

전자파 인체노출량 평가기준 연구

2012. 12. 31.

제 출 문

본 보고서를 「전자파 인체노출량 평가기준 연구」 과제의 최종
보고서로 제출합니다.

2012. 12. 31.

연구책임자 : 박성두(전자파환경안전과 전자파안전담당)

연구원 : 김기희(전자파환경안전과 전자파안전담당)

송홍중(전자파환경안전과 전자파안전담당)

최동근(전자파환경안전과 전자파안전담당)

요 약 문

우리는 지금 스마트폰 가입자가 3천만명을 돌파하는 이른바 “스마트 시대”를 맞이하고 있으며 전세계적으로 휴대전화 가입자는 60억명에 육박하고 있다. “스마트 시대”에서는 업무수행, 정보 습득, 사회적 소통 등 일상생활의 대부분이 전자파를 매체로 이뤄지고 있으며, 이는 우리의 생활을 빠르게 변화시키고 더욱 편리하게 하고 있다. 그러나, 2011년 5월 WHO 산하 국제암연구소(IARC)에서는 휴대전화 전자파를 커피, 절인 채소 등과 같은 수준의 발암가능물질(2B)로 분류하면서 전세계적으로 전자파에 대한 경각심이 새로워지고 인체영향에 대한 대책 및 연구를 촉진시키는 계기가 되었다. 국제적으로는 전자파 인체보호 기준을 마련하고 있는 국제비전리복사방호위원회(ICNIRP)와 미국전기전자학회(IEEE)는 상호간의 기준을 통일시키기 위하여 협력하고 있으며 세계보건기구(WHO) 등 관련 국제기구에서는 휴대전화 전자파의 인체영향을 규명하기 위해 대규모의 장기적인 국제공동 역학 연구 프로젝트가 추진중이다.

방송통신위원회에서는 2011년 9월 “전자파 종합대책”을 마련하고, 인체 머리에만 적용하던 전자파흡수율 기준을 머리·몸통·사지로 세분화하고 현행 휴대전화에만 적용하고 있는 전자파 제한 기준을 인체에 근접 사용하는 휴대용 무선통신기기로 확대하였다. 국립전파연구원은 새롭게 적용하는 다양한 무선기기의 “전자파흡수율 측정기준”을 마련하는 한편, 지난 7월 휴대전화의 전자파흡수율 값을 홈페이지에 공개하였으며, 생활속 전자파 안전이용 가이드라인을 마련하기 위해 휴대전화와 가전제품의 전자파를 측정하는 등 전자파에 대한 국민의 막연한 불안감을 해소하기 위해 다양한 조치를 취하고 있다. 또한, “EMF인체노출표준위원회”를 통하여 지난 11월 일본에서 개최된 세계 전자기장 인체영향 연구회의(GLORE), 호주에서 개최된 생체전자기학회(BEMS) 및 IEC TC106, ITU-T SG5, IEEE ICES 등 국제기구의 표준화 동향을 분석하였다. 전자파 인체영향에 대해 연구에 대해서는 최근 이슈가 되고 있는 무선전력전송기기의 인체노출량 측정방법에 관한 연구를 수행하였으며, 확대시행되는 몸통에 대한 전자파흡수율 측정기준을 마련하여 2013년 시행에 대비하였다.

앞으로도 국립전파연구원은 국제 환경 변화에 적극적으로 대처하고 안전

한 전파환경 조성을 위하여 기존의 단기적인 전자파 영향 연구를 넘어서 다중 주파수 전자파 노출, 직업인 노출, 장기 역학연구 등 중장기적이고 전향적인 연구 방식으로 확대하여 전자파가 인체에 미치는 영향이 정량적으로 명확히 밝혀질 때까지 국민들의 전자파에 대한 막연한 불안감을 불식시키기 위한 노력을 지속적으로 해 나아갈 것이다.

SUMMARY

We live the “smart age” that is over 30 million smartphone subscriber and the total number of worldwide mobile phone subscriptions is currently almost 6 billion people. “smart age” mostly consists of the electromagnetic wave of the everyday life as work performance, information acquirement, and social community. It is changing very fast and making more convenient in our life. However, IARC(International Agency for Research on Cancer) of WHO(World Health Organization) in May 2011 announced that classified the electromagnetic wave of mobile phone as coffee, salted vegetables as the possibly carcinogenic to humans, thus alerted general public to electromagnetic wave and served as a momentum to promote the measures and study on the human effect. ICNIRP(International Commission on Non-Ionising Radiation Protection)and IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) with establishing the human protection against electromagnetic waves cooperate and International organization is doing the epidemiologic research of the large-scale long term international collaboration project to inquire the electromagnetic wave of mobile phone.

KCC established the comprehensive countermeasures of the electromagnetic wave in Sep. 2011, SAR standard of the existing head classified the head, body, whole body, and limb. and enlarged the close proximity to head and body of 20 cm. RRA established the measurement standard of SAR on the radio device, SAR values of mobile phone opened on the RRA website in last July, and established the safe use guideline of the electromagnetic wave on the home appliances for safety of the general public. also analyzed the standardization trend(assessment methods of electromagnetic wave on human effect) of the international organization as the IEC TC106, ITU-T SG5, and IEEE ICES. RRA conducted a study on the evaluation method of human exposure of the WPT(Wireless Power Transmission), prepared the SAR regulation

changed in 2013 to establish the SAR measurement standard on the body.

RRA will handle aggressively in a changing environment and consistently try to dispel the indefinite anxiety of the general public on the electromagnetic wave through the various research as electromagnetic wave exposure on the multi-frequency, worker exposure, longitudinal epidemiological study for the formation of safe life environment.

목 차

제1장 서론	13
제2장 전자파 인체영향 연구 및 표준화 동향	15
제1절 IEC TC106 동향	15
제2절 ITU-T SG5 국제 표준화 동향	25
제3절 GLORE 국제 표준화 활동	30
제4절 IEEE ICES 국제 표준화 활동	34
제3장 휴대전화 SAR값 공개 및 안전이용 가이드라인 마련	43
제1절 서론	43
제2절 휴대전화 전자파흡수율 공개	44
제3절 휴대전화 안전이용 가이드 라인 마련	45
제4절 생활 가전기기 안전 사용 가이드라인(안)	46
제5절 향후의 사전예방 정책 방향	51
제4장 SAR 측정기준 개정	52
제1절 서론	52
제2절 고시 및 공고의 제·개정 내용	52
제3절 개정된 머리 및 몸통 SAR 측정방법	54
제4절 결론	66
제5장 150 MHz SAR 측정방법 연구	67

제1절 개요	67
제2절 IEC 62209-2 분석	67
제3절 150 MHz 대역에 대한 수치해석 분석	70
제4절 150 MHz 대역에 대한 전자파흡수율 측정	73
제5절 결론	76
 제6장 무선전력전송기기의 전자파 인체노출량 평가방법	77
제1절 개요	77
제2절 무선전력전송 자동차(온라인 전기자동차, OLEV)	77
제3절 온라인 전기자동차의 전자파인체노출량	78
제4절 결론	83
 제7장 결 론	84
 참고문헌	86
 [부록 1] 전자파흡수율 측정기준 및 측정방법 고시 개정(안)	90
 [부록 2] 전자파흡수율 측정방법에 관한 세부사항 공고 제정(안)	95
 [부록 3] 전자파강도 측정기준 및 측정방법 고시 개정(안)	112
 [부록 4] 무선전력전송시스템에 의한 전자파 인체노출량 측정절차	115

표 목 차

[표 2-1] IEC TC106의 회원국 현황	16
[표 2-2] IEC TC106의 의장단	17
[표 2-3] 다른 TC와의 교류 연구 현황	17
[표 2-4] IEC TC106에서 발간한 국제 표준과 MT 현황	18
[표 2-5] IEC TC106에서 수행중인 프로젝트 현황	20
[표 2-6] WG1의 표준 개발 현황	21
[표 2-7] WG2의 표준 개발 현황	22
[표 2-8] WG3의 표준 개발 현황	22
[표 2-9] WG4의 표준 개발 현황	23
[표 2-10] WG5의 표준 개발 현황	24
[표 2-11] WP2의 구성	26
[표 2-12] Q.3/5의 향후 Work Program	29
[표 2-13] ICES 위원회의 기술위원회별 주요 내용	35
[표 2-14] IEEE 표준 문서 현황	36
[표 2-15] EUREKA 프로젝트 참여 국가 및 컨소시엄	38
[표 2-16] 2012년 주요 과제 내용 및 역할 분담	39
[표 2-17] 참고 논문	41
[표 3-1] WHO의 발암 물질 분류 등급	43
[표 3-2] 생활가전기기 30 cm 이격 사용시 전기장 및 자기장의 측정값	50
[표 4-1] 머리 및 몸통 SAR 측정방법의 차이점(모의인체 및 인체유사액체)	55
[표 4-2] 머리 및 몸통 SAR 측정방법의 차이점(측정조건)	55
[표 4-3] 측정대상 기자재별 측정조건	56
[표 4-4] 150 MHz 주파수 대역의 측정용 다이폴 안테나의 크기	58
[표 4-5] 150 MHz 주파수 대역의 기준 SAR값	58
[표 5-1] 300 MHz의 수치해석 계산 결과와 IEC 62209-2의 비교	70

[표 5-2] 안테나 제작을 위한 수치해석 결과	72
[표 5-3] 모의인체 크기에 대한 영향	72
[표 5-4] 프로브 교정후 시스템검증 시험 결과 비교	76

그 립 목 차

[그림 2-1] IEC TC106 조직 구성	16
[그림 2-2] ITU-T의 조직 구성	26
[그림 2-3] 북유럽 국가의 연도별 신경교정 증가에 관한 연구	31
[그림 2-4] Roll Angle에 따른 휴대전화 좌우 사용 판단	32
[그림 2-5] GLORE 참가자 단체 사진	33
[그림 2-6] IEEE ICES 위원회 구성	34
[그림 2-7] EUREKA 프로젝트의 로그	38
[그림 2-8] RF 안전 프로그램 노출에 대한 표시 구분표	39
[그림 2-9] 연령대별 전신 노출에 대한 안전계수 비교 결과	40
[그림 3-1] 국립전파연구원 홈페이지의 전자파흡수율 수치 공개 코너 ..	44
[그림 4-1] 무선 마이크의 기준선 설정	61
[그림 4-2] 마이크 형태의 SAR 측정조건(밀착 위치 조건)	62
[그림 4-3] 송신 장치의 SAR 측정조건	62
[그림 4-4] 모듈 SAR 측정조건	63
[그림 4-5] 측정대상 기자재의 전자파흡수율 측정조건	65
[그림 5-1] IEC 62209-2의 모의인체 크기	68
[그림 5-2] IEC 62209-2의 모의인체 유사액체 전기정수	68
[그림 5-3] IEC 62209-2의 표준다이폴 안테나 규격	69
[그림 5-4] IEC 62209-2의 SAR 시스템 검증 비교를 위한 기준 값 ..	69
[그림 5-5] 150 MHz 대역에 대한 모의인체 및 다이폴안테나 모델 ..	71
[그림 5-6] 150 MHz 대역에서 다이폴안테나 길이에 따른 반사손실 계산 결과 ..	71
[그림 5-7] 150 MHz 대역에서 다이폴안테나	73
[그림 5-8] 150 MHz 대역에서 다이폴안테나 공진점	74
[그림 6-1] OLEV의 무선전력전송 기술 적용 개념도	78
[그림 6-2] 온라인 전기자동차의 전자파 인체노출 조건	78
[그림 6-3] IEC 62110의 평가방법	79
[그림 6-4] OLEV(위)와 인체(아래) 수치해석 모델	80

[그림 6-5] OLEV의 전자파 노출량	81
[그림 6-6] OLEV 측면에서의 자기장 강도 분포	82
[그림 6-7] OLEV 측면 1m 이격거리에서 높이에 따른 자기장 강도	82

제1장 서론

2011년 5월 세계보건기구(WHO)는 휴대전화의 전자파에 대하여 발암가능 등급 2B 등급으로 분류하면서 전자파에 대한 사회적 관심은 더욱 증가하고 있다. 이에 따라 국민들의 전자파에 대한 불안감을 해소하기 위한 방안으로 전자파강도 및 휴대전화의 전자파흡수율에 대한 전자파 등급을 표시하는 내용의 전파법이 개정되었으며, 지금까지 휴대전화에만 적용되어오던 전자파흡수율 기준이 머리/몸통, 전신, 사지로 세분화되어 인체로부터 20 cm 이내에서 사용하는 휴대용 무선설비로 확대 적용하기에 이르렀다.

본 연구에서는 전자파의 인체영향과 관련된 국내·외 표준화 동향을 파악하여 국내 환경에 적용하고 대응하고자 하였으며, 세계 전자기장 인체영향 연구 조정회의(GLORE)를 통해 국내에서 연구된 내용과 정책 현안에 대한 발표를 통해 정책 교류를 추진하였다.

안전한 전파 환경 조성을 위한 전자파 종합대책에 따라 일반 국민의 전자파에 대한 정보 제공을 위해 그동안 제조사가 자율적으로 공개해온 휴대전화의 전자파흡수율 값을 국립전파연구원 홈페이지를 통해 의무적으로 공개 추진하였으며, 휴대전화의 보다 안전한 이용을 위해 전자파 안전이용 가이드라인을 마련하여 배포하였다.

2013년부터 몸통으로 확대되는 전자파흡수율 기준의 적용을 위해 해당 무선설비규칙 16종의 측정대상 기자재에 대한 측정기준을 마련하여 고시하였다. 특히, 국제 표준 측정방법에서 기술하고 있지 않은 150 MHz에 대한 측정을 위해 프로브 교정방법을 개발하고 세부 측정방법을 마련하여 공고하였다.

그동안 활발히 개발되어오던 무선전력전송기술을 이용한 기기의 상용화에 따라 주파수 이용에 대한 제도적 도입방안과 전자파적합성 및 전자파인체보호기준의 적용이 이슈화되었다. 전자파 노출량에 대해서는 전신노출량 평가와 국부노출량 평가로 구분하여 연구를 수행하였으며, 무선전력전송기술을 이용한 온라인 전기자동차에 대한 측정방법 연구를 통해 측정방법(안)을 마련하였으며, 향후 보완 연구를 통해 고시안을 마련할 계획이다.

향후 전자파의 인체영향 연구는 장기적인 관점에서 관련 연구를 수행하고

제도를 마련하여 일반 국민이 보다 안전한 전파를 이용할 수 있는 환경을 조성하는 것이다. 앞으로 국민의 건강을 위해 중장기 계획을 수립하고 단계적으로 추진해 나아가야 할 것이다.

제2장 전자파 인체영향 연구 및 표준화 동향

제1절 IEC¹⁾(국제전기기술위원회) TC106 동향

1. 서론

새로운 통신기술이 적용되고 인체 근접하여 사용하는 무선통신기기가 꾸준히 증가함에 따라 일상생활에서 국민들은 더 많은 전자파에 노출되고 있는 상황이다. 따라서 일반 국민들이 전자파(EMF : Electric, Magnetic, and Electromagnetic fields)로부터 인체를 보호하기 위한 사회적 관심과 인체영향에 대한 불안감이 날고 증가하고 있는 추세이다. 이와 관련하여 세계 각국에서는 전자파가 인체에 미치는 영향 및 전자파 인체노출량 평가 기준 등에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

국제전기기술위원회(IEC : International Electrotechnical Commission)의 TC(Technical Committee) 106에서는 1999년 10월 설립 이래 매년 총회 및 소위원회 등을 개최하며, 전자파에 대한 인체노출량을 객관적으로 평가할 수 있는 방법을 주도적으로 개발하고 있다.

우리나라에서도 이러한 국제 표준화에 적극적으로 대응하기 위하여 방송통신위원회 국립전파연구원에서 2000년 12월부터 산·학·연·관 관련 전문가로 구성된 “EMF인체노출표준위원회”를 설립 및 운영하여 IEC 뿐만 아니라 ITU, IEEE, WHO(World Health Organization : 세계보건기구), ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection : 국제비전리복사방호위원회) 등 다양한 국제 표준화 활동에 적극 대응하고 있다.

본 장에서는 대표적인 표준화 기구인 IEC를 중심으로 전자파 인체노출량 평가 관련 국제 표준화 동향을 소개하고자 한다.

2. IEC TC106 개요

TC106은 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 사용되고 있는 휴대전화,

1) IEC(International Electrotechnical Commission)

이동통신 기지국, 방송 송신기, 교류 전력선, 저전력 전기 및 전자 장치 등 다양한 전자파 발생기기의 전자파 인체노출량 평가방법에 대한 표준화 프로젝트를 수행하고 있다. 5개의 WG(Working Group : 작업반)으로 구성되어 있으며, 작업반은 크게 저주파수와 고주파수 대역의 기본 및 제품 표준과 일반표준으로 구분되어 있다.

현재, IEC TC106 표준화에 참여하고 있는 국가는 우리나라를 비롯하여 총 34개국으로, 직접 표준화 작업에 참여할 수 있는 정식대표(P-member) 26개국, 단순 참가만 하는 참관자(O-member) 8개국으로 구성되어 있다(표 2-1). 의장은 미국의 Ronald C. Petersen이며, 간사는 독일의 Thomas Fischer이다(표 2-2). 그림 2-1은 IEC TC106 조직 구성을 보여주고 있다.

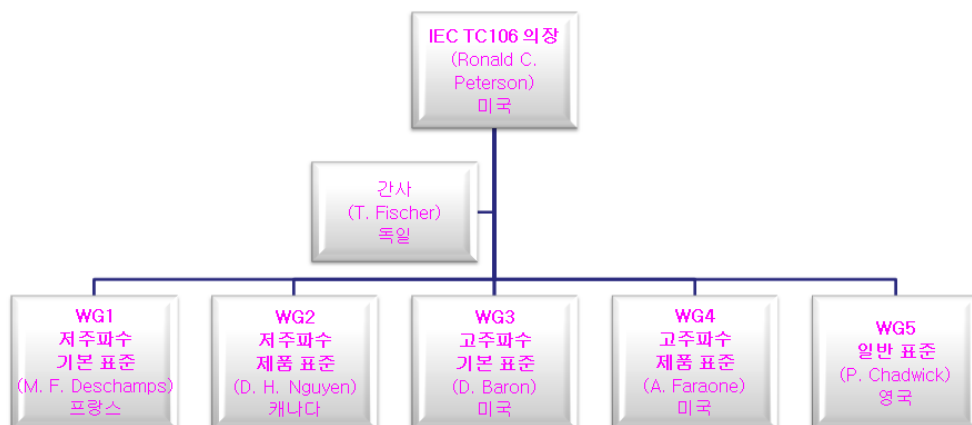


그림 2-1. IEC TC106 조직 구성

표 2-1. IEC TC106의 회원국(member) 현황

구 분	위원국 현황	비 고
P-Member	Australia, Austria, Belgium, Canada, China, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Japan, Republic of Korea , Mexico, Netherlands, Norway, Poland, Russian Federation, South Africa, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom, United States of America	총 26개국
O-member	Brazil, Croatia, Hungary, Portugal, Romania, Slovenia, Thailand, Turkey	총 8개국

표 2-2. IEC TC106의 의장단

직 위	성 명	국 가	비 고
의장	Mr. Ronald C. Petersen	미국	2015년 5월까지(임기)
간사	Mr. Thomas Fischer	독일	
IEC 기술자문관	Mr. Pierre Sebellin		

표 2-3. 다른 TC(기술위원회)와의 교류 연구 현황

구분	기술위원회	내 용	비고
IEC 창구	TC 27	Industrial electroheating and electromagnetic processing	
	TC 9	Electrical equipment and systems for railways	
	TC 78	Live working	
	TC 96	Transformers, reactors, power supply units, and combinations thereof	
	TC 29	Electroacoustics	
	TC 62/SC 62B	Diagnostic imaging equipment	

3. 각 작업반(Working Group)별 표준화 진행상황

※ 참고 : IEC 표준화 기술문서 코드

기술문서 코드		내 용
DTR	Draft Technical Report	기술 보고서 초안
TR	Technical Report	기술 보고서
TS	Technical Specification	기술 설명보고서
PNW	Proposed New Work	새로운 표준으로 제안
ANW	Approved New Work	프로젝트 번호 부여 프로젝트 승인
NP	New work item proposal	새로운 표준으로 제안(초안)
RVN	Report of Voting on NP	초안에 대한 투표 및 의견서
CD	Committee Draft for Comments	위원회 초안
CC	Compilation of Comments on CD	위원회 초안에 대한 각국의 의견 수렴
CDV	Committee Draft for Vote	위원회 투표안
ACDV	Draft approved for Committee Draft with Vote	위원회 두 번째 초안에 대한 각국의 의견 수렴

RVC	Report of Voting on CDV	위원회 투표안에 대한 투표 및 의견서
FDIS	Final Draft International Standard	국제 표준 최종안
RVD	Report of Voting on FDIS	국제 표준 최종안에 대한 투표 및 의견서
IS	International Standard	국제 표준 발간

현재까지 TC106에서는 14개의 표준을 발간하였다(표 2-4), 그리고 9개의 표준화 프로젝트가 진행 중에 있으며(표 2-5), 표준화가 진행되고 있는 프로젝트를 살펴보면 현재 2개의 위원회 투표안 문서, 5개의 위원회 초안에 대한 각국의 의견 수렴, 2개의 새로운 프로젝트 문서가 있다. 이 외에도 규격으로 발간된 국제 표준 3건에 대하여 MT(maintenance) 기간이 도래함에 따라 개정 작업이 진행중에 있다.

다음절에서는 IEC TC106 작업반의 주요역할과 프로젝트별 세부 진행상황을 자세히 다루기로 한다.

표 2-4. IEC TC106에서 발간한 표준(14건)과 Maintenance cycle 현황

규격번호	제 목	발간일	MT기간	비고
IEC 62110	Measurement procedures of electric and magnetic fields generated by AC power systems with regard to human exposure	2009. 8.	2014	
IEC 62209-1	Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz)	2005. 2.	2011	MT1
IEC 62209-2	Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 2 : Procedure to determine the specific absorption rate(SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body(frequency range of 30 MHz to 6 GHz)	2010. 3.	2013	
IEC 62226-1	Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range - Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human	2004. 11.	2011	

	body - Part 1: Genera			
IEC 62226-2-1	Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range - Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body - Part 2-1: Exposure to magnetic fields - 2D model	2004. 11.	2011	
IEC 62226-3-1	Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range - Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body - Part 3-1: Exposure to electric fields - Analytical and 2D numerical model	2007. 5.	2011	
IEC 62232	Determination of RF fields in the vicinity of mobile communication base stations for the purpose of evaluating human exposure	2011. 5.	2013	MT3
IEC 62233	Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure	2005. 10.	2011	
IEC 62311	Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	2007. 8.	2011	
IEC 62369-1	Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from short range devices(SRDs) in various applications over the frequency range 0 GHz to 300 GHz - Part 1 : Fields produced by devices used for electronic article surveillance, radio frequency identification and similar systems	2008. 8.	2011	
IEC 62479	Assessment of the compliance of low-power electronic and electrical equipment with basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz - 300 GHz)	2010. 6.	2012	
IEC 62577	Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from a stand-alone broadcast transmitter (30 MHz -40 GHz)	2009. 8.	2012	
IEC/TR 62630	Guidance for evaluating exposure from multiple electromagnetic sources	2010. 3.	2013	
IEC/TR 62669	Case studies supporting IEC 62232 - Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure	2011. 5.	2014	

표 2-5. IEC TC106에서 수행중인 프로젝트 현황(9건)

규격 번호	제 목	진행 단계
IEC 61786-1	Measurement of low-frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human beings - Part 1 : Measurement instrumentation and calibration method	CDV ²⁾
IEC 61786-2	Measurement of low-frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human beings - Part 2: Guidance for measurements	CD ³⁾
IEC 62209-1	Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz)	CDV
IEC 62232	Determination of RF fields in the vicinity of mobile communication base stations for the purpose of evaluating human exposure	CD
IEC 62704-1	Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz - 6 GHz : General Requirements for using the Finite Difference Time Domain(FDTD) Method for SAR calculations	CD
IEC 62704-2	Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz - 6 GHz : Specific Requirements Finite Difference Time Domain(FDTD) Modelling of Exposure from Vehicle Mounted Antennas	CD
IEC 62704-3	Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz - 6 GHz : Specific Requirements for using the Finite Difference Time Domain(FDTD) Method for SAR calculations of Mobile Phones	CD
IEC 62704-4	Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz - 6 GHz : General Requirements for using the Finite-Element Method(FEM) for SAR calculations and specific requirements for modeling Vehicle-Mounted antenna and personal wireless devices	NP
IEC 106/261/NP	Measurement procedures of field levels generated by electronic and electrical equipment in the automotive environment with respect to human exposure - Part 1 : Low frequency magnetic field	NP ⁴⁾

가) Working Group 1

WG1은 저주파수 대역(0 Hz - 100 kHz)의 전기장 및 자기장, 유도전류의 측정과 계산방법에 대한 일반 표준을 제정하고 있다. 저주파수 및 중간주파수 전자기장의 인체 유도 전류밀도 및 전자기장 계산방법(IEC 62226-1) 등 4개의 표준을 제정해 두고 있으며, 현재 저주파수 전자기장 인체노출량 측정방법 표준(IEC 61786-1)이 유지보수(MT) 작업을 추진 중에 있다.

표 2-6. WG1의 표준 개발 현황

문서번호	프로젝트 제목	진행 단계
IEC 62226-1	Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range - Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body - Part 1 : General	IS (‘04.11, 국제 표준 발간)
IEC 62226-2-1	Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range - Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body - Part 2 : Exposure to magnetic fields - 2D models	IS (‘04.11, 국제 표준 발간)
IEC 62226-3-1	Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range - Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body - Part 3-1 : Exposure to electric fields - Analytical and 2D numerical models	IS (‘07.5, 국제 표준 발간)
IEC 61786-1	Measurement of low frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human beings - Part 1: Measurement instrumentation and calibration method	CDV (‘12.11, 국제 표준 진행 중)

나) Working Group 2

WG2는 가정용 기기, 전력선, 산업용 전력기기, 철도 등 특성 소스에 의해 발생하는 저주파수 전기장 및 자기장 측정방법과 측정 장비 표준을 개발하고

2) CDV : Committee Draft for Vote

3) CD : Committee Draft for Comments

4) NP : New work item Proposal

있으며, 2009년까지 2개의 표준을 발간하였다.

표 2-7. WG2의 표준 개발 현황

문서번호	프로젝트 제목	진행 단계
IEC 62233	Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure	IS (‘05.10, 국제 표준 발간)
IEC 62110	Measurement procedures for electric and magnetic fields generated by AC power lines with regard to human exposure	IS (‘09.8, 국제 표준 발간)

다) Working Group 3

WG3은 고주파 대역(100 kHz - 300 GHz)의 전자기장 및 전자파흡수율(SAR) 측정 및 계산방법에 대한 국제 표준을 담당하고 있으며, 고주파 전자기장 인체노출량 측정 및 평가 절차 표준(IEC 62334)이 개발되었으나 현재 삭제된 아이টে이션이다.

표 2-8. WG3의 표준 개발 현황

문서번호	프로젝트 제목	진행 단계
IEC 62334	Measurement and Assessment of Human Exposure to High Frequency (9 kHz to 300 GHz) Electromagnetic Fields	IS (삭제된 아이টে이션, ‘05.6)

라) Working Group 4

WG4는 고주파 대역의 무선 통신기기, 기지국, 방송국 송신소 등 특정 전자기장 소스를 평가하기 위한 표준을 개발하고 있다. 지금까지 300 MHz ~ 3 GHz 주파수에서 귀에 근접하여 사용하는 무선통신기기 전자파 인체노출량 평가방법(IEC 62209-1), 30 MHz ~ 6 GHz 주파수에서 인체에 근접하여 사용하는 무선통신기기 전자파 인체노출량 평가방법(IEC 62209-2) 등 5건의 IEC 표준을 발간하였으며, 이동통신 기지국 전자파 인체노출 사례 연구 등

2건의 기술보고서를 발간하였다. 현재는 무선통신기기에서 발생하는 전자파에 대한 몸통 SAR 평가방법 관련 전자파 인체노출량 계산방법(IEC 62704-1, 62704-2, 62704-3) 등 3건이 위원회 검토 안으로 각 국가위원회에 회람 중에 있다.

