모의 인체가 존재하는 것에서는 - 핸드셋 loses가 중심점에 모의 인체와 접촉할 때, 회전은 모의 인체의 뺨을 접촉하는 무선장비와 귀 공간으로부터 무선장비의 마지막 접촉까지 계속되어야 한다.

o “Ear/Tilt(귀/기울기) 위치” - 핸드셋은 “Cheek/Touch 위치”에서 정렬되었다.

- 핸드셋의 귀 덮개가 모의 인체의 귀 공간 ‘Cheek/Touch 위치’에 완전하게 접촉하지 않고, ‘Cheek/Touch’ 위치에서의 최대 SAR 값이 귀 공간 영역 또는 핸드셋의 귀 덮개 영역과 일치하는 곳에 위치되어 진다면, 무선장비는 귀 덮개가 귀 공간과 완전하게 접촉되는 곳

까지 그것이 입으로부터 떨어져 회전함으로써 “최초 귀 위치”에서 회전된다.

- 만약 그렇지 않다면 핸드셋은 거의 2-3 cm의 “귀 기준점들”(이 귀 기준점들 중의 하나는 실제로 쪼개진 두부 모델에 존재하지 않는다.)을 통하여 line passes에 뺄 수직으로부터 떨어져 이동되어야 한다. 무선장비가 이 위치에 있는 동안에, 핸드셋은 15.로 “시험장비 기준점”에서 입으로부터 떨어져 기울기를 가진다. 기울어진 후에, 모의 인체 또는 귀 공간에 접촉하는 무선장비까지 귀 기준점을 통하여 line passes에 두부 수직 쪽으로 뒤로 이동된다. 안테나가 두부 처음에 접촉된다면, 위치를 찾는 과정은 무선장비와 무선장비의 안테나가 동시에 모의 인체에 접촉하기 위해 15. 보다 작은 기울기 각에서 반복되어야 한다. 이 시험 위치는 무선장비를 받아들여진 위치 반복의 해석과 기울기를 얻기 위해 holder 또는 positioner를 요구해야 할 것이다.

무선장비가 두부 위치에서 작동하기 위한 무선장비의 keypad 커버 가깝게 만들어졌다면 그러한 위치 또한 SAR 평가에서 고려되어야 한다. 무선장비는 “Cheek/Touch”, “Ear/Tilt”에서 두부 모의 인체의 왼쪽과 오른쪽에 대해

표 2-26. FCC 적합성 평가를 위해 권고된 핸드셋과 두부 모의 인체 시험위치

Phantom Configurations	Device Test Positions	Antenna Positon	SAR(W/kg)		
			Device Test channel, Frequency & Output		
			Channel : _ _MHz _mW	Channel : _ _MHz _mW	Channel : _ _MHz _mW
Left Side of Head	Cheek/Touch	extended			
		retracted			
	Ear/Tilt	extended			
		retracted			
Right Side of Head	Cheek/Touch	extended			
		retracted			
	Ear/Tilt	extended			
		retracted			

시험되어야 한다. 무선장비 안테나의 각 배치는 안테나를 다 뽑거나 넣었을 경우에 시험되어야 한다. 이것의 시험 배치는 각 작동하는 모드(AMPS, CDMA, TDMA,)의 높거나, 중간이거나, 낮은 주파수 채널에서 시험되어야 한다. 만약에 각 시험 배치(왼쪽, 오른쪽, Cheek/Touch, Ear/Tilt, 안테나를 뽑은 거랑 넣은 경우)를 위한 중간 주파수 채널에서 측정된 SAR가 적어도 SAR의 제한치 보다 작은 3 dB가 된다면, 높거나 낮은 채널에서의 시험은 그러한 시험 배치의 옵션이다. 만약에 시험장비의 전송대역이 10 MHz보다 작다면, 높거나 낮은 주파수 채널에서의 시험은 옵션이다. 다음 표2-26는 안테나가 들어가 있는 경우의 핸드셋 시험 방법 24가지를 나타낸다.

6) body-worn과 다른 배치를 위해 권고된 시험 위치들

Body-worn에서 작동하는 구성은 무선장비에 부착된 벨트 클립과 holsters 그리고 케이스와 같은 액세서리도 함께 시험되어야 하고, 일반적인 사용 배치에서 평면 모의 인체에 대하여 위치되어야 한다.

Headset output을 가지는 무선장비는 무선장비에 연결된 headset을 시험해야 한다. 액세서리가 부착된 사용자의 몸의 물리적인 공간과 액세서리에서 사용된 물질 둘 다 무선장비에서 나오는 SAR에 영향이 있다. 시험 요구사항의 결정을 위해, 액세서리는 두 카테고리(금속 물질이 포함되어 있는 것과 그렇지 않은 것)로 나누어야 될 것이다.

금속 물질이 포함하지 않은 다양한 액세서리가 무선장비에 부착될 때, 무선장비는 몸에서 가장 가까운 공간에 연결된 액세서리를 시험한다. 금속 물질이 포함된 다양한 액세서리가 무선장비에 부착될 때, 무선장비가 공급되고, 무선장비는 유일한 금속 물질이 포함된 각 액세서리를 시험해야 한다. 만약에 다양한 액세서리가 동일한 금속 물질로 나눈다면, 단지 몸에서 가장 가까운 공간에 연결된 액세서리를 시험해야 한다.

Body-worn 액세서리는 body-worn 사용을 할 수 있는 경향이 있는 몇 무선장비들의 옵션들을 항상 공급하거나 사용하지 않는다. 무선장비의 뒷 부분과 평면 모의 인체사이 1.5 cm의 이격거리는 body-worn SAR를 시험하기 위해 제시되었다. 다른 이격거리들도 사용되어야 하는데, 그것들은 2.5 cm를 초과해서는 안 된다. 이 경우들에서, 무선장비는 금속 물질을 포함하지 않는다

액세서리를 사용하는 무선장비들이 시험된 것보다 큰 이격거리를 가지는 body-worn 액세서리들이 사용될 것이다.

사람의 얼굴 앞에 작동하기 위해 만들어진 전송장비인 PTT 구성은 평면 모의 인체으로부터 2.5 cm 떨어진 곳에 위치한 무선장비의 SAR 적합성 시험이 되어야 한다. 정면의 얼굴 모의 인체는 코, 입술과 눈 등과 같은 얼굴 모의 인체의 굴곡이 있는 영역에서 높은 E-field 프로브 경계효과 에러의 가능성 때문에 일반적으로 제시되지 않는다. 어깨, 허리, chest-worn 전송장비와 같이 몸 옆에 사용되는 무선장비를 위한 SAR 적합성은 무선장비에 부착된 headsets, microphone을 포함하는 액세서리를 시험하고, 일반적인 사용 구성에서 평면 모의 인체에 대하여 위치되어야 한다.

정확한 프로브의 측정에서는 전기장 프로브 특성과 교정이 중요한데, SAR 측정에 사용된 전기장 프로브는 대부분의 휴대 단말기 기지국에서 사용된 신호 레벨과 변조 특성의 범위를 커버하는 0.01-100 W/kg의 동적인 범위를 가져야 한다. SAR 측정에 사용된 전기장 프로브는 일반적으로 단일 주파수장을 측정하는데 교정되어야 한다. 전기장 프로브는 변조된 신호에 의해 생긴 평균 에너지 흡수와 일치하는 SAR을 측정하기 위해 교정되어야 한다. 최대 SAR은 다음과 같은 순서를 통해 찾아야 한다.

- o 모의 인체 내에서 찾을 수 있는 모든 최대 SAR 위치를 찾는 것에 사용된 표면 분포 분석, 표면과 위치 측정 과정의 방법을 나타낸다.
- o 체적 분포 분석(finer spatial resolution)에서 최대 SAR 값을 확인하기 위한 측정된 점에 적용된 내삽법의 방법을 쓴다.
- o 모의 인체와 시험 장비와 관련된 최대 SAR 위치를 보여 주는 SAR 분배 plots 위치를 보여준다.
- o 가장 높은 10 g 평균 SAR을 평가하는데 사용된 최대 SAR 위치를 확인한다.

불확정도의 평가를 위해서는 다음을 고려해야 한다.

- o 시스템 장비의 결함, field 프로브의 응답과 측정 결함, 모의 인체 조직의 절연적 특성 결함에서 비롯된다.

- o 불확정도는 실험 장비 위치, 프로브의 위치 조정 과정, 모의 인체의 표면에서 외삽 측정을 사용하는 절차와 1 g 평균 SAR을 결정하기 위해 사용하는 방법의 결함에서 발생한다.

제 5 절 캐나다

1. 인체 보호 기준

SAR 제한치는 캐나다 건강청(Health Canada)에서 제정한 Safety Code 6로서, IEEE의 SAR 제한치를 따르고 있다. 규제 주파수 대역은 10 kHz에서 300 GHz까지이다. 휴대용 무선통신장비는 캐나다 산업청(Industry Canada)에서 승인을 받아야 한다. 관련 설비가 승인되기 전에, 캐나다 산업청은 설비 승인 신청자로부터 적합성 선언(DoC)을 요구하고, 무선 장비는 IC Standard RSS 102에 나타나있는 측정 절차를 통해 평가하게 된다. RSS 102에서는 이동 및 휴대용 무선 장비를 다음과 같이 구분하고 있는데, 손에 쥘 수 있거나(hand-held), 몸에 걸치거나(body-worn), PTT 기능이 있는(push to talk) 휴대용 장비는 대상 장비가 사용자 또는 주위 사람의 신체로부터 20 cm 이내에서 일반적으로 사용되는 장비로써, SAR 평가를 실시하게 되고, 차량 탑재용(vehicle-mounted), 데스크탑(desktop)과 같은 이동용 장비(Mobile devices)는 인간으로부터 최소한 20 cm 바깥에서 방사되는 장비를 의미한다. 표 2-27는 RSS - 102에서 적용하고 있는 SAR과 RF 평가로부터 면제받을 수 있는 기준을 말하고 있는데, 모든 송신기(portable, handheld, mobile 또는 push-to-talk 형태)는 사용 주파수에 따른 전력 수준이 다음과 같이 낮을 경우, 평가를 면제받을 수 있다.

표 2-27. RSS - 102의 SAR 과 RF 평가 제외 기준

대상 장비	사용 주파수 대역	전력 수준
Portable Device	Below 1.0 GHz	Output Power < 200 mW
	Between 1.0 to 2.2 GHz	Output Power < 100 mW
Mobile Devices	Below 1.5 GHz	ERP < 1.5 W (i.e. EIRP < 2.5 W)
	Above 1.5 GHz	ERP < 3.0 W (i.e. EIRP < 5.0 W)
Multi-Mode Devices	Only required to be evaluated in the modes that do not qualify for exemption	

RSS B 102에 언급되어 있는 SAR 평가 방법에 대한 보다 세부적인 내용은 IEEE STD C 95. 3 B 1991, Spectrum Sciences 연구소의 SAR 평가 절차 문서 IEEE SCC 34-SC2에서 초안이 나와 있는 것을 따른다. 그 중, Spectrum Sciences 연구소의 SAR 평가 절차 문서는 캐나다 산업성의 지원 하에 이뤄진 것으로써, SAR 측정 필요 요건(SSI/DRB-TP-D01-030), 모의 모의 인체의 필요 요건(SSI/DRB-TP-D01-031), 프로브 모형과 교정 필요 요건(SSI/DRB-TP-D01-032)등과 같은 문서로 구성되어 있다.

RSS 102에는 인간이 무선 주파수 대역의 전자기장에 노출되는 것에 대한 캐나다 건강청의 Safety Code 6에 관한 이동 및 휴대용 장비에 대한 평가 절차를 언급하고 있다.

기본적으로, 이동 및 휴대용 장비의 신청자는 대상 장비가 어떤 카테고리 에 속하는 지를 우선 결정해야 한다. 이 후 대상 장비가 적용되는 분류 하에 맞는 SAR 또는 RF 적합성 평가를 실시하여야 하며, 그 측정 결과는 적절한 절차를 통해 시험 성적서에 기록되어 승인 신청자가 보관하고 있어야 한다. 또한, 제품이 캐나다에서 판매되기 위한 요구에 만족할 만한 시험 성적서를 준비하여야 한다. 측정 결과는 적절한 절차를 통해 시험 성적서에 기록되어 승인 신청자가 보관하고 있어야 하며, 제품이 캐나다에서 판매되기 위한 요구에 만족할 만한 시험 성적서를 준비하여야 한다.

2. 통신 장비에 대한 캐나다의 인증 및 검사

CSA(Canadian Standards Association : 캐나다규격협회)는 독립된 비영리 민간기관으로서 캐나다 국민의 안전 및 정부 또는 산업계의 편익을 위해 CSA 규격에 따른 인증업무를 제공할 목적으로 1919년 연방헌법(Dominion Act)에 따라 설립되었다. CSA 본부는 Ontario주 토론토시에 있으며, 지소로는 British Colombia주의 벤쿠버 사무소, Alberta주의 에드먼턴 사무소, Manitoba주의 위니펙 사무소, Quebec주의 몬트리올 사무소, New Brunswick주의 몽턴 사무소가 있다.

캐나다는 미국과 같이 각 주에서 법률을 제정하고 있기 때문에 연방법과 주법의 이중구조로 되어있다. 그러나 미국과는 달리 캐나다에서는 거의 모든 주간(州間) 전기기기에 대하여 CSA안전시험을 받도록 규정하고 있으며, CSA의 인증을 받는 경우와 주 검사당국의 승인을 받는 경우에는 약간의 차이가 있다.

주(州)검사당국의 승인을 받았을 경우는,

- 그 승인에 대한 효력의 범위가 그 주로 한정된다.
- 캐나다에 도착 완료된 제품에 한하여 신청을 받고 검사를 하며, 그 로트에 대하여만 승인을 한다.
- CSA에서 취급하지 않는 특수한 것(고전압기기)에 대한 검사도 수행하며 설비 및 사용에 대한 허가도 해준다.

CSA의 인증을 받았을 경우는,

- 각 주는 물론 캐나다 전역에 걸쳐 효력이 있다.
- 형식승인제도로 되어 있어 인증을 받은 것은 발간, 공표 하도록 되어있다.
- 주 검사당국을 대신하여 로트별로 특별검사를 수행한다.

이와 같이 주 검사당국의 검사를 받고 수출하는 것보다는 CSA인증을 받

아 놓는 것이 더욱 유리하다. 또한 주 검사당국의 검사신청은 외국에서는 불가능하고 현재의 수입업자를 통하여서만 가능하다.

캐나다 산업청은 국가정보화 전담부처로 역할을 실시하고 있으며, 캐나다의 통신기기에 대한 인증 또한 CSA가 아닌 캐나다 산업청(IC : Industry Canada)에서 관장하고 있다.

캐나다에서 통신기기는 단말기와 무선통신기기 2가지로 구분된다. 무선통신기기는 I종(Category I)과 II종(Category II)으로 구분되며, 단말기와 I종 무선통신기기는 캐나다 산업청의 인증을 받아야 한다. 2종 무선통신기기는 산업청에 별도의 인증신청 없이 기술규격에 적합하다면 판매할 수 있다.

또한, 1999년 이후 인체로부터 20 cm 이상의 거리에서 사용되는 이동 전화용 송신장치에 대해 인체보호기준과의 적합성 평가를 하고 그 기록을 보관하여야 하며, 캐나다 산업청에 적합성 선언서를 제출하여 기술허가인증서(TAC: Technical Acceptance Certificate)를 교부받고, 요구 시 평가 결과를 제출하게 하고 있다.

통신기기에서 단말기의 경우, 통신법의 목적은 통신사업자의 설비, 운영요원의 보호 등을 목적으로 하고 있다. 산업청으로부터 단말기의 인증을 획득하기 위해서는 단말기 인증절차에서 CP-01의 절차에 따른다. 시험은 제조자 또는 시험설비에 의해 실시 될 수 있지만, 이러한 시험소는 캐나다 산업청에 의해 승인되어야한다. 대표적인 단말기의 예로는 휴대폰, 팩시밀리, 모뎀, 자동응답기, 키폰, PBX 등과 같은 것들이 있다.

무선통신기기의 경우, 통신법의 목적은 방송시스템, 항공관제시스템, 위상통신 및 보안 서비스와 같은 무선기기와 그 서비스의 전자파 양립성을 확보하고, 무선기기와 비 무선기기간의 전자파간섭 현상을 최소화하여, 캐나다 내에서 판매될 기기의 품질을 개선하는데 있다. 산업청으로부터 무선통신기기의 인증을 획득하기 위해서는 무선통신기기의 인증절차서 RSS-100의 절차에 따른다. 무선통신기기의 시험은 산업청의 별도의 시험소 지정 없이 어떠한 시험소나 시험설비를 이용할 수 있다. 무선통신기기는 기기에 따라서 I종, II종으로 구분하여 인증절차를 달리하고 있다.

- I종기기(Category I): I종기기는 캐나다 산업청에 의해 승인을 받아야 한다. 대표적인 제 I종기기의 예로는 움직일 수 있는 모빌 무선통신기기(지

상, 항공, 해양용), 셀룰러폰, 무선컴퓨터 링크, 저 출력 기기와 같은 것들이며, 시험을 시행한 시험소는 시험성적서를 5년간 보관하여야 한다. 1종 기기는 형식승인 대상기기 이다.

- 이동용무선통신기기(지상, 항공, 해양용)
- 셀룰러폰
- 무선컴퓨터링크
- 저출력기기
- 960 MHz 이하의 주파수를 사용하는 고정된 통신서비스기기
- 800 MHz 듀얼 모드 셀룰러폰 등

- II종기기(Category II): II종기기는 캐나다 산업청의 승인은 필요 없으나 산업청 기술국에 의해 해당 기술규격에 따라 시험을 하여야 하고, 적합한 경우, 라벨을 붙여서 판매할 수 있다. 2종 기기는 형식승인 대상기기가 아니다.

- 산업, 과학, 의료용(ISM : Industrial, Scientific, Medical) RF발생기
- 플로피디스크, 정보저장장치, 키보드, 프린터, 비디오 모니터 등과 같은 10 kHz 이상의 유, 무선주파수를 발생, 사용하는 정보통신기기

캐나다 산업청은 기기의 적합성을 증명할 수 있는 서류(시험성적서)를 어느 때라도 요청할 수 있고, 대상 업체는 이에 대비하기 위하여 모든 관련서류를 보관하여야 한다. 대표적인 II종기기의 예로는 산업, 과학, 의료용(ISM : industrial, Scientific, Medical) RF 발생기 및 플로피디스크, 정보저장장치, 키보드, 프린터, 비디오 모니터 등과 같은 10 kHz 이상의 유, 무선 기기의 등급(Class A, B)을 제품에 부착하여야 하며 기기의 등급은 다음과 같다.

- Class A : 집을 포함한 일반 거주환경에서 사용될 가능성이 없는 통신기기
- Class B : Class A이외의 통신기기

단말 기기는 형식승인 대상기기로서, 휴대폰, 팩시밀리, 모뎀, 자동응답기,

키폰, PBX, 망 보호장치 등이 있다.

어떠한 기기라도 승인 또는 인증절차가 완전하게 끝나기 전에 공급, 통신 망에 연결, 소비자에게 판매할 수 없다. 이러한 규정의 위반 시에는 법적인 조치를 받게 된다. 일반적으로 Computing Devices는 FCC 승인 후 캐나다 산업청에서 요구하는 문구를 제품설명서 상에 명기하면, 별도의 IC 승인을 받을 필요는 없으나, 만일 캐나다 지역에만 판매하는 경우는 별도의 IC 승인을 받아야 한다. 그러나, Car Alarm System, 900 MHz wireless phone 등의 low power device나, 무선 작동으로 동작하는 Remote control devices 등은 별도의 캐나다 산업청의 승인을 받아야 하며, 이 경우 캐나다 산업청에 등록된 지정시험소에서 신청하여 승인을 얻을 수 있다.

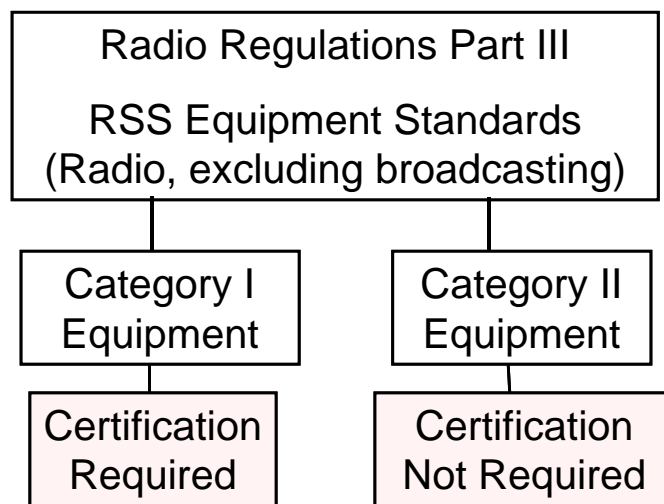


그림 2-11. 캐나다의 인증요건

표 2-28. Category I 대상 장비 중, 면허가 필요 없는 무선 설비

규정	제목
RSS-210	Low Power Licence-exempt Radiocommunication Devices
RSS-130	944-948.5 MHz Cordless Phones
RSS-136	Citizens Band Radios
RSS-187	Radio Beacons
RSS-213	2 GHz Licence Exempt PCS

캐나다 산업청은 다양한 주파수 밴드와 서비스하는 설비에 대한 기술적 요구사항을 포함하는 Radio Standards Specifications(RSSs)라는 규정을 내리고 있는데, 각각의 RSS에는 사용되기 위해 면허가 필요한 무선 설비와 면허가 필요 없는 무선 설비에 대한 표준을 제시한다. 무선 설비의 승인 절차는 크게 카테고리 1과 카테고리 2에 따라 구분 될 수 있다.

카테고리 1설비는 승인을 위해 기술 허가 인증 (TAC : Technical Acceptance Certificate)을 필요로 한다. 승인을 받으려는 신청자는 규정 서류와 시험 성적서를 제출하여야 하고, 대상 장비가 모든 적용 규정에 적합한 카테고리 1 설비라는 것을 증명하여야 한다. 대부분의 카테고리 1 설비들이 면허를 필요로 하나, 표 2-28에서 보는 바와 같이 몇몇 제품들이 면허가 면제된다.

3. SAR 측정 방법

모든 측정은 ISO/IEC Guide 25에 규정된 물리인 특성과 전기적 특성에 따라 일반 적인 실험조건에서 해야 한다. 물리적 특성 측정에 따른 온도는 20℃이고 전기적 특성에 따른 온도는 23℃이다. 그림 2-12는 SAR 측정 실험실에서 일반적으로 측정 장비와 측정 대상 장치의 배치를 나타낸다.

그림 2-12에서 나타난 것처럼 모의 인체는 SAR 측정 시스템 장비와 연결하여 배치되어 있다. 모의 인체는 고정되어 있고 측정 프로브와 연결되어 있어서 프로브로 테스트할 장비가 부착된 모의 인체에 대한 SAR 측정을 정확하게 할 수 있도록 배치되어 있다. 프로브 제어기는 프로브가 모의 인체를 자동으로 스캔 할 수 있도록 조정한다. 프로브로 측정된 결과는 바로 컴퓨터로 보내지고 관련 프로그램으로 SAR 분석을 하게 된다.

