

# 전자파 인체노출량 평가 국제 표준화 대응 연구

2010. 11

전파연구소  
한국전자파학회



# 제 출 문

본 보고서를 「전자파 인체노출량 평가 국제 표준화 대응 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2010. 11. 19.

연구책임자 : 백정기 ( 충남대학교 )  
연구 원 : 김윤명 ( 단국대학교 )  
          이범선 ( 경희대학교 )  
          김 남 ( 충북대학교 )  
          변진규 ( 숭실대학교 )  
          최형도 ( ETRI )  
          김병찬 ( ETRI )  
          명성호 ( 전기연구원 )  
연구보조원 : 정원정 ( 충남대학교 )  
          유지호 ( 충남대학교 )  
          오준혁 ( 충남대학교 )



## 요 약 문

1. 과제명 : 전자파 인체노출량 평가 국제 표준화 대응 연구
2. 연구 기간 : 2010. 4. 6. ~ 2010. 11. 19.
3. 연구책임자 : 충남대학교 백정기
4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	월별 추진일정												비고	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ IEC 기술문서에 대한 검토                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제 표준화 기술문서에 대한 투표 및 검토 의견서 제출</li> <li>- 현재 진행중인 과제                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· Project 62209-2</li> <li>· Project 62479</li> <li>· Project 62232</li> <li>· Project 62669</li> <li>· Project 62630</li> <li>· Project 62704</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 국제 표준화 문서 번역                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요 쟁점사항에 대한 기술문서 번역, 배포 등</li> </ul> </li> <li>○ 표준화 동향보고서 발간</li> <li>○ 국제회의 참여                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제 표준화 회의 참석</li> <li>- 국제 학술대회 참석</li> </ul> </li> <li>○ IEC TC106 표준화 과제 관련 전자파 인체노출량 평가방법 타당성 검증                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전자파강도 및 전자파흡수율 측정 기준 개정(안) 검토</li> <li>- 기지국 및 RFID 기기의 전자기장 평가방법(안) 검토</li> <li>- 몸통(Body) SAR 평가방법(안) 검토</li> <li>- 손에 의한 SAR 영향, 다중 전자파 소스의 전자파 환경, SAR test reduction 등 연구 동향 분석</li> </ul> </li> </ul>	연구책임자 외 10명														
분기별 수행진도(%)					30%			40%			30%				

## 나. 세부 과제별 추진사항

### 1) 국제 표준화 대응 활동

- IEC TC106 표준화 동향 조사
- IEC TC106 표준화 기술문서 검토 및 투표, 의견서 제출
  - IEC 62232 Ed.1.0 106/193/CDV (무선통신 기지국 주변에서 인체 노출량을 평가하기 위한 RF 전자기장 및 SAR 측정)
  - IEC 62209-2 Ed.1.0 106/195/FDIS (신체에 근접하여 사용하는 휴대용 및 신체 부착용 기기의 SAR 측정절차(30 MHz ~ 6 GHz))
  - IEC 62704-2 Ed.1.0 106/197/NP (무선통신기기에서 발생하는 전자파에 대한 몸통 SAR 평가방법 - 자동차에 탑재하는 안테나의 노출량 계산방법(FDTD) 연구)
  - IEC 62479 Ed.1.0 106/198/FDIS (저전력 전기·전자기기의 전자기장 인체노출량 적합성 평가에 대한 일반 표준(10 MHz ~ 300 GHz))
  - IEC 62669 Ed.1.0 106/199/DTR (무선통신 기지국 주변에서 인체 노출량을 평가하기 위한 RF 전자기장 및 SAR 측정 - 다양한 노출 형태에 따른 종류(case)별 연구)
  - IEC 62704-1 Ed.1.0 106/203/NP (무선통신기기에서 발생하는 전자파에 대한 몸통 SAR 평가방법 - SAR 계산방법(FDTD)에 대한 일반 요구사항)
  - IEC 62704-3 Ed.1.0 106/204/NP (무선통신기기에서 발생하는 전자파에 대한 몸통 SAR 평가방법 - 휴대전화의 전자파 노출량 계산방법(FDTD) 연구)
  - IEC TS 62630 Ed.1.0 106/207/NP (다중 전자파 소스에 대한 인체 노출량 평가 지침 - 머리에 근접하여 사용하는 다중 송신기의 SAR 평가를 위한 일반 요구 사항)

### 2) 국제 표준화 문서 번역

- IEC 국제 표준화 문서 2건에 대한 번역

### 3) 표준화 동향 보고서 발간

- IEC TC106, ITU-T SG5, IEEE ICES, URSI-K의 표준화 동향
- WHO, BEMS, GLORE 회의 등 국제 표준화 회의 참관기 및 PT 62209(MT1), PT 62232 회의 등에 대한 Hot Issue
- 전자장과 생체관계 연구회 연구 동향, KORPA, ETRI 등 산업체 연구 동향, 무선전력전송시스템, 고출력 전자파 관련 EMF 영향 등 다양한 분야 소개

### 4) IEC TC106 표준화 과제 관련 연구 결과 검증

- 전자파강도 측정기준 개정(안) 검토
- 전자파흡수율 측정기준 개정(안) 검토
- 기지국 전자파 인체노출량 평가방법(안) 검토
- RFID기기의 전자파 인체노출량 평가방법(안) 검토
- 몸통(Body) SAR 평가방법(안) 검토

## 5. 연구 결과

### 1) 국제 표준화 대응 활동

- IEC TC106 표준화 동향 조사
  - IEC TC106의 각 작업반(Working group)별 표준 문서에 대한 제·개정 현황 조사
- IEC TC106 표준화 기술문서에 대한 투표 및 의견서 제출
  - 106/193/CDV : 찬성투표, 일반적 사항에 대한 의견 1건, 편집적 사항에 대한 의견 34건, 기술적 사항에 대한 의견 12건 제출
  - 106/195/FDIS : 반대투표, 일반적 사항에 대한 의견 1건, 편집적 사항에 대한 의견 7건, 기술적 사항에 대한 의견 2건 제출
  - 106/197/NP : 찬성투표
  - 106/198/FDIS : 찬성투표
  - 106/199/DTR : 찬성투표
  - 106/203/NP : 찬성투표
  - 106/204/NP : 찬성투표

- 106/207/NP : 찬성투표
- o 국제 표준화 활동 참여
  - IEC TC106 회의 : 미국 시애틀 (2010년 10월 10일 ~ 11일)

2) 국제 표준화 문서 번역 : 2건 번역

- o IEC 106/198/FDIS 기술문서
- o IEC TR 62630 기술문서

IEC 규격 번호	제 목	비 고
IEC 62479	저전력 전기·전자기기에 대한 인체노출량 평가방법	106/198/FDIS 문서 번역
TR 62630	다중 전자파 소스에 대한 인체노출량 평가방법 지침	TR 62630 문서 번역

3) 전자파 인체노출량 평가 표준화 동향보고서 발간

- o IEC TC106, ITU-T SG5, 전자파 국제 공동 워크샵 등 국제기구  
의 표준화 동향 및 각국의 정책 동향
- o BEMS 등 전자파 인체영향 연구 동향
- o 위원회 연구반 활동 현황

4) IEC TC106 표준화 과제 관련 연구 결과 검증

- o 전자파강도 측정기준 개정(안) 검토 및 검증
- o 전자파흡수율 측정기준 개정(안) 검토 및 검증
- o 기지국 전자파 인체노출량 평가방법(안) 검토 및 검증
- o RFID기기의 전자파 인체노출량 평가방법(안) 검토 및 검증
- o 몸통(Body) SAR 평가방법(안) 검토 및 검증
- o 손에 의한 SAR 영향 분석

6. 기대효과

- o 전자파 인체노출량 측정기술 관련 연구 활성화
- o 전자파 인체노출량 측정기술 확보를 통한 국민건강보호 방안 제시
- o 전자파 인체영향 관련 정책지원 및 산업체 기술지원



## 7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고
PC	Pentium IV	6	자료정리 및 분석	보유		
노트북 PC	Pentium III	2				

## 8. 기타사항

없음.



# 최종보고서 초록

국문 초록		
<p>본 연구를 통하여 국제전기기술위원회 (IEC : International Electro-technical Commission) 등 국제 표준화 작업에 참여하였으며, 국제 표준화 기술문서를 검토 및 분석하여 우리나라의 의견으로 제출하였다. 검토된 문서는 106/193/CDV, 106/195/FDIS, 106/197/NP, 106/198/FDIS, 106/199/DTR, 106/203/NP, 106/204/NP, 106/207/NP이다. 또한, 전자파 인체영향 관련 국제 표준화 기술문서의 내용 및 용어에 대한 이해를 돕기 위하여 국제 표준화 문서 2건(106/198/FDIS, TR 62630)을 번역하여 산·학·연 관련 기관에 배포하였다. 그리고 전자파 인체영향 및 노출량 평가에 대한 연구 및 표준화 동향을 조사하여 전자파 인체노출량 평가 표준화 동향보고서(통권 제7호)를 발간하였다. 또한, EMF위원회를 통하여 국내 기술 기준인 전자파강도, 전자파흡수율 측정 기준 개정(안), 기지국, RFID의 전자파 인체노출량 평가방법(안), 몸통(Body) SAR 평가방법(안) 등에 대하여 검토 및 검증하였다.</p>		
영문 초록		
<p>In this study, we analyzed and reviewed the IEC TC106 documents relevant to measurement and calculation methods for assessing human exposure to EMF in the low and the high frequency range, and submitted our opinion for documents under review process. We reviewed 8 documents: 106/193/CDV, 106/195/FDIS, 106/197/NP, 106/198/FDIS, 106/199/DTR, 106/203/NP, 106/204/NP, and 106/207/NP. We also translated documents related to EMF exposure (106/198/FDIS, TR 62630) for distributing to experts and persons working in the related area, who might not be familiar with English. This year, we published "Report for trends in standardization of evaluation methods for EMF exposure (No. 7)" and distributed to relevant organizations. We also reviewed the domestic regulations (notices) and prepared the drafts for revision of the documents : "Measurement method of SAR and Electromagnetic field strength", "Evaluation method of human exposure to EMF for base station and RFID", and "SAR evaluation method on the human body".</p>		
색 인 어	한글	전자파, 인체영향, 전자파흡수율, 국제전기기술위원회
	영문	EMF, electromagnetic wave, human exposure, SAR, IEC

# SUMMARY

In this study, we analyzed and investigated the IEC TC106 documents relevant to measurement and calculation methods for assessing human exposure to EMF in the low and high frequency range, and suggested our opinion for documents under review process. In addition, we also studied the policies and recent activities of IEC TC106.

We reviewed 8 documents: 106/193/CDV, 106/195/FDIS, 106/197/NP, 106/198/FDIS, 106/199/DTR, 106/203/NP, 106/204/NP, and 106/207/NP. The titles of these documents include “Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure”, “Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for mobile wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz)”, “Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices: Specific Requiriements Finite Difference Time Domain(FDTD) Modelling of Exposure from Vehicle Mounted Antennas”, “Assessment of the compliance of low power electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields(10 MHz – 300 GHz)”, “Case studies supporting IEC 62232 Ed.1 – Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure”, “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”, “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”, “Guidance for evaluating exposure from multiple electromagnetic sources

: Specific requirements for assessing the Specific Absorption Rate(SAR) from multiple transmitters used in close proximity to the human head”.

We also translated two documents related to assessment of human exposure (106/198/FDIS, TR 62630) for distributing to experts and persons working in the related area, who might not be familiar with English. This year, we published "Report for trends in standardization of evaluation methods for EMF exposure (No. 7)" and distributed to relevant organizations. We also reviewed the domestic regulations (notices) relevant to EMF exposure and prepared the drafts for revision of the documents : "Measurement method of SAR and Electromagnetic field strength", "Evaluation method of human exposure to EMF for base station and RFID", and "SAR evaluation method on the human body".

We hope that the results of our research would lead to promoting development of EMF measurement technology and enhancing the level of protecting people from EMF exposure.

# 목 차

표 목 차 .....	XII
그림목차 .....	XIV
제 1 장 서 론 .....	1
제 2 장 IEC TC106 국제 표준화 활동 .....	3
제 1 절 IEC TC106 개요 .....	3
제 2 절 IEC TC106 표준화 프로젝트 현황 .....	9
제 3 장 EMF인체노출표준위원회 활동 .....	27
제 1 절 개요 .....	27
제 2 절 IEC TC106 표준화 대응 활동 .....	28
제 3 절 국제 표준화 기술문서 번역 .....	38
제 4 절 전자파 인체노출량 평가 표준화 동향보고서 발간 .....	42
제 5 절 IEC TC106 표준화 과제 연구 .....	44
1. 무선국 전자파 강도 측정기준 개정(안) 검증-AM송신국 .....	44
2. 기지국의 인체노출량 평가 방법(TTA 표준) 개정(안) 검증 .....	53
3. 전자파흡수율(SAR) 측정기준 개정(안) 검증 .....	62
4. 몸통 SAR 평가 방법(안) 검증 .....	71
5. RFID 기기의 전자파 인체 노출량 평가 방법(안) 검증 .....	85
6. Hand effect 연구동향 .....	96
부록 1. 106/193/CDV에 대해 제출된 우리나라 의견 .....	107
부록 2. 106/195/FDIS에 대해 제출된 우리나라 의견 .....	113
부록 3. 106/197/NP에 대해 제출된 우리나라 의견 .....	116
부록 4. 106/198/FDIS에 대해 제출된 우리나라 의견 .....	116

부록 5. 106/199/DTR에 대해 제출된 우리나라 의견 .....	117
부록 6. 106/203/NP에 대해 제출된 우리나라 의견 .....	117
부록 7. 106/204/NP에 대해 제출된 우리나라 의견 .....	118
부록 8. 106/207/NP에 대해 제출된 우리나라 의견 .....	118

# 표 목 차

표 2-1	IEC TC106 회원국 현황.....	3
표 2-2	IEC TC106 의장단 .....	4
표 2-3	IEC TC106의 작업반 현황.....	4
표 2-4	IEC TC106의 프로젝트팀 현황.....	5
표 2-5	IEC TC106 발간 국제 표준 .....	8
표 2-6	IEC TC106 WG에서 수행중인 프로젝트 현황.....	10
표 2-7	WG1의 표준화 현황.....	11
표 3-1	IEC TC106 WG의 우리나라 참여위원 .....	28
표 3-2	2009년 기술문서에 대한 투표 및 의견 제출 현황.....	29
표 3-3	국제 표준 문서 번역팀 상설 연구2반 위원 .....	39
표 3-4	국제 표준 문서 번역팀 상설 연구3반 위원 .....	39
표 3-5	106/198/FDIS 문서의 목차.....	40
표 3-6	106 TR 62630 문서의 목차.....	41
표 3-7	표준화 동향보고서 내용 및 담당자.....	42
표 3-8	2009년 제안된 측정 간격 .....	46
표 3-9	무선국별 전기장강도 최대값이 측정된 펜스로부터의 이격거리.....	48
표 3-10	전자파강도 측정기준 개정(안).....	50
표 3-11	“전자파흡수율 측정기준 부록 B” 개정(안) 목차 비교.....	70
표 3-12	시험거리와 방위각에 따른 RFID 리더기 안테나 전기장 측정 값(V/m).....	91
표 3-13	측정 위치 .....	93
표 3-14	900 MHz 대역 RFID 리더 시스템의 기기 설치 유형별 공간 평균 값.....	94
표 3-15	13.56 MHz 대역 RFID 리더 시스템의 기기 설치 유형별 공 간 평균 값.....	95



표 3-16 주파수에 따른 probe 입사각 규정 .....	98
표 3-17 Fast SAR 측정 방법 .....	100

## 그 립 목 차

그림 2-1	주파수별 국제 표준 및 프로젝트 현황 .....	8
그림 3-1	EMF인체노출표준위원회 조직 구성도 .....	27
그림 3-2	측정지점이 한 지점인 경우 .....	45
그림 3-3	측정지점이 두 지점인 경우 .....	46
그림 3-4	측정지점이 세 지점인 경우 .....	46
그림 3-5	DCP와 보상값 관계 .....	67
그림 3-6	타원형 모의인체 치수 .....	73
그림 3-7	생체조직 등가 용액의 전도율과 상대유전율 .....	74
그림 3-8	시험 위치의 예 .....	79
그림 3-9	시험 수행 .....	80
그림 3-10	RFID 리더 시스템의 전기장 강도 측정 시험 구성도 .....	88
그림 3-11	RFID 리더 시스템의 전기장 강도 측정 시험 방위각 및 시험거리 정의 .....	89
그림 3-12	RFID 리더 시스템의 안테나 높이 고정 .....	89
그림 3-13	RFID 리더 시스템의 안테나의 전기장 분포 특성 .....	90
그림 3-14	단일 스탠드형 기기 .....	93
그림 3-15	이중 스탠드형 기기 .....	93
그림 3-16	데스크 설치형 기기 .....	94
그림 3-17	벽면 설치형 기기 .....	94
그림 3-18	측정 격자점 .....	94
그림 3-19	Multiple Tx에 대한 SAR 측정 예 .....	97
그림 3-20	Hand phantom을 이용하여 SAR을 측정하는 모습 .....	99
그림 3-21	Simplified model .....	101
그림 3-22	안테나와 손 사이의 거리에 따른 변화(dipole antenna) ..	101
그림 3-23	안테나와 손 사이의 거리에 따른 SAR 변화(multi antenna) ..	102

# 제 1 장 서 론

방송·통신 및 IT 융합 등 통신기술의 발달에 따라 전자파의 이용이 증가되면서 일상생활 주변에서 새로운 정보통신기기나 기지국의 수가 급속히 증가하고 있다. 이로 인하여 일반 국민들의 전자파(EMF : Electric, Magnetic, and Electromagnetic fields) 인체노출 빈도가 높아지면서 국민들의 불안감뿐만 아니라 사회적인 관심과 우려가 증폭되고 있다.

이러한 전자파에 대한 국민들의 막연한 불안감을 해소하기 위하여 세계 각국에서는 전자파가 인체에 미치는 영향 및 전자파 인체노출량 평가 기준 등에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그리고 전자파에 대한 인체노출량을 정량적으로 평가하고 분석하여 객관적으로 평가할 수 있는 평가방법을 개발하고자 국제전기기술위원회(IEC : International Electrotechnical Commission)는 TC(Technical Committee) 106 전문기술위원회를 1999년 10월 설립하여 관련 다양한 정보통신 분야의 국제 표준을 제정 및 발간하고 있다. 현재 TC106은 5개의 WG(Working Group)으로 구성되어 있으며, 각 작업반에서는 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 사용되고 있는 휴대전화, 이동통신 기지국, 방송 송신기, 교류 전력선, 저전력 전기 및 전자 장치 등 다양한 전자파 발생기기의 전자파 인체노출량 평가방법에 대한 표준화 프로젝트를 수행하고 있다. 그리고 다양한 기능이 추가된 정보통신기기의 실제 사용 환경을 고려한 다중 전자파 소스의 인체노출량 평가방법 연구뿐만 아니라 손에 의한 두부 SAR값 영향, 고속(Fast) SAR 측정방법, SAR 측정 조건 줄이는 방안(test reduction)등을 포함하는 표준화 작업이 활발하게 진행되고 있다.

우리나라에서도 이러한 국제 표준화에 적극적으로 대응하기 위하여 방송통신위원회 전파연구소에서 2000년 12월 산·학·연·관 관련 전문가로 구성된 “EMF인체노출표준위원회”를 설립 및 운영하고 있다. 본 위원회에서는 IEC TC106에서 진행 중에 있는 국제 표준화 기술문서를 검토하여 투표 및 의견서를 제출하는 등 우리나라의 입장을 반영하고자 노력하고 있으며, 다양한 정보통신기기의 전자파에 대해 인체를 보호하기 위한 기술기준(안)을 마련하고 제·개정 작업을 하는 등 그동안 많은 국내·외 표준화 대응 활동을 수행하고 있다. 위원회의 국제 표준화 대응 활동으로, IEC 뿐만 아니라 국제전기통신연합(ITU : International Telecommunication Union), 세계보건기구(WHO : World Health Organization), 국제비전리복사방호위원회(ICNIRP : International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) 등 국제 표

준화 작업에 참여하고 있으며, 진행 중에 있는 국제 표준화 기술문서를 검토 및 분석하여 우리나라의 의견으로 제출하고 있다.

본 보고서에서는 IEC TC106 표준화 프로젝트의 진행 상황과 표준화 문서에 대하여 제출된 우리나라 의견서와 투표 현황에 대해 기술하고, 국제 표준 문서의 번역본 발간에 대한 내용을 기술하였다. 그리고 매년 개최되는 IEC TC106 국제회의에 참석하여 국제 표준화 작업에 능동적으로 참여하고 우리나라의 의견을 반영하는 등의 적극적인 표준화 활동에 대하여 다루었다. 그리고 무선국 전자파강도 측정기준 개정(안), 몸통(Body) SAR 평가방법(안), RFID 기기의 전자파 인체노출량 평가방법(안) 등 국내 기술기준 및 TTA 단체 표준안에 대한 검증을 위한 연구반 활동 내용을 다루었으며, 현재 IEC TC106에서 이슈가 되는 손에 의한 두부 SAR값 영향 등의 연구 동향에 대해서도 기술하고자 한다.

## 제 2 장 IEC TC106 국제 표준화 활동

### 제 1 절 IEC TC106 개요

IEC TC106은 1999년 7월에 제안되어 동년 10월 회의에서 “전자기장의 인체노출량 평가방법”에 대한 국제 표준화의 필요성이 인정되어 새로운 기술위원회로 신설되었으며, 2000년 10월 캐나다 몬트리올에서 첫 회의를 시작하여 매년 10월쯤 정기회의가 개최되고 있다. 금년에는 10월 10일부터 11일까지 2일간 미국 시애틀에서 작업반 회의 및 총회가 개최되었다.

IEC TC106의 목적은 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 전기장, 자기장, 전자기장의 인체 노출량 평가를 위한 측정방법 및 계산방법에 대한 국제표준을 제정하는 것이며, 주요 연구 내용은 인체 노출과 관련된 전자기장 환경의 특성, 전자기장 인체노출량 측정방법 및 계산방법, 불확정도 평가 등이 포함된다.

IEC TC106에서 활동하고 있는 회원국은 표 2-1에 나타낸 바와 같이 34개국으로 26개국이 정식대표(P-member)이고 8개국이 참관자(O-member) 자격이다. 우리나라는 P-member로 활동하고 있다.

표 2-1. IEC TC106 회원국 현황

P-member [Participant]	O-member [Observer]
Australia, Austria, Belgium, Canada, China, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Japan, <b>Republic of Korea</b> , Mexico, Netherlands, Norway, Poland, Russian Federation, South Africa, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom, United States of America < 26개국 >	Brazil, Croatia, Hungary, Portugal, Rumania, Slovenia, Thailand, Turkey < 8개국 >

※ 2010년 11월 현재

IEC TC106은 표 2-2에 정리된 바와 같이 의장, 간사, 보조 간사 3명과 IEC 사무국에서 파견된 기술관 1명으로 의장단이 구성되어 있으며, WG1부터 WG5까지 5개의 작업반(표 2-3 참조)과 2개의 유지보수팀(Maintenance Team) 및 5개의 프로젝트팀(표 2-4 참조)으로 구성되어 관련 규격을 표준화하고 있다. 또한, 그림 2-1은 TC106에서 수행하고 있는 프로젝트를 100 kHz 이하의 저주파수와 100 kHz 이상의 고주파수로 구분하여 설명하고 있다. 작업반별 임무를 살펴보면, WG1은 100 kHz 이하의 주파수 범위에서 기본규격(Basic Standards), WG2는 100 kHz 이하의 주파수 범위에서 제품규격(Product Standards), WG3과 WG4는 각각 100 kHz 이상의 주파수 범위에서 기본규격과 제품규격 제·개정을 담당하고 있다. 표 2-5는 휴대전화의 전자파흡수율 평가방법, 다중 전자파 소스에 대한 인체노출량 평가방법 등 프로젝트 수행이 완료되어 현재 국제표준으로 발간된 현황을 보여주고 있다.

표 2-2. IEC TC106 의장단

구 분	성 명	국 가	비 고
의장	Ronald C. Persen	미국	2012년 5월까지 임기
간사	Thomas Fischer	독일	
IEC 기술관	Remy Baillif		

표 2-3. IEC TC106의 작업반 현황

구 분	주요 임무 및 참여위원
WG1	Measurement and calculation methods for low frequency (0 to approximately 100 kHz) electric and magnetic fields and induced currents - convenor : François Deschamps(FR) - member : 14명 (우리나라 참여위원 : 권용기, 이병윤, 조환구 등 총 3명)
WG2	Characterization of low frequency electric and magnetic fields produced by specific sources - convenor : Duc Hai Nguyen(CA) - member : 20명 (우리나라 참여위원 : 권용기, 이병윤, 조환구 등 총 3명)
WG3	Measurement and Assessment of Human Exposure to High Frequency (100 kHz to 300 GHz) Electromagnetic Fields - convenor : David Baron(US)

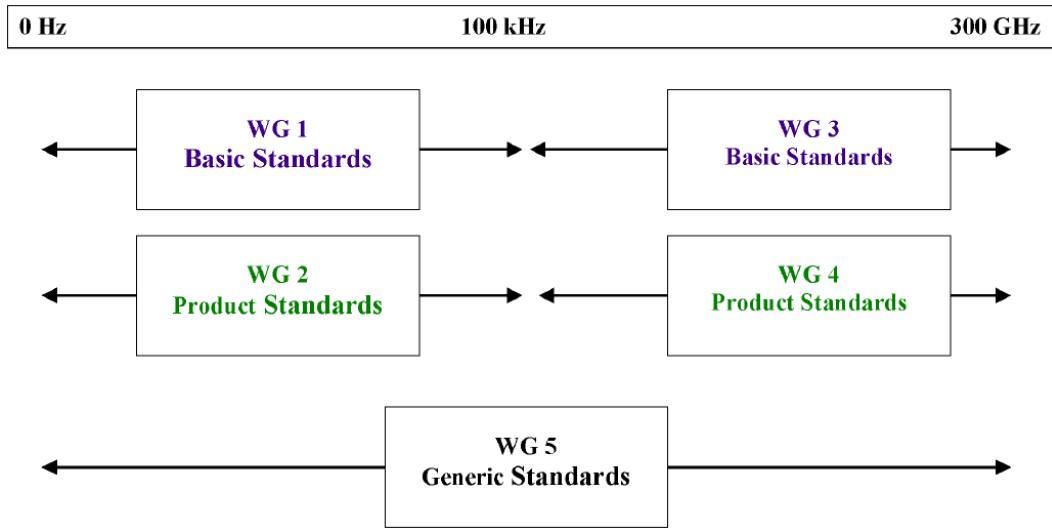
	- member : 24명 (우리나라 참여위원 : 김남, 최동근, 윤세정, 김병찬 등 총 4명)
WG4	Characterization of high frequency electromagnetic fields and SAR produced by specific sources - convenor : Antonio Faraone(US) - member : 44명 (우리나라 참여위원 : 김윤명, 백정기, 최동근, 윤세정, 이해경, 이범선, 김병찬, 김완기, 전해영, 박광수, 장재동, 정찬호, 심현섭, 소재상 등 총 14명)
WG5	Generic standards: general application and common practices - convenor : Philip Chadwick(GB) - member : 19명 (우리나라 참여위원 : 백정기, 류총상, 최형도 등 총 3명)

표 2-4. IEC TC106의 프로젝트팀 현황

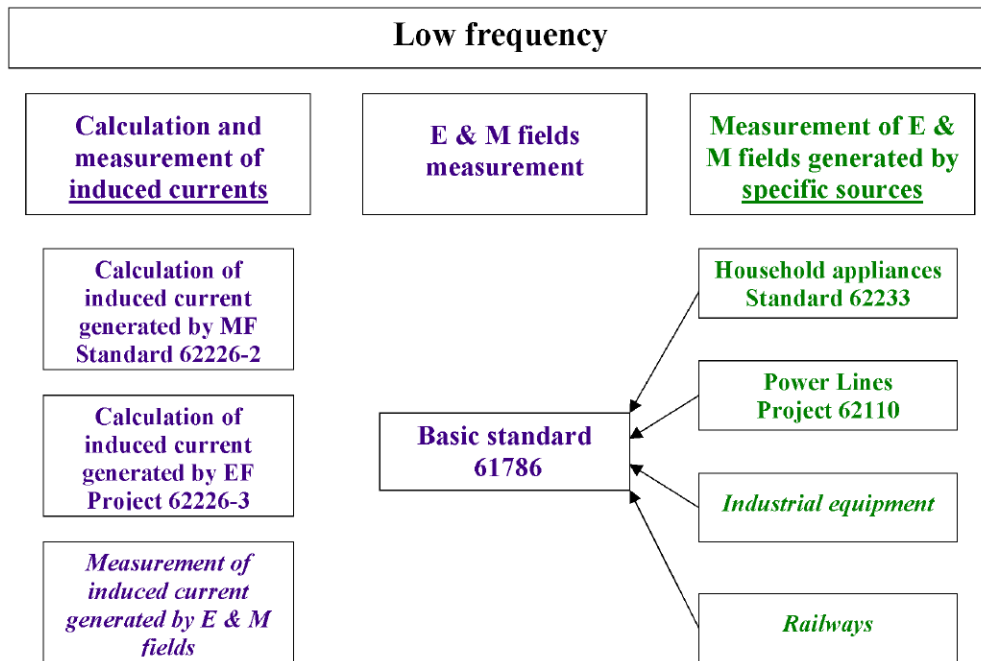
구 분	주요 임무 및 참여위원
MT 1	Maintenance of IEC 62209-1 - convenor : Jafar Keshvari(FI) - member : 27명 (우리나라 참여위원 : 전해영, 박광수, 정찬호, 최동근)
MT 2	Maintenance of standard 61786 - convenor : Isabelle Magne(FR) - member : 9명
PT 62110	Measurement procedures for electric and magnetic fields generated by AC power systems with regard to human exposure - convenor : Yukio Mizuno(JP) - member : 11명 (우리나라 참여위원 : 명성호)
PT 62209	Human exposure to radio frequency fields from handheld and body-mounted wireless communication devices - human models, instrumentation, and procedures - Project leader : Antonio Faraone(US) - member : 34명 (우리나라 참여위원 : 백정기, 전해영, 박광수, 정찬호, 최동근)
PT 62226	Calculation methods for induced current in human body by electric or magnetic field in low or intermediate frequency range - Project leader : François Deschamps(FR)

	- member : 13명
PT 62232	EM fields from base stations for mobile telephone - Project leader : Peter Zollman(GB) - member : 38명 (우리나라 참여위원 : 김병찬, 김완기, 백정기, 윤세정)
PT 62233	Measurement methods for low frequency magnetic and electric fields of domestic appliances with regards to human exposure - Project leader : Aliain Roux(FR) - member : 10명
PT 62369	To prepare a international standard on the assessment of human exposure to electromagnetic fields in the frequency range 0-300 GHz - member : 10명
PT 62704-1	Determining the peak spatial-average Specific Absorption Rate(SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz - 6 GHz - Par 1 : General requirements for using the Finite Difference Time Domain(FDTD) method for SAR calculations - Project leader : Andreas Christ(CH) - member : 7명
PT 62704-2	Determining the peak spatial-average Specific Absorption Rate(SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz - 6 GHz - Par 2 : Specific requirements for Finite Difference Time Domain(FDTD) modeling of exposure from vehicle mounted antennas - Project leader : Giorgi Bit-Babik(US) - member : 6명
PT 62704-3	Determining the peak spatial-average Specific Absorption Rate(SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz - 6 GHz - Par 3 : Specific requirements for using the Finite Difference Time Domain(FDTD) method for SAR calculations of mobile phones - Project leader : Vikass Monebhurrun(FR) - member : 6명

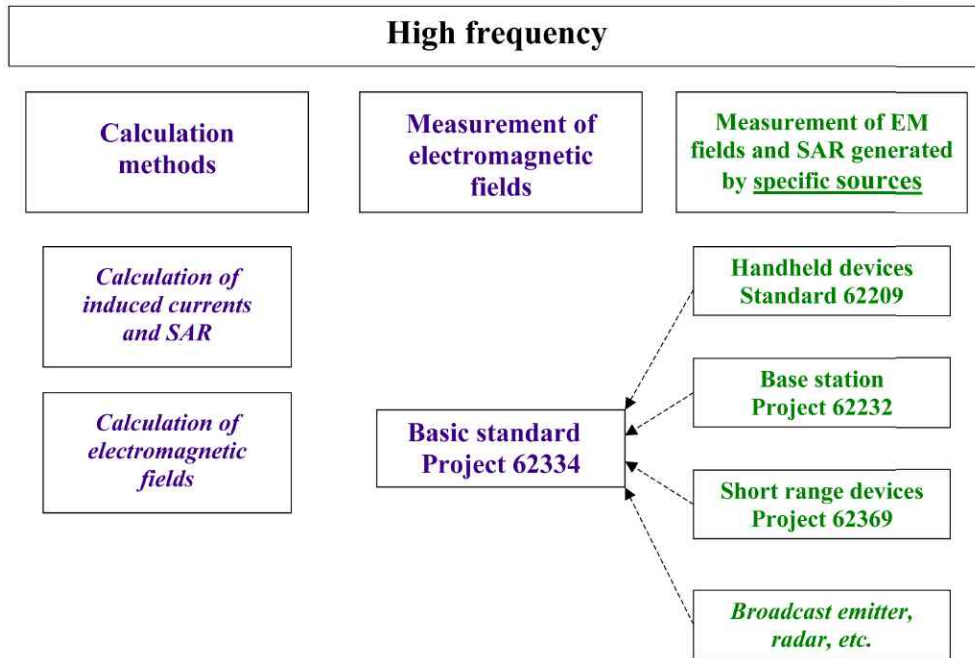




(1) WG(Working Group : 작업 그룹)의 구조 및 해당 주파수 대역



(2) 저주파수 대역의 국제 표준 및 프로젝트 현황



(3) 고주파수 대역의 국제 표준 및 프로젝트 현황  
 그림 2-1. 주파수별 국제 표준 및 프로젝트 현황

표 2-5. IEC TC106 발간 국제표준

규격번호	제 목	발간일	유지보수일
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)	2005.02.18.	2011
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: Genera	2004.11.10	2011
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	2004.11.23.	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	2007.05.23.	2011

IEC 62233	Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure	2005.10.19.	2011
IEC 62311	Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	2007.08.14.	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	2008.08.28.	2011
IEC 62110	Electric and magnetic field levels generated by AC power systems - Measurements procedures with regard to public exposure	2009. 8.	2014
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)	2010.03.30.	2013
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)	2010.06.16.	2012
IEC 62577	Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from a stand-alone broadcast transmitter (30 MHz -40 GHz)	2009.08.28.	2012
IEC/TR 62630	Guidance for evaluating exposure from multiple electromagnetic sources	2010.03.10	2013

## 제 2 절 IEC TC106의 표준화 프로젝트 현황

현재 IEC TC106 위원회의 5개 작업반에서 8개의 표준화 프로젝트를 수행하고 있으며, 프로젝트 목록은 표 2-6에 기술된 바와 같이 이동통신 기지국에 대한 전자기장 노출량 평가방법, 무선통신기기의 전자파 노출량에 대한 계산방법(FDTD), 저전력 전기·전자기기에 대한 인체노출량 평가방법, 기지국에 대한 인체노출량 평가방법 - 다양한 노출 형태에 따른 case별 연구 등 측정 분야뿐만 아니라 수치해석 분야에 대해서도 다루어지고 있다. 이번 장에서는 작업반별로 현재 진행되고 있는 프로젝트 추진 현황뿐만 아니라 프로젝트가 완료되어 국제표준으로 발간된 프로젝트에 대해서도 경과사항을 기술하여 정보를 제공하고자 한다.