표 2-9. WG4의 표준 개발 현황

문서번호	프로젝트 제목	진행 단계
IEC 62209-1	Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 1 : Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz)	IS (‘05.2, 국제 표준 발간), MT-CDV (‘12.11, 위원회 투표)
IEC 62209-2	Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures Part 2: Procedure to determine the Specific Absorption Rate (SAR) for mobile wireless communication devices used in close proximity to the human body(frequency 30 MHz to 6 GHz)	IS (‘10.3, 국제 표준 발간)
IEC 62232	Determination of RF fields in the vicinity of mobile communication base stations for the purpose of evaluating human exposure	IS (‘11.5, 국제 표준 발간)
IEC 62669	Case studies supporting IEC 62232 - Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure	TR (‘11.5, 국제 표준 발간)
IEC 62369-1	Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from short range devices (SRDs) in various applications over the frequency range 0 GHz to 300 GHz - Part 1 : Fields produced by devices used for electronic article surveillance, radio frequency identification and similar systems	IS (‘08.8, 국제 표준 발간)
IEC 62369-2	Assessment of human exposure to electromagnetic fields in the frequency 0 ~ 300 GHz - Part 2 : Fields produced by devices used for Alarms, Alert, Asset tracking, monitoring, and protection, detection, security, Telecommand and control; Telemetry and similar short range and/or low power radio devices	NP (삭제된 아이템, ‘06.5)
IEC 62630	Guidance for evaluating exposure from multiple EM source	TR (‘10.3, 국제 표준 발간)
IEC 62704-1	Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz - 6 GHz: General	CD (‘12.10, 국제 표준 진행)

	Requirements for using the Finite-Difference Time-Domain (FDTD) Method for SAR Calculations	중)
IEC 62704-2	Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices: Specific Requirements Finite Difference Time Domain(FDTD) Modelling of Exposure from Vehicle Mounted Antennas	CD (‘12.10, 국제 표준 진행 중)
IEC 62704-3	Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz - 6 GHz: Specific Requirements for using the Finite-Difference Time-Domain (FDTD) Method for SAR Calculations of Mobile Phones	CD (‘12.10, 국제 표준 진행 중)
IEC 62704-4	Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz - 6 GHz: General requirements for using the Finite-Element Method(FEM) for SAR Calculations and Specific requirements for modeling vehicle-mounted antennas and personal wireless devices	NP (‘11.8, 국제 표준 진행 중)

마) Working Group 5

WG5는 제품군 표준이 적용되지 않는 전기·전기기기에 적용할 수 있는 전자기장과 유도전류 및 접촉전류에 관한 일반인 노출 기본 한계 또는 기준 레벨의 적합성 시험방법 등을 표준화하고 있다. 현재까지 3개의 표준을 발간하였다.

표 2-10. WG5의 표준 개발 현황

문서번호	프로젝트 제목	진행 단계
IEC 62311	Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields(0 ~ 300 GHz)	IS (‘07.8, 국제 표준 발간)
IEC 62479	Assessment of the compliance of low power electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz - 300 GHz)	IS (‘10.6, 국제 표준 발간)
IEC 62577	Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from a stand alone broadcast transmitter (30 MHz - 40 GHz)	IS (‘09.8, 국제 표준 발간)

제2절 ITU-T SG5 국제 표준화 동향

1. 서론

ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication Standard Sector)는 ITU를 구성하는 세 개의 섹터(Sector) 중 하나로써 글로벌 통신망 및 서비스를 위한 국제표준을 개발하는 국제기구이다. ITU-T는 통신의 모든 분야를 포괄하는 효과적이고 적절한 표준 개발뿐만 아니라 국제적인 통신서비스를 위한 국제 관세와 회계 원리를 정하며, 활동의 결과물로서 현재 3100여 개의 권고(Recommendation)가 있다.

현재 ITU-T의 Work area는 Next-generation networks(NGN), Broadband access, Multimedia services, Emergency telecommunications, IP issues, Optical networking, Network management, Internet governance, ICT security issues, Fixed/mobile convergence등이 있다. ITU-T의 핵심적인 역할을 하는 것은 통신 분야의 전문가들이 참여하는 Study Group(SG)으로써 실제적인 권고들이 이 연구반에서 다루어진다. SG5는 ITU-T를 구성하는 10개 SG의 하나로써 무선시스템(radio system)과 모바일 장비(mobile equipment)에서 복사되는 전자파에 의한 인체영향 및 통신기술과 기후변화(ICTs and climate change)를 다루고 있다. 그리고 세 개의 WP(Working Party)로 구성되어 있으며, 이는 전기안전 규격을 다루는 WP1, 전자파의 복사와 인체 노출의 영향을 다루는 WP2가 있다. 두 개의 WP하에 각각 7개의 연구과제를 두고 있으며, 용어를 담당하는 Q.14/5의 경우 별도로 SG5의장 산하에 두고 있다. 각 Question은 프로젝트 리더 격인 라포처(Rapporteur)가 담당한다. ICT가 기후변화에 미치는 영향을 평가할 수 있는 방안을 다루는 기후변화 분야는 WP3에서 다루고 있으며, 7개의 연구반(Question)으로 구성된다.

전자파 인체영향과 관련된 주제를 다루는 WP2의 구성 및 의장단은 표 2-11과 같다. SG5산하 통신장비의 전자파에 대한 인체영향을 다루는 것은 WP2의 Q.3/5이다. SG5의 의장은 France telecom의 Ahmed Zeddami이며, 금번 2012년도 4월의 제네바회의에는 120여명이 참석하였다.

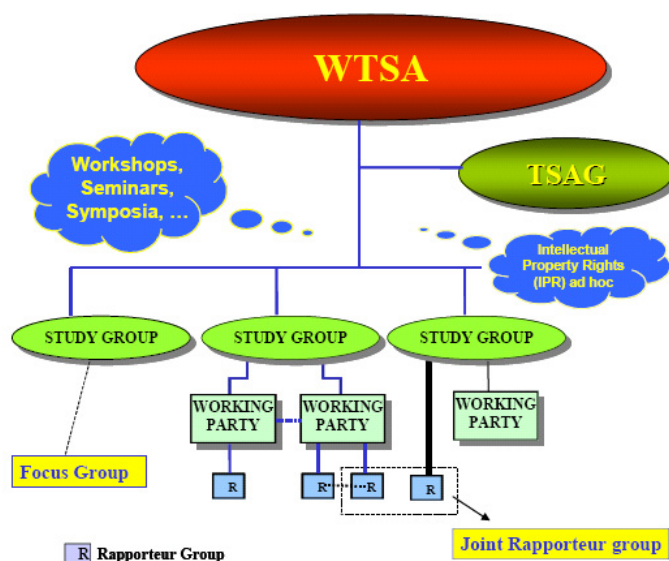


그림 2-2. ITU-T의 조직 구성

표 2-11. WP2의 구성

Question	Question title	Rapporteur
Q.1/5	EMC issues arising from the liberalization of telecommunications networks	Fantao MENG(Huawei, China) / Li XIAO(MII, China)
Q.2/5	EMC related to broadband access networks	Vacancy / Vacancy : Acting Rapporteur: Mitsuo HATTORI(NTT, Japan)
Q.3/5	Human exposure to electromagnetic fields (EMFs) due to radio systems and mobile equipment	Fryderyk Lewicki(Poland, Poland)/Tariq AL-AMRI (CITC, Saudi Arabia)
Q.8/5	Home networks	Ryuichi Kobayashi(NTT, Japan) / Xia Zhang(MII, China)
Q.12/5	EMC telecommunications recommendations	Xing hai ZHANG (Huawei, China) / Babon PANAJOTOVIC(RATEL, Serbia)
Q.15/5	Security of telecommunication and information systems regarding electromagnetic environment	Tetsuya TOMINAGA(NTT, Japan) / Vacancy
Q.16/5	EMC requirements for the Information Society	Lin GUO(MII, China) / Vacancy

2. 2012년 표준화 활동 주요 내용

금번 회의에서 논의된 관련문서는 C381, C382, C383, C389, C395, C401, C403, C404, C407, C408, C414, C425, C426, C429, C434, C447, C473, TD1030, TD1057, TD1058, TD1065, TD1072, TD1073이며, 이 문서들은 ITU-T의 홈페이지의 <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com05/index.asp>에서 확인할 수 있다.

금년도가 4년을 주기로 진행되는 현 연구회기 (study period)의 마지막 년도이며 Q.3는 차기 연구 회기에서 G/5: Human exposure to electromagnetic fields (EMFs) due to radio systems and mobile equipment로 계속될 예정이다. 이와 관련된 연구 주제 등에 대해서는 참가국들간에 별 다른 이견이 없었다.

올해 말 완료를 목표로 현 연구회기 동안 제정 작업을 진행한 K.guide에 대한 업데이트된 자료에 대한 검토가 있었는데 이는 지난 9월 서울 회의 이후 각국에서 제시한 코멘트를 반영한 자료로써 수정된 내용 검토를 진행하면서 관련된 기고서 검토를 병행하였다. 주로 검토된 내용은 아래와 같다.

가. 제목을 종래의 “Guidance how to manage human exposure to EMFs”에서 “Guidance for assessment, evaluation and monitoring of the human exposure to radio frequency (RF) electromagnetic fields (EMFs)”로 변경.

나. 일본에서 스펙트럼 분석기를 사용하여 EMF 노출레벨을 측정할 경우의 RBW의 중요성에 대한 의견을 제시하였으며 검토 후 반영하기로 함.

다. 중국에서 개발한 불확정도 추정 소프트웨어에 대한 논의가 있었음. 이는 IEC62232을 기반으로 한 것으로 작년 9월 서울회의에서 권고안에 포함되기 위해서는 충분한 사전 테스트가 있어야 한다는 데에 의견이 모아졌으며 금번 기고서는 이를 반영한 것임.

라. 모바일 폰 사용 시 이로 인한 전자파 노출을 최소화하기 위한 수단으로 hands-free kit을 사용한 방법을 중국에서 제안하였으며 case study로써 Appendix에 삽입하기로 함.

또한, ELF 대역에서의 망 운영자의 전자파 노출에 대한 평가 절차를 다루는 Question 11의 "K.mag: Evaluation techniques and working procedures for

compliance with limits to power-frequency (DC, 50 Hz, and 60 Hz) magnetic field exposure of network operator personnel".에 대한 코멘트를 라포치가 준비하였는데 기술적인 내용보다는 편집적인 부분의 제안이 있었다.

가. 제목에 magnetic field 뿐 아니라 electric field를 포함하도록 " ~ magnetic field exposure of ~" 를 " ~ electromagnetic field exposure of ~" 로 수정 제안 하기로 함.

무엇보다 우리나라 기준으로 시행 중인 무선국 설치 시 측정 절차를 바탕으로 관련 주제를 다룰 새로운 권고안에 대한 첫 번째 드래프트가 제출되어 검토되었으며, 본 권고안에서 다룰 주제의 범위와 목차 및 권고안에 사용될 용어 정의를 담고 있다. 본 권고안은 작년 9월의 서울회의에서 신규 연구과제로 채택된 것으로 2015년 제정 완료를 목표로 하고 있다.

가. 고안의 제목은 Kmpis: Measurement of human exposure levels when a wireless installation is put into service임.

나. 아직 작성되어야 할 부분이 많은 이유로 작성된 초안에 대해 특별한 논의 사항은 없었으며 차기 회의 때 두 번째 드래프트를 작성하여 제출하고 보다 심도 있는 검토를 하기로 함.

그 외 논의된 사항은 아래와 같다.

가. 노출량 평가 시 시간 감축과 관련하여 K.guide에 반영되어 있는 데이터에 대해 일부 수정된 자료를 제공하기로 함 .

나. 일본에서 스펙트럼 분석기를 사용하여 EMF 노출레벨을 측정할 경우의 RBW의 중요성에 대한 의견과 서로 다른 샘플링 개수와 평균시간에 따른 노출량 평가값에 대한 데이터를 제시하였으며 case study로써 K.guide에 반영.

다. 탄자니아에서 자국에서 측정한 GSM 기지국을 대상으로 한 노출량 평가 결과를 Appendix.III에 반영하자는 의견을 제시. 현재 Appendix.III 에는 한국에서 제시하여 반영한 CDMA 기지국의 노출량 평가 결과만이 포함되어 있으나 세계적으로 GSM 기지국이 월등히 많이 설치되어 있다는 점을 반영하여 K.guide에 포함시키기로 함.

라. 모바일 폰 사용 시 이로 인한 전자파 노출을 최소화하기 위한 수단으로 hands-free kit을 사용하는 방안을 중국에서 제안하였으며 이로 인한 저감 효과에 대한 내용을 case study로써 Appendix에 삽입하기로 함.

마. 현재 Bibliography에 리스트 되어 있는 4편의 논문이 모두 한국의 한 개 연구팀의 결과로써 추가적인 참고 문헌이 없을 경우 Bibliography 자체를 삭제하자는 의견을 미국에서 제시하여 반영.

금번 회의에서 제정이 확정된 문서는 K.guide로써 편집적인 부분에 대한 보완 후 회람을 통해 회원국들의 의견 수렴 후 최종 확정하기로 하였으며 K.91으로 명명되었다. 금번 회의에서 확정된 Q.3/5의 향후 Work Program은 아래의 표 2-12와 같다.

표 2-12. Q.3/5의 향후 Work Program

Rec.	Action	Priority	Timing	Subject
K.52	Maintenance	L	No action needed	Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields
K.61	Maintenance	L	No action needed	Guidance to measurement and numerical prediction of electromagnetic fields for compliance with human exposure limits for telecommunication installation
K.70	Maintenance	H	No action needed	Mitigation techniques to limit human exposure to EMF's in the vicinity of radio-communication stations
K.guide (K.91)	New Rec.	H	Sent to SG5 for consent	Guidance for assessment, evaluation and monitoring of the human exposure to radio frequency (RF) electromagnetic fields(EMFs)
K.83	Maintenance	L	No action needed	Monitoring of the electromagnetic field levels
K.mpis	New Rec.	H	2015	Measurement of human exposure levels when a wireless installation is put into service
Handbook	New	H	2015	Human exposure to EMF

3. 결 론

우리나라는 2008년부터 ITU-T SG5회의에 본격 참여하여 다수의 기술적인 기여를 통해 국내 의견들을 반영하였다. 더욱이 올해부터는 국내에서 시행 중인 기술기준이 담고 있는 내용을 바탕으로 무선국 설치시 측정 절차를 다루는 새로운 권고안 작성 작업이 2015년을 목표로 진행되고 있으며, 관련 연구 성과들이 국제 표준에 반영될 수 있도록 노력하고 있다.

현재까지의 표준화 활동이 기술적 내용을 담은 기고서 반영을 통해 수행되었다면 내년부터는 본격적으로 권고안을 직접 작성하는 것으로의 변화가 이루어 질 것으로 보여서 보다 직접적이고 적극적인 활동이 기대된다. ITU-T는 타 표준 기구의 유사 표준/권고안 혹은 멤버 국가의 방법을 반영하는데 있어 매우 유연한 입장을 가지고 있어 향후에도 관련 연구의 성과를 토대로 기고서를 통한 의견 개진을 통해 관련 표준에 국내의 입장을 반영할 수 있는 여지가 충분히 있으므로 보다 적극적인 활동이 필요하다고 본다.

제3절 GLORE 국제 표준화 활동

2012 세계 전자기장 인체영향 연구 조정회의(GLORE, Global Coordination of RF Communication Research and Health)가 11월 15일부터 일본 총무성 주관으로 동경에서 2일간 개최되었다. 이번 GLORE 회의는 전자파 인체영향 관련 사전예방원칙과 국제프로젝트, 각국의 전자파인체영향 정책 및 신기술 연구과제 등 총 4개 분야에 대한 발표와 논의가 있었다.

세계보건기구(WHO), 국제암연구소(IARC), 국제비전리복사방호위원회(ICNIRP), 한국, 일본, 미국, 프랑스, 이탈리아, EU대표 등 40 여명이 참가하였으며 EU와 이탈리아는 온라인 비디오 컨퍼런스로 참여하였다.

WHO의 Emilie van Deventer 박사는 WHO의 전자파 인체보호를 위한 역할로 증명된 과학적 사실을 근거로 한 권고와 일반인의 건강보고 및 전자파 인체보호 전략 등을 설명하며 국제 전자파인체보호기준과는 별도로 각국에서 정하여 시행하고 있는 자체 기준은 전자파 환경에 따른 권고와 정책 및 사전예방 차원의 접근으로 해석하고 있다는 WHO의 입장을 설명

하였다. 그러나, RF 기술의 발달로 인해 전자파 건강영향 평가 이전에 제품이 유통되고 있으나 이에 대한 인체영향 연구 진행이 기술 발달 속도를 쫓아가지 못하고 있는 점과 각국의 전자파인체보호기준이 일치하지 않으며 전자파의 인체영향에 대한 일반인의 관심이 증대되고 있어 우려를 표명하였다.

IARC는 최근 수행된 전자파로 인한 암영향 연구 결과와 전자파에 대한 발암등급 설정에 대한 발표가 있었다.

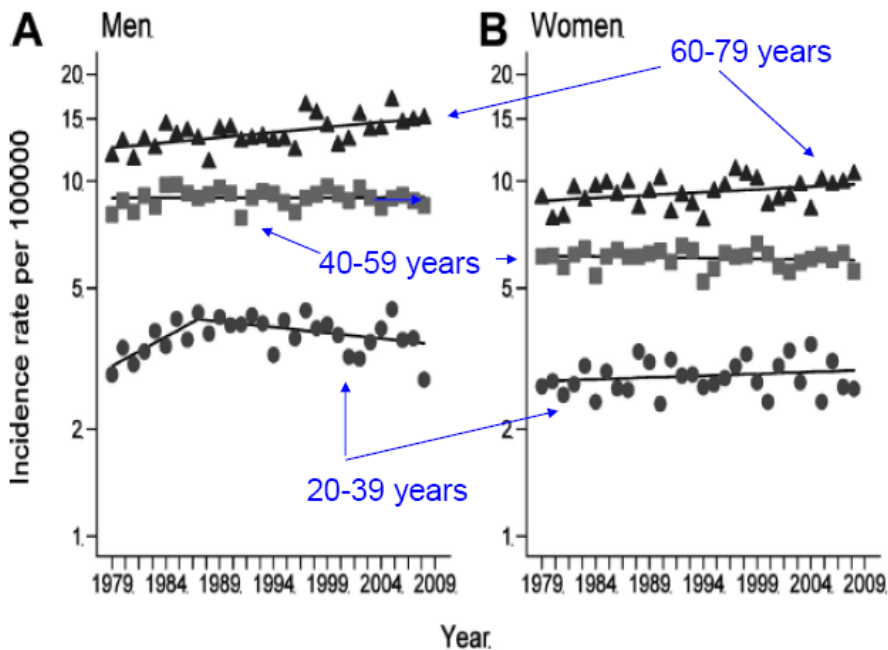


그림 2-3. 북유럽 국가의 연도별 신경교정 증가에 관한 연구

ICNIRP의 Rudiger Matthes 위원장은 저레벨의 전자파 장기노출과 취약 계층 등 특정 연령대의 연구가 충분하지 못하며, 최근 증가하는 고출력 UWB 전자파의 인체영향 연구가 필요함을 강조하였다. 또한 고주파(RF)와 저주파(ELF) 사이의 중간주파수 및 테라헤르쯔(THz)에 대한 이용증가에 따라 이에 대한 생체영향 연구의 필요성 강조하였으며 2016년까지의 연구계획을 언급하며 가이드라인 보완에 필요한 연구과제를 발표하였다.

미국 연방통신위원회(FCC)의 Robert D. Weller 팀장은 지난 8월 보고된 미감사원 보고서에 대한 내용을 설명하였으며, 향후 FCC에서 무선전력전송에

대한 평가방법과 기지국의 SAR 평가 방법, 수치해석을 이용한 노출량 계산 가이드라인 및 광대역 인체유사액체 개발에 대한 연구를 추진할 계획임을 밝혔다.

일본은 전자파인체영향에 대한 정책 및 전자파 인체영향 정보전달현황 발표에서 향후 THz 등 높은 주파수와 6GHz 이상 주파수에 대한 전자파 인체영향 연구와 무선전력전송기기의 평가방법 등에 대한 연구계획을 발표하였다. 또한 일본 총무성은 브로셔와 웹사이트 및 세미나를 연간 약 20회를 개최하여 전자파인체영향 홍보를 수행하고 일반인에게 전자파 인체영향의 올바른 이해 도모하고 있다. 일본의 전자파 인체영향 관련 주요 민원은 기지국 전자파, 전자파 민감성 및 IARC(국제암연구소) 발암 등급 분류로 조사되었다.

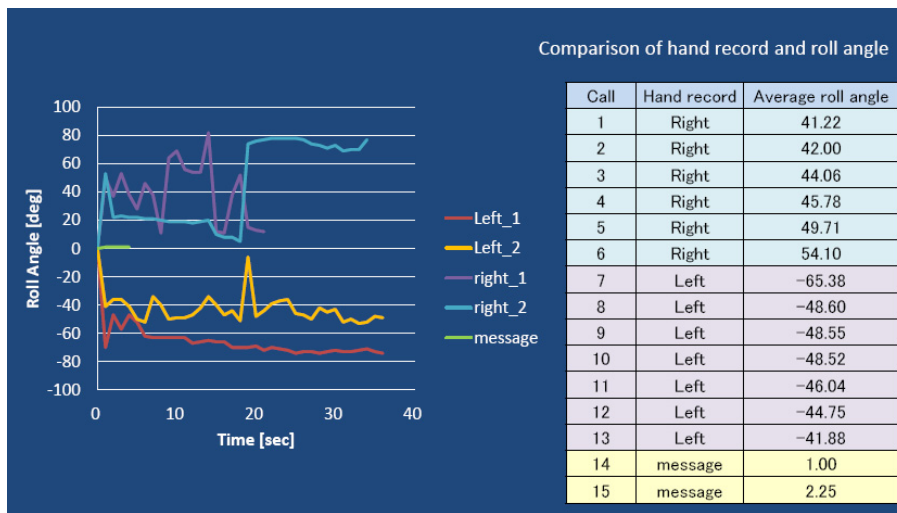


그림 2-4. Roll Angle에 따른 휴대전화 좌우 사용 판단

국제 공동역학연구인 MOBI-KIDS의 일본에서의 연구현황(환자와 대조군의 통계분석 결과 및 노출량 분석을 위한 휴대전화 좌우사용 확인용 프로그램 등)을 발표하였으며, 2013년 1월까지 통계분석을 위한 설문조사를 끝낼 계획임을 밝혔다. 특히 일본의 MOBI-KIDS 연구에서는 휴대전화 사용자의 사용조건 확인하기위해 SMP(Software Modified Phone)을 개발하여 이용하고 있었다. 휴대전화의 사용방향에 따른 휴대전화의 회전각도(Roll Angel)로부터 좌우 귀 사용조건을 판단하는 원리를 이용한 휴대전화이다.

유럽은 유럽 각 국가의 전자파인체보호기준 현황 및 유럽 10개국이 수행하고 있는 저출력 EMF 노출 관련 공동연구(LEXNET) 현황 발표하였다.

한국은 전자파 인체영향 정보전달(risk communications) 현황과 사전예방원칙(precautionary Principle) 활동 현황으로 휴대전화의 전자파흡수율 공개, 전자파흡수율 대상기기 확대 및 전자파등급제 등 국내 전자파인체영향 정책 현황을 발표하였으며 신기술 분야에서는 무선전력전송기기의 전자파 인체 전신노출량 평가 연구결과와 휴대전화 기지국의 전자파 인체노출량 평가 연구결과를 발표하여 각국의 많은 관심을 받았다. 또한 국립전파연구원은 일본정보통신연구기구(NICT)와 전자파 인체영향 관련 공동연구를 추진하기로 합의하고 향후 관련 연구 item을 협의하기로 하였다.



그림 2-5. GLORE 참가자 단체 사진

이번 GLORE 회의에서는 국내 전자파등급제 시행에 대해 각국의 관심이 많았으며, 이는 사전예방원칙의 차원이며 제조사에 전자파 저감대책을 유도하는 효과 등 긍정적 기대효과에 대해 언급하였다. 또한 현재 국제적으로 무선전력전송기기에 대한 평가방법이 마련되지 않은 시점에서 우리나라의 무선전력전송기기의 전신노출 평가방법 연구와 기지국 노출량 평가방법에

대해 국제적으로 많은 관심을 유발하였다.

국제적으로 각 국가와 국제기구의 정책이 빠르게 변하고 있어 GLORE 회의의 통해 파악한 정보를 기반으로 체계적인 대응 전략 수립이 필요하며, WHO 및 ICNIRP는 객관적이고 과학적인 근거를 가이드라인에 반영하므로 각 국은 객관적 연구 데이터를 공유할 수 있도록 국제기구에 협조하기로 하였다. 차기 GLORE 회의는 2013년 11월 14일부터 2일간 FCC 주관으로 미국 워싱턴 DC에서 개최기로 합의하였다.

제4절 IEEE ICES 국제 표준화 활동

1. ICES 개요

국제 전자기장 안전 위원회(ICES)는 IEEE 표준협회 표준위원회의 하나로 사람, 휘발성 물질, 폭발장치의 전자기장 노출의 잠재적 위험에 관계하여 0 Hz ~ 300 GHz 전자기 에너지의 안전한 이용을 위한 기준과 전자기 에너지를 발생하도록 설계되고 제조된 제품 표준과 환경적 제한 표준의 개발을 담당하고 있다.

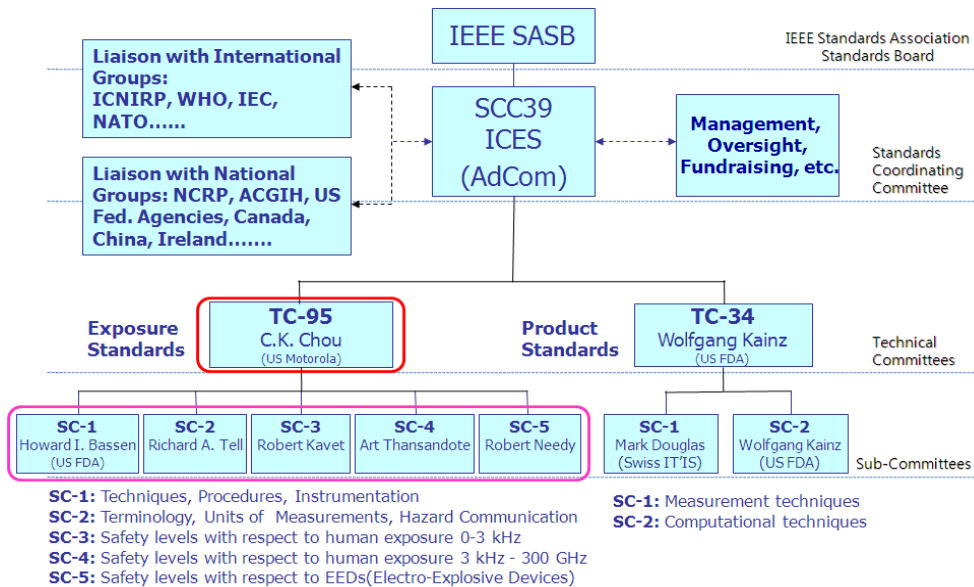


그림 2-6. IEEE ICES 위원회 구성

그리고 ICES는 학문 간의 균형과 의학계, 과학계, 공학계, 산업계, 정부 및 군의 균형 있는 연구결과를 바탕으로 공개적인 합의 절차를 따르고 있다. 중앙 조정회의와 기술위원회(TC95 및 TC34) 회원으로서 26개국을 대표하는 150명 이상의 전문가가 활동하고 있으며, 전자기 에너지의 안전한 사용을 위해 모든 이해 관계자 간의 합의를 달성하여, 이의 없이 인정되고 적용될 수 있는 실용적인 기준을 생산하기 위해 노력하고 있다.