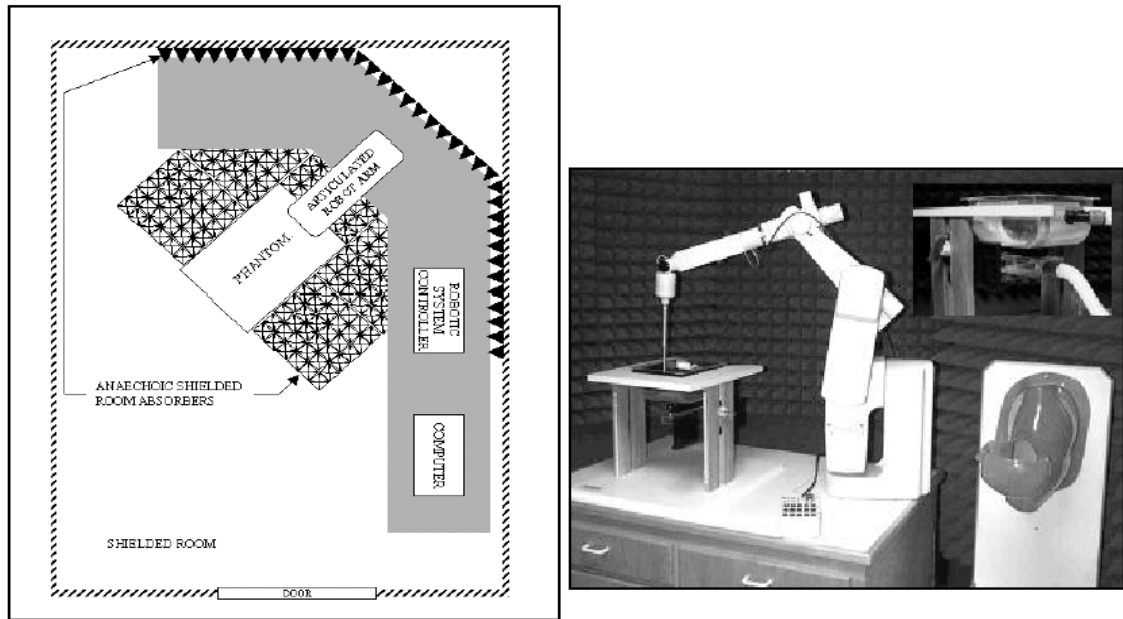


그림 2-12. SAR 측정 실험실 배치도와 측정 장비

표 2-29. 시험에 필요한 장비들

Description	Manufacturer	Model
Articulated Robot Arm	CRS Robotics	A255
Robotic System Controller	CRS Robotics	C500
Phantom	APREL	various
Phantom support fixture	APREL	various
Synthetic Tissue Mixture	APREL	SSI/DRB-TP-D01-033
Miniature E-field probe	Narda	8021B
Probe support fixture	APREL	N/A
Computer	Northern Micro	Pentium 75
Software	Microsoft	Office 97 Pro
Software	APREL	SAR Measurement
Data acquisition card	ComputerBoards	CIO-DAS08-PGH
Miscellaneous Cables	N/A	N/A

표 2-29에서는 SAR 측정에 필요한 장비와 관련된 모델을 나타내었다. 기본적으로 장비에 대한 SAR을 측정하려면 모의 조직으로 채워진 모의 인체

와 측정 프로브, 프로브 제어기, 장치 홀더, SAR 프로그램이 갖추어져 있어야 한다.

SAR을 측정하는데 쓰이는 프로브는 전기 에너지 밀도의 세기에 선형적인 응답을 보이는 작은 등방성 E-Field 프로브이다. 일반적으로 프로브는 25~30 cm의 길이와 3~5 mm의 직경으로 되어 있다. 이 프로브는 세 개의 상호 직교하고 중앙에서 급전하는 작은 다이폴 안테나들로 구성되어 있다. 표 2-30에서는 토르소 모의 인체와 각 부분의 치수를 나타내었고 그림 2-13은 이와 관련된 그림이다.

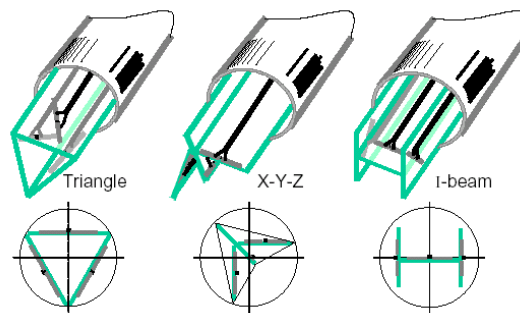


그림 2-13. 축소형 등방성 전기장 프로브

표 2-30. 모의 인체에 나타난 각 부분의 치수

A	Head Breadth	152 mm
B	Head Height	141 mm
C	Bitracion Diameter	110 mm
D	Neck Diameter	103 mm
E	Shoulder Breadth	440 mm
F	Chest Breadth	279 mm
G	HEad Length	199 mm
H	Tragion to Wall	97 mm
I	Chin-Vertex Length	243 mm
J	Tragion to Shoulder	165 mm
K	Shoulder Depth	116 mm
L	Chest Depth	225 mm
M	Shoulder Position	125 mm

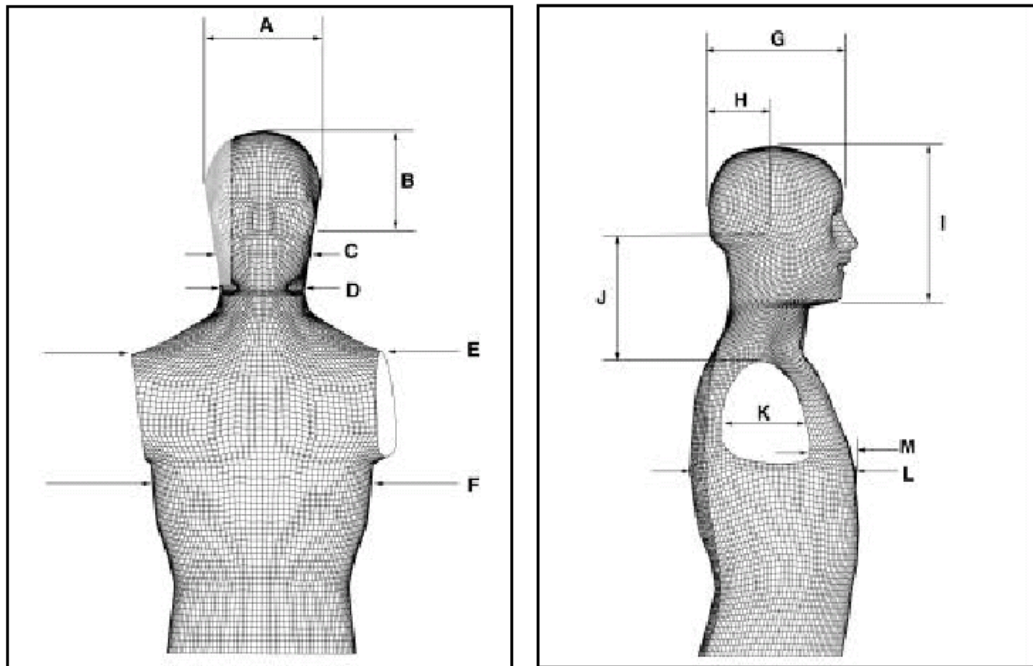


그림 2-14. 모의 인체도

표 2-31. 100 MHz - 1 GHz에 대해 두뇌와 근육에 대한 모의 조직 구성비

Simulated Tissue Ingredients		
Ingredient	Muscle Mixture	Brain Mixture
Water	52.4 %	40.6 %
Sugar	45.0 %	58.0 %
Salt	1.5 %	1.0 %
HEC	1.0 %	0.3 %
Bactericide	0.1 %	0.1 %

표 2-32. 1.5 ~ 2.5 GHz에 대해 두뇌와 근육에 대한 모의 조직 구성비

Simulated Tissue Ingredients	
Ingredient	Muscle & Brain Mixture
Water	45.3 %
Sugar	54.3 %
Salt	0.0 %
HEC	0.3 %
Bactericide	0.1 %

인간 머리 모형에 대한 공학적 접근은 정규 모형을 사용한 인간공학 자료로부터 만들 수 있다. 따라서 모의 인체의 물리적 특성, 크기와 형태는 전송 장비 사용자와 유사한 형태로 만들어 졌다. 모의 인체의 내부는 인체의 조직과 유사한 형태로 물질을 구성하여 채워 넣는다. 이때 이 물질은 장치의 동작 주파수를 고려하여 만들어야 한다. 표 2-31에서는 100 MHz ~ 1 GHz에 대한 두뇌와 근육 조직을 모의 실험하여 구성한 모의 조직에 포함되는 물질의 구성비를 나타내었다. 1.5 ~ 2.5 GHz에서는 근육과 두뇌에 대한 모의 조직의 구성비가 달라져야 하는데 표 2-32에서는 여기에 해당하는 모의 조직 구성 물질의 비율을 나타내었다.

측정 위치를 조정하기 위해서는 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

- 귀에 대고 동작하는 장비: 테스트 할 장비의 동작 주파수를 고려하여 모의 인체에 채울 적절한 유형의 모의 조직을 결정한다. 스캔을 수행하기 전에 충분한 시간동안 모든 공기 방울을 제거한다 그림 2-15과 같이 측정할 장비의 앞면을 중심으로 측면 길이, 두께 같은 기본적인 수치를 측정한다. 장비를 보통 사람들이 사용하는 모양처럼 사람의 귀에 장비를 댄 상태를 고려하여 4 mm를 추가한다. DUT(Device Under Test)를 모의 인체의 귀와 입 부분에 장비 홀더를 이용하여 위치시키고 측정할 준비를 한다. DUT의 시험 모드를 전력을 최대로 놓고 최대 동작 주파수와 최저 주파수, 중간과 고채널 상태로 놓는다.
- 사람의 입 앞에 대고 동작하는 장비(예: PPT radio): 보통 Push-To-Talk 장비는 말할 때 사람의 얼굴 정면에서 사용한다. 따라서 장비를 모의 인체의 코앞에서 30 mm 이내에 장비를 위치시키고 마찬가지로 측정 준비를 한다. 물론 들을 때에는 장비를 귀에 대는 경우가 많으므로 귀에 대고 동작하는 장비의 측정 위치까지 고려해야 한다.



그림 2-15. DUT의 측면 길이 측정

- 몸에서 떨어진 곳에서 손을 사용하는 DUT(예: point of sale 장비): 두부 모의 인체는 머리카나 몸 근처에서 사용하지는 않지만 보통 손으로 잡는 장비에 대한 SAR 측정을 할 때 손을 대신해서 사용할 수 있다. 손 모의 인체의 경우 비어 있어야 하는데 즉 안에 모의 조직이 없어야 한다. 손을 대신한 모형인 손 모의인체는 모의 근육 조직으로 채워져 있어야 한다. 위치 조정 절차는 위에서 제시한 경우와 같다.
- 몸에 휴대하고 다니는 DUT: 손 모의 인체는 일반적으로 몸에 위치시킨 장비에 대한 SAR 평가를 수행할 때 몸 또는 허벅지(thigh)에 대해서 대신 사용할 수 있다. 이러한 장치들에는 휴대 통신 장비에 연결할 수 있는 백팩(backpack), 어깨 가죽끈이나 벨트가 포함된다. 또한 이러한 장치들은 랩탑(laptop) 컴퓨터에도 연결할 수 있다. 이러한 경우 몸 또는 넓적다리를 대신한 두부 모의 인체는 근육 조직으로 채워 있어야 하고 같은 방법으로 위치를 조정한다.

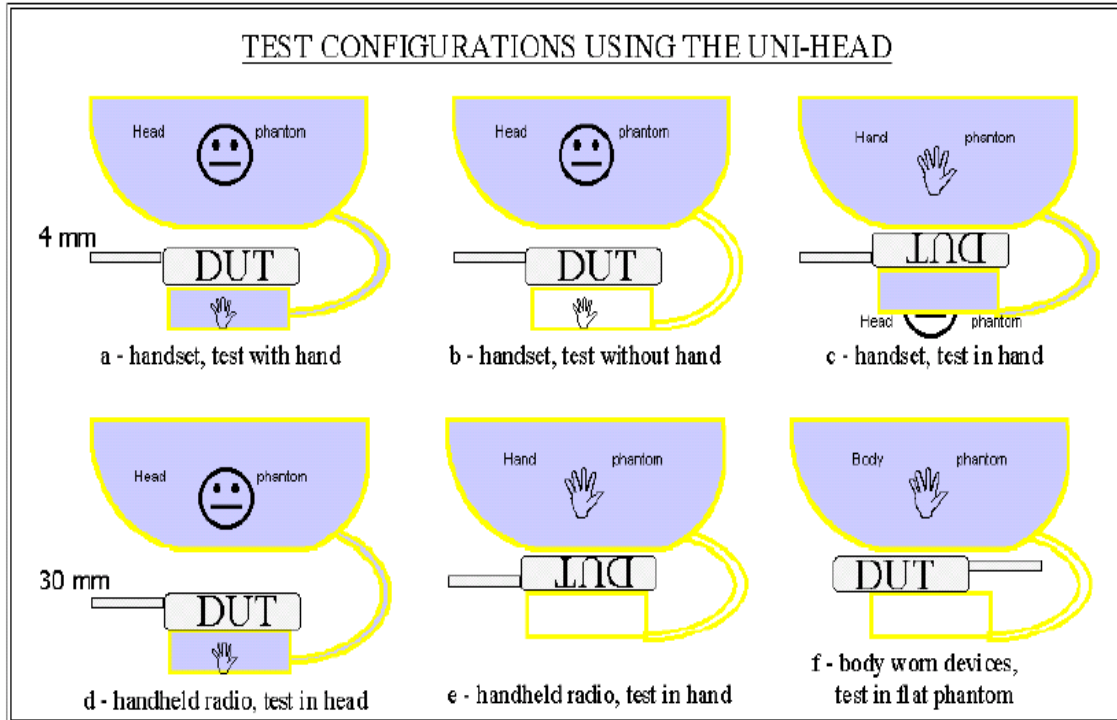


그림 2-16. UNI-HEAD를 사용한 장비 유형별 측정 배치

SAR 측정을 위해 필드 프로브를 모의 인체 안의 모의 조직액에 집어넣으면 측정은 전송장비가 위치한 모의 인체의 내부 표면 부분에서 이루어질 수 있다. SAR 측정은 보통 전기장 프로브가 핸드셋과 핸드셋의 안테나 근처 조직의 전체 지역에 걸쳐 탐지된 부분에서 1-2 cm의 격자 해상도(resolution)를 가지고 측정을 시작한다. 최대 SAR 위치 주변의 작은 중심 지역은 1g 평균 SAR를 결정하기 위해 1-5 mm 보다 좋은 격자 해상도를 가지고 측정을 한다. 좋은 해상도 탐지 시간이 오래 걸릴 경우 실험 신호 수준을 유지하기 위해서 장비의 배터리를 교체할 필요가 있다. 이러한 고 해상도 스캔을 하여 얻어진 측정 결과는 1 g 평균 SAR를 결정하기 위한 입방체 모양의 1 cm³ 체적을 평균하여 얻을 수 있다.

불확정도는 시스템 장비의 결함, 필드 프로브의 응답과 측정 결함, 모의 인체 조직의 절연적 특성 결함에서 비롯된다. 또한 불확정도는 실험 장비 위치, 프로브의 위치 조정 과정, 모의 인체의 표면에서 외삽 측정을 사용하는 절차와 1 g 평균 SAR를 결정하기 위해 사용하는 방법의 결함에서 발생한다.

제 6 절 일본

1. 인체 보호 기준

SAR 제한치는 1997년에 MPT에서 RF 노출 기준을 발표하였고, ICNIRP 지침과 같다. SAR 평가 절차는 1998년 전파산업협회(ARIB)에서 발표한 STD-T-56을 통해 휴대전화 단말기에 대한 전자파 흡수율 측정 권고안을 발표하였고, 2001년 상반기부터 전자파 흡수율 기준을 유럽과 같은 기준인 10 g에 대하여 2.0 W/kg으로 우정성에서 규제를 하고 있다. SAR 관련 규제 현황은 전파법의 기술 기준 적합 증명을 위한 특성 시험 결과 제출 시, 측정 결과를 제출하여야 한다.

2. 통신 장비에 대한 일본의 인증 및 검사

가. 시험인증 기관 및 제도

일본은 우정성에서 정보통신기기를 관장한다. 단말기기에 대해서는 전기통신사업법에 의한 ‘기술기준적합인정’을 받도록 규정하고 있고, EMC에 대해서는 전기용품인 경우를 제외한 정보처리와 전파장해자주규제협의회(Voluntary Control Council for Interference by Information Technology Equipment : VCCI)가 자율적인 인증제도를 운영하고 있다.

전기통신사업법에 의한 ‘기술기준적합인정’이란, 단말기기의 기술기준적합 인정에 관한 규칙의 제3조에서 대상으로 하는 단말기기, 즉

- 전화용설비에 접속되는 휴대폰 및 구내교환설비 등의 단말기기
- 무선통신용설비에 접속되는 단말기기
- 종합디지털 통신용 설비와 전용통신회선설비 또는 디지털데이터 전송용 설비에 접속되는 단말기기

에 대하여 전기통신사업법 제49조의 우정성령으로 정하는 기술 기준 등에

적합한 것을 인정하는 행위를 말한다.

정보처리 및 전자사무용 등의 정보기술장치(약칭하여 「ITE」라 함)의 EMC에 대하여는 정보처리등 전파장해 자주규제협의회(VCCI)가 제정한 자주규제조치운영규정에 의거하여 회원이 자주적으로 자사의 ITE에 대해 방해파의 규제를 하고 있다. 이 제도는 정부가 관여하고 있지 아니한 임의의 자주제도로서 일본 국내에 출하되는 ITE에 대하여 운영되고 있다.

정보통신 시험·인증에 있어서 강제표준인 기술기준 분야에 대한 시험·인증 관련 법규는 전기통신사업법에 근거하며, 권고표준의 경우는 통상산업성의 OSI와 관련한 적합성 시험 기관의 인정에 관한 규정 및 우정성의 TTC(Telecommunication Technology Committee) 표준준거표시 취급요령에 의해 시행되고 있다.

그림 2-17은 일본의 기술기준 시험·인증체계를 나타낸다. 우정성이 지정기관 및 인정기관 업무를 수행하며, 지정한 ‘전기통신 단말기기 심사협회(JATE : Japan Approvals Institute for Telecommunications Equipment)’에 의해 시험 및 인증제도가 운영된다. JATE는 시험·인증기관의 역할을 수행하고 있다. 일본의 경우는 정보통신과 산업 분야로 구분하여 시험·인증 제도가 운영되고 있다. 산업 분야는 통상산업부가 지정기관 업무를 JAB(Japan Accreditation Board for Conformity Assessment)가 인정기관 업무를 수행한다. 별도의 인증기관이 없으며 JAB의 인정 프로브에 따라 INTAP(Interoperability Technology Association for information Processing)이 시험업무를 수행하고 정보통신 분야는 우정성이 지정기관 및 인정기관 업무를 수행하며, TTC가 인증기관을 HAT Conference (Promotion Conference of Harmonization of Advanced Telecommunication System)가 시험기관 업무를 수행하고 있다. 최근에 소규모 무선국의 면허절차 간소화, 합리화 및 면허신청인의 편리를 도모하기 위해서 우정성의 검사업무 일부가 TELEC으로 이관되었다.

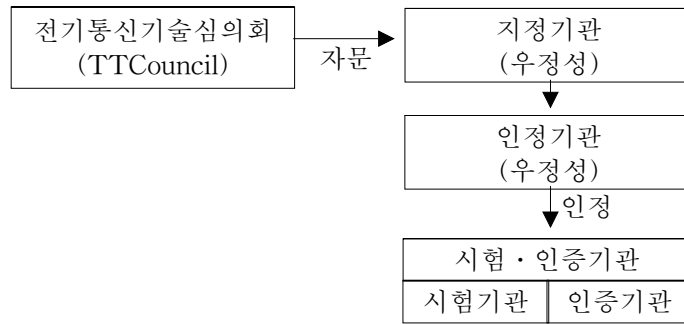


그림 2-17. 일본의 기술기준 시험인증 체계

TELEC 은 1978년 (재)무선설비검사검정협회로 설립된 이래 일본 우정성을 대신해 지정 무선국 검사 전담기관으로 업무를 수행하다가 검사업무의 일부가 인정점검사업자에게 이관됨에 따라 1998년도에 기술기준적합증명 및 측정기교정 등의 업무를 수행하는 일본 정부업무 위탁기관인 재단법인으로 우리나라의 무선관리단과 업무가 유사한 조직이다.

3. SAR 측정 방법

가. 실험 환경

SAR 측정을 통해 적합성을 시험하는 장비는 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

- 환경 온도는 15 ℃에서 30 ℃사이이어야 한다.
- 측정은 다른 어떤 무선 통신기기에도 영향을 주지 않아야 한다.
- SAR 측정에 영향을 주는 주위의 전자기 소스를 차단해야 한다.
- SAR 측정에 영향을 주는 주위 물체(마루, 위치 제어 장비)의 반사를 차단해야 한다.

나. 실험 장비 세팅

그림 2-18는 일반적인 시험 측정 장비들 모두 세팅한 것이다.

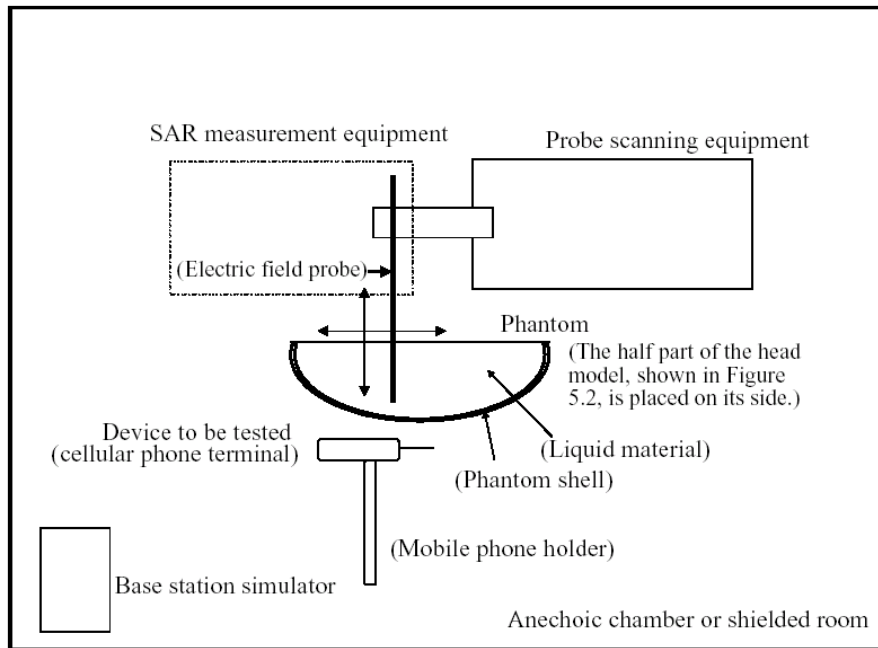


그림 2-18. 일반적인 실험 장비 세팅

모의 인체의 모양과 치수는 그림 2-19에 나타내었다. 이 요구사항은 국제적인 기준 경향에서 고려한 사항들에 대해 기준을 삼았다. 모의 인체 모델은 그림 2-20과 같다.

모의 인체의 외형을 본다면,

- 외피의 손실 탄젠트와 상대 유전율은 각각 0.05, 5이하여야 한다.
- 휴대용 단말기(mobile phone)가 접촉되는 외피의 어떤 부분의 두께는 귀를 제외하고 2 ± 0.2 mm가 되어야 한다. 다른 부분의 경우, 외피의 두께는 5 mm를 초과하지 않아야 한다.
- 귀에 댄 mobile phone의 조건을 나타내는 2 mm 두께의 외피를 포함하는 귀 공간 이격자는 6 mm의 이격거리를 제공해야한다.
- 입에 대해서는 점 M, 왼쪽 귀 기준점(ERP: Ear Reference Point)에 대해서는 LE, 오른쪽 귀 기준점에 대해서는 RE가 모의 인체에서 정의되어야 한다.