표 2-6. IEC TC106 WG에서 수행중인 프로젝트 현황

프로젝트 번호	제 목	단계	프로젝트 책임자
IEC 62232 Ed.1.0	Determination of RF fields in the vicinity of mobile communication base stations for the purpose of evaluating human exposure	CDV	Peter Zollman
IEC 62209-2 Ed.1.0	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)	FDIS	Antonio Faraone
IEC 62479 Ed.1.0	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)	FDIS	Phil Chadwick
IEC 62669 Ed.1.0	Case studies supporting IEC 62232 Ed.1 - Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure	DTR	Peter Zollman
IEC 62704-1 Ed.1.0	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	NP	Andreas Christ
IEC 62704-2 Ed.1.0	Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz - 6 GHz : Specific Requiements Finite Difference Time Domain(FDTD) Modelling of Exposure from Vehicle Mounted Antennas	NP	Giorgi Bit-Babik
IEC 62704-3 Ed.1.0	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	NP	Vikass Monebhurrun
PNW (Proposed New Work) 106-207 Ed.1.0	Guidance for evaluating exposure from multiple electromagnetic sources : Specific requirements for assessing the Specific Absorption Rate(SAR) from multiple transmitters used in close proximity to the human head	NP	Antonio Faraone

## 1. Working Group 1

WG1은 0 Hz에서 100 kHz 저주파수 범위의 전기장 및 자기장, 유도전류의 측정방법 및 계산방법에 대한 일반표준을 제정하고 있으며, 주요 역할은 저주파수 대역의 전기장과 자기장의 측정에 대한 표준 개발, 유도전류에 대한 계산방법에 대한 표준 개발, 저주파수 유도전류에 대한 측정방법과 장비에 대한 표준 개발을 담당하고 있다. 표 2-7은 WG1에서 다루고 있는 표준화 현황이다.

표 2-7. WG1의 표준화 현황

구분	주요 내용	비고
Part 1	General	IS
Part 2	Exposure to magnetic fields	
Part 2-1	2D models	IS
Part 2-2	3D models	작업중지
Part 2-3	Guides for practical use of coupling factors	작업중지
Part 3	Exposure to electric fields	
Part 3-1	Analysis and 2D numerical models	IS
Part 3-2	3D numerical models	작업중지
Part 4	Electrical parameters of human living tissues [Technical Report]	작업중지

※ IS : International Standard

### 가. IEC 62226-1 Ed.1.0 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 저주파수 및 중간 주파수 범위의 전기장 또는 자기장에 의해 인체 유도되는 전류의 계산방법 - Part 1: 범위, 참고 용어 및 용어 정의
- 적용범위 : 전자기장 복사원과 인체 각각에 대한 복잡성을 증대시킨 모델을 사용하여, 전자기장에 노출된 인체의 모형화에 대한 실제적인 접근을 제안하고, 인체 기관의 전기 도전을, 유전율, 주파수에 대한 평가 등 전기적 매개 변수의 표준화를 제안한다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/5/NP	2000. 3. 24.	2000. 6. 30.	
106/12/RVN	2000. 8. 25.		
106/26/CD	2002. 1. 25.	2002. 4. 26.	
106/37/CC	2002. 8. 30.		
106/52/CDV	2003. 3. 7.	2003. 8. 8.	
106/65/RVC	2003. 11. 28.		
106/78/FDIS	2004. 8. 20.	2004. 10. 22.	
106/82/RVD	2004. 10. 29.		
IS	2004. 11. 10.		Maintenance 2011

나. IEC 62226-2-1 Ed.1.0 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 저주파수 및 중간 주파수 범위의 전기장 또는 자기장에 의해 인체에 유도되는 전류의 계산방법 - Part 2: 자기장에 대한 노출

- 적용범위 : 국제표준 및 기술보고서는 전자기장에 노출될 때 인체에서의 전압이나 전류의 유도에 대한 노출 제한치의 기반이 되는 100 kHz까지의 저주파수와 중간주파수의 범위에서 자기장 노출에 대한 유도전류를 계산하기 위한 2D 모델에 대하여 제안한다.

본 표준의 Part 1에서 불균일 자기장 또는 섭동 전기장 등과 같은 복잡한 노출 상황에 대한 평가를 가능하게 하는 결합계수 K를 도입한다. 결합계수 K는 전기장 노출과 관련되는지 또는 자기장 노출과 관련되는 지 여부에 따라서 상이한 물리적 해석을 갖는다.

본 섹션의 목적은 불균일 자기장에 노출되는 인체 단순 모형의 경우에 대해 이 결합계수 K를 더 세부적으로 정의하는 것이다. 결합계수 K는 “불균일 자기장에 대한 결합계수(coupling factor for non-uniform magnetic field)”라고도 불린다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/5/NP	2000. 3. 24.	2000. 6. 30.	
106/12/RVN	2000. 8. 25.		
106/27/CD	2002. 2. 8.	2002. 6. 14.	
106/42/CC	2002. 10. 18.		
106/53/CDV	2003. 3. 7.	2003. 8. 8.	
106/64/RVC	2003. 10. 31.		
106/79/FDIS	2004. 9. 3.	2004. 11. 5.	
106/83/RVD	2004. 11. 12.		
IS	2004. 11. 23.		Maintenance 2011

다. IEC 62226-3-1 Ed.1.0 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 저주파수 및 중간 주파수 범위의 전기장 또는 자기장에 의한 노출량 - 인체에 유도되는 전류밀도 및 인체 내부 전기장 계산방법 - Part 3-1: 전기장에 대한 노출 - 해석 및 2D 수치해석 모델
- 적용범위 : 본 표준은 100 kHz 이하의 주파수 범위에서 외부의 전기장에 의하여 인체내부에 유도된 전류밀도를 계산하고 측정하는 것에 적용할 수 있다. 본 표준의 주요내용은 다음과 같다. 생체조직의 유전율, 전도율, 비균질 전도율 등 전기적 특성에 의한 유도전류의 영향을 언급하고 인체내부의 유도전류를 계산하기 위한 표면적 인체모형, 타원형 반구 인체모형 및 축 대칭형 인체모형을 제안한다. 또한, 이 모형들에서 인체 내의 유도전류와 외부 전기장 사이의 관계를 수량화하기 위한 해석 모형을 토대로 수치해석하기 위한 방법을 제안한다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/72/NP	2004. 5. 21.	2004. 9. 3.	
106/86/RVN	2004. 12. 24.		
106/102/CDV	2005. 10. 7.	2006. 3. 10.	
106/115/RVC	2006. 9. 22.		
106/125/FDIS	2007. 3. 2.	2007. 5. 4.	
106/128/RVD	2007. 3. 11.		
IS	2007. 5. 23.		Maintenance 2011

## 2. Working Group 2

WG2는 특정소스에 의해 발생하는 저주파수 범위의 전기장 및 자기장의 특성 측정방법에 대한 제품표준을 제정하고 있으며, 주요역할은 가정용 기기, 전력선, 산업용 전력기기, 철도 등 특성 소스에 의해 발생하는 저주파수 범위의 전기장 및 자기장 측정에 대한 측정장비와 방법의 표준을 개발을 담당하고 있다.

### 가. IEC 62233 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 인체노출 관련 가전제품 및 유사한 기기의 전자기장 측정방법
- 적용범위 : 본 표준에서는 300 GHz 이하의 전자기장을 다루고 있으며, 측정 거리 및 위치뿐만 아니라 시험 동안의 조건을 비롯하여 가정용 기구 및 이와 유사한 전기 기구 주변의 전기장 세기와 자속밀도를 평가하는 방법을 정의한다. 전기 기구에는 모터, 발열체, 또는 이러한 것들의 조합이 포함될 수 있고, 전기 또는 전자회로가 포함될 수도 있다. 이러한 기구는 주전원, 배터리, 또는 기타 전원에 의해 전력이 공급될 수 있다. 전기 기구에는 가정용 전기 기구, 전동공구, 전동 장난감이 포함된다. 본 표준의 적용범위는 전기 기구, 기타 상업지역, 경공업 및 농장에서 일반인이 이용할 수 있는 장치 등과 같은 기기가



포함된다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/4/NP	2000. 1. 21.	2000. 5. 1.	
106/16/RVN	2000. 9. 15.		
106/34/CD	2002. 7. 19.	2002. 11. 22.	
106/51/CC	2003. 1. 17		
106/58/CD	2003. 7. 18.	2003. 10. 24.	
106/66A/CC	2004. 7. 23.		
106/77/CDV	2004. 8. 6.	2005. 1. 7.	
106/91/RVC	2005. 3. 4.		
106/99/FDIS	2005. 7. 29.	2005. 9. 30.	
106/103/RVD	2005. 10. 7.		
IS	2005. 10. 19.		Maintenance 2011

나. IEC 62110 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 교류 전력선에서 발생하는 전자기장의 인체노출량 측정 절차

- 적용범위 : 이 표준은 인체에 전자기장이 노출되는 수준을 평가하기 위하여 교류 전력선에서 발생하는 전기장 및 자기장의 측정절차를 제정하며, 일반적인 공공장소에서 적용한다. 단, 작업자가 비교적 높은 수준에서 자기장이 노출되는 업무 시간은 제외한다. 많은 국가에서 송전을 위한 상용 주파수로 사용하는 50 Hz와 60 Hz 주파수의 전기장 및 자기장에 적용하며 지상과 지하의 송전 선로 및 배전 선로, 전력분배 장치, 변전소 등을 포함한다. 이 표준은 직업인에 대해서는 적용하지 않는다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/75/NP	2004. 7. 16.	2004. 10. 22.	
106/85/RVN	2004. 12. 10.		
106/108/CD	2006. 1. 20.	2006. 4. 28.	
106/117/CC	2006. 11. 17.		
106/123/CD	2007. 2. 23.	2007. 5. 25.	
106/138/CC	2007. 9. 28.		
106/154/CDV	2008. 5. 30.	2008. 10. 31.	
106/170/RVC	2009. 3. 6.		
106/177/FDIS	2009. 5. 29.	2009. 7. 31.	
IS	2009. 8. 31		Maintenance 2014

### 3. Working Group 3

WG3은 100 kHz에서 300 GHz 고주파수범위에서 전자기장 및 SAR 측정방법 및 계산방법을 제정하고 있으며, 주요역할은 고주파수 범위에서 전자기장에 대한 인체노출량 측정과 평가에 대한 기술 보고서를 마련한다.

가. IEC 62334 : 국제표준 발간 진행

- 제목 : 인체노출과 관련된 9 kHz에서 300 GHz 고주파수 전자기장의 측정 및 평가
- 적용범위 : 본 표준은 9 kHz에서 300 GHz 주파수 범위의 전기장과 자기장 노출량 평가와 관련된 물리량의 측정 및 추정에 대한 기법을 기술한 것으로 전자파인체보호기준의 기본 물리량(기본 한계치)에 해당하는 전류의 측정 및 인체내부의 노출량 평가를 포함하여 전기장과 자기장의 세기와 같은 직접 측

정될 수 있는 물리량을 주로 다루고 있다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/25/NP	2002. 1. 25.	2002. 4. 26.	
106/30/RVN	2002. 6. 7.		
SMB/2924/DL	2004. 10. 22.		
※ SMB/2924/DL에 의해 Preliminary 단계로 조정			

#### 4. Working Group 4

WG4는 특정 소스에서 발생하는 전자기장 및 SAR의 특성을 측정하는 표준을 제정하고 있으며, 주요 역할은 무선 통신기기, 기지국, 방송국 송신소 등 특정 전자기장 소스를 평가하기 위한 제품규격을 개발하고 있다.

가. IEC 62209-1 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 300 MHz에서 3 GHz 주파수 범위의 휴대용 및 몸에 부착하여 사용하는 무선 통신기기에서 발생하는 무선 주파수 전자파에 대한 인체노출
  - 인체 모델, 측정기 및 절차 - Part1 : 귀 근처에서 사용하는 휴대용 기기의 SAR 측정절차

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/2/NP	1999. 12. 24.	2000. 3. 31.	
106/9/RVN	2000. 5. 25.		
106/24/CD	2001. 12. 14.	2002. 4. 19.	
106/31/CC	2002. 6. 14.		

106/49/CD	2002. 11. 21.	2003. 2. 28.	
106/57/CC	2003. 7. 18.		
106/61/CDV	2003. 8. 1.	2004. 1. 9.	
106/76/RVC	2004. 7. 23.		
106/84/FDIS	2004. 11. 26.	2005. 1. 28.	
106/88/RVD	2005. 2. 4.		
IS	2005. 2. 18.		Maintenance 2011

나. IEC 62209-2 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 30 MHz에서 6 GHz 주파수 범위의 휴대용 및 몸에 부착하여 사용하는 무선 통신기기에서 발생하는 무선 주파수 전자파에서 대한 인체노출 - 인체모델, 계측기 및 절차 - Part2: 신체에 근접하여 사용하는 휴대용 및 신체 부착용 기기의 SAR 측정 절차
- 적용범위 : 30 MHz에서 6 GHz 주파수 범위의 무전기, 컴퓨터(팜탑, 랩탑, 데스크탑) 및 몸에 부착된 무선기기와 유사한 통신기기가 신체에서 20 cm 이내에서 사용하는 경우, 즉 의복에 내장, 송신 액세서리, 단독으로 몸에 부착, 얼굴 전면, 손으로 잡는 경우에 모두 적용된다. 본 표준의 목적은 그러한 기기가 SAR 제한치를 준수하고 있다는 것을 증명하기 위한 방법을 명시하는 것이다.
- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/90/NP	2005. 2. 18	2005. 5. 20.	
106/100A/RVN	2007. 7. 6.		
106/132/CD	2007. 7. 6.	2007. 10. 12.	
106/144A/CC	2008. 7. 18.		
106/162/CDV	2008. 10. 3.	2009. 3. 6.	

106/195/FDIS	2010. 1. 8.	2010. 3. 12.	
IS	2010. 3. 30.		Maintenance 2013

다. IEC 62232 : 국제표준 발간 진행

- 제목 : 이동통신 기지국 주변에서 인체노출량을 평가하기 위한 RF 전자기장의 측정
- 적용범위 : 300 MHz에서 6 GHz 주파수 범위의 이동통신 기지국 주변에서 인체노출량을 평가하기 위한 전자파 계산 및 측정방법에 적용된다.
- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/87/NP	2005. 1. 14.	2005. 4. 15.	
106/98/RVN	2005. 7. 15.		
106/145/CD	2008. 1. 18.	2008. 4. 18.	
106/165/CD	2008. 12. 19.	2009. 3. 20.	
106/193/CDV	2009. 12. 4.	2010. 5. 7.	

라. IEC 62669 : 국제표준 발간 진행

- 제목 : 기지국에 대한 인체노출량 평가방법 - 다양한 노출 형태에 따른 case별 연구
- 적용범위 : 다중 전자파 소스의 동시 노출에 의해 발생하는 거주자의 전체 노출에 대한 노출 평가 기술에 적용한다.
- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/199/DTR	2010. 3. 12.	2010. 5. 14.	

마. IEC 62369-1 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 다양하게 응용되는 근거리용 무선기기로부터 발생하는 전자기장에 대한 인체노출량 평가 - Part1: 전자 물류 감시 시스템(EAS : Electronic Article Surveillance), 무선 식별(RFID : Radio Frequency Identification), 유사한 시스템에서 발생하는 전자기장

- 적용범위 : 이 표준은 여러 분야의 표준 중에서 첫 번째 부분이고, 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 보안, 도난방지, 전자 물류 감시 시스템(EAS), 무선 식별(RFID), 유사 응용에 사용되는 기기의 전자기장에서 인체노출량 평가를 위한 절차를 기술하고 있다. 그것은 복잡한 평가에 단계적인 접근을 채택한다. 1단계는 기준치에 적합하기 위한 단순 측정이고 2단계는 해석 기술들이 결합된 측정의 더 복잡한 시리즈이다. 3단계는 기본 한계에 적합하다는 것을 보여주기 위한 상세한 모델링과 해석을 요구한다. 어떤 기기를 평가할 때 노출환경을 위하여 최상의 조건이 사용되어야 한다. 일반적으로 이 표준에 의해서 다루어지는 기기들은 비균일한 전자기장의 형태를 가진다. 종종 이러한 기기는 거리에 반대로 전자기장의 강도가 매우 급격히 감소하거나 전기장과 자기장 사이의 관계는 일정하지 않는 근거리장 조건에서 동작한다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/41/NP	2002. 10. 4.	2003. 1. 10.	
106/54/RVN	2003. 3. 14.		
106/80/CD	2004. 9. 3.	2004. 12. 3.	
106/105/CC	2005. 10. 14.		
106/111/CDV	2006. 4. 28.	2006. 9. 29.	

106/147/RVC	2008. 2. 15.		
106/156/FDIS	2008. 6. 6.	2008. 8. 8.	
IS	2008. 8. 28.		Maintenance 2011

바. IEC 62369-2 : 국제표준 발간 진행

- 제목 : 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 전자기장에 대한 인체노출량 평가 - Part2: 경보, 자산/추적, 감시 및 방호, 탐지, 보안, 원격 지령 및 제어, 원격 측정을 위하여 사용되는 장치, 유사한 단거리 및 저전력 무선기기에서 발생하는 전자기장

- 적용범위 : 이 표준은 여러 분야의 표준 중에서 두 번째 부분이고, 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 보안, 자산/품목 추적 및 감시, 원격 지령, 제어, 원격 측정을 위하여 사용되는 장치, 유사한 단거리 및 저전력 무선에 사용되는 기기의 전자기장에서 인체노출량 평가를 위한 절차를 기술한다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/41/NP	2002. 10. 4.	2003. 1. 10.	
106/54/RVN	2003. 3. 14.		

사. IEC 62577 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 방송 송신기에서 발생하는 전자기장에 대한 인체 노출량 평가를 위한 기본 규격(0 Hz - 40 GHz)

- 적용범위 : 이 표준은 30 MHz에서 40 GHz 주파수 범위에서 동작되는 방송 송신기에 대해 적용한다. 이 표준의 목적은 RF 전자기장 인체 노출과 관련된 기본적인 근거리에서 compliance 거리에서 노출량 평가방법, 일반적인 측정 조건 등을 기술하고 있다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/148/CDV	2008. 2. 29.	2008. 8. 1.	
106/176/FDIS	2009. 5. 22.	2009. 7. 24.	
IS	2009. 8. 28.		Maintenance 2012

아. IEC/TR 62630 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 다중 전자파 소스에 대한 인체노출량 평가 지침

- 적용범위 : 이 표준은 100 kHz에서 300 GHz 주파수 범위에서 다중 전자파 소스로부터의 합성(combined) 노출에 대한 평가에 대해 적용한다.

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/173/DTR	2009. 5. 8.	2009. 7. 10.	
IEC/TR 62630	2010. 3. 10.		Maintenance 2013

자. IEC 62704-1 : 국제표준 발간 진행

- 제목 : 무선통신기기에서 발생하는 전자파에 대한 몸통 SAR 평가방법(30 MHz - 6 GHz) - SAR 계산방법(FDTD)에 대한 일반 요구사항

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/203/NP	2010. 5. 7.	2010. 8. 13.	



차. IEC 62704-2 : 국제표준 발간 진행

- 제목 : 무선통신기기에서 발생하는 전자파에 대한 몸통 SAR 평가방법(30 MHz - 6 GHz) - 자동차에 탑재하는 안테나의 노출량 계산방법 (FDTD) 연구

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/197/NP	2010. 2. 26.	2010. 5. 28.	

카. IEC 62704-1 : 국제표준 발간 진행

- 제목 : 무선통신기기에서 발생하는 전자파에 대한 몸통 SAR 평가방법(30 MHz - 6 GHz) - 휴대전화의 전자파 노출량에 대한 계산방법(FDTD) 연구

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/204/NP	2010. 5. 7.	2010. 8. 13.	

타. TS 62630-1 : 국제표준 발간 진행

- 제목 : 다중 전자파 소스에 대한 인체노출량 평가지침 - 머리에 근접하여 사용하는 다중 송신기의 SAR 평가를 위한 일반 요구사항

- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/207/NP	2010. 7. 30.	2010. 11. 5.	

## 5. Working Group 5

WG5는 일반표준(generic standard)을 제정하고 있으며, 주요 역할은 제품군 표준이 적용되지 않는 전기·전자기기에 적용할 수 있는 일반표준을 개발하고, 일반표준에는 전기장, 자기장, 전자기장과 유도전류 및 접촉전류에 관한 일반인 노출 기본 한계 또는 기준 레벨과 적합성 시험방법 등이 포함된다.

가. IEC 62311 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 전기 및 전자 장치에서 발생하는 전자기장의 인체노출량 적합성 평가
- 적용범위 : 본 일반표준은 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 전자기장에 대한 인체노출에 관한 어떤 전용 제품 표준 또는 제품군 표준도 적용되지 않는 전기 및 전자기기에 적용된다. 본 표준의 목적은 전기장, 자기장, 유도전류 및 접촉전류 등과 관련된 일반인의 노출에 관한 기본 한계 또는 기준 레벨을 이용하여 해당기기의 적합성을 입증하는 것이다.
- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/20/NP	2001. 3. 16.	2001. 6. 22.	
106/23/RVN	2001. 11. 30.		
106/55/CD	2003. 5. 16	2003. 9. 5.	
106/69/CC	2004. 4. 2.		
106/70/CDV	2004. 5. 14.	2004. 10. 15.	
106/92/RVC	2005. 3. 11.		
106/104/FDIS	2005. 10. 21.	2006. 1. 6.	
106/107A/RVD	2006. 6. 30.		

106/113/CDV	2006. 6. 30.	2006. 12. 1.	
106/124/RVC	2007. 2. 23.		
106/129/FDIS	2007. 5. 25.	2007. 7. 27.	
IS	2007. 8. 14.		Maintenance 2011

나. IEC 62479 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 전자기장 인체노출에 관한 기본 한계에 전기 및 전자기기의 적합성을 입증하기 위한 일반표준
- 적용범위 : 본 일반표준은 0 Hz에서 300 GHz 주파수 범위에서 전자기장에 대한 인체노출에 관한 어떤 전용 제품표준 또는 제품군 표준도 적용되지 않는 저전력 전기 및 전자 기기에 적용된다. 본 표준의 목적은 전기장, 자기장, 전자기장, 유도전류, 접촉전류 등과 관련된 일반인의 노출에 관한 기본 한계 또는 기준 레벨을 이용하여 해당기기의 적합성을 입증하는 것이다.
- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/106/NP	2005. 12. 23.	2006. 3. 24.	
106/112A/RVN	2006. 6. 23.		
106/130/CD	2007. 6. 1.	2007. 9. 7.	
106/142/CC	2007. 11. 9.		
106/163/CDV	2008. 10. 3.	2009. 3 .6.	
106/198/FDIS	2010. 3. 12.	2010. 5 .14.	
IS	2010. 6. 16.		Maintenance 2012

다. IEC 62577 : 국제표준 발간 완료

- 제목 : 독립형 방송 송신기로부터 방출되는 전자기장의 인체노출량 평가를 위한 기본 표준(30 MHz에서 40 GHz)
- 적용범위 : 본 표준은 시장에 출시하는 30 MHz에서 40 GHz의 주파수 범위에서 작동하는 방송 송신기에 적용된다. 본 표준의 목적은 무선 주파수 전자기장의 인체노출과 관련된 기본 한계(직접적 혹은 기본 레벨 준수를 통하여 간접적으로)에 따라, 통상 조건에서 동작하는 장비의 적합성 거리의 평가 방법을 규정하는 것이다.
- 프로젝트 history

단계	문서회람 개시일	문서회람 마감일	비고
106/148/CDV	2008. 2. 29.	2008. 8. 1.	
106/172/RVC	2009. 4. 3.		
106/176/FDIS	2009. 5. 22.	2009. 7 24.	
IS	2009. 8. 28.		Maintenance 2012

## 제 3 장 EMF인체노출표준위원회 활동

### 제 1 절 개요

전자파 인체영향에 대한 국제 표준화에 효율적으로 대응하기 위하여 2000년 12월 설립된 EMF인체노출표준위원회는 그 동안 국내 전자파 인체영향 기술기준은 물론 국외 표준화 활동을 통해 많은 업무를 수행해 오고 있다. 2006년 2개의 작업반 구성 체계에서 IEC TC106 표준화에 보다 적극적으로 대응하기 위하여 TC106 WG과 유사한 4개의 상설 연구반 및 3개의 특별 연구반으로 확대 운영하고 있다.

금년 위원회 주요사업으로는 매년 발간되고 있는 전자파 인체노출량 평가 표준화 동향보고서 발간 및 배포, 국제 표준화 기술문서에 대한 투표 및 의견서 제출 외에도 IEC TC106 표준화 과제 연구 수행, 국제 표준 문서 번역본 발간 등을 계획하고 있다. 이 사업들을 효율적으로 추진하기 위하여 산·학·연 관련 전문가로 구성된 상설 연구반(4개) 및 특별 연구반(3개)을 구성 및 운영을 하고 있다. 현재 상설 연구반에서는 IEC 표준화 기술문서 검토 및 표준화 동향보고서 발간 업무를 수행하고 있으며, 특별 연구반에서는 표준화 과제 연구를 수행하고 있다. 이에 대한 내용들은 3절에서 자세히 다루기로 한다.

그림 3-1과 표 3-1은 각각 현재의 EMF인체노출표준위원회 조직 구성도와 IEC TC106 작업반에 참여하고 있는 전문위원 현황을 보여주고 있다.