IEEE TC34는 이동전화 단말기 등 제품 표준을 IEEE TC95는 EMF 인체노출 안전기준을 정하고 있다. 그동안 국제적으로 각계 전문가들의 노력으로 전자파 인체안전 기준에 대해서는 ICNIRP와 IEEE/ICES TC95가 안정적으로 조화를 이루었고, 측정 및 계산을 통한 평가 방법은 IEC와 IEEE/ICES TC34가 서로 조화를 이루어 가고 있다. 그림 2-6은 ICES 위원회 구성을 나타내며, 표 2-13은 ICES 위원회의 기술위원회별 주요 내용을 보여주고 있다. 그리고 표 2-14는 IEEE에서 발간된 표준 문서 현황이다.

표 2-13. ICES 위원회의 기술위원회별 주요 내용

구분	주제	의장
TC95	안전 기준	C.K. Chou
SC1	기술, 절차 및 계측기	Howard I. Bassen
SC2	용어, 측정 단위, 및 위험 소통	Richard A. Tell
SC3	인체 노출의 안전 수준, 0 - 3kHz	Robert Kavet Thanh Dovan
SC4	인체 노출의 안전 수준, 3 kHz - 300 GHz	Dr. Art Thansandote Dr. Marv Ziskin
SC5	전기폭발장치 노출의 안전 수준	Robert Needy G. Drew Koban
TC34	제품 표준	Dr. Wolfgang Kainz
SC1	실험 기법	Dr. Mark Douglas
SC2	컴퓨터 기술	Dr. Wolfgang Kainz

표 2-14. IEEE 표준 문서 현황

구분	문서명	문서 내용	비고
1	C95.1(2005)	IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz	
2	C95.2(2005)	IEEE Recommended for Radio-Frequency Energy and Current Flow Symbols	
3	C95.3(2002)	IEEE Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, 100 kHz-300 GHz	
4	C95.4(2002)	IEEE Recommended Practice for Determining Safe Distances from Radio Frequency Transmitting Antennas When Using Electric Blasting Caps During Explosive Operations	
5	C95.6(2002)	IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0-3 kHz	
6	C95.7(2005)	IEEE Recommended Practice for Radio Frequency Safety Programs, 3 kHz to 300 GHz	

2. 전자파인체보호기준 표준 소위원회(TC95 SC1&SC2)

가. C95.3(2002)과 C95.3.1(2010) 표준 병합 작업

주파수 범위를 기존의 100 kHz - 300 GHz에서 0 Hz - 300 GHz으로 확대 적용하기로 결정하였다. 그리고 프랭크 피트슨, 마크 더글라스가 병합 표준 초안을 작성하기로 하고 EC 멤버들도 도와주기로 하였다. IEEE C95.3 개정(C95.3.1와 조화)을 위한 PAR(Project Authorization Request) 절차를 진행하기로 하였으며, 이 논의는 본 표준의 4.a절에서 다루기로 하였다. 그리고 IEEE C95.3 표준 개정은 IEC와 조화를 이루도록 프로젝트 진행하기로 하였다.

나. RF 노출 모니터링 불확정도에 대한 새로운 방법

RF 반사는 전력 밀도 레벨을 증가시킬 수 있는데 이를 고려한 시험방법을 본 표준의 6.3.6절에 추가하자고 제안하였다. RF 측정 대상기기에 아주

작은 듀티사이클(duty cycles) 0.001%을 적용하여 측정시 측정 오차에 대한 문제가 발생하는데 SC1 사무국에서 관련 내용들을 검토하여 병합 표준에 들어갈 초안을 작성하기로 하였다.

다. Personal Monitors 사용을 위한 정보 제공

지난 회의때 관련 내용에 대하여 많은 관심과 질의응답이 있었으며, SC1 사무국에서 내용을 검토하고 지속적인 아이টে姆으로 진행하기로 하였다.

라. Cell tower(휴대전화 기지국) 전자파강도 측정방법

IEC 62232(기지국 전자파 측정방법) 표준에서 제시하는 cell tower (휴대전화 기지국) 전자파강도 측정 방법을 본 표준의 부록에 추가하기로 하였다. 관련 참조 내용은 IEC 표준 참조(reference) 항목에 추가하도록 IEC와 협의하기로 하였다. IEEE C95.3와 비교 검토한 결과, 7~8개의 다른 상황들을 IEC 표준의 관련 내용을 검토하여 보완하기로 하였다.

마. 직업인(Directive 2004/40/EC)에 대한 전자파 인체노출 기준 연구

관련 지침은 올해 중으로 유효화될 예정이며, 새롭게 개정된 내용들은 직업인들에게 적용될 계획이다. 개정 내용은 직업인의 위험 평가(기준의 적합성), 직업인에게 관련 정보 및 교육 제공, 안전한 작업 수행 방법 개발, 필요시 직업인의 건강 검진 제공 등이 포함되어 있다. 특히, 임산부, 의료용 기기를 착용하는 직업인들에게는 특별한 주의를 요구하고 있다. 유럽 직업인을 위한 EUREKA 프로젝트(웹사이트 : www.workeremsafety.org)에 대하여 소개하고자 한다. 이 프로젝트의 목적은 직업인의 전자파 안전을 검증하기 위한 절차 및 체계를 개발하고, 현장에서의 직업인의 전자파 노출 기준의 적합성을 검증하기 위한 체계를 구성 및 개발하기 위함이다. 프로젝트의 로그는 그림 2-7과 같다.



그림 2-7. EUREKA 프로젝트의 로그

프로젝트 진행 상황은 2010년 10월에 프로젝트가 제안되어 2011년 1월에 프로젝트 시작되었고 현재(2012년) 진행중에 있으며, 2013년에 완료될 예정이다. 1년 동안 소요되는 프로젝트의 예산은 2.1 M 유로이다. 그리고 참여 국가 및 컨소시엄은 스위스, 영국, 스웨덴, 오스트리아 등이다(표 2-15). 표 2-16은 주요 과제 내용 및 역할 분담을 보여주고 있다.

표 2-15. EUREKA 프로젝트 참여 국가 및 컨소시엄

구분	참여 국가	컨소시엄	비고
1	스위스	IT*IS Foundation/ETH Zürich (CH) research in experimental and numerical dosimetry	
2	오스트리아	Austrian Institute of Technology (Seibersdorf, AT) assessment and analysis of electromagnetic compliance	
3	영국	University of York / York EMC Services (York, UK) commercial EMC services and consulting	
4	영국	EM Fields (Wales, UK) consultancy and standards for EMF exposure	
5	스웨덴	Chalmers University (Göteborg, SE) modeling electromagnetic fields from automobiles, power lines, electric trains...	
6	벨기에	University of Ghent (Ghent, BE) numerical electromagnetic analysis	

표 2-16. 2012년 주요 과제 내용 및 역할 분담

#	Description	Country	Status
WP1	Classification of <i>in situ</i> exposure	BE, CH	completed
WP2	Evaluation of existing instrumentation	UK, CH	completed
WP3	Development of experimental instrumentation	CH	first prototype built final version: 6/2012
WP4	Development of simulation tools	CH, BE	ongoing completed: 6/2012
WP5	Exposure assessment - Automobile industry	SE	phase 1 completed: 6/2011
WP6	Exposure assessment - Metal fabrication industry	AT	phase 2: 1/2012 phase 3: 6/2012
WP7	Exposure assessment - Railway industry	UK, CH	phase 4: 10/2012
WP8	Web-based tool for demonstrating compliance	UK, AT	11/2012
WP9	Dissemination, publication	all	12/2012

바. 직업인을 위한 RF safety programs(C95.7)에 대한 개정 작업(Robert Cleveland)

본 표준에 수록되어 있는 관련 용어 및 표현을 수정 보완하는 작업을 수행하기로 하였으며, 표준 문서 내용에 대한 일반적인 사항, 편집적인 사항, 기술적인 사항들을 회의에서 검토후 수정하였다.

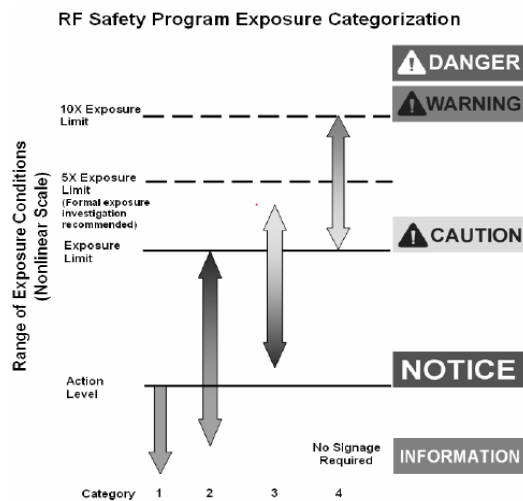


Figure 1—Graphical representation of the RFSP categorization process corresponding to

그림 2-8. RF 안전 프로그램 노출에 대한 표시 구분표

3. 전자파인체보호기준 표준 소위원회(TC95 SC3&SC4)

가. PC95.1 초안(Draft 2.6-V1)에 대하여 수렴된 의견 검토

(Draft Standard for Safety Levels with Respect to Exposure to Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz)

본 표준에 대하여 각국에서 나오는 일반적인, 편집적인, 기술적인 사항 등 235여건에 대하여 초안에 반영 여부를 검토하였다. 우리나라에서는 관련하여 2개의 기술적인 사항에 대하여 의견을 제출하였다(의견 제안자 : 이해경 박사(ETRI)). 제출 의견내용은 초안에서 제시하는 전신 및 국부 노출에 대한 안전계수(safety factor : 전신(10), 국부(50))에 대한 참조 및 논리적인 근거가 없는 실정이어서 보다 정확한 근거를 가지는 안전계수 적용을 위하여 표 2-17과 같은 참고 문헌을 추가하자고 제안하였다. 제안된 참고 문헌들은 현재 나와 있는 다양한 인체 모델을 이용하여 보다 정확한 근거를 가지는 안전계수를 검증한 연구 결과를 담고 있다. 현재 전신 평균 SAR에 대한 ERL(Exposure Reference Level)과 DRL(Dosimetric Reference Level)의 적합성을 확인하기 위하여 개발된 전신 인체모델들(한국, 일본, 유럽 등 어린이, 임산부, 어른 등 다양한 인체모델 개발)이 많이 나와 있는 상태이다.

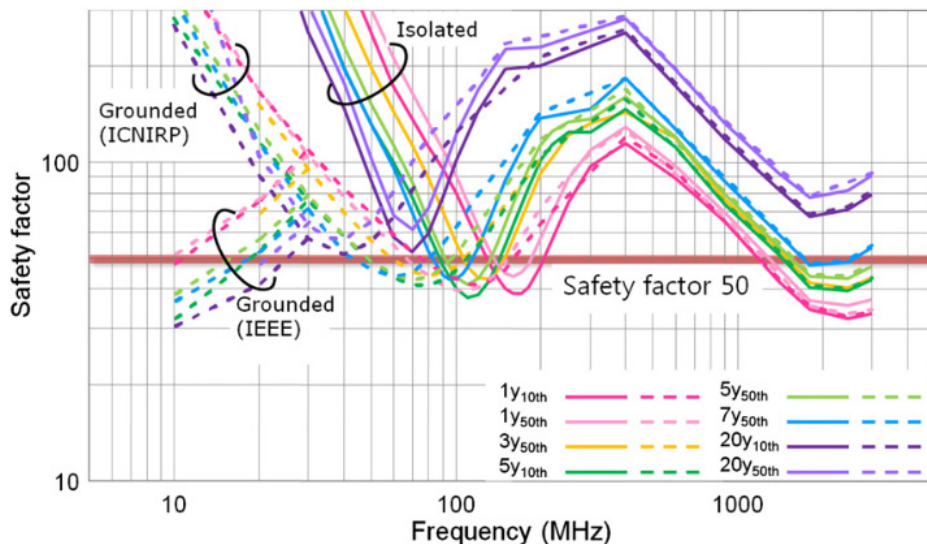


그림 2-9. 연령대별 전신 노출에 대한 안전계수 비교 결과

또한, 제안자는 어린이의 전신 공진 주파수와 1 GHz 이상의 공진 주파수에 대하여 검토할 필요가 있다고 제안하였다. 제안된 연구 결과를 살펴보면, 어린이 전신에 대한 공진주파수를 보여주고 1 GHz 이상의 주파수에서는 전신 평균 SAR에 대한 DRL의 적합성을 보장할 수 없음을 보여주었다. 검토결과는 제안 의견에 동의하였으며, 본 표준의 참조 문헌에 아래의 참조 논문들을 넣기로 하였다(표 2-17).

표 2-17. 참고 논문

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> [1] Findlay R P and Dimbylow P J 2005 Effects of posture on FDTD calculations of specific absorption rate in a voxel model of the human body Phys. Med. Biol. 50 3825-35 [2] Dimbylow P and Bolch W 2007 Whole-body averaged SAR from 50 MHz to 4 GHz in the University of Florida child voxel phantoms Phys. Med. Biol. 52 6639-49 [3] Hirata A, Ito N, Fujiwara O, Nagaoka T and Watanabe S 2008 Conservative estimation of whole-body-averaged SARs in infants with homogeneous and simple-shaped phantom in the GHz region Phys. Med. Biol. 53 7215-23 [4] Nagaoka T and Watanabe S 2008 Postured voxel-based human models for electromagnetic dosimetry Phys. Med. Biol. 53 7047-61 [5] Nagaoka T, Kunieda E and Watanabe S 2008 Proportion-corrected scaled voxel models for Japanese children and their application to the numerical dosimetry of specific absorption rate for frequencies from 30 MHz to 3 GHz Phys. Med. Biol. 53 6695-711 [6] Conil E, Hadjem A, Lacroix F, Wong M F and Wiart J 2008 Variability analysis of SAR from 20 MHz to 2.4 GHz for different adult and child models using finite-difference time-domain Phys. Med. Biol. 53 1511-1525 [7] Hirata A, Ito N, Fujiwara O, Nagaoka T and Watanabe S 2009 Influence of electromagnetic polarization on the whole-body averaged SAR in children for plane-wave exposures Phys. Med. Biol. 54 41-8 [8] Findlay R P, Lee A-K and Dimbylow P J 2009 FDTD calculations of SAR for child voxel models in different postures between 10 MHz and 3 GHz Radiat. Prot. Dosim. 135 (4) 226-31 [9] Lee A-K, Byun J-K, Park J-S, Choi H-D and Yun J-H 2009 Development of 7-year-old Korean child model for computational dosimetry ETRI J. 31, 237 - 9 [10] Bakker J F, Paulides M M, Christ A, Kuster N and Rhoun G C van 2011 Assessment of induced SAR in children exposed to electromagnetic plane waves between 10 MHz and 5.6 GHz Phys. Med. Biol. 56 3115-3130 [11] Lee A-K, Choi H-D 2012 Determining the influence of Korean population variation on whole-body average SAR Phys. Med. Biol. 57 2709-2725 |
|---|

4. TC34 표준화 현황

TC34는 IEC/IEEE 이중 로고 발행 협정 및 공동 연구 추진 협의에 따라 수치해석 방법을 적용한 몸통 SAR 평가방법 관련 표준 문서 IEC 62704-1(IEEE P1528.1), 2(IEEE P1528.2), 3(IEEE P1528.3), 4(IEEE P1528.4)가

IEC TC106의 새로운 프로젝트로 승인되어 공동 국제 표준 개발 작업이 활발히 진행되고 있다. 이번 회의 다루었던 IEC 62704-1(몸통 SAR 평가 - 일반적인 FDTD 계산방법) 표준은 SAR 적합성 평가방법 중 전자파 수치해석 방법으로서 수치 계산시 대상기기의 셀 사이즈, 흡수 경계조건 등 설정 조건, 전신 모델(Virtual Family)의 사용 및 설정조건 등을 다루고 있다. 수치 계산 범위는 대상기기의 출력 및 효율, SAR 등에 대한 전자파 영향 분석이 가능하다. 이 표준의 진행 상황은 표준 초안의 마무리 단계에 있으며, 2012년 현재 투표중에 있다. 그리고 IEC 62704-2(자동차에 탑재하는 안테나의 SAR 계산방법(FDTD)), IEC 62704-3(휴대전화의 SAR 계산방법(FDTD)), IEC 62704-4(자동차에 탑재하는 안테나의 SAR 계산방법(FEM))도 현재 각 국가 위원회에 회람중에 있다.

5. 결 론

현재, IEC, ITU 등 국제기구에서는 전자파 인체노출량 평가방법 관련 표준들에 대하여 국제적으로 조화(Harmonization)를 이루어 가고 있다. 또한 기존의 전자파 인체영향 연구는 일반인 대상으로 꾸준히 진행되어 왔지만 최근 들어 직업인에 대한 인체보호 측면에서 많은 이슈와 논의가 되고 있다. IEEE에서는 직업인에 대한 전자파 안전 프로그램(RF safety program)을 개발 중에 있으며, 유럽에서도 직업인을 보호하기 위한 안전 지침 마련하기 위하여 많은 연구비를 투자하고 있다. 우리나라도 올해부터 직업인에 대한 전자파 인체노출량 평가방법에 대하여 연구를 시작하여 수행하였으며, 향후 직업인에 대한 인체보호 제도를 정비할 계획에 있다. 따라서, 국제 표준의 동향을 신속하게 파악하여 관련 기술 선도 및 표준 활동을 적극적으로 대응해 나갈 것이다. 차기 회의는 2013년 1월, 미국 텍사스 산안토니오에서 개최될 예정이다.

제3장 휴대전화 SAR값 공개 및 가이드라인 마련

제1절 서론

작년 5월, 세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소(IARC)에서 휴대전화로부터 발생하는 전자파를 커피, 절인채소 등과 같은 수준의 발암가능물질(2B)로 분류하면서 국내·외 각 언론의 큰 반향과 함께 국민적 관심과 우려를 동시에 불러 일으켰다. WHO에서 그동안 밝힌 암유발 물질 및 등급은 다음의 표 3-1과 같다.

표 3-1. WHO의 발암 물질 분류 등급

등 급	의 미	대 상
1 등급	암 유발에 대한 충분한 증거가 있는 경우	주류(술), 석면, 비소, 벤젠, 방사선, 담배, 등 107개
2A 등급	암 유발 증거가 있을 수 있다고 판단된 경우(발암 추정물질)	납 합성물, 미용사나 이발사, 석유정제 등 59개
2B 등급	암 유발 가능성이 동물실험에서 충분한 증거가 있으나 인체에 대해서는 증거가 불충분 함	커피, 디젤연료, 드라이크리닝, 김치(절인 채소), 휴대전화 전자파 등 266개
3 등급	인체와 동물에서 발암가능성이 불충분한 경우	아크릴산, 식용 염소수, 염색제품, 형광 빛 등 508개
4 등급	인체와 동물에 발암성이 없다고 판단되는 증거가 있는 경우	카프로락탐

이에 대한 대책으로 금년 5월 국회에서 “전자파등급제”를 골자로 한 전파법개정안을 발의·통과시켰으며 방송통신위원회에서는 2011년 9월 “전자파종합대책”을 마련하고, 전자파인체보호 관련 고시를 개정하여 현행 휴대폰에만 적용하고 있는 전자파 제한 기준을 인체에 근접 사용하는 휴대용 무선통신기기로 확대 하였으며 금년 9월 “휴대전화 안전이용 가이드라인”을 제정 발표하였다. 이에 따라 국립전파연구원에서도 지난 7월 휴대전화의 전자파노출량을 홈페이지에 공개하였으며 방통위에서 제시한 “휴대전화 안전이용 가이드라인”을 홍보하는 등 전자파에 대한 국민의 막연한 불안감을 해소하기

위해 신속하게 조치하고 있다. “휴대전화 전자파 흡수율 홈페이지 공개”와 “휴대전화 안전이용 가이드라인” 및 “생활가전기기 안전사용 가이드라인”(안)의 자세한 내용은 다음과 같다.

제2절 휴대전화 전자파흡수율 공개

국립전파연구원은 그동안 전자파의 인체 유해성에 대한 과학적인 정보제공이 미흡한 상황에서 일반국민들의 전자파에 대한 불안감이 증폭되고 있어 각 제조회사별로 공개하던 휴대전화의 전자파흡수율을 일괄 공개하였으며 아울러 올바른 휴대전화 사용방법, 생활속의 전자파 FAQ등을 홈페이지에 수록하여 일반 국민들이 막연하게 생각하고 있는 전자파에 대한 이해를 돕고 의문을 해소하는데 도움이 될 수 있도록 하였다. 전자파흡수율이란 휴대전화에서 방출되는 전자파가 인체에 흡수되는 정도를 의미하며 정부에서 인증을 받고 국내에서 유통되는 휴대전화는 전자파흡수율 기준을 준수하고 있다. 이번 공개대상은 2009년 1월부터 현재까지 휴대전화 제조사들이 정부로부터 인증을 받아 출시한 모델이며 향후, 새로이 출시되는 모든 휴대전화의 전자파흡수율은 신속하게 공개할 예정이다. 본인이 가지고 있는 휴대전화의 전자파흡수율(SAR)은 국립전파연구원 홈페이지(www.rrl.go.rk)에서 휴대전화 고유모델을 입력하면 확인할 수 있으며 또한 휴대전화 제조회사의 전체 모델에 대한 전자파흡수율(SAR) 값도 확인할 수 있다(그림 3-1).



그림 3-1. 국립전파연구원 홈페이지의 전자파흡수율 수치 공개 코너

제3절 휴대전화 안전이용 가이드 라인 마련

방송통신위원회는 지난 9월 어린이·청소년들이 일상생활에서 쉽게 실천할 수 있는 <전자파를 줄이는 휴대전화 이용 가이드라인>을 마련하였다. “현행 국내 휴대전화 전자파 기준이 국제기준보다 엄격하기 때문에 전자파 유해성을 우려할 수준이 아니다”라고 전제한 뒤, “그럼에도 불구하고 가이드라인을 마련한 것은 추가적으로 어린이·청소년들에게 전자파의 영향을 줄일 수 있는 휴대전화 사용법에 관한 정보를 제공하려는 취지”라고 밝혔다. 아울러, 국립전파연구원은 동 가이드라인을 홈페이지 게재, 교육방송(EBS) 방영, , 휴대전화 제조회사의 사용설명서에 게재 요청 등 널리 알림과 동시에 전국 각 교육청에 배포하여 초·중·고교 일선 교사들이 학생지도에 가이드라인을 활용할 수 있도록 하였다.

“휴대폰 이용 가이드라인” 내용은 다음과 같다.

- ☐ 어린이는 가능한 휴대폰을 사용하지 않는 것이 좋아요.
 - ※ 어린이는 성장 중이기 때문에 전자파에 더 약하고 영향을 받을 수 있습니다. 한국전자통신연구원(ETRI)에서는 전자파 인체영향 연구결과를 바탕으로 어린이의 휴대폰 사용 자제를 권고하고 있습니다.
- ☐ 통화할 때는 휴대폰을 얼굴에서 조금 떼고 사용하는 것이 좋아요.
 - ※ 휴대폰의 전자파는 우리 몸에 가까울수록 흡수되는 양이 많아집니다. 머리에서 5mm만 띄어도 전자파 흡수가 반 이상이 줄어듭니다.
- ☐ 통화는 짧게 할수록 좋아요.
 - ※ 우리 몸에 흡수되는 전자파는 통화시간이 길수록 많아집니다.
- ☐ 통화시간이 길어질 때에는 오른쪽! 왼쪽! 번갈아 가며 사용해야 해요.
 - ※ 얼굴의 한쪽 면으로 통화하는 것보다 얼굴의 오른쪽과 왼쪽을 번갈아가며 통화하는 것이 더 안전합니다.

- 얼굴에 대고 하는 통화보다 문자 메시지를 이용하세요.
 - ※ 음성으로 통화하는 것보다 문자 메시지를 이용하면 얼굴에서 휴대폰이 멀리 떨어지기 때문에 더욱 안전합니다.

- 휴대폰 사용시 이어폰 마이크를 사용하는 것이 좋아요.
 - ※ 이어폰 마이크 등 핸즈프리를 사용하게 되면 휴대폰과의 거리가 멀어져서 머리에 흡수되는 전자파의 양을 줄일 수 있습니다.

- 휴대폰의 안테나 수신표시가 약하면 전자파가 더 많이 발생해요.
 - ※ 휴대폰을 연결해 주는 기지국과의 거리가 멀어져서 휴대폰의 수신 신호가 약해지면, 휴대폰은 전자파를 더 많이 발생하게 됩니다(수신신호가 약한 장소 : 지하실, 엘리베이터, 깊은 산속 등)

- 잠잘 때는 휴대폰을 머리맡에 두지 마세요.
 - ※ 잠을 잘 때나 휴식을 취할 때에는 휴대폰을 우리 몸으로부터 멀리 떼어 놓을수록 더 안전합니다.

- 시중에 판매되고 있는 휴대폰 전자파 차단제품을 믿으면 안돼요.
 - ※ 현재 시중에서 판매되고 있는 전자파 차단제품들은 전자파 차단효과를 인증 받은 것이 없으므로 안전하다고 믿고 사용하면 안됩니다.

제4절 생활 가전기기 안전 사용 가이드라인(안)

최근에 가정에서 많이 사용하는 22종의 가전제품을 선정하여 각 제품에서 발생하는 전자파를 측정하였다. 측정 대상기기의 전기장은 인체보호기준치(4,166 V/m)의 0.05 ~ 23.16 % 수준으로, 자기장은 인체보호기준치(83.3 μ T)의 0.0005 ~ 84.11 %로 측정되어, 생활 가전기기 제품에서 발생하는 전자파는 위험하지 않는 것으로 나타났다. 하지만 전자파로부터 좀 더 안전한 사용을 위한 생활 가전기기 전자파 안전 사용 가이드라인(안)을 아래와 같이 제시한다.

<생활 가전기기 전자파 안전 사용 가이드라인(안)>

- 1) 일반적인 생활 가전기기는 사용시 가전기기로부터 30 cm 이상의 안전 거리를 유지하여 사용하십시오.

- 밀착시와 30 cm 이격시 자기장 세기 [()안은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	밀착시[μ T]	30 cm 이격시 [μ T]
미니오븐	70.07 (84.11 %)	5.64 (6.77 %)
전자레인지	47.79 (57.37 %)	2.46 (2.95 %)
캡슐형 커피머신	23.06 (27.69 %)	0.64 (0.76 %)
전열기	18.81 (22.58 %)	0.18 (0.22 %)

- 밀착시와 30 cm 이격시 전기장 세기 [()안은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	밀착시[V/m]	30 cm 이격시[V/m]
미니오븐	267.84 (6.42 %)	80.04 (1.92 %)
전자레인지	38.95 (0.95 %)	8.23 (0.19 %)
캡슐형 커피머신	450.22 (10.80 %)	8.70 (0.20 %)
전열기	117.58 (2.82 %)	15.77 (0.37 %)

- ※ 우리 몸에서 눈(안구)은 민감하고 약한 부위에 해당하므로 전자레인지가 동작 중일 때에는 가까운 거리에서 내부를 쳐다보는 것을 삼가는 것이 좋습니다.

- 2) TV 시청시에는 전자파 안전뿐만 아니라 시력보호를 위하여 1 m 이상의 안전거리를 유지하십시오.

- 밀착시와 100 cm 이격시 자기장 세기 [0안의 값은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	밀착시 [μ T]	100 cm 이격시[μ T]
LCD TV	0.078 (0.09 %)	0.0046 (0.005 %)
PDP TV	1.40 (1.68 %)	0.0039 (0.004 %)
LED TV	0.78 (0.94 %)	0.0034 (0.004 %)

- 밀착시와 100 cm 이격시 전기장 세기 [()안의 값은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	밀착시 [V/m]	100 cm 이격시[V/m]
LCD TV	695.19 (16.68 %)	1.25 (0.03 %)
PDP TV	191.30 (4.59 %)	0.75 (0.018 %)
LED TV	35.03 (0.84 %)	7.58 (0.18 %)

※ TV로부터 1 m 이격시 전자파 세기는 인체보호기준대비 1 % 미만으로 줄어듭니다.

- 3) 몸에 밀착하여 사용하는 포터블 안마기와 몸에 가까이 사용하는 헤어 드라이기는 단시간 사용하십시오.