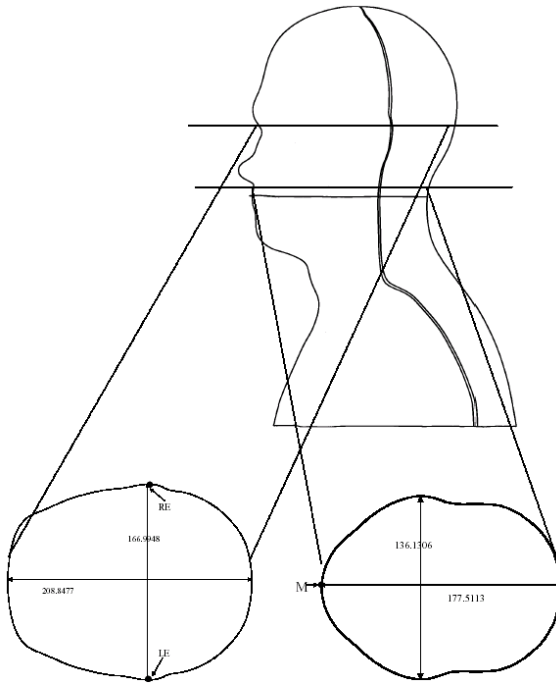


그림 2-19. 모의 인체의 치수

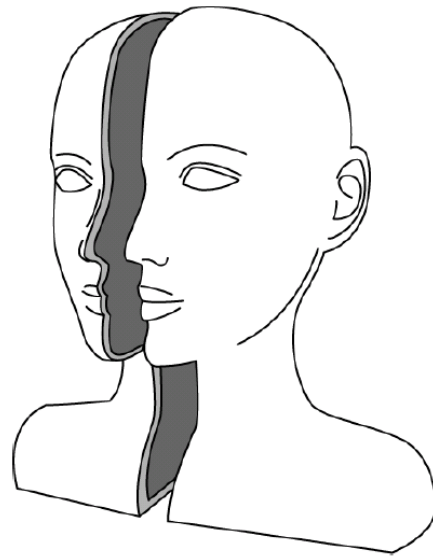


그림 2-20. 모의 인체의 모델

표 2-33. 액체 재료의 유전 특성

주파수 (MHz)	상대유전율 (ϵ_r)	전도율 σ (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

모의 인체 외형을 채우는데 요구되는 액체 재료의 특성은 표 2-33에 나타난 것이 되어야 한다. 같은 액체 재료를 확인하는 값들은 1 g 그리고 10 g 평균 SAR 측정에 사용된다. 표 2-33에 나와 있는 값들의 중간 값은 내삽법을

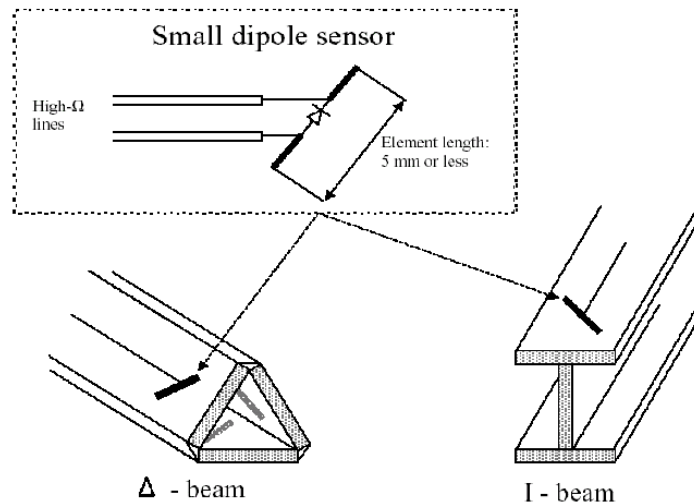


그림 2-21. 전기장 프로브의 예

이용하여야 한다.

일반적으로 주사 장비는 3차원 SAR 분포를 평가하기 위해 액체를 모의 인체의 전체 부피 안에 주사할 수 있어야 한다. 주사 장비의 기술적 구조는 SAR 측정을 방해하지 말아야 한다.

기술적 요구사항을 보면,

- 정확성: 측정 부위에서의 프로브 끝 위치 결정의 정확성은 ± 0.2 mm이내 가 되어야 한다.
- 위치제어 분해능: 위치 제어 분해능은 1 mm이나 그 미만이 되어야 한다.

적절한 평가를 위해서, 휴대 단말기 홀더는 다음의 사항에 따라 평가를 실시하여야 한다.

- 휴대 단말기 홀더는 모의 인체의 여러 위치에 휴대 단말기를 설치 할 수 있어야 한다.
- 경사각의 허용오차는 $\pm 1^\circ$ 이내가 되어야 한다.
- 홀더는 손실 탄젠트와 상대 유전율이 각각 0.05, 5이하가 되어야 하는 재료로 만들어야 한다.

다. 측정 과정

테스트 위치 지정은 각각의 대상 장비의 실제 사용 구성에 의해 변화되는 사항으로서, 두부와 그에 대한 귀의 유무, 인체 몸, 얼굴등에 대해 테스트 위치를 지정하게 된다.

시험 장비에서 수직 중앙선과 수평선 그리고 귀(earpiece)의 중앙점을 다음의 그림 2-22에 나타낸다.

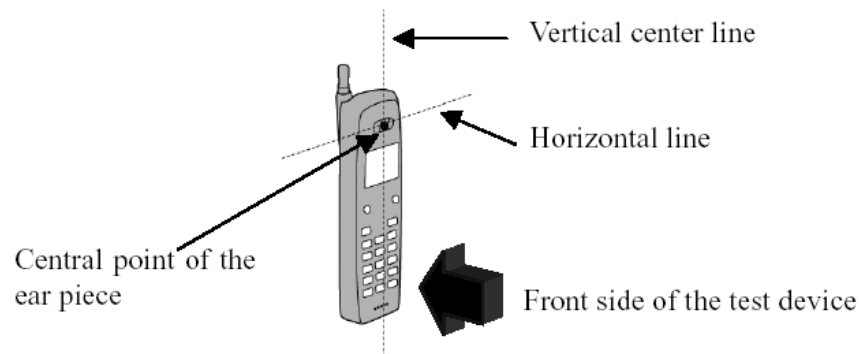


그림 2-22. 시험 장비의 예

시험 장비는 아래에 정의된 두 위치와 관련 있는 모의 인체의 오른쪽 그리고 왼쪽 두 가지 모두 측정되어야 한다.

볼의 위치는, 아래의 그림 2-23, 2-24에서는 모의 인체에 휴대 단말기가 부착된 시험 장비가 모의 인체 표면에 붙어 있는 경우와 붙지 않는 경우 등 여러 가지의 경우들을 보여 준다.

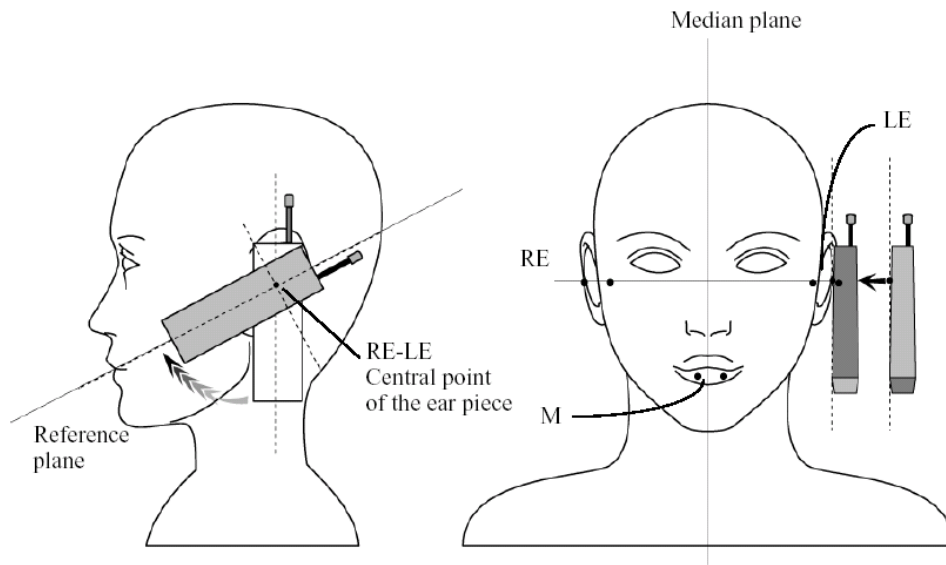


그림 2-23. 두부 왼쪽에서 무선 기기의 “불(접촉)” 위치

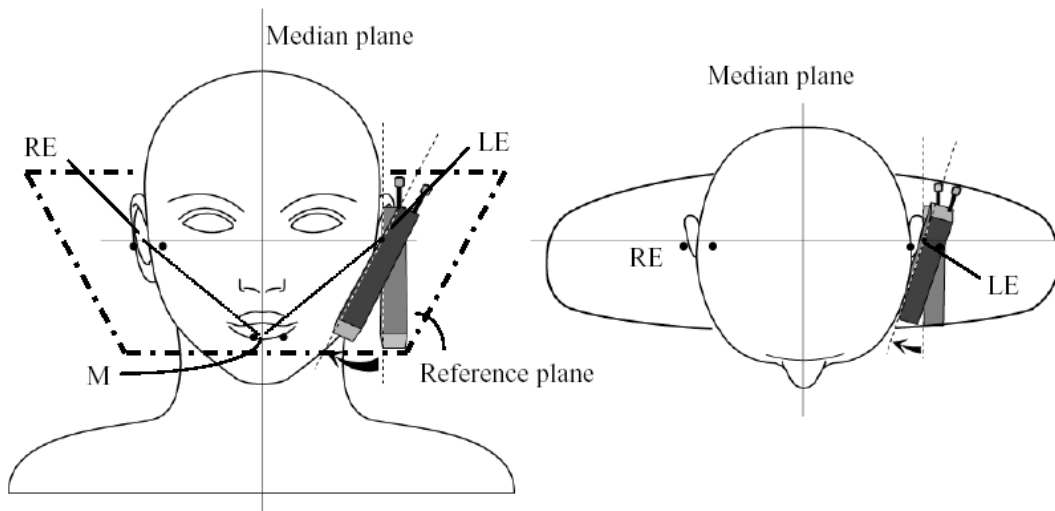


그림 2-24. 15°기울인 무선 기기의 “불(접촉)” 위치

경사(Tilt)위치 는 모의 인체와 휴대 단말기와 접촉한 다음에 모의 인체와 휴대 단말기 사이의 각이 15°인 경우를 아래의 그림 2-25에서 나타난다. 프로브 측정 조건은 그림 2-26과 같이 만들어진다.

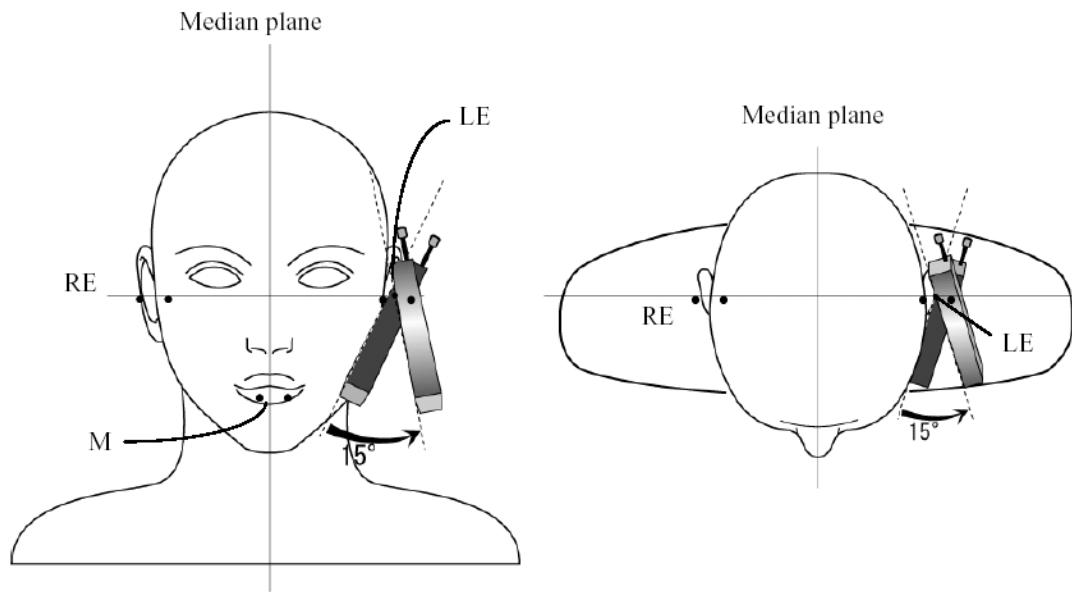
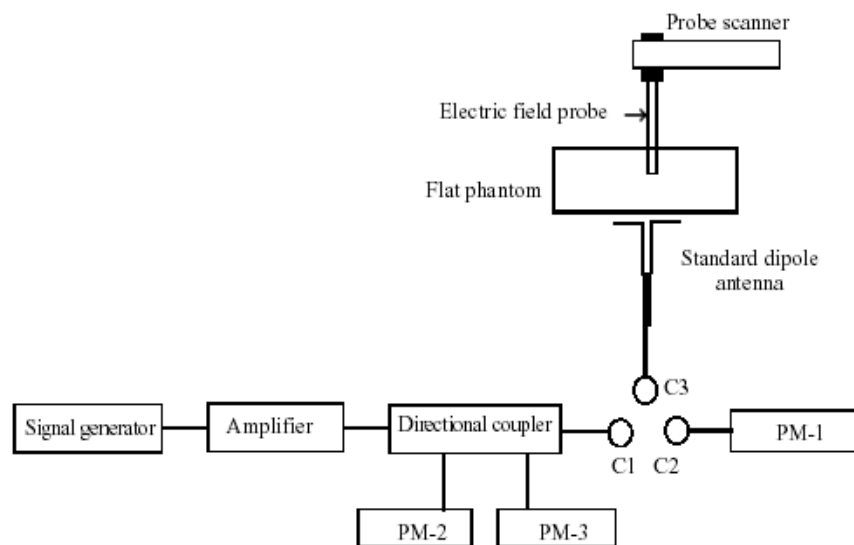


그림 2-25. 두부 왼쪽에서 무선 기기의 “경사” 위치



PM: Power meter (including an attenuator as required)

그림 2-26. 프로브 측정의 환경 조건

최대 SAR 지역을 찾고, 최대 SAR 값을 구하기 위해서 다음의 절차를 따라야 한다.

- 내삽: 측정 격자가 주어진 질량에 대해 국부 평균 SAR을 계산하는데 요

구되는 것만큼 미세하지 않은 경우, 측정점 사이에 내삽을 실시하여야 한다.

- 외삽: 일반적으로 사용되는 전기장 프로브는 가깝게 근접해 있는 직교하는 세 개의 다이폴을 포함한다. 이런 다이폴은 보호 튜브에 끼워 넣어져 있다. 측정점은 프로브의 끝으로부터 수 mm에 위치한다. 이런 오프셋은 SAR 측정의 위치를 결정할 때 고려되어 져야 한다.
- 부피 평균: 국부 평균 SAR을 계산하는데 사용되는 조직은 입방체 형태로 되어 있어야 하며, 밀도는 1g/cm^3 이 되어야 한다. 입방체가 모의 인체의 표면(외피)과 교차하는 경우 그것은 3개의 정점이 모의 인체 외피의 표면에 닿거나 한 면의 중심이 표면에 접하도록 방위가 정해져야 한다. 모의 인체 외피의 표면에 가장 가까운 입방체의 면은 표면과 일치하도록 수정되어야 한다. 추가된 부피는 입방체의 반대 면으로부터 제거되어야 한다.
- 최대값 검색: 입방 체적들은 국부 최대 SAR 값 부근에서 모의 인체 내부 표면상에서 이동하여야 한다. 가장 높은 국부 최대 SAR 값이 있는 입방체는 주사하는 체적의 경계면(가장자리)에 있어서는 안 된다. 만약 그렇게 된다면, 주사 체적이 바뀌어야 하며, 측정은 반복되어야 한다.
- 불확정도의 평가: 시스템 장비의 결함, field 프로브의 응답과 측정 결함, 모의 인체 조직의 절연적 특성 결함에서 비롯된다. 불확정도는 실험 장비 위치, 프로브의 위치 조정 과정, 모의 인체의 표면에서 외삽 측정을 사용하는 절차와 1 g 평균 SAR을 결정하기 위해 사용하는 방법의 결함에서 발생한다.

제Ⅲ장 멀티미디어 통신장비의 SAR 측정방법

제 1 절 IEEE과 CENELEC의 SAR측정방법

1. IEEE 측정 프로토콜

가. SAR 측정 프로토콜

휴대폰 사용자들이 경험한 RF 노출은 시험조건과 장치 위치의 작은 변화에서도 SAR의 큰 변화를 보인다. 예를 들어 시험위치, 모의 인체의 모양, 시험 구성, 유전체 파라미터들의 작은 변화에도 SAR의 변화를 가져오게 된다. 잘 정의된 프로토콜은 시험결과의 정당성을 결정하고 주어진 오차범위에서 시험결과를 보장하는데 필수적이다. 측정 프로토콜은 Setup과 그 측정(프로브, 모의 인체, 유전율 파라미터, 시스템 변화) 장치의 요구 동작 조건을 맞추는 적합한 절차, 모의 인체와 관계된 장치의 위치에 따른 변화 그리고 개별 시험장치의 시험 절차의 적합성에 대한 정당성뿐만 아니라 적절한 보관법과 외삽법을 포함하는 최대 공간 평균 SAR 값을 결정하는 스캐닝절차에 대한 상세한 정보를 갖고 있다.

나. SETUP 프로토콜

동작시간을 줄이기 위해 모든 요소들은 보통 일년에 적절한 주기로 재 측정을 하게 된다. SETUP은 자동 또는 반자동 스캐닝 평가시스템이기 때문에 그 설계 명세서에 있는 시스템의 기능은 방사선량계 평가를 24시간 안에 해야한다.

다. 시험시 무선 장치의 동작 구성

노출시험은 시험장치와 두부에 관련된 장치의 일반적인 동작위치와 안테나의 구조 특성과 연관된다.

(1) 동작모드

휴대폰에 사용되는 통신모드는 휴대폰 시험에 사용되는 신호의 형태(주파수, 변조방법, 출력전력)를 결정한다. 휴대폰이 귀에 가장 가깝게 위치할 때의 모든 모드 동작을 측정한다. 심지어 다른 모드로 같은 주파수 대역에서 동작하는 것도 측정한다. 그러나 만약 같은 주파수 대역에서 모드사이에 최대 시간 평균출력이 크게(적어도 1 dB) 다르다면 더 큰 시간평균 출력 전력을 갖는 특정모드에서 평가되어진다. 일반적으로 시험모드나 동작모드에서 최대시간 평균 안테나 입력 전력은 실제동작조건에서 발생하는 것보다 크거나 거의 같을 것이다.

- 1) 아날로그, FDMA모드: AMPS, NMT, JTACS와 같은 아날로그 전화 또는 FDMA모드 전화는 CW 신호 시험모드로 일반적으로 시험된다.
- 2) TDMA모드: NADC, GSM, DCS, PCS, PDC와 같은 TDMA 기준에 따라 동작하는 휴대폰은 내부 소프트웨어나 기초 시뮬레이터를 사용하여 동작모드에서 일반적으로 시험한다. 만약 다수의 슬롯을 활용한다면 시험은 최대 시간평균 출력 또는 시간 슬롯 모드에 의해서 실행된다. 그리고 시스템의 출력 전력이 선형 보다 작거나 같다면 동시에 이용할 수 있는 최대 슬롯의 수를 결과에 곱한다.
- 3) CDMA모드: CDMA나 확산 스펙트럼 장치에서 출력전력은 장치의 동작에 의하여 다양해진다. 이런 출력의 변화는 기본 측정과 관련하여 장치의 순간 위치의 대화 코딩 기술에 의존하게 된다. 보통 모드 신호에서 최악의 경우 duty성분을 가지게 되고, 시험하게 된다.

일반적으로 상업 제품은 보통 동작 조건을 사용하여 시험하게 된다. 만약 시험이 표준상태에서 행하여진다면 제품의 기계적 그리고 전기적 특성이 정확히 같다는 것을 증명하게 될 것이다. 만약 이런 것이 보장되지 못한다면 그 시험들은 상업 제품들의 표본 조사를 반복할 것이다.

(2) 시험 주파수

모든 휴대폰은 그들의 가장 낮은 채널, 높은 채널 그리고 중심 채널에서 시험을 한다. 만약 가장 낮은 채널과 가장 높은 채널 사이의 주파수 차이가 중심 채널 주파수의 10%를 넘을 때에 시험은 더 많이 요구되어 진다. 다중 모드 장치에서 시험은 모든 밴드 즉 세 주파수에서 행해진다.

(3) 출력 전력

휴대폰은 시스템에 의해서 정의된 최대 출력 전력 레벨 또는 가입자의 동작(최대 전력에서 사용되는 특수한 휴대폰에 의해서 전자파가 노출된다)에 맞춘다. 배터리는 충분하게 충전되어있다. 각 단계는 측정을 하는 동안에 어떤 전력 변화를 저지할 것이다. SAR시험 동안에 출력 전력의 변화는 장치 설계와 일치한다. 만약 이것이 불가능하다면 낮은 전력에서 행해지고 장치와 같은 특성을 갖도록 최대 출력 전력은 상승하게 된다.

(4) 구성

- 1) 안테나 : 안테나를 늘리거나 줄일 수 있는, 두 가지의 가능한 경우에서 시험한다.(즉 충분히 늘리거나 충분히 줄였을 때)
- 2) 부가적인 부속품
노출에 영향을 주는 다른 성분들의 구조를 고려해야 한다. 예를 들면, 부가적인 안테나나 배터리 또는 최대 공간 평균 SAR값을 증가시킬 수 있는 잠재력을 갖고 있는 다른 부속물을 갖추어야 한다.

라. 두부에 관계된 장치의 시험위치

모의 인체에서 휴대폰의 실행 특성은 정확히 2가지 시험 위치를 추천한다 (불 위치와 경사 위치). 이런 두가지 시험 위치는 다음에서 정의한다. 휴대폰은 SAR 모의 인체의 좌우면 두 위치에서 시험된다. 만약 휴대폰의 장치 배열이 대칭이 아니면 단면을 설명하는데 적용할 수 없다.

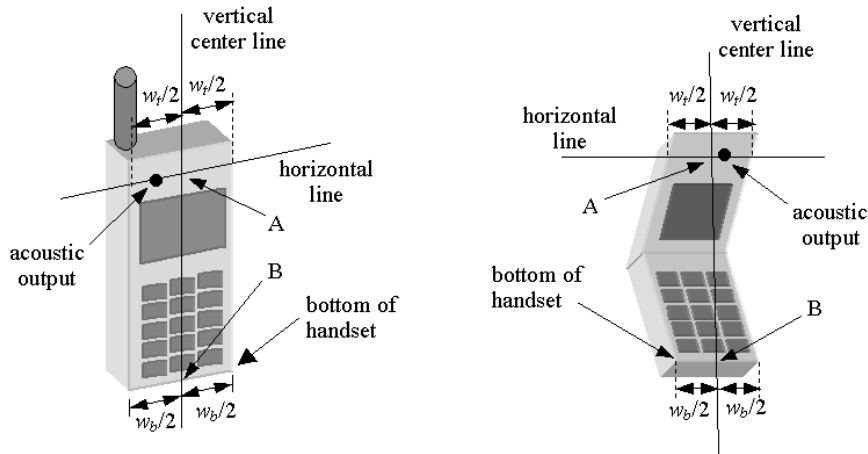


그림 3-1. 휴대폰의 수직, 수평 기준선 (a)플립형, (b) 폴더형

(1) 볼(Cheek)위치의 정의

- 1) 동작하고 있는 상태의 휴대폰을 준비한다. (만약 휴대폰이 열렸을 때와 닫혔을 때 모두 사용된다면 두 상태에 대해 모두 시험해야 한다.)
- 2) 휴대폰의 두 가상선은 수직 중심선과 수평선으로 정의한다. 수직 중심선은 휴대폰 전면의 두 점을 통해 지나간다. 두 점은 휴대폰이 스피커(acoustic output) 수평선폭(w_t)의 중심점 그리고 휴대폰 바닥(점 B)의 폭(w_b)의 중심점이다(그림 3-1 (a), (b)). 수평선은 수직 중심선과 수직을 이루며 스피커의 중심을 통과한다(그림 3-1 (a)). 두 선은 A점에서 교차한다. 대부분의 휴대폰에서 A점은 스피커의 중심과 일치한다. 그러나 스피커의 수평선은 다른 곳에 위치할 수도 있다. 수직 중심선이 휴대폰(그림 3-1 (b)), 폴더형 휴대폰, 플립형 휴대폰과 다른 모양을 갖는 휴대폰에서 앞면과 평행할 필요는 없다.
- 3) 휴대폰의 위치는 모의 인체의 표면에 밀착시킨다. 점A는 모의 인체(그림 3-2) RE(오른쪽 귀)와 LE(왼쪽 귀)점을 지나는 선의 연장이다. 휴대폰 수직 중심선과 수평선에 의해서 정의된 평면은 모의 인체의 화살촉 모양의 평면(sagittal plane)에 대강 평행하게 된다.

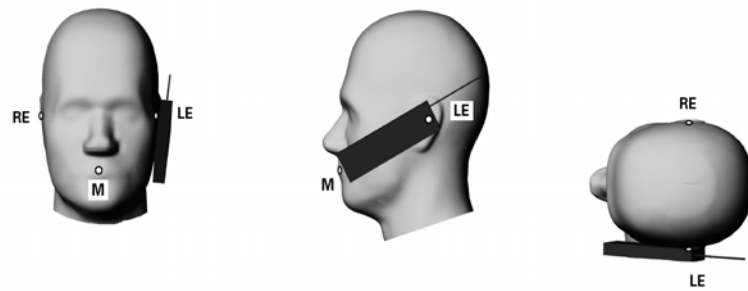


그림 3-2. 휴대폰의 위치(Cheek or Touch 위치)

- 4) 휴대폰이 귀에 닿을 때까지 RE와 LE를 통과하는 선을 따라서 모의 인체쪽으로 휴대폰을 이동시킨다.
- 5) 이 평면에 휴대폰을 고정시키고 수직 중심선이 MB(기준면)선을 포함하는 MB-NF에 수직인 평면에 있을 때까지 LE-RE선을 축으로 회전시킨다.
- 6) 휴대폰(수평선)가 NF선에 대해 대칭일 때까지 수직 중심선을 축으로 휴대폰을 회전시킨다.
- 7) 기준면에 수직 중심선을 위치시키고 RE와 LE를 통과하는 선 위에 A 점을 유지시키고 그리고 귀에 전화를 접촉시키고, 휴대폰의 어떤 점이 귀 아래 모의 인체(cheek)에 접촉할 때까지 선 NF를 축으로 휴대폰을 회전시킨다.