그림 3-1. EMF인체노출표준위원회 조직 구성도

표 3-1. IEC TC106 WG의 우리나라 참여위원

작업반	수행업무	우리나라 참여위원
WG1	저주파수 전자기장, 유도전류의 측정 및 계산방법	권용기(RRA), 조환구(한전), 이병윤(한국전기연구원) 등 총 3명
WG2	특정 소스에 의해 발생하는 저주파수 전자기장의 특성 평가	권용기(RRA), 조환구(한전), 이병윤(한국전기연구원) 등 총 3명
WG3	고주파수 전자기장의 인체노출량에 대한 측정 및 평가	김남(충북대학교), 최동근(RRA), 윤세정(RRA), 김병찬(ETRI) 등 총 4명
WG4	특정 소스에 의한 고주파수 전자기장 및 SAR 특성 평가	김윤명(단국대학교), 백정기(충남대학교), 최동근(RRA), 윤세정(RRA), 이애경(ETRI), 이범선(경희대학교), 김병찬(ETRI), 김완기(KORPA), 전해영, 박광수, 장재동(삼성전자), 정찬호, 심현섭(LG전자), 소재상(HCT) 등 총 14명
WG5	일반 표준	백정기(충남대학교), 류충상(RRA), 최형도(ETRI) 등 총 3명

## 제 2 절 IEC TC106 표준화 대응 활동

### 1. IEC TC106 기술문서 검토 및 의견 제출

금년에는 IEC TC106 표준화 문서 8건에 대한 검토가 있었다. 기술문서 검토는 해당 문서와 관련된 상설 연구반 및 특별 연구반을 운영하여 의견 수렴 후 국내 의견으로 제출하였다. 그 내용을 살펴보면, 위원회 투표안(106/193/CDV) 문서 1건에 대해서는 찬성투표와 47건의 의견을 제출하였으며, 국제 표준 최종안(106/195/FDIS, 106/198/FDIS) 문서 2건에 대해서는 각각 반대투표(10건의 의견), 찬성투표 의견을 제출하였다. 그리고 기지국에 대한 인체노출량 평가방법 관련 다양한 노출 형태에 따른 종류(case)별 평가방법 연구를 다룬 기술보고서 초안(106/199/DTR) 문서 1건에 대하여 찬성투표 의견을 제출하였으며, IEC TC106과 IEEE TC34와의 공동 연구 협력 관련하여 SAR 계산방법(FDTD) 연구, 자동차에

탑재하는 안테나 및 휴대전화의 SAR 계산방법, 머리에 근접하여 사용하는 다중 송신기의 SAR 평가방법을 다루는 새로운 프로젝트 제안(106/203, 204, 207/NP) 문서 3건에 대하여 찬성투표 의견을 제출하였다. 이처럼 전자파의 인체노출량 평가방법과 관련한 국제 표준화 작업에 적극적으로 대응하였다. 표 3-2는 2010년 기술문서에 대한 투표 및 의견 제출 현황을 나타내며, 다음의 가에서는 IEC TC106 기술문서에 대한 투표 및 의견 제출의 주요 내용을 다루었다. 그리고 기술 문서에 대한 주요 내용 및 자세한 의견 내용은 부록 1~8에 첨부하였다.

표 3-2. 2010년 기술문서에 대한 투표 및 의견 제출 현황

구분	문서번호	프로젝트 번호	제목	투표	의견 (일반사항, 기술적 사항 등)
1	106/193/CDV	IEC 62232	기지국에 대한 인체노출량 측정방법	찬성	47건
2	106/195/FDIS	IEC 62209-2	인체에 근접하여 사용하는 휴대용 및 신체 부착용 기기의 SAR 측정 방법 (30 MHz ~ 6 GHz)	반대	10건
3	106/197/NP	IEC 62704-2	몸통 SAR 평가방법(30 MHz - 6 GHz) - 자동차에 탑재하는 안테나의 노출량 계산방법(FDTD) 연구	찬성	-
4	106/198/FDIS	IEC 62479	저출력 전기·전자기기에 대한 인체 노출량 평가방법	찬성	-
5	106/199/DTR	IEC 62669	기지국에 대한 인체노출량 평가방법- 다양한 노출 형태에 따른 case별 연구	찬성	-
6	106/203/NP	IEC 62704-1	몸통 SAR 평가방법(30 MHz - 6 GHz) - SAR 계산방법(FDTD)에 대한 일반 요구사항	찬성	-
7	106/204/NP	IEC 62704-3	몸통 SAR 평가방법(30 MHz - 6 GHz) - 휴대전화의 전자파 노출량에 대한 계산방법(FDTD) 연구	찬성	-
8	106/207/NP	TS 62630-1	다중 전자파 소스에 대한 인체노출량 평가지침 - 머리에 근접하여 사용하는 다중 송신기의 SAR 평가를 위한 일반 요구사항	찬성	-

가. IEC TC106 기술문서에 대한 투표 및 의견 제출의 주요 내용

o 1번 문서명 : 106/193/CDV

- 프로젝트 번호 : IEC 62232

- 제목 : 무선통신 기지국 주변에서 인체노출량을 평가하기 위한 RF 전자기장 및 SAR 측정

- 검토결과 : 찬성투표, 총 47건 의견제출(일반적 사항 1건, 기술적 사항 12건, 편집사항 34건)

- 주요 검토내용

① 일반사항 : 전체적으로 찬성, 그러나 몇 가지 수정 필요

② 편집사항(Editorial) : 소개(Introduction)의 line 527에서 오타

→ 제안 : “SAR, E field and computation”을 “SAR and E field, and computation”로 수정

③ 편집사항(Editorial) : 소개(Introduction)의 line 533에서 오타

→ 제안 : “In accordance with to the requirements”를 “In accordance with the requirements”로 수정

④ 편집사항(Editorial) : 3.7의 line 636 단어 첫 자(p)가 알파벳순으로 되어 있지 않음

→ 제안 : 알파벳순인 3.30과 3.31절 사이로 위치 수정

⑤ 편집사항(Editorial) : 3.8의 line 640에서 오타

→ 제안 : “collinear array”를 “collinear array (antenna)”로 수정

⑥ 편집사항(Editorial) : 3.11의 line 653에서 “detection limits” 용어의 의미가 정확하지 않아 정확한 표현을 위하여 단어 삭제

→ 제안 : “the lower (respectively upper) detection limit defined” 삭제

⑦ 편집사항(Editorial) : 3.12의 line 662(NOTE 2)에서 좀 더 정확한 의미 표현을 위하여 단어 삽입

→ 제안 : 문장 끝에 “perfectly matched” 삽입

⑧ 편집사항(Editorial) : 3.13의 line 666에서 오타

→ 제안 : 문장에서 “(1)”과 “(2)” 삭제

⑨ 편집사항(Editorial) : 3.14의 line 671에서 “dynamic range” 용어의 의미



- 가 정확하지 않아 정확한 표현을 위하여 단어 삭제  
 → 제안 : 문장에서 “signal from” 삭제
- ⑩ 편집사항(Editorial) : 3.14의 line 673에서 오타  
 → 제안 : “NOTE -”를 “NOTE”로 수정
- ⑪ 편집사항(Editorial) : 3.16과 3.28의 line 686 및 line 744 수식에서 벡터 표시의 통일이 필요  
 → 제안 : 해당 수식을 벡터 표시로 수정
- ⑫ 편집사항(Editorial) : 3.28의 line 744 수식에서 오타  
 → 제안 : “ $\mu$ ”를 “ $\mu_0$ ”로 수정
- ⑬ 편집사항(Editorial) : 3.34의 line 773 단어에서 동일한 글씨체로 통일 필요  
 → 제안 : “radio base station”을 굵은 글씨로 수정
- ⑭ 편집사항(Editorial) : 4.1의 line 816 단위에서 오타  
 → 제안 : “ $A m^{-2}$ ”를 “ $A m^{-2}$ ”로 수정
- ⑮ 편집사항(Editorial) : 4.2의 line 819 단위에서 오타, 광속은 통상 소문자  $c$ 로 표현됨  
 → 제안 : “C”를 “c”로 수정
- ⑯ 편집사항(Editorial) : 4.3의 line 822에서 현재 사용하지 않는 통신 방식을 약어에서 삭제  
 → 제안 : 약어 “AMPS” 삭제
- ⑰ 편집사항(Editorial) : 4.3의 line 829 용어 정의가 잘못되어 있어 정확한 의미로 수정  
 → 제안 : “electromagnetic fields”를 “electric, magnetic, and electromagnetic field(s)”로 수정
- ⑱ 편집사항(Editorial) : 4.3의 line 840과 852에서 약어로 적절하지 못함  
 → 제안 : “NMT”와 “USDC” 삭제
- ⑲ 편집사항(Editorial) : 4.3의 line 855(NOTE)에서 오타  
 → 제안 : “Wi-Fi”를 “WiFi”로 수정
- ⑳ 편집사항(Editorial) : 5.1의 Line 866에서 “establishes” 뒤에 목적어가 없음  
 → 제안 : 목적어의 확인이 필요함
- ㉑ 기술적 사항(Technical) : 6.2.2.2(General requirements)의 line 962와 line 965의  $\hat{E}_i$  와  $\hat{H}_i$  는 각 안테나에서의 전기장, 자기장 세기로서 rms(root mean square) 값을 나타냄.

- 제안 : “Root-sum-sqaure” ⇒ “root-mean-square”로 수정
- ② 편집사항(Editorial) : 6.2.2.2의 Line 959에서 오타  
→ 제안 : “N<sub>i</sub>”를 “N”로 수정
- ③ 기술적 사항(Technical) : 6.2.2.5.1.2의 7, 8, 9번째 문단(line 1108-1112)의 내용이 일반 사항으로서 삭제하거나 해당되는 절로 이동하여야 함  
→ 제안 : 삭제 또는 6.2.2.4.2절로 이동
- ④ 기술적 사항(Technical) : 6.2.2.5.4.2의 line 1160과 line 1162의  $\hat{E}_i$ 와  $\hat{H}_i$  는 각 안테나에서의 전기장, 자기장 세기로서 rms(root mean square) 값을 나타냄.  
→ 제안 : “Root-sum-sqaure” ⇒ “root-mean-square”로 수정
- ⑤ 기술적 사항(Technical) : 6.2.2.6의 line 1211(Table 2)과 line 1214(Table 3)에서 probe distribution function의 불확정도 소스가 일치하지 않음  
→ 제안 : Methodology의 probe distribution type과 divisor와의 요소들의 일치가 필요함
- ⑥ 편집사항(Editorial) : 6.2.3.3의 Line 1237에서 오타  
→ 제안 : “IEC 62209-2:-”를 “IEC 62209-2:”로 수정
- ⑦ 편집사항(Editorial) : 6.2.3.4의 Line 1269에서 “Power scaling procedure”의 참조 오류  
→ 제안 : “Annex N”을 “Annex L”로 수정
- ⑧ 편집사항(Editorial) : 6.2.3.4의 line 1297의 CF 식에 대한 근거를 IEC 62209-2와 ref.[29]로 제시하고 있는데 관련 문서 어디에서도 해당 근거식이 없음  
→ 제안 : line 1297의 CF 식에 대한 근거를 명확히 제시하도록 요청,  

$$CF_{sar}(d) = \begin{cases} 1.0 & d < 200 \\ \frac{d}{200} & 200 \leq d \leq 400 \end{cases} \quad \text{에 대한 근거 설명 요청}$$
- ⑨ 기술적 사항(Technical) : 6.3.3.1.4와 6.3.3.3.4의 line 1519(Table 6)와 line 1634에서 “probe distribution type” 요소들의 내용이 일치하지 않음.  
→ 제안 : 이 부분에 대한 확인이 필요함
- ⑩ 편집사항(Editorial) : 6.4.1의 Line 1646에서 오타

- 제안 : “then”을 “than”로 수정
- ③① 편집사항(Editorial) : 6.4.1의 Line 1654에서 참조 오류  
 → 제안 : “the case-specific extrapolation factor”를 “the case-specific extrapolation factor  $F_{ext}$  : see Annex N”로 수정
- ③② 기술적 사항(Technical) : Annex A A3.2의 line 2008(Table A.1)에서 “power flux density”는 source 1, 2 영역에 해당되지 않음  
 → 제안 : 이 부분에 대한 확인이 필요함
- ③③ 편집사항(Editorial) : Annex A A3.6.2의 line 2070(Table A.7)에서 오타  
 → 제안 : “Broad band”를 “Broadband”로 수정
- ③④ 편집사항(Editorial) : Annex B B.2의 line 2091(Figure B.2)에서 단위 표시 오류  
 → 제안 : 직각 표시가 필요함
- ③⑤ 편집사항(Editorial) : Annex B B.2의 line 2097에서 “d” 용어에 대한 좀 더 정확한 의미 표현이 필요함  
 → 제안 : “a distance from”을 “the minimum from”으로 수정
- ③⑥ 기술적 사항(Technical) : Annex E의 Table E.1과 Table E.2에서 제시하는 값에 대한 참조 근거를 찾을 수 없음  
 → 제안 : 값에 대한 참조 근거 및 이론적인 설명을 요청
- ③⑦ 기술적 사항(Technical) : Annex F의 line 2491에서 검증되지 않은 논문 및 참조를 근거로 작성되어 있기 때문에 기준용(normative)보다는 정보 제공용(informative)으로 더 적합하다고 사료됨  
 → 제안 : “normative”를 “informative”로 수정
- ③⑧ 편집사항(Editorial) : Annex F F.2.2.1의 line 2521에서 해당 참고 문헌에 대한 참조 오류  
 → 제안 : 적절한 참고 문헌을 인용하도록 요청
- ③⑨ 기술적 사항(Technical) : Annex F의 F.2.2.1의 line 2523에서 참고 문헌[3]에서 제시하는 식을 찾을 수 없음  
 → 제안 : 참고 문헌을 바꾸거나 적절한 이론적 근거를 추가
- ④⑩ 편집사항(Editorial) : Annex F F.5의 Line 2618(Figure F.3), line 2637, line 2639, 그리고 line 2641에서 오타  
 → 제안 : “p”를 “y”로 수정
- ④① 편집사항(Editorial) : Annex H H.1.2의 line 2852(Figure H.1)에서 오타  
 → 제안 : “W/m”을 “W/m<sup>2</sup>”로 수정
- ④② 편집사항(Editorial) : Annex H H.4.2와 Annex M M.4.3의 line 2931(Figure

F.3), line 2931, line 3473에서 IEC 참조가 적합하지 않음

→ 제안 : 참조 “IEC 62232 Ed.1” 삭제

④③ 기술적 사항(Technical) : Annex I I.2의 line 2999에서 참고 문헌에 대한 참조 오류

→ 제안 : 참고 문헌 「Byung Chan Kim, Hyung-Do Choi, and Seong-Ook Park., “Methods of evaluating human exposure to electromagnetic fields radiated from operating base stations in Korea”; Bioelectromagnetics, vol. 9, no. 7, pp 579-582, 2008」을 추가

④④ 기술적 사항(Technical) : 부록 M.3.2.2의 line 3363(Table M.2)에서 S and S or H의 Target Uncertainty가 각각 왜 +4 dB가 되는지 참조 확인이 필요함

→ 제안 : 관련 설명 또는 적절한 참조 문헌을 추가

④⑤ 편집사항(Editorial) : 부록 N.2의 line 3502(Table N.1(Technology specific information))에서 한국 정보가 포함되어 있지 않음

→ 제안 : 아래의 표(N.1-1)를 추가

Technology	Frequency Band (MHz)	Down link Freq (Base-mobile) (MHz)	Uplink Freq (mobile-base) (MHz)	Modulation type	Multiple Access	Channel Bandwidth (kHz)	Tx Unit power (W) <sup>4F5</sup>	Downlink TX power control range	No. of timeslots (TDMA)	Relevant Technology Standard references
CDMA2000 Class 0 Class 6 other	824-894 1920-2170 1750-1870	869-894 170 1840-1870	824-849 1920-1980 1750-1780	QPSK	CDMA	1250			N/A	3rd Generation Partnership Project 2 (3GPP), C.S0057
TETRA	Below 1000	851-867	806-822	$\pi / 4$ DQPSK	TDM A	25	4			ETSI TS 100 392-15
WiMax	2300-2400	n / a (TDD, FDD)	n / a (TDD, FDD)	QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM	1750, 3500, 7000, 1400, 10000, 20000	20(RBS), 0.5(CPE), 0.2(mob)		128, 256, 1024, 2048 OFDM sub carriers	IEEE 802.16-2004, 802.16e

④⑥ 기술적 사항(Technical) : 부록 O.4.11.1의 line 4285에서, high field gradients의 variation은 rectangular distribution이라 가정했으므로

불확정도의 계산예로  $0.87/\sqrt{6}=0.36$  dB는  $0.87/\sqrt{3}=0.5$  dB로 수정되어야 함

→ 제안 : “ $0.87/\sqrt{6}=0.36$  dB”을 “ $0.87/\sqrt{3}=0.5$  dB”로 수정하고 관련 근거 자료를 추가하도록 요구

④⑦ 편집사항(Editorial) : Bibliography(인용 문헌)의 line 4599와 line 4644의 참조 문헌이 동일함

→ 제안 : 한 개의 참조 문헌을 삭제

o 2번 문서명 : 106/195/FDIS

- 프로젝트 번호 : IEC 62209-2

- 제목 : 신체에 근접하여 사용하는 휴대용 및 신체 부착용 기기의 SAR 측정절차(30 MHz ~ 6 GHz)

- 검토결과 : 총 10건 의견제출 (일반적 사항 1건, 기술적 사항 2건, 편집사항 7건)

- 주요 검토내용

① 일반사항 : 전체적으로 찬성, 그러나 몇 가지 수정 필요

② 편집사항(Editorial) : 5.2.2의 b) 문단에서 문장의 의미와 다르게 표현이 되어 있음

→ 제안 : “Except for frequencies”를 “For frequencies”로 수정

③ 편집사항(Editorial) : 6.1.1의 첫번째 문단에서 “target value”의 범위 지정에 대한 오류

→ 제안 : “shall be within 10% of the target values”를 “shall be within the target values  $\pm 10\%$ ”로 수정

④ 기술적 사항(Technical) : 6.1.1의 첫 번째 문단에서, IEC 62209-1인 경우 300 MHz - 2 GHz에서는 모의조직 유사액체의 목표값(target value)이  $\pm 5\%$ 이며, 2 - 3 GHz에서는  $\pm 10\%$ 이다. 하지만 IEC 62209-2인 경우 300 MHz - 3 GHz에서 모두 동일한 목표값을 사용하기 때문에 IEC 62209-1과의 조화(harmonization)가 필요함

→ 제안 : 문장 “the measured conductivity and relative permittivity shall be within the target values 5% for 300 MHz - 2

GHz and the target values 10% for other frequencies”로 수정

- ⑤ 편집사항(Editorial) : 5.3.2의 두 번째 문단에서 오타, “Positional accuracy :  $\leq \pm 0,2$  mm”에서 위치 정확도의 범위가 제한 범위를 넘어서기 때문에 단위 오류 수정이 필요함  
→ 제안 : “Positional accuracy :  $\leq \pm 0,2$  mm”를 “Absolute positional accuracy :  $\leq 0,2$  mm”로 수정
- ⑥ 편집사항(Editorial) : 7.2.2.6의 line 8(p43)에서 오타  
→ 제안 : “is the deviation between ... the distance  $d_{Be}$  ...  $SAR_{ref}$ .”을 “is the deviation between ... the distance  $d_{Be}$  ...  $SAR_{ref}$ .”로 수정
- ⑦ 편집사항(Editorial) : 6.1.3.2.4의 제목이 6.1.3.2.3의 제목과 동일하여 수정이 필요함  
→ 제안 : “Drift assessment by calculation of the cumulative drift”을 “Drift assessment by calculation of the cumulative drift(reset of the DUT)”로 수정
- ⑧ 기술적 사항(Technical) : 6.3.1의 b) 문단에서, IEC 62209-1과 106/162/CDV인 경우 3 GHz에서 모의인체 내 표면과 프로브 검파 중심점과의 최대 거리가 5 mm(일치하는 점의 전력 또는 SAR값이 50%임)로 되어 있으나, 이 문서에서는 8 mm(일치하는 점의 전력 또는 SAR값이 33%임)로 되어 있음, 여기서 8 mm로 한다면 기존의 5 mm보다 에너지 효율이 감소하는 것뿐만 아니라 이에 대한 이론적인 배경이 명확하게 제시될 필요성이 있음  
→ 제안 : 5 mm로 변경한다면 이에 대한 명확한 이론적 근거가 필요
- ⑨ 편집사항(Editorial) : 6.3.1의 d) 문단에서 평면형 모의인체 표면과 관련된 프로브 각도의 내용이 6.3.1절과 부록 M.3과 불일치하므로 정확한 값으로 수정이 필요함  
→ 제안 : “for deviations larger than 20°”을 “for deviations larger the 5°”로 수정하거나 “deviations less than 5° are technically preferable”를 삭제
- ⑩ 편집사항(Editorial) : 7.2.4.5의 두 번째 문단에서 단위가 불일치하므로 모든 값의 단위를 일치  
→ 제안 : “100 mW/kg”을 “0.1 W/kg”로 수정

o 3번 문서명 : 106/197/NP

- 프로젝트 번호 : IEC 62704-2
- 제목 : 몸통 SAR 평가방법(30 MHz ~ 6 GHz) - 자동차에 탑재하는 안테나의 노출량 계산방법(FDTD) 연구
- 검토결과 : 찬성투표 의견제출

o 4번 문서명 : 106/198/FDIS

- 프로젝트 번호 : IEC 62479
- 제목 : 저출력 전기·전자기기에 대한 인체노출량 평가방법
- 검토결과 : 찬성투표 의견제출

o 5번 문서명 : 106/199/DTR

- 프로젝트 번호 : IEC 62669
- 제목 : 기지국에 대한 인체노출량 평가방법 - 다양한 노출 형태에 따른 case별 연구
- 검토결과 : 찬성투표 의견제출

o 6번 문서명 : 106/203/NP

- 프로젝트 번호 : IEC 62704-1
- 제목 : 몸통 SAR 평가방법(30 MHz ~ 6 GHz) - SAR 계산방법(FDTD)에

## 대한 일반 요구사항

- 검토결과 : 찬성투표 의견제출

### o 7번 문서명 : 106/204/NP

- 프로젝트 번호 : IEC 62704-3
- 제목 : 몸통 SAR 평가방법(30 MHz ~ 6 GHz) - 휴대전화의 전자파 노출량에 대한 계산방법(FDTD) 연구
- 검토결과 : 찬성투표 의견제출

### o 8번 문서명 : 106/207/NP

- 프로젝트 번호 : IEC TS 62630-1
- 제목 : 다중 전자파 소스에 대한 인체노출량 평가지침 - 머리에 근접하여 사용하는 다중 송신기의 SAR 평가를 위한 일반 요구사항
- 검토결과 : 찬성투표 의견제출

## 제 3 절 국제 표준화 기술문서 번역

국제 표준으로 발간되고 있는 기술문서를 국문으로 번역하여 산업체, 연구소 등 관련 기관에 배포함으로써 산업체 관계자들의 관련 규격에 대한 이해도와 활용도를 높이고, 향후 우리나라의 기술기준으로 도입시 활용하고자 한다. 금년 국문으로 번역될 국제 표준화 기술문서는 다중 전자파 소스에 대한 인체노출량 평가방법에 대하여 기술된 IEC 기술문서(IEC/TR 62630)와 저출력 전기·전자기기에 대한 인체노출량 평가방법을 기술한 IEC 기술문서(106/198/FDIS)이다. 초벌 번역안에 대한 전체 내용 및 의미를 검토하기 위하여 표 3-3과 표 3-4와 같이 산·학·



연 전문가로 구성된 번역팀 상설 연구2반(10명) 및 상설 연구3반(5명)을 운영하였다. 문서 검토는 문서 전체 내용의 용어 통일 및 내용상 표현을 검토하였으며, 위원별 교환 검토(Cross check) 및 몇 차례의 세부 검토를 거친 후 최종 번역본을 발간하였다. 그리고 산·학·연 관련 기관에 배포하였다. 표 3-5 및 표 3-6은 각각 106/198/FDIS 문서와 TR 62630 문서의 목차이다.

표 3-3. 국제 표준 문서 번역팀 상설 연구2반 위원

성명	소속	직위	연락처	비고
김윤명	단국대학교	교수	<a href="mailto:gimm@dku.edu">gimm@dku.edu</a>	총괄
이범선	경희대학교	교수	<a href="mailto:bomson@khu.ac.kr">bomson@khu.ac.kr</a>	학계
백정기	충남대학교	교수	<a href="mailto:jkpack@cnu.ac.kr">jkpack@cnu.ac.kr</a>	학계
박승호	삼성전자	그룹장	<a href="mailto:almpark@samsung.com">almpark@samsung.com</a>	산업체
박동식		수석연구원	<a href="mailto:dspark@samsung.com">dspark@samsung.com</a>	
전해영		책임연구원	<a href="mailto:haeyoung.jun@samsung.com">haeyoung.jun@samsung.com</a>	
박의순	LG전자	부장	<a href="mailto:espark@lge.com1">espark@lge.com1</a>	산업체
정찬호		대리	<a href="mailto:chanho77@lge.com">chanho77@lge.com</a>	
이애경	ETRI	책임연구원	<a href="mailto:aklee@etri.re.kr">aklee@etri.re.kr</a>	연구기관
최동근	전파연구소	공업연구사	<a href="mailto:dgchoi@kcc.go.kr">dgchoi@kcc.go.kr</a>	연구소

표 3-4. 국제 표준 문서 번역팀 상설 연구3반 위원

성명	소속	직위	연락처	비고
김 남	충북대학교	교수	<a href="mailto:namkim@chungbuk.ac.kr">namkim@chungbuk.ac.kr</a>	총괄
류충상	전파연구소	공업연구관	<a href="mailto:chsryu@kcc.go.kr">chsryu@kcc.go.kr</a>	연구소
최동근	전파연구소	공업연구사	<a href="mailto:dgchoi@kcc.go.kr">dgchoi@kcc.go.kr</a>	연구소
최형도	ETRI	팀장	<a href="mailto:choihd@etri.re.kr">choihd@etri.re.kr</a>	연구기관
백정기	충남대학교	교수	<a href="mailto:jkpack@cnu.ac.kr">jkpack@cnu.ac.kr</a>	학계

## 1. 106/198/FDIS 문서의 적용 범위와 목적

106/198/FDIS 문서는 저출력 전자·전기 기기에 대한 전자기장(10 MHz - 300 GHz) 인체노출 기본 한계 적합성 평가에 적용된다.

이 표준은 전자기장(EMF)과 관련된 노출 한계에 대한 저출력 전자 및 전기 장비의 간단한 적합성 평가 방법을 제공한다. 만약 그러한 장비가 이 전자기장 평가를 위해 이 표준에 포함된 방법을 사용하지 않는다면, IEC 62311 또는 다른 제품 표준을 포함하는 다른 표준을 적합성 평가에 사용할 수 있다.

표 3-5. 106/198/FDIS 문서의 목차

내 용
1. 적용범위
2. 인용규격
3. 용어 및 정의
4. 적합성 평가 방법
4.1. 일반 사항
4.2. 저전력 예외 레벨
4.3. 다중 송신원에 대한 노출
5. EMF 평가보고서
5.1. 일반 사항
5.2. 기기 정보
6. 제한값에 대한 적합성 평가에서의 측정 불확정도의 사용
부록 A (정보제공용) 저전력 예외 레벨의 ICNIRP 및 IEEE 노출 한계값으로부터의 유도
부록 B (정보제공용) 인체 가까이에서 사용되는 무선기기에 대한 대안적인 저전력 예외 레벨의 유도
부록 C (정보 제공용) 펄스 장(field)에 대한 적합성 요구사항
부록 D (정보 제공용) EMF 평가보고서 관련 ISO/IEC 17025 주제들

## 2. 106 TR 62630 문서의 적용 범위와 목적

TR 62630 문서는 다중 전자파 소스에 대한 인체노출량 평가방법(100 kHz~300

GHz)을 다루고 있다. 이 기술보고서에는 동일한 전자 장치(예컨대, 다중대역 이동 전화) 상에서 발생하는 노출, 다중 장치(예컨대, 다중 기지국 안테나)로부터 발생하는 노출, 시간적으로 상관성이 없는 장(field)(예컨대, 상이한 대역에서 동작하는 송신기)로부터 발생하는 노출, 시간적으로 상관성이 있는 장(field)(예컨대, 적응형(빔-조정) 배열 안테나)로부터 발생하는 노출, 다중 전자기(EM) 소스로부터의 노출 등에 대한 합성을 다루고 있다.

표 3-6. 106 TR 62630 문서의 목차

내 용
1. 적용범위
2. 인용규격
3. 용어, 정의 및 약어
3.1. 용어 및 정의
3.2. 물리량
3.3. 상수
3.4. 약어
3.5. 벡터 표기법
4. 개요
5. 개요
5.1. 일반 사항
5.2. 사용 의도에 기초한 장치 분류: 사용자 중심형 대 노드 중심형
5.3. 전자기(EM) 소스 분류 : 단일 채널 대 밴드 폭 송신기
6. 다중 협대역 전자기(EM) 소스로부터의 합성 노출
6.1. 노출 합산 접근법의 선택에 관한 지침
6.2. 개별 전자기(EM) 소스에 의해 방출된 신호 사이의 상관성
6.3. 관련된 노출 평가 물리량
6.4. 상관성이 없는 전자기(EM) 소스로부터의 합성 노출
6.5. 상관성이 있는 전자기(EM) 소스의 합성 노출 평가
6.5.1. 참(true) 전자기장 벡터 합의 정확한 추정
6.5.2. 스칼라 센서를 사용한 엄격한 합성 노출 평가

부록 A (정보제공용) 일부 공통 무선 서비스를 위한 주파수 할당
부록 B (정보제공용) 상세 분석 근거
부록 C (정보제공용) 합성 노출 평가의 예

## 제 4 절 전자파 인체노출량 평가 표준화 동향보고서 발간

2001년 설립된 『EMF인체노출표준위원회』에서는 EMF 인체노출량 평가와 관련된 국내·외 표준화 동향 및 관련 연구결과들을 산업체 및 관련 기관에 적기에 전달하기 위해 2004년부터 표준화 동향보고서를 발간 및 배포해 오고 있다. 금년은 통권 제7호가 된다.

이번 호에는 IEC TC106 회의, ITU-T SG5 회의, WHO 회의, GLORE 회의, BEMS 회의 등에 대한 국제 표준화 회의 참관기를 수록하여 표준화 관련 주요 이슈에 대한 현장의 분위기를 전달할 수 있도록 노력하였고, 전자파 인체노출과 관련된 주요 표준화 기구인 ICNIRP, ITU-T SG5, ITU-D SG1, ITU-R SG1, IEC TC106, IEEE ICES의 표준화 동향을 자세히 소개하였다. 그리고 IEC TC106에서 이슈로 다루고 있는 손 영향, 고속(Fast) SAR, SAR 시험조건 줄이는 방법(SAR test reduction)을 고려한 PT 62209 M1의 주요 활동 내용과 PT 62232 회의 때 다루어진 주요 내용에 대하여 Hot Issue로 다루었다. 그리고 국제 표준화 문서 번역본 발간, 무선국, RFID기기의 인체노출량 평가방법(안), 몸통(Body) SAR 평가방법(안) 검증 등 EMF위원회의 연구반 활동을 소개하였다. 또한 산업체에 전자파 인체영향 분야에 대하여 많은 정보를 제공하기 위하여 URSI-K, MMF 표준화 동향, 전자장과 생체관계 연구회 연구 동향, KORPA, ETRI 등 산업체의 연구 동향, 무선전력전송시스템, 고출력 전자파 관련 EMF 영향 등 다양한 신기술 분야까지 광범위하게 다루었다.(표 3-7 참조).