- 밀착시와 30 cm 이격시 자기장 세기 [()안의 값은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	밀착시 [μ T]	30 cm 이격시 [μ T]
헤어드라이기	1.47 (1.76 %)	0.02 (0.03 %)
포터블 안마기	11.07 (13.29 %)	1.36 (1.63 %)

- 밀착시와 30 cm 이격시 전기장 세기 [()안은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	밀착[V/m]	30 cm 이격 [V/m]
헤어드라이기	232.2 (5.57 %)	27.82 (0.67 %)
포터블 안마기	46.34 (1.11 %)	3.27 (0.07 %)

- 4) 몸에 밀착하여 사용하는 전기장판은 취침시간 30분 ~ 1시간 전에 미리 전기장판을 작동시켜 온도를 높이고 취침시에는 전기장판을 끄거나 취침모드 설정 및 전기장판 위에 요를 깔고 사용하십시오.

- 고온 설정시와 취침모드 설정시의 자기장 세기 [()안의 값은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	고온 설정 [μ T]	취침모드 설정 [μ T]
전기장판	3.41 (4.09 %)	0.05 (0.06 %)

- 고온 설정시와 취침모드 설정시의 전기장 세기 [()안은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	고온 설정 [V/m]	취침모드설정[V/m]
전기장판	62.12 (1.49 %)	50.15 (1.20 %)

- 전기장판 위에 요(두께 3 cm)를 깔고 고온설정에서 전자기장 세기 [()안은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	자기장 세기 [μ T]	전기장 세기 [V/m]
전기장판	0.68 (0.81 %)	30.12 (0.72 %)

- 5) 로봇청소기는 작동시 보다 충전시에 전기장이 높게 발생하므로 충전 중에는 30 cm 이상의 안전거리를 유지하십시오.

- 밀착시와 30 cm 이격시 자기장 세기 [()안의 값은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	밀착시 [μ T]	30 cm 이격시 [μ T]
로봇청소기(작동시)	0.0052 (0.006 %)	0.0021 (0.002 %)
로봇청소기(충전시)	0.082 (0.1 %)	0.0048 (0.005 %)

- 밀착시와 30 cm 이격시 전기장 세기 [()안의 값은 인체보호기준 대비 비율]

구 분	밀착시[V/m]	30 cm이격시[V/m]
로봇청소기(작동시)	2.45 (0.06 %)	0.21 (0.005 %)
로봇청소기(충전시)	647.2 (15.53 %)	27.11 (0.65 %)

- * 생활가전기기의 전자파 세기는 인체보호기준치보다 낮게 측정되어 안전합니다. 하지만 30 cm 이상의 안전거리를 유지하면 전자파로부터 더욱 안전하게 사용할 수 있습니다.

표 3-2. 생활가전기기 30 cm 이격 사용시 전기장 및 자기장의 측정값

측정 대상기기		측정대상주파수(60Hz)			
		전기장 (V/m)	허용치대비 (%)	자기장 (μT)	허용치대비 (%)
생활가전기기	미니오븐	80.0400	1.9213	5.6410	6.7719
	IH 밥솥	8.1400	0.1954	0.2400	0.2881
	로봇청소기	32.5200	0.7806	0.0048	0.0058
	인덕션 쿠키	2.2300	0.0535	0.1100	0.1321
	캡슐형 커피머신	8.7000	0.2088	0.6400	0.7683
	전자레인지	8.2300	0.1976	2.4600	2.9532
	전열기	15.7740	0.3786	0.1895	0.2275
TV	PDP TV	2.9864	0.0717	0.0427	0.0513
	LED TV	16.2060	0.3890	0.0311	0.0373
	LCD TV	3.6837	0.0884	0.0799	0.0959
셋터	IPTV 셋톱박스	4.2878	0.1029	0.0250	0.0300
	케이블 셋톱박스	18.9580	0.4551	0.0280	0.0336
건강기기	포터블 안마기	3.2700	0.0785	1.3600	1.6327
	전신안마기	200.0600	4.8022	0.5200	0.6242
	저주파 안마기	84.0770	2.0182	0.0319	0.0383
	런닝머신	2.0200	0.0485	0.0025	0.0030
PC	태블릿PC	1.4200	0.0341	0.0032	0.0038
	노트북	60.2500	1.4462	0.0082	0.0098
태양광	태양광 인버터 (3 kW)	8.5200	0.2045	0.7600	0.9124
	태양광 인버터 (중학교)	5.5200	0.1325	0.2000	0.2401
프린터	레이저 복합기	25.4100	0.6099	0.0094	0.0113
	레이저 프린터	10.2500	0.2460	0.0094	0.0113

제5절 향후의 사전예방 정책 방향

2011년 5월, WHO에서 휴대전화의 전자파를 2B 등급으로 분류하였음은 발암 가능성에 대해 명확한 근거는 찾지 못했지만 사전예방적 차원에서 주의를 촉구한 것으로 볼 수 있다. 또한 우리나라 사람들이 즐겨 먹고 마시는 김치와 커피도 같은 2B 등급으로 분류되어 있다는 사실을 주목할 필요가 있다. 결국, 일상적인 전자파 세기에 대해서는 단기간의 노출보다는 장기적인 노출이 인체에 영향을 미칠 가능성이 높다는 의미가 된다. 또한, 영향이 있다면 어느 정도 세기에 얼마동안의 노출이 인체에 어떤 영향을 얼마나 줄 수 있는지에 대한 정량적 증거가 필요하다. 향후 우리의 과제는 이러한 증거를 확보하는 것이며 그 때까지 전자파에 대한 예방적 차원의 대책도 필요하다. 이를 위해 국립전파연구원에서는 기존의 단기적인 전자파 영향 연구를 넘어서 다중주파수 전자파 노출, 직업인 노출, 장기역학연구 등 중장기적이고 전향적인 연구 방식으로 확대하고 정보제공 포털사이트 운영을 위한 DB 구축, 공공장소에서 전자파 노출량을 확인할 수 있는 전자파 모니터링 시스템 구축 등 전자파가 인체에 미치는 영향이 정량적으로 명확히 밝혀질 때까지 예방적 차원에서 국민의 건강을 보호하고, 전자파에 대한 막연한 불안감을 불식시키기 위해 노력할 것이다.

제4장 SAR 측정기준 개정

제1절 서 론

‘12년 1월 5일에 “전자파인체보호기준” 및 “전자파강도 및 전자파흡수율(SAR) 측정대상 기자재” 방통위고시가 개정됨에 따라 이에 대한 후속 조치로 관련 측정기준 고시 개정이 필요하여 올해 EMF인체노출표준위원회, 지정시험기관, 제조업체, 중소기업체 등 관련 전문가들의 의견수렴 및 전자공청회를 통하여 SAR 측정기준 고시 개정 및 SAR 측정방법에 관한 세부사항 공고를 제정하였다.

< 방송통신위원회(‘12년 1월)고시의 주요 개정 내용 >

- 전자파인체보호기준 및 전자파 측정 대상 기자재 고시 개정
 - SAR기준 : 머리 ⇒ 전신, 머리/몸통, 사지로 세분화
 - 대상기기 : 휴대전화 ⇒ 태블릿PC, TRS, 무전기, 무선마이크 등 인체에서 근접(20 cm 이내) 사용 휴대용 무선설비 16종
 - 머리에만 적용하던 SAR 측정대상 기자재가 몸통까지 확대됨
- ※ 관련 법령 : 「전자파강도 및 전자파흡수율 측정대상 기자재」(방송통신위원회고시 제2012-1호, 2012.1.5.), 「전자파인체보호기준」(방송통신위원회고시 제2012-2호, 2012.1.5.)
- ※ 적용시기 : ‘13년 1월 1일부터 시행

제2절 고시 및 공고의 제·개정 내용

SAR 측정기준 고시는 모의인체 규격, 모의조직유사액체, 시스템 검사, 측정조건, 불확정도 등 일반적인 사항만 적용하여 개정하였으며, 기존의 머리 SAR 측정방법과 국제표준을 고려한 몸통 SAR 측정방법을 별표1(머리)과 별표2(몸통)로 구분하여 규정하였다. SAR 측정방법에 관한 세부사항 공고는 특이한 구조나 복잡한 측정조건을 가지는 대상기기 및 동 고시 적용이 적절하지 않은 사항들에 대하여 별도의 세부 측정방법들을 공고로 신설하여

제정하였다. 세부 측정방법에는 머리 및 LTE 단말기 SAR 시험 간소화, 모듈 SAR 시험, 다중 전자파 노출 단말기 및 150 MHz SAR 시험, 무선마이크, 무선랜용 USB 동글 등 7개의 측정방법을 신설하였다. 각 측정방법을 적용하게 된 배경을 소개하자면, ① SAR 시험 간소화는 SAR 인증시 불필요한 측정조건으로 인해 측정시간이 장기간 소요되어 산업체의 인증비용 등 애로사항이 증가되고 있어 이에 대한 대안으로 제시하였다. 그 내용을 간단히 살펴보면, 내장형 안테나가 하단에 위치하는 휴대전화의 경우, 모든 경사조건이 접촉조건보다 SAR값이 낮게 나오기 때문에 경사조건을 면제한다. 경사조건 면제시 기존의 표준 측정 횟수 24회(12시간)에서 6회(3시간)로 줄게 된다. 그리고 LTE 서비스를 사용하는 휴대전화는 채널 대역폭, RB(Resource Block : 데이터 전송단위)수, 변조방식, 경사조건, 채널 등의 불필요한 측정조건을 줄여서 측정 조건을 간소화하였다. 측정 조건 간소화시 모든 측정조건을 포함하는 측정 횟수 432회(216시간)에서 24회(12시간)로 줄게 되어 적합성 인증 측정에 걸리는 소요 시간이 많이 줄게 되고 이에 따라 산업체의 애로사항이 감소하여 산업체의 경쟁력이 강화될 것으로 본다. ② 모듈 SAR 측정방법은 완제품에 장착되는 RF 모듈(WiFi)의 경우 최악 조건에서 인증하고 동 모듈을 사용하는 완제품은 인증을 면제하여 중복 인증 문제를 해결하고 비용 부담을 해소하였다. 예를 들면 SAR 인증을 받은 RF 모듈을 사용하는 모든 종류의 노트북은 SAR 인증을 면제하게 된다. ③ 다중 전자파 노출 단말기의 SAR 측정방법은 하나의 단말기에서 LTE, Wi-Fi, 블루투스 등 2개 이상의 안테나를 동시에 사용할 경우에 적용하며, 각각의 주파수에 대하여 SAR 시험을 한후 합산하는 방법 등을 적용한 평가방법을 제시하였다(FCC도 동일한 방법 적용). ④ 150 MHz SAR의 측정방법은 국제 표준 측정방법에서도 정하고 있지 않는 방법으로서, 유효성 검사에 사용되는 비교 기준값 설정을 위하여 150 MHz 측정용 다이폴 안테나와 평면형 모의인체를 제작하고 시뮬레이션 검증을 통하여 '150 MHz SAR 프로브 교정방법'을 개발하여 측정방법으로 제시하였다. ⑤ 무선 마이크, 무선랜용 USB 동글의 측정방법인 경우, 특이한 구조를 가지는 대상기기로서 통상

사용 형태 및 최악의 측정조건을 반영하여 기기별 세부 측정조건을 제시하였다. 그리고 향후 신규기기가 출현할 때마다 측정방법을 추가해 나갈 계획이다.

제3절 머리 및 몸통 SAR 측정방법의 개정 내용

1. SAR 측정방법 고시(국립전파연구원고시 제2012-23호) 내용

SAR 측정시스템은 SAR 측정용 프로브, 모의조직 액체(Liquid), 프로브 위치제어기 로봇, 인체 모양 모의 인체(팬텀), 측정 대상기기의 거치대, 데이터 수집 컴퓨터 등으로 구성되어 있다. 그리고 기본적인 SAR 측정절차는 첫째, 측정 대상기기를 선정하고 대상기기에 따라 머리 또는 몸통 SAR에 대한 측정 여부를 결정한다. 둘째, 측정 대상 주파수 대역의 인체유사액체를 제조하고 모의인체에 채운다. 셋째, 측정 대상기기의 사용 형태를 고려하여 머리 또는 몸통 SAR 측정 조건대로 측정 대상기기의 거치대에 설정한다. 넷째, 기지국 시뮬레이터를 이용하여 실제 통화 상태의 환경과 동일하게 콜을 건다. 다섯째, 위치 제어용 로봇에 장착된 전기장 측정용 프로브로 모의인체 내부로 흡수되는 휴대전화의 전자파(전기장 강도)를 측정하여 얻은 값을 계산후 SAR값을 확인한다. 개정된 SAR 측정기준은 기존의 머리(별표1) SAR 측정방법에 몸통(별표2) SAR 측정방법을 추가하여 개정되었다. 머리 SAR 측정방법과 기본적인 측정절차는 동일하나, 몸통 SAR 측정방법이 추가되면서 고려되어야 하는 사항들을 살펴보면, 주파수 대역이 기존의 300 MHz ~ 3 GHz 주파수 대역에서 30 MHz ~ 6 GHz 주파수 대역으로 확대됨에 따라 확대된 주파수 대역별 인체유사액체, 평면형 모의인체, 크기가 큰 측정 대상기기의 거치대, 몸통 SAR 측정용 프로브 교정 및 확대된 측정 대상기기(무선설비규칙 16종에 해당되는 측정 대상기기)의 측정조건 등이 고려되어야 한다.

몸통 SAR 측정기준의 기본 내용들은 IEC 국제표준(IEC 62209-2)을 준용

하였으며, 국내 환경에 맞는 측정 요소들을 잘 반영하여 SAR 측정기준을 개정하였다. 머리 및 몸통 SAR 측정방법의 차이점을 살펴보면, 먼저 모의 인체인 경우 머리는 머리 모양의 모의인체를 사용하며, 몸통은 평면형 모의 인체를 사용한다(표 4-1). 측정조건인 경우 머리는 머리에서 통화하는 상황을 고려하여 왼쪽, 오른쪽, 좌, 우, 접촉, 경사 등이 있으나, 몸통은 무선설비규칙 16종의 측정 대상기기의 다양한 사용 형태를 고려하여 측정조건(표 4-2)을 설정할 필요가 있다. 기본 형태의 측정 대상기기는 IEC 표준에서 제시하는 기본적인 형태로 분류하였으며, 측정 대상기기별 측정조건들은 표 4-3과 같다. 그리고 복잡하고 특이한 구조를 가지는 측정 대상기기들은 공고에 세부 측정방법으로 별도로 규정하였다.

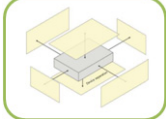
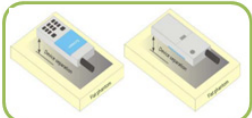

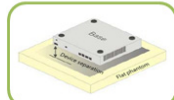
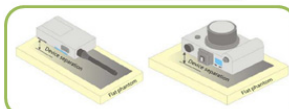
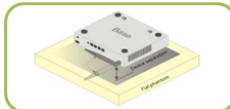
표 4-1. 머리 및 몸통 SAR 측정방법의 차이점(모의인체 및 인체유사액체)

구분	머리	몸통	비고
모의인체	머리 모양의 모의인체 사용 	평면형 모의인체 사용 	IEC 표준 준용
인체유사액체	300 MHz ~ 3 GHz	30 MHz ~ 6 GHz	

표 4-2. 머리 및 몸통 SAR 측정방법의 차이점(측정조건)

구분	측정조건	비고
머리	 <p>< 머리 전자파흡수율 측정조건 : 접촉 및 경사조건 ></p>	IEC 표준 준용
몸통	<p>몸통 SAR 측정 대상기기 선정 (20 cm 이내 인체근접 사용 휴대용 무선통신기기)</p> <div> <div>인체 착용형 기기 </div> <div>인체 지지형 기기 </div> <div>탁상용 기기 </div> <div>열공 전문 사용기기 </div> <div>접거나 회전할 수 있는 기기 </div> </div>	

표 4-3. 측정대상 기자재별 측정조건

구분	측정 대상기기	측정조건
1	<div>일반 기기</div> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓의도적으로 사용할 때 피시험 기기의 이용할 수 있는 모든 면에 대해 전자파흡수율을 측정 ✓이격 거리는 제조자에 의해 제공되는 사용자 지침에 명시된 의도적 사용 거리에 따름 ✓ 의도적 사용이 명시되어 있지 않으면, 평면형 모의인체에 피시험 기기의 모든 면을 직접 접촉시켜 측정
2	<div>인체 착용형 기기</div> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓적절한 부속품의 의도적 사용을 규정하고 있는 경우, 피시험기기는 의도적 사용시 신체와 이격되는 거리만큼 모의인체와 이격하여 측정 ✓전자파흡수율 측정은 제공되는 부속품 없이 측정하여야 하며 이격거리는 25 mm를 초과할 수 없다. ✓평면형 모의인체를 향하는 기기의 표면은 모의인체면에 평행(위치설정에 대한 세부사항은 시험 성적서에 문서화)
3	<div>인체 지지형 기기</div> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓제조자가 명시한 것에 부합하도록 모의인체에 배치 ✓사용자 설명서에 사용법이 명시되어 있지 않으면, 기기는 사용할 수 있는 모든 방향에서 평면형 모의인체에 밀착하여 측정 ✓일체형 스크린을 갖는 경우, 스크린 면이 인체로부터 보통 20 cm를 유지하면 스크린 면은 측정 제외
4	<div>탁상용 기기</div> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓피시험 기기는 사용 설명서에 제조자가 규정한 사용 방법에 맞게 모의인체에 대한 이격 거리와 방향을 준수하여 배치 ✓위치가 바뀔 수 있는 외장 안테나를 사용하는 기기의 경우에는 규정된 모든 안테나 위치에 대해 측정 ✓별도의 사용법이 규정되어 있지 않다면 이 기기는 평면형 모의인체에 밀착하여 측정
5	<div>얼굴 전면 사용기기</div> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓피시험 기기는 제조자가 사용 설명서에 규정한 의도적 사용에 부합하도록 모의인체 표면과 일정한 거리를 두고 위치 ✓의도적 사용이 규정되어 있지 않다면 모의인체 표면과 기기 사이에 25 mm의 이격 거리를 둠
6	<div>접거나 회전할 수 있는 기기</div> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓안테나의 사용조건이 다양한(예: 안테나를 뽑거나, 넣거나, 혹은 회전) 기기들은 제조자가 제공하는 사용자 설명서에 준하여 배치 ✓안테나가 하나인 기기의 경우, 정해진 안테나의 위치가 명시되어 있지 않으면, 가능한 모의인체에 대해 수직 및 수평 위치와 피시험 기기 몸체에서 멀리 향하도록 안테나를 위치시켜 측정 ✓또한 가장 높은 노출 조건을 얻도록 안테나를 뽑거나 넣고 측정 ✓회전 가능한 안테나인 경우, 최고의 노출 조건에 대해 평가하고 문서화

2. SAR 측정방법 공고(국립전파연구원공고 제2012-43호) 내용

「전자파흡수율 측정기준 고시」 제3조제2항의 규정에 의하여 「전자파흡수율 측정방법에 관한 세부사항」을 공고를 제정하였다. 공고의 목적은 특이한 구조나 복잡한 측정조건 등으로 인해 고시 적용이 어려운 경우 세부 측정방법 등을 정하는 것에 있다. 전자파흡수율 측정방법에 관한 세부사항은 7개의 별표로 구성하였다. 공고에 포함되는 7개의 별표는 “① 150 MHz 주파수 대역에 대한 전자파흡수율 측정방법은 별표 1을 적용한다.”, “② 내장형 안테나를 갖는 휴대전화의 국부(귀 부분) 전자파흡수율은 별표 2의 간소화 측정방법을 적용할 수 있다.”, “③ LTE 단말기에 대한 전자파흡수율 측정방법은 별표 3을 적용할 수 있다.”, “④ 다중 전자파 노출 측정대상 기자재의 전자파흡수율 측정방법은 별표 4를 적용한다.”, “⑤ 얼굴 전면에서 사용하는 무선마이크의 전자파흡수율 측정방법은 별표 5를 적용한다.”, “⑥ RF 모듈을 사용하는 측정대상 기자재의 전자파흡수율은 별표 6의 RF 모듈에 대한 전자파흡수율 측정방법을 적용할 수 있다.”, “⑦ USB 형태의 무선랜용 측정대상 기자재에 대한 전자파흡수율 측정방법은 별표 7을 적용한다.”와 같다. 이 공고는 2013년 1월 1일부터 시행한다. 각각의 별표에 대한 내용을 살펴본다.

가. 150 MHz 주파수 대역에 대한 전자파흡수율 측정조건(별표 1)

150 MHz 주파수 대역에 대한 기본 측정절차는 「전자파흡수율 측정기준 고시」의 별표 2의 측정절차에 따르며, 고시에서 규정하지 않는 측정방법의 세부사항은 다음과 같은 측정조건에 따라 측정한다. 평면모의인체는 1000 mm × 800 mm × 170 mm 이상의 크기를 갖어야 하며, 그보다 작은 크기를 사용할 경우에는 전자파흡수율 평가에서 크기로 인한 영향이 1% 미만임을 보여야 한다. 150 MHz 주파수 대역에 대한 생체조직등가용액의 전기적 특성은 고시에서 규정한 값을 사용하여야 한다. 150 MHz 주파수 대역에

대한 기준 다이폴의 물리적 크기는 반사손실이 -20 dB 보다 작아야 하며, 별론초크섹션(balun choke section)의 길이(h)를 미세 조정할 수 있다. 150 MHz 주파수 대역의 측정용 다이폴 안테나의 크기는 표 4-4와 같다. 150 MHz 주파수 대역의 기준 SAR 값은 FDTD 수치해석 방법을 이용하여 계산되었다(표 4-5). 150 MHz 주파수 대역에 대한 프로브 교정은 수직개방형 사각 도파관 대신 이 장에서 제시하는 기준 다이폴과 평면모의인체를 이용한다. 만일 300 MHz 주파수 대역 이상의 교정인자로부터 외삽하여 150 MHz 주파수 대역의 교정인자를 도출한 경우에는 이에 대한 검증 결과를 전자파흡수율 시험성적서에 문서화하여야 한다.

표 4-4. 150 MHz 주파수 대역의 측정용 다이폴 안테나의 크기

주파수[MHz]	L[mm]	h[mm]	d[mm]
150	760.0	500	6.35

표 4-5. 150 MHz 주파수 대역의 기준 SAR값

주파수[MHz]	1g SAR [W/kg]	10g SAR [W/kg]	급전점 위 표면에서의 국부 SAR[W/kg]	급전점에서 y=2cm 떨어진 표면에서의 국부 SAR[W/kg]
150	1.08	0.77	1.4	0.8

주) 수치해석 기준 SAR 값은 1W의 순방향 전력에 대해 정규화 되었으며, 1300 mm × 900 mm × 200 mm 크기의 평면모의인체를 사용하여 계산되었다.

나. 전자파흡수율의 간소화 측정방법(별표 2)

내장형 안테나를 갖는 휴대전화의 국부(귀 부분) 전자파흡수율에 대하여 간소화 측정방법을 적용할 수 있다. 내장형 안테나가 휴대전화의 하단(휴대전화 밑면으로부터 2.5 cm 이내)에 위치한 경우, 접촉위치 조건에서 측정된 해당 안테나의 전자파흡수율 값이 전자파흡수율 기준(이하 “기준”이라 한다.)의 50% 이하이면 경사위치 조건의 전자파흡수율 측정은 제외한다. 그리

고 내장형 안테나가 휴대전화의 하단 이외에 위치한 경우, 접촉위치에서 가장 큰 전자파흡수율 값을 갖는 채널에 대하여 경사위치 조건의 전자파흡수율을 측정하고 그 값이 기준의 50% 이하이면 나머지 다른 채널의 경사위치 조건 측정은 제외한다. 전자파흡수율 간소화 측정방법을 적용한 대상기자재의 시험성적서에는 적용 근거(내장형 안테나의 위치 도면 등)를 명시하여야 한다.

다. LTE 단말기에 대한 전자파흡수율 측정방법(별표 3)

LTE 단말기의 전자파흡수율 측정을 위한 측정방법은 전자파흡수율 측정 기준의 측정방법을 따른다. 단, 측정 절차 중 측정조건 및 SAR 최대값 결정 방법은 다음의 1단계와 2단계의 측정조건에 따라 순차적으로 수행하여야 한다. (1단계 측정 조건) 측정 조건에서 측정한 결과값들이 1.45 W/kg를 넘지 않는 경우, 단계별 최대 SAR값이 나오는 측정 조건을 찾고 그 외의 조건들을 소거하는 방법을 이용하여 최대 SAR값을 찾아가는 절차를 적용한다. ① 최대 변조(QPSK, 16QAM 등) 조건에 대한 결정은 측정 조건을 중심 채널, 오른쪽 접촉 위치, 최대 대역폭 및 1RB로 고정한후 측정을 하고, 측정 결과중 가장 높은 SAR값의 변조 조건만 취하고 나머지 조건은 소거한다. ② 최대 대역폭(5 , 10 MHz 등) 조건에 대한 결정은 측정 조건을 중심 채널, 오른쪽 접촉 위치, 최대 변조 및 1RB로 고정한후 측정을 하고, 측정 결과중 가장 높은 SAR값의 대역폭 조건만 취하고 나머지 조건은 소거한다. ③ 최대 RB(1. 50%, 100% RB 등) 크기 조건에 대한 결정은 측정 조건을 중심 채널, 오른쪽 접촉 위치, 최대 변조 및 대역폭을 고정한후 측정을 하고, 측정 결과중 가장 높은 SAR값의 RB 조건만 취하고 나머지 조건은 소거한다. ④ 최대 시험 위치(접촉, 경사, 왼쪽, 오른쪽 등) 조건에 대한 결정은 측정 조건을 중심 채널, 최대 변조, 대역폭 및 RB를 고정한후 측정을 하고, 측정 결과중 가장 높은 SAR값의 시험 위치 조건만 취하고 나머지 조건은 소거한다. ⑤ ④번의 결과 중 최대 전자파흡수율이 측정되는 조건에서

나머지 저(Low), 고(High) 채널에서도 전자파흡수율을 측정한다. ⑥ ⑤번의 결과 중 가장 높은 전자파흡수율 값을 피시험기기의 최대 전자파흡수율 값으로 결정한다.

(2단계 측정 조건) 1단계의 ①번에서 측정한 결과값들이 1.45 W/kg를 넘는 경우, ⑦ 변조, 대역폭, RB 크기 등의 조건에서 조합 가능한 모든 측정 조건에 대하여 전자파흡수율을 측정한다. ⑧ ⑦번의 결과 중 최대 전자파흡수율이 측정되는 조건에서 최대 시험 위치(접촉, 경사, 왼쪽, 오른쪽 등) 조건별로 전자파흡수율을 측정한다. ⑨ ⑧번의 결과 중 최대 전자파흡수율이 측정되는 조건에서 나머지 저(Low), 고(High) 채널에서도 전자파흡수율을 측정한다. ⑩ ⑨번까지의 결과 중 가장 높은 전자파흡수율 값을 피시험기기의 최대 전자파흡수율 값으로 결정한다.

라. 다중 전자파 노출 측정대상 기자재의 전자파흡수율 측정방법(별표 4)

① 각각의 통신방식에 대하여 전자파흡수율을 측정하고, 2가지 이상의 통신방식이 동시에 동작하는 모든 측정조건의 전자파흡수율 값을 합산한다.

② 합산한 전자파흡수율 값이 모두 전자파흡수율 기준 이하일 경우, 제1항에서 측정한 단일 통신방식의 전자파흡수율 값 중 가장 큰 값을 최대 전자파흡수율 값으로 정한다.

③ 합산한 전자파흡수율 값이 전자파흡수율 기준을 초과하는 조건의 경우, 합산 방법을 이용하여 다중 노출 합산 전자파흡수율을 얻을 수 있다. 첫째는 공간분포 전자파흡수율 계산을 이용한 합산 방법 : 각각의 단일 통신방식에 대한 표면분포 전자파흡수율 측정값으로부터 공간분포 전자파흡수율을 계산하고 공간적으로 합산하여 전자파흡수율 값을 구한다. 이 때 공간분포 전자파흡수율 계산에 사용된 알고리즘과 불확정도는 시험성적서에 명시하여야 한다. 둘째는 고속 전자파흡수율 측정시스템을 이용한 합산 방법 : 고속 전자파흡수율 측정시스템을 이용하여 각각의 공간분포 전자파흡수율을 측정하고 공간적으로 합산하여 전자파흡수율 값을 구한다. ④ 제3항

에서 구한 다중 노출 전자파흡수율 값 중 최대 전자파흡수율 값을 갖는 조건에 대하여 각각의 단일 통신방식에 대한 체적분포 전자파흡수율을 측정하고 공간적으로 합산하여 최대 다중 노출 전자파흡수율 값으로 정한다.