휴대폰을 위치시키는 기준면을 정의하기 위해서 RE, LE 그리고 입(M)을 기준 점으로 가리킨다.

(2) 경사(Tilted) 위치의 정의

- 1) 볼에 장치를 위치시키고 1)의 1에서 7까지 반복한다

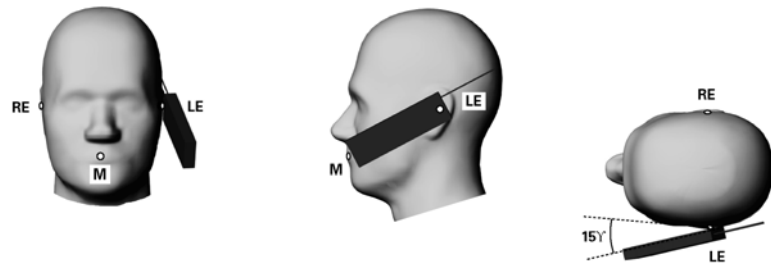


그림 3-3. 전화기의 위치(Tilted 위치)

- 2) 휴대폰의 각도를 유지시키는 동안에 전화가 15. 로 회전할 수 있도록 충분히 기준면에 평행하게 휴대폰을 놓는다.
- 3) 수평선을 축으로 15. 만큼 휴대폰을 회전시킨다.
- 4) 휴대폰의 각도를 유지시키는 동안에 전화의 어떤 부분이 두부에 닿을 때까지 기준면에 평행하게 전화를 이동시킨다(이 위치에서 점A는 RE-LE선상에 위치할 것이다). 만약 안테나가 두부에 먼저 닿는다면 그 각도는 귀와 안테나가 두부에 접촉할 때까지 줄여야한다.

휴대폰을 위치시키는 기준면을 정의하기 위해서 RE, LE 그리고 입을 기준점으로 한다.

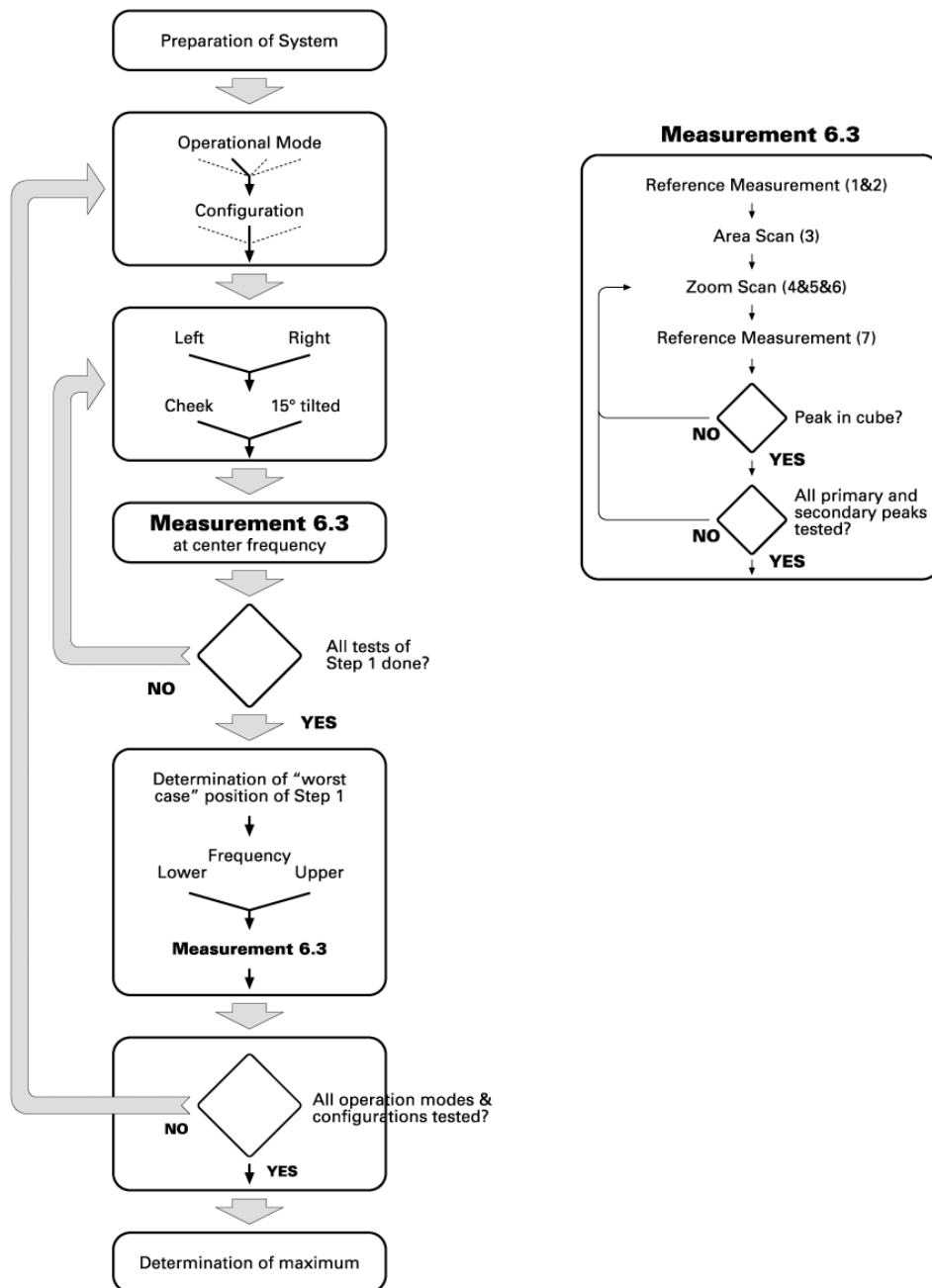


그림 3-4. 실행 순서 플로우차트

마. E-Field 프로브의 특성

일반적으로 셀룰러폰에 의해서 발생하는 전자계 필드 분포는 진폭과 편파 (Polarization)에 의해서 빠른 공간적 변화를 보인다. SAR를 측정하는데 이

상적인 장치는 전기 에너지 밀도의 세기에 선형적인 응답을 보이는 작은 등방성 E-Field 프로브이다. 그리고 측정된 필드는 RF-Transparent이다. 실제로 셀룰러폰 SAR 검정에 사용되는 E-Field 프로브는 세개의 상호 직교하고 중앙 급전하는 짧은 다이폴 안테나(three mutually orthogonal center-fed short dipole antenna)의 세트로 구성되어있다. 총 E-Field 진폭은 세 개의 직교 E-Field성분을 root square sum한 값이다. 각각의 프로브 센서는 다이폴 안테나, 다이폴 Feed-Gap에 있는 다이오드 검출기, 유전체의 기계적인 지지(support), 그리고 선(그림 3-5)의 RF-Transparency를 유지하는 동안 다이오드에서 검출된 신호를 뽑아내는 높은 저항과 RF-Transparent에 평행한 전송선로로 구성되어 있다.

Δ -beam 또는 I-beam 유전체 구조는 세 개의 작은 모형(miniature)과 서로 직교하는 다이폴 센서를 지탱한다.

작은 RF신호에서 이상적인 검출 다이오드는 상응하는 E-Field성분의 제곱에 비례하는 정류된 출력 전압을 제공하는 제곱 법칙 영역(square-law region)에서 동작한다. 프로브는 세 개의 센서로 구성되어 있고 세 개의 출력포트를 갖고 있다. 유전체 덮개(원통형 플라스틱 슬리브)는 화학적, 기계적으로 프로브를 보호하기 위해서 덮는다(그림 3-6).

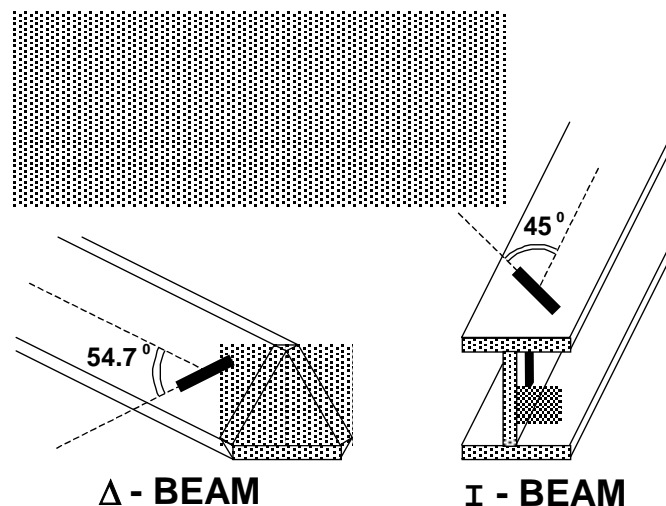


그림 3-5. 선형적인 E-Field 프로브의 구성

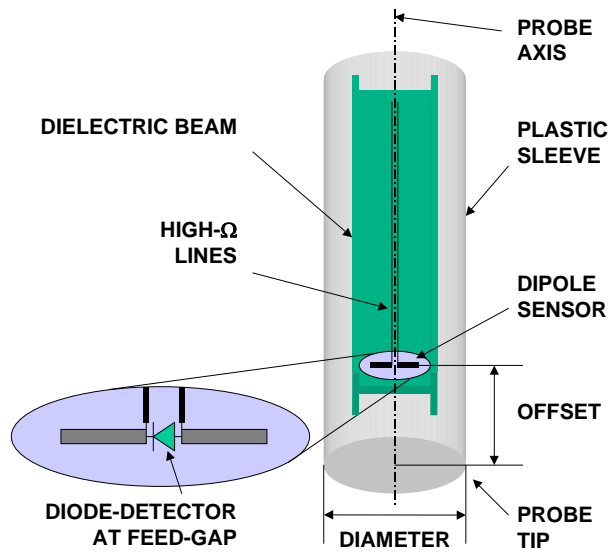


그림 3-6. E-Field 프로브의 모양

다이폴 Feed-Gaps으로부터 프로브 축까지의 센서 Displacement를 측정한다.

실제로 프로브의 응답은 이상적이지 못하다. 그 이유는 프로브의 물질, 유한한 크기, 제작오차와 비 이상적인 다이오드 응답 때문이다. 결과적으로 프로브의 출력은 일부 지역의 필드 세기뿐만 아니라 소스(source) 또는 측정 Set-up을 포함해서 관련된 다음과 같은 다른 성분들에도 관계가 있다.

- (1) 필드 편파와 입사방향(Direction of Incidence)
- (2) 필드 정도
- (3) 매질의 유전율과 프로브 가까운 곳에서의 매질사이의 경계
- (4) 주파수, 변조 그리고 소스의 전력레벨
- (5) 간섭 필드 소스. 예를 들면, Noise, static Fields, ELF-Fields 등
- (6) 다른 물리적인 영향. 예를 들면, 온도 등

2. CENELEC SAR 측정 프로토콜

가. 측정 준비

(1) 일반적인 준비

조직 등가 물질의 유전체 특성을 SAR측정에 앞서 측정하고 동일 온도에서 허용오차 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 측정한다. 측정값은 유전율과 도전율의 관계에 따라 허용오차 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 내에서 특정주파수에 따른다. 측정 절차는 annex A에 설명되어졌다. 모의 인체의 외피(phantom shell)는 동등한 액체 조직으로 채워져 있다. 모의 인체 내부의 동등한 액체 조직의 깊이와 귀구멍의 수직위치는 최소 15 cm이다. 시스템을 스캐닝하는 좌표 시스템은 허용오차 $\pm 0.2\text{ mm}$ 을 갖는 모의 인체의 좌표시스템으로 정렬되어있다.

(2) 간소화한 성능 조사

만약 어떤 파라미터가 바뀔 경우 측정하기 전에 간소화한 성능 체크와 노이즈레벨 체크를 해야 한다. 간소화한 성능 체크의 목적은 시스템이 운영 체제 사양에 맞는지를 확인하기 위해서이다. 간소화한 성능 체크는 시스템이 적합성 시험동안에 정확하게 동작하는 것을 보장하기 위해 반복해서 하는 간단한 시험이다. 간소화한 성능 체크는 시스템 내에서 짧은 시간 주기와 다른 오차에 걸친 가능한 드리프트를 검출하기 위해 수행되어야 한다.

- 1) 수증기와 온도의 변화에 따르는 액체 파라미터들의 변화
- 2) 실패한 요소들
- 3) 하락하는 요소
- 4) set-up상 에러 요소들과 소프트웨어의 파라미터들
- 5) RF 간섭과 같은 시스템의 악 조건

간소화한 작업 시험은 annex D에 따라 수행되어진다. 간단한 다이폴 안테나를 이용하여 10 g SAR값을 측정하게 된다. 간소화한 작업 시험의 구성요

소와 수행 절차는 시험할 때 와 같다. 간소화한 작업 시험은 시험하기 전에 수행되어지고 목표 값들을 $\pm 10\%$ 이내로 결과가 나온다. 목표값은 정확한 시스템일 경우 시스템상에서 얻을 수 있다. 간소화한 작업 시험은 이동휴대폰의 각각의 전송대역의 중심 주파수에서 수행된다.

(3) 이동휴대폰 시험 준비

시험되는 이동휴대폰은 내부의 송신기를 사용한다. 안테나, 배터리와 액세스 사리는 제조업자들에 의해 규정되어졌다. 배터리는 측정하기 전에 가득 충전되어있고, 외부적으로 연결이 않된다. 출력 전원과 주파수(채널)는 내부 검사 프로그램과 적정한 시험 장비(기지국 시뮬레이터)를 사용하여 제어되어진다. 이동휴대폰은 시스템이 허용하는 최대 출력 레벨일 때 전송되도록 되어있다. 무선 링크가 사용되면 안테나는 기지국 에뮬레이터의 출력에 연결된다. 안테나는 휴대폰으로부터 적어도 50 cm 떨어져서 위치해있다. 안테나 급전점에서 에뮬레이터에 의해 방출된 신호는 적어도 30 dB만큼 휴대폰의 출력레벨보다 작다.

(4) 모의 인체와 이동휴대폰의 위치

이동휴대폰은 모의 인체 좌우에 위치한 볼(cheek), "tilted"에서 시험한다.

1) 볼(cheek)위치 정의

- (a) 휴대폰 몸체의 수직 중앙선과 모의 인체의 화살촉 모양의 면(sagittal plane)에 평행한 평면에 ear piece의 중심을 가로지르는 수평선을 가지고 휴대폰을 위치시켜라(그림 3-7). 시상봉합면에 휴대폰을 놓았을 때 세 개의 귀와 입 기준점(M, RE와 LE)을 포함한 기준면(reference plane)을 가지고 수직의 중심선을 맞추고 RE-LE 선에 ear piece의 중심을 맞춰라.
- (b) 인체 모델 라인 중앙에 수직하게 위치하고 모의 인체면 상에 두 개의 화살표가 귀중앙과 수평하게 위치한다. 이러한 위치에서 장치가 유지

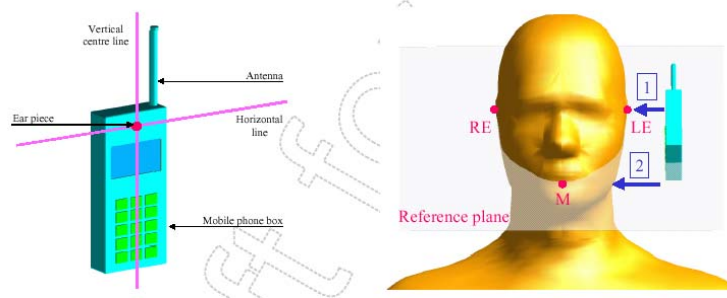


그림 3-7. 휴대폰과 모의 인체의 시작 위치와 기준선과 기준점의 정의

하고 있는 동안에는 기준점인 귀와 입 세 개의 점(M, RE, LE)들이 중앙선에 수직하게 배열되고 RE, LE점은 귀와 수직하게 위치되어있다.

- (c) 이동휴대폰 박스는 모의 인체에서 휴대폰과 닿는 귀의 LE-RE점 고려하여 만들어졌다. 휴대폰이 귀에 닿거나 귀에서 떨어지지 않을 조건에서 모의 인체 볼에서 휴대폰 버튼의 위치가 움직일 수 있도록 장치가 설계되어졌다.

(2) 경사(tilted)위치 정의

- 1) 기본적으로 장치는 모델에 볼(cheek)에 위치한다.
- 2) 귀에서 떨어지지 않고 입에서 15. 정도 벌어진 상태로 장치를 설계한다.

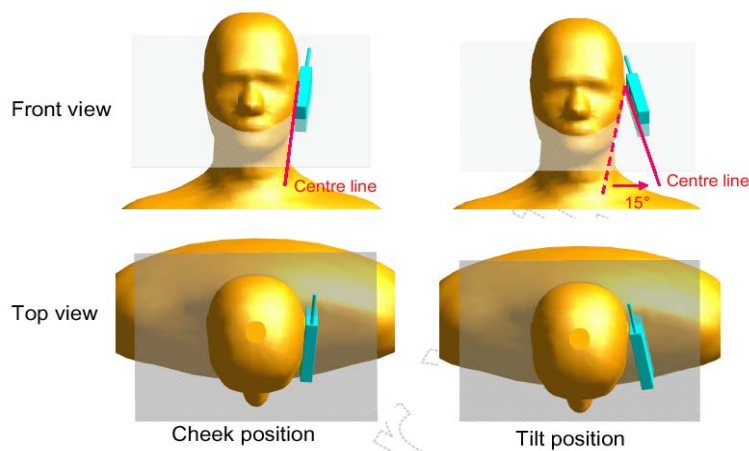


그림 3-8. 모바일폰이 외쪽에 있을 때 볼(Cheek)와 경사(Tilt)위치

나. 준비된 작업들의 시험

시험은 모의 인체 좌우에서 앞에서 정의한 것과 같은 상태에서 수행되고 중심 주파수를 사용한다. 그리고 최대질량 SAR 값은 최저 전송주파수 밴드 상에서 시험된다. 만약 이동휴대폰에 안테나가 없다면 모든 시험은 안테나가 없을 경우와 안테나가 있을 경우 두 가지로 시험될 것이다. mobile phone이 멀티 모드와 멀티 밴드를 고려할 경우 모든 시험은 최대 전력레벨에 상응하는 각각의 전송 모드와 밴드에서 수행될 것이다.

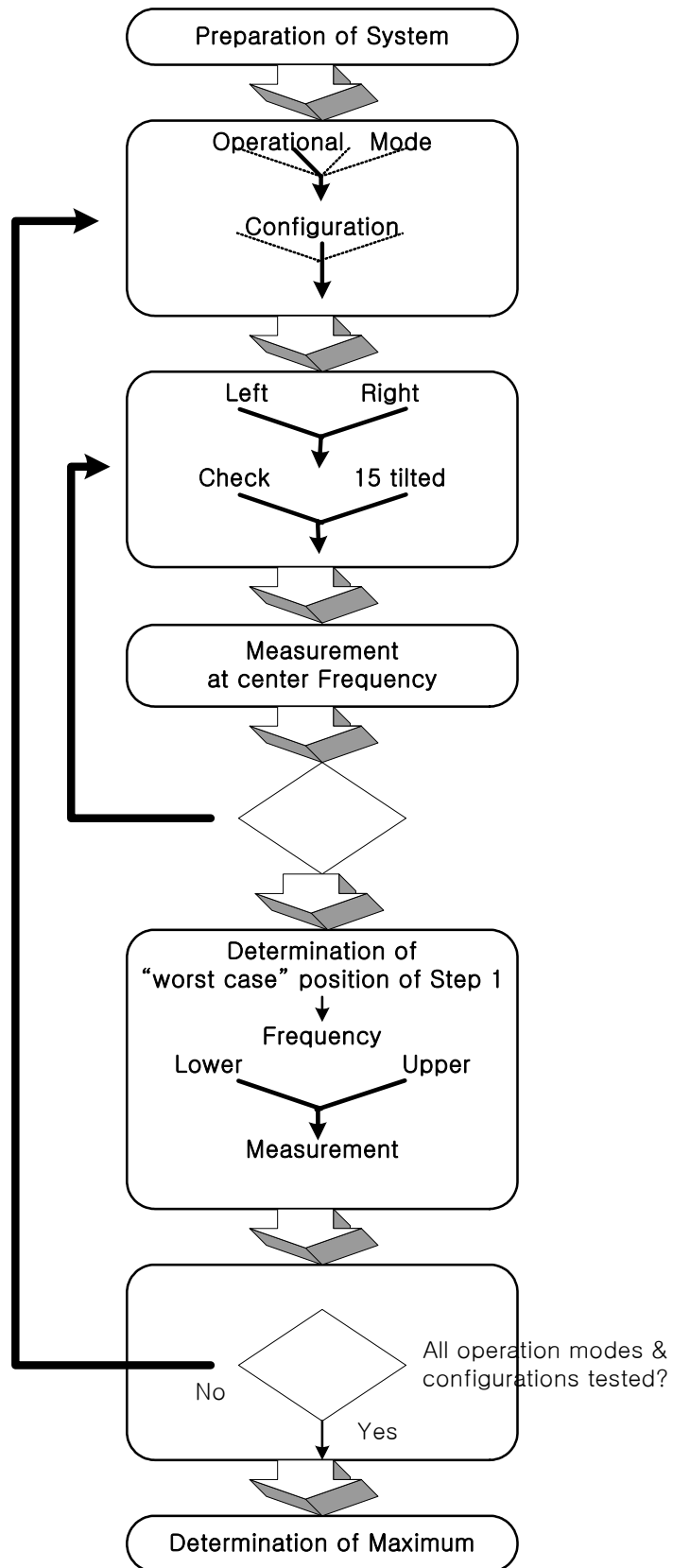


그림 3-9. 시험 블록 다이어그램

Annex A(모의 인체 사양)

A.1 모의 인체의 이론적인 해석

모의 인체 인체 부분들은 전자파 방사측정법이 필수 요소이다. 그것들은 인체를 상세히 해부한 것을 모방하는 것이 바람직하며 인체의 모든 부분이 필요하지는 않다. 그러므로 SAR 측정에 영향을 미치는 관련된 특성, 크기와 물질 특성을 정의하고 표준화하는 것이 중요하다. 귀 뒤쪽의 돌출부분은 두 부에 가까이 위치한 안테나와 mobile phone의 결과에 직접적인 영향은 준다. 또한 SAR 결과의 중요한 파라미터로 작용한다. 귀 모양은 이동휴대폰의 위치에 한 인자이고 올바르게 재생 가능한 위치를 가능하게 하도록 설계되어 진다. 방사선 측정은 연구는 큰 두부(성인 남성)가 더 많은 에너지와 결합하고 작은 두부(여성과 아이들)에 비교될 때 더 나쁜 경우이다. 해부 모양과 크기의 통계적인 분석은 실현 가능한 모의 인체 모양의 사양을 인도하기 위해 인간의 인체 측정학을 토대로 얻어질 수 있다. 두부모양은 그림 3-10에서 나타낸 다수의 선과 곡선들로 정의된다. 해부 모양과 크기의 통계적 분석은 실현 가능한 모의 인체 모양의 사양으로 제시된 인간의 인체 측정학을 토대로 나타낸다. 두부모양은 다수의 선과 그림 3-10에서 나타낸 곡선들로 정의된다. 모바일폰 방사선량 측정법과 관련한 크기는 표 3-1에 나와 있다. 90th 백분위수 큰 두부(성인 남성)는 작은 두부를 가지고 있는 모든 사용자의 90%이상은 확보하고 있고, 낮은 노출로 유지한다.