표 3-7. 표준화 동향보고서 내용 및 담당자

번호	내 용	담 당 자
	권두언	백정기 위원장
1.	EMF인체노출표준위원회 동정	최동근 위원
2.	국제회의 참관기	

	- 2010 WHO IAC 회의	백정기 위원장 최형도 위원,
	- 2010 IEC TC106 표준화 회의	백정기 위원장 최형도 위원,
	- ITUT SG5 참관기	이일용 연구사
	- 전자파 인체영향 국제회의를 다녀와서	김학봉 부장, 강호석
	- BEMS 2010 Annual Meeting	김남 위원
3.	<b>국제 표준화 동향</b>	
	- ICNIRP의 인체보호기준 동향	백정기 위원장
	- ITU 국제 표준화 동향	권용기 위원
	- IEC TC106 표준화 동향	최동근 위원
	- 전자기장 인체노출 관련 IEEE 활동 동향	류충상 위원
4.	<b>Hot Issue</b>	
	- PT 62232 회의	김병찬 위원
	- IEC 62209-1 Maintenance 현황	전해영 위원
5.	<b>EMF위원회 연구반 활동</b>	
	- EMF 국제 표준화 기술문서 번역본 발간 연구반 활동	최동근 위원
	- 기지국 주변 전자파 인체노출량 평가 표준 개정	김완기 위원
	- EAS, RFID 및 이와 유사한 근거리 기기의 전자파 인체 노출량 평가 방법	홍선의 위원
	- 인체에 근접하여 사용하는 휴대용 무선통신기기의 전자파흡수율 측정절차의 표준화	이애경 위원
6.	<b>특별기고</b>	
	- 2010년 MMF 동향 특별 기고문	박광수 위원
	- URSI-K의 2010년도 동향	김윤명 위원
	- 전자장과 생체관계 연구회 활동 보고	김남 위원
	- ETRI 연구 동향(인체모델 개발과 전신노출 평가 연구)	이애경 위원
	- 일상생활 주변의 전자파환경 측정(전파자원총조사)	박춘배 부장, 김완기 위원
	- 무선전력전송시스템 관련 EMF 영향	백정기 위원장 김태홍 박사
	- 고출력 전자파와 인체 영향	김병찬 위원
- Hand effect 연구 동향	이범선 위원	
	- WHO Interphone Study	변진규 위원
	- FCC의 SAR적합성 평가 적용방법 소개	소재상 위원
	<b>위원명단</b>	

## 제 5 절 IEC TC106 표준화 과제 연구

### 1. 무선국 전자파 강도 측정기준 개정(안) 검증 - AM송신국

#### 가. AM 송신국

보편적인 정보와 문화의 전달 수단인 AM송신국은 낮은 언덕 및 평야지대에 위치하여 고출력으로 수 천 킬로미터까지 전파를 송신하고 있으나, 도심의 팽창 및 신도시의 개발 등으로 인하여 송신국 주변에 아파트 및 주택들이 들어서면서 전자파와 관련된 민원의 주요 요인으로 인식되고 있다. 또한 FM방송 및 TV방송에 비하여 고출력으로 송출하고 있어 전자파 노출로 인한 국민의 막연한 불안감 해소와 안전한 전파이용 환경 마련을 위한 전자파노출량의 정확한 측정방법 필요성이 요구되고 있다. 또한 전파법 제47조의2(전자파인체보호기준 등)제1항에 전자파가 인체에 미치는 영향을 고려하여 전자파 인체보호기준 및 측정대상 기기와 측정방법 등에 관하여 고시할 것을 명시하고 있다. 현행 전자파강도 측정기준(전파연구소고시 제2008-17호(2008.6.2.))에서 측정간격을 파장 또는  $d$ (측정시작지점)/40 중 큰 값으로 하여 측정할 것을 명시하고 있으나 AM송신국의 경우 파장(189 m ~ 556 m)이 너무 길어 실제적으로 측정에 어려움이 있었다. 따라서 본 보고서에는 무선국 전자파강도측정기준 중 AM송신국에 대한 측정간격 개선과 기타 사항에 대하여 논의하였다.

#### (1) 우리나라 AM송신국 현황

국제전기통신연합(ITU)에서는 AM방송 사용 가능 주파수를 525 kHz ~ 1 605 kHz로 분배하고 있다. 우리나라의 AM송신국은 2009년 2월 96국이 전국에 고르게 분포하고 있으며, 사용하고 있는 주파수는 540 kHz ~ 1 584 kHz를 사용하고 파장은 189 m ~ 556 m이고, 출력은 1 kW ~ 1 500 kW로 방송에 사용되고 있다. 안테나는 보통  $\lambda/4$  수직접지 안테나를 사용하고 있고 높이는 80 m ~ 200 m 까지 사용되고 있다.

중파의 전파특성은 지표를 따라 전파하는 지표파와 전리층 반사파 중 스포라딕 E층 반사파에 의해 전파된다. 파장이 길어 지형 및 건물에 의한 영향을 비교적 받지 않으며 대지의 도전율이 크고 유전율이 적을수록 감쇠가 적어 해상, 해안, 평야, 구릉, 산악, 사막, 시가지 순으로 잘 전파 된다. 주간에는 D층에 의해서 심한 감쇠를 받아 전리층 반사파는 존재하지 않아 수신 전기장은 지표파에 의한 것

뿐이며, 야간에는 D층이 없어지고 스포라딕 E층의 반사로 수신 전기장이 커진다. 주파수가 낮을수록 감쇠가 적고 전리층의 전파는 스포라딕 E층의 반사로 전파되기 수천 km 까지 수신이 가능하여 중국, 몽골 및 러시아 등 여러 나라에서 청취가 가능하여 국제방송에 사용되고 있다.

AM방송의 역사는 1920년 미국에서 최초로 방송을 시작하였으며, 우리나라는 1927년 출력 1 kW, 주파수 870 kHz로 서울에서 첫 라디오 방송을 시작하였다.

## (2) AM송신국 측정기준관련 개정논의 사항

### (가) 현행 AM송신국 측정간격

현행 전자파강도 측정기준은 모든 무선국을 대상으로 하고 있으며, 측정간격이 파장( $\lambda$ )으로 되어 있다. 그러나 AM 송신국의 파장에 따른 측정간격은 187 ~ 556 m로 되어 있어 이를 측정에 적용하게 되면 정확한 전자파의 측정이 어렵다.

현재의 전자파강도측정기준으로 AM송신국을 측정할 경우 측정지점은 그림 3-2, 3-3, 3-4와 같이 1 ~ 3 지점만을 측정하게 된다.

그림 3-2는 측정시작지점(d)이 안전시설 내에 있는 경우 측정지점은 안전시설로부터 1 m 떨어진 지점이며, 보통 AM송신국의 출력이 10 ~ 50 kW 미만의 출력을 가진 송신국이 이에 해당 된다.

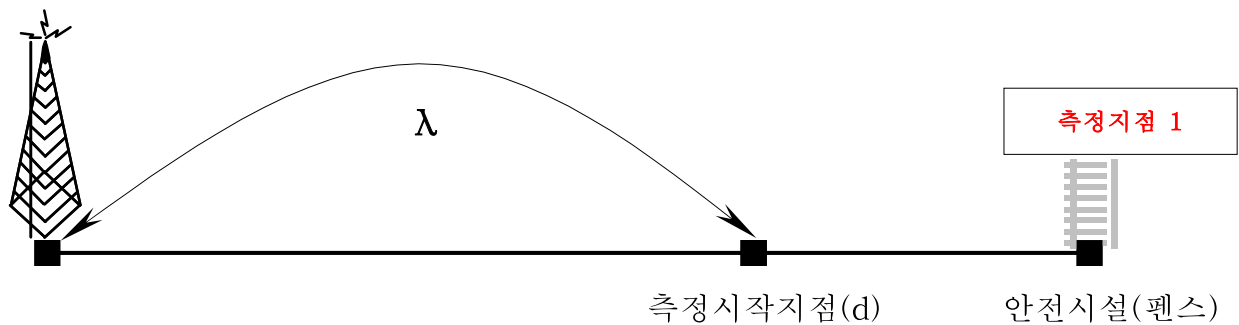


그림 3-2. 측정지점이 한 지점인 경우

그림 3-3은 측정시작지점이 파장보다 작은 경우 측정지점은 2 곳이다. 측정시작지점(d)은 안전시설 밖에 있으나 파장 간격으로 측정을 하게 되면 다음 측정지점이 안전시설 안쪽에 위치하게 되어 측정지점이 안전시설로부터 1 m 떨어진 지점에서 측정하게 되며 AM송신국 출력이 50 ~ 100 kW 출력을 가진 송신국이 해당 된다.

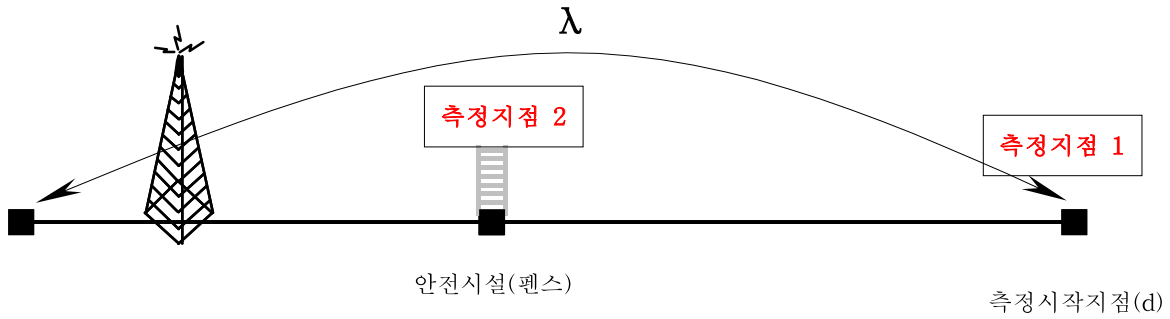


그림 3-3. 측정지점이 두 지점인 경우

그림 3-4는 출력이 250 kW 이상인 경우 파장보다 훨씬 커 측정시작지점(d)으로부터 세 지점을 측정하게 되는 경우 이다.

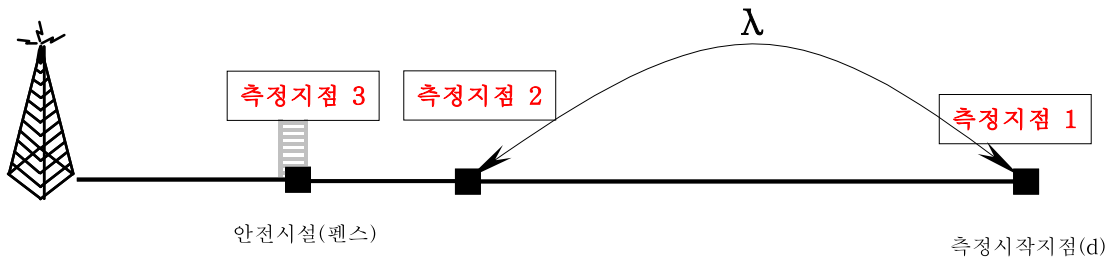


그림 3-4. 측정지점이 세 지점인 경우

(나) 논의한 AM송신국 측정간격

실질적으로 전자파강도의 정확한 측정이 어려워 전파연구소에서 측정한 결과를 토대로 AM송신소 주변의 정확한 전자파 측정방법에 대하여 논의 하였다. 논의 사항은 표 3-8과 같이 전파연구소에서 2009년 제안한 측정간격에 대하여 검토를 하였다.

표 3-8. 2009년 제안된 측정 간격

송신 주파수	50 MHz 미만	50 MHz 이상에서 800 MHz 미만	800 MHz 이상에서 3000 MHz 이하	3 GHz 초과
측정간격	$\text{Max}(\lambda/3, d/40)$ <sup>주1)</sup>	$\text{Max}(2 \text{ m}, d/40)$	1 m	0.5 m
비고	※ d : 공중선에서 측정시작지점까지의 거리 λ : 무선국 송신 신호의 파장			
주1) AM송신국의 측정간격은 측정시작지점에서 $\lambda/20$ 간격으로 측정한다.				



송신주파수를 기존의 80 MHz를 50 MHz로 900 MHz를 800 MHz로 변경한 이유는 주파수가 유럽서비스 위주로 되어 있어 우리나라에서 사용하는 주파수 위주로 변경하였다. 50 MHz ~ 800 MHz는 TV 방송용으로 사용되고 있으며, 800 MHz 이상의 주파수는 이동통신용으로 사용하고 있다. 또한 50 MHz 미만인 경우 측정간격을  $\lambda/3$ 로 하여 50MHz ~ 800 MHz 미만의 무선국의 측정간격인 2 m로 전자파강도측정기준의 전체적인 프레임에 맞추고 AM송신국의 경우 측정 지점수를 타 무선국의 과 비교하여  $\lambda/20$  간격으로 제안하였으나, 전파연구소에서 AM송신국 96국 중 37국을 측정 한 결과 전자파강도의 세기는 거리에 반비례하여 약해지는 것을 확인하였다. 또한 안전시설로부터 21 m 이내에서 전기장강도의 최대값이 측정되었으므로 안전시설에서 21 m 떨어진 지점부터 2 m 간격으로 측정하는 것으로 결정하였다. 측정간격을 2 m 간격인 이유는 EN\_50400을 참조하여 연속되는 두 측정지점의 전기장강도 차이가 5 % 이내일 것을 필요로 하므로 측정간격을 2 m로 결정 하였다.

#### 나. 무선국 안전시설

무선국의 안전시설은 전파법 제47조의2(전자파 인체보호기준 등)제2항에서 “전자파강도가 전자파 인체보호기준을 초과하지 아니하도록 하여야 하며, 그 기준을 초과하는 장소에는 취급자 외의 자가 출입할 수 없도록 안전시설을 설치하여야 한다.”라고 되어 있다. 무선국에서 일반인의 출입을 할 수 없도록 하는 이유는 무선국의 시설을 보호하려는 목적도 있겠지만 가장 큰 목적은 국민들의 전자파에 대한 안전을 우선 한다는 것이다. 따라서 무선국 시설자는 국민을 전자파의 위해로부터 보호하기 위해 안전시설을 설치해야 한다.

안전시설은 대부분 철망으로 되어 있어 전자파의 흐름을 차단한다. 따라서 AM 송신국뿐만 아니라 FM, DMB, A-TV, D-TV 및 이동통신 기지국 등 국민의 실생활과 밀접한 3 GHz 이하 무선국의 안전시설(펜스) 효과에 대하여 측정한 결과를 검토하였다.

##### (1) 무선국 안전시설(펜스)효과 검토

전파연구소에서 FM, DMB, A-TV, D-TV 및 이동통신 기지국 등 3 GHz 이하 무선국의 안전시설(펜스) 효과에 대하여 측정결과를 논의 하였다. 현재의 전자파 강도측정기준에는 측정지점을 안전시설로부터 1 m 떨어진 지점에서 측정하도록 규정하고 있으며, 검토한 자료는 표 3-9와 같이 무선국별로 전기장강도의 최대값이 측정된 곳이 안전시설에서 얼마나 거리가 이격 되었는지를 검토하였다.

표 3-9. 무선국별 전기장강도 최대값이 측정된 펜스로부터의 이격거리

무선국	주파수 (MHz)	전기장강도 최대값이 측정된 펜스로부터 이격거리
AM	0.525~1.605	7 m
FM	88~108	12 m
DMB	174~216	10 m
A,D-TV	470~806	35 m
셀룰러	869~894	70 ~ 130 m
PCS	1840~1870	10 ~ 85 m
IMT-2000	2110~2170	4 ~ 8 m

검토한 결과 안테나의 특성에 따라 안전시설로부터 전기장강도 최대값이 달라지고 또한 방송 및 이동통신용 안테나의 배열에 따라 달라지므로 이를 일반화 하여 규정할 수가 없으며, 이동통신 기지국은 주파수가 높을수록 전기장강도의 최대값 지점이 안테나와 가깝게 측정되고 기지국의 안테나는 주변여건에 따라 높이 및 기울기(Tilting)를 달리 하므로 전기장강도 최대값이 나타나는 지점이 기지국마다 다르게 나타나므로 위의 측정 자료를 전자파강도 측정기준에 넣을 수가 없다는 결론에 도달 하였다.

(2) 주파수 및 안테나에 따른 안전시설 효과

주파수에 따른 FM, DMB, 디지털TV, 아날로그TV 방송대역 등을 검토하였다. 무선국의 안전시설로부터 전기장강도 최대값이 측정된 거리는 1 GHz 이하에서는 주파수가 높을수록 이격거리가 커졌다. 그러나 개인휴대통신(PCS) 및 IMT-2000 등 주파수가 높은 이동통신 무선국은 이격거리가 작아졌다. 또한 같은 방송국 및 이동통신 기지국이라 하더라도 주변 환경에 따라 다른 안테나를 사용하므로 안전시설에 의한 전자파의 차단효과를 규정하기에 어렵다.

다. 그 밖의 논의사항

(1) 용어 수정

전자파강도측정기준 별표1의 표2의 무선국의 송신주파수와 분해능대역폭(RBW)에서 “분해능 대역폭”을 “측정 대역폭”으로 용어를 수정하기로 하였다. 측정기의 분해능대역폭은 수 MHz 이내임에도 불구하고 수십 MHz로 되어 있는 것을 무선국의

각 통신사업자가 서비스하는 대역폭에 맞춰 측정하는 것으로 논의 되었다.

### (2) 무선국 송신주파수 변경

AM라디오의 무선국 송신주파수 대역 “531 kHz ~ 1602 kHz”를 “526.5 kHz ~ 1606.5 kHz”로 FM라디오의 무선국 송신주파수 대역 “87 MHz ~ 108 MHz”를 “88 MHz ~ 108 MHz”로 수정하고 무선설비규칙(방송통신위원회 고시 제2010-12(2010.6.3.))의 개정에 따라 이동통신(IMT-2000)의 무선국 송신주파수 대역인 “2110 MHz ~ 2150 MHz”를 “2120 MHz ~ 2170 MHz”로 수정하기로 하였다. 또한 무선국의 송신주파수가 방송통신위원회의 주파수 계획에 따라 바뀔 수 있으므로 “할당받은 대역폭이 표 2와 다를 경우 허가받은 대역폭을 측정대역폭으로 한다”라는 문구를 추가하기로 논의 하였다.

### (3) 전자파강도 측정기준 개정(안)

전자파강도 측정기준에 대하여 논의 하였던 것을 토대로 표 3-10과 같이 개정(안)을 마련하였다.

표 3-10. 전자파강도 측정기준 개정(안)

현행	개정안	사유
<p style="text-align: center;"><u>전자파강도 측정기준</u></p> <p>&lt;고시본문&gt; (생략)                      [별표 1] (생략)                      1. (생략)                      2. (생략)                      가. ~ 라. (생략)                      마. “<b>분해능</b> 대역폭”이라 함은 전자파강도 측정기기의 중간주파수 필터의 대역폭을 말한다.                      바. ~ 사. (생략)                      7. 측정절차                      가. 기본측정 : 기본측정의 절차는 다음 각 세목의 순서를 따른다.                      1) ~ 2) (생략)                      3) 제6호가목에 따라 측정시작지점을 선정한다. 단, 측정시작지점이 안전시설 내에 있는 경우, 별도로 측정시작지점을 선정하지 않고 안전시설로부터 <b>무선국 방향으로 1 m 떨어진 지점을 측정지점으로 한다.</b>                      4) ~ 5) (생략)                      6) (생략)                      가. <b>분해능</b> 대역폭은 측정대상 신호의 대역폭과 동일하게 조정한다. 현재 사용 중인 무선국의 송신 주파수는 표 2와 같다.                      나. ~ 라. (생략)                      7) ~ 10) (생략)</p>	<p style="text-align: center;"><u>전자파강도 측정기준</u></p> <p>&lt;고시본문&gt; (현행과 같음)                      [별표 1] (현행과 같음)                      1. (현행과 같음)                      2. (현행과 같음)                      가. ~ 라. (현행과 같음)                      마. “<b>측정</b> 대역폭”이라 함은 전자파강도 <b>측정대상 신호의 대역폭을 말한다.</b>                      바. ~ 사. (현행과 같음)                      7. 측정절차                      가. 기본측정 : 기본측정의 절차는 다음 각 세목의 순서를 따른다.                      1) ~ 2) (현행과 같음)                      3) 제6호가목에 따라 측정시작지점을 선정한다. 단, 측정시작지점이 안전시설 내에 있는 경우, 별도로 측정시작지점을 선정하지 않고 안전시설로부터 <b>1 m 떨어진 지점을 측정지점으로 한다.</b>                      4) ~ 5) (현행과 같음)                      6) (현행과 같음)                      가. <b>측정 대역폭은 표 2와 같이 조정한다.</b>                      나. ~ 라. (현행과 같음)                      7) ~ 10) (현행과 같음)</p>	<p>○ 분해능 대역폭을 측정 대역폭으로 용어 변경</p> <p>○ 안전시설 내에는 일반인 접근이 불가능하므로 일반인이 접근할 수 있는 최근접 거리로 정함</p> <p>○ 분해능 대역폭을 측정 대역폭으로 용어 변경</p>

현행	개정안	사유																									
<p style="text-align: center;"><u>표 1. 무선국 송신주파수별 측정간격</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">송신 주파수</td> <td style="text-align: center;">80 MHz 미만</td> <td style="text-align: center;">80 MHz 이상에서 900 MHz 미만</td> <td style="text-align: center;">900 MHz 이상에서 3000 MHz 이하</td> <td style="text-align: center;">3 GHz 초과</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">측정 간격</td> <td style="text-align: center;">Max(<math>\lambda</math>, d/40)</td> <td style="text-align: center;">Max(2 m, d/40)</td> <td style="text-align: center;">1 m</td> <td style="text-align: center;">0.5 m</td> </tr> </table> <p>※ d : 공중선에서 측정시작지점까지의 거리 <math>\lambda</math> : 무선국 송신 신호의 파장</p> <p><u>주1) 신설</u> <u>주2) 신설</u></p> <p>나. (생략) 1) ~ 2) (생략) 3) 수신기를 다음과 같이 조정한다. 가) <b>분해능</b> 대역폭은 측정대상 신호의 대역폭과 동일하게 조정한다. 현재 사용 중인 무선국의 송신 주파수는 표 2와 같다. 나) (생략) 4) ~ 6) (생략) 8. (생략)</p>	송신 주파수	80 MHz 미만	80 MHz 이상에서 900 MHz 미만	900 MHz 이상에서 3000 MHz 이하	3 GHz 초과	측정 간격	Max( $\lambda$ , d/40)	Max(2 m, d/40)	1 m	0.5 m	<p style="text-align: center;"><u>표 1. 무선국 송신주파수별 측정간격</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">송신 주파수</td> <td style="text-align: center;"><b>50</b> MHz 미만</td> <td style="text-align: center;"><b>50</b> MHz 이상에서 <b>800</b> MHz 미만</td> <td style="text-align: center;"><b>800</b> MHz 이상에서 3000 MHz 이하</td> <td style="text-align: center;">3 GHz 초과</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">측정 간격 <small>주1)</small></td> <td style="text-align: center;">Max(<math>\lambda</math>, d/40) <small>주2)</small></td> <td style="text-align: center;">Max(2 m, d/40)</td> <td style="text-align: center;">1 m</td> <td style="text-align: center;">0.5 m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">비고</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">           ※ d : 공중선에서 측정시작지점까지의 거리   <math>\lambda</math> : 무선국 송신 신호의 파장         </td> </tr> </table> <p><u>주1) 필요에 따라 더 조밀한 간격으로 측정할 수 있다.</u> <u>주2) AM방송국의 측정은 일반인의 출입이 통제된 안전시설에서 21 m 떨어진 지점부터 1 m 떨어진 지점까지 2 m 간격으로 측정한다.</u></p> <p>나. (현행과 같음) 1) ~ 2) (현행과 같음) 3) 좌동 가) <b>측정</b> 대역폭은 표 2와 같이 조정한다. 나) (현행과 같음) 4) ~ 6) (현행과 같음) 8. (현행과 같음)</p>	송신 주파수	<b>50</b> MHz 미만	<b>50</b> MHz 이상에서 <b>800</b> MHz 미만	<b>800</b> MHz 이상에서 3000 MHz 이하	3 GHz 초과	측정 간격 <small>주1)</small>	Max( $\lambda$ , d/40) <small>주2)</small>	Max(2 m, d/40)	1 m	0.5 m	비고	※ d : 공중선에서 측정시작지점까지의 거리  $\lambda$ : 무선국 송신 신호의 파장				<p>○ 송신주파수를 우리나라 서비스 용도에 맞게 수정</p> <p>○ 50~800 MHz의 측정간격 2 m와 연속성을 갖도록 50 MHz 미만의 측정간격을 <math>\lambda/3</math> 함</p> <p>○ 실측결과 모두 안전시설로부터 20 m 이내에서 최대값이 나타나고 측정위치에 따른 오차를 5% 이내가 되도록 2 m 간격으로 함</p> <p>○ “분해능 대역폭”을 “측정 대역폭”으로 용어 변경</p>
송신 주파수	80 MHz 미만	80 MHz 이상에서 900 MHz 미만	900 MHz 이상에서 3000 MHz 이하	3 GHz 초과																							
측정 간격	Max( $\lambda$ , d/40)	Max(2 m, d/40)	1 m	0.5 m																							
송신 주파수	<b>50</b> MHz 미만	<b>50</b> MHz 이상에서 <b>800</b> MHz 미만	<b>800</b> MHz 이상에서 3000 MHz 이하	3 GHz 초과																							
측정 간격 <small>주1)</small>	Max( $\lambda$ , d/40) <small>주2)</small>	Max(2 m, d/40)	1 m	0.5 m																							
비고	※ d : 공중선에서 측정시작지점까지의 거리  $\lambda$ : 무선국 송신 신호의 파장																										

현행			개정안			사유																																																												
<p>표 2. 무선국의 송신주파수와 분해능 대역폭(RBW)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>무선국 구분</th> <th>무선국 송신주파수 대역</th> <th>분해능 대역폭</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>이동전화(셀룰러)</td> <td>869 MHz ~ 894 MHz</td> <td>25 MHz</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">이동통신(IMT-2000)</td> <td>2110 MHz ~ 2130 MHz</td> <td>20 MHz</td> </tr> <tr> <td>2130 MHz ~ 2150 MHz</td> <td>20 MHz</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">휴대인터넷(WiBro)</td> <td>2300 MHz ~ 2327 MHz</td> <td>27 MHz</td> </tr> <tr> <td>2331 MHz ~ 2358 MHz</td> <td>27 MHz</td> </tr> <tr> <td>AM 라디오</td> <td>531 kHz ~ 1602 kHz</td> <td>각 채널 8 kHz</td> </tr> <tr> <td>FM 라디오</td> <td>87 MHz ~ 108 MHz</td> <td>각 채널 150 kHz</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">TV</td> <td>54 MHz ~ 88 MHz</td> <td rowspan="3">각 채널 6 MHz</td> </tr> <tr> <td>174 MHz ~ 216 MHz</td> </tr> <tr> <td>470 MHz ~ 806 MHz</td> </tr> </tbody> </table>			무선국 구분	무선국 송신주파수 대역	분해능 대역폭	이동전화(셀룰러)	869 MHz ~ 894 MHz	25 MHz	이동통신(IMT-2000)	2110 MHz ~ 2130 MHz	20 MHz	2130 MHz ~ 2150 MHz	20 MHz	휴대인터넷(WiBro)	2300 MHz ~ 2327 MHz	27 MHz	2331 MHz ~ 2358 MHz	27 MHz	AM 라디오	531 kHz ~ 1602 kHz	각 채널 8 kHz	FM 라디오	87 MHz ~ 108 MHz	각 채널 150 kHz	TV	54 MHz ~ 88 MHz	각 채널 6 MHz	174 MHz ~ 216 MHz	470 MHz ~ 806 MHz	<p>표 2. 무선국의 송신주파수와 <u>측정 대역폭</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>무선국 구분</th> <th>무선국 송신주파수 대역</th> <th><u>측정 대역폭*</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">이동전화(셀룰러)</td> <td>869 MHz ~ 884 MHz</td> <td>15 MHz</td> </tr> <tr> <td>884 MHz ~ 894 MHz</td> <td>10 MHz</td> </tr> <tr> <td>950 MHz ~ 960 MHz</td> <td>10 MHz</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">이동통신(IMT-2000)</td> <td>2120 MHz ~ 2150 MHz</td> <td>30 MHz</td> </tr> <tr> <td>2150 MHz ~ 2170 MHz</td> <td>20 MHz</td> </tr> <tr> <td>2300 MHz ~ 2330 MHz</td> <td>30 MHz</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">휴대인터넷(WiBro)</td> <td>2330 MHz ~ 2360 MHz</td> <td>30 MHz</td> </tr> <tr> <td>2330 MHz ~ 2360 MHz</td> <td>30 MHz</td> </tr> <tr> <td>AM 라디오</td> <td>526.5 kHz ~ 1606.5 kHz</td> <td>각 채널 9 kHz</td> </tr> <tr> <td>FM 라디오</td> <td>88 MHz ~ 108 MHz</td> <td>각 채널 200 kHz</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">TV</td> <td>54 MHz ~ 88 MHz</td> <td rowspan="3">각 채널 6 MHz, <u>DMB는 1.54 MHz</u></td> </tr> <tr> <td>174 MHz ~ 216 MHz</td> </tr> <tr> <td>470 MHz ~ 806 MHz</td> </tr> </tbody> </table> <p>* <u>할당받은 대역폭이 표 2와 다를 경우 허가받은 대역폭을 측정대역폭으로 한다.</u></p>			무선국 구분	무선국 송신주파수 대역	<u>측정 대역폭*</u>	이동전화(셀룰러)	869 MHz ~ 884 MHz	15 MHz	884 MHz ~ 894 MHz	10 MHz	950 MHz ~ 960 MHz	10 MHz	이동통신(IMT-2000)	2120 MHz ~ 2150 MHz	30 MHz	2150 MHz ~ 2170 MHz	20 MHz	2300 MHz ~ 2330 MHz	30 MHz	휴대인터넷(WiBro)	2330 MHz ~ 2360 MHz	30 MHz	2330 MHz ~ 2360 MHz	30 MHz	AM 라디오	526.5 kHz ~ 1606.5 kHz	각 채널 9 kHz	FM 라디오	88 MHz ~ 108 MHz	각 채널 200 kHz	TV	54 MHz ~ 88 MHz	각 채널 6 MHz, <u>DMB는 1.54 MHz</u>	174 MHz ~ 216 MHz	470 MHz ~ 806 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 무선설비규칙의 AM과 FM방송국 채널간격(9 kHz, 200 kHz) 반영</li> <li>○ 무선설비규칙 개정(방통위고시 제 2010-12호) 및 2010년 이동통신 주파수 할당 결과 반영</li> </ul>
무선국 구분	무선국 송신주파수 대역	분해능 대역폭																																																																
이동전화(셀룰러)	869 MHz ~ 894 MHz	25 MHz																																																																
이동통신(IMT-2000)	2110 MHz ~ 2130 MHz	20 MHz																																																																
	2130 MHz ~ 2150 MHz	20 MHz																																																																
휴대인터넷(WiBro)	2300 MHz ~ 2327 MHz	27 MHz																																																																
	2331 MHz ~ 2358 MHz	27 MHz																																																																
AM 라디오	531 kHz ~ 1602 kHz	각 채널 8 kHz																																																																
FM 라디오	87 MHz ~ 108 MHz	각 채널 150 kHz																																																																
TV	54 MHz ~ 88 MHz	각 채널 6 MHz																																																																
	174 MHz ~ 216 MHz																																																																	
	470 MHz ~ 806 MHz																																																																	
무선국 구분	무선국 송신주파수 대역	<u>측정 대역폭*</u>																																																																
이동전화(셀룰러)	869 MHz ~ 884 MHz	15 MHz																																																																
	884 MHz ~ 894 MHz	10 MHz																																																																
	950 MHz ~ 960 MHz	10 MHz																																																																
이동통신(IMT-2000)	2120 MHz ~ 2150 MHz	30 MHz																																																																
	2150 MHz ~ 2170 MHz	20 MHz																																																																
	2300 MHz ~ 2330 MHz	30 MHz																																																																
휴대인터넷(WiBro)	2330 MHz ~ 2360 MHz	30 MHz																																																																
	2330 MHz ~ 2360 MHz	30 MHz																																																																
AM 라디오	526.5 kHz ~ 1606.5 kHz	각 채널 9 kHz																																																																
FM 라디오	88 MHz ~ 108 MHz	각 채널 200 kHz																																																																
TV	54 MHz ~ 88 MHz	각 채널 6 MHz, <u>DMB는 1.54 MHz</u>																																																																
	174 MHz ~ 216 MHz																																																																	
	470 MHz ~ 806 MHz																																																																	

## 라. 결론

국민들이 전자파에 대하여 관심을 많이 불안해하고 있는데 각종 방송국 들은 예전에 비하여 우리 가까이에 위치하고 있다. 또한 각종 방송국은 고출력으로 송출하고 있어 전자파와 관련된 민원의 주요 요인으로 작용하고 있다. 전자파 노출로 인한 국민의 막연한 불안감 해소와 안전한 전파이용 환경을 위해 전자파 노출량에 대한 정확한 측정방법이 요구되고 있다.