단, ③번의 측정방법의 체적 계산 또는 고속 측정 장비를 이용하여 체적 공간 전자파흡수율 최대값을 구할 수 없을 경우, 모든 측정조건에 대하여 체적 전자파흡수율 분포를 측정하여 다중 전자파 노출 측정대상 기자재의 최대 공간 평균 전자파흡수율 값을 구하여야 한다.

마. 얼굴 전면(前面)에서 사용하는 무선마이크의 전자파흡수율 측정방법(별표5)

무선마이크의 전자파흡수율 측정방법은 무선마이크의 상단과 하단의 중간 지점간의 연결선을 마이크의 기준선으로 한다. 이 기준선을 기준으로 하여 90°간격으로 전자파흡수율을 측정하여 안테나로부터 최대 방사가 되는 각도를 확인한다. 확인된 그 지점을 최대 출력 위치의 조건을 측정 지점으로 한다.

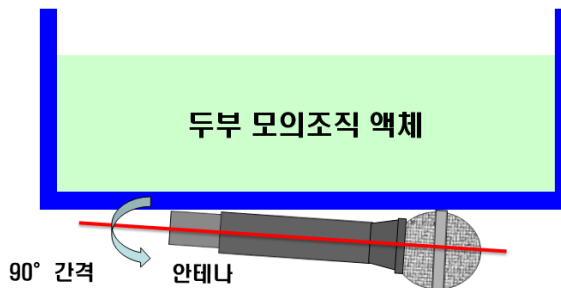


그림 4-1. 무선 마이크의 기준선 설정

SAR 측정은 그림 4-2와 같이 밀착 위치 조건에서 측정한다. 단, 밀착 위치 조건은 무선 마이크의 상단과 하단이 평면모의인체의 바깥쪽 중간에 밀착하여야 하며, 하단의 접촉 부위는 제1항에서 찾은 측정지점과 일치하도록 한다. 측정조건에 따라 측정한 결과를 최대 전자파흡수율 값으로 정한다.

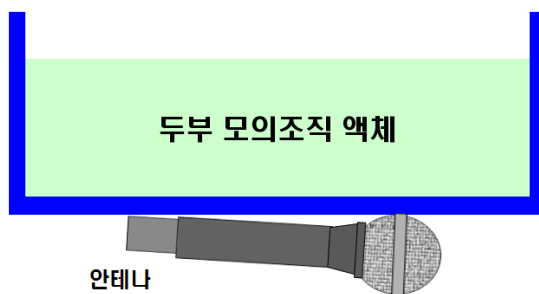


그림 4-2. 마이크 형태의 SAR 측정조건(밀착 위치 조건)

송신 장치의 SAR 측정 조건은 그림 4-3과 같이 송신 장치의 뒷면과 평면 모의인체의 바깥쪽 표면 부분과 평행하면서 2.5 cm의 이격을 둔다. 이 측정 조건에 따라 측정한 결과를 최대 전자파흡수율 값으로 정한다.

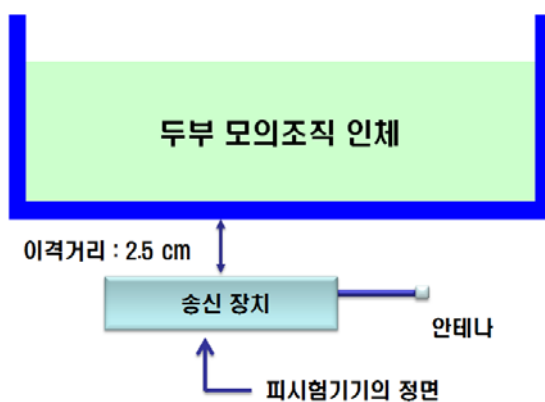


그림 4-3. 송신 장치의 SAR 측정조건

바. RF 모듈에 대한 전자파흡수율 측정방법(별표 6)

RF 모듈의 전자파흡수율 측정을 위한 측정방법은 다음 각 항에 따라 수행하여야 한다. 단, 모든 설정 조건들은 전자파흡수율 시험성적서에 기록하여야 한다.

① 일반적인 요구조건

RF 모듈에 연결되는 측정용 안테나는 시험 의뢰자가 제공하여야 하며, 측정용 안테나의 이득은 전자파흡수율 시험성적서에 기록하여야 한다. 단, 새로운 안테나를 적용시 기존의 측정한 안테나의 이득보다 높은 안테나를 사용할 경우는 재측정을 해야 한다. 다중 전자파 노출의 기능이 있는 RF 모듈인 경우, 측정은 별표 4(다중 전자파 노출 측정대상 기자재의 측정방법)에 따라 측정한다. 단, 두 개 이상의 RF 신호의 핸드오버(hand-over) 시간을 고려하여 30초 이상의 다중 전자파 노출 시간을 가져야 한다. 그러나 30초 미만의 다중 전자파 노출은 다중 전자파 노출로 판단하지 않는다.

② RF 모듈의 전자파흡수율 측정조건

RF 모듈에 연결되는 측정용 안테나와 평면모의인체의 바깥쪽 표면 부분과의 이격거리는 전자파흡수율 측정 의뢰자가 제시하는 이격거리로 설정한다. RF 모듈과 안테나와의 연결 동축선(리드선) 길이는 제한이 없으며, RF 모듈의 위치는 안테나 아래쪽으로 어느 곳에 위치하든 무관하다. 단, 연결 리드선의 길이와 RF 모듈의 위치 설명서(사진)을 전자파흡수율 시험성적서에 기재해야 한다.

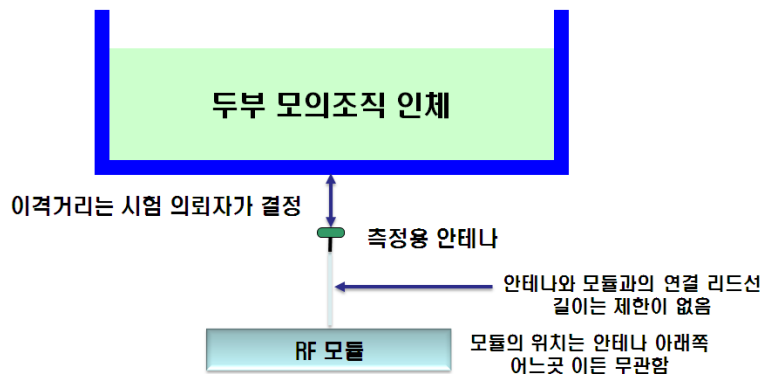


그림 4-4. 모듈 SAR 측정조건

③ 완제품에 대한 전자파흡수율 인증 면제조건

완제품에 대한 전자파흡수율 인증 면제조건은 RF 모듈의 전자파흡수율 시험 인증시 RF 모듈에 연결된 안테나와 평면모의인체와의 이격거리보다 완제품에 탑재되는 RF 안테나의 위치와 인체 접촉 최단면과의 이격거리가 더 큰 경우에만 해당된다. 다음의 조건에 따라 면제 적용을 하는 완제품을 결정하여야 한다. 먼저, 전자파흡수율 측정 결과값이 기준 대비 25%(1g 평균) 이하의 값으로 인증 받은 경우, RF 모듈을 사용하는 모든 완제품에 대하여 전자파흡수율 인증을 면제한다. 단, 완제품에 사용된 RF 모듈의 전도성 전력(conductive power)이 RF 모듈의 전자파흡수율 인증을 받을 때의 크기보다 작거나 동일한 경우 해당 모듈이 장착되는 모든 완제품의 SAR 인증을 면제한다.

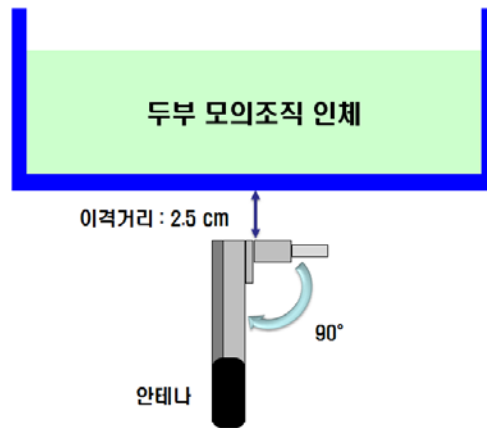
전자파흡수율 측정 결과값이 기준 대비 25%(1g 평균) 초과하거나 50% 이하의 값으로 인증 받은 경우, RF 모듈 전자파흡수율 인증을 받을 때 측정 의뢰자가 지정한 완제품들에 대해서만 전자파흡수율 인증을 면제한다. 단, 완제품에 사용된 RF 모듈의 전도성 전력(conductive power)이 RF 모듈의 전자파흡수율 인증을 받을 때의 크기보다 작거나 동일한 경우 해당 모듈이 장착되는 모든 완제품의 SAR 인증을 면제한다.

전자파흡수율 측정 결과값이 기준 대비 50%(1g 평균) 초과하거나 100% 이하의 값으로 인증 받은 경우, RF 모듈이 탑재되는 모든 완제품에 대하여 전자파흡수율 인증을 해야 한다.

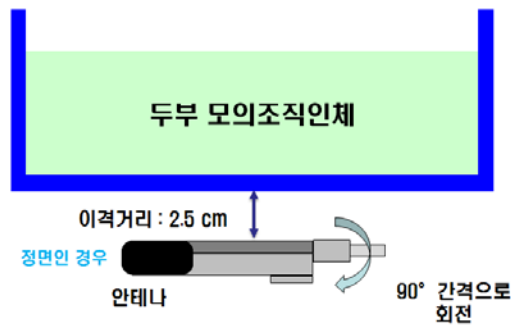
사. USB 형태의 무선랜용 측정대상 기자재에 대한 전자파흡수율 측정방법(별표 7)

무선랜용 USB 동글형태의 측정대상 기자재의 SAR 측정방법은 다음의 절차에 따라 수행하여야 한다. 측정대상 기자재는 태블릿 PC, 노트북 등에 탑재된 형태이거나 USB 연장선을 이용하여 연결되어 있어야 한다. 단, USB 연장선은 30 cm 이내이어야 하며, 측정대상 기자재의 출력 및 방사 특성에

영향이 없어야 한다. SAR 측정은 90° 로 접힌 조건(그림 4-5(a))과 일직선으로 편 조건(그림 4-5(b))에 대하여 측정하며, 일직선으로 편 조건에 대해서는 각 사면(정면, 뒷면, 왼쪽면, 오른쪽면)에 대하여 측정한다. 단, USB 동글과 평면모의인체와의 이격거리는 2.5 cm로 한다. 측정 결과값들 중 가장 높은 값을 최대 전자파흡수율 값으로 정한다.



(a) 90° 로 접힌 조건



(b) 일직선으로 편 조건

그림 4-5. 측정대상 기자재의 전자파흡수율 측정조건

제4절 결 론

‘12년 1월에 전자파인체보호기준(SAR)이 머리에서 머리/몸통/전신/사지로 세분화되고 SAR 측정대상 기자재가 확대됨에 따라 후속 조치로 관련 측정기준 고시 및 공고를 제·개정하였다. SAR 측정기준 고시는 측정에 필요한 일반적인 사항들만 적용하였으며, 기존의 머리 SAR 측정방법(별표1)에 몸통 SAR 측정방법(별표2)를 추가하였다. SAR 측정방법에 관한 세부사항 공고는 특이한 구조나 복잡한 시험조건을 가지는 대상기기 및 동 고시 적용이 적절하지 않은 사항들에 대하여 세부 측정방법들을 제정하였다. SAR 적합성 인증 규제는 지정시험기관 및 제조업체에서 SAR 측정시스템 구축 및 업그레이드 등 측정 환경을 조성할 수 있도록 1년의 유예기간을 주어 ‘13년 1월 1일부터 적용한다. 그리고 개정되는 SAR 측정기준 및 제도에 대하여 빠르게 대응할 수 있도록 지정시험기관 및 제조업체 대상으로 5차례의 설명회도 개최하였다. 또한, 확대되는 측정대상 기자재로 인한 제조업체의 인증 비용 및 불필요한 측정조건들로 인하여 장시간 소요되는 SAR 측정시간을 줄이는데 많은 노력을 기울였다.

제5장 150 MHz SAR 측정방법 연구

제1절 개요

2012년 1월 전자파흡수율(SAR) 기준이 국부 기준에서 전신, 국부(머리/몸통), 사지에 대한 전자파흡수율 기준으로 세분화하는 내용으로 전자파인체 보호기준 고시(방송통신위원회고시 제2012-2호)가 개정되었으며, 휴대전화에만 적용되던 머리 국부 SAR 기준이 16종의 휴대용 무선설비로 대상기자재가 확대(방송통신위원회고시 제2012-1호)되었다. 세분화된 SAR 기준과 적용 대상기자재의 고시는 1년의 유예기간을 거쳐 2013년 1월 1일부터 시행될 예정이다.

그러나 전자파흡수율에 대한 국제기준(IEC 62209-2)에서는 300MHz 이상의 주파수에 대해 적용가능하며 현재 상용 전자파흡수율 측정시스템에서도 300MHz 이상의 주파수에 대해서만 측정이 가능하도록 되어있다. 미국 FCC에서는 300MHz 이하 주파수 대역에 대한 전자파흡수율 측정방법을 제시하고 있으나, 프로브 교정과 시스템 검증시험은 300 MHz의 값으로 대신하고 150 MHz에 대한 프로브 교정 인자는 300MHz 이상의 교정인자로부터 외삽하여 계산한 값을 사용하여 적용하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 300MHz 이하 주파수 대역중 150 MHz 주파수 대역을 이용하는 휴대용 무선설비에 대한 전자파흡수율 측정을 위한 평가방법을 제시하고자 한다.

제2절 IEC 62209-2 분석

전자파흡수율에 대한 국제표준 측정방법(IEC 62209-2)에서 제시하는 모의 인체의 크기는 300MHz ~ 800 MHz 대역에서 $0.6\lambda \times 0.4\lambda$ 의 크기로 정하고 있으며 300 MHz 이하의 주파수 대역에서 대해서는 별도로 규정하고 있지 않다.

Frequency MHz	Phantom shell thickness mm	Phantom shell permittivity	Phantom dimensions used for FDTD models mm x, y, z	Reference dipole distance <i>s</i> from the liquid mm
300	6,3	3,7	1 000, 800, 170	15
450	6,3	3,7	700, 600, 170	15
835	2,0	3,7	360, 300, 150	15
900	2,0	3,7	360, 300, 150	15
1 450	2,0	3,7	240, 200, 150	10
1 800	2,0	3,7	220, 160, 150	10

그림 5-1. IEC 62209-2의 모의인체 크기

그러나, 모의인체 유사액체에 대해서는 300MHz 이하 주파수대역에 대한 전기정수(상대유전율, 전기전도도)를 정하고 있다. 그림 5-2는 IEC 62209-2에서 정하고 있는 300 MHz 대역의 전기정수를 보여주고 있다.

Frequency MHz	Real part of the complex relative permittivity, ϵ'_r	Conductivity, σ S/m
30	55,0	0,75
150	52,3	0,76
300	45,3	0,87
450	43,5	0,87
750	41,9	0,89
835	41,5	0,90
900	41,5	0,97

그림 5-2. IEC 62209-2의 모의인체 유사액체 전기정수

또한 IEC 62209-2는 시스템검증 시험에 사용되는 표준다이폴 안테나에 대해서 규정하고 있는데 마찬가지로 300MHz 이상의 주파수 대역에 대한 규격만을 제시하고 있다. 이때 모든 주파수 대역에 대한 표준다이폴 안테나의 반사손실은 -20dB 보다 좋아야 한다. 그러나 IEC 62209-2에서 제시하는 표준다이폴 안테나의 규격 역시 300 MHz 이하 주파수 대역에 대해서는 규정하고 있지 않고 있다.

Frequency MHz	Phantom shell thickness mm	L mm	h mm	d ₁ mm	d ₂ mm
300	6,3	396,0	250,0	6,35	
300	2,0	420,0	250,0	6,35	
450	6,3	270,0	166,7	6,35	
450	2,0	290,0	166,7	6,35	
750	2,0	176,0	100,0	6,35	
835	2,0	161,0	89,8	3,6	
900	2,0	149,0	83,3	3,6	

그림 5-3. IEC 62209-2의 표준다이폴 안테나 규격

전자파흡수율 측정시스템 검증 시험시 표준다이폴 안테나를 이용하여 평면형 모의인체에서 시험을 수행한다. 이때 측정된 값은 그림 4과 같이 수치 해석 계산을 통해 유도된 SAR 값과 비교하여 시스템의 정확도를 검증한다. 마찬가지로 300 MHz 이하에 대해서도 시스템 검증을 위한 기준 값은 제시되어있지 않다.

1 Frequency MHz	2 Phantom shell thickness mm	3 1 g SAR W/kg	4 10 g SAR W/kg	5 Local SAR at surface (above feedpoint) W/kg	6 Local SAR at surface (y = 2 cm offset from feedpoint) W/kg
300	6,3	3,02	2,04	4,40	2,10
300	2,0	2,85	1,94	4,14	2,00
450	6,3	4,92	3,28	7,20	3,20
450	2,0	4,58	3,06	6,75	2,98
750	2,0	8,49	5,55	12,6	4,59
835	2,0	9,56	6,22	14,1	4,90

그림 5-4. IEC 62209-2의 SAR 시스템 검증 비교를 위한 기준 값

따라서 150 Mhz 대역에 대한 전자파흡수율 측정을 위해서는 모의인체에 대한 규격과 표준다이폴 안테나에 대한 규격 및 시스템 검증을 위한 기준 값이 필요하다.

제3절 150 MHz 대역에 대한 수치해석 분석

150 MHz 대역에 대한 수치해석 분석을 위해 300 MHz 대역에 대한 수치해석 계산을 통해 신뢰성을 확인하였다. 300 MHz에 대한 모의인체와 모의인체 유사액체 및 표준다이폴 안테나를 모델링하고 SAR을 계산하여 그림 5-4와 같이 IEC 62209-2에서 제시하고 있는 기준값과 비교하였다.

표 5-1. 300MHz의 수치해석 계산 결과와 IEC 62209-2의 비교

	S11	1g SAR	10g SAR
Numerical result	-23.22 dB	2.99 W/kg	2.03 W/kg
62209-2	< -20 dB	3.02 W/kg	2.04 W/kg

300 MHz의 수치해석 계산에 사용된 모의인체 유사액체의 상대유전율은 45.3이며 전기전도도는 0.87 S/m를 사용하였으며 360 mm × 300 mm × 150 mm, 두께는 6.3 mm의 모의인체를 이용하였으며 다이폴 안테나의 L, h, d는 각각 396 mm, 250 mm, 6.35 mm로 설정하여 계산하였다. 계산결과 표 5-1에서 보여주는 바와 같이 표준다이폴 안테나의 반사손실과 1g 평균, 10g 평균 SAR의 결과는 IEC 62209-2의 값과 대체로 잘 일치함을 알 수 있었다.

150 MHz에 대한 계산을 통해 적정 표준다이폴 안테나의 규격과 모의인체의 크기 및 SAR 기준값을 도출하기 위해 모의인체 유사액체의 전기정수는 IEC 62209-2에서 제시한 전기정수(상대유전율 : 52.3, 전기전도도 : 0.76 S/m)를 이용하였다. 모의인체는 300 MHz 이상에 대한 규격을 적용하여 1300 mm × 900 mm × 200 mm, 6.3 mm((x, y, z, t) 크기로 설정하였다. 표준 다이폴 안테나는 반사손실이 -20 dB 보다 좋아야 하므로 700 mm에서 800 mm까지 다이폴 안테나의 길이를 변화시켜가며 공진점을 확인하였다. 이때 사용한 벌룬의 길이는 500 mm이며 다이폴안테나의 직경은 6.35 mm로 하였다.

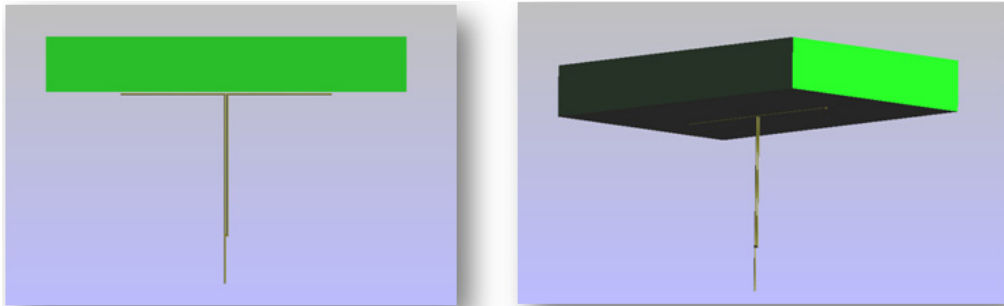


그림 5-5. 150 MHz 대역에 대한 모의인체 및 다이폴안테나 모델

계산결과 150 MHz에 대한 표준다이폴 안테나는 749 mm 길이에서 공진이 일어남을 알수 있었으며 이때 반사손실 -26.01 dB이다.

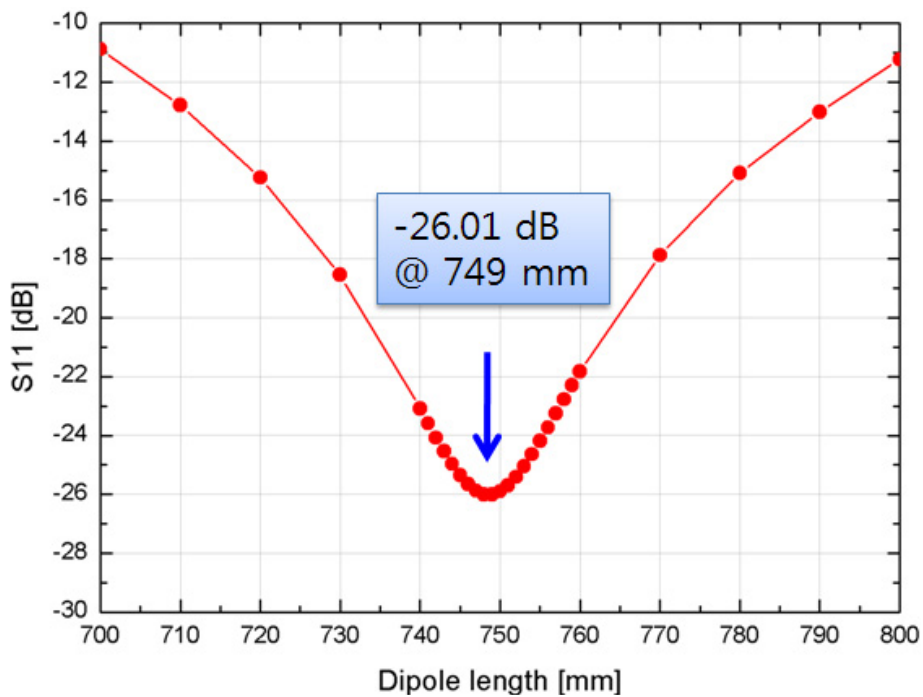


그림 5-6. 150 MHz 대역에서 다이폴안테나 길이에 따른 반사손실 계산 결과

표 5-2. 안테나 제작을 위한 수치해석 결과

주파수 (MHz)	팬텀(mm)				Antenna(mm)			인체 유사액		이격거리 (mm)	반사손실 (dB)
	L	D	H	두께	L	d ₁ , d ₂	h	유전율	도전율		
150	1300	900	200	6	760	6.3	500.0	52.3	0.76	15	-26.01
300	1000	800	170	6	396	6.3	250.0	45.3	0.87	15	-23.22
835	360	300	150	2	161	3.6	89.8	41.5	0.9	10	-23.69

위에서 정해진 표준다이폴안테나를 이용하여 모의인체 크기에 의한 SAR 영향을 알아보기 위해 150MHz에 대한 $0.6\lambda \times 0.4\lambda$ 크기의 모의인체와 300MHz 및 835MHz 대역에 대한 모의인체를 이용하여 SAR을 계산하였다. 표 5-3에서 알 수 있듯이 150 MHz 대역의 SAR 측정시 300MHz 대역의 모의인체를 사용하더라도 크기로 인한 SAR의 오차는 1% 정도로 크기로 인한 차이는 거의 없었으나 835 MHz용 모의인체를 사용할 경우 큰 오차를 보여 주었다.

표 5-3. 모의인체 크기에 대한 영향

Phantom size x, y, z [mm]	S11	1g SAR	10g SAR
1300, 900, 200	-21.83 dB	1.11 W/kg	0.79 W/kg
1000, 800, 170 [300 MHz]	-22.14 dB	1.10W/kg	0.78 W/kg
360, 300, 150 [835 MHz]	-2.32 dB	0.495 W/kg	0.36 W/kg

따라서 150MHz 대역의 SAR 측정시 300MHz에 해당하는 모의인체를 사용할 수 있는 것으로 판단된다.

제4절 150 MHz 대역에 대한 전자파흡수율 측정

표준 다이폴안테나를 제작을 위해 수치해석 결과를 이용하였으나, 실제 다이폴안테나의 특성이 수치해석결과와 완전히 일치하지 않을 수 있으므로 다이폴안테나의 길이를 조금씩 줄여가며 공진점을 측정하여 다이폴 안테나의 규격을 정하였다.

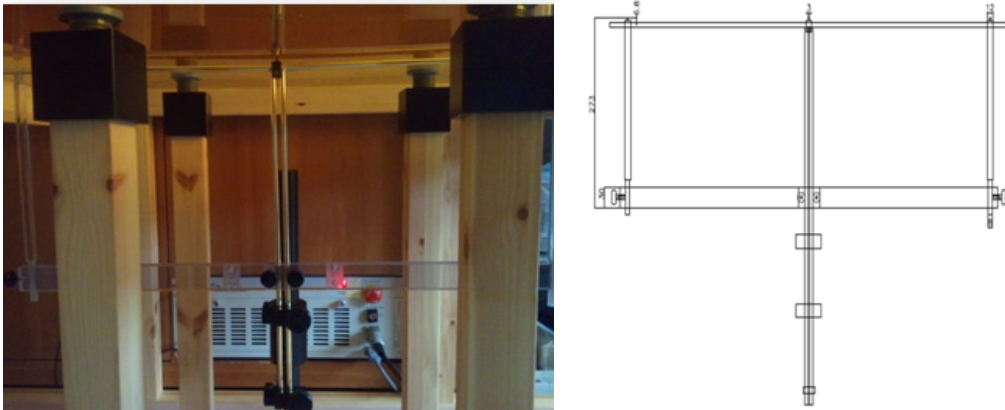


그림 5-7. 150 MHz 대역에서 다이폴안테나

150MHz 대역의 표준 다이폴안테나는 길이로 인한 처짐 현상이 있어 저손실 물질 지지대를 사용하여 양 끝에 처짐을 방지하였다.

150MHz에서 공진점을 갖는 표준 다이폴안테나는 길이가 760 mm에서 반사손실이 -27.6 dB를 나타냄을 알 수 있었다.

SAR은 휴대폰의 전자파가 단위 시간당(/second) 인체의 단위 질량(/kg)에 흡수되는 에너지의 양(Joule)으로 정의되며, 단위는 $J/s(=W) \times kg = W/kg$ 이다. 그리고 SAR값은 식 (1)과 같이 조직의 온도의 증가율을 측정하거나 식 (2)와 같이 전기장의 세기를 측정하여 구할 수 있다.

$$SAR = C_i \left. \frac{dT}{dt} \right|_{t=0} \quad SAR = C_i \frac{dT}{dt} \quad [W/kg] \quad (1)$$

$$SAR = \frac{\sigma |E_i|^2}{\rho} \quad [W/kg] \quad (2)$$

여기서, C_i 는 비열용량(Specific Heat Capacity), dT/dt 는 단위 시간당 온도 변화, ρ 는 전기전도도(인체), E_i 는 조직내의 전기장 세기, ρ 는 조직밀도(인체)를 나타낸다.