표 3-1. 모의 인체 모양과 관련된 두부 크기: 성인 남성의 두부 크기 90%

	ANatomy	Mean	Std Dev	90th percentile
15	Bitracion Chin Arc	32.58	1.34	34.31
16	Bitracion Coronal Arc	35.33	1.29	36.97
17	Bitracion Crinion Arc	32.64	1.16	34.15
18	Bitracion Frontal Arc	30.43	1.06	31.82
19	Bitracion Submandibular Arc	30.42	1.45	32.32
20	Bitracion Subnasale Arc	29.20	1.11	30.63
21	Bizygomatic Breadth	14.05	0.56	14.76
43	Ear Breadth	3.77	0.27	4.11
44	Ear Length	6.47	0.43	7.03
45	Ear Length above Tragion	3.19	0.25	3.50
46	Ear Protrusion	2.42	0.36	2.88
60	Head Breadth	15.17	0.54	15.86
61	Head Circumference	56.77	1.54	58.73
62	Head Length	19.71	0.71	20.60
77	Menton-Sellion Length	12.19	0.65	13.04
80	Neck Circumference	37.96	1.97	40.53
81	Neck Circumference Base	40.84	2.05	43.49

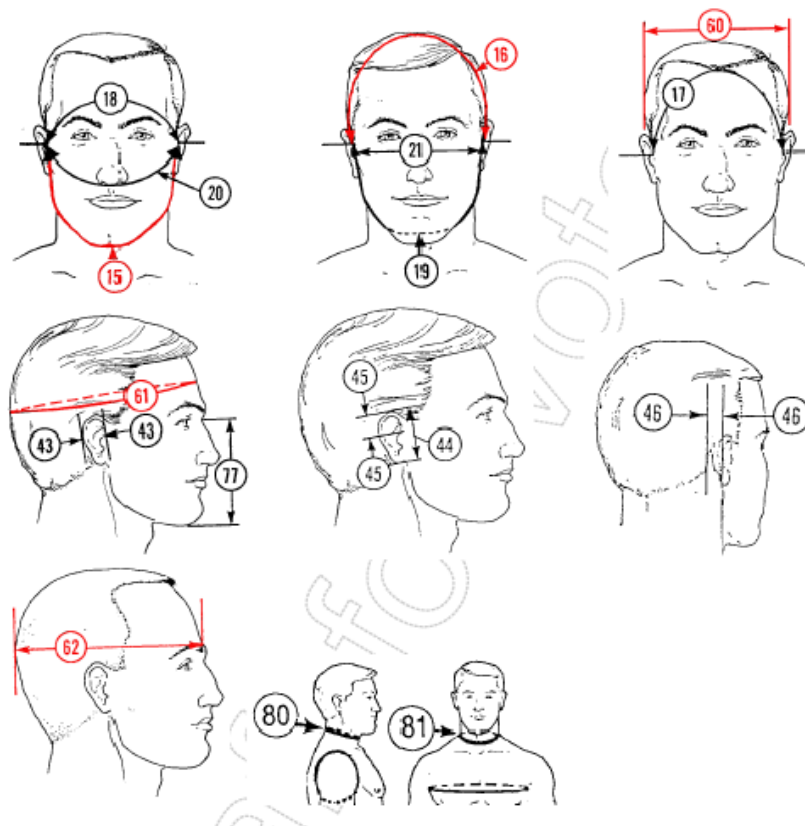


그림 3-10. 표 3-1에서 나타낸 크기의 실례

귀 돌출부분은 귀에 눌러지는 휴대폰의 압력을 감안하여 조정되어진다. 10 g 평균질량을 고려할 때 2 mm 외피를 포함한 6 mm 두께의 무손실 스페이서가 외부 귀(pinna)을 모델하기 위해 고려된다. 10 g 평균질량으로 한고 외부 귀 모델의 외피 2 mm를 포함하여 최소 간격을 6 mm로 한다. 손의 모델링에서 특이한 손잡이 위치를 명시하는 것은 모든 이동휴대폰에 적용할 수 있기에는 실제적인 어려움이 있다. 더욱이 방사선량 측정법에서 손을 모델링하지 않은 것은 두부내부의 SAR값에 더 나쁜 영향을 주는 것임을 제안한다. 두부안의 SAR값이 좋지 않은 영향을 주는 핸드 모델링은 쓰지 않는다. 이러한 이유로 이 표준에서 이동휴대폰은 손을 고려하지 않는다.

제 2 절 멀티미디어 통신장비의 SAR 측정방법

1. 멀티미디어 통신장비의 분류

멀티미디어 통신장비는 portable devices에 해당되는 장비로서, RF 노출 적합성에 대해 휴대용 장치들을 평가하기 위한 FCC 규정들은 CFR 47 2.1093에 포함되어 있다. RF 노출 평가의 목적으로, 휴대용 장치는 일반적인 동작 조건 하에서 사용자나 옆 사람의 몸에서 20 cm 이내 또는 사용자들 몸 에 직접 접촉되어 사용되도록 디자인되고, 전자파가 near-field 조건에서 방사되는 경우의 전송장비로 정의한다. 이러한 멀티미디어 통신장비는 크게 방사 안테나를 품은 장치나 무선 송신장비인 셀룰라(셀룰라폰)나 PCS(Personal Communications Services), PDA(Personal Digital Assistants), PTT(Push to Talk), POS(Point of Sale), WLAN(Wireless LAN)등으로 분류된다.

일반적으로 손에 휴대하여 들고 다니는 장비는 사람의 귀 근처에서 동작하는 휴대폰과 사람의 얼굴 앞에서 동작하는 PTT 장비 그리고 그밖에 유사하게 동작하는 장비가 있고, 이 장비들은 적절하게 동작하는 구성과 노출 조건 및 몸에 휴대할 수 있도록 하는 액세서리 같은 것을 포함하고 그밖에 Supplement C 01-01에 있는 노출 조건을 만족하는 SAR 평가를 해야 한다.

몸에 휴대하는 송신장비와 독립형 구성으로 동작하는 독립적인 뼈빠,

PDA, POS 그리고 기타 유사 장비들은 Supplement C 01-01(적절할 때)에 나온 body-worn 절차에 따라 SAR를 평가한다.

손에 의해 독립적으로 동작하는 다른 유형 휴대 송신 장비는 안테나나 방사체가 사람으로부터 팔다리를 제외하고(손, 손목, 발, 발목) 20 cm 이내에 있을 때, 랩탑 컴퓨터 안이나 유사한 장비 내에서 작동하는 WLAN 등이 있다.

2. 멀티 미디어 통신장비의 SAR 측정방법

멀티미디어 통신장비의 SAR 측정 방법은 크게 두부, 몸과 얼굴 SAR 측정 방법으로 나눈다. 이 방법들은 휴대폰 기능이 있는지 없는지와 무선 장비들을 사용자가 어느 위치에서 사용하는지에 따라 구분하여 SAR 측정을 하고 있다. 예를 들면, PCS, 셀룰라폰, 휴대폰 기능이 있는 PDA와 같은 장비들은 두부 SAR 측정방법을 사용하고, 휴대폰 기능이 없는 PDA, PTT, POS, WLAN과 같은 장비들은 몸과 얼굴 SAR 측정방법을 사용한다.

그림 3-11은 멀티미디어 통신장비의 SAR 측정시 세팅 모습이다.

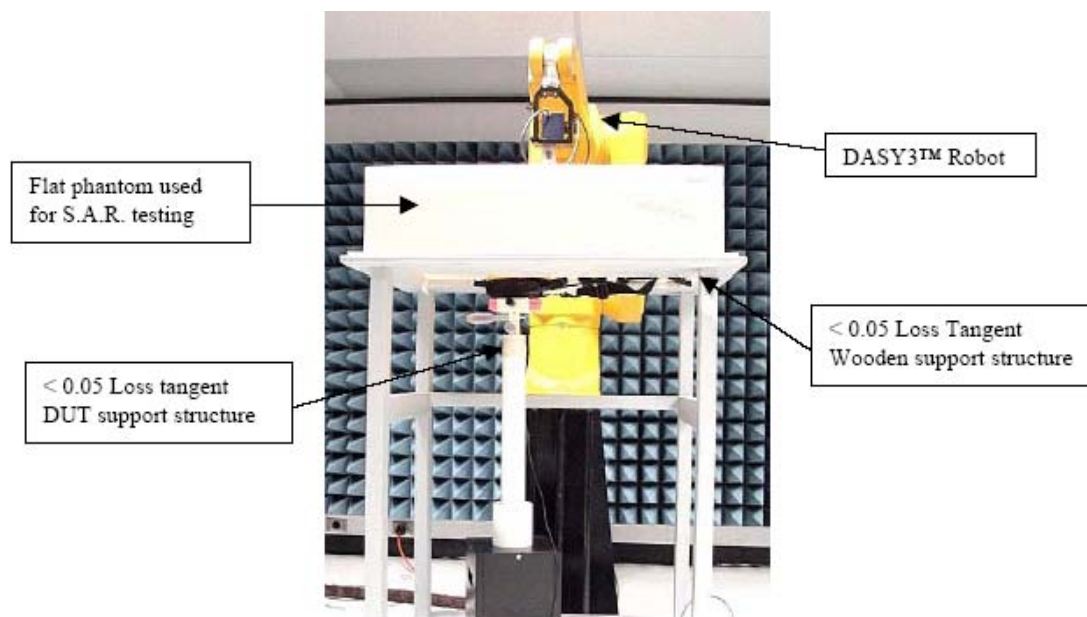


그림 3-11. 멀티미디어 장비의 몸 SAR 측정시 세팅 모습

가. SAR 측정 프로토콜

멀티미디어 장비 사용자들이 경험한 RF 노출은 시험조건과 장치 위치의 작은 변화에서도 SAR의 큰 변화를 보인다. 예를 들어 시험위치, 모의 인체의 모양, 시험 구성, 유전체 파라미터들의 작은 변화에도 SAR의 변화를 가져오게 된다. 잘 정의된 프로토콜은 시험결과의 정당성을 결정하고 주어진 오차범위에서 시험결과를 보장하는데 필수적이다. 측정 프로토콜은 Setup과 그 측정(프로브, 모의 인체, 유전체 파라미터, 시스템 변화) 장치의 요구 동작 조건을 맞추는 적합한 절차, 모의 인체와 관계된 장치의 위치에 따른 변화 그리고 개별 시험장치의 시험 절차의 적합성에 대한 정당성뿐만 아니라 적절한 보간법과 외삽법을 포함하는 최대 공간 평균 SAR값을 결정하는 스캐닝절차에 대한 상세한 정보를 갖고 있다.

나. SETUP 프로토콜

동작시간을 줄이기 위해 모든 요소들은 보통 일년에 적절한 주기로 재 측정을 하게 된다. SETUP은 자동 또는 반자동 스캐닝 평가시스템이기 때문에 그 셀계 명세서에 있는 시스템의 기능은 방사선량계 평가를 24시간 안에 해야한다.

다. 시험시 무선 장치의 동작 구성

노출시험은 시험장치와 몸과 얼굴에 관련된 장치의 일반적인 동작위치와 안테나의 구조 특성과 연관된다.

(1) 동작모드

멀티미디어 장비에 사용되는 통신모드는 장비 시험에 사용되는 신호의 형태(주파수, 변조방법, 출력전력)를 결정한다. 멀티미디어 통신장비가 몸과 얼굴에 가장 가깝게 위치할 때의 모든 모드 동작을 측정한다. 심지어 다른 모드로 같은 주파수 대역에서 동작하는 것도 측정한다. 그러나 만약 같은 주파

수 대역에서 모드사이에 최대 시간 평균출력이 크게(적어도 1 dB) 다르다면 더 큰 시간평균 출력 전력을 갖는 특정모드에서 평가되어진다. 일반적으로 시험모드나 동작모드에서 최대시간 평균 안테나 입력 전력은 실제동작조건에서 발생하는 것보다 크거나 거의 같을 것이다.

- 1) 아날로그, FDMA모드: AMPS, NMT, JTACS와 같은 아날로그 전화 또는 FDMA모드 휴대폰은 CW 신호 모드로 일반적으로 시험한다.
- 2) TDMA모드: NADC, GSM, DCS, PCS, PDC와 같은 TDMA 기준에 따라 동작하는 멀티미디어 장비 내부 소프트웨어나 기초 시뮬레이터를 사용하여 동작모드에서 일반적으로 시험한다. 만약 다수의 슬롯을 활용한다면 시험은 최대 시간평균 출력 또는 시간 슬롯 모드에 의해서 실행된다. 그리고 시스템의 출력 전력이 선형 보다 작거나 같다면 동시에 이용할 수 있는 최대 슬롯의 수를 결과에 곱한다.
- 3) CDMA모드: CDMA나 확산 스펙트럼 장치에서 출력전력은 장치의 동작에 의하여 다양해진다. 이런 출력의 변화는 기본 측정과 관련하여 장치의 순간 위치의 대화 코딩 기술에 의존하게 된다. 보통 모드 신호에서 최악의 경우 duty성분을 가지게 되고, 시험하게 된다.

(2) 시험 주파수

모든 멀티미디어 장비는 그들의 가장 낮은 채널, 높은 채널 그리고 중심 채널에서 시험을 한다. 만약 가장 낮은 채널과 가장 높은 채널 사이의 주파수 차이가 중심 채널 주파수의 10%를 넘을 때에 시험은 더 많이 요구되어진다. 다중 모드 장치에서 시험은 모든 밴드 즉 세 주파수에서 행해진다.

(3) 출력 전력

멀티미디어 장비는 시스템에 의해서 정의된 최대 출력 전력 레벨 또는 가입자의 동작(최대 전력에서 사용되는 특수한 멀티미디어 장비에 의해서 전파가 노출된다)에 맞춘다. 배터리는 충분하게 충전되어 있다. 각 단계는 측정을 하는 동안에 어떤 전력 변화를 저지할 것이다. SAR 시험 동안에 출력 전

력의 변화는 장치 설계와 일치한다. 만약 이것이 불가능하다면 낮은 전력에서 행해지고 장치와 같은 특성을 갖도록 최대 출력 전력은 상승하게 된다.

(4) 평면 모의 인체

그림 3-12는 IEEE P1528/D1.2에 나와있는 평면 모의 인체에 대한 내용이고, 그림 3-13은 두부에 대한 모의 인체 치수와 내부 조직에 대해 주파수에 따른 유전율과 전도상수에 대한 내용이다.

표 3-2는 두부 및 몸(body)에 대한 표준 규격을 나타내었다.

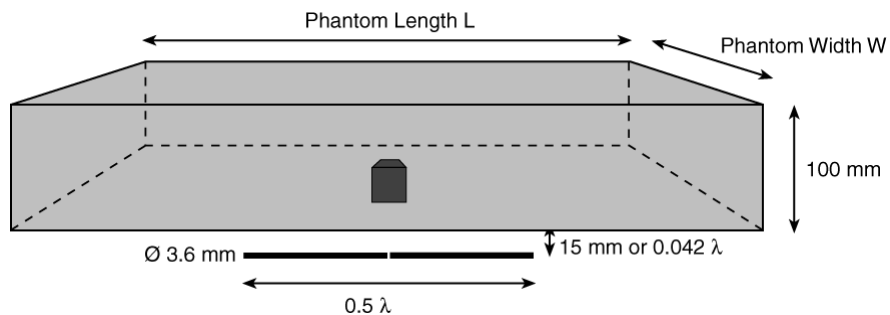


그림 3-12. IEEE P1528의 평면 모의 인체 모양과 크기

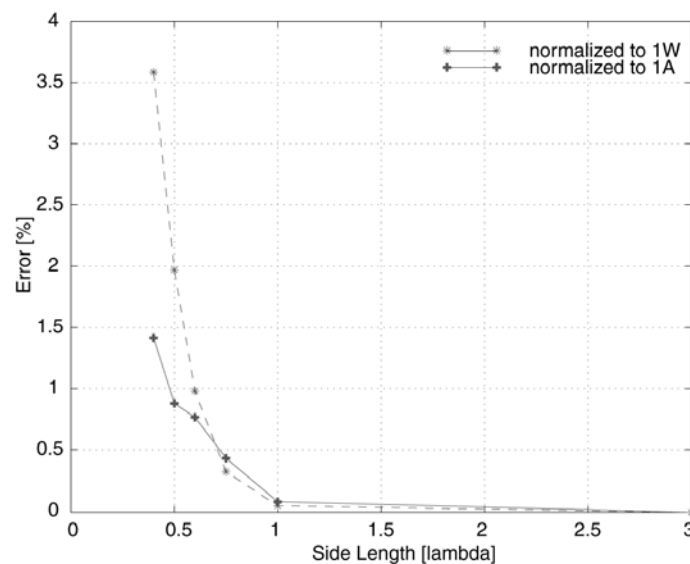


그림 3-13. 주파수에 있어서의 모의 인체의 길이와 10 g SAR에 대한 에러율

IEEE P1528 문서에 나와있는 평면 모의 인체의 요구조건은 시스템 점검이나 시스템 허가를 위해서 제시된 인체 조직과 유사한 액체를 사용해야 하고, 최소 가로 길이는 SAR 결과가 큰 모의 인체의 길이와 비교하여 1.0%보다 큰 영향을 받지 않도록 되어야 한다. 반파장 다이폴 소스에 대해서 세로는 최소한 공기에서 큰 폭의 길이에 있어서 파장에 0.6을 곱해야 하고, 가로는 최소한 공기에서 작은 폭의 길이에 있어서 파장에 0.4를 곱해야 한다.

800 MHz ~ 3 GHz에 대한 평면 모의 인체의 치수는 800 MHz에서 가장 긴축과 가장 작은 축의 최소 변화율이 15 cm에서 22.5 cm 이어야 한다. 또한 모의 인체의 외피와 관련된 유전율의 크기는 5보다 작아야 하고 손실 탄젠트는 0.05보다 작아야 한다. 800 MHz ~ 3 GHz의 주파수 범위에서 평면 모의 인체의 바닥 부분의 두께는 800 MHz 이하에서 6.5 mm 일 때 보다 얇은 2 mm가 될 것이다. 두께는 0.2 mm 오차 내에서 정형화될 것이다. 최소 15 cm 깊이로 액체(모의조직)가 채워질 때 시험 장비 바로 위의 내부 표면의 바닥 영역의 늘어짐(sag)은 800 MHz 아래의 주파수에서 파장 길이의 0.5% 보다 작아야 하고, 800 MHz ~ 3 GHz의 주파수 범위에서는 파장 길이의 1% 보다 작아야 한다. 그림 3-13의 그래프를 보면 길이가 0.6 정도 이하에서 에러율이 작아지는 것을 볼 수 있다.

표 3-2. 모의 인체 조직의 유전 특성

Target Frequency	Head		Body	
(MHz)	ϵ_r	σ (S/m)	ϵ_r	σ (S/m)
150	52.3	0.76	61.9	0.80
400	45.3	0.87	58.2	0.92
450	43.5	0.87	56.7	0.94
835	41.5	0.90	55.2	0.97
900	41.5	0.97	55.0	1.05
915	41.5	0.98	55.0	1.06
1450	40.5	1.20	54.0	1.30
1610	40.3	1.29	53.8	1.40
1800~2000	40.0	1.40	53.3	1.52
2450	39.2	1.80	52.7	1.95
3000	38.5	2.40	52.0	2.73
5800	35.3	5.27	48.2	6.00

(5) 두부와 몸 모의 인체의 특징

다음의 정보는 대부분의 무선 장비와 휴대용 전송장비의 일반적인 평가를 위해 고려되어진 두부와 몸 모델에 대한 추가된 지침을 나타낸다.

SCC-34/SC-2 두부는 아래와 같은 기준의 관련된 부분들을 따른다.

- 1) 인간의 모양과 크기 그리고 복잡한 형태를 갖춘 두부 모의 인체는 일반적인 작동 조건에서 전송장비의 사용자에 의해 요구되는 near-field 노출 조건을 평가하기 위해 적당해야 한다.
- 2) 두부 모의 인체는 목의 기준에서 좀 더 연장되는 목의 부분까지 포함한다. 어깨는 필요하지 않다.
- 3) Body-worn이 작동하는 구성은 평면 모의 인체를 사용하여 시험하여야 한다. 모의 인체의 길이와 폭은 안테나를 포함하는 시험장비의 크기와 일치하는 것에 적어도 두 배는 되어야 한다. 몸 유전체 파라미터는 body-worn SAR 적용을 설명하기 위해서 사용되어야 한다.
- 4) 두부와 몸 모의 인체 외형은 유전체 상수와 손실 탄젠트가 각각 5와 0.05보다 작은 낮은 손실 유전체 물질로 만들어야 한다. 시험장비와 장비의 안테나에 연결된 모든 영역들의 외형 두께는 2 ± 0.2 mm이내여야 한다. 모의 인체는 15 ± 0.5 cm의 깊이에 두부와 몸과 조직과 동일한 모의 조직으로 채워야 한다.

(6) 구성

- 1) 안테나 : 안테나를 충분히 늘리거나 줄였을 때 등, 두 가지의 가능한 경우에서 시험한다.
- 2) SAR 측정시 고려되어야 하는 액세서리들
노출에 영향을 주는 다른 성분들의 구조를 고려해야 한다. 예를 들면 부가적인 안테나, 액세서리(belt-clip, microphone, earphone, headset,



그림 3-14. 측정시 변화를 줄 수 있는 factors

holsters) 또는 부가적인 배터리 또는 최대 공간 평균 SAR값을 증가시킬 수 있는 잠재력을 갖고 있는 다른 부속물을 갖추어야 한다.

그림 3-14는 멀티미디어 통신장비의 SAR 측정시 변화를 줄 수 있는 액세서리와 factors들을 보여준다.

라. 멀티미디어 장비의 SAR 측정방법

일반적인 멀티미디어 장비 중에 PDA(Personal Digital Assistants)는 두부 뿐만 아니라 몸과 얼굴의 SAR 측정방법을 사용한다. PDA는 휴대용 컴퓨터의 일종으로, 집이나 사무실에 있는 컴퓨터로 작성한 문서 파일을 집어넣으면 이동하면서도 계속 작업이 가능하고, 전자수첩과 마찬가지로 개인 정보 관리나 일정 관리가 가능한 휴대용 개인정보 단말기를 말한다. 현재 PDA는 이동전화와 결합해 각종 교통정보를 알 수 있으며, 팩시밀리 기능도 수행하는 등 다양한 기능을 가지고 있다. PDA의 기능에 따라서 SAR의 측정 위치나 절차상에서 추가되는 부분이 있는데 각 PDA의 기능에 따른 측정 방법에 대해서 알아보도록 한다.

앞에서 언급한 일반적인 SAR의 측정 방법과 비교하여 측정 절차의 기본적인 틀은 같다. 즉, 실험실 환경이나 사용하는 측정 장비, 실험의 측정 절차와 최대 평균 SAR 측정값을 구하는 방법은 앞에서 다룬 일반적인 SAR 측정 방법과 같다. 다만 PDA의 기능에 따라서 측정 위치가 좀더 세분화될 수 있고, 듀티 사이클, 동작 주파수, 동작 모드에 따라서 측정 방법이 달라질 수 있다. 핸드폰 기능이 없는 PDA는 보통 사용자가 몸통 앞에 놓고 손으로 기

기를 작동시키지만 통화 기능이 없기 때문에 기기를 귀 근처나 얼굴 앞에서 사용하지 않는다. 따라서 측정에 사용할 모의 인체는 평면 모의 인체를 사용하여 측정을 한다. 사용자의 기기 사용 방법을 고려하여 손, EUT의 앞면, 뒷면, 양 측면에 대한 측정을 하고 기기에 부착하는 클립이나 기타 액세서리가 있을 경우 기기에 부착하여 각각 측정을 한다.

(1) 두부 SAR 측정방법

다음의 그림 3-15은 두부의 SAR 측정 절차를 나타내는 블록 다이어그램이다.