전자파강도측정기준은 전자파 인체보호기준에 대한 세부적인 측정방법과 절차를 규정하고 있다. 이에 대하여 전자파강도측정기준 개정(안)을 제시하고자 한다.

첫째로 AM송신국에 대하여 더 정확한 전자파강도를 측정하려면 AM송신국 안전시설로부터 21 m 지점부터 측정을 하고 측정간격을 기존의 파장( $\lambda$ )에서 2 m 간격으로 측정하는 것을 제안한다.

둘째로 “분해능대역폭”을 “측정대역폭”으로 용어를 수정할 것과 무선국의 송신

주파수를 변경할 것을 표 3-10과 같이 전자파강도 측정기준 개정(안)으로 제안한다.

끝으로 정확한 전자파강도 측정을 통해 국민들의 막연한 불안감 해소와 안전한 전파이용 환경을 조성할 수 있을 것으로 기대한다.

## 2. 기지국의 인체노출량 평가방법(TTA 표준) 개정(안) 검증

### 가. 서론

방송통신융합 등 통신기술의 발달에 따라 전자파의 이용이 증가되면서 일상생활 주변에 기지국의 수가 급속히 증가하고 있다. 이로 인하여 일반 국민들의 EMF(Electric, Magnetic Electromagnetic field) 노출 빈도가 높아지면서 국민들의 관심과 우려가 증폭되고 있으며, 세계 각국에서는 전자파가 인체에 미치는 영향 및 전자파 노출량 평가기준 등에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 또한, 휴대폰이나 기지국 주변의 전자파뿐만 아니라 일상생활 주변에 대한 전자파 등 그 관심 대상이 확대되고, 그에 따른 전자파 측정 요청이 많아지면서 측정결과의 신뢰성 확보를 위해서는 표준화된 측정방법 및 절차가 매우 중요하게 부각되고 있다.

현재 우리나라의 전자파 측정방법 및 절차에 대한 측정기준은 기지국을 대상으로 하는 전파연구소 고시[6]와 기지국 주변의 일상 생활 주변을 대상으로 하는 정보통신단체표준(이하 TTA 표준)[8]이 있다. 전파연구소 고시는 기지국 안테나로부터 전자파가 가장 세게 나타나는 지점에 대하여 노출량을 평가하는 반면에 TTA 표준은 기지국 주변의 학교, 병원 등과 같이 일반인이 주로 생활하는 지점에 대하여 노출량을 평가한다. 따라서 전파연구소 고시는 전자파가 가장 세게 나타나는 지점을 찾기 위한 객관적인 측정 방법 및 절차를 규정하고 있으나, TTA 표준의 경우 다소 일반적인 내용을 위주로 기술하고 있기 때문에 표준을 사용하는 사용자로 하여금 주관적인 판단에 좌우되는 경우가 발생한다. 따라서 측정에 대한 객관성 및 재연성 저하되어 측정 자체에 대한 신뢰성이 낮아질 우려가 있다. 이에, EMF 인체노출표준위원회에서는 동 표준을 적용하여 전자파를 측정하는 사용자가 보다 객관적이고 합리적으로 전자파 노출량을 측정·평가 할 수 있도록 현행 표준에 대한 개정을 추진하였으며 금년도에 개정이 완료될 예정에 있다. 본 보고서에서는 이에 대한 주요 내용을 소개하고자 한다.

## 나. TTA 표준 개정 추진

### (1) 현행 TTA 표준 개요

#### (가) 표준의 목적 및 범위

기지국으로부터 복사되는 전자파강도 측정은 시장 출하 시 실시하는 인증시험, 운용 중인 기지국 주변에서의 현장측정 그리고 기지국 설치 시 주변 전자파환경 측정으로 나누어 고려하여야 하며, TTA 표준은 운용중인 기지국 주변에서의 인체 노출에 대한 전자파강도 측정방법 및 절차를 규정하기 위한 것이다. 또한, 동 표준은 운용중인 기지국에 대해 원거리장에서 인체가 놓일 공간에서 전자파강도 기준의 적합성 평가에 적용하며 CDMA, WCDMA, WiBro, WLAN 등의 기지국에 우선 적용한다.

#### (나) 측정 장비

측정 장비의 조건은 현행 측정기준과 동일하며 그 내용은 다음과 같다.

##### ① (일반사항) 측정기기는 다음 각 호의 조건을 만족하여야 한다.

1. 측정기기는 기기의 교정 절차에 따라 적절히 교정되어야 하며, 교정 유효기간 이내의 것을 사용하여야 한다.
2. 전력수신기는 주파수 선택적인 협대역 측정이 가능하여야 한다.
3. 전력수신기는 전자파 강도의 실효치를 환산과정 없이 직접 측정할 수 있어야 한다. 전자파강도의 직접적인 측정이 불가능한 전력수신기를 사용한 경우에는 측정 결과서에 전기장 또는 자기장 환산에 사용된 수식을 기재하여야 한다.
4. 케이블은 이중차폐(double-shilded) 등 적절히 차폐된 것을 사용하여 외부 전자파에 의한 영향을 받지 않아야 한다.

##### ② (프로브) 측정 프로브는 다음 각 호의 조건을 만족하여야 한다.

1. 편파 변화에 상관없이 측정이 가능한 등방성 프로브여야 한다.
2. 프로브의 크기는 파장의 4분의 1 또는 0.1m보다 작아야 한다.
3. 프로브의 동작 영역은 최소 0.05 V/m 이하, 최대 100 V/m 이상의 값을 측정할 수 있어야 한다.
4. 프로브의 등방성 특성은  $\pm 2.5$  dB 이내여야 한다.
5. 프로브의 고정용 지지대는 낮은 손실 탄젠트 ( $\tan \delta \leq 0.05$ )와 낮은 상대 유전율( $\epsilon_r \leq 5.0$ )을 가져야 한다.

#### (다) 측정환경 기록 및 측정지점 선정



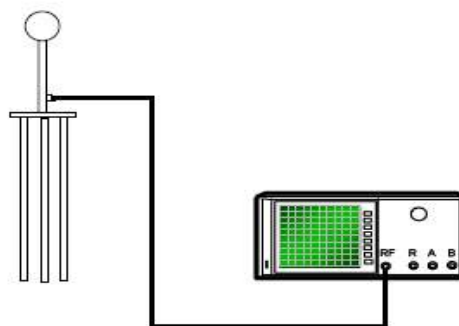
전자파 측정을 수행할 시에는 기지국명, 관리번호, 기지국 안테나 설치 위경도 및 행정 주소 등 측정지역 주변 기지국 정보를 조사 기록하여야 한다. 또한, 측정 지점의 주변 환경은 측정 프로브 주변 1.0 m 이내에 측정자를 포함한 반사체가 없어야 하며 단, 옥내와 같이 프로브 주변 1.0 m 이내에 반사체가 불가피하게 존재하는 경우에는 그 이유와 반사체의 위치에 대한 상세한 정보를 측정결과서에 기록한다.

측정 지점을 선정할 때에는 다음의 절차에 따른다.

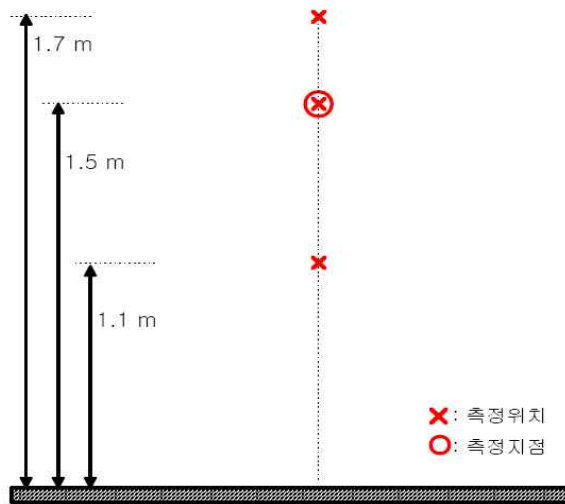
- ① (측정지점) 프로브 높이를 1.5 m로 고정시킨 상태에서 프로브를 천천히 이동시키면서 측정대상 지역에서 전자파강도가 최대인 지점을 찾는다.
- ② (기본측정) 측정지점에 대한 전자파강도의 공간평균값의 산출을 위해, 별표 2의 그림 1과 같이 프로브 중심 높이를 지면으로부터 1.1 m, 1.5 m, 1.7 m로 위치시켜, 측정지점을 포함하여 총 3개 위치에서 측정함을 원칙으로 한다.
- ③ (정밀측정) 단, 정밀한 측정이 필요한 경우에는 별표 2의 그림 2와 같이 측정지점을 포함하여 총 9개 위치에서 측정한다. 즉, 상기 ②항의 프로브 중심 높이를 포함하여 좌우로 각각 0.2 m 이동시킨 9개 위치에서 측정한다.

(라) 측정절차

- ① 측정기기의 적합여부를 확인한다.
- ② 측정환경을 확인하고 기록한다.
- ③ 측정 사이트 내에서 가장 가까이에 보이는 무선국(혹은 중계기) 안테나와 가시 경로(LOS)를 유지하고, 수평/수직면에서의 안테나 설치방향 등을 고려했을 때 예상되는 최대 복사방향에서 사람의 왕래가 가장 잦은 지역을 중심으로 측정 후보지점을 선정한다.
- ④ 측정기기를 아래 그림과 같이 배치하고 프로브와 전력수신기를 1.0 m 이상 이격시킨다.



- ⑤ 선정된 측정 후보지점에서 프로브 높이를 1.5 m로 고정시킨 상태에서 후보지역 중심과 중심으로부터 4개 방위 1 m 지점에 대하여 약 10초 간 측정하여 그 중에 측정값이 최대인 지점을 최종 측정지점으로 선정한다.
- ⑥ 측정장비의 분해능 대역폭(RBW)을 측정신호 대역폭과 동일하게 설정하고 검파 모드는 실효치로 조정한다.
- ⑦ 프로브 중심 높이를 다음 그림과 같이 지면으로부터 1.1 m, 1.5 m, 1.7 m로 위치시켜 각각 6분 간 각 주파수 대역별 전자파강도를 측정한다.  
 ※ 1분 이상 6분 미만으로 평균값을 얻을 수 있는 경우 1분으로 측정시간 단축할 수 있다.



- ⑧ 측정된 값을 다음 수식을 사용하여 공간평균값 산출한다.

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

위 식에서

$E_i$  :  $i$  번째 측정위치의 전기장강도

$H_i$  :  $i$  번째 측정위치의 자기장강도

$N$  : 측정위치의 개수이다.

- ⑨ 산출된 공간평균값을 인체보호기준값과 비교하기 위해 다음 수식을 이용하여 노출지수를 계산한다.

$$\text{노출지수} = \left( \frac{\text{공간평균값}}{\text{기준값}} \right)^2$$

- ⑩ 전 주파수 대역에 대해 각각 상기 측정절차에 따라 측정하고 각 주파수대역

에서의 노출지수를 합한 값을 기록한다.

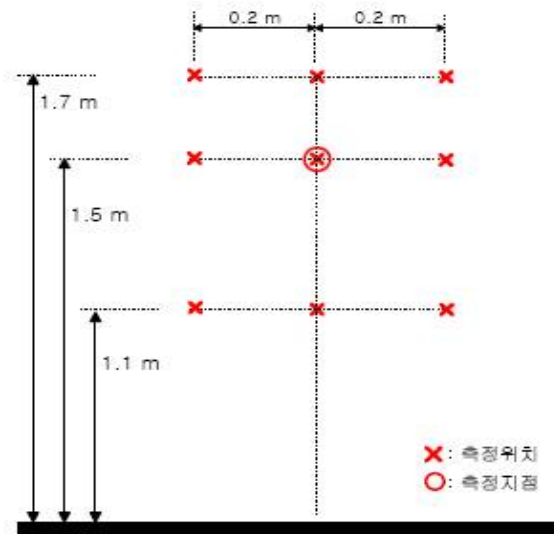
$$\text{노출지수의 합} = \sum_{j=1}^M \left( \frac{\text{공간평균값}}{\text{기준값}} \right)_j^2$$

위 식에서

$\left( \frac{\text{공간평균값}}{\text{기준값}} \right)_j^2$ : 공용기지국의  $j$ 번째 기지국에 대한 노출지수

$M$ : 공용기지국의 각기 다른 주파수대역을 사용하는 기지국의 개수

- ⑪ 단, 각 주파수 대역별 측정결과, 노출지수가 0.2를 초과하는 경우에는 다음 그림과 같이 프로브 각 높이의 중심에서 좌우로 0.2 m 이동시켜 9개 지점에서 정밀 측정한다.



- ⑫ 측정결과서 양식에 따라 측정지점의 위치정보, 측정환경, 주변기지국 정보, 공간평균값, 평균측정시간, 노출지수 및 총 노출지수 등을 기록한다.

## (2) TTA 표준 개정안

현행 TTA 표준은 기지국 주변 일상생활 환경에서의 전자과강도 측정방법 및 절차에 대하여 일반적인 가이드라인을 제시하고 있으나, 일부 측정 방법 및 절차를 개정함으로써 다양한 결과 분석, 측정 재연성 및 신뢰성 확보 등 사용자들에게 더욱 객관적이고 합리적인 가이드라인을 제시할 수 있다. EMF인체노출위원회에서 추진한 표준 개정안의 주요 내용은 다음과 같다.

(가) 다양한 주변환경 정보 조사

현행 표준에서 제시하고 있는 기지국 주변환경 정보는 일부 현실적으로 조사가 어려우며 사후 다양한 측정 결과 분석을 위해서는 추가적인 자료 조사가 필수적이다. 따라서 실제 조사가 어려운 항목에 대해서는 조사 가능한 항목으로 수정을 하고, 결과분석에 추가적으로 필요한 항목에 대해서는 국내외 전자파 측정사례 및 결과분석 내용들을 바탕으로 공통적으로 포함되어 있는 필수 항목을 일부 추가해야 한다. 이와 관련된 수정 및 추가 사항은 다음과 같다.

① 기지국 관련 조사 항목 수정

- 무선국명을 서비스명으로 변경
- 관리번호 및 안테나 전력의 일일 최대/최소값 항목 삭제

기지국 10에 대한 정보	서비스명	
	위도	
	경도	
	행정 주소	

무선국명 및 관리번호는 실제로 출입이 불가능한 실내에 설치된 기지국 장비에서 확인이 가능하기 때문에 측정 혹은 행정 주소를 통해 확인이 가능한 서비스명으로 수정한다. 안테나 입력단 전력의 일일 최대/최소값은 별도의 장비를 사용하여 측정해야만 하며 또한, 일일 최대/최소값을 확인하기 위해서는 운용 중인 서비스 신호를 중단하여야 하나 이는 서비스 이용자의 민원 등 현실적으로 불가능하여 삭제하는 것이 바람직하다.

② 조사 항목 추가

- 측정지점의 행정 주소
- 측정지역 주변의 평균 건물 층고
- 측정지점에 대한 용도지역 정보

행정 주소	
용도지역	도시(주거,상업,공업,녹지), 관리, 농림, 자연환경보전
측정지역 구분	도심, 교외, 개활지, 기타
	측정지역 주변의 개략적인 평균 건물 층고(높이)

현행 표준의 측정결과서에는 측정지점에 대한 위경도 정보는 기록하고 있으나,

행정 주소는 포함되어 있지 않다. 측정지점의 주소는 측정에 있어 가장 기본적인 사항이며 또한 사후 결과분석을 위해 필수적인 것으로 보고서에 반드시 기록해야 한다. 또한, 측정지역 주변의 평균 건물 층고를 추가로 조사함으로써 전자파 전파(propagation) 측면에서 다양한 분석에 활용할 수 있다. 마지막으로 추가 조사가 필요한 용도지역은 도시관리계획의 일환으로 시행 중인 “국토의 계획 및 이용에 관한 법률”에 따라 지역을 구분한 것으로 국내외 전자파 측정 사례 등에서 일반적으로 전자파환경을 평가 시 환경을 구분할 때 많이 사용하는 정보로 활용될 수 있다. 관련 법률에 따른 용도지역 구분은 다음과 같다.

- 도시지역 : 인구와 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되어 그 지역에 대하여 체계적인 개발·정비·관리·보전 등이 필요한 지역
  - 주거지역 : 거주자의 안녕과 건전한 생활환경의 보호를 위하여 필요한 지역
  - 상업지역 : 상업이나 그 밖의 업무의 편익을 증진하기 위하여 필요한 지역
  - 공업지역 : 공업의 편익을 증진하기 위하여 필요한 지역
  - 녹지지역 : 자연환경·농지 및 산림의 보호, 보건위생, 보안과 도시의 무질서한 확산을 방지하기 위하여 녹지의 보전이 필요한 지역
  
- 관리지역 : 도시지역의 인구와 산업을 수용하기 위하여 도시지역에 준하여 체계적으로 관리하거나 농림업의 진흥, 자연환경 또는 산림의 보전을 위하여 농림지역 또는 자연환경보전지역에 준하여 관리할 필요가 있는 지역
  - 보전관리지역 : 자연환경 보호, 산림 보호, 수질오염 방지, 녹지공간 확보 및 생태계 보전 등을 위하여 보전이 필요하나, 주변 용도지역과의 관계 등을 고려할 때 자연환경보전지역으로 지정하여 관리하기가 곤란한 지역
  - 생산관리지역 : 농업·임업·어업 생산 등을 위하여 관리가 필요하나, 주변 용도지역과의 관계 등을 고려할 때 농림지역으로 지정하여 관리하기가 곤란한 지역
  - 계획관리지역 : 도시지역으로의 편입이 예상되는 지역이나 자연환경을 고려하여 제한적인 이용·개발을 하려는 지역으로서 계획적·체계적인 관리가 필요한 지역
  
- 농림지역 : 도시지역에 속하지 아니하는 「농지법」에 따른 농업진흥지역 또는 「산지관리법」에 따른 보전산지 등으로서 농림업을 진흥시키고 산림을 보전하기 위하여 필요한 지역

- 자연환경보전지역 : 자연환경·수자원·해안·생태계·상수원 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호·육성 등을 위하여 필요한 지역

(나) 측정 대역폭의 정의 및 수정

현행 표준에서 정의하는 일부 용어를 수정하였다. 현행 표준에서 정의하는 분해능 대역폭(RBW)은 실제 장비에서 사용하는 용어의 의미와는 다소 다르다. 표준에서 다루고 있는 것은 분해능 대역폭이 아닌 측정 대역폭으로 분해능 대역폭에 대한 용어 정의는 삭제하고 측정 대역폭으로 수정하였으며 여기서, 측정 대역폭은 “측정대상 서비스 신호가 점유하는 전체 주파수 대역”으로 정의하였다.

측정 대역폭과 관련된 기지국 송신주파수와 측정 대역폭의 수정도 필요하다. 현행 표준에서는 기지국의 통신방식을 기준으로 전자파 측정 신호원의 주파수를 구분하고 있으나, 전자파 노출량 평가에 있어서는 서비스를 기준으로 구분하는 것이 바람직하다. 또한, 표준 제정 시의 각 서비스 송신 주파수 대역이 과거 제정 시기에서 현재 변경된 사항이 있어 이에 대한 수정도 필요하다. 세부 수정 내용은 다음 표와 같다.

서비스 구분	기지국 송신주파수 대역	측정 대역폭
Cellular (이동전화)	869 ~ 894 MHz	25 MHz
PCS (개인휴대전화)	1840 ~ 1860 MHz	20 MHz
	1860 ~ 1870 MHz	10 MHz
IMT-2000 (이동통신)	2130 ~ 2150 MHz	20 MHz
	2150 ~ 2170 MHz	20 MHz
WiBro (휴대 인터넷)	2300 ~ 2327 MHz	27 MHz
	2331 ~ 2358 MHz	27 MHz
WLAN (무선랜)	2400 ~ 2484 MHz	84 MHz
	5725 ~ 5825 MHz	100 MHz
TRS (주파수 공용 통신)	390 ~ 400 MHz	10 MHz
	851 ~ 855 MHz	4 MHz
	856 ~ 867 MHz	11 MHz

\* 새로운 방식의 기지국이 운용될 경우 추가

(다) 계획 측정을 위한 측정절차

현행 표준에서는 전자파 측정에 대한 매우 일반적인 가이드라인을 제시하고 있으나 대부분의 실제 측정은 주거지역의 전자파 노출량 평가 등 특정 목적을 위한 계획 측정이기 때문에 이에 따른 구체적인 가이드라인이 필요하다. 특히 측정 지

점을 선정하는 경우, 현행 표준에서는 측정자의 판단에 의해 임의의 지점에서 측정이 수행되기 때문에 노출량 평가에 있어서 일관성이 결여될 우려가 있다. 따라서, 계획 측정에 의하여 측정지점을 선정할 때에는 최악의 상황(Worst-case)을 고려한 보다 구체적인 가이드라인을 제공함으로써 전자파 노출량 평가에 있어 보다 객관적이고 일관성 있는 평가 결과를 얻을 수 있다. 계획 측정에 의한 측정 지점 선정 절차는 다음과 같다.

- ① 측정지역은 일상생활 환경에서 사람들이 장시간 거주하는 지역이나 일반인보다 전자파에 민감한 사람들이 생활하는 장소를 선정한다.
- ② 측정지점 선정 시에는 다음 예시와 같이 일반인의 접근특성을 고려하여 선정한다.
  - 개인주택/공업지역: 주변 인도, 출입구, 옥상 등
  - APT: 인도, 복도, 계단, 옥상 등
  - 상업지역: 인도, 건물 출입구, 복도, 계단 등
  - 학교: 운동장, 복도, 교실, 옥상 등
  - 병원: 주차장, 접수대, 복도, 병실, 옥상 등
  - 지하철: 승강장, 계단, 개찰구 부근 등
  - 관리지역: 농로 등을 중심으로 사람 왕래가 잦은 곳 등
- ③ 측정 방법, 절차 및 측정결과 기록은 상기 절차를 따른다.

#### 다. 결 론

최근 기지국 뿐 아니라 일상생활 주변에 대한 전자파 인체영향에 대한 국민의 관심 및 우려가 매우 높아지고 있기 때문에 일상생활 주변의 전자파 노출량 측정 방법 및 절차에 대한 표준의 중요성이 부각되고 있다. 대부분의 전자파 측정을 수행하는 사용자는 전자파 측정 기준으로 TTA 표준을 적용하고 있으나, 표준의 내용이 매우 일반적이기 때문에 측정자에게 보다 객관적이고 합리적인 측정 가이드라인을 제시하기 위하여 일부 개정이 필요한 실정이다. 이에 EMF인체노출표준위원회에서는 다양한 국제표준 및 국내외 측정 사례를 바탕으로 국내환경 및 시대적 흐름에 적합하도록 현행 표준의 개정을 적극 추진하였으며 금년도 말에 개정이 완료될 예정이다. 동 표준 개정이 완료되면 많은 사용자들에게 보다 신뢰성 있는 전자파 노출량 평가 기준으로서 동 표준이 적극 활용될 것으로 판단된다.

### 3. 전자파흡수율(SAR) 측정기준 개정(안) 검증

#### 가. 개 요

국내의 SAR 지정시험기관이나 제조업체에서는 SAR 측정용 시스템을 이용하여 휴대폰 등에서 나오는 전자파가 국가에서 규정한 전자파흡수율(SAR) 기준을 만족하는지를 시험하고 있다. 그러나 SAR 측정시스템의 경우, 외국의 특정 제품이 세계시장의 70% 이상을 점유하고 있으며 우리나라의 경우에도 대부분의 SAR 지정시험기관이나 제조업체 등에서는 특정 외국 제품의 SAR 측정용 시스템을 이용하고 있다. SAR 지정시험기관이나 제조업체 등에서 신뢰성 있는 SAR 시험결과를 확보하기 위해서는 SAR 측정시스템을 일정한 주기로 정기적으로 교정하여야 한다. 더욱이 국내외 각국 인증기관에서는 SAR 시험성적서를 제출할 때 SAR 측정용 시스템의 교정성적서도 함께 제출하도록 요구하고 있다. 따라서 국내의 모든 SAR 지정시험기관이나 제조업체 등에서는 SAR 측정용 시스템의 구성품(프로브, DAE, 다이폴 안테나 등)을 1~2년 주기로 정기적으로 교정하고 있다. 그러나 SAR 측정용 프로브의 경우, 현재 SAR 측정용 시스템 제조업체에서만 교정을 할 수 있어 외국산 SAR 측정시스템을 보유하고 있는 국내 지정시험기관이나 제조업체 등은 1~2년 마다 SAR 측정용 프로브를 외국에 위치하는 제조업체에 의뢰하여 교정해야 하므로 SAR 측정용 프로브 교정에 지나치게 많은 시간과 비용이 소요된다. 한편 SAR 프로브 교정에 소요되는 시간과 비용은 시장에서의 경쟁에 의해 결정되는 것이 아니라 독점적 지위의 SAR 측정시스템 제조업체에 의해 결정되므로 해당 제품을 이용하는 국내 SAR 지정시험기관 등은 제조사가 제시하는 조건에 따라 SAR 측정용 프로브를 교정하여야 한다.

한편 지식경제부에서는 한국표준기본법에 의거하여 국가교정 및 시험기관 인정기구(KOLAS) 제도를 운영하고 있다. KOLAS는 국제시험기관인정협력체(ILAC)와 아시아태평양시험기관인정협력체(APLAC)에 회원으로 가입하고 있어 회원국간 상호 인정협정(MRA)에 의해 KOLAS에서 인정하는 국내 국가교정기관이나 시험기관도 다른 나라에서도 동등하게 인정되는 효력을 가지게 된다. 따라서 KOLAS에 의해 인정된 SAR 측정용 프로브 교정기관은 국제적으로 SAR 측정용 프로브 교정기관으로서의 지위를 가질 수 있다. 그러나 전자파인체흡수율(SAR)에 대한 기준이나 제도가 전파법에 근거하여 방송통신위원회에 의해 관리되고 있는 현실을 감안할 때, KOLAS가 SAR 프로브 교정기관의 기술적 능력을 평가할 능력이 있는지에 대하여는 의문이다. 따라서 현재 국내 SAR 측정용 프로브 교정기관중 1기관(HCT)이 KOLAS로부터 SAR 측정용 프로브 교정기관 인정받았으나, 교정 품질이나



KOLAS 교정기관의 실효성에 대한 의문 등으로 국내 지정시험기관이나 제조업체에서는 KOLAS가 인정한 SAR 프로브 교정기관을 거의 이용하지 않고 있다. 실제 국내 모든 SAR 지정시험기관 등은 SAR 측정용 장비제조 회사를 통해 SAR 측정용 시스템을 교정하고 있는 것이 오늘의 현실이다. 따라서 외국산 SAR 측정장비의 교정에 소요되는 막대한 시간적, 경제적 손실을 줄이기 위해 국내 지정시험기관이나 제조업체 등에서는 SAR 측정용 프로브 교정에 관한 제도적, 기술적 지원을 요청하고 있으며 이에 따라 전파연구소에서는 신뢰성 있는 SAR 측정용 프로브 교정방법을 마련하는 것이 필요하다. 따라서 우리 소에서는 SAR 측정용 프로브의 교정방법에 관한 절차서를 마련하기 위하여 관련 2009년부터 관련 연구를 시작하여 2010년까지 이를 마무리할 예정으로 있다.

한편 현행 “전자파흡수율 측정기준(전파연구소 고시)”은 국제전기기술위원회(IEC)에서 제정한 IEC 표준 62209-1를 준용하여 제정하였으며 여기에서 정한 SAR 시험방법만을 이용하도록 규정하고 있다. 즉 국내외 다른 표준화기구나 단체에서 제정한 시험방법 등은 이용할 수 없도록 관련 제도를 경직되게 운영하고 있다. 그러나 실제로 전자파 인체보호기준이나 SAR 측정방법 등에 관한 표준화는 IEC 외에도 IEEE, ITU 등 다양한 국제기구에서 진행되고 있다. 한편 통신기술 발전에 따라 다양한 방식과 기술을 적용하는 모든 무선기기를 대상으로 SAR 시험방법을 국가에서 모두 규정하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 국제적으로 유효성이 검증된 시험방법에 따라 수행된 SAR 시험결과를 허용할 수 있도록 관련제도의 개정이 필요하다. 따라서 전파연구소에서는 SAR 측정용 프로브 교정절차서를 마련하고 국제적으로 유효성이 검증된 시험방법에 따라 수행된 SAR 시험결과가 인정될 수 있도록 관련제도 개선안을 마련하였다.

이번 고시 개정안에서는 객관적이고 신뢰성 있는 SAR 측정용 프로브의 교정절차를 신설하는 것을 가장 큰 목적으로 하고 있다. 따라서 여기서는 SAR 측정용 프로브의 교정절차를 중심으로 고시 개정안의 주요내용을 기술한다.

#### 나. 전자파흡수율 측정기준 개정안 주요 내용

SAR 측정용 프로브의 교정 절차서를 포함하여 “전자파흡수율 측정기준” 개정(안)은 전파연구소 전파환경안전과, 녹색인증제도과, 대학, SAR 지정시험기관 및 프로브 제조업체 등이 참여하여 초안을 마련하였다. 관련 고시 개정 초안은 ‘10. 10. 28일 EMF 위원회를 통해 검토하였으며 현재 전파연구소 홈페이지를 통해 관계기관 및 대국민 의견수렴 중(10’10.29~11.17)에 있다. 관련 고시 개정안은 ‘10.11 월중으로 기술기준 심의회 심의를 거쳐 “전자파흡수율 측정기준” 개정을 마무리할

예정으로 있다.