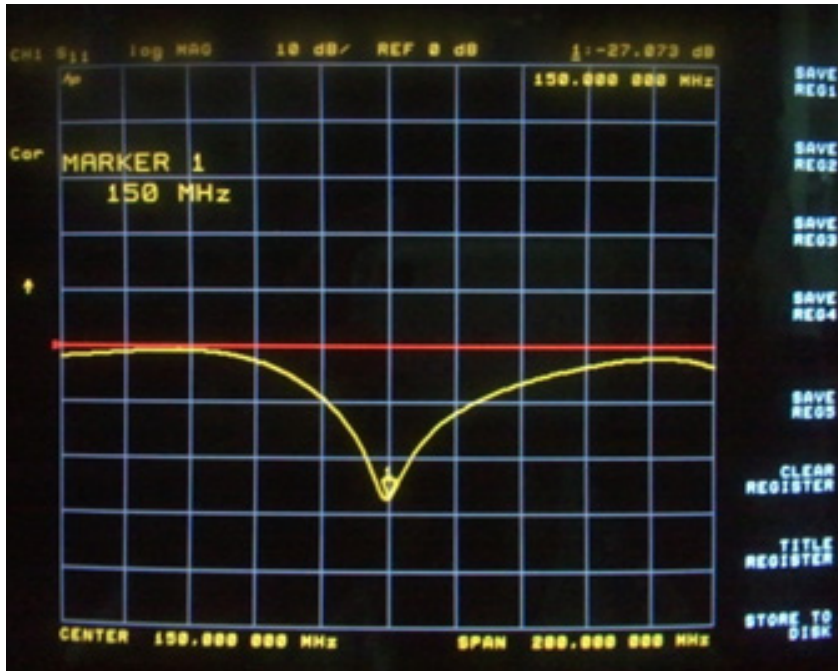


그림 5-8. 150 MHz 대역에서 다이폴안테나 공진점

모의조직 유사 액체는 실제 인체 조직의 전기적 특성과 동일하도록 제조하는데 주파수 및 사용 신체 부위에 따라 ρ 의 값은 서로 다르다. 따라서 두부 모의인체 내에서 측정된 SAR값을 실제 인체에서의 값으로 환산하기 위해 ρ 는 인체 두부의 값($1,000 \text{ kg/m}^3$)을 사용한다. 일반적으로 모의인체의 균일 매질에서의 체적 평균 SAR은 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$SAR|_{avg} = \frac{\int_v SAR dV}{V} \quad [\text{W/kg}] \quad (3)$$

여기서, V 는 모의 조직에서 평균 SAR를 계산하기 위한 적분 체적값으로

1 cm^3 또는 10 cm^3 이다.

일반적으로 매질 내에서 저전력 기기를 포함한 무선통신기기의 전기장 범위는 $3 \text{ V/m} \sim 350 \text{ V/m}$ 이며, 이에 상응하는 SAR 범위는 $10 \text{ mW/kg} \sim 100 \text{ W/kg}$ 이고, 온도 증가율은 $3 \mu\text{K/s} \sim 40 \text{ mK/s}$ 이다. 전자파에 의한 모의인체 조직 내의 온도 변화율은 매우 미약하여, 이동통신 단말기의 SAR 측정에 있어서 식 (1)에 의한 온도 변화 측정법은 거의 사용되지 않고 있다.

일반적으로 800MHz를 기준으로 그 이하의 주파수는 온도 프로브를 이용하여 교정하며 그 이상의 주파수 대역에 대해서는 개방형 도파관을 이용하여 교정을 하도록 되어있다. 따라서 150 MHz 대역에 대한 프로브 교정은 온도프로브를 이용하여야 하나, 온도 프로브는 온도변화를 측정할 수 있을 정도의 고출력 신호원이 필요하며 대류로 인한 열 손실로 인해 정확한 교정이 어렵다. 또한 800 MHz 이상에서처럼 개방형 도파관을 이용할 경우 해당 주파수에 맞는 도파관의 제작이 어렵다. 따라서 150MHz 대역의 평면형 모의인체의 크기를 이용하여 계산한 모의인체 내부에서의 전기장분포 계산 결과를 이용하여 교정하는 방법을 이용하였다.

수치해석적으로 도출된 팬텀 바닥면($Z=0$)에서의 SAR 값과 실제 측정하여 외삽한 모의인체 바닥면($Z=0$)에서의 SAR 값의 비율을 변환계수(CF ; Conversion Factor)로 한다. 매질 내에서의 민감도 측정절차를 살펴보면 다음과 같다.

- 가) 150 MHz 대역의 전기적 특성을 가지는 인체 유사액체를 평면 모의인체의 상단에 20cm 이상이 되도록 채운다.
- 나) 프로브를 평면모의인체의 중심위치($x = y = 0$)에 놓는다.
- 다) 평면 모의인체면 아래의 중심위치($x = y = 0$)에 다이폴안테나를 $S = 15 \text{ cm}$ 가 되도록 설치한다.
- 라) 안테나에 입력되는 RF 출력을 $30 \text{ dBm}(f=150 \text{ MHz})$ 가 되도록 한다.
- 마) 프로브가 평면모의인체 윗면에서부터 z 축으로 일정 간격으로 이동시키면서 각 채널 출력에서 측정한 값(mV)을 기록한다.

- 바) 측정된 전압을 SAR 값으로 계산한다.
- 사) 평면 모의인체 윗면($z=0$)에서부터 프로브 센서의 중앙 지점까지의 구간(프로브 offset)은 외삽(Extrapolation)을 하여 $z=0$ 까지의 SAR 값을 구한다.
- 아) 수치해석적으로 도출된 모의인체 바닥면($Z=0$)에서의 SAR 값과 실제 측정하여 외삽한 모의인체 바닥면($Z=0$)에서의 SAR 값의 비율을 변환계수 (CF ; Conversion Factor)로 한다.

위의 방법으로 도출된 프로브의 교정인자를 이용하여 시스템 검증 시험을 하여 수치해석 기준값과 비교하였다. 결과 1g 평균 SAR의 경우 5% 이내의 결과를 얻었다.

표 5-4. 프로브 교정후 시스템검증 시험 결과 비교

Freq.		SAR(수치해석)	SAR(측정)	오차
150 MHz	1g SAR	1.08 W/kg	1.13 W/kg	+4.6 %
	10g SAR	0.77 W/kg	0.81 W/kg	+5.2 %

제5절 결론

본 연구에서는 수치해석을 이용하여 150 MHz 대역에 대한 표준다이폴안테나 규격과 시스템 검증에 대한 SAR 기준값을 도출하였으며, 이를 이용하여 프로브 교정을 통해 150 MHz 대역의 측정결과를 확인하였다. 따라서 150 MHz 대역의 전자파흡수율 측정을 위한 표준조건을 마련하여 동 대역의 측정기기의 평가에 이용할 예정이다. 앞에서 언급한 FCC의 외삽을 통한 프로브 교정방법의 신뢰성에 대해서는 향후 검증이 필요하며 본 연구를 통해 마련된 규격은 보완 검증을 통해 국제표준으로 추진될 수 있을 것으로 기대한다.

제6장 무선전력전송기기의 전자파 인체노출량 평가방법

제1절 개요

무선전력전송기술의 발달로 휴대전화 충전기에 무선전력전송기술이 적용되어 시장에 출시되었으며, 이 기술은 노트북과 TV를 비롯하여 자동차에 이르기까지 다양한 분야에 응용되고 있다. 이에 따라 세계 각 국가들은 무선전력전송기기가 통신목적이 아닌 전력전송용으로 이용할 수 있도록 주파수의 용도와 EMC, EMF에 대한 제도적 도입방안에 대하여 검토하고 있으며, 특히 무선전력전송기기로부터 방사되는 전자파에 대한 인체노출량에 대해서도 이슈가 되고 있다. IEC TC106은 2012년 9월 무선전력전송용 자동차에 대한 전자파 인체노출량 평가방법에 대한 연구과제가 제안되어 2015년 완료 목표로 추진될 예정이다. 이와 관련하여 국립전파연구원은 무선전력전송기기의 전자파 인체 전신노출 평가방법을 마련하기 위한 연구를 수행하였으며, 이에 대한 내용을 소개하고자 한다.

제2절 무선전력전송 자동차(온라인 전기자동차, OLEV)

KAIST는 무선전력전송기술을 이용한 온라인 전기자동차(OLEV : On-Line Electric Vehicle)를 개발하고 서울대공원에서 prototype 제품을 시범 운영중에 있으며, 지속적으로 성능 검증 및 적용기술 개선을 통해 상용화를 앞두고 있다. 국내 개발 온라인전기자동차는 75 kW의 정격출력에 전력전송용 주파수로 20 kHz를 이용하고 있다.

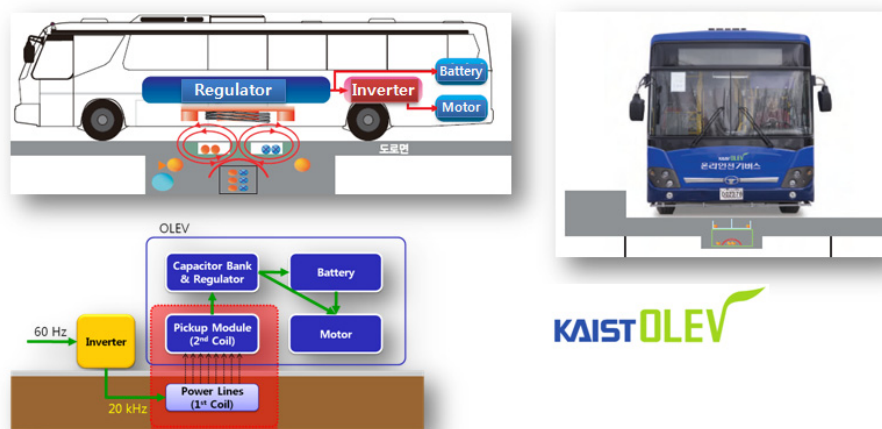


그림 6-1. OLEV의 무선전력전송 기술 적용 개념도(출처 : KAIST)

제3절 온라인 전기자동차의 전자파인체노출량

전자파를 발생하는 기기에 대하여 인체노출량을 평가하는 방법은 전자파 인체노출 조건에 따라 다양한 평가방법을 적용할 수 있다. 온라인 전기자동차 근처에서 일반적인 전자파 노출조건을 두가지로 고려해볼 수 있으며 그림 6-2와 같다.

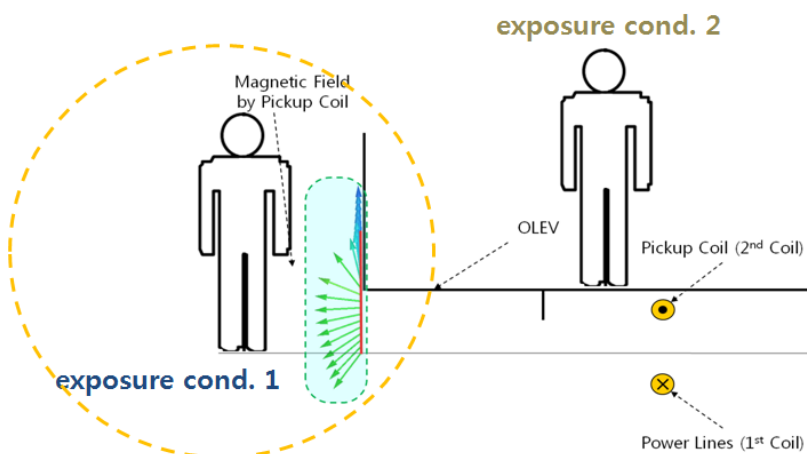
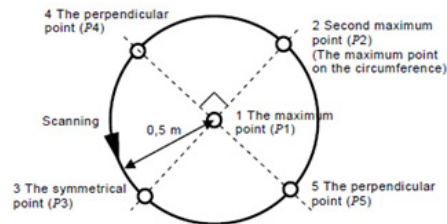
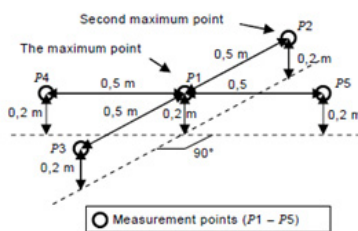
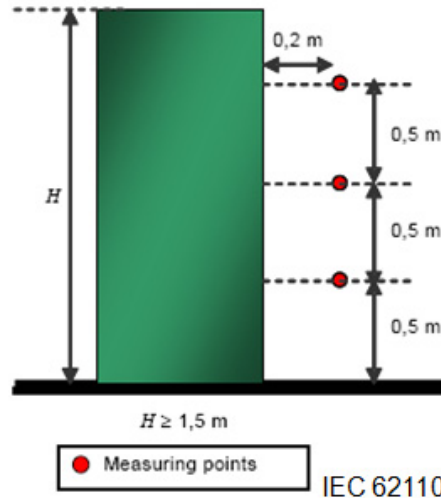


그림 6-2. 온라인 전기자동차의 전자파 인체노출 조건

노출조건 1은 정류소 정차 중일 때 인체에 노출되는 조건이며 이 경우 신호 발생원은 인체를 기준으로 옆 방향에 위치한다. 반면 노출조건 2는 정차 중 또는 운행중일 때의 노출 조건으로 전자파 발생원이 인체의 발 아래 방향에 위치해 있는 경우이다.



Measuring points	Measured values (index)	Adopted values
P1	10 μT	X
P2	5 μT	X
P3	1 μT	
P4	2 μT	
P5	3 μT	X

Three-point average exposure level is;

$$\frac{(P1 + P2 + P5)}{3} = 6 \mu\text{T}$$

IEC 62110

그림 6-3. IEC 62110의 평가방법(위: 3-point, 아래: 5-point 평가방법)

이와 같은 무선전력전송기기의 전자파 전신노출과 유사한 평가방법으로는 AC power system에 적용하는 평가방법(IEC 62110)의 3-point 측정방법과

5-point 측정방법을 고려할 수 있다. 3-point 측정방법은 전자파 발생원이 인체의 옆에 있을 경우에 적용가능하며 그림 6-3(위)와 같으며, 5-point 측정방법은 전자파 발생원이 인체의 아래 방향에 있을 경우에 적용 가능한 평가방법으로 사람이 자동차 내부에 있을 경우에 적용될 수 있으며 그림 6-4(아래)와 같다.

수치해석 방법을 이용하여 3-point 측정방법의 타당성을 확인해보았다.

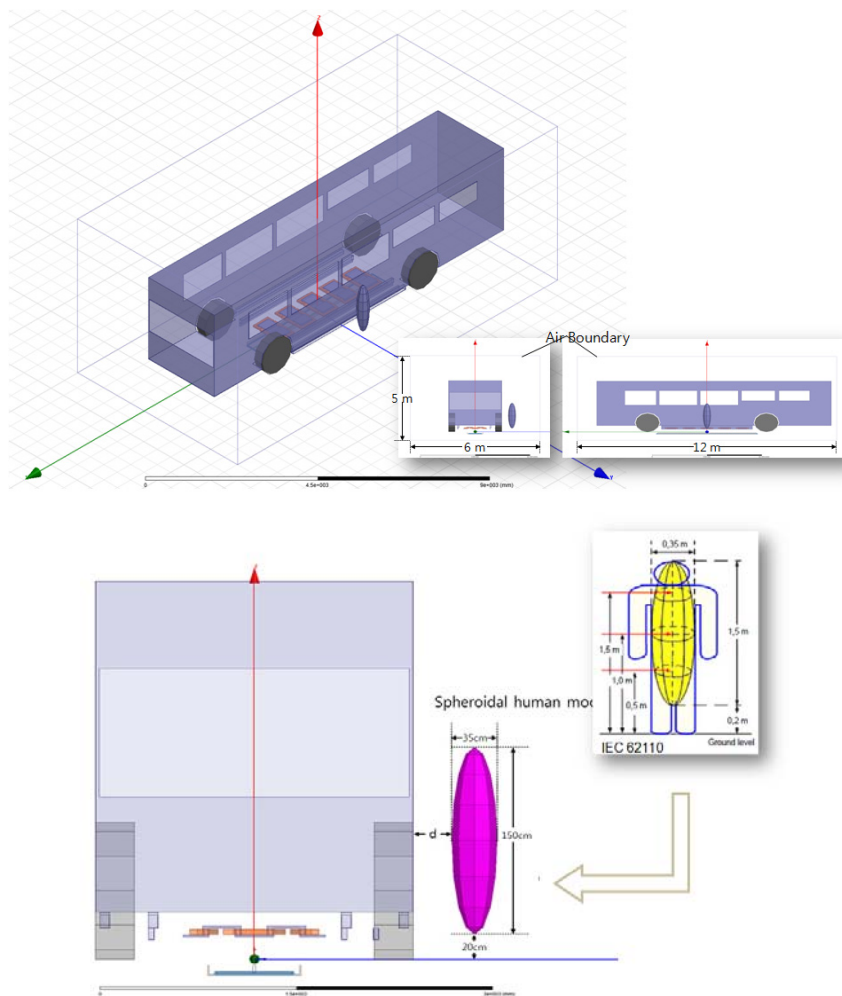


그림 6-4. OLEV(위)와 인체(아래) 수치해석 모델(KAIST 안승영 교수)

온라인 전기자동차의 수치해석 분석을 위해 이용한 인체 모델은 IEC 62110의 spheroidal human model을 이용하였으며, 20kHz의 인체 전기상수 (상대유전율 : 15521, 손실탄젠트 : 2.939, 전기전도도 : 0.32288 S/m, 질량밀도 : 1090.4)를 사용하였다.

그림 6-5는 수치해석을 이용하여 계산한 전신평균값과 IEC 62110의 3-point 공간평균값에 대한 비교를 보여주고 있다. 계산결과 온라인전기자동차의 전자파 노출 조건 1의 경우 인체전신 평균과 3-point 공간평균 값에 대한 오차가 이격거리 5 cm에서 최대 4%, 1 m 이격거리에서 2%의 오차로 대체로 잘 일치함을 알 수 있다. 온라인 전기자동차의 실제 자기장 강도 측정은 Narda의 EHP-200을 이용하였다. 측면에서 자기장 강도가 최대가 되는 지점을 확인하기 위하여 이격거리 1m, 높이 0.2 m에서 측면을 따라 측정을 하였다.(그림 6-6 참조)

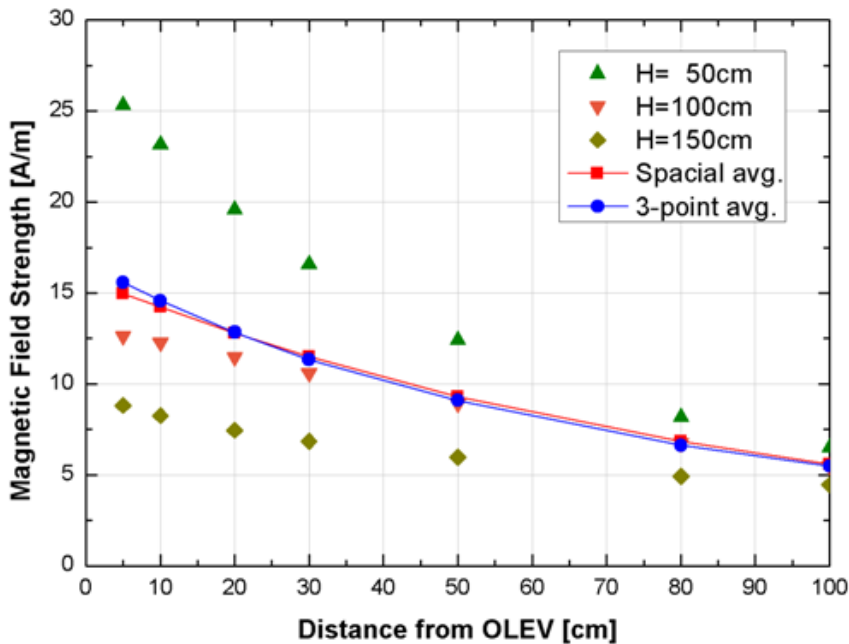


그림 6-5. OLEV의 전자파 노출량(전신평균, 3-point 평균)

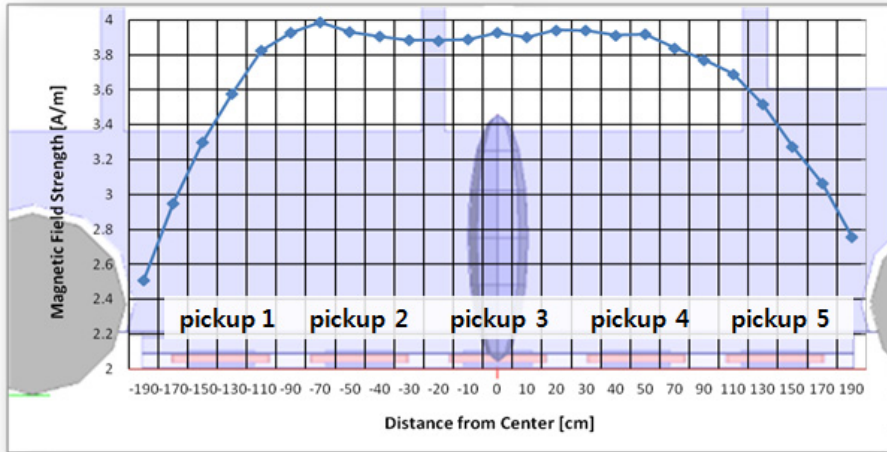


그림 6-6. OLEV 측면에서의 자기장 강도 분포

수치해석에서 확인한 3-point 공간평균 값을 구하기 위하여 이격거리 1 m에서 높이에 따른 자기장강도를 측정하였다. 노출조건 1의 경우 온라인 전기자동차 측면으로 사람이 근접할 수 있는 통상적인 최소 이격거리는 약 1 m로 하였다.

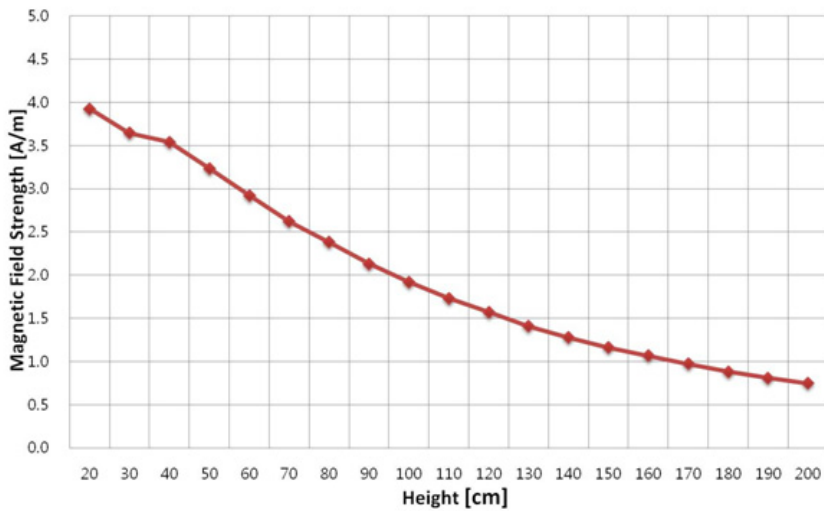


그림 6-7. OLEV 측면 1m 이격거리에서 높이에 따른 자기장 강도

높이에 따른 자기장강도 분포를 측정하고 높이 0.5 m, 1.0 m 1.5 m의 자기장 강도를 공간평균하면 2.1 A/m로 평가되어질 수 있다.

제4절 결론

무선전력전송기기의 경우 국제적으로 전자파 인체노출량을 평가할 수 있는 측정 표준은 없는 상태이다. 본 연구는 무선전력전송기기 중 온라인전기 자동차의 전자파 인체전신 노출 조건에서의 평가방법을 도출하기 위해 이와 유사한 노출 환경에서 규정된 IEC 62110 평가방법을 고찰하여 적용하였다. 수치해석 결과 온라인 전기자동차의 외부에서의 전자파 인체전신 노출량은 3-point 공간평균 방법으로 계산한 결과와 최대오차 4%로 거의 일치함을 알 수 있었으며 3-point 공간평균값 방법의 타당성을 확인하였다.

향후 온라인 전기자동차의 내부에서 수치해석 평가를 통해 5-point 평가방법에 대한 타당성 검증이 필요하며 2013년에 이에 대한 연구를 수행할 예정이며, 기준레벨인 전자파강도 뿐만 아니라 기본 한계에 대한 이론적 검토가 필요하다.

제7장 결 론

본 연구에서는 전자파의 인체영향과 관련된 국내·외 표준화 동향을 분석하였다. IEC TC106, GLORE, IEEE ICES, BEMS, ITU-T SG5 등 국제 회의에서 논의된 각국의 전자파 인체영향 연구 및 전자파 인체보호 제도의 동향을 파악하였으며, 표준화 관련 주요한 이슈를 정리하여 관련 산·학·연 등 관련 기관의 업무에 도움이 되고자 하였다.

2013년에 확대 시행되는 전자파흡수율 기준에 대비하여 SAR 측정기준 고시 및 공고 제·개정(안)과 150 MHz의 SAR 측정방법(안)을 마련하였다. 특히 150 MHz 대역에 대해서는 수치해석을 이용하여 표준 다이폴안테나 규격과 시스템 검증에 대한 SAR 기준값을 도출하였으며, 이를 이용하여 프로브 교정을 통해 150 MHz 대역의 측정결과를 확인하였다. 미국 FCC에서 사용하는 150 MHz 측정방법인 외삽을 통한 프로브 교정방법의 신뢰성에 대해서는 향후 검증이 필요하며, 본 연구를 통해 마련된 규격은 보완 검증을 통해 국제 표준으로 추진될 수 있을 것으로 기대한다.

무선전력전송기기의 경우 국제적으로 전자파 인체노출량을 평가할 수 있는 측정 표준은 없는 상태이다. 본 연구는 무선전력전송기기 중 온라인전기자동차의 전자파 인체전신 노출 조건에서의 평가방법을 도출하기 위해 이와 유사한 노출 환경에서 규정된 IEC 62110 평가방법을 고찰하여 적용하였다. 수치해석 결과, 온라인 전기자동차의 외부에서의 전자파 인체전신 노출량은 3-point 공간평균 방법으로 계산한 결과와 최대 오차 4%로 거의 일치함을 알 수 있었으며, 3-point 공간평균값 방법의 타당성을 확인하였다. 이를 토대로 온라인 전기자동차 등 무선전력전송시스템의 전자파 인체노출량 평가방법에 대한 일반 표준(안)을 마련하였다. 향후 온라인 전기자동차의 내부에서 수치해석 평가를 통해 5-point 평가방법에 대한 타당성 검증이 필요하며, 2013년에 기준레벨인 전자파강도 뿐만 아니라 기본 한계에 대한 이론적 연구를 수행할 예정이다.

또한, 일반인들에게 전자파 인체영향에 대한 올바른 이해를 돕기 위하여 국립전파연구원 홈페이지에 휴대전화의 전자파흡수율 값을 공개하였으며, 어린이들의 올바른 휴대전화의 사용을 위하여 휴대전화의 안전이용 지침을

마련하여 배포하였다.

국립전파연구원은 향후 전자파가 인체에 미치는 영향이 정량적으로 명확히 밝혀질 때까지 예방적 차원에서 국민의 건강을 보호하고, 전자파에 대한 막연한 불안감을 불식시키기 위한 노력을 지속적으로 해 나갈 것이다.