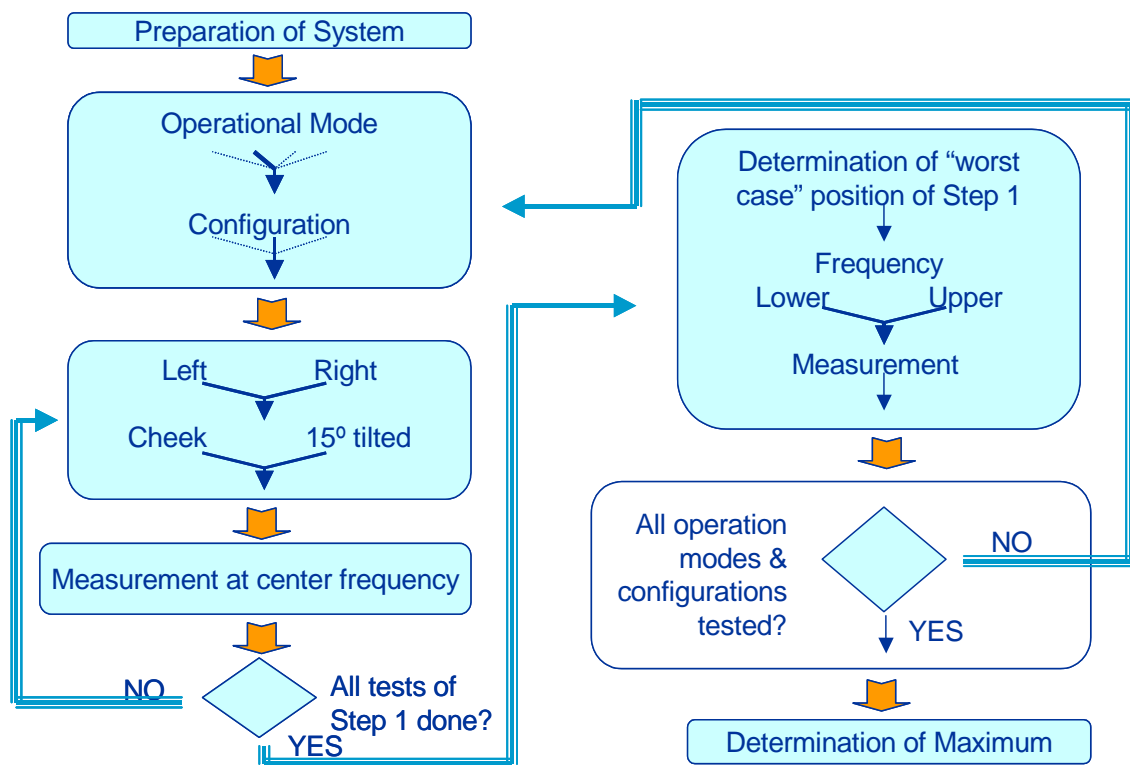


그림 3-15. 두부의 SAR 측정 절차

장비의 위치를 지정하는데는 다음과 같은 조건을 고려한 후에 평가를 실시하여야 한다.

- 자세한 시험 구성에서 시험 장비 위치에 사용된 유전체 홀더 또는 유사한 메커니즘의 방법
- 정상적인 작동 구성에서 가장 높은 노출 값을 평가에 사용할 수 있도록 하는 위치 지정 방법
- 적당한 이격거리와 각을 가지는 모의 인체와 관련되는 장비의 위치를 보여주는 방법
- SAR 평가에서 측정된 형상에서 안테나가 작동하는 위치와 뽑혀 있는 것과 들어가 있는 것 등의 방법

정확한 평가를 위해, 대상 장비에 따라 다음과 같이 구분하여, 적합성 평가를 실시하여야 한다.

- 모의 인체 모양의 BM(Brain Mouse)기준으로 하여 왼쪽과 오른쪽에 위치
- 시험 장비가 모의 인체의 볼 표면에 닿을 때의 위치
- 시험 장비가 모의 인체의 귀와 경사가 생길 때의 위치
- 안테나를 뽑았을 때와 뽑지 않았을 때의 위치

다음 표는 안테나가 들어가 있는 경우의 휴대폰 시험 방법 24가지를 나타낸다.

표 3-3. FCC에서 적용되는 평가에 대한 두부 모의 인체의 시험 위치

Phantom Configurations	Device Test Positions	Antenna Position	SAR(W/kg)		
			Device Test channel, Frequency & Output		
			Channel : _ _MHz _mW	Channel : _ _MHz _mW	Channel : _ _MHz _mW
Left Side of Head	Cheek/Touch	extended			
		retracted			
	Ear/Tilt	extended			
		retracted			
Right Side of Head	Cheek/Touch	extended			
		retracted			
	Ear/Tilt	extended			
		retracted			

1) 두부 - 셀룰라폰, PCS, PDA

두부의 SAR 측정시 무선장비의 위치는 시험장비 위치의 왼쪽, 오른쪽, 뺨(불), 기울기(15°)/귀, 안테나를 뿔았거나 넣었을 경우까지 고려하여 측정한다. 그리고, 시험장비와 시험된 구성을 위한 모의 인체사이의 이격거리를 보여 주고 설명한다.

유전체 holder의 설명 또는 특별한 시험 구성에서 시험장비 위치에 익숙한 메커니즘을 사용하고, 최대 노출을 평가하는 것에 익숙해져 있는 위치의 서술은 일반적인 작동 구성에서 이루어 졌다. 적당한 이격거리와 각을 포함하는 모의 인체와 관련된 장비 위치를 스케치 및 설명을 한다.



그림 3-16. 시험장비 위치의 왼쪽, 오른쪽, 뺨



그림 3-17. 시험장비 위치의 왼쪽, 오른쪽에 15°의 기울기

2) 휴대폰 기능을 가지는 PDA

휴대폰 기능이 있는 PDA의 경우는 일반적으로 핸드폰에서 실시하는 두부 SAR 측정방법과 휴대폰 기능이 없는 PDA의 측정방법에서의 위치까지 고려하여 측정을 한다. 따라서 평면 모의 모의 인체와 두부 모양의 모의 모의 인체 등 두 가지가 다 필요하다. 그림 3-18은 휴대폰 기능을 가지는 PDA 장비의 다양한 형태를 보여준다.



그림 3-18. 휴대폰 기능을 가지는 PDA 측정 대상 기기

3) 휴대폰 기능을 가지는 PDA의 시험 위치(실제 모습)

휴대폰 기능을 가지는 PDA 같은 경우는 일반적인 두부 SAR 측정 방법과 동일한 측정 방법을 사용하고, 또한 몸 SAR 측정방법도 사용한다. SAR 측정시 위치 방법을 보면, 휴대폰 기능을 가지는 PDA는 일반적으로 두부 SAR 측정방법과 같은 위치 방법을 사용하는데, 모의 인체를 기준으로 해서 시험기기를 왼쪽, 오른쪽, 뺨(볼), 기울기(15.)/귀, 안테나를 뺐았거나 넣었을 경우까지 고려하여 측정한다. 다음의 그림 3-19, 20은 휴대폰 기능을 가지는 PDA의 SAR 측정시 위치 방법에 대해 보여준다.



그림 3-19. 왼쪽 두부 부분에 접촉한 것과 기울기 15.를 갖는 모습



그림 3-20. 오른쪽 두부 부분에 접촉한 것과 기울기 15.를 갖는 모습

(2) 몸과 얼굴의 SAR 측정방법

일반적인 SAR 평가를 하기 위해서, 시험장비의 위치는 사람의 두부 옆 귀에 접하여 작동하는 휴대폰이나 이와 유사한 휴대용 전송장비를 시험하기 위해 사용되어야 한다. 평면 모의 인체 모델은 사용자의 얼굴 앞에 들고 사용하거나 벨트 클립, holsters 또는 액세서리와 함께 사용하는 body-worn에서 작동할 수 있는 시험 휴대폰과 PTT에 사용되어야 한다. 시험장비는 유전체 상수와 손실 탄젠트가 각각 5와 0.05보다 작은 낮은 손실 유전체 물질로 만들어진 holder와 positioner에 위치되어야 한다. 장비 holder가 내장 안테나로 탑재한 휴대폰과 같이 장비 작동에 영향을 주거나 SAR 측정 에러가 생기는 시험장비의 장(fields)에 교란이 일어나는 것이 의심이 된다면, 에러는

전체의 불확정도 측정이 평가되고 설명이 되어야 한다. 장비 holder의 교란은 holder를 사용하는 것과 사용하지 않은 것의 각 주파수 대역과 안테나의 위치에 따라 평면 모의 인체에 대한 장비를 시험함으로써 증명한다.

Body-worn에 위치하는 배치는 벨트 클립과 장비에 부착된 holsters와 함께 시험되어야 한다. 그리고, 일반적인 사용 배치에서 평면 모의 인체에 대하여 위치되어야 한다.

Headset output을 가지는 장비는 장비에 연결된 헤드셋을 시험해야 한다. 시험 요구사항을 결정하는 것의 목적을 위해, 액세서리는 두 카테고리(금속 물질이 포함되어 있는 것과 그렇지 않은 것)로 나누어야 될 것이다.

금속 물질이 포함하지 않은 다양한 액세서리가 무선장비에 부착이 될 때, 무선장비는 몸에서 가장 가까운 공간에 연결된 액세서리를 시험한다. 금속 물질이 포함된 다양한 액세서리가 무선장비에 부착이 될 때, 무선장비는 유일한 금속 물질이 포함된 각 액세서리를 시험해야 한다. 만약에 다양한 액세서리가 동일한 금속 물질로 나눈다면, 단지 몸에서 가장 가까운 공간에 연결된 액세서리를 시험해야 한다.

Body-worn 액세서리는 body-worn 사용을 할 수 있는 경향이 있는 몇 장비들에 사용하고, 장비의 뒷 부분과 평면 모의 인체사이 1.5 cm의 이격거리를 두는 시험 조건은 body-worn SAR를 시험하기 위해 제시되었다. 다른 이격거리들도 사용하는데, 그 이격거리는 2.5 cm를 초과해서는 안 된다.

사람의 얼굴 앞에서 작동하게 만들어진 PTT는 평면 모의 인체으로부터 2.5 cm 떨어진 위치에 두고 SAR 시험을 해야 한다. 정면의 얼굴 모의 인체는 코, 입술과 눈 등과 같은 얼굴 모의 인체의 굴곡이 있는 영역에서 높은 E-field 프로브 경계효과(boundary-effects) 에리의 가능성 때문에 일반적으로 제시되지 않는다. 무선장비는 어깨, 허리 또는 chest-worn 전송장비와 같은 몸에 접하여 사용되는 장비의 SAR 측정은 장비에 부착되는 헤드셋과 이어폰을 포함하는 액세서리를 시험해야 한다. 몸과 얼굴의 SAR 측정 방법은 일반적인 두부 SAR 측정방법과 측정 절차 과정은 유사하나, 무선장비의 위치를 body-worn까지 고려하여 평면 모의 인체를 기준으로 하여 무선장비를 앞, 뒤로 그리고 액세서리를 포함하거나 안테나의 형태까지 모두 포함하여 측정을 한다. 그림 3-21은 몸과 얼굴의 SAR 측정 절차를 나타낸다.

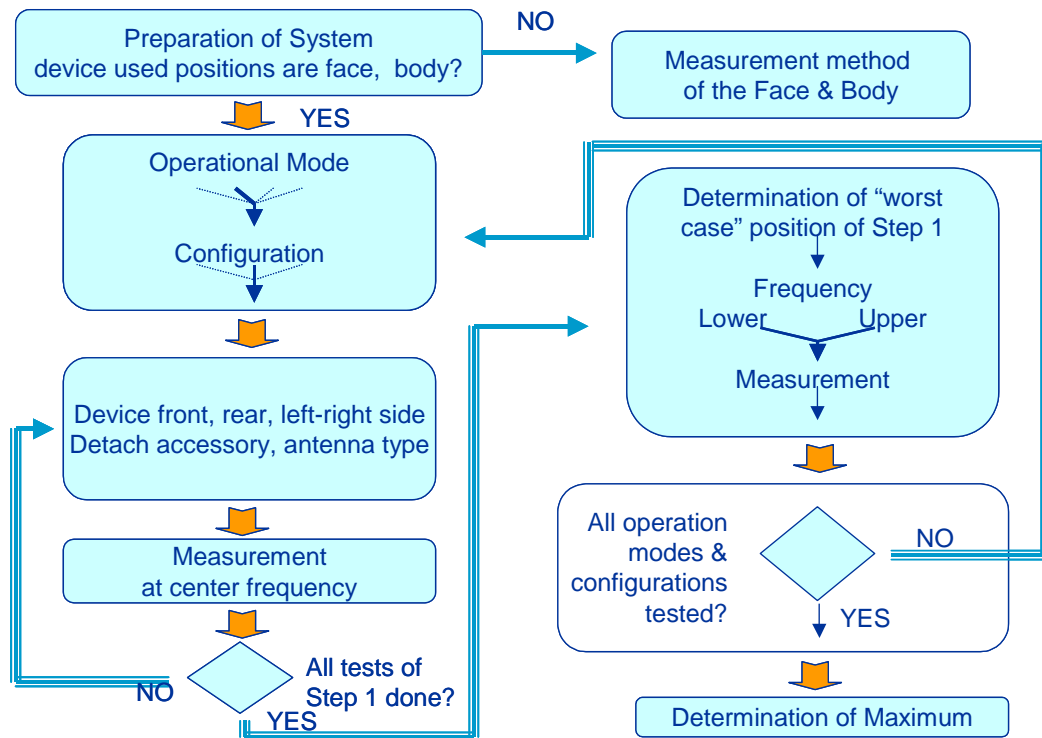


그림 3-21. 몸과 얼굴의 SAR 측정 절차

1) 휴대폰 기능이 없는 PDA

휴대폰 기능이 없는 PDA는 일반적으로 사용자가 랩탑 컴퓨터와 같은 기능으로 사용하거나 무선 인터넷을 사용한다. 그리고 사용자가 몸통 앞에 놓고 손으로 기기를 작동시키지만 통화 기능이 없기 때문에 무선기기를 귀 근처나 얼굴 앞에서 사용하지 않는다. 그래서, 사용자가 주로 몸에 부착하거나 접촉하여 사용하는 경우가 많아 몸 SAR를 측정한다. 그림 3-22는 휴대폰 기능이 없는 PDA 장비와 액세서리를 보여준다.



그림 3-22. 휴대폰 기능이 없는 PDA의 측정 대상 기기

휴대폰 기능이 없는 PDA의 SAR 측정시 고려되어야 하는 것은 다양한 액세서리의 부착하는 것을 들 수 있는데, 이 액세서리들을 보게 되면, 장비 케이스, 벨트 클립, 이어폰 등과 같은 액세서리와 배터리 형태 등이 있다. 그림 3-23, 24는 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 앞면과 뒷면을 위치하여 측정을 하고 있는 모습이다.



그림 3-23. 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 앞면



그림 3-24. 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 뒷면

그림 3-25, 26은 가죽 케이스와 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 앞면과 뒷면을 위치하여 측정을 하고 있는 모습이다.



그림 3-25. 가죽 케이스와 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 앞면

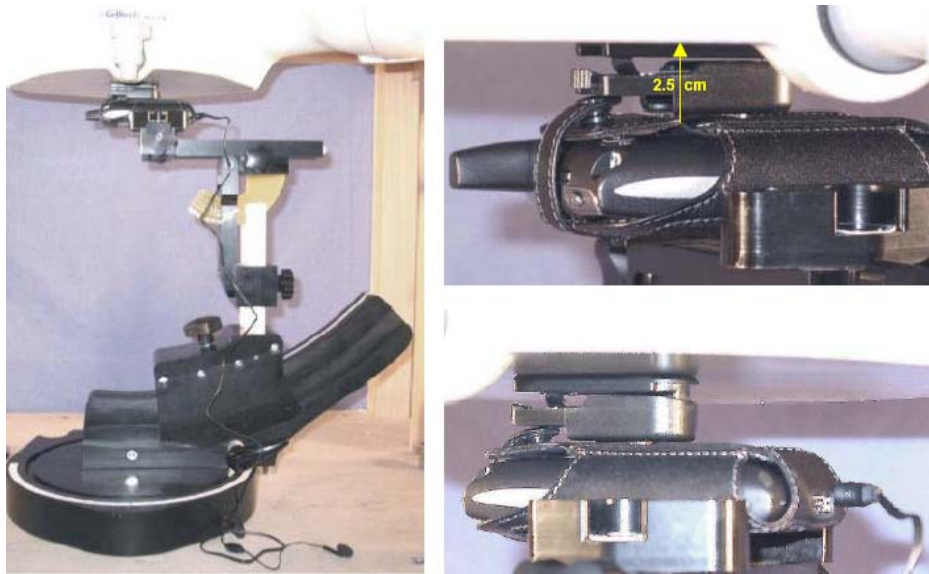


그림 3-26. 가죽 케이스와 이어폰을 사용하는 body-worn PDA의 뒷면

그림 3-27은 가죽 케이스와 헤드폰을 사용하는 body-worn PDA의 SAR 측정시 시험 장비의 모습을 보여주고 있다.



그림 3-27. 가죽 케이스와 헤드폰을 사용하는 body-worn PDA

2) 휴대폰 기능을 가지는 것과 가지지 않는 PDA의 test report 예

표 3-4, 5는 휴대폰 기능이 없는 PDA와 휴대폰 기능을 가지고 있는 PDA에 대한 최대 평균 SAR 측정 결과를 보여준다.

측정 결과에서 보는 것처럼 기본 조건 즉, 배터리의 전력과 모의 인체 조직의 온도, 안테나의 위치 조건은 같은 조건이어야 한다.

표 3-4. 휴대폰 기능이 없는 PDA의 측정 결과

SAR MEASUREMENT								
Crest factor: <u>1</u> (Duty cycle <u>100%</u>)						Depth of liquid: <u>15.1</u> cm		
Phantom Section: <u>Flat (Body)</u> position (<u>See EUT set-up configuration</u>)								
EUT Set-up conditions				Conducted Power [dBm] (peak)		Liquid Temp [°C]	SAR (W/kg) Measured	
Channel	Frequency [MHz]	Antenna position	Sep. [mm]	Before	After		1 g	10 g
1	2412	Fixed	0	16.81	16.81	21.4	0.182	0.0781
6	2437	Fixed	0	16.80	16.80	21.5	0.131	0.0599
11	2462	Fixed	0	16.79	16.79	21.4	0.121	0.0557
Note (s): Please refer to attachment for each configuration presentation in plot format.								

표 3-5. 휴대폰 기능을 가진 PDA의 측정 결과

LIQUID VERIFY					Measured date: May 1, 2002			
Ambient conditions - Ambient temperature: <u>23</u> °C; Relative Humidity: <u>56</u> %								
Type of liquid:								
Liquid	Temp. [°C]	Parameters	Target Value	Measured	Deviation [%]	Limit [%]		
Muscle 1900 MHz	21	ϵ_r	53.3	53.1	-0.38	±5		
		σ	1.52	1.52	+0.13	±5		
SAR MEASUREMENT								
Model: <u>Tungsten W</u> ; Modulation: <u>GSM/GPRS 1 TX</u> (Duty cycle: <u>25</u> %); Crest factor: 4								
Phantom Section: Flat (Body)					Depth of liquid: <u>15.1</u> cm			
Frequency		EUT Set-up conditions		Conducted power [dBm]		Liquid Temp [°C]	SAR (W/kg)	Limit (W/kg)
Channel	MHz	Antenna	Sep. [mm]	Before	After			
512	1850.2	Fixed	With holster	29.4	29.3	21.2	0.215	1.6
661	1880	Fixed	With holster	29.2	29.1	20.9	0.205	1.6
810	1909.8	Fixed	With holster	28.6	28.5	20.7	0.162	1.6
Note(s): Please refer to attachment for the result presentation in plot format.								

3) PTT(Push to Talk)

사람의 얼굴 앞에서 작동하도록 디자인된 전송장비인 PTT는 평면 모의 인체에서 2.5 cm에 위치한 장비의 정면에 대해서 SAR 적합성에 대한 시험을 해야 된다. 앞면의 얼굴 모의 인체는 전형적으로 코, 입술, 눈과 같은 얼굴 모의 인체의 굴곡이 있는 영역에서 높은 전기장 프로브 경계효과 에러를 발생시킬 가능성이 있기 때문에 고려하지 않는다. 어깨, 허리, 가슴에 매는 장비에 착용할 수 있는 장비의 SAR 적합성은 일반적으로 사용되는 모양에서 평면 모의 인체에 대한 위치와 장비에 부착된 헤드셋과 마이크로폰과 같은 액세서리를 포함하여 측정해야 한다. 표 3-6은 test report에서 측정 대상 장비에 대한 설명을 나타낸다.

표 3-6. 측정 대상 장비에 대한 설명(test report의 예)

Rule Part(s)	FCC 2.1093 ET Docket 96.326	Modulation	FM
EUT Type	Portable UHF PTT Radio Transceiver	Tx Frequency Range (MHz)	450 - 470 MHz
FCC ID		Rated Conducted Output Power	2.0 Watts
Model(s)		Battery Type(s)	1. NiCd (7.2V, 700mAh) 2. NiMH (7.2V, 1500mAh)
Serial No.	Pre-production	Antenna Type(s)	1. Whip (AFS-450) 2. Stubby (AFS-450S)
Body-Worn Accessories	1. Belt-Clip 2. Swivel Holster 3. Speaker-Microphone	Antenna Length(s)	Whip: 174 mm Stubby: 80 mm

그림 3-28은 시험할 장비에 대한 설명이다.

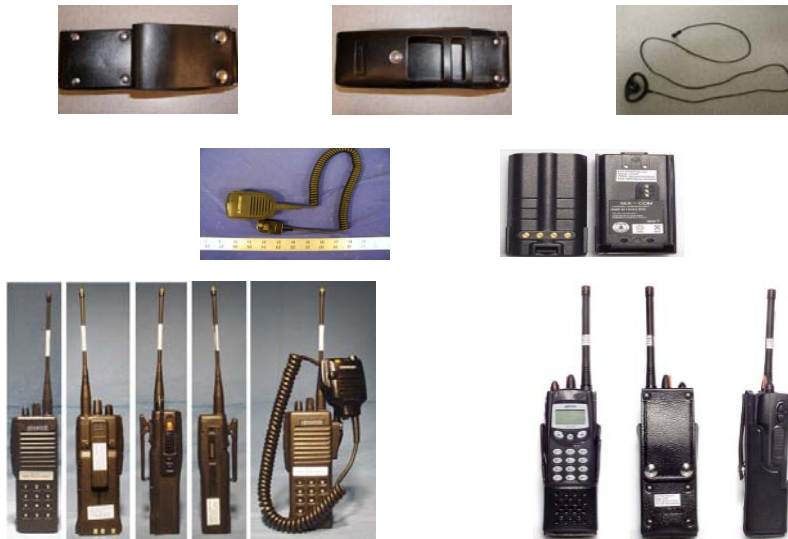


그림 3-28. PTT의 측정 대상 기기

그림 3-29는 SAR 측정을 들어가기 전의 상태를 나타낸 그림이다. 왼쪽 그림은 얼굴 앞에서 동작할 때의 상태이고 오른쪽 그림은 몸에 부착했을 때의 상태이다. 그림을 보면 일반적으로 장비를 사용하는 상태처럼 장비의 앞면과 몸에 부착하여 마이크 폰으로 통화하는 모습을 보여준다.

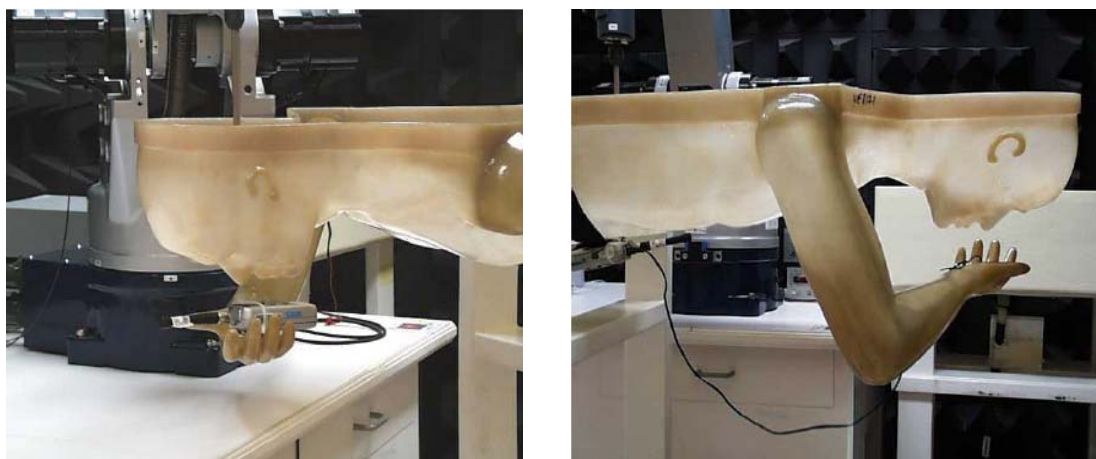


그림 3-29. PTT를 얼굴 앞과 허리에 차고 마이크 폰을 사용하는 경우

그림 3-30은 벨트 클립을 장착한 PTT를 몸 모의 인체의 왼쪽과 오른쪽을 측정하고 있는 모습이다.