현재 관계기관 및 대국민 의견수렴 중에 있는 “전자파흡수율 측정기준” 개정(안)은 SAR 측정용 프로브의 교정 절차를 마련하는 것을 가장 큰 목적으로 하고 있으며, 이 외에도 국내외 표준화 기구에서 제시한 유효성이 검증된 SAR 시험방법 등을 이용할 수 있도록 규정을 개정 하였으며, 오타나 오기, 일관성이 부족한 용어 등을 바로잡기 위하여 문구나 문장을 일부 수정하였다. 관련 고시 개정안의 세부내용은 전파연구소 홈페이지(의견수렴)를 참고하기 바란다.

“전자파흡수율 측정기준” 개정(안)의 주요 내용은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ① SAR 측정용 프로브 교정절차 추가 (부록 B 참조)
  - SAR 프로브의 다이오드 압축점, 민감도, 변환인자, 선형성, 등방성, 경계효과, 반응시간에 대한 측정절차를 상세히 규정
    - ※ 세부 내용 : 다음절 참조 [“다. SAR 측정용 프로브 교정 절차서(안)”]
  
- ② 유효성이 검증된 SAR 시험방법 허용(본문 제3조제2항 신설)
  - 제3조(세부시험방법) ①전자파흡수율 측정을 위한 세부시험방법은 별표1의 휴대용 무선기기의 전자파흡수율 측정절차를 적용한다.
  - ②기기 형태의 차이 등으로 인해 제1항에서 규정하는 시험방법을 적용하는 것이 어려울 경우 한국정보통신 국가표준이나 한국정보통신기술협회 단체표준, 국제전기기술위원회(IEC), 국제전기전자기술자협회(IEEE) 등에서 규정한 시험방법을 대체하여 적용할 수 있다.(추가)
  
- ③ 프로브 검출 하한치 및 등방성 기준 변경 (고시 개정(안) 5.3절 참조)
  - 프로브 선형성 범위를 “0.01 W/kg~100 W/kg”을 “0.02 W/kg~100 W/kg” 으로 수정 (∵ 프로브 검출 제한치와 선형 오차 범위간 모순을 제거하고 국내 제조사 의견 반영)
  - 프로브의 축 등방성 및 구 등방성에 기준치를  $\pm 0.5$  dB 이내로 신설 규정 (∵ 미국 FCC, 일본 규정 및 국내외 제조사 규격 등을 참조하여 규정 신설)
  
- ④ 용어 정의 수정
  - “응답 시간”에 대한 의미를 보다 명확히 하기위해 IEEE 1528 내용 일부를 추가하여 용어정의를 수정 (3.34절 참조)
    - √ 3.34 응답 시간 : 입력 신호 변화 후 측정기기가 최종값의 90%까지 도달하는데 걸리는 시간을 말한다. SAR값 측정시, 프로브는 각 측정 지점에서 최소한 응답 시간의 2배 이상 시간동안 정지된 상태로 계측하여야 한다.(추가)
  - “민감도”에 대한 의미를 명확히 하기위해 용어 정의를 수정

√ 3.36 (측정 시스템의) 민감도 : 측정량측정대상 물리량의 크기(예, 전기장 세기의 제곱)에 대한 시스템 응답 크기(예, 전압)의 비를 말한다.

⑤ 용어 통일

- 영어 원문 “response time”을 “응답 시간”으로 통일  
: 현행 고시에서는 response time을 “응답 시간” 또는 “반응 시간”으로 혼용하여 표기
- 영어 원문 “sensitivity”를 “민감도”로 통일  
: 현행 고시에서는 sensitivity를 “감도” 또는 “민감도”로 혼용하여 표기
- 영어 원문 “penetration depth”와 “skin depth”를 “침투 깊이”로 통일  
: 현행 고시에서는 “penetration depth”와 “skin depth”를 동일한 것으로 규정(3.27, 3.37 참조)하면서도 “penetration depth”는 “침투 깊이”로 “skin depth”는 “표피 깊이” 또는 “표면 깊이”로 혼용하여 표기
- 영어 원문 “rectangular”를 “직사각형”으로 통일  
: 현행 고시에서는 “rectangular”와 “spherical”을 모두 “구형”으로 표기하여 혼란 발생
- 영어 원문 “spherical isotropy”를 “구 등방성”으로 통일  
: 현행 고시에서는 “spherical isotropy”를 “구 등방성” 또는 “구형 등방성”으로 혼용하여 표기

⑥ 문구/용어 수정 등

- “열용량”을 “비열용량”으로 수정  
(∵ EMF 용어사전에서 “Specific heat capacity”를 “비열용량”으로 정의)
- “조직유사액체”를 “생체조직 등가용액”로 수정  
(∵ EMF 용어사전에서 “tissue-equivalent liquid”를 “생체조직 등가용액”으로 정의)
- 자기장 관련 수식 수정(3.19) :  $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu} - \vec{M} \rightarrow \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$  수정
- 투자율 관련 용어 설명 수정(3.21)  
√  $\vec{B} = \mu\vec{H}$        $\mu$  는 진공매질에서의 자기 상수(투자율)[H/m]
- 직사각형 도파관에서 TE<sub>10</sub>모드 관련 문구 수정 (3.37 침투 깊이)  
√ 최대 단면적 크기 a 안 횡단면의 긴 변 길이가 a 인 구형직사각형 도파관  
에서의 TE<sub>10</sub>모드 전파의 경우:  $k_c^2 = \left(\frac{\pi}{a}\right)^2$
- 비열용량 관련 단위 수정 (3.38) : [J/kg] → [J/(kg·K)]

## 다. SAR 측정용 프로브 교정 절차서(안)

### (1) SAR 측정용 프로브 교정의 의미

SAR 측정용 시스템은 위치제어용 로봇, SAR 측정용 프로브 및 관련 전자계측 시스템, 그리고 모의인체로 구성된다. 여기서 휴대전화 등 전자파원으로부터 모의인체에 흡수되는 전자파에너지를 측정하는 핵심 소자는 근거리 전기장 측정용 프로브(이하 프로브)이다. 이 프로브는 인체유사 액체에 흡수되는 전기장을 등방적으로 측정할 수 있도록 세 개의 직교하는 미소 다이폴안테나로 구성되어 있으며 각 다이폴 안테나의 중심에는 schottky diode가 위치하여 전기장 세기를 검파하게 된다. 즉 아래의 수식에서와 같이 모의인체 내의 전기장에 의해 다이폴 안테나에 유기되는 전압 값을 전기장세기로 변환하여 줌으로써 최종적으로 우리가 구하려는 전자파흡수율을 구할 수 있다.

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{\rho}$$
$$|E|^2 = \sum_{i=1}^3 |E_i|^2 = \sum_{i=1}^3 \frac{f_i(V_i)}{n_i \gamma_i}$$

여기서, E는 조직 내의 전기장 세기,  $\sigma$ 는 전기전도도(인체),  $\rho$ 는 인체조직밀도를 나타낸다. 한편  $E_i$ 는  $i$  축 방향으로의 전기장 세기,  $V_i$ 는 정류 신호,  $f_i(V_i)$ 은 정류된 센서 신호  $V_i$ 의 선형 함수이며,  $n_i$ 는 자유 공간에서의 다이폴 센서의 민감도 [ $\mu V / (V/m)^2$ ],  $\gamma_i$ 는 자유 공간에서의 프로브 센서의 민감도에 대한 매질내의 프로브 센서의 민감도 비로서 변환계수이다.

따라서 SAR 측정용 프로브가 갖추어야할 주요 특성은 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, SAR 측정용 프로브는 다이폴 안테나에 유기된 전압값을 통해 모의인체용액속에서의 전기장 세기를 정확히 예측할 수 있어야 한다. 이는 위의 식에서 프로브 민감도( $n_i$ )와 변환계수( $\gamma_i$ )를 정확히 알아야 함을 의미한다.

둘째, SAR 측정용 프로브는 입력전력 세기(즉 전기장 세기의 제곱)에 선형적으로 동작할 수 있어야 한다. SAR 측정용 프로브의 다이폴 급전점에는 쇼트키 다이오드가 위치하는데 이는 센서의 출력 전압을 정류하여 이를 전압 측정시스템으로 전송하는 역할을 한다. 그러나 이 다이오드의 응답 특성은 입력전력에 선형적으로 비례하는 것이 아니라 그림 3-5와 같이 일정 범위 이상에서는 출력 전압이

압축되어 나타나므로 아래 식과 같이 다이오드의 출력전압을 보상해 줌으로써 프로브의 비선형성을 보상해 주게 된다.

$$V_{comp} = V_{out} + \frac{V_{out}^2}{DCP}$$

여기서  $V_{out}$ 은 다이오드에서 측정된 실제 전압값을 말하며  $V_{comp}$ 는 보상된 전압값을 말한다. 그리고 DCP는 다이오드 압축점(Diode Compression Point)으로 다이오드로부터의 실제 출력전압  $V_{out}$ 이 예상정류 DC 전압값인  $V_{comp}$ 의 50%가 되는 지점의 전압값을 말한다. 따라서  $V_{out}$ 가 DCP와 동일한 경우,  $V_{comp}$ 는  $V_{out}$ 의 두 배가 된다. 따라서 SAR 측정용 프로브에서는 쇼트키 다이오드의 DCP값과 함께 그에 따른 SAR 측정용 프로브의 선형적으로 동작 구간을 알고 있어야 한다.

위 과정을 통해 구한 SAR 측정용 프로브의 DCP값, 민감도, 변환인자는 SAR 측정용 프로브의 교정에서 우리가 구해야 하는 핵심 인자이다. 이와 같이 프로브의 DCP값, 민감도, 변환인자를 구한 후 우리는 부가적으로 SAR 측정용 프로브의 선형성, 등방성, 프로브 측정범위, 경계효과 및 응답시간을 평가하여야 한다.

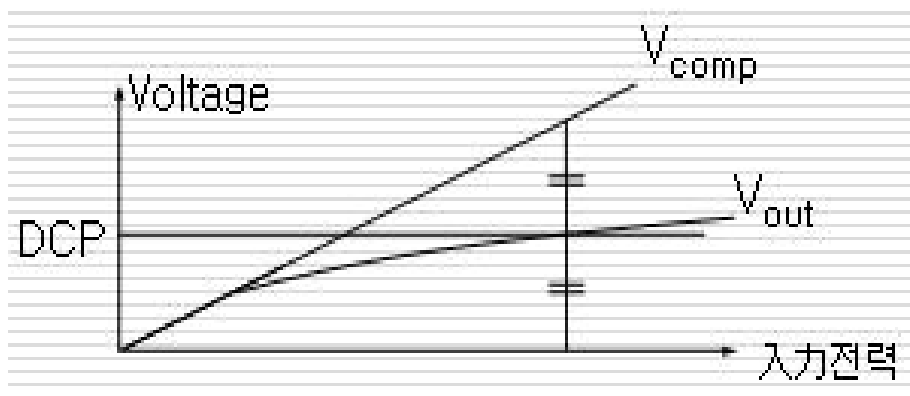


그림 3-5. DCP와 보상값 관계

선형성이란 SAR 측정용 프로브가 0.01 W/Kg ~ 0.01 W/Kg범위에서 SAR값을 선형적으로 측정할 수 있는지를 평가하는 것을 말한다.

한편, SAR 측정용 프로브는 동일 지점에서의 전기장 세기에 대하여 SAR 측정용 프로브의 측정 방향이나 측정 각도와 무관하게 동일한 값을 나타낼 수 있어야 한다. SAR 프로브의 등방성은 축 등방성과 구 등방성으로 세분화하여 규정하고

있으며 각각은 개별적으로 평가되어야 한다. 이러한 SAR 측정용 프로브의 등방성(Isotropy)은 세 개의 직교하는 미소 다이폴안테나의 민감도를 각각 조정함으로써 어느 정도는 확보할 수 있다. 그러나 프로브의 중심축에 대하여 3개의 다이폴 센서가 서로 직교(즉 각각 54.73°의 각으로 배열)하지 못하여 등방성이 확보되지 않을 경우에는 기계적 수리에 의해서만 SAR 측정용 프로브의 등방성을 확보할 수 있다.

프로브가 매질 경계 가까이 있을 때 프로브와 경계 매질 간 다중 반사에 의해 SAR 측정값은 실제 값보다 높게 나타나게 된다. 경계 효과는 프로브가 경계면에 수직인 방향일 때 액체에서 지수 함수적 감소하는 컴퓨터 시뮬레이션 데이터와 SAR 측정 데이터 사이의 편차로 결정한다.

프로브 응답 시간은 신호 입력이나 스위치 개폐 후 프로브 응답 최종 값의 90%에 도달하는 시간을 말한다.

위에서 살펴 본 바와 같이 SAR 측정용 프로브를 교정한다는 것은 프로브에 이용되는 쏘키 다이오드의 DCP값을 확인하고 자유공간에서의 민감도와 변환계수를 구하여 이를 측정시스템에 입력한 후 SAR 측정용 프로브의 선형성, 등방성, 경계 효과 및 응답시간을 평가하는 것을 의미한다.

## (2) SAR 측정용 프로브 교정절차서 마련

SAR 측정용 프로브 교정 절차서는 전파연구소, 대학, SAR 지정시험기관, 프로브 제조업체 등 관계기관이 참여하여 초안을 마련하였으며 EMF 위원회를 통해 관련 내용을 재검토한 후 최종 대국민 의견수렴(안)을 마련하였다. SAR 측정용 프로브의 교정과 관련한 주요 내용은 전파연구소 고시 “전자파흡수율 측정기준 부록 B”에서 기술하고 있는데 부록 B의 내용을 전면 수정하는 형식으로 SAR 측정용 프로브 교정 절차서(안)을 마련하였다. “전자파흡수율 측정기준 부록 B”에서는 SAR 측정용 프로브 교정과 관련한 세부 교정항목과 이를 평가하기 위한 평가방법을 상세히 기술하고 있으나 이와 관련한 세부 평가방법 이나 절차 등을 여기서 상세히 논의하는 것은 지면의 제약 등으로 생략한다.

아래의 표 3-11에서는 “전자파흡수율 측정기준 부록 B” 개정(안)의 목차를 비교하였다. 독자는 표 3-11을 통해 SAR 측정용 프로브 교정 절차서 개정(안)의 대략적인 순서와 그 내용을 유추하여 추정할 수 있다.

현행 고시 부록 B에서는 DCP(다이오드 압축점)와 관련한 규정이나 내용을 따로 기술하지 않고 있다. 그러나 DCP는 SAR 프로브 교정에서 첫 단계로 수행되는 가장 기본이 되는 항목이므로 개정안에서는 관련 내용을 부록 B.2에 기술하고 DCP 측정방법을 마련하여 규정하였다. 한편 고시 개정안 부록 B.3에서는 SAR

프로브의 민감도 및 변환인자에 대하여 기술하고 있다. 여기서는 해당 절의 내용을 명확히 할 수 있도록 목차의 제목을 표 3-11과 같이 수정하였으며 SAR 프로브의 민감도와 변환인자 측정방법을 신설하여 규정하였다. 개정안 부록 B.4에서는 프로브의 등방성을 기술하고 있다. 여기서는 축등방성과 구등방성으로 구분하여 각각의 측정방법을 신설하여 규정하였다. 현행 고시 부록 B.4와 B.5에서는 프로브의 선형성과 검출 제한치를 각각 규정하고 있다. 그러나 프로브의 선형성과 검출 제한치는 동일한 현상을 단지 다른 측면에서 평가한 것이 불과하므로 개정안에서는 프로브의 선형성과 검출 제한치를 동일한 절에서 함께 기술하고 측정방법을 신설하여 각각 규정하였다. 한편 개정안 B.6과 B.7에서는 SAR 프로브의 경계 효과와 응답시간을 기술하고 있으며 이를 평가하기 위한 방법을 각각 신설하여 규정하였다.

지금까지 SAR 측정용 프로브의 교정절차와 관련하여 대략적으로 기술하였다. SAR 측정용 프로브의 교정과 관련한 세부 절차 및 평가방법 등은 의견수렴 중에 있는 전자파연구소 고시 개정안 “전자파흡수율 측정기준” 부록 B를 참조하기 바란다.

표 3-11 “전자파흡수율 측정기준 부록 B” 개정(안) 목차 비교

현행	개정(안)	비고
부록B <u>측정 기기의</u> 교정(선형성, 등방성, 감도) 및 불확정도 평가	부록 B <u>전자파흡수율 측정시스템의</u> 교정(선형성, 등방성, 감도) 및 불확정도 평가	○ 부록 B 제목 수정
B.1 서론	B.1 서론	
B.2 다이폴 센서의 <u>감도 평가</u>	<u>B.2 다이오드 압축점(DCP)</u>	○ 내용 신설 추가
B.2.1 <u>2-단계 교정 절차</u>	<u>B.2.1 다이오드 압축점 측정 방법</u>	
B.2.1.1 공기 중에서의 감도(제1단계)	B.3 다이폴 센서의 <u>민감도 평가</u>	
B.2.1.2 <u>매질내에서의 감도(제2단계)</u>	B.3.1 <u>간접 평가 방법</u>	○ 측정방법 추가
B.2.1.2.1 온도 프로브를 이용한 전달 교정	B.3.1.1 공기 중에서의 민감도(제1단계)	
B.2.1.2.2 해석된 전자기장을 이용한 교정	<u>B.3.1.1.1 측정 방법</u>	
B.2.2 <u>1-단계 절차</u>	B.3.1.2 <u>변환인자 측정(제2단계)</u>	
B.3 등방성	B.3.1.2.1 온도 프로브를 이용한 전달 교정	
B.3.1 축 등방성	B.3.1.2.2 해석된 전자기장을 이용한 교정	
B.3.2 구 및 반구 등방성	<u>B.3.1.2.2.1 측정 방법</u>	○ 측정방법 추가
B.3.3 평면모의인체의 측면에 다이폴을 위치시킨 등방성 측정 방법	B.3.2 <u>직접 평가 방법</u>	
B.3.4 평면모의인체의 밀면에 다이폴을 위치시킨 등방성 측정 방법	<u>B.3.2.1 기준 안테나 이득 측정 방법</u>	○ 측정방법 추가
B.3.5 다이폴과 구형 모의인체를 이용한 등방성 측정 방법	<u>B.3.2.2 절대 민감도 측정방법</u>	○ 측정방법 추가
B.3.6 기준 안테나를 이용한 등방성	B.4 등방성	
B.4 <del>선형성</del>	B.4.1 축 등방성	○ 측정방법 추가
B.5 <del>검출 하한치</del>	<u>B.4.1.1 축 등방성 측정 방법</u>	○ 측정방법 추가
B.6 경계 효과	B.4.2 구 및 반구 등방성	○ 측정방법 추가
B.7 응답 시간	B.4.2.1 평면모의인체의 측면에 다이폴을 위치시킨 등방성 측정 방법	○ 측정방법 추가
	B.4.2.2 평면모의인체의 밀면에 다이폴을 위치시킨 등방성 측정 방법	○ 측정방법 추가
	B.4.2.3 다이폴과 구형 모의인체를 이용한 등방성 측정 방법	○ 측정방법 추가
	B.4.2.4 기준 안테나를 이용한 등방성 <u>측정 방법</u>	○ 측정방법 추가
	<u>B.5 선형성 및 프로브 검출 제한치</u>	○ 측정방법 추가
	<u>B.5.1 연속파에 대한 선형성 및 측정 범위 측정 방법</u>	○ 측정방법 추가
	<u>B.5.1 펄스파에 대한 선형성 및 측정 범위 측정 방법</u>	○ 측정방법 추가
	B.6 <u>경계 효과</u>	○ 측정방법 추가
	<u>B.6.1 경계 효과 측정 방법</u>	○ 측정방법 추가
	B.7 <u>응답 시간</u>	○ 측정방법 추가
	<u>B.7.1 응답시간 측정 방법</u>	○ 측정방법 추가

※ 밑줄친 부분 : 제목이나 관련 내용을 신설 규정하거나 또는 삭제



#### 4. 몸통 SAR 평가 방법(안) 검증 - 인체에 근접하여 사용하는 휴대용 무선통신기기의 전자파흡수율 측정절차의 표준화

##### 가. 개요

IEC TC106에서 IEC 62209-2 표준을 발행하기 전 이미 미국 및 유럽에서는 규제 방법에는 차이가 있지만 인체에 가까이 사용하는 휴대용 무선기기에 대한 전자파흡수율 (specific absorption rate, SAR) 평가를 시행해왔다.

귀에 대고 사용하는 휴대전화 기능에 대해서는 전자파 노출에 대한 인체보호기준과의 적합성을 만족하도록 대부분의 국가에서 현재 법적으로 규제하고 있다. 그러나 요즘은 우리 주변에는 휴대전화 이외에도 인체와 밀접한 거리에서 사용하는 수많은 휴대용 무선통신기기들을 접할 수 있다; 개인 휴대용 정보 단말기 (PDA), 무선 인터넷 접속을 위한 장치 및 노트북, 랩탑, 얼굴 전면에서 사용하는 무전기, 최근 선보이는 손목 착용형 무선기기 등. 이러한 기기들은 대부분 인체로부터 근거리에서 사용되어, 사용자의 건강 보호를 위해 인체보호기준에 대한 적합성 시험을 위한 표준 절차가 요구된다.

우리나라에서는 2000년 휴대전화 전자파 노출에 대한 인체 머리 내 전자파흡수율 시험 기술기준(현 전과연구소 고시 제2005-114호)을 고시하고 이후 법적으로 규제하고 있으며, 최근 방송통신위원회는 미국, 유럽 등의 국제적 동향을 고려하여 우리나라 인체보호기준 (전자파흡수율)의 신체 부위별 세분화를 추진하려고 하고 있다.

금번에 정보통신단체표준으로 제정된 ‘인체에 근접하여 사용하는 휴대용 무선통신기기의 전자파흡수율 측정 절차 (30 MHz - 6 GHz)’ (TTA.KO-06.0231)[7]는 전자파흡수율 평가방법에 관해 IEC 62209-1에 뒤이어 금년에 발행한 두 번째 국제 표준인 IEC 62209-2[10]를 따르며, 인체의 몸통, 얼굴 전면, 팔다리 등에서의 전자파흡수율 평가를 다루고 있다. 본 표준의 적합인증 대상이 될 수 있는 기기는 인체로부터 200 mm 이하의 거리에서 사용하도록 의도된 무선통신기기로서 인체 착용형 기기 (PDA, 휴대전화, 무전기 등), 인체 지지형 기기 (노트북, 랩탑, 무선 신용카드 처리 공인 단말기 등), 탁상용 기기 (책상 위에 놓이는 무선이 가능한 데스크탑 컴퓨터), 얼굴 전면 사용기기 (푸시-투-토크 기기, 양방향 무선기기, 카메라 장착기기 등), 손에 쥐는 휴대용 기기, 사지(四肢) 착용형 기기, 다중 대역 사용기기, 의복에 내장된 무선기기 등이 있을 수 있다. 본 표준은 이들 기기에서 방출되는 전자파 노출로부터 30 MHz ~ 6 GHz 주파수 대역에서 인체 내 전자파흡수율을 평가하는 절차를 제공한다. 본 장에서는 휴대전화에 의해 인체 머리의

귀 부위의 전자파 국부 노출에 대한 전자파흡수율 측정 절차 ‘전파연구소 고시 제 2005-114호’와 달라진 부분들, 예를 들면, 모의 인체, 시험위치, 동시 다중 대역 전송의 시험 방법 등을 중심으로 살펴보고, 결론에서 이 표준을 국가에서 시험 기술 기준으로 적용하기 위한 과제들을 짚어보고자 한다.

#### 나. 측정시스템 요건

전자파흡수율 측정 시스템은 모의인체, 전자 측정기기, 주사(走査) 시스템 그리고 기기 지지대로 구성된다. 무선기기에 의해 발생하는 전자기장에 노출되는 인체의 머리와 몸통을 나타내는 모의인체 내부의 전기장 분포를 측정하도록 자동으로 위치가 조정되는 소형 프로브를 사용하여 시험을 수행한다. 측정된 전기장 값으로부터 전자파흡수율 분포와 최대 공간 평균 전자파흡수율 값을 산출한다.

현 표준의 측정 시스템의 구성품 중에서 인체 머리의 귀 부위의 노출에 대한 전자파흡수율 평가를 위한 절차와 달라진 것은 모의인체이므로 본 절에서는 모의인체에 대해서 주로 상세히 언급하도록 하겠다.

인체의 몸통, 얼굴 전면, 팔다리 내의 전자파흡수율을 평가하는 본 표준은 이 같은 신체 부위를 대신하기 위해 평면형의 모의인체를 사용한다. 모의인체 외피는 밀면이 편평하고 상부가 개방된 용기의 형태로 제작해야 한다. 이 표준에서는 평면 모의인체를 시스템 타당성 확인, 시스템 검사 및 시험위치에 따른 피시험기기의 전자파흡수율 측정에 모두 사용할 수 있다. 평면형 모의인체는 1g 및 10g 체적 (용액의 밀도는  $1000 \text{ kg/m}^3$  사용) 내의 전자파흡수율 평가에서 그 모의인체 형상으로 인한 영향이 1% 미만이 될 수 있을 만큼 커야 한다.

전자파흡수율 평가에 표준 모의인체로서 평면형 모의인체를 사용하는 것은 대부분의 노출 상황과 비교하였을 때 피시험기와 모의인체 간의 결합이 최대가 되도록 의도하는 것이다. 규정 이격거리를 유지하는 동안 그러한 경계에 대한 결합은 전자파흡수율의 엄격한 평가를 산출하게 된다.

#### (1) 모의인체

##### (가) 크기와 형상

평면형 모의인체는 모의인체의 형상은 길이가  $600 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ 이고 폭이  $400 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ 인 타원이어야 한다. 그러나 주파수가 300 MHz를 초과하고 시험 거리가 모의인체 외피의 외부 바닥으로부터 25 mm 이하인 경우에는 아래와 같이 형상이 다르고 치수가 더 작은 모의인체를 사용해도 된다.

- 300 MHz와 800 MHz 사이에서 모의인체는 길이가  $0.6\lambda_0$ 이고 폭이  $0.4\lambda_0$ 인 타원을 둘러싸는 임의의 밑면 형상을 가질 수도 있다. 여기에서  $\lambda_0$ 는 공기 중 파장이다.
- 800 MHz와 6 GHz 사이에서 모의인체는 길이가 225 mm이고 폭이 150 mm인 타원을 둘러싸는 밑면 형상을 가질 수도 있다.

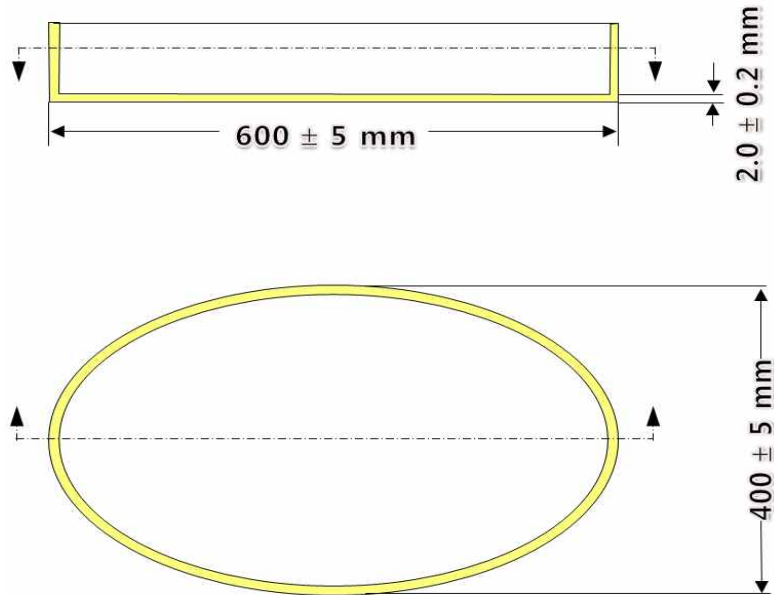


그림 3-6. 타원형 모의인체 치수

모의인체에는 생체조직 등가 용액을 최소 150 mm의 깊이까지 채울 수 있어야 한다. 주파수 범위가 3 GHz에서 6 GHz인 경우에는 150 mm의 용액 깊이를 권고하지만, 상부 용액 표면에서 생긴 반사가 침투 공간 평균 전자과흡수율 값을 1% 이상 변화시키지 않는다면 그 깊이를 줄일 수 있다.

(나) 재질의 전기적 특성

모의인체 외피는 손실이 작고 유전율이 낮은 재료로서 손실 탄젠트  $\tan\delta \leq 0.05$ 이고 상대유전율은 다음과 같아야 한다.

$$\begin{array}{ll}
 f \leq 3 \text{ GHz 범위 에 대해} & \epsilon_r' \leq 5 \\
 f > 3 \text{ GHz 범위 에 대해} & 3 \leq \epsilon_r' \leq 5
 \end{array}$$

평면형 모의인체의 바닥면 두께는 기기가 놓이는 위치에서 2.0 mm 이어야 하며, 그 허용오차는  $\pm 0.2$  mm 이어야 한다. 이 같은 요구사항을 충족하는 경우, 형상 및 두께가 전자파흡수율의 반복 측정에 미치는 영향은 1% 미만으로 가정할 수 있기 때문에 그 영향은 무시할 수 있다. 외피 파라미터와 두께로 인해 생긴 편차가 전자파흡수율에 미치는 영향을 불확정도 추정에 포함시켜야 한다.

모의인체에서의 생체조직 등가 용액의 유전율 값이 30 MHz에서 6 GHz 범위의 이산적 주파수에 대하여 그림 3-7에 규정되어 있다. 이 범위 내에 있는 다른 주파수의 경우에 공칭 유전율 값은 가장 근접한 상하 두 값에 대한 선형 내삽을 통해 얻어야 한다. 표준의 부록에서 30 MHz - 6 GHz 대역의 일부 주파수에서 유전 특성을 갖는 생체조직 등가 용액 제조법과 생체조직 등가 용액의 매질 특성의 이론적 근거는 부록에 주어진다.