[참고문헌]

- [1] “전자파 인체보호기준”, 방송통신위원회고시 제2009-27호, 2009.11.5.
- [2] “전자파강도 및 전자파흡수율 측정대상 기자재”, 방송통신위원회고시 제2011-10호, 2011.1.26.
- [3] “전자파흡수율 측정기준”, 전파연구소고시 제2010-45호, 2010.12.29.
- [4] “전자파강도 측정기준”, 전파연구소고시 제2010-46호, 2012.12.29.
- [5] IEC Std. 62209-1 "Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz)", 2005.
- [6] IEC Std. 62209-2 "Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for wireless communication device used in close proximity to the human body(frequency range of 30 MHz to 6 GHz)", 2010.
- [7] IEEE Std. 1528 “IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices : Measurement Techniques”, 2003.
- [8] FCC OET Bulletin 65 Supplement C, "Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields", 2001.
- [9] 2000 Telecommunications Technology Council Report of JAPAN, "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.
- [10] IEC 62233 : Measurement methods for EMFs of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure(10Hz to 400 kHz)
- [11] IEC 61786(1998) : Measurement of low frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human beings-Special

- requirements for instruments and guidance for measurements(15 Hz to 9 kHz)
- [12] IEC 62311(2007) : Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields(0 Hz ~ 300 GHz)
- [13] EN 50492(2008) : Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations
- [14] IEEE Std C 95.3(2005) : Recommend Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic fields with Respect to Human Exposure to Such Fields(100 kHz ~ 300 GHz)
- [15] IEEE Std C95.3.1(2010) : Recommend Practice for Measurements and computations of Electric, Magnetic, and Electromagnetic fields with Respect to Human Exposure to such Fields(0 Hz to 100 kHz)
- [16] IEEE Std C95.1.3.1(2010) : Recommend Practice for Measurements and computations of Electric, Magnetic, and Electromagnetic fields with Respect to Human Exposure to such Fields(0 Hz to 100 kHz)
- [17] DD ENV 50166-2(1995) : Human exposure to electromagnetic fields - high frequency(10 kHz to 300 GHz)
- [18] DD ENV 50166-1(1995) : Human exposure to electromagnetic fields - low frequency(0 Hz to 10 kHz)
- [19] EN_50400(2006.8.) Basic Standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission(110MHz-40GHz)
- [20] IEC 62577Ed.1 : Basic standard for the evaluation of human exposure to electromagnetic fields from a stand alone broadcast transmitter (30 MHz - 40 GHz)

- [21] EN 50383(2002) : Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110 MHz - 40 GHz)
- [22] EN 50420 (2006.8.) Basic standard for the evaluation of human exposure to electromagnetic fields from stand alone broadcast transmitter (30 MHz - 40 GHz)
- [23] ICNIRP STATEMENT RELATED TO THE USE OF SECURITY AND SIMILAR DEVICES UTILIZING ELECTROMAGNETIC FIELDS, ICNIRP, Health Physics, Volume 87, Number 2, August 2004.
- [24] Choi D. et al, "Investigating the effect of the electromagnetic field from a mobile phone on the hearing aid", Bioelectromagnetics Society 32nd Annual Meeting, 2010. 6.
- [25] A. Kurs, A. Karalis, R. Moffatt, J.D. Joannopoulos, P. Fisher, M. Soljacic', Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances, Science 317, 83, 2007.
- [26] Shinohara, N., T. Mitani, and H. Matsumoto, Development of High Power Rectenna for Ground Applications of Microwave Power Transmission, International Symposium on Radio System and Space Plasma, Bulgaria, Proceedings CD-ROM, Sep. 2-4, 2007.
- [27] FCC KDB 680106 D01 RF Exposure Wireless Charging Apps v01 (<http://fjallfoss.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=31403>)
- [28] Findlay R P and Dimbylow P J 2005 Effects of posture on FDTD calculations of specific absorption rate in a voxel model of the human body Phys. Med. Biol. 50 3825-35
- [29] Dimbylow P and Bolch W 2007 Whole-body averaged SAR from 50 MHz to 4 GHz in the University of Florida child voxel phantoms Phys. Med. Biol. 52 6639-49

- [30] Hirata A, Ito N, Fujiwara O, Nagaoka T and Watanabe S 2008 Conservative estimation of whole-body-averaged SARs in infants with homogeneous and simple-shaped phantom in the GHz region *Phys. Med. Biol.* 53 7215-23
- [31] Nagaoka T and Watanabe S 2008 Postured voxel-based human models for electromagnetic dosimetry *Phys. Med. Biol.* 53 7047-61
- [32] Nagaoka T, Kunieda E and Watanabe S 2008 Proportion-corrected scaled voxel models for Japanese children and their application to the numerical dosimetry of specific absorption rate for frequencies from 30 MHz to 3 GHz *Phys. Med. Biol.* 53 6695-711
- [33] Conil E, Hadjem A, Lacroux F, Wong M F and Wiart J 2008 Variability analysis of SAR from 20 MHz to 2.4 GHz for different adult and child models using finite-difference time-domain *Phys. Med. Biol.* 53 1511-1525
- [34] Hirata A, Ito N, Fujiwara O, Nagaoka T and Watanabe S 2009 Influence of electromagnetic polarization on the whole-body averaged SAR in children for plane-wave exposures *Phys. Med. Biol.* 54 41-8
- [35] Findlay R P, Lee A-K and Dimbylow P J 2009 FDTD calculations of SAR for child voxel models in different postures between 10 MHz and 3 GHz *Radiat. Prot. Dosim.* 135 (4) 226-31
- [36] Lee A-K, Byun J-K, Park J-S, Choi H-D and Yun J-H 2009 Development of 7-year-old Korean child model for computational dosimetry *ETRI J.* 31, 237 - 9
- [37] Bakker J F, Paulides M M, Christ A, Kuster N and Rhoun G C van 2011 Assessment of induced SAR in children exposed to electromagnetic plane waves between 10 MHz and 5.6 GHz *Phys. Med. Biol.* 56 3115-3130
- [38] Lee A-K, Choi H-D 2012 Determining the influence of Korean population variation on whole-body average SAR *Phys. Med. Biol.* 57 2709-2725

[부록 1] 전자파흡수율 측정기준 및 측정방법 고시 개정(안)

1. 개정이유

전자파인체보호기준과 전자파강도·전자파흡수율 측정대상 기자재 고시 개정으로 전자파흡수율 기준이 세분화되고 대상 기자재가 확대 시행(2013년 1월 1일)됨에 따라 전자파흡수율 측정기준을 개정하고자 함

2. 주요내용

- 가. 전자파인체보호기준의 전자파흡수율 기준 세분화 및 대상기자재 확대에 따라 인체에서 20 cm 이내에서 사용하는 휴대용 무선설비의 몸통 전자파흡수율(SAR) 측정절차 신설(안 3조, 별표 2)
- 나. 전자파인체보호기준의 전자파흡수율 기준 시행일을 고려하여 2013년 1월 1일부터 시행(부칙)

3. 참고사항

- 가. 관계법령 : 전파법 제47조의2
- 나. 기 타 : 신·구 조문 대비표(별첨)

● 국립전파연구원고시 제2012-23호

전파법 제47조의2제1항과 동법 시행령 제123조제1항제2호의 규정에 의하여 전자파흡수율 측정기준 및 측정방법(전파연구소고시 제2010-45호, 2010.12.29.) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2012년 12월 6일

국립전파연구원장

전자파흡수율 측정기준 및 측정방법 일부개정(안)

전자파흡수율 측정기준 및 측정방법 고시중 다음과 같이 개정한다.

제명 “전자파흡수율 측정기준 및 측정방법”을 “전자파흡수율 측정기준”으로 한다.

제2조(적용범위)제1항 중 “국부노출에 대한”을 삭제하고, 제2항 중 “전파연구소장이”를 “방송통신위원회가”로 하고, 같은 조항 중 “측정 대상 기기·측정방법”을 “측정대상 기자재”로 하며, 같은 조항 중 “대상기기”는 “전자파흡수율 측정대상 기자재”로 한다.

제3조(시험방법)을 (측정방법)으로 하고 동조 제1항 중 “휴대용 무선기기의 전자파흡수율 측정절차”를 “귀에 근접하여 사용하는 휴대용 무선설비의 전자파흡수율 측정절차와 별표2의 인체에 근접하여 사용하는

휴대용 무선설비의 전자파흡수율 측정절차”로 한다.

동조 제2항을 “국립전파연구원장은 제1항에 따른 전자파흡수율 측정 방법 및 측정기준 적용에 대한 시험 및 확인방법 등에 관한 세부사항을 정하여 고시할 수 있다.”로 한다.

동조 제3항을 “제1항내지 제2항에서 규정하는 시험방법을 적용하는 것이 어려운 경우 방송통신 국가표준이나 한국정보통신기술협회 단체 표준, 국제전기기술위원회(IEC), 국제전기전자기술학회(IEEE) 등 표준화 기구에서 규정한 시험방법을 대체하여 적용할 수 있다.”로 한다.

제4조(재검토기한) 중 “2012년 12월 31일”을 “2015년 12월 31일”로 한다.
별표 2를 별지와 같이 신설한다.

부 칙

제1조 이 고시는 2013년 1월 1일부터 시행한다.

신·구조문 대비표

현 행	개 정 안	개 정 이유
<p style="text-align: center;">전자파흡수율 측정기준 및 측정방법</p> <p>제1조(목적) 제2조(적용범위) ①이 고시는 방송통신위원회가 정하여 고시한 전자파인체보호기준에서 규정한 국부노출에 대한 전자파흡수율 기준의 적합성 평가에 적용한다.</p> <p>②이 고시는 <u>전파연구소장이</u> 정하여 고시한 전자파강도 및 전자파흡수율 측정 대상기기 측정 방법에서 정한 <u>대상기기</u>에 적용한다.</p> <p>제3조(시험방법) ①전자파흡수율 측정을 위한 시험방법은 별표1의 휴대용 무선기기의 전자파흡수율 측정절차를 적용한다.</p> <p>②기기 형태의 차이 등으로 인해 제1항에서 규정하는 시험방법을 적용하는 것이 어려운 경우 방송통신 국가표준이나 한국정보통신기술협회 단체표준, 국제전기기술위원회(IEC), 국제전기전자기술학회(IEEE) 등에서 규정한 시험방법을 대체하여 적용할 수 있다.</p> <p><신설></p>	<p style="text-align: center;">전자파흡수율 측정기준</p> <p><현행과 같음> 제2조(적용범위) ①이 고시는 방송통신위원회가 정하여 고시한 전자파인체보호기준에서 규정한 전자파흡수율 기준의 적합성 평가에 적용한다.</p> <p>②이 고시는 <u>방송통신위원회가</u> 정하여 고시한 전자파강도 및 전자파흡수율 측정대상 기자재에서 정한 <u>전자파흡수율 측정대상 기자재</u>에 적용한다.</p> <p>제3조(측정방법) ①전자파흡수율 측정방법은 별표1의 <u>귀에 근접하여 사용하는 휴대용 무선설비의 전자파흡수율 측정절차와 별표2의 인체에 근접하여 사용하는 휴대용 무선설비의 전자파흡수율 측정절차</u>를 적용한다.</p> <p>②국립전파연구원은 제1항에 따른 전자파흡수율 측정방법에 관한 세부사항을 정하여 공고할 수 있다.</p> <p>③제1항내지 제2항에서 규정하는 시험방법을 적용하는 것이 어려운 경우 <u>방송통신 국가표준이나 한국정보통신기술협회 단체표준, 국제전기기술위원회(IEC), 국제전기전자기술학회(IEEE) 등 표준화 기구에서 규정한 시험방법을 대체하여 적용할 수 있다.</u></p>	<p>○ 전파법 제47조의2에 따라 고시 명칭 변경</p> <p>○ 전자파인체보호기준 고시 반영</p> <p>○ 대상기자재 관련 방통통신위원회 고시 반영</p> <p>○ 전자파인체보호기준의 전자파흡수율 기준 확대에 따라 몸통 전자파흡수율 측정절차를 별표 2로 추가하여 적용</p> <p>○ 다양한 형태의 기기 및 복잡한 측정 조건 등으로 고시 적용이 어려운 경우 세부 시험방법 및 조건을 국립전파연구원 공고로 준용할 수 있도록 함</p>

현 행	개 정 안	개정 이유
제4조(재검토기한) 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」(대통령령 제248호)에 따라 이 고시 발령 후 법령이나 현실 여건의 변화 등을 검토하여 이 고시의 폐지, 개정 등의 조치를 하여야 하는 기한은 <u>2012년 12월 31일까지</u> 로 한다.	제4조(재검토기한) 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」(대통령령 제248호)에 따라 이 고시 발령 후 법령이나 현실 여건의 변화 등을 검토하여 이 고시의 폐지, 개정 등의 조치를 하여야 하는 기한은 <u>2015년 12월 31일까지</u> 로 한다.	o 고시 재검토 기한을 3년(2015년 12월 31일)으로 정함
	부 칙 이 고시는 2013년 1월 1일부터 시행한다.	o 전자파인체보호기준의 전자파 흡수율 기준 시행일 반영
[별표 1] <u>휴대용 무선기기의 전자파흡수율 측정절차(제3조제1항 관련)</u>	[별표 1] <u>귀에 근접하여 사용하는 휴대용 무선설비의 전자파흡수율 측정절차(제3조제1항 관련)</u>	
<신설>	[별표 2] <u>인체에 근접하여 사용하는 휴대용 무선설비의 전자파흡수율 측정절차(제3조제1항 관련)</u>	o 전자파흡수율 기준 세분화에 따라 몸통 SAR에 대한 방송통신 국가표준 측정방법과 국제 표준화 기구(IEC)의 측정표준 반영

[부록 2] 전자파흡수율 측정방법에 관한 세부사항 공고 제정(안)

1. 제정이유

전자파인체보호기준과 전자파강도·전자파흡수율 측정대상 기자재 고시 개정으로 전자파흡수율 기준이 세분화되고 대상 기자재가 확대 시행(2013년 1월 1일)됨에 따라 현재 개정중에 있는 「전자파흡수율 측정기준 및 측정방법 고시」 제3조제2항의 규정에 의하여 특이한 구조나 복잡한 측정 조건 등으로 인해 고시 적용이 어려운 경우의 세부 측정방법 등을 공고하려는 것임.

2. 주요내용

가. 특이한 구조나 복잡한 측정조건 등으로 인해 「전자파흡수율 측정 기준 고시」 적용이 어려운 경우 세부 측정방법 등을 규정함(제1조).

나. 인체에서 20 cm 이내에서 사용하는 휴대용 무선설비의 전자파흡수율(SAR) 측정기준에 적용이 어려운 측정방법을 공고로 신설(안 3조, 별표 1~7)

다. 전자파인체보호기준의 전자파흡수율 기준 시행일을 고려하여 2013년 1월 1일부터 시행(부칙)

● 국립전파연구원 공고 제2012-43호

「전자파흡수율 측정기준 고시」 제3조제2항의 규정에 의하여 「전자파흡수율 측정방법에 관한 세부사항」을 다음과 같이 제정·공고합니다.

2012년 12월 6일

국립전파연구원장

전자파흡수율 측정방법에 관한 세부사항

제1조(목적) 이 공고는 「전자파흡수율 측정기준 고시」(이하 “고시”라 한다.) 제3조제2항의 규정에 의하여 특이한 구조나 복잡한 측정조건 등으로 인해 고시 적용이 어려운 경우 세부 측정방법 등을 정함을 목적으로 한다.

제2조(일반사항) 전자파흡수율 측정시 측정대상 기자재의 출력은 공중선의 급전선에 공급되는 평균 전력(채널 출력)을 말한다.

제3조(측정방법) 전자파흡수율 측정방법에 관한 세부사항은 다음 각항과 같다.

- ① 150 MHz 주파수 대역에 대한 전자파흡수율 측정방법은 별표 1을 적용한다.
- ② 내장형 안테나를 갖는 휴대전화의 국부(귀 부분) 전자파흡수율은 별표 2의 간소화 측정방법을 적용할 수 있다.

- ③ LTE 단말기에 대한 전자파흡수율 측정방법은 별표 3을 적용할 수 있다.
- ④ 다중 전자파 노출 측정대상 기자재의 전자파흡수율 측정방법은 별표 4를 적용한다.
- ⑤ 얼굴 전면에서 사용하는 무선마이크의 전자파흡수율 측정방법은 별표 5를 적용한다.
- ⑥ RF 모듈을 사용하는 측정대상 기자재의 전자파흡수율은 별표 6의 RF 모듈에 대한 전자파흡수율 측정방법을 적용할 수 있다.
- ⑦ USB 형태의 무선랜용 측정대상 기자재에 대한 전자파흡수율 측정방법은 별표 7을 적용한다.

부 칙<제2012-xx호, 2012.12.xx.>

이 공고는 2013년 1월 1일부터 시행한다.

[별표 1] 150 MHz 주파수 대역에 대한 전자파흡수율 측정조건

제1조(일반사항) 이 측정조건은 150 MHz 주파수 대역에서 운용하는 측정대상 기자재의 전자파흡수율 측정에 적용한다. 150 MHz 주파수 대역에 대한 기본 측정절차는 「전자파흡수율 측정기준 고시」(이하 “고시”라 한다.)의 별표 2의 측정절차에 따르며, 고시에서 규정하지 않는 측정방법의 세부사항은 본 측정조건에 따라 측정한다.

제2조(측정조건) 측정절차는 고시의 별표 2에 따르며, 150 MHz 주파수 대역에 대한 전자파흡수율 측정 조건은 다음을 만족하여야 한다.

- ① 평면모의인체는 $1000\text{ mm} \times 800\text{ mm} \times 170\text{ mm}$ 이상의 크기를 갖어야 하며, 그보다 작은 크기를 사용할 경우에는 전자파흡수율 평가에서 크기로 인한 영향이 1% 미만인 것을 보여야 한다.
- ② 150 MHz 주파수 대역에 대한 생체조직등가용액의 전기적 특성은 고시에서 규정한 값을 사용하여야 한다.
- ③ 150 MHz 주파수 대역에 대한 기준 다이폴의 물리적 크기는 다음과 같다. 반사손실은 -20 dB 보다 작아야 하며, 벌룬쇼크섹션(balun choke section)의 길이(h)를 미세 조정할 수 있다.

주파수 [MHz]	L [mm]	h [mm]	d [mm]
150	760.0	500	6.35

- ④ 150 MHz 주파수 대역의 기준 SAR 값은 FDTD 수치해석 방법을 이용하여 계산되었으며, 다음과 같다.

주파수 [MHz]	1g SAR [W/kg]	10g SAR [W/kg]	급전점 위 표면에서의 국부 SAR[W/kg]	급전점에서 y=2cm 떨어진 표면에서의 국부 SAR[W/kg]
150	1.08	0.77	1.4	0.8

주) 수치해석 기준 SAR 값은 1W의 순방향 전력에 대해 정규화 되었으며, 1300 mm × 900 mm × 200 mm 크기의 평면모의인체를 사용하여 계산되었다.

- ⑤ 150 MHz 주파수 대역에 대한 프로브 교정은 수직개방형사각 도파관 대신 제2조의 3항내지 4항의 기준 다이폴과 평면모의인체를 이용한다. 만일 300 MHz 주파수 대역 이상의 교정인자로부터 외삽하여 150 MHz 주파수 대역의 교정인자를 도출한 경우에는 이에 대한 검증 결과를 전자파흡수율 시험성적서에 문서화하여야 한다.

[별표 2] 전자파흡수율의 간소화 측정방법

1. 내장형 안테나를 갖는 휴대전화의 국부(귀 부분) 전자파흡수율은 다음 각 항들의 조건에 따라 간소화 측정방법을 적용할 수 있다.

가. 내장형 안테나가 휴대전화의 하단(휴대전화 밑면으로부터 2.5 cm 이내)에 위치한 경우, 접촉위치 조건에서 측정한 해당 안테나의 전자파흡수율 값이 전자파흡수율 기준(이하 “기준”이라 한다.)의 50% 이하이면 경사위치 조건의 전자파흡수율 측정은 제외한다.

나. 내장형 안테나가 휴대전화의 하단 이외에 위치한 경우, 접촉위치에서 가장 큰 전자파흡수율 값을 갖는 채널에 대하여 경사위치 조건의 전자파흡수율을 측정하고 그 값이 기준의 50% 이하이면 나머지 다른 채널의 경사위치 조건 측정은 제외한다.

2. 전자파흡수율 간소화 측정방법을 적용한 대상기자재의 시험성적서에는 적용 근거(내장형 안테나의 위치 도면 등)를 명시하여야 한다.

[별표 3] LTE 단말기에 대한 전자파흡수율 측정방법

제1조(측정방법) 전자파흡수율 측정을 위한 측정방법은 전자파흡수율 측정기준의 측정방법을 따른다. 단, 측정 절차 중 측정조건 및 SAR 최대값 결정 방법은 제1항과 제2항에 따라 순차적으로 수행하여야 한다.

① (1단계 측정 조건) 측정 조건에서 측정한 결과값들이 1.45 W/kg를 넘지 않는 경우, 다음 각 호에 따라 단계별 최대 SAR값이 나오는 측정 조건을 찾고 그 외의 조건들을 소거하는 방법을 이용하여 최대 SAR값을 찾아가는 절차를 적용한다.

1. 최대 변조(QPSK, 16QAM 등) 조건에 대한 결정은 측정 조건을 중심 채널, 오른쪽 접촉 위치, 최대 대역폭 및 1RB로 고정한후 측정을 하고, 측정 결과중 가장 높은 SAR값의 변조 조건만 취하고 나머지 조건은 소거한다.
2. 최대 대역폭(5 , 10 MHz 등) 조건에 대한 결정은 측정 조건을 중심 채널, 오른쪽 접촉 위치, 최대 변조 및 1RB로 고정한후 측정을 하고, 측정 결과중 가장 높은 SAR값의 대역폭 조건만 취하고 나머지 조건은 소거한다.
3. 최대 RB(1. 50%, 100% RB 등) 크기 조건에 대한 결정은 측정 조건을 중심 채널, 오른쪽 접촉 위치, 최대 변조 및 대역폭을 고정한후 측정을 하고, 측정 결과중 가장 높은 SAR값의 RB 조건만 취하고 나머지 조건은 소거한다.
4. 최대 시험 위치(접촉, 경사, 왼쪽, 오른쪽 등) 조건에 대한 결정은 측정 조건을 중심 채널, 최대 변조, 대역폭 및 RB를 고정한후 측정을 하고, 측정 결과중 가장 높은 SAR값의 시험 위치 조건만 취하고 나머지 조건은 소거한다.
5. 제4호의 결과 중 최대 전자파흡수율이 측정되는 조건에서 나머지

저(Low), 고(High) 채널에서도 전자파흡수율을 측정한다.

6. 제5호까지의 결과 중 가장 높은 전자파흡수율 값을 피시험기기의 최대 전자파흡수율 값으로 결정한다.

② (2단계 측정 조건) ①항의 제1호에서 측정한 결과값들이 1.45 W/kg를 넘는 경우, 다음 각 호에 따라 순차적으로 수행하여야 한다.

1. 변조, 대역폭, RB 크기 등의 조건에서 조합 가능한 모든 측정 조건에 대하여 전자파흡수율을 측정한다.
2. 제1호의 결과 중 최대 전자파흡수율이 측정되는 조건에서 최대 시험 위치(접촉, 경사, 왼쪽, 오른쪽 등) 조건별로 전자파흡수율을 측정한다.
3. 제2호의 결과 중 최대 전자파흡수율이 측정되는 조건에서 나머지 저(Low), 고(High) 채널에서도 전자파흡수율을 측정한다.
4. 제3호까지의 결과 중 가장 높은 전자파흡수율 값을 피시험기기의 최대 전자파흡수율 값으로 결정한다.

[별표 4] 다중 전자파 노출 측정대상 기자재의 전자파흡수율 측정방법

제1조(일반사항) 이 측정방법은 동시에 여러 주파수에서 동작할 수 있는 다중 전송 모드를 갖는 측정대상 기자재에 적용한다. 단, 제3조의 시험방법의 체적 계산 또는 고속 측정 장비를 이용하여 체적 공간 전자파흡수율 최대값을 구할 수 없을 경우, 모든 측정조건에 대하여 체적 전자파흡수율 분포를 측정하여 다중 전자파 노출 측정대상 기자재의 최대 공간 평균 전자파흡수율 값을 구하여야 한다.

제2조(측정방법) ① 각각의 통신방식에 대하여 전자파흡수율을 측정하고, 2가지 이상의 통신방식이 동시에 동작하는 모든 측정조건에 대한 전자파흡수율 값을 합산한다.

② 합산한 전자파흡수율 값이 모두 전자파흡수율 기준 이하일 경우, 제1항에서 측정한 단일 통신방식의 전자파흡수율 값 중 가장 큰 값을 최대 전자파흡수율 값으로 정한다.

③ 합산한 전자파흡수율 값이 전자파흡수율 기준을 초과하는 조건의 경우, 다음의 합산 방법을 이용하여 다중 노출 합산 전자파흡수율을 얻을 수 있다.

1. 공간분포 전자파흡수율 계산을 이용한 합산 방법 : 각각의 단일 통신방식에 대한 표면분포 전자파흡수율 측정값으로부터 공간분포 전자파흡수율을 계산하고 공간적으로 합산하여 전자파흡수율 값을 구한다. 이 때 공간분포 전자파흡수율 계산에 사용된 알고리즘과 불확정도는 시험성적서에 명시하여야 한다.

2. 고속 전자파흡수율 측정시스템을 이용한 합산 방법 : 고속 전자파흡수율 측정시스템을 이용하여 각각의 공간분포 전자파흡수율을

측정하고 공간적으로 합산하여 전자파흡수율 값을 구한다.

- ④ 제3항에서 구한 다중 노출 전자파흡수율 값 중 최대 전자파흡수율 값을 갖는 조건에 대하여 각각의 단일 통신방식에 대한 체적분포 전자파흡수율을 측정하고 공간적으로 합산하여 최대 다중 노출 전자파흡수율 값으로 정한다.

[별표 5] 얼굴 전면(前面)에서 사용하는 무선마이크의 전자파흡수율 측정방법

제1조(측정방법) 무선마이크에 대한 전자파흡수율 측정방법은 다음 각 항에 따라 수행하여야 한다.

① 무선마이크의 전자파흡수율 측정방법

1. 무선마이크의 상단과 하단의 중간 지점간의 연결선을 마이크의 기준선으로 한다. 이 기준선을 기준으로 하여 90° 간격으로 전자파흡수율을 측정하여 안테나로부터 최대 방사가 되는 각도를 확인한다. 확인된 그 지점을 최대 출력 위치의 조건을 측정 지점으로 한다.

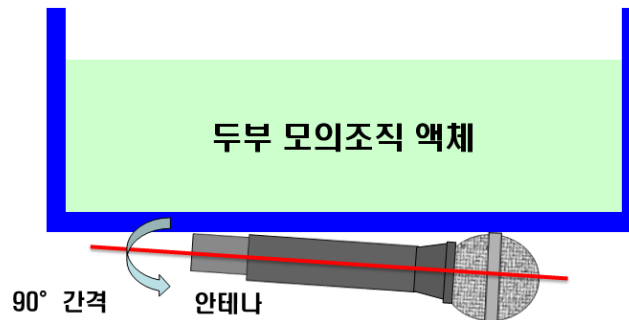


그림 1. 무선 마이크의 기준선 설정

2. 측정은 그림 2와 같이 밀착 위치 조건에서 측정한다. 단, 밀착 위치 조건은 무선 마이크의 상단과 하단이 평면모의인체의 바깥쪽 중간에 밀착하여야 하며, 하단의 접촉 부위는 제1항에서 찾은 측정지점과 일치하도록 한다.

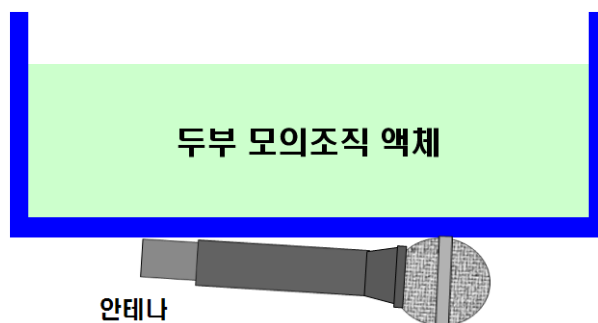


그림 2. 마이크 형태의 SAR 측정조건(밀착 위치 조건)

- 제2호의 측정조건에 따라 측정한 결과를 최대 전자파흡수율 값으로 정한다.

② 송신 장치의 SAR 측정방법

- 측정 조건은 그림 3과 같이 송신 장치의 뒷면과 평면모의인체의 바깥쪽 표면 부분과 평행하면서 2.5 cm의 이격을 둔다.