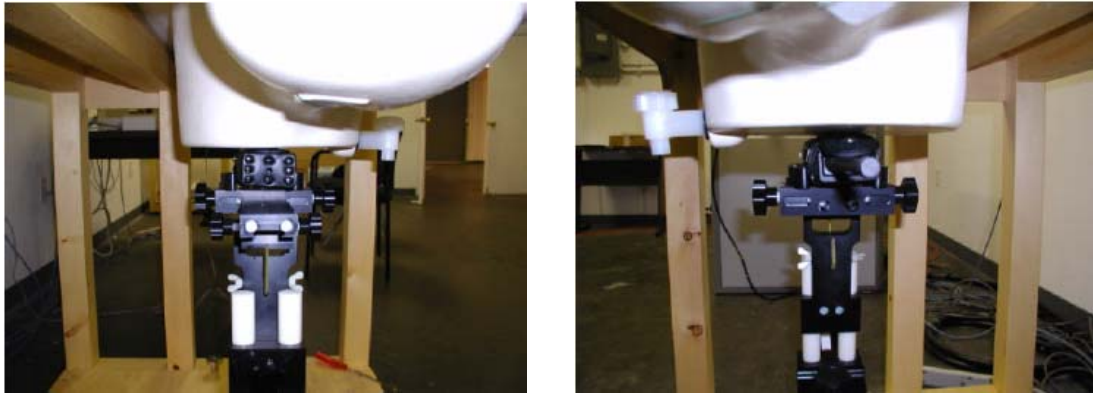


그림 3-30. 벨트 클립을 장착한 PTT인 경우의 왼쪽과 오른쪽

그림 3-31은 벨트 클립을 장착한 PTT가 몸 모의 인체로부터 장비를 앞과 뒷면으로 바꾸면서 측정하고 있는 모습이다.



그림 3-31. 벨트 클립을 장착한 PTT인 경우의 앞과 뒷면

그림 3-32는 벨트 클립을 장착한 PTT를 허리에 이격거리를 2.5 cm를 두고 마이크 폰을 사용하는 모습이다.



그림 3-32. 벨트 클립을 장착한 PTT를 허리에 차고 마이크 폰을 사용하는 경우(이격거리 2.5 cm)

그림 3-33은 벨트 클립을 장착한 PTT를 허리에 차고 마이크 폰을 사용하는 경우에 PTT와 몸 모의 인체와 평행한 상태에서 측정하는 모습이다.



그림 3-33. 벨트 클립을 장착한 PTT를 허리에 차고 마이크 폰을 사용하는 경우(PTT와 몸 모의 인체와 평행한 경우)

(4) PTT의 test report 예

표 3-7은 측정 장비가 얼굴 앞에 있을 때의 SAR를 측정한 결과이다. 대상 장비가 관련 직업인을 대상으로 하기 때문에 일반 대상을 대상으로 측정한 장비의 SAR 값보다 높게 나왔다. 측정 대상 장비가 생활형이라면 일반인에 대한 SAR 값을 기준으로 해야 할 것이다. 측정 결과를 보면 크게 100% 듀티 사이클과 50% 듀티 사이클에 대해서 각각 안테나의 유형별로 분류한 다음, 다시 배터리를 유형별로 분류하고, 사용 주파수 별로 저, 중, 고로 측정을 한 것을 알 수 있다. 즉 장비의 SAR 측정을 24번 했음을 알 수 있다.

표 3-7. Face앞에서의 SAR 측정결과

Freq. (MHz)	Channel	Mode	Cond. Power Before (W)	Cond. Power After (W)	Battery Type	Antenna Type	Separation Distance (cm)	SAR 1g (w/kg)	
								100% Duty Cycle	50% Duty Cycle
450.100	Low	CW	1.80	1.66	NiCd	Whip	2.5	1.07	0.54
460.100	Mid	CW	1.82	1.72	NiCd	Whip	2.5	1.00	0.50
469.950	High	CW	1.83	1.68	NiCd	Whip	2.5	1.22	0.61
450.100	Low	CW	1.92	1.74	NiMH	Whip	2.5	1.14	0.57
460.100	Mid	CW	2.09	1.89	NiMH	Whip	2.5	1.16	0.58
469.950	High	CW	2.02	1.83	NiMH	Whip	2.5	1.27	0.64
450.100	Low	CW	1.79	1.65	NiCd	Stubby	2.5	1.49	0.75
460.100	Mid	CW	1.80	1.62	NiCd	Stubby	2.5	1.35	0.68
469.950	High	CW	1.82	1.63	NiCd	Stubby	2.5	1.33	0.67
450.100	Low	CW	1.91	1.75	NiMH	Stubby	2.5	1.40	0.70
460.100	Mid	CW	2.10	1.93	NiMH	Stubby	2.5	1.26	0.63
469.950	High	CW	2.03	1.88	NiMH	Stubby	2.5	1.25	0.63
Mixture Type: Brain (Measured) Dielectric Constant: 44.1 Conductivity: 0.86				ANSI / IEEE C95.1 1992 - SAFETY LIMIT Spatial Peak - Controlled Exposure / Occupational BRAIN: 8.0 W/kg (averaged over 1 gram)					

1. Test Date:
2. The SAR values found were below the maximum limit of 8.0 w/kg (controlled exposure).
3. The highest face-held SAR value found using the NiCD battery was 1.49 w/kg (100% duty cycle, low channel, stubby antenna, NiCD battery).
4. The EUT was tested for face-held SAR with a 2.5cm separation distance between the front of the EUT and the outer surface of the planar phantom.
5. Ambient TEMPERATURE: 23.3 °C
Relative HUMIDITY: 39 %
Atmospheric PRESSURE: 101.25 kPa
6. Fluid Temperature ≈ 23.0 °C
7. During the entire test the conducted power was maintained to within 5% of the initial conducted power.

표 3-8. Body-Worn SAR 측정 결과 - Belt Clip에 장비 부착

Freq. (MHz)	Channel	Mode	Cond. Power Before (W)	Cond. Power After (W)	Battery Type	Antenna Type	Belt-Clip Separation Distance (cm)	SAR 1g (w/kg)	
								100% Duty Cycle	50% Duty Cycle
450.100	Low	CW	1.80	1.65	NiCd	Whip	1.0	3.43	1.72
460.100	Mid	CW	1.82	1.73	NiCd	Whip	1.0	3.80	1.90
469.950	High	CW	1.84	1.74	NiCd	Whip	1.0	3.58	1.79
450.100	Low	CW	1.90	1.73	NiMH	Whip	1.0	3.75	1.88
460.100	Mid	CW	2.10	1.96	NiMH	Whip	1.0	3.66	1.83
469.950	High	CW	2.00	1.87	NiMH	Whip	1.0	4.40	2.20
450.100	Low	CW	1.80	1.62	NiCd	Stubby	1.0	3.39	1.70
460.100	Mid	CW	1.82	1.64	NiCd	Stubby	1.0	2.90	1.45
469.950	High	CW	1.84	1.72	NiCd	Stubby	1.0	3.15	1.58
450.100	Low	CW	1.92	1.81	NiMH	Stubby	1.0	2.90	1.45
460.100	Mid	CW	2.11	1.95	NiMH	Stubby	1.0	3.34	1.67
469.950	High	CW	1.99	1.82	NiMH	Stubby	1.0	3.32	1.66
Mixture Type: Body (Measured) Dielectric Constant: 57.5 Conductivity: 0.93				ANSI / IEEE C95.1 1992 - SAFETY LIMIT Spatial Peak - Controlled Exposure / Occupational BODY: 8.0 W/kg (averaged over 1 gram)					

표 3-8은 body-worn SAR 측정 결과인데 face-held SAR 측정 결과와 마찬가지로 유형별로 측정을 24번 측정하였음을 알 수 있다.

그림 3-34는 대상 장비를 모의 인체의 귀에 대고 측정 결과이다. 장비와 안테나의 연결 부분 즉, 귀 근처에서 SAR 수치가 가장 높게 나오는 것을 예상할 수 있다.

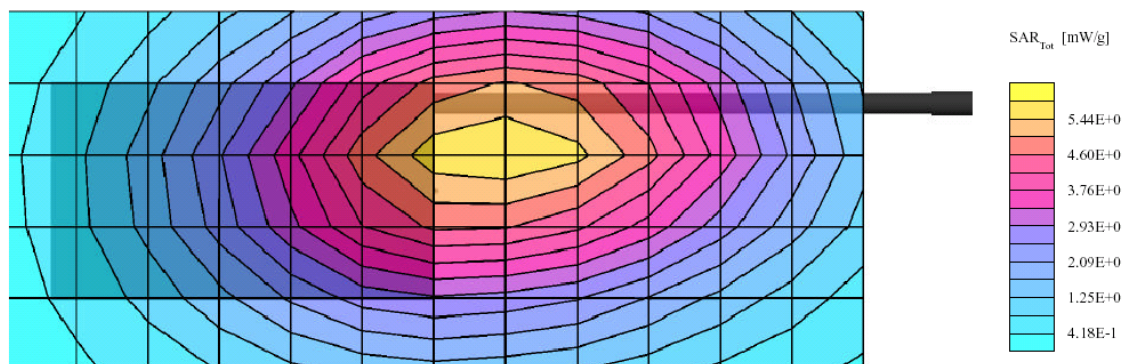


그림 3-34. 측정 결과도 예

(5) POS(Point of Sale)

POS는 컴퓨터를 이용하여 각종 유통정보를 분석 활용하는 유통시스템으로서, 유통업체 매장에서 판매와 동시에 품목, 가격, 수량 등의 유통정보를 컴퓨터에 입력시켜 정보를 분석, 활용하는 관리시스템이다. 바코드를 판독하는 장치는 슈퍼마켓에서 널리 사용되는 설치식 판독기(reader) 외에, 휴대용 밴(van)형과 터치(touch)식이 있다. 설치식 판독기는 현재의 POS터미널에서 가장 많이 쓰이는데 원리는 레이저광으로 바코드를 스캐닝하면서 읽어 가는 것이다. POS의 SAR 측정시 keyboard쪽과 뒤쪽, 왼쪽과 오른쪽, 이격거리 15 mm를 두고 측정을 한다. 그림 3-35는 POS 장비를 나타낸다.



그림 3-35. POS의 측정 대상 기기

다음 그림 3-36은 SAR 측정시 POS의 keyboard쪽과 뒤쪽을 몸 모의 인체와 접촉하여 측정을 하고 있는 모습이다.



그림 3-36. POS의 keyboard쪽과 뒤쪽 측정시 모습

(6) Wireless LAN이 탑재된 노트북

WLAN은 전파나 적외선 전송방식을 이용하는 근거리통신망(LAN)으로서, 보통 무선랜이라고 하며, 무선 네트워크를 하이파이 오디오처럼 편리하게 쓰게 한다는 뜻에서 와이파이(Wi-fi)라는 별칭으로도 불린다. 무선접속장치(AP)가 설치된 곳을 중심으로 일정 거리 이내에서 PDA나 노트북 컴퓨터를 통해 초고속 인터넷을 이용할 수 있다. 무선주파수를 이용하므로 전화선이나 전용선이 필요 없으나 PDA나 노트북 컴퓨터에 무선랜카드를 장착하여 사용한다. 다음 그림 3-37은 WLAN과 노트북에 WLAN을 장착한 모습이다.



그림 3-37. 노트북에 장착된 WLAN의 측정 대상 기기

그림 3-38은 노트북에 장착된 WLAN을 몸 모의 인체와 이격거리를 5 mm를 두고 평행하게 한 경우와 수직인 경우의 모습을 보여준다.

그림 3-39는 노트북에 장착된 WLAN을 모의 인체와 이격거리를 1.5 cm를 두고 수직인 경우를 보여주고 있다.

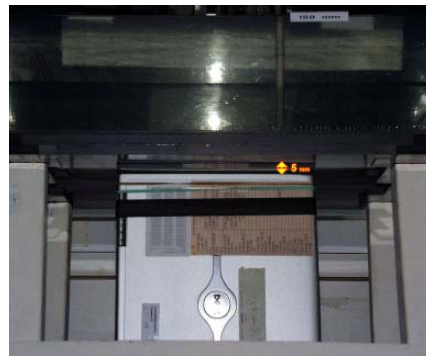


그림 3-38. 노트북에 장착된 WLAN의 측정 그림



그림 3-39. 노트북에 장착된 WLAN을 모의 인체와 수직인 경우의 모습

그림 3-40은 노트북에 장착된 WLAN을 모의 인체와 이격거리 1.5 cm를 두고 수직인 경우와 평행인 경우의 모습이다.

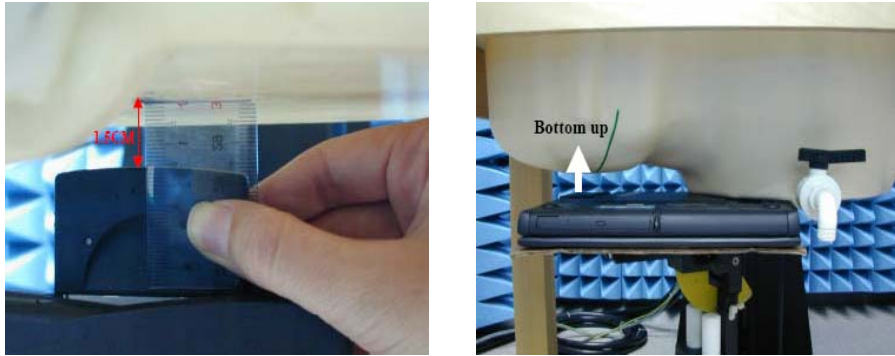


그림 3-40. 노트북에 장착된 WLAN의 측정

제Ⅳ장 인체보호 기준 및 측정방법 개선 안

현재 우리나라의 인체 보호 기준은 전파법 제47조의2제1항의 규정에 의하여 전자파 인체 보호기준과 전자파 흡수율 측정기준을 시행하고 있다. 전자파 인체보호기준의 제4조에 의하면 국부 노출로 인한 전자파 흡수율(SAR)의 최대값을 100 kHz ~ 10 GHz의 주파수 범위에서 최대값이 1.6 W/kg을 초과하지 않도록 제한하고 있다. 이 기준에 의하여 전자파 흡수율 측정 기준을 정하고 있는데, 2003년 7월 29일 법이 개정되기 이전에는 그 대상기기를 이동가입무선전화장치 및 개인휴대통신용무선설비 기기로 규정하였고, 이후 정보통신 시장의 확대와 다양한 제품의 출시로 대상기기를 구체적으로 이동전화용(셀룰러) 무선기기, 개인 휴대 전화용(PCS) 무선기기로 정하고, IMT-2000 단말기와 그 외 휴대용 무선기기에 다른 기능이 복합된 기기(예: PDA 폰 등)를 추가로 확대하였다.

국제적인 동향을 살펴보면, 100 kHz ~ 6 GHz의 범위에서 국부 및 전신, 그리고 손, 손목, 발, 발목과 같은 부분(limb)에 대하여 전자파 흡수율 제한치를 정하고 있고, 이에 따라 측정 방법 및 측정 대상기기에 대한 분류를 하려는 움직임이 점차적으로 확대되고 있는 실정이다. 특히 미국, 캐나다, 호주 등과 같은 국가들은 무선 통신 장비를 fixed, mobile, portable로 분류를 하여 각 분류에 속하는 장비에 대한 허용 노출(Maximum Permissible Exposure ; MPE)이나 전자파 흡수율을 측정하고 있기 때문에, 예를 들어 portable 기기에 속하는 새로운 제품에 대해서 새로 법을 개정하지 않고, portable 장비 규정에 따라 전자파 흡수율에 대한 측정을 요구할 수 있다.

따라서 본 장에서는 멀티미디어 무선 통신 기기에 대한 인체 보호 기준 및 전자파 흡수율 측정 방법에 대하여 지금까지의 국제 동향 분석 및 연구를 바탕으로 개정 방향에 대하여 제시하였다.

제 1 절 전자파 인체보호 기준

1. 전자파 흡수율 기준 개정(안)

우리나라의 경우 국부노출에 대한 전자파 흡수율 기준을 미국이나 캐나다, 호주와 같이 현재 가장 엄격한 기준인 1.6 W/kg으로 제한하고 있다. 전자파 인체보호 기준 제4조의 내용을 보면 국부노출로 인한 전자파 흡수율(SAR)의 최대값은 표 4-1과 같이 1.6 W/kg을 초과하지 않아야 한다고 규정하고 있다.


현재 전자파의 인체 영향에 관한 문제는 전 세계적으로 다양한 방법으로 연구되고 있으나 아직 확실한 증거를 입증하지 못하고 있기 때문에 선불리 영향의 유·무에 대하여 논하기 힘든 상황이다. 더구나 현재 전 세계의 수많은 휴대폰 및 기타 무선 통신기기 사용자들은 근거리장의 RF 전자기장에 매일 노출되고 있는 상황이고 이러한 노출이 장기간으로 지속될 경우 인체에 대한 영향이 있을 가능성이 제시됨에 따라, 사회적인 이슈가 되고있다. 따라서 사전 예방 차원에서 각국은 전기장 및 자기장 강도에 대한 규정을 하고 있으며, 무선 통신 장비에 대하여 전자파 흡수율에 대한 규제를 하고 있는 상황이다. 또한 정보 통신 시장의 성장 및 확대와 함께 다양한 기능의 멀티미디어 무선 통신 기기의 등장은 두부에 국한된 장비에 대한 전자파흡수율 기준만으로는 두부 외에 다양한 위치에서 사용되는 장비에 대한 규제가 힘들기 때문  미국을 비롯하여 호주, 유럽, 캐나다 등의 국가에서는 국부노출, 전신노출에 대한 기준을 적용하여 측정 및 규제를 하고 있는 상황이다.

표 4-1. 국부노출에 대한 전자파흡수율(SAR)기준(제4조 관련)

주파수 범위	전자파흡수율(W/kg)
100kHz ~ 10GHz	1.6

표 4-2. 전자파 흡수율 기준 동향

Exposure category	Frequency range	Whole-body average SAR(W/kg)	Spatial peak SAR in the head & torso(W/kg)	Spatial peak SAR in limbs(W/kg)
Occupational	100 kHz ~ 6 GHz	0.4	8 for 1g (10 for 10g)	20
General public	100 kHz ~ 6 GHz	0.08	1.6 for 1g (2 for 10g)	4

※ ()의 수치는 유럽, 일본의 기준임

우리나라의 멀티미디어 무선 통신 기기 분야는 시장 규모나 기술 부분에 있어서 세계적이다. 우리나라의 수출 주력 분야이기도 하며, 다양한 기기들이 쏟아져 나오고 있는 상황이다. 그에 비하여 관련 전자파 환경에 대한 관심이나 관련 법규는 날로 증대되고 있긴 하지만 아직 미약한 실정이다. 따라서 국제적인 추세와 사전 예방적인 사고를 바탕으로 관련 기준 및 전자파 흡수율에 관련된 범위를 우리나라 전자파 환경을 고려하여 확대하여야 할 것이다.

표 4-3. 전자파 흡수율 기준 개정(안)

현행 규칙	개정 (안)
국부 노출에 대한 전자파 흡수율 : 1.6 W/kg으로 제한	관련 직업인, 일반인에 대한 분류를 기본으로 하여 전신, 몸 및 사지에 대한 전자파 흡수율 기준 추가.

2. 무선 통신 기기의 분류 및 전자파 흡수율에 대한 인증방법 개정(안)

2003년 7월 29일부로 개정된 전자파 흡수율에 관한 정보통신부 고시 내용을 살펴보면 전자파강도 및 전자파흡수율 측정대상기기·측정방법의 제2조에 나와있는 기존의 가입무선전화장치 및 개인휴대통신용무선설비의 기기에 IMT-2000 단말기와 그 외 휴대용 무선기기에 다른 기능이 복합된 기기(예: PDA 폰 등)를 추가로 확대하였다. 앞으로 그 대상 기기는 더 확대될 전망이지만 아직까지 선진국에 비해서 많이 부족한 실정이다. 또한 대상 기기를 확대할 때마다 새로 고시를 개정해야 하는 어려움이 있다.

그러나 미국이나 캐나다, 호주의 경우 무선통신 기기를 기능별로 구분하여 인체 보호 기준을 적용하기 때문에 새로운 장비가 출시될 때마다 새로 법을 개정할 부분이 많지 않다. 앞에서 언급한 대로 무선통신 기기를 고정용(fixed), 이동용(mobile), 휴대용(portable)기기로 분류하고 있고, 휴대용 무선통신 기기는 모두 전자파 흡수율 측정 대상 기기에 포함되며, 이동용 장비 중에서 사용자로부터 20 cm 이내에서 사용되는 무선통신 장비에 대해서는 전자파 흡수율 규정을 적용하고 있다. 따라서 우리나라에서는 아직 적용하고 있지 않는 PTT(push-to-talk) 기기는 자연스럽게 휴대용 장비에 포함되기 때문에 전자파 흡수율 대상기기에 포함된다. 또한 PTT가 얼굴 앞이나 몸에 휴대하여 동작하기 때문에 측정 범위도 얼굴이나 몸에 대한 부분까지 앞에서 언급한 전자파 흡수율 제한치에 따라 추가할 수 있다. 이처럼 무선통신 장비를 크게 분류하여 규제함으로써 보다 효율적이고 탄력적으로 인체 보호 기준을 적용할 수 있다.

따라서 우리나라도 국제적인 흐름과 국내 무선 통신 환경을 고려하여 무선통신 장비에 대한 분류를 fixed, mobile, portable로 하고, 그에 대한 인증방법을 적용하고 개선할 필요가 있다.

표 4-4. 전자파 흡수율 인증방법 개정(안)

현행 규칙	개정 (안)
<p>제2조(전자파흡수율 측정대상기기) 전자파흡수율 측정대상기기는 다음 각호의 휴대용 무선기기(휴대용 무선기기에 다른 기능이 복합된 경우를 포함)로 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 이동전화용(셀룰러) 무선기기 2. 개인휴대전화용(PCS) 무선기기 3. 이동통신용(IMT-2000) 무선기기 	<p>인체에서 20 cm내에서 작동하는 모든 무선 통신 장비(출력 전력의 임계 값을 적용하여 무선통신 장비에 대해 전자파 흡수율 제외 및 불가 준방법 적용)</p>

제2절 전자파 흡수율 측정 기준

현재 우리나라는 정보통신부의 전파법에 따라 전자파 흡수율 대상기기를 몇 가지 품목으로 정하고 있고, 해당 장비에 대해 두부에 대한 전자파 흡수율만을 측정할 것을 법령으로 정하고 있기 때문에 아직 무선통신 기기의 동작 및 사용 위치에 따른 다양한 측정은 하지 않고 있다. 그러나 국제적인 흐름과 사전 예방적인 안목, 다양한 멀티미디어 무선 통신기기의 등장은 앞으로 우리나라의 기준도 변화될 것으로 예상할 수 있는 요인들이다. 실제로 지난 3월 정보통신부는 앞으로 전자파 흡수율 대상기기를 점차 확대할 것임을 밝혔고, 7월 29일 적용 대상기기를 추가하였다. 아직 측정 방법에 대한 개정은 없지만 앞으로 점차 개정될 것으로 예상된다. 이번 절에서는 지금까지 연구한 결과를 바탕으로 현재 우리나라의 전자파 흡수율 측정 방법에 추가해야 할 부분에 대한 제시하였다.

1. 측정 방법 개선 (안)

전자파 흡수율에 대한 인체 보호 기준을 몸에 대해서도 적용하기 위해 측정방법에 추가되어야 할 부분은 기기의 동작 위치에 따른 측정 절차이다. 즉, 몸(body)이나 얼굴(face)에서 동작하는 무선통신 장비의 경우 각 위치별 측정 절차와 벨트 클립 같은 액세서리를 고려한 측정 절차에 관한 내용을

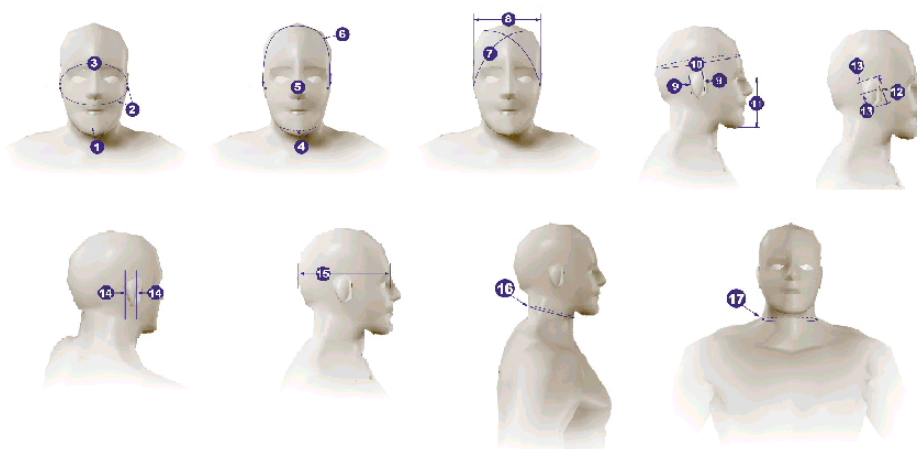


그림 4-1. 우리나라 전자파 흡수율 측정 기준의 모의 인체

추가할 필요가 있다. 또한 우리나라의 전자파 흡수율 측정 방법과 절차는 IEEE나 CENELEC의 기준과 두부 측정 방법 있어서 크게 다르지 않기 때문에 현재 측정 기준에 얼굴이나 몸, 다른 부분들에 대한 측정 방법이 추가되어야 한다. 우선 추가해야 할 부분은 모의 인체에 관한 부분이다. 두부 모의 인체는 사람의 머리에 대한 특성을 고려하여 만들었기 때문에 얼굴이나 몸, 다른 신체 부분에 대한 기기 측정을 하기에는 부적합하다. 따라서 각 신체 부위에 대한 특성을 고려하여 모의 인체를 만들어야 하는데 현재 사용되고 있는 것이 바로 평면 모의 인체이다.