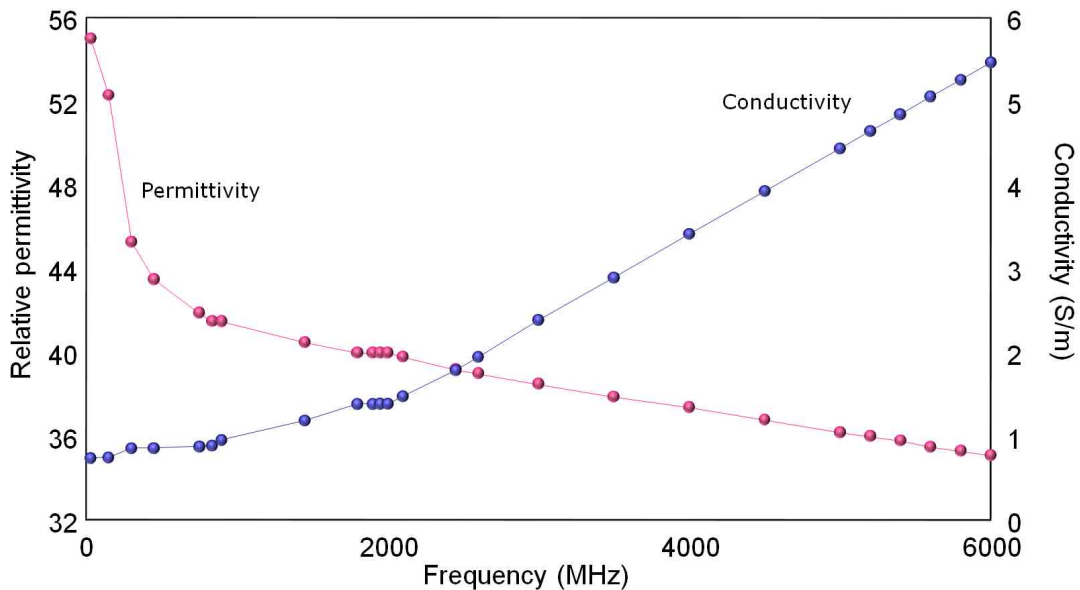


그림 3-7. 생체조직 등가 용액의 전도율과 상대유전율

(2) 주사(走査) 시스템

- o 위치 정밀도: -0.2 mm ~ +0.2 mm
- o 최소 분해능 (스텝 크기): 1 mm 이하
- o 스캔 범위: 모든 방향에 대한 모의인체 치수의 90 % 이상

(3) 프로브 및 프로브 교정

정확한 측정을 위해서 프로브 끝은 모의인체 내에 유도된 전자기장의 분포를 효과적으로 결정할 수 있을 만큼 크기가 충분히 작을 필요가 있다. 프로브 직경이

용액 내 파장의 1/3 미만이면 프로브는 전자기장 왜곡을 최소화할 수 있다. 외삽 오차를 가능한 한 낮게 유지하기 위해 프로브 끝을 모의인체 표면에 가능한 한 가깝도록 하여 정확한 측정이 이루어지도록 한다. 프로브의 최소 요구사항은 다음과 같다.

o 프로브 끝 직경

- 2 GHz 이하의 주파수에서 8 mm 이하
  - 2 GHz 보다 높은 주파수에서  $\lambda/3$  이하
- $\lambda$ 는 생체조직 등가 용액 내의 파장 (mm)이다.

o 민감도 : 0.01 W/kg 이하

프로브는 관련 데이터 판독 전자장치와 함께 교정되어야 하므로 기타 동일하거나 기술적으로 동등한 형태의 데이터 판독 전자장치에 대해 유효해야 한다. 프로브 시스템은 전파연구소 고시 제2005-114호의 부록 B에 명시된 방법에 따라 적절한 동작 주파수와 온도에서 주어진 주파수에 대한 생체조직 등가 용액 내에서 각각 교정되어야 한다.

다. 전자파흡수율 평가 프로토콜

본 절에서는 나열에 주어진 측정 시스템에서 피시험기기의 전자파흡수율 측정을 위한 절차를 기술한다.

(1) 생체조직 등가 용액의 준비

생체조직 등가 용액의 유전 특성은 전자파흡수율 평가 전 24시간 이내에 측정하거나 또는 그림 3-7의 권고를 따를 수 있다면 1 주일 이내의 간격으로 측정할 수 있다. 측정된 전도율과 상대 유전율은 목표값과의 차이가 10% 이내에 있어야 한다. 측정된 전자파흡수율 결과는 표준의 부록 F에 따라 교정해야 한다. 교정값  $\Delta$  SAR이 음수(-)이면 측정된 전자파흡수율은 정정하지 않아야 한다.

본 장에서 측정 시스템 검사 과정은 전파연구소 고시 제2005-114호와 유사하므로 생략한다.

(2) 피시험기기의 준비

피시험기기는 내장형, 일체형 또는 연결형 송신기를 사용해야 한다. 안테나(들) 및 부속품들은 시험 성적서에 명시하여야 한다. RF 출력과 주파수 (채널)는 내부

시험 프로그램이나 기지국 또는 네트워크 시뮬레이터의 무선 연결을 이용하여 조절한다. 피시험기기는 최대 시간-평균 RF 출력 레벨로 송신하도록 설정되어야 하는데, 이 레벨이 가능하지 않거나 실제적이지 않다면, 더 낮은 전력 레벨에서 시험을 수행하고 최대 전력레벨에 대한 값으로 스케일링(scaling)할 수 있다.

노출 시험은 피시험기기의 특성(동작 모드, 동작 대역, 안테나 구성 등)을 토대로 해야 한다. 복수의 동작 모드를 사용할 수 있는 경우, 일부 모드가 다른 모드보다 더 낮은 시간 평균 출력 전력을 활용할 수 있음을 명확하게 보일 수 없다면 복수의 동작 모드를 모두 시험해야 한다.

일반적으로 피시험기기는 사용 설명서에서 설명한 동작 구성을 이용하여 시험해야 한다. 의도된 동작 구성의 기능을 위해 필요하지 않은 케이블은 모의인체 표면에 수직하도록 위치시켜 측정된 전자파흡수율에 영향을 최소화하도록 한다. 의도된 동작 구성의 기능에 필요한 케이블은 엄격한 전자파흡수율 결과를 산출하도록 위치하여야 한다.

동작 모드가 동시 복수 전송(예: GSM과 블루투스)을 할 수 있다면 이 동작 모드도 시험해야 한다.

피시험기기가 오로지 외부 전력 소스로만 동작하도록 의도되는 경우, 적절한 전력 소스에 연결하는 데 제조자가 제공한 케이블 접속(cablling)을 사용해야 한다. 배터리가 의도된 전력 소스이면, 측정 전에 배터리를 완전히 충전해야 하고 외부 전력 공급은 없어야 한다. 배터리의 일회 충전으로 일련의 측정을 수행하는 경우 표준에 주어진 대로 전자파흡수율 값을 보정해야 한다.

### (3) 피시험기기의 위치

모의인체에 대한 피시험기기의 위치(부속품 부착 여부, 모의인체에 대한 상대적 위치, 방향 및 구성 등)는 측정되는 전자파흡수율의 레벨에 직접적 영향을 주므로 매우 중요하다고 할 수 있다. 피시험기기의 위치는 통상 사용상태의 범위 내에서 최악의 경우를 고려하는 것이 바람직하다. 본 표준에서는 휴대용 무선통신기기를 사용 형태에 따라 인체 착용형 기기 (이동통신단말기, PDA), 접거나 회전 가능한 안테나를 갖는 기기, 인체 지지형 기기 (예: 랩탑, 태블릿 컴퓨터, 신용카드 거래 승인 단말기), 탁상용 기기, 얼굴 전면 사용기기 (예: 양방향 무선기기, 무선통신이 가능한 카메라), 사지 착용형 기기, 의류 일체형 기기, 일반 기기 (어느 형태로도 분류할 수 없는 경우) 등으로 분류하고 시험 위치를 구분한다.

만일 제조자가 몇 가지의 의도적 기기 동작 위치와 방향을 규정하였다면 이들의 각각을 시험해야 하고 시험은 이 위치들로 제한해야 한다. 만일 의도적 사용 위치가 규정되어 있지 않거나 어떠한 지시사항이 없다면, 일반 기기에 대한 시험 절차

를 이용해야 한다. 고유 형태 기기는 내부 RF 송신기와 안테나를 결합한 밀폐 상자 형태에 대해 이용 가능한 모든 면에 대해 전자파흡수율을 산정해야 한다.

이격 거리는 제조자에 의해 제공되는 사용자 지침에 명시된 의도적 사용 거리에 부합해야 한다. 의도적 사용이 명시되어 있지 않으면, 평면형 모의인체에 피시험 기기의 모든 면을 직접 접촉시켜 시험해야 한다.

몇 가지 형태의 기기에 대한 시험 위치를 기술하도록 하겠다. 인체 착용형 기기는 제조자가 제공한 사용 설명서가 신체에 소지하기 위한 부속품(벨트 클립, 권총 집, 운반 케이스 또는 이와 유사한 것)과 함께 사용하도록 규정한 경우에 기기는 그 부속품 내에 의도된 대로 놓아야 하며, 부속품은 인체 모의인체에 접촉하여 의도된 방향으로 놓아야 한다. 신체 소지를 위한 특정한 부속품 없이 피시험기기의 전자파흡수율을 평가할 때, 이격 거리는 25 mm를 초과하지 않아야 한다. 평면형 모의인체로 향하는 기기의 표면은 모의인체 면에 평행하도록 한다. 참고로 인체 착용형 이동 전화기에 대해 정해진 부속품이 제공하는 간격을 나타내기 위해 이격 거리 15 mm를 흔히 사용한다(그림 3-8(a)).

다양한 위치 (예: 안테나를 뽑거나, 넣거나, 혹은 회전)를 갖는 한 개 이상의 외부 안테나를 갖는 기기들은 제조자가 제공하는 사용자 설명서에 준하여 위치하도록 해야 한다. 하나의 안테나를 갖는 기기인 경우, 정해진 안테나의 위치가 명시되어 있지 않으면, 가능한 모의인체에 대해 수직 및 수평 두 위치 모두를 시험하고, 피시험기기 몸체에서 멀리 향하도록 안테나를 두고, 가장 높은 노출 조건을 얻도록 안테나를 뽑거나 넣고 시험하도록 한다(그림 3-8(b)).

인체 지지형 기기의 대표적인 예로는 앉아 있는 사용자의 허벅지 위에 놓일 수 있는 무선 통신이 가능한 랩탑 컴퓨터를 들 수 있다. 기기는 그 바닥이 모의인체에 접촉한 상태로 위치시켜야 한다. 제조자가 사용 설명서에 다른 방향을 규정할 수도 있으나 의도적 사용이 명시되어 있지 않다면 그 기기는 모든 사용 가능한 방향에서 몸통 모의인체에 바로 접촉하여 시험해야 한다.

기기의 스크린 부분은 90도 각도로, 또는 제조자가 작동 설명서에서 의도적 사용으로 규정한 동작 각도로 개방 위치에 있어야 한다. 인체 지지형 기기가 일체형 스크린을 갖는 경우, 스크린 면이 인체로부터 보통 200 mm를 유지하면, 스크린 면은 시험하지 않아도 된다. 그러나 스크린에 장착된 안테나가 있는 경우에, 그 위치가 의도적 사용에 부합하면, 스크린을 평면형 모의인체에 접촉한 상태로 반복되어야 한다 (그림 3-8(c)).

이 범주에 포함되는 그 밖의 기기로는 태블릿형 휴대용 컴퓨터와 신용카드 거래 승인 단말기, 판매정보 기록 장치 또는 재고 관리 단말기가 있다. 이러한 기기들이 몸통이나 사지에 의해 지지될 수 있는 경우, 인체 지지형 기기에 대한 동일한

원리를 적용한다.

탁상용 기기의 대표적인 예로는 사용할 때 탁자 또는 책상 위에 놓이는 무선 통신이 가능한 탁상용 컴퓨터를 들 수 있다. 역시 피시험기기는 사용 설명서에 제조자가 규정한 의도적 사용에 맞게 모의인체에 대한 이격 거리와 방향에 위치시켜야 한다. 위치가 변할 수 있는 외장 안테나를 사용하는 기기의 경우에는 규정된 모든 안테나 위치에 대해 시험을 실시해야 한다. 의도적 사용이 규정되어 있지 않다면 이 기기는 평면형 모의인체에 밀착하여 시험해야 하며, 물리적 디자인으로 인해 기기의 일부 면(예를 들어 책상에 세워 있는 기기의 바닥면)은 시험이 요구되지 않을 수 있다.

얼굴 전면 사용기기의 대표적인 예로는 송신 시에 사용자 얼굴에서 일정 간격 떨어진 상태에 있는 양방향 무선기기를 들 수 있다. 이러한 경우에 피시험기기는 제조자가 사용 설명서에 규정한 대로 의도적 사용에 부합하도록 모의인체 표면과 일정한 거리를 두고 위치시켜야 한다. 의도적 사용이 규정되어 있지 않다면 모의인체 표면과 기기 사이에 25 mm의 이격 거리를 사용해야 한다.

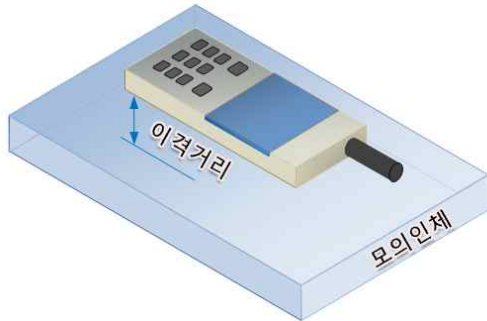
이 범주에 포함되는 그 밖의 기기로는 데이터를 네트워크나 다른 기기로 전송할 수 있는, 무선 통신이 가능한 스틸 카메라와 비디오 카메라가 있다. 의도적 사용에서 사용자와의 이격 거리를 요구하는 기기(예: 스크린이 있는 기기)의 경우에, 이 기기는 제조자가 사용 설명서에 규정한 대로 의도적 사용에 부합하도록 모의인체 표면과 일정한 거리를 두고 위치시켜야 한다. 의도적 사용이 규정되어 있지 않다면 모의인체 표면과 기기 사이에 25 mm의 이격 거리를 두어야 한다. 의도적 사용에서 사용자의 얼굴, 머리 또는 몸통이 기기와의 접촉이 요구되는 기기(예: 광학적 뷰파인더가 있는 기기)의 경우에, 이 기기는 모의인체에 직접 접촉해서 놓아야 한다.

사지(四肢) 착용형 기기는 송신(대기 모드 제외)하는 동안 사용자의 팔이나 다리에 끈(벨트)으로 묶어 사용하는 장치이다. 그림 3-8(d)에서 보는 바와 같이 두 부분으로 나누어지도록 끈을 개방해 둔다. 기기는 가능한 끈에 펴도록 하고 기기의 뒷면이 모의인체를 향하도록 하여 모의인체 표면에 직접 접촉하도록 위치시켜야 한다. 정상적으로 팔찌를 열어 기기를 모의인체 표면에 직접 접촉하도록 놓을 수 없는 경우, 기기의 끈을 파손시켜서 모의인체에 위치시켜야 하며, 이 때 안테나를 손상시키지 않도록 주의하여야 한다.

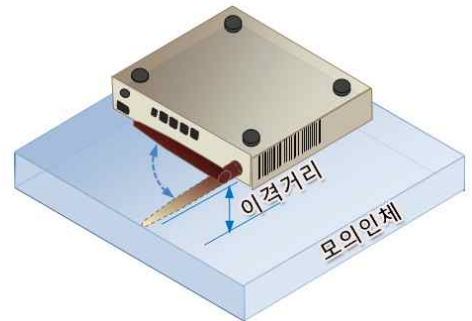
의류 일체형 기기의 대표적인 예로는 내장 스피커와 마이크로폰을 통해 음성 통신을 제공하는, 재킷에 내장된 무선기기 (이동 전화기)를 들 수 있다. 이 범주에는 일체형 무선기기가 있는 헤드기어도 해당한다. 모든 무선 또는 RF 송신 구성품이 의류에 내장되어 있는 기기의 의도적 사용에 따라 모의인체 표면의 방향과 이격



거리에 맞게 위치시켜야 한다.



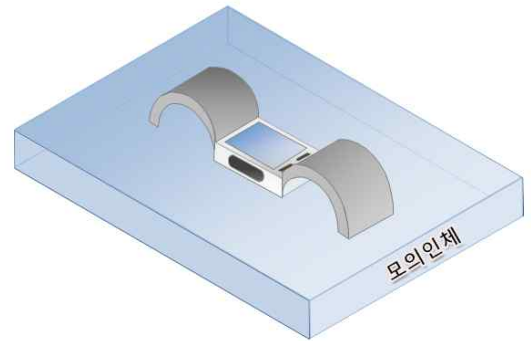
(a) 인체 착용형 기기



(b) 접거나 회전 가능한 안테나를 가진 기기



(c) 인체 지지형 기기



(d) 사지 착용형 기기

그림 3-8. 시험 위치의 예

#### (4) 시험의 수행

상기와 같이 생체조직 등가 용액, 피시험기기가 준비되고 시험위치도 결정되었다면, 이제 시험을 수행할 수 있다. 본 표준에는 특정한 기기와 부속품의 조합의 수가 많다면, 일부 시험을 생략할 수 있는 시험 간소화에 대한 사항을 포함한다. 그림 3-9에서 보는 바와 같이 시험 간소화 기법을 활용하여 측정할 시험을 선택한다. 선택한 시험에 대해서는 기본적으로 전파연구소 고시 2005-114호의 일반시험절차에 따라 측정한다. 일반시험절차를 따르되 빠른 측정 수행을 위해 본 표준에서는 고속 SAR 평가법을 사용할 수 있다.

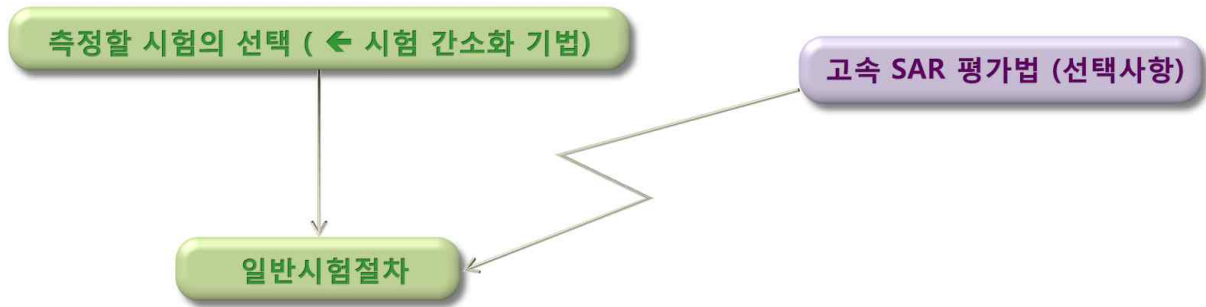


그림 3-9. 시험 수행

### (가) 시험 간소화 기법

피시험기기는 다른 전송 모드에서 동작할 수 있고 여러 가지 안테나 및 배터리의 선택 그리고 기타 부속품을 사용할 수 있기 때문에 시험가능한 조합의 수가 방대할 수 있다. 시험 간소화 기법은 명확한 과학적, 공학적 근거를 통해 기준 구성과 비교해 전자파흡수율의 증가가 없다는 것을 보인다면 특정한 기기와 부속품의 조합에 대한 전자파흡수율 시험을 제외하는 것을 정당화할 수도 있다는 것이다. 이를 위한 근거로는 물리적 측면, 데이터 분석 측면, 그리고 최고값의 전자파흡수율 시험 조건의 측면에서 시험을 제외할 만한 조건을 찾을 수 있다.

#### 물리적 근거를 토대로 한 시험 간소화

전도성 재질 (예: 금속)을 함유하지 않는 인체 착용형 부속품에 대해서는 오직 피시험기기를 신체에 더 가까이 위치할 수 있는 부속품만 시험한다. 또한 유사하거나 동일한 금속성 내용물을 갖는 부속품들은 전자파흡수율 값에 영향이 전혀 없으면 단 한 가지만 시험한다.

#### 전자파흡수율 데이터 분석을 토대로 한 시험 간소화

통계적 분석 방식을 사용하여 특정한 전자파흡수율 시험을 간소화하는 과학적, 공학적 근거를 개발할 수도 있다. 예를 들면, 금속 함량이 변하는 도료로 코팅된 선택적 면판(面板)과 함께 기기를 사용할 수 있다면 전자파흡수율 데이터의 통계적 분석을 사용하여 특정한 양의 금속 함량 미만인 면판 시험인 경우를 제외시키는 것을 정당화할 수도 있다. 시험 간소화를 적용함에 있어 제외시키기로 결정한 본래 제품과 매우 유사한 제품으로 제한하도록 주의를 기울여야 한다.

#### 최고(highest) 전자파흡수율 시험 조건을 토대로 한 간소화

최고 전자파흡수율을 산출하는 시험조건을 신속히 파악할 수 있도록 측정 과정

을 간소화할 필요가 있다. 예를 들어, 두 가지 안테나 구성 (안테나를 빼는 경우와 넣는 경우)을 갖는 기기, 네 가지의 배터리 종류, 신체 소지를 위한 네 가지의 부속품, 그리고 네 가지 오디오 부속품을 갖는 기기의 모든 시험 가능한 조합의 수는 시험위치와 주파수 대역 당 적어도 128 ( $=2 \times 4 \times 4 \times 4$ ) 가지가 될 것이다. 모든 조합을 시험할 필요는 없다. 즉, 더 적은 세트의 데이터로부터 전자파흡수율의 경향을 보이고 기기와 부속품의 어느 조합이 더 높은 전자파흡수율 값을 산출하는지를 결정하기 위해 통계적 기법을 이용한다.

#### (나) 일반 시험 절차

그림 4의 일반 시험 절차는 기본적으로는 전파연구소 고시 2005-114호와 동일하다. 그러나 본 표준의 측정 대역, 팬텀 등이 다르기 때문에 이로 인해 달라진 조건들을 중심으로 소개하도록 한다.

표면분포측정 절차: 모의인체 내의 2차원 전자파흡수율 분포를 측정한다. 측정 영역의 경계는 모의인체 측벽으로부터 20 mm 이상이어야 한다. 측정점 간의 거리는 내삽한 후 생체 조직 입방체의 선형 치수의 절반( $1/2$ )보다 더 좋은 정확도로 국부 최대값의 위치를 파악할 수 있는 정도라야 한다. 3 GHz 미만 주파수의 경우 최대 격자 간격은 20 mm, 3 GHz 이상 주파수의 경우,  $(60/\sqrt{f[\text{GHz}]})$  mm를 권고한다. 프로브 검출기의 기하학적 중심과 모의인체 내부 표면 사이의 최대 거리는 3 GHz 미만 주파수의 경우 5 mm이어야 하며, 3 GHz 이상 주파수의 경우  $\delta \cdot \ln(2)/2$  mm 이어야 한다. 여기서  $\delta$ 는 평면파의 표피두께이고,  $\ln(x)$ 는 자연 대수(對數)이다. 검출기와 모의인체 표면까지의 최대 변동은 3 GHz 미만 주파수의 경우  $\pm 1$  mm이어야 하며, 3 GHz 이상 주파수의 경우는  $\pm 0.5$  mm이어야 한다. 모든 측정점에서 표면에 수직한 선에 대한 프로브의 각은 5도 미만이어야 한다.

정밀체적분포측정 절차: 상기 표면분포측정에서 파악한 국부 최대 위치에서 3차원 전자파흡수율 분포를 측정한다. 수평 격자 간격은  $(24/\sqrt{f[\text{GHz}]})$  mm 이하이어야 하지만 8 mm를 초과하지 않아야 한다. 정밀체적분포 측정을 위한 체적의 최소 크기는 3 GHz 미만 주파수의 경우 30 mm  $\times$  30 mm  $\times$  30 mm이다. 주파수가 더 높은 경우에는 최소 크기를 22 mm  $\times$  22 mm  $\times$  22 mm로 줄일 수 있다. 수직 방향에서 격자 간격은  $(8-\sqrt{f[\text{GHz}]})$  mm 이하이어야 하지만, 균일한 간격을 사용할 경우 5 mm를 초과하지 않아야 한다. 수직 방향에서 가변 간격을 사용한 경우에는 모의인체 외피에 가장 가까운 두 측정점 사이의 최대 간격은  $(12/\sqrt{f[\text{GHz}]})$  mm 이하이어야 하지만, 4 mm를 초과하지 않아야 하며, 더 먼 점 사이의 간격은 1.5를 초과하지 않는 증분을 만큼 증가해야 한다. 프로브 검출기의 기하학적 중심과 모의인체 내부 표면 사이의 최대 거리는 3 GHz 미만 주파수의 경우 5 mm이어야

하며, 3 GHz 이상 주파수의 경우에는  $\delta \cdot \ln(2)/2$  mm이어야 한다. 여기서  $\delta$ 는 평면파의 표피두께이고,  $\ln(x)$ 는 자연 대수(對數)이다. 모의인체 표면에 수직한 선에 대한 프로브의 각은 모든 측정점에서 5도 미만이어야 한다.

#### (다) 고속 SAR 평가법

흔히 이용되는 방법은 특정 측정 절차와 후처리 기술을 기반으로 하는 기법과 특별한 전자파흡수율 평가 시스템을 이용하는 방법이 있다. 전자의 경우에는 수정된 측정 절차와 후처리 알고리즘이 요구된다. 이 접근 유형에 대한 방안은 일반적으로 측정 점의 개수를 상당히 감소시키고 적절한 내삽과 외삽법을 적용함으로써 프로브의 기계적 움직임을 감소시키는 것이다. 특히, 일부 방법들은 표면 분포 측정만을 필요로 하게 되고 모든 체적 데이터의 외삽을 사용한다.

특별한 전자파흡수율 평가 시스템을 이용하는 경우에 기존에 알려진 기술들의 대부분은 여러 가지 프로브나 프로브 배열을 사용함으로써 프로브의 이동을 감소시키는데 중점을 두고 있다. 서로 다른 모의인체 유형(고체, 젤로 가득채운 형태 등) 뿐만 아니라 여러 유형의 프로브들(예를 들면 오직 두 접선 전자기장 성분만 측정하는 프로브, 열 성분 프로브 등)도 사용 가능하다.

#### (라) 동시 다중 대역 전송이 가능한 피시험기기의 시험 절차

본 항에서는 동시에 여러 주파수 ( $f_1, f_2$  등)에서 동작이 가능한 다중 전송 모드를 갖는 기기에 대한 평가방법을 기술한다. 여기서 여러 주파수들이란 프로브 교정이나 생체조직 등가 용액의 최소 대역폭의 유효 주파수 범위보다 더 멀리 떨어져 있어 동일한 프로브와 용액을 이용하여 전자파흡수율을 동시에 측정할 수 없는 경우를 말한다. 현재 사용되는 대부분의 시스템에서 프로브 교정의 유효 주파수 범위는 전기장 프로브에 대해 일반적으로 좁은 편이다. 또한, 현재 시스템에 사용되는 전기장 프로브는 출력단에서 직류 전압을 가지므로 프로브는 서로 다른 주파수에서 신호 간 구분을 할 수 없다. 생체조직 등가 용액의 유효 주파수 범위는 유전 파라미터가 그림 3-7의 목표값의 허용 오차 내에 있는 주파수 범위를 가리킨다. 이러한 제약으로 인해, 다중 전송 모드는 먼저 분리하여 평가한 뒤 산술적으로 결합한다. 그러나 침투값의 발생 위치가 다를 수 있어 정밀체적분포의 범위를 결정하기 어렵기 때문에 다음과 같은 평가 방법을 권고한다.

#### 방법 1. 침투 공간평균 전자파흡수율 값의 합산에 의한 평가

이 절차는 다중 대역 전자파흡수율의 상한을 결정하는 가장 쉽고 가장 엄격한 방법이다. 다른 모드에 대한 침투 공간평균 전자파흡수율 값들이 공간적으로 서로 다

른 곳에 위치할 수 있음에 주의해야 한다. 이러한 경우, 이 방법은 다중 대역 전자파흡수율을 과대평가하게 된다. 따라서 이 방법은 동일 위치에서 침투 공간평균 전자파흡수율 값이 존재하는 경우 가장 정확하다.

- 동시에 동작하는 각 시험 조건을 위해서, 각 주파수 ( $f_1$ ,  $f_2$ , 등)에서의 침투 공간평균 전자파흡수율 값을 합산한다.
- 만일 합산된 최대 전자파흡수율 값이 적합성 제한치의  $-3$  dB 내에 있으면, 그 주파수의 위와 아래 주파수에서의 부가적인 측정은 이 조건에서 이루어져야 한다. 최대 전자파흡수율 값을 결정하는 데 이 부가적인 값들을 사용한다.
- 상기에서 합산된 최대 전자파흡수율 값이 다중 대역 전자파흡수율이다.

### **방법 2. 가장 높은 최대 전자파흡수율 값을 선택하여 평가**

개별적으로 측정된 정밀체적분포가 중복되지 않을수록, 이 절차는 다중 대역 전자파흡수율에 대한 더 정확한 추정값을 제공한다. 전자파흡수율 분포를 공간적으로 더했을 때 결과적인 최대 침투 전자파흡수율 값의 변화가 5 % 미만일 정도로 최대값들이 공간적으로 이격되어 있어야 한다.

- 각 주파수에서 최대 질량 평균 전자파흡수율을 측정한다.
- 모든 동일한 측정 조건에 대해 공간적으로 한 점씩 (point-by-point) 표면분포측정값을 합산하여 전자파흡수율 분포가 어느 정도로 중복되는 지 분석한다.
- 더해진 분포 상의 결과적인 침투 전자파흡수율 값이 독립된 최대 침투 전자파흡수율값들 가운데 최고값에서 5% 미만의 편차를 가지면, 다중 대역 전자파흡수율은 그 두 개의 독립된 질량 평균 전자파흡수율 값 중에 더 높은 값과 같다.

### **방법 3. 계산된 체적 전자파흡수율 데이터로 평가**

이 절차는 체적 전자파흡수율 데이터를 생성하기 위해 내삽법과 외삽법을 이용하여 얻은 표면분포 측정 및 정밀체적분포 측정값을 사용하며, 다중 대역 전자파흡수율을 얻는 빠른 방법이다.

- 각 주파수에서 표면분포측정에 의해 투사된 영역 상에서 체적 전자파흡수율 분포를 계산한다.
- 필요하다면 내삽법을 사용하여 모든 주파수에서 체적 전자파흡수율 분포를 공간적으로 더한다.
- 전자파흡수율 분포로부터 침투 공간 평균 전자파흡수율을 결정하기 위해 후처리 절차를 사용한다.

#### 방법 4. 체적분포스캔에 의한 평가

이 절차는 다중 대역 전자파흡수율을 평가하는 가장 정확한 방법으로, 언제든지 적용할 수 있다.

- $f_1, f_2$  등 모든 주파수에서 정밀체적분포를 둘러싸는 체적 격자를 결정한다.
- 각 주파수에서 상기에서 탐색한 체적에 대한 정밀체적분포를 측정한다. 이 정밀체적분포는 체적의 크기를 제외하고는 일반시험절차의 모든 요구사항을 따른다.
- 합산된 전자파흡수율 분포를 얻기 위해 위에서 얻은 전자파흡수율 분포들을 공간적으로 더한다. 침투 공간평균 전자파흡수율을 결정하기 위해 후처리 절차를 이용하여, 합산된 분포로부터 다중 대역 전자파흡수율의 최대값을 계산한다.

이 방법은 모든 주파수에서 정밀체적분포를 둘러싸는 체적이 큰 경우 (예: 주파수  $f_1, f_2$  등에서 정밀체적분포가 서로 떨어져 있는 경우) 정밀체적분포 측정시간이 길 수 있다. 이러한 경우, 각 주파수에 대한 정밀체적분포 측정을 위한 체적들을 나머지 주파수에서 이미 측정한 정밀체적분포의 체적들에 일치하도록 선택할 수 있다.

#### 라. 결론

본 절에서는 정보통신단체표준으로 제정된 ‘인체에 근접하여 사용하는 휴대용 무선통신기기의 전자파흡수율 측정 절차 (30 MHz - 6 GHz)’ (TTA.KO-06.0231) [7]은 기존에 귀에 대고 사용하는 휴대전화의 전자파흡수율 측정방법 (전파연구소 고시 2008-16호, 2005-114호)과 비교할 때 모의인체를 제외하고는 유사한 측정 시스템을 사용할 수 있으나 휴대용 무선통신기기의 복잡화에 따라 시험 횟수가 방대해짐에 따라 시험 간소화, 고속 SAR 평가법, 다중 대역 전송의 시험방법 등이 새로이 다루어졌으며, 이러한 기법을 도입할 때는 불확정도 평가 등이 반드시 고려되어야 한다.