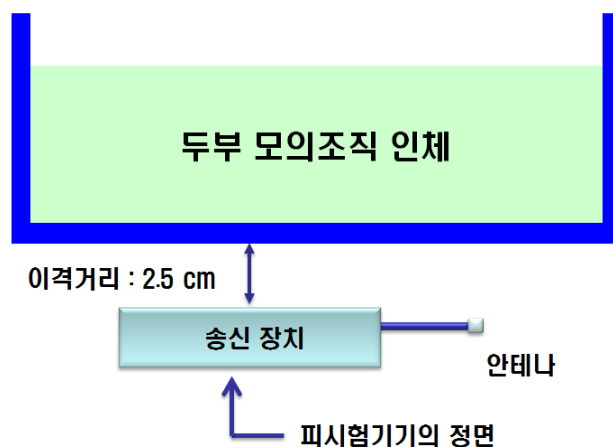


그림 3. 송신 장치의 SAR 측정조건

- 제1호의 측정조건에 따라 측정한 결과를 최대 전자파흡수율 값으로 정한다.

[별표 6] RF 모듈에 대한 전자파흡수율 측정방법

제1조(측정방법) RF 모듈의 전자파흡수율 측정을 위한 측정방법은 다음 각 항에 따라 수행하여야 한다. 단, 모든 설정 조건들은 전자파 흡수율 시험성적서에 기록하여야 한다.

① 일반적인 요구조건

1. RF 모듈에 연결되는 측정용 안테나는 시험 의뢰자가 제공하여야 하며, 측정용 안테나의 이득은 전자파흡수율 시험성적서에 기록하여야 한다. 단, 새로운 안테나를 적용시 기존의 측정한 안테나의 이득보다 높은 안테나를 사용할 경우는 재측정을 해야 한다.
2. 다중 전자파 노출의 기능이 있는 RF 모듈인 경우, 측정은 별표 4(다중 전자파 노출 측정대상 기자의 측정방법)에 따라 측정한다. 단, 두 개 이상의 RF 신호의 핸드오버(hand-over) 시간을 고려하여 30초 이상의 다중 전자파 노출 시간을 가져야 한다. 그러나 30초 미만의 다중 전자파 노출은 다중 전자파 노출로 판단하지 않는다.

② RF 모듈의 전자파흡수율 측정조건

1. RF 모듈에 연결되는 측정용 안테나와 평면모의인체의 바깥쪽 표면 부분과의 이격거리는 전자파흡수율 측정 의뢰자가 제시하는 이격거리로 설정한다.

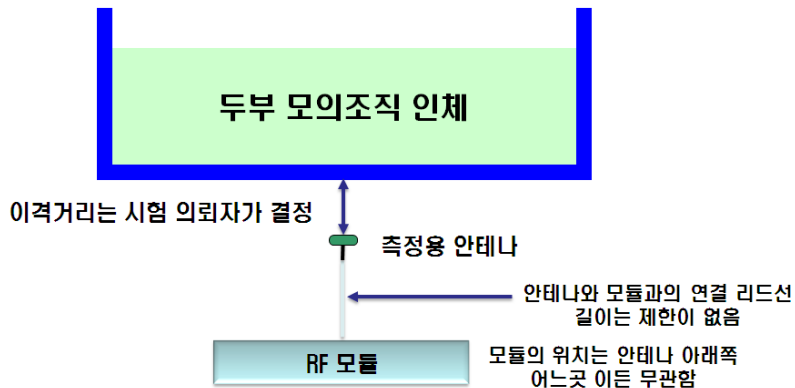


그림 1. 모듈 SAR 측정조건

2. RF 모듈과 안테나와의 연결 동축선(리드선) 길이는 제한이 없으며, RF 모듈의 위치는 안테나 아래쪽으로 어느 곳에 위치하든 무관하다. 단, 연결 리드선의 길이와 RF 모듈의 위치 설명서(사진)을 전자파흡수율 시험성적서에 기재해야 한다.

제2조(면제 조건) 완제품에 대한 전자파흡수율 인증 면제조건은 RF 모듈의 전자파흡수율 시험 인증시 RF 모듈에 연결된 안테나와 평면모의인체와의 이격거리보다 완제품에 탑재되는 RF 안테나의 위치와 인체 접촉 최단면과의 이격거리가 더 큰 경우에만 해당된다. 다음 각 항의 조건에 따라 면제 적용을 하는 완제품을 결정하여야 한다.

- ① 전자파흡수율 측정 결과값이 기준 대비 25%(1g 평균) 이하의 값으로 인증 받은 경우
 1. RF 모듈을 사용하는 모든 완제품에 대하여 전자파흡수율 인증을 면제한다.
 2. 단, 완제품에 사용된 RF 모듈의 전도성 전력(conductive power)이 RF 모듈의 전자파흡수율 인증을 받을 때의 크기보다 작거나

동일한 경우 해당 모듈이 장착되는 모든 완제품의 SAR 인증을 면제한다.

- ② 전자파흡수율 측정 결과값이 기준 대비 25%(1g 평균) 초과하거나 50% 이하의 값으로 인증 받은 경우, RF 모듈 전자파흡수율 인증을 받을 때 측정 의뢰자가 지정한 완제품들에 대해서만 전자파흡수율 인증을 면제한다.

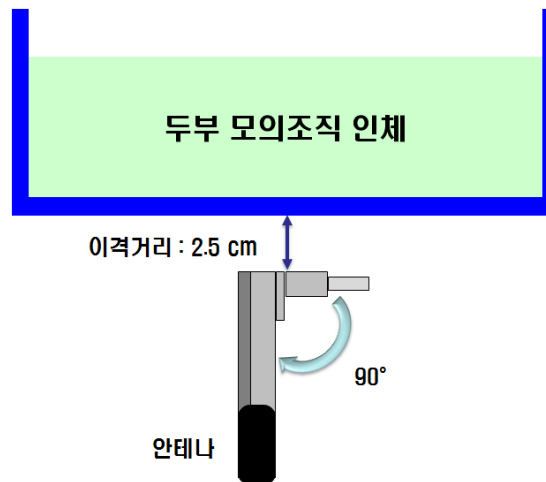
1. 단, 완제품에 사용된 RF 모듈의 전도성 전력(conductive power)이 RF 모듈의 전자파흡수율 인증을 받을 때의 크기보다 작거나 동일한 경우 해당 모듈이 장착되는 모든 완제품의 SAR 인증을 면제한다.

- ③ 전자파흡수율 측정 결과값이 기준 대비 50%(1g 평균) 초과하거나 100% 이하의 값으로 인증 받은 경우, RF 모듈이 탑재되는 모든 완제품에 대하여 전자파흡수율 인증을 해야 한다.

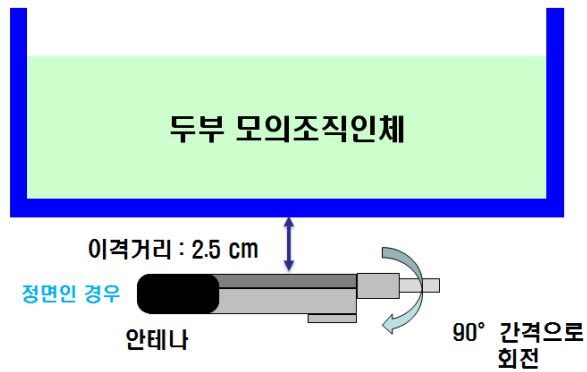
[별표 7] USB 형태의 무선랜용 측정대상 기자재에 대한 전자파흡수율 측정방법

제1조(측정방법) 무선랜용 USB 동글형태의 측정대상 기자재의 SAR 측정방법은 다음 각 항에 따라 수행하여야 한다.

- ① 측정대상 기자재는 태블릿 PC, 노트북 등에 탑재된 형태이거나 USB 연장선을 이용하여 연결되어 있어야 한다. 단, USB 연장선은 30 cm 이내이어야 하며, 측정대상 기자재의 출력 및 방사 특성에 영향이 없어야 한다.
- ② 측정은 90°로 접힌 조건(그림 1(a))과 일직선으로 편 조건(그림 1(b))에 대하여 측정하며, 일직선으로 편 조건에 대해서는 각 사면(정면, 뒷면, 왼쪽면, 오른쪽면)에 대하여 측정한다. 단, USB 동글과 평면모의인체와의 이격거리는 2.5 cm로 한다.



(a) 90°로 접힌 조건



(b) 일직선으로 편 조건

그림 2. 측정대상 기소재의 전자파흡수율 측정조건

- ③ 제2항의 측정 결과값들 중 가장 높은 값을 최대 전자파흡수율 값으로 정한다.

[부록 3] 전자파강도 측정기준 및 측정방법 고시 개정(안)

1. 개정이유

「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」(대통령훈령 제248호, 2009.4.23)에 따라 행정의 연속성을 위해 재검토기한을 연장하고 「방송통신위원회와 그 소속기관 직제 일부 개정령」(대통령령 제23082호, 2011. 8. 19)에 따라 관련 규정을 개정하려는 것임

2. 주요내용

- 가. 재검토기한 도래에 따라 행정의 연속성을 위해 재검토기한을 연장함
- 나. 고시 제명의 혼란 방지를 위하여 “전자파강도 측정기준 및 측정방법”을 “전자파강도 측정기준”으로 개정함
- 나. 별지 제1호서식, 별지 제2호서식중 “전파연구소고시”를 각각 “국립전파연구원고시”로 개정함

3. 참고사항

- 가. 관계법령 : 전파법 제47조의2
- 나. 기 타 : 신·구 조문 대비표(별첨)

● 국립전파연구원고시 제2012-21호

전파법 제47조의2제1항과 동법시행령 제123조제1항제3호의 규정에 의하여 전자파강도 측정기준 및 측정방법(전파연구소고시 제2010-46호, 2010.12.29.)을 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2012년 11월 6일

국립전파연구원장

전자파강도 측정기준 및 측정방법 고시 개정(안)

전자파강도 측정기준 및 측정방법 고시중 다음과 같이 개정한다.

제명 “전자파강도 측정기준 및 측정방법”을 “전자파강도 측정기준”으로 한다.

제12조중 “2012년 12월 31일”을 “2015년 12월 31일”로 한다.

별지 제1호서식, 별지 제2호서식중 “전파연구소고시”를 각각 “국립전파연구원고시”로 한다.

부 칙

제1조(시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

신 · 구조문 대비표

현행	개정안	개정 이유
전자파강도 측정기준 및 측정방법	전자파강도 측정기준	o 전파법 제47조의2에 따라 고시명칭 변경
제1조 내지 제11조(생략)	제1조 내지 제11조(현행과 같음)	
제12조(재검토기한) 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」(대통령훈령 제248호)에 따라 이 고시 발령 후 법령이나 현실여건의 변화 등을 검토하여 이 고시의 폐지, 개정 등의 조치를 하여야 하는 기한은 <u>2012년 12월 31일까지</u> 로 한다.	제12조(재검토기한) ----- ----- ----- ----- ----- ----- <u>2015년 12월 31일까지</u> 로 한다.	o 고시 재검토 기한을 3년(2015년 12월 31일)으로 정함
	부 칙 제1조(시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.	
[별표 1] (생략)	[별표 1] (현행과 같음)	
[별지 제1호서식]	[별지 제1호서식]	o 방송통신위원회와 그 소속기관 직제개정 반영
<u>전파연구소고시 제20호</u> 의 규정에 의하여 위의 측정 결과를 통보합니다.	<u>국립전파연구원고시</u> ----- ----- -----.	
[별지 제2호서식]	[별지 제2호서식]	o 방송통신위원회와 그 소속기관 직제개정 반영
<u>전파연구소고시 제20호</u> 의 규정에 의하여 위의 측정 결과를 통보합니다.	<u>국립전파연구원고시</u> ----- ----- -----.	
[별지 제3호서식] (생략)	[별지 제3호서식] (현행과 같음)	

[부록 4] 무선전력전송시스템에 의한 전자파 인체 노출량 측정절차

제1조(목적) 이 고시는 전파법 제47조의2 제1항의 규정에 의하여 무선전력 전송시스템에 의한 전자파 인체 노출량 측정절차(이하 “측정절차”라 한다)에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각 호와 같으며, 여기서 정의되지 않은 용어는 전자파강도 측정기준 (국립전파연구원고시 제 xxxx-xx호)을 따른다.

1. “측정절차”이라 함은 측정방법과 그 절차를 말한다.
2. “프로브”라 함은 전기장 또는 자기장의 강도를 측정할 수 있는 감지소자를 말한다.
3. “신호 대역폭”이라 함은 시험대상기기 신호의 대역폭을 말한다.
4. “전신 노출”이라 함은 인체의 전신이 전자파에 노출되는 경우이며, 시험대상기기로부터 0.2 m 이상 떨어져 노출되는 경우를 말한다.
5. “측정 지점”이라 함은 측정 영역에서 전자기장 강도가 최대인 위치로부터 수직으로 바닥면과 만나는 지점을 말한다.
6. “측정 위치”라 함은 인체 노출량 평가를 위해 전자기장 강도를 측정하기 위한 위치를 말한다.

제3조(적용범위) ① 동 고시는 무선전력전송시스템에서 복사되는 전자파에 인체가 노출될 때 방송통신위원회가 정하여 고시한 전자파인체보호기준에서 규정한 전자파강도기준의 적합성 평가에 적용한다.

- ② 동 고시는 무선전력전송시스템으로부터 복사되는 전자파에 사용자가 전신 노출되는 경우에 적용된다.

제4조(측정 기기의 일반적 조건) ① 측정기기는 다음 각 호의 조건을 만족해야 한다.

1. 측정기기는 교정 유효기간 이내의 것을 사용하여야 한다.
2. 측정기기는 시험대상기기의 주파수, 예상되는 전자기장의 최대 강도, 무시할 수 없는 모든 고조파 성분 등을 고려하여 충분한 동작 범위와 주파수 대역을 가져야 한다.
3. 측정기기와 전원선 및 연결 케이블은 적절히 차폐되고 외부 전자기장의 영향을 받지 않아야 한다.
4. 측정기기는 전자기장 강도의 실효값을 측정할 수 있어야 한다.
5. 프로브 지지대는 낮은 손실 탄젠트($\tan\delta \leq 0.05$)와 낮은 상대 유전율($\epsilon_r \leq 5$)을 가져야 한다.

② 측정 프로브는 다음 각 호의 조건을 만족해야 한다.

1. 프로브 응답은 등방성이어야 한다.
2. 프로브 크기는 측정 주파수 대역이 1 MHz 이하인 경우에는 0.2 m 보다 작아야 하며, 1 MHz 이상 300 GHz 이하인 경우에는 파장의 4분의 1보다 작거나 0.1 m 보다 작아야 한다.

제5조(측정조건) ① 전자기장 측정은 시험대상기기에 대하여 사용자가 접근할 수 있는 모든 영역을 고려해야 한다.

- ② 전자기장 강도 측정은 측정 영역에서 이루어져야 한다.
- ③ 측정은 시험대상기기의 동작 상태가 안정화된 후에 실행해야 한다.
- ④ 측정시에는 전자기장을 발생시키는 휴대기기는 전원을 차단하여야 한다.
- ⑤ 전기장 강도 측정시에는 프로브와 측정자 사이의 거리는 2.5 m 이상이어야 한다. 단, 자기장 강도 측정시에는 프로브와 측정자 사이의

거리를 제한하지 않는다.

- ⑥ 측정 결과는 온도나 습도 등의 환경적인 조건, 측정을 위한 기기 구성, 전원선 및 연결 케이블에 의한 전자기장 유도 등과 같은 외부요인에 의해 영향을 받지 않아야 한다.

제 6 조(측정절차) 측정 절차는 다음 각 호의 순서에 따른다.

- ① 제 4 조의 측정기기의 적합 여부를 확인한다.
- ② 측정 환경(온도, 습도, 산란체 등)을 확인하고 기록한다.
- ③ 시험대상기기의 출력은 조정이 가능한 경우에는 이를 최대로 설정하거나 제조업체의 설정 지침에 따라 조정하고 기록한다.
- ④ 시험대상기기의 부하는 최대 전력 전송이 이루어지도록 설정한다.
- ⑤ 시험대상기기를 사용하는 사용자가 이것으로부터 복사되는 전자파에 통상적으로 노출될 수 있는 모든 영역을 측정 영역으로 설정한다.
- ⑥ 측정 지점은 다음 각 호와 같이 설정한다.

1. 시험대상기기의 동작 주파수 대역이 100 kHz 이하일 경우 다음 각 목의 순서를 따른다.

가. 수신기의 측정 대역폭을 신호 대역폭과 동일하게 조정하고, 검파 모드는 실효값 모드로, 추적 모드(trace mode)는 최대값 유지(max hold) 모드로 조정한다.

나. 측정영역에서 시험대상기기에서 복사되는 전자파에 사용자가 노출될 수 있는 최대 근접 거리에 측정 선을 설정한다. 단, 최대 근접 거리는 0.2 m 이상으로 한다.

다. 측정 선을 따라 프로브를 0.2 m 간격으로 이동하면서 수직 방향으로 지면으로부터 1.8 m 높이까지 서서히 이동시켜 자기장 강도가 최대인 위치를 찾아 기본 측정지점을 선정하고 기록한다.

다. 나목에서 선정한 기본 측정지점을 중심으로 사용자가 점유하는 영역(폭: 0.4 m, 높이 1.8 m)에서 프로브를 서서히 이동시켜 가면서 자기장 강도가 최대인 위치를 찾아 정밀 측정 지점으로 선정하고 기록한다.

2. 시험대상기기의 동작 주파수 대역이 100 kHz 이상일 경우 다음 각 목의 순서를 따른다.
 - 가. 수신기의 측정 대역폭을 신호 대역폭과 동일하게 조정하고, 검파 모드는 실효값 모드로, 추적 모드(trace mode)는 최대값 유지(max hold) 모드로 조정한다.
 - 나. 측정영역에서 시험대상기기에서 복사되는 전자파에 사용자가 노출될 수 있는 최대 근접 거리에 측정 선을 설정한다. 단, 최대 근접 거리는 0.2 m 이상으로 한다.
 - 다. 측정 선을 따라 프로브를 0.2 m 간격으로 이동하면서 수직 방향으로 지면으로부터 1.8 m 높이까지 서서히 이동시켜 전기장 강도와 자기장 강도가 최대인 위치를 찾아 기본 측정지점을 선정하고 기록한다. 전기장 강도와 자기장 강도가 최대인 위치를 찾아 측정 지점을 선정하고 기록한다. 전기장 강도와 자기장 강도가 최대인 위치가 다른 경우 두 위치 모두를 기본 측정지점으로 선정한다.
 - 다. 나목에서 선정한 기본 측정지점을 중심으로 사용자가 점유하는 영역(폭: 0.4 m, 높이 1.8 m)에서 프로브를 서서히 이동시켜 가면서 자기장 강도가 최대인 위치를 찾아 정밀 측정 지점으로 선정하고 그 결과를 기록한다.
- ⑦ 제 6호에서 선정한 정밀 측정 지점에서 0.5 m , 1.0 m, 1.5 m의 3개의 위치를 측정위치로 선정한다(그림 1).
- ⑧ 측정기기를 그림 2와 같이 배치한다.
- ⑨ 전자기장 강도를 다음 각 호에 따라 측정한다.
 1. 시험대상기기의 동작 주파수 대역이 100 kHz 이하일 경우에는 다음 각 목의 순서를 따른다.
 - 가. 프로브 중심을 측정 지점에서 0.5 m 높이에 위치시킨다.
 - 나. 수신기의 측정 대역폭을 신호 대역폭과 동일하게 조정한다.
 - 다. 수신기의 검파 모드는 실효값 모드로, 추적 모드(trace mode)는 최대값 유지(max hold) 모드로 조정한다.
 - 라. 자기장 강도를 최소 1분 이상 측정하여 그 최대값을 기록한다.

단, 시험대상기기가 배터리를 사용하는 경우 충전 상태에 따라 측정 시간은 달라질 수 있다.

마. 제 7 호의 측정위치에 대해 나목에서 라목의 과정을 반복한다.

바. '마'항에서 얻어진 측정값으로부터 다음 식을 이용하여 공간평균값을 계산하여 기록한다.

$$\text{공간평균값} = \frac{\sum_{i=1}^N H_i}{N}$$

위 식에서

H_i : i 번째 측정위치의 자기장강도

N : 측정위치의 개수

2. 시험대상기기의 동작 주파수 대역이 100 kHz 이상일 경우에는 다음 각 목을 순서를 따른다.

가. 프로브 중심을 측정 지점에서 0.5 m 높이에 위치시킨다.

나. 수신기의 측정 대역폭을 신호 대역폭과 동일하게 조정한다.

다. 수신기의 검파 모드를 실효값을 측정할 수 있게 조정한다.

라. 전자기장 강도를 6분간 측정하여 평균값을 산출하고 기록한다.

마. 제 7 호의 측정위치에 대해 나목에서 라목의 과정을 반복한다.

바. '마'항에서 얻어진 측정값으로부터 다음 식을 이용하여 공간평균값을 계산하여 기록한다.

$$\text{공간평균값} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (E_i \text{ or } H_i)^2}{N}}$$

위 식에서

E_i : i 번째 측정위치의 전기장강도

H_i : i 번째 측정위치의 자기장강도

N : 측정위치의 개수

⑩ 제 10 호에서 얻은 공간 평균값은 전자파 인체보호기준(방통위고시

제 2012-2호)의 전신노출에 대한 전자파강도기준 값과 비교하여 적합성 여부를 판단한다.

제7조(측정결과서 작성) 전자기장 강도 측정을 완료한 후 별지서식에 의거하여 측정결과서를 작성하여야 한다.

[별표]

측정결과서			
시험대상기기	모델명		
	일련번호		
	크기		
	동작 주파수	중심주파수	MHz
	주파수	대역폭	MHz
	출력		W
측정물리량	<input type="checkbox"/> 전기장 강도 (V/m)		<input type="checkbox"/> 자기장 강도 (A/m)
측정 환경	온도/습도		°C / %
	참고 사항		(주변 산란체 존재 유무, 크기, 측정 지점과의 거리 등 기술, 그림, 또는 사진으로 첨부 가능)
측정기기			등방성 프로브
			수신기
	모델명/제조사		
	주파수 대역		
	크기		-
	교정일자		
측정 거리 및 지점	측정 거리		
	측정 지점		(도면으로 제시 가능)
측정 데이터 <input type="checkbox"/> 실패값	각 측정위치의 측정값	높이	측정값
		0.5 m	
		1.0 m	
		1.5 m	
	측정 최대값		
	공간 평균값		
	측정 시간		
전자기장강도 기준값		기준값	기준주파수
<p>고시 제2012- 호의 규정에 의하여 위의 측정 결과를 통보합니다.</p> <p style="text-align: center;">년 월 일</p> <p>측정자 소속부서 측정자 이름 (서명 또는 인)</p> <p style="text-align: center;">(측 정 기 관 명)</p>			

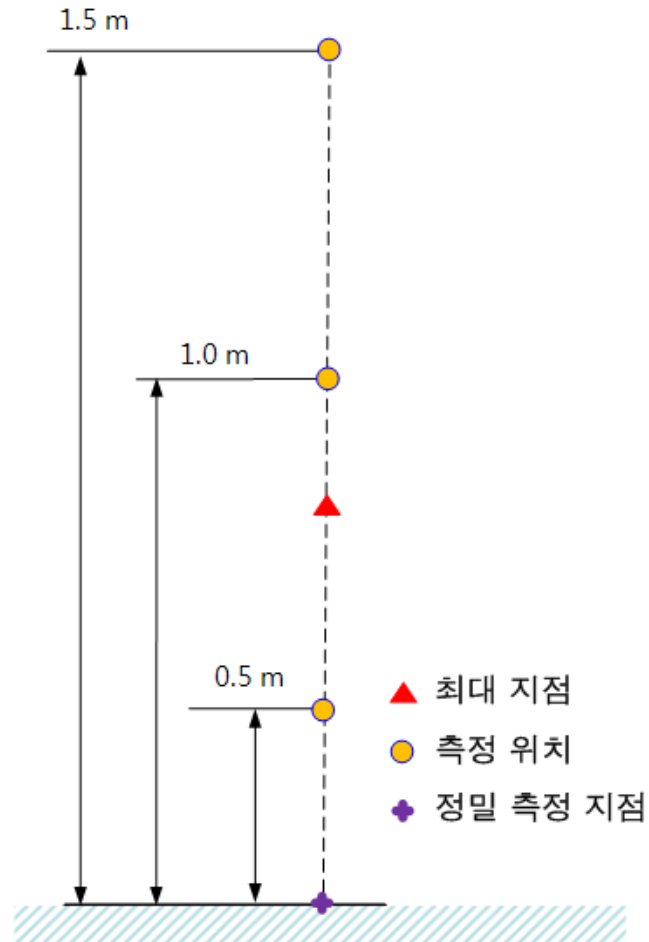


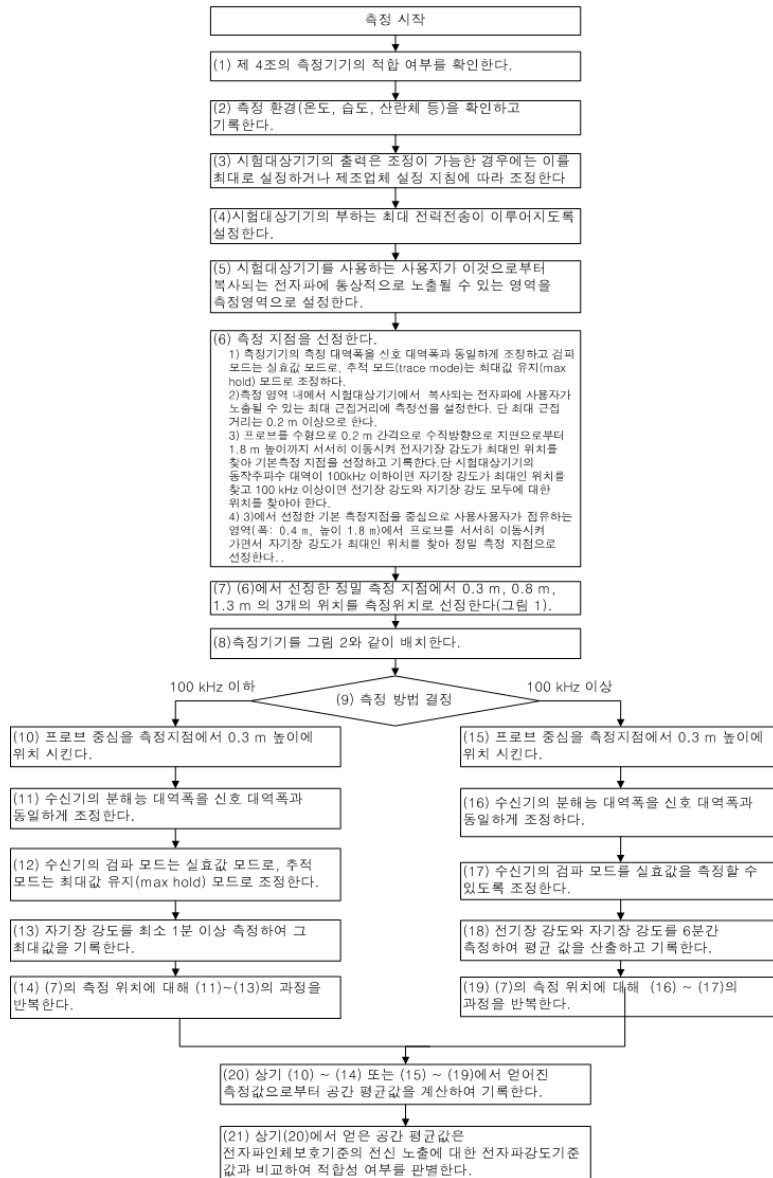
그림 1. 측정 지점 및 측정위치



그림 2. 측정기기의 배치

부록 1

측정절차도



전자파 인체노출량 평가기준 연구



140-848 서울시 용산구 원효로41길 29

발 행 일 : 2012. 12.

발 행 인 : 이 동 형

발 행 처 : 방송통신위원회 국립전파연구원

전 화 : 02) 710-6555

인 쇄 : 한국장애인이워크협회

Tel. 02) 2272-0307

ISBN : 978-89-97525-06-5-93560 < 비 매 품 >

주 의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.