그림 4-1은 현재 우리나라의 인체보호기준 중 전자파 흡수율 측정 기준의 별표에 나와있는 모의 인체에 관한 내용이고 표 4-5는 두부에 대한 모의 인체 치수와 내부 조직에 대해 주파수에 따른 유전율과 전도상수에 대한 내용이다. 그러나 이 부분에 있어서도 우리나라 사람을 대상으로 연구한 내용이 아닌 외국인을 대상으로 연구한 내용을 도입하여 만든 규정이기 때문에 앞으로 우리의 상황에 맞는 인체 구조나 조직에 대한 연구가 있어야 할 것이다.

표 4-5. 모의인체 머리조직 전기정수

측정온도 20° ~ 23°

주파수(MHz)	상대유전율	전도도(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

IEEE P1528 문서에 나와있는 평면 모의 인체의 요구조건은 시스템 점검이나 시스템 허가를 위해서 제시된 인체 조직과 유사한 액체를 사용해야 하고, 최소 가로 길이는 SAR 결과가 큰 모의 인체의 길이와 비교하여 1.0%보다 큰 영향을 받지 않도록 되어야 한다. 반파장 다이폴 소스에 대해서 세로는 최소한 공기에서 큰 폭의 길이에 있어서 파장에 0.6을 곱해야 하고, 가로는 최소한 공기에서 작은 폭의 길이에 있어서 파장에 0.4를 곱해야 한다.

800 MHz ~ 3 GHz에 대한 평면 모의 인체의 치수는 800 MHz에서 가장 긴축과 가장 작은 축의 최소 변화율이 15 cm에서 22.5 cm 이어야 한다. 또한 모의 인체의 외피와 관련된 유전율의 크기는 5보다 작아야 하고 손실 탄젠트는 0.05보다 작아야 한다. 800 MHz ~ 3 GHz의 주파수 범위에서 평면 모의 인체의 바닥 부분의 두께는 800 MHz 이하에서 6.5 mm 일 때 보다 얇은 2 mm가 될 것이다. 두께는 0.2 mm 오차 내에서 정형화될 것이다. 최소 15 cm 깊이로 액체(모의조직)가 채워질 때 시험 장비 바로 위의 내부 표면의 바닥 영역의 늘어짐(sag)은 800 MHz 아래의 주파수에서 파장 길이의 0.5% 보다 작아야 하고, 800 MHz ~ 3 GHz의 주파수 범위에서는 파장 길이의 1% 보다 작아야 한다.

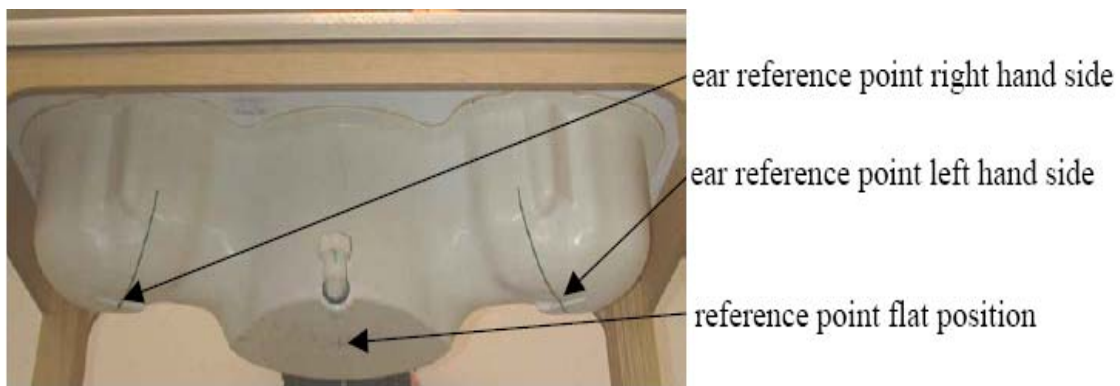


그림 4-2. 모의 인체(예)

그림 4-2는 최근에 사용되는 모의 인체의 예이다. 그림에서 보는 것처럼 두부 모의 인체와 평면 모의 인체가 같이 붙어 있어서, PTT나 PDA처럼 핸드셋 기능이 있어서 머리에서 사용할 수 있고, 또한 몸에 착용하여 사용할 수 있는 장비를 측정할 때 유용하다. 이 모의 인체는 IEEE P1528과 FCC의 OET Bulletin 65 Supplement C에 기술된 요구조건을 충족하는 것으로서 나무 테이블에 설치하고, 그 외피의 구성은 인체를 고려한 유리 섬유로 되어 있다.

표 4-6. 현행 전자파 흡수율 측정기준 개선(안)

현행 규칙	개정 (안)
제6조(피시험기기 배치)	평면 모의 인체에 있어서 피시험기기 배치에 관련된 부분 추가
제7조(모의인체) ① 모의인체외피 ② 모의조직	평면 모의 인체의 외피 및 모의조직에 관련된 부분 추가
제9조(측정절차)	얼굴 및 몸에서 동작하는 장비에 대한 측정 절차 부분 추가(평면 모의 인체 사용 필요 장비)
별표 1, 2, 3, 4	별표의 모의인체 시험 위치, 치수 및 모의 조직, 시험 성적서에 관련 내용 추가

2. 시험 성적서 및 결과 보고서 추가(안)

표 4-7은 전자파 흡수율 측정 기준 별표 4에 나와있는 시험성적서이다. 첨부 화일인 전자파 흡수율 시험 결과보고서에는 자세한 측정 내용이 들어있다. 셀룰라폰이나 PCS폰의 경우에는 아래의 시험성적서로 충분하지만, 앞으

표 4-7. 우리나라 현행 전자파 흡수율 시험 성적서

전자파흡수율 시험성적서					
시험신청 기관명				사업자등록번호	
시험신청인		주민등록번호		전화/FAX	
				e-mail	
피시험기기모델명				일련번호	

▣ 적용 규격 : 정보통신부 고시 제 호

▣ 측정 조건

시험환경		매질의 전기적 특성		피시험기기의 조건	
시험장온도	℃	상대유전율		시험신호	
상대습도	%	전도도	S/m	전도전력	dBm
		밀도	Kg/m ³	□ERP□EIRP	dBm
피시험기기 동작상태					
시험자 의견					

▣ 측정 결과

주파수		출력 (dBm)	시험위치	안테나 위치	전자파흡수율 (W/kg)
MHz	채널				
중심주파수			접촉위치 (좌)		
			접촉위치 (좌)		
			접촉위치 (우)		
			접촉위치 (우)		
			경사위치 (좌)		
			경사위치 (좌)		
			경사위치 (우)		
			경사위치 (우)		
저주파수					
고주파수					
노출기준 :			최대 흡수율 :		
종합 판정 :					

작성일자 : 2000 년 월 일

시험기관 명 :

시험자

시험기관장

인

직인

첨부 : 전자파흡수율 시험결과보고서

로 전자파 흡수율에 대한 기준이 강화됨에 따라 그 대상기기의 범위가 확대된다면, 여러 가지 다양한 기능과 위치별로 사용되는 무선통신 기기에 대해서는 기기별로 시험성적서를 새로 만들어 추가할 필요가 있다. 또한 출력전력에 관한 부분은 우리나라의 현실적인 상황을 고려하지 않은 부분이 있기 때문에 생략하거나 추후에 추가해야 할 것으로 판단된다.

먼저 측정 조건에 보면 피시험기기의 조건 중에 전도성 전력과 ERP와 EIRP와 관련된 부분이 있다. 전도성 전력은 안테나의 급전선에 공급되는 전력으로서 near field에서의 영향을 다루는 전자파 흡수율 측정과 밀접한 관련이 있다. 즉, 전도성 전력이 높아지면 SAR 값도 어느정도 비례하여 증가하기 때문에 전자파흡수율 기준에 있어서 중요한 문제이다. Far field에서 측정하는 전도성 전력인 ERP(Effective Radiated Power : 유효복사전력)와 EIRP(Equivalent Isotropic Radiated Power : 등가등방성복사전력)는 미국, 유럽을 비롯한 선진 국가에서 무선 장비의 출력 규제를 위해 적용하고 있는 개념이다. 무선 장비별로 장비의 주파수가 1 GHz 이하일 경우 반파장 다이폴 안테나를 사용하여 ERP로, 장비의 주파수가 1 GHz 이상일 경우는 isotropic antenna가 현실적으로 존재하지 않기 때문에 혼 안테나를 사용하여 EIRP로 출력전력을 측정한다. 선진국에서 복사성 전력을 규제 방법으로 사용하는 이유는 무선국을 허가할 때 이 방법으로 규제할 경우 상호 인접 기지국간, 무선국간에 혼신 등의 야기를 보다 효율적으로 방지 할 수 있기 때문이다. 그러나 아직 우리나라의 경우 출력전력에 대해 전도성 전력으로 규제를 하고 있고, 최근 도입을 시도하고 있는 단계이기 때문에 이 부분에 대한 도입 및 연구는 앞으로 심도있게 연구되어야 할 부분이다.

다음으로 고려해야 할 사항은 측정결과 부분이다. 이제 적용 대상 장비인 PDA 폰의 경우 그 쓰임새가 머리뿐만 아니라 몸에 휴대하거나, 몸 앞에서 사용되기 때문에 두부 모의 인체와 함께 평면 모의 인체를 사용한 측정까지 고려해야 한다. 이럴 경우 몸에 대해서는 새로이 내용을 추가한 양식을 적용해야 한다. 현재 미국의 FCC에서 인증해주고 있는 장비에 대한 시험성적서를 보면 PDA의 경우 케이스(holster)같은 장비 액세서리까지 고려하여 측정을 하고 있다. 시험 위치의 경우 앞, 뒤, 양 옆면에 대하여서도 측정을 하기 때문에 시험을 여러 번 해야하는 불편함이 있지만 기기의 전자파흡수율에

표 4-8. PDA 측정결과 표(예)

모드	채널/주파수 (MHz)	전도 전력		시험 위치	EUT-setup 조건		SAR 값	
		전	후		안테나	액세서리	1g	10g
유형								
최대 흡수율 안테나 유형 및 형태 배터리 유형 이격거리(장비와 모의 인체간)								

대한 보다 상세한 내용을 기록함으로써 얻는 제품에 대한 신뢰도와 안정성을 생각한다면 충분히 고려할만한 가치가 있다.

PDA의 경우 휴대용 컴퓨터의 일종으로, 집이나 사무실에 있는 컴퓨터로 작성한 문서 파일을 집어넣으면 이동하면서도 계속 작업이 가능하고, 전자수첩과 마찬가지로 개인 정보 관리나 일정 관리가 가능한 휴대용 개인정보 단말기를 말한다. 초기에는 계산이나 일정 관리 등 제한된 용도로만 사용되다가 요즘에는 이동전화 기능을 포함하여 여러 가지 다양한 용도로 사용되고 있다. 이처럼 PDA의 여러 가지 다양한 기능을 고려한다면 앞으로 몸에 대한 측정까지 실시할 필요가 있는데, 이 부분을 추가하여 변경한 내용을 표 4-9로 나타내었다.

EUT-setup 조건 부분에 안테나와 액세서리의 내용이 추가되었는데 일반적으로 안테나는 종류에 따라 안테나를 빼고 넣고 할 수 있는 기능이 있을 수가 있는데 이 부분도 SAR 값에 영향을 줄 수 있는 요인이고, 몸에 걸치거나 앞에서 동작하는 경우는 클립이나 케이스가 있어야 하는데 이런 액세서리도 SAR 값을 변화시킬 수 있는 요인이 되므로 둘 다 포함이 되어야 한다. SAR 값을 1 g과 10 g으로 표기한 이유는 현재 우리나라의 경우 국부 공간 최대치를 1g 평균으로 하고 있는데, 측정오차를 줄이는 측면에서는 10 g 평균으로 하는 것이 유리하기 때문이다. 이 부분은 1 g을 기준으로 정한 IEEE에서 논의가 있었던 내용이고 수정하려는 움직임도 있기 때문에 우리나라도 사전에 대책을 마련해야 할 부분이다. 따라서 10 g에 대한 부분은 업체의 자율에 맡기되 앞으로 고려해야 할 부분이다. 전도 전력(conducted power) 부

분은 측정조건에 측정시간 동안 전력의 변화가 없어야 한다는 내용이 있고, 이 부분 역시 SAR 값에 중요한 요인이므로 시험 전과 후의 전도 전력을 측정한 내용이 필요하다고 판단되어 추가하였다.

우리나라에서 흔히 PTT라 칭하고 사람의 얼굴 앞에서 작동하도록 디자인된 전송장비인 PTT는 그 사용 유형을 고려하면 평면 모의 모의 인체에서 2.5 cm에 위치한 장비의 정면에 대해서 SAR 적합성에 대한 시험을 해야 된다. 앞면의 얼굴 모의 인체는 전형적으로 코, 입술, 눈과 같은 얼굴 모의 인체의 굴곡이 있는 영역에서 높은 전기장 프로브 경계효과 에러를 발생시킬 가능성이 있기 때문에 고려하지 않는다. 어깨, 허리, 가슴에 매는 장비에 착용할 수 있는 장비의 SAR 적합성은 일반적으로 사용되는 모양에서 평면 모의 인체에 대한 위치와 장비에 부착된 헤드셋과 마이크로폰과 같은 액세서리를 포함하여 측정해야 한다. 이 PTT 장비는 다른 장비에 비하여 고려해야 할 점이 많기 때문에 측정 방법이 다양하다. 우선적으로 고려해야 할 점은 이 장비가 직업적(occupational/controlled) 장비에 포함된 장비인지에 대한 분류이다. 직업적 장비에 포함된다면 SAR 기준을 일반인에 비하여 5배정도 덜 엄격하게(8 W/kg)으로 적용해야한다. 그리고 이 PTT 장비는 송신할 경우와 수신할 경우가 분리되어 동작되도록 구성하였기 때문에 Duty factor를 고려해야 한다. 또한 액세서리나 안테나 유형도 사용 용도에 따라 바뀌기 때문에 고려 대상에 포함된다.

표 4-9. PTT 장비 측정결과 표(예)

모드	채널/주파수 (MHz)	전도전력		매터리 타입	안테나 타입	이격 거리	SAR 1g (W/kg)	
							100% Duty factor	50% Duty factor
		전	후					
측정기준 기준 SAR 값이 직업인에 대한 적용값인지 일반인에 대한 적용값인지에 대한 설명 시험위치								

WLAN는 전파나 적외선 전송방식을 이용하는 근거리통신망(LAN)으로서, 보통 무선랜이라고 하며, 무선 네트워크를 하이파이 오디오처럼 편리하게 쓰게 한다는 뜻에서 와이파이(Wi-fi)라는 별칭으로도 불린다. 무선접속장치(AP)가 설치된 곳을 중심으로 일정 거리 이내에서 PDA나 노트북 컴퓨터를 통해 초고속 인터넷을 이용할 수 있다. 보통 PDA나 노트북 컴퓨터에 무선랜 카드를 장착하여 사용한다. 이처럼 무선랜 같은 독립적으로 동작하는 장비가 아니기 때문에 보통 무선랜이 포함된 주 장비를 직접 측정한다. 따라서 측정시 주 장비를 직접 평면 모의 인체 아래에 위치시키고 측정을 한다. 이때 보통 무선랜이 위치한 부분을 고려하여(노트북의 경우 보통 오른쪽 옆면에 위치한다) 때문에 SAR 측정시 이 부분에 대한 측정을 한다.

앞으로 더 다양한 기능을 가진 멀티미디어 통신 장비들이 출시될텐데 그 장비들의 동작 조건이나 사용되는 위치를 고려하여 기술할 내용에 대한 표준 시험 성적서의 모델을 몇 가지로 정해놓고 그에 맞게 선택하여 성적서를 만드는 방법을 고려해볼 필요가 있다.

표 4-10. WLAN 측정결과 표(예)

모드	주파수/채널	전도전력		시험위치	안테나위치	이격거리	SAR 값 (W/kg)
		전	후				
측정기준 및 그 외 측건에 대한 내용 기술							

V. 결론

멀티미디어 무선 통신기기에서 인체에 노출되는 전자파에 의한 건강 유해에 대한 일반인의 우려가 증가함에 따라, 국민건강 보호를 위한 예방적 차원에서 세계 여러 나라는 휴대폰 및 여러 휴대용 장비에 대한 인체 보호 기준 강화와 적합성 평가 조항을 단계적으로 추가해나가고 있다.

우리나라는 최근 전자파 흡수율 대상기기를 단계적으로 추가하기로 결정하였고 일차적으로 2003년 7월 29일 대상기기를 기존의 셀룰라, PCS 폰과 함께 IMT-2000 단말기와 휴대용 무선기기에 다른 기능이 복합된 기기를 추가하여 고시하였다. 앞으로 그 대상기기는 더욱 확대될 전망이며, 따라서 장비의 동작 상태에 따른 측정 방법의 변화, 인체에 있어서 전자파 흡수율 범위가 확대되어야 하는데 미국, 유럽, 캐나다, 호주 등을 중심으로 각국의 인체보호 기준과 무선 통신 장비에 대한 인증 및 검사 방법, 측정방법에 대한 동향에 대해 연구하였다.

현재 전자파의 인체 영향에 관한 문제는 전 세계적으로 다양한 방법으로 연구되고 있으나 아직 과학적인 증거를 입증하지 못하고 있기 때문에 선불리 영향의 유·무에 대하여 논하기 힘든 상황이다. 더구나 현재 전 세계의 수많은 휴대폰 및 기타 무선 통신기기 사용자들은 근거리장의 RF 전자기장에 매일 노출되고 있는 상황이고, 이러한 노출이 장기간으로 지속될 경우 인체에 대한 영향이 있을 가능성이 제시됨에 따라, 사회적으로 관심이 높아지고 있는 상황이다.

따라서 사전 예방 차원에서 각국은 전기장 및 자기장 강도에 대한 규정을 정하고 있으며, 무선 통신 장비에 대하여 전자파 흡수율에 대한 규제를 하고 있는 상황이다. 또한 정보 통신 시장의 성장 및 확대와 함께 다양한 기능의 멀티미디어 무선 통신 기기의 등장은 두부에 국한된 장비에 대한 전자파 흡수율 기준만으로는 두부 외에 다양한 위치에서 사용되는 장비에 대한 규제가 힘들기 때문에 미국을 비롯하여 호주, 유럽, 캐나다 등의 국가에서는 국부노출, 전신노출, 각 손과 손목, 발과 발목에 대한 기준을 적용하고 있는 상황이다.

현재 미국은 대상장비의 인증을 미국연방통신위원회(FCC: Federal Com-

munications Commission)와 산하 민간 인증기관인 TCB (Telecommunications Certification Bodies)에서 실시하고 있고, 무선 통신 장비를 고정용(fixed), 이동용(mobile), 휴대용(portable)로 분류하였는데, 기기 사용자로부터 20 cm 이내에서 동작하고 출력 조건을 만족하는 모든 장비에 대해서 전자파 흡수율(SAR) 기준을 적용하고 있다. 전자파 흡수율 기준은 100 kHz ~ 6 GHz 주파수 범위에서 동작하는 장비에 대해 직업인(occupational/controlled)의 경우 1 g 공간 최대치를 기준으로 하여 8 W/kg, 일반인(general public/uncontrolled)의 경우 1.6 W/kg으로 정하고 있다. 또한 장비에 대한 다양한 기능과 사용위치를 고려하여 측정하고 있다.

유럽 연합(EU)에서는 RF 노출에 따른 인체의 영향을 규제하기 위해 대상 장비에 따른 표준을 마련하였다. 그중, SAR 제한치는 ICNIRP에 근거하여 따르고 있으며, 측정 방법은 CENELEC의 TC211에서 제정한 EN 50361을 사용하고 있다. 유럽은 국부 SAR에 대해서 직업인을 10g 기준으로 10 W/kg, 일반인을 2 W/kg으로 정하였고 이에 따라 SAR을 측정하고 있다.

캐나다, 호주 등의 국가에서는 대상 장비의 인증을 캐나다 산업청(Industry Canada), 호주통신청(ACA: Australian Communications Authority)에서 각각 실시하고 있으며, 제정된 전자파 인체 보호 기준에 근거하여 전자파 흡수율 적합성 평가 절차 및 대상 기기의 범위를 규제해 나가고 있다.

국내 전파법에 따르면 "무선설비는 인체에 위해를 주거나 물건에 손상을 주지 아니하도록 정보통신부령이 정하는 바에 의하여 시설을 하여야 한다"라고 규정하여 무선설비의 시설자 및 운영자, 이동통신 제조업체에 대해 인체 보호 기준을 준수하도록 하고 있다.

이제 전자파의 인체유해 여부, 노출량 기준 설정 및 법제화를 통한 강제규제 등에 대한 기준에 대해 확증된 과학적인 근거만을 가지고 접근하던 시대에서 혹시라도 있을지 모르는 유해에 대한 사전 예방적인(precautional approach) 방식으로 접근하는 시대로 발전하면서 전자기장 유해 문제에 대한 근본 정신이 변하고 있다. 따라서 당장은 인체 보호 기준의 강화로 인하여 관련 업계의 어려움이 있을 수 있으나, 장기적인 안목으로 본다면 전자파 환경을 보호하고 인체에 대한 영향을 사전에 예방할 수 있는 차원에서 경쟁력을 더 높일 수 있다고 볼 수 있다. 이번 연구를 바탕으로 관련 기술 분야에 대한 보다 심도있는 연구와 투자가 이루어질 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] FCC, OET Bulletin 65(Edition 97-01): Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields, 1997.
- [2] FCC, OET Bulletin 65, SupplementC (Edition 01-01): Additional Information for Evaluating Compliance of Mobile and Portable Devices with FCC Limits for Human Exposure to Radiofrequency Emissions, 2000.
- [3] Health Canada, Safety Code 6: Limits of Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields in the Frequency Range from 3 kHz to 300 GHz, 1999.
- [4] Industry Canada, RSS-102: Evaluation Procedure for Mobile and Portable Radio Transmitters with respect to Health Canada's Safety Code 6 for Exposure of Humans to Radio Frequency Fields, 1999.
- [5] Industry Canada, RSS-100: Radio Equipment Certification Procedure, 2002.
- [6] Industry Canada, Guidelines for the Measurement of Radiofrequency Fields at Frequencies from 3 kHz to 300 GHz, 2000.
- [7] Industry Canada, CB-02: Recognition Criteria, and Administrative and Operational Requirements Applicable to Certification Bodies for the Certification of Radio Apparatus to Industry Canada's Standards and Specifications 2003, 2003.
- [8] ACA: Radiocommunications (Electromagnetic Radiation - Human Exposure) Standard 2003, 2003.
- [9] ACA: Radiocommunications (Compliance Labelling - Electromagnetic Radiation Notice 2003, 2003.
- [10] ARPNSA: Maximum Exposure Levels to Radiofrequency Fields - 3 kHz to 300 GHz, 2002.
- [11] ACA: Telecommunications Labelling (Customer Equipment and Customer Cabling) Notice 2001. 2001.

- [12] EU, CENELEC EN 50361: Basic standard for the measurement of Specific Absorption Rate related to human exposure to electromagnetic fields from mobile phones (300 MHz – 3 GHz). 2001.
- [13] EU: DIRECTIVE 1999/5/EC, 1999.
- [14] APREL: SAR Measurements Requirements SSI/DRB-TP-D01-030, 1998.
- [15] APREL: Phantom Design Requirements SSI/DRB-TP-D01-030, 1998.
- [16] APREL: Probe Design and Calibration Requirements SSI/DRB-TP-D01-032, 1998.
- [17] APREL: Tissue Recipe and Calibration Requirements SSI/DRB-TP-D01-033, 1998.
- [18] TT Council Report, Delibration No. 118: Measurement of SAR from Mobile Phone Terminals and Other Terminals that are Intended for Use in Close Proximity to the Side of the Head, 2000.
- [19] IEEE Std 1528-200X, Draft CD 1.0: *DRAFT* Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Body Due to Wireless Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Body Due to Wireless Communications Devices: Experimental Techniques, 2002.