본 표준은 향후 적용하게 될 인체의 몸통 및 사지에 대한 전자파흡수율 기준에 대해 국내 무선기기 제조업체가 미리 대비하고 관련 기술을 창출함과 동시에 우리나라 무선기기 사용자의 건강을 보호하는 계기를 마련할 것이다.

그러나 휴대용 무선통신기기의 기능, 사용방법 등이 복잡해고 지속적으로 새로운 형태의 기기가 출현함에 따라 본 표준이 모든 기기를 완전하게 커버하지 못할 수 있다. 따라서 향후 본 표준의 적용 범위를 법적 제도 하에 두기 위해서는 정

부, 제조업체, 인증시험기관, 연구기관의 밀접한 공조체제를 통해 휴대용 무선통신 기기 중 적용 대상 기기에 대해 필요시 개별적 평가 방안의 구체적 도출이 요구된다.

## 5. RFID 기기의 전자파 인체 노출량 평가 방법(안) 검증

### 가. RFID에 대한 노출량 평가 연구 개요

현재 전 세계적으로 물품이나 사람을 인식하고 다양한 제품의 운송제어와 물류를 향상시키기 위해 백만 개가 넘는 RFID 시스템이 작동중이다 [17]. 이 시스템들은 통상적으로 수 미터 이내의 단거리에서 전자파를 이용하여 통신을 하거나 물품을 인식한다. 이 시스템들은 일반인들의 경우 통상적으로 수 초 이내의 짧은 노출시간을 갖지만 직업인 노출의 경우 전자파에 노출되는 시간이 길어질 수 있다.

RFID 시스템은 일반적으로 태그(tag)로 알려진 transponder에 적절한 정보를 저장하고 필요에 따라 적당한 시간과 장소에 리더기를 통해 그 정보를 읽어내기 위한 목적으로 사용된다. 태그에 저장된 정보는 생산중이거나 운송중인 제품, 차량, 동물, 사람 등을 식별하는데 사용될 수 있다. RFID 태그에는 제품에 따른 특정한 정보나 지시사항, 컨테이너 안의 내용물 목록 등 많은 용량의 추가적인 정보를 저장할 수 있어 그 활용범위가 넓다.

RFID 시스템과 관련된 인체의 노출상황은 매우 다양하고 복잡하다. 이것은 시스템에 따라 주파수 대역과 펄스파 형태 등 전자파 방사의 공간적, 시간적 특성이 다르고 시스템의 설계와 물리적 구조도 다르기 때문이다. 따라서 노출량 평가의 정확성을 향상시키기 위해 여러 가지 형태의 RFID 시스템에 대해 신뢰할 수 있는 노출량 측정 데이터를 수집할 필요가 있다.

유도성 결합을 이용하는 시스템의 경우 원거리장으로 전파되는 전자파는 무시할 만한 수준이며 인체의 노출은 대부분 근거리 자기장 노출에 국한된다. 마이크로파를 이용하는 시스템은 대부분 전자기장의 단거리 전파를 이용하며 그 분포는 안테나의 방향성에 따라 제약을 받는다. 출입통제 등에 쓰이는 RFID 시스템은 대부분 100 mW~2 W의 출력을 갖고 있으며 근거리장 노출이면서 노출시간이 짧은 특징을 가지고 있다. 공항 수하물 관리나 항만 컨테이너 관리 등 특수한 목적을 가진 RFID 시스템은 비교적 큰 출력을 가져야 그 운용에 어려움이 없으며 일반인 노출보다는 직업인 노출이 주로 이루어진다. 이 시스템들은 비교적 최근에 설치되기 시작했으며 전 세계적인 표준화가 이루어지지 않아 그 노출량에 대한

정보가 부족한 상태이다.

최근 국내에서도 RFID 응용분야가 늘어나며 RFID 전자파의 인체영향 가능성에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 연구에서는 RFID 및 이와 유사한 근거리 기기에서 발생하는 전자파의 인체영향에 관한 국제 연구동향 및 국제 표준에 대해 알아보고 RFID에 의한 전자파 인체노출량 평가와 관련하여 900 MHz 및 13.56 MHz 대역 상용 RFID 리더 시스템에 대한 전기장 및 자기장 강도를 측정하고 그 특성을 분석하였다.

#### 나. RFID 인체영향 연구 동향

##### (1) RFID 전자파에 의한 인체영향 연구

RFID가 동작하는 10 MHz 이상의 RF 주파수에서 전자파의 열적작용은 동물과 자원자 연구 등을 통해 이미 입증되어 있다. ICNIRP 기준 등의 국제인체보호기준은 이 열적작용과 자극작용을 방지하는데 중점을 두고 마련되고 있다.

RF 대역에서 전자파의 생체영향에 대한 동물연구는 신경계통에 미치는 영향과 암 발생에 미치는 영향에 대한 연구가 주를 이루고 있으나, 대부분의 연구결과에서 암 발생이나 생리학적 파라메타들은 전자파 노출에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. RF 대역 노출의 세포 실험에서도 세포가 가열될만한 높은 강도의 전자파에 노출된 경우에만 세포의 작용에 변화가 있었으며, 세포변화가 있는 경우에도 그 정도가 매우 작아 그에 따른 생체영향이나 건강영향도 명확하지 않았다.

RFID 시스템에 의한 전자파 노출은 가열을 일으킬 수 있는 강도보다 수 배 낮으며, 이러한 낮은 레벨의 노출에서는 동물실험, 자원자 실험 등의 결과에서 생식기능, 면역기능, 암 발생 등에 대해 아직까지 어떠한 일관된 영향도 발견되지 않고 있다. 또한 RFID 시스템의 전자파가 생체영향을 일으킬 수 있는 어떠한 기전(mechanism)도 확립되지 않았으며, RFID의 펄스파 또는 변조신호가 생체에 더 강한 자극을 줄 수 있다는 증거도 밝혀지지 않았다.

RFID 전자파의 인체영향에 대한 역학연구는 아직까지 수행되었다는 보고가 없으며, 대부분의 역학연구는 ELF(극저주파) 노출이나 휴대폰 전자파 노출에 집중되어 있다. 휴대폰 전자파에 대한 지금까지의 역학연구 결과는 관련성이 없는 것으로 나타난 경우가 대부분이며, 장기노출에 대한 영향 등에 대해서는 아직도 다수의 역학연구가 진행 중이다.

이상에서 살펴본 바와 같이 펄스파 또는 변조신호등이 RFID의 고유한 특성을 갖는 전자파의 인체영향에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있으며, RFID와 비슷한 RF 주파수 대역을 가지는 전자파의 생체영향 연구의 대부분은 휴대폰이나



기지국 전자파 영향에 관한 것이다.

RFID 시스템에서 나오는 전자파의 인체영향과는 별도로 RFID 시스템의 전자파가 심장박동기와 세동제거기 등 인체에 이식된 의료기와 전자파간섭을 일으키는 사례에 대해 EU에서 수십 건의 보고가 있는 것으로 알려지고 있다 [17]. 그러나 이러한 보고서는 RFID 시스템뿐만 아니라 대형 마트 등의 출입구에 설치되어 있어 일반인의 접근도가 RFID 시스템보다 높고, 10 MHz 이하의 저주파수 대역을 주로 사용하는 EAS 시스템에 의한 간섭도 포함하고 있어 실제 RFID 시스템에 의한 의료기기 전자파간섭의 발생빈도는 훨씬 낮을 것으로 예측된다. ICNIRP에서는 이러한 간섭을 예방하기 위해 가능한 범위에서 EAS 시스템과 RFID 시스템의 전자파 방출을 낮추고 의료기기 제조업체와 RFID 제조업체가 협력하여 이러한 간섭의 위험을 최소화할 것을 권고하고 있다.

## (2) RFID 인체영향 관련 측정표준

국제 표준 기구 IEC TC106 WG4 에서는 EAS, RFID 및 이와 유사한 근거리 기기에 대한 전자파 인체 노출량 평가에 대한 유럽 표준인 EN 50357(basic standard)[19]과 EN 50364(product standard)[20]을 바탕으로 2008년 10월에 새로운 표준 IEC 62369-1을 발간하였다. 이 표준은 EAS, RFID 및 이와 유사한 SRD (근거리 기기, Short Range Device)에 의한 인체 전자파 노출량 평가 방법을 다루고 있으며 주요 내용은 EN 표준을 거의 그대로 따르고 있으며, 다중 노출원 (multiple source)에 대한 평가방법과 수치해석 기법에 대한 내용이 추가되었다.

IEC 표준에서 제시하는 근거리 기기에 대한 전자파 인체 노출량 평가방법을 간략히 살펴보면, 노출량 평가방법을 3단계로 나누고 있다. 먼저, 1단계에서는 기준 레벨과의 비료를 위한 직접 측정방법을 제시하고 있으며, 2단계에서는 좀 더 복잡한 측정이나 계산방법, 3단계에서는 기본적인계와 비교를 위한 상세한 모델링과 해석 기술을 요구하고 있다. 하지만, 이러한 모든 상황은 피시험기기의 사용 환경에 따라 적절한 것을 선택하여 평가할 것을 권고하고 있다.

## 다. RFID 리더기 전기장 노출량 평가 및 분석

전자파 노출량 평가에 있어 가장 간단한 방법은 피시험기기 주변에서 전자파 노출량을 측정하여 기본 레벨과 비교하는 방법이다. 전자파 강도를 직접 측정하기 위한 방법에는 일정 측정 거리에서 피시험기기의 주위에서 전자파 강도를 측정하는 방법과 적절한 신체 영역에 해당되는 측정 격자를 설정하여 측정하여 공간 평

균을 계산하여 전자파 인체보호 기준과 비교하는 방법이 있다.

본 연구에서는 RFID 기기에서 발생하는 전자기장 노출량 평가를 위해 900 MHz 대역 및 13.56 MHz 상용제품을 이용하여 전기장 강도 및 자기장 강도를 측정하고 그 결과를 기술하였다.

(1) 900 MHz 대역 RFID 리더 시스템 주변의 전기장 특성

RFID 기기 주변의 전자파 노출량 특성을 파악하기 위해 리더기는 RF 출력이 1W인 Alien사의 ‘ALR-9800’을 이용하였으며, 안테나 역시 같은 회사에서 출고된 원형/선형 편파 및 6 dBi의 이득을 갖는 제품들을 이용하여 그림 3-10과 같은 시험 구성도를 구축하였다. 리더 안테나를 지면으로부터 1.15 m(그림 3-12 참조)에 고정시켰으며, 그림 3-11과 같이 1.5 m, 1.2 m, 1.0 m, 0.5 m, 0.3 m로 이격거리를 바꾸어 가면서 안테나 주변을 0 ~ 345도 회전하면서 15도 간격으로 6분 동안 3회 전기장 강도를 측정하여 그 평균값을 기록하였다.

각 시험 거리와 방위각에 대해 측정한 전기장 강도를 극좌표계에 대해 로그 스케일로 plot한 그래프는 그림 3-13과 같다.

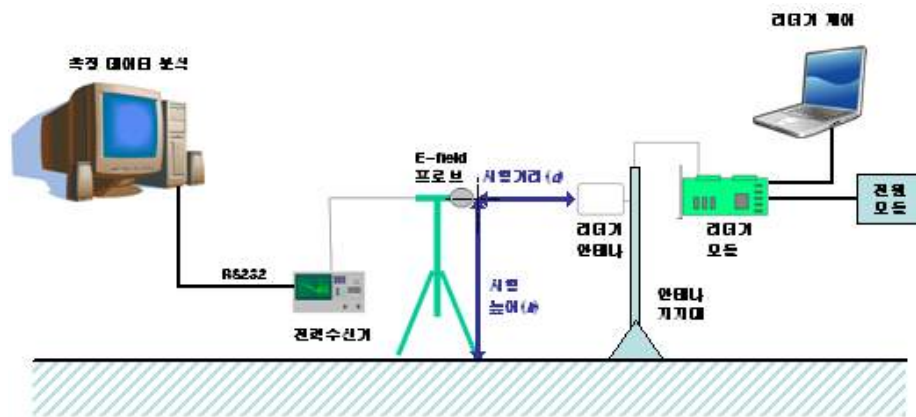


그림 3-10. RFID 리더 시스템의 전기장 강도 측정 시험 구성도

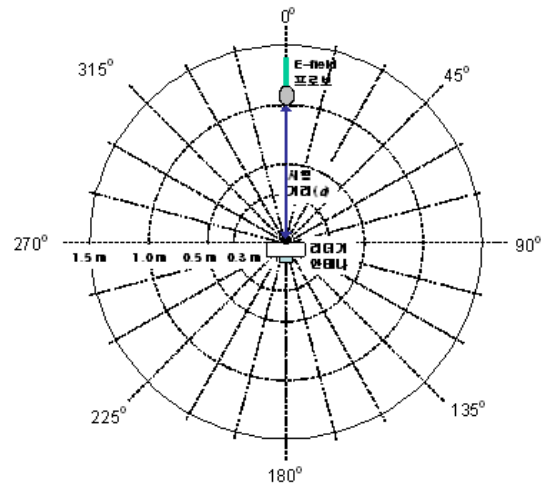
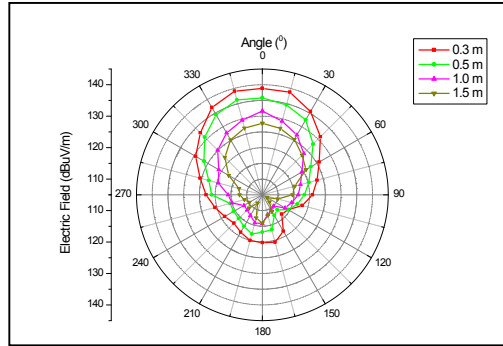


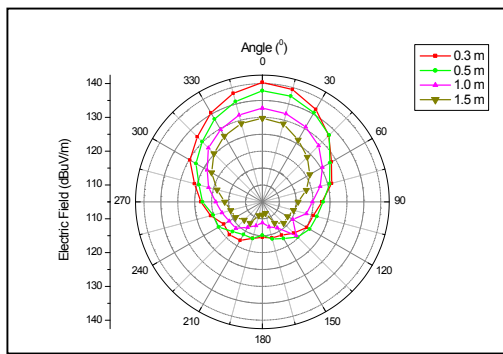
그림 3-11. RFID 리더 시스템의 전기장 강도 측정 시험 방위각 및 시험거리 정의



그림 3-12. RFID 리더 시스템의 안테나 높이 고정



(a) 원형 편파



(b) 선형 편파

그림 3-13. RFID 리더 시스템의 안테나의 전기장 분포 특성

그림 3-13의 측정 안테나 패턴을 분석한 결과 제조사에서 제공하는 패턴과 유사한 값을 보였다. 예상대로 RFID 리더 안테나의 정면 방향에서 측정한 경우 (방위각 345(-15)~15도) 전기장 강도가 가장 높은 값을 나타내었으며, 측면에서 측정한 경우는 (방위각 90도, 270도) 최대 값에 비해 측정값이 15 ~ 20 dB 감소하는 경향을 보였다. 안테나 주빔의 반대방향 (방위각 180도) 에서 측정값은 가장 가까운 거리인 30 cm 에서도 1 V/m 이하로 무시할 만한 값이었다.

한편 정면 방향에서 1.5 m의 거리에서 측정한 경우 전기장 강도 최대값은 약 2.7 V/m로 912 MHz에서 일반인 인체보호기준인 41.53 V/m의 6.5%에 불과했다. 그러나 시험거리가 가까워질수록 전기장 강도가 급격히 증가하여 30 cm에서는 최대값 10.4V/m로 인체보호기준의 25%를 초과하였다.

표 3-12. 시험거리와 방위각에 따른 RFID 리더기 안테나 전기장 측정값 (V/m)

(가) 원형 편파

방위각 \ 시험거리 (m)	1.5	1	0.5	0.3
0	2.44	3.82	6.16	8.74
15	2.21	2.90	5.36	8.67
30	1.85	2.23	4.23	6.01
45	1.39	1.51	2.45	3.58
60	1.12	0.94	1.37	1.96
75	0.61	0.75	1.03	1.41
90	0.53	0.66	0.83	1.11
105	0.32	0.54	0.67	0.81
120	0.22	0.46	0.53	0.53
135	0.26	0.32	0.39	0.48
150	0.36	0.34	0.43	0.83
165	0.39	0.38	0.67	1.07
180	0.50	0.51	0.70	1.02
195	0.43	0.51	0.79	1.00
210	0.25	0.43	0.68	0.87
225	0.35	0.39	0.61	0.77
240	0.31	0.39	0.60	0.87
255	0.35	0.56	0.60	1.07
270	0.41	0.62	1.13	1.39
285	0.43	0.94	1.35	1.88
300	0.74	1.12	2.10	2.98
315	1.24	1.79	3.51	4.39
330	1.81	2.43	5.23	7.12
345	2.23	3.01	6.48	9.00

(나) 선형 편파

방위각 \ 시험거리 (m)	1.5	1	0.5	0.3
0	2.44	3.82	6.16	8.74
15	2.21	2.90	5.36	8.67
30	1.85	2.23	4.23	6.01
45	1.39	1.51	2.45	3.58
60	1.12	0.94	1.37	1.96
75	0.61	0.75	1.03	1.41
90	0.53	0.66	0.83	1.11
105	0.32	0.54	0.67	0.81

120	0.22	0.46	0.53	0.53
135	0.26	0.32	0.39	0.48
150	0.36	0.34	0.43	0.83
165	0.39	0.38	0.67	1.07
180	0.50	0.51	0.70	1.02
195	0.43	0.51	0.79	1.00
210	0.25	0.43	0.68	0.87
225	0.35	0.39	0.61	0.77
240	0.31	0.39	0.60	0.87
255	0.35	0.56	0.60	1.07
270	0.41	0.62	1.13	1.39
285	0.43	0.94	1.35	1.88
300	0.74	1.12	2.10	2.98
315	1.24	1.79	3.51	4.39
330	1.81	2.43	5.23	7.12
345	2.23	3.01	6.48	9.00

(2) 전자파 노출량에 대한 전기장 강도 평가

본 절에서는 IEC 표준문서에서 기술하고 있는 공간 측정 방법에 대한 타당성을 검토하기 하기 위해서 900 MHz 대역 및 13.56 MHz 대역 RFID 리더 시스템에 대하여 여러 사용형태에서 전기장 및 자기장 특성을 측정하였다.

전자파 강도 측정 시험을 위해 사용된 측정을 위해 사용된 900 MHz 대역 RFID 리더 시스템은 SAMSYS사의 ‘MP9320 UHF Long Range Reader[22]’, Alien사의 ‘ALR-9800’, 그리고 LS 산전의 ‘XCode-IU9003[23]’의 3가지 모델을 사용하였으며, 안테나는 6개 모델을 이용하였다. 13.56 MHz RFID 리더 시스템은 한세텔레콤의 ‘KIT3000H’ 모델을 사용하였다. 계측기는 Narda사의 SRM-3000 Selective Radiation Meter와 등방성 프로브를 사용하였다.

900 MHz 대역 RFID 리더 시스템은 전기장 강도 측정을 벽면 설치형, 이중 스탠드형, 데스크 설치형의 3가지 설치 유형에 대하여 실시하였으며, 13.56 MHz RFID 리더 시스템은 벽면 설치형 및 단일 스탠드형에서 자기장 강도를 측정하였다.

RFID 리더 시스템에 대한 전자파 노출량을 평가하기 위해서는 기기 설치 형태와 일체의 노출 부위를 고려하여 측정 위치를 설정해야 한다. 이와 관련된 기기 설치 형태에 따른 측정 위치는 그림 3-14 ~ 그림 3-17과 같으며, 그에 관한 수치 정보는 표 3-13에 나타내었다.

900 MHz RFID 리더 시스템 및 13.56 MHz RFID 리더 시스템에 대한 기기 설치 유형별에 대하여 45개의 측정 격자 지점에서 전기장 강도 및 자기장 강도를 측정하여 공간 평균값을 계산한 결과는 표 3-14와 표 3-15와 같다. 900 MHz

RFID 리더 시스템들의 전기장 강도는 일반인에 대한 인체보호기준 값인 41.5 V/m 보다 작지만 13.56 MHz RFID 리더 시스템의 경우 자기장 강도가 직업인에 대한 인체보호기준 값인 118 mA/m의 2배 이상 초과되는 값이 측정되었다.

45개의 측정 격자 지점을 모두 측정하기에는 시간이 많이 소요된다. 이를 줄이기 위해 그림 3-18과 같은 형태로 측정 격자 지점의 수를 25개, 15개로 감소시켜 공간 평균값을 계산하였다. 그 결과 900 MHz와 13.56 MHz RFID 리더 시스템의 경우 모두 45개의 측정 격자 지점에서의 공간 평균값과 단일 스탠드형, 벽면 설치형, 이중 스탠드형, 데스크 설치형 모두 25개의 측정 격자점으로 측정점 수를 감소시켜도 45개의 측정 격자 지점에서 공간 평균 전계 강도 값과 0.5 dB 이하의 값을 나타내었다. 하지만 측정 격자점의 개수를 15개로 감소시켰을 경우에는 주파수 및 기기 설치 유형에 따라 45개의 측정 격자 지점에서의 공간 평균값의 차이를 보였다.

표 3-13. 측정 위치

	측정 영역 (cm)		
	a/b/c	X	Z
단일 스탠드형 기기	15	20	85
이중 스탠드형 기기	15	20	85
데스크 설치형 기기	15	30	85
벽면 설치형 기기	15	20	-

▪ a, b, c는 격자 간격, X는 이격거리, Z는 바닥면으로부터 측정 높이를 나타낸다.

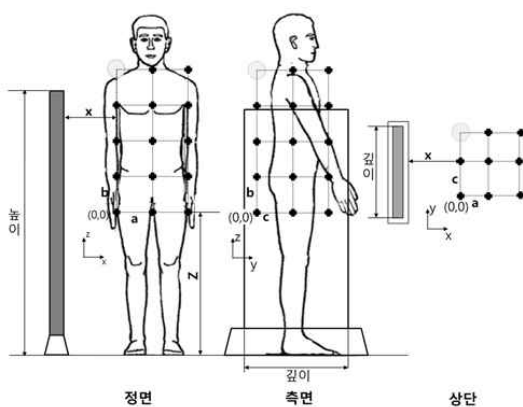


그림 3-14. 단일 스탠드형 기기

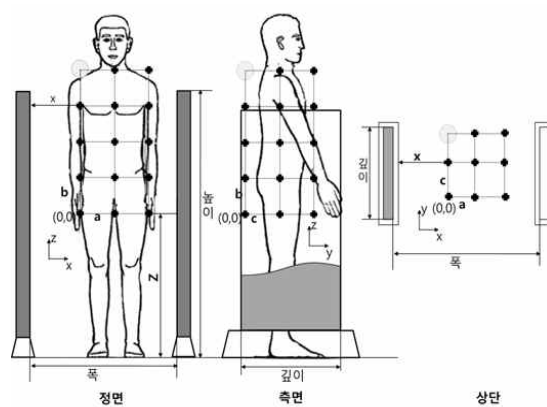


그림 3-15. 이중 스탠드형 기기

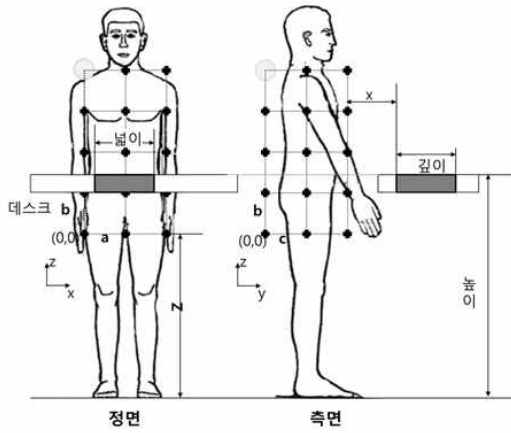


그림 3-16. 데스크 설치형 기기

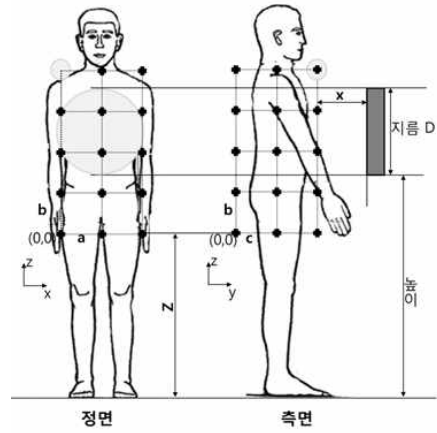
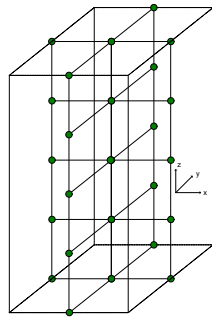
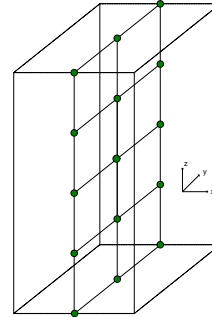


그림 3-17. 벽면 설치형 기기



(a) 25 point



(b) 15 point

그림 3-18. 측정 격자점

표 3-14. 900 MHz 대역 RFID 리더 시스템의 기기 설치 유형별 공간 평균 값

기기 설치 유형	샘플	공간 평균값 (V/m)	D1(dB)	D2(dB)
벽면 설치형	I	4.15	0.07	0.37
	II	9.10	0.09	0.38
	III	8.88	0.04	0.34
	IV	4.21	-0.43	0.49
	V	9.39	-0.40	0.28
	VI	9.47	-0.41	0.32
	VII	4.19	-0.05	0.46
	VIII	9.74	-0.38	0.21



	IX	9.44	-0.18	0.23
	X	6.24	-0.39	0.27
	XI	5.38	-0.39	0.25
단일 스탠드형	I	10.14	-0.22	-0.60
	II	13.32	-0.51	-1.18
	III	12.41	-0.51	-1.15
	IV	8.86	-0.17	-0.53
이중 스탠드형	I	5.34	-0.13	0.48
	II	6.37	-0.23	0.45
	III	5.45	-0.02	1.08
	IV	5.16	-0.17	0.80
	V	8.18	-0.07	0.42
데스크 설치형	I	8.10	0.21	0.43
	II	10.08	-0.25	0.23
	III	7.76	0.28	0.47
	IV	7.87	-0.24	0.37
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ D1 = 45개의 측정 지점에서의 공간 평균 값 - 25 개의 측정 지점에서의 공간 평균 값</li> <li>▪ D2 = 45개의 측정 지점에서의 공간 평균 값 - 15 개의 측정 지점에서의 공간 평균 값</li> </ul>				

표 3-15. 13.56 MHz 대역 RFID 리더 시스템의 기기 설치 유형별 공간 평균 값

기기 설치 유형	공간 평균값 (mA/m)	D1(dB)	D2(dB)
벽면 설치형	243	0.05	3.2
단일 스탠드형	252	0.56	-0.8
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ D1 = 45개의 측정 지점에서의 공간 평균 값 - 25 개의 측정 지점에서의 공간 평균 값</li> <li>▪ D2 = 45개의 측정 지점에서의 공간 평균 값 - 15 개의 측정 지점에서의 공간 평균 값</li> </ul>			

## 라. 결론

본 절에서는 RFID 기기에 대한 국외 연구 동향 및 국제 표준 기구인 IEC에서 제시하는 노출량 평가 방법에 대해 기술하였으며, 이 표준 문서에서 기술한 전자파인체보호기준과 비교를 위한 전자기장 강도 측정방법에 대한 타당성 검증을 위하여 900 MHz 대역과 13.56 MHz RFID 리더 시스템의 상용 제품을 이용하여 전기장 및 자기장 특성을 분석하였다. 900 MHz RFID 리더 시스템의 경우 전기장

강도가 인체보호기준 보다 낮게 측정되었지만 13.56 MHz의 경우 자기장 강도가 인체보호기준의 2배 이상의 값이 측정되었다. 또한 측정 지점의 개수를 25개로 감소시킬 수 있을 것으로 판단되었다. 이를 표준에 적용시키기 위해서는 다른 주파수에서 사용되는 기기 및 더 다양한 노출 상황에서의 데이터를 확보할 필요성이 있다.

## 6. Hand effect 연구 동향

300 MHz ~ 3 GHz 사이의 전파 소스에 대한 전자파 인체 흡수율 (SAR) 측정 절차를 규정하는 국제 규격인 IEC 62209-1은 2005년 발간된 이후 2010년 개정안 발행을 목표로 Maintenance 작업을 진행 중에 있다. 핀란드의 Jafar Keshvari (Nokia)가 의장을 맡아 수행 중이며 북미 규격인 IEEE 1528의 개정과 함께 진행됨으로써 두 개의 국제 규격 간의 차이를 최소화 하고, 2005년 발행 이후 산업계의 발전과 변화로 인한 새로운 기기들에 대한 SAR 측정 방법을 추가하는 것을 그 목적으로 하고 있다.

### 가. IEC 62209-1 개정 현황

#### (1) Multiple Tx 및 MIMO의 SAR 측정 방법

WiMAX와 LTE, 802.11n 등 최근의 통신 기술들은 전송량 증대를 목적으로 MIMO 기술을 채용하고 있다. MIMO는 다수개의 antenna array로 구성된 스마트 안테나를 사용하여 송수신함으로써 전송량을 극대화 하는 기술이다. 또한, MIMO 기술 외에도 최근의 기기들은 이동 통신 외에도 WiFi, Bluetooth 등 동시에 사용이 가능한 다수 개의 무선 통신 장치를 장착하고 있기 때문에 이러한 기기는 SAR 측정 시에도 특별한 고려가 필요하다.

현재 IEC62209-1 draft에는 MIMO 안테나에 대한 내용이 포함되어 있으나, 이는 각각의 안테나 element 각각에 대한 SAR 측정값들을 단순히 더하는 방법으로서, 정확한 측정 방법이라기보다는 가장 보수적인(conservative) 상한 값(upper limit)을 측정하는 방법이다. 그러나 최근 다중 EM 소스로부터의 SAR 측정 방법에 대한 기술보고서인 IEC TR 62630 이 완성되어, 이를 62209-1의 Annex에 포함시킴으로써 정확한 측정 방법을 제공할 수 있는 계기를 마련하였다.

참고로 IEC62630에서 정의하는 다중 안테나에 의한 SAR 측정 방법은 각각의 신호가 correlated 인 경우 (예 : Smart antenna)와 uncorrelated 인 경우 (예 : 다수개의 송신 장치)로 구분되어 있으며, 다음과 같은 방법으로 SAR를 측정한다.

- **Uncorrelated 다중 신호에 대한 SAR 측정 방법**

각각의 안테나에서 단독으로 신호를 송출하면서 SAR 공간 분포 값을 측정 후, 모든 안테나에서 측정한 SAR 공간 분포 값을 위치를 고려하여 더한 후 SAR 최대값 측정

$$SAR(x,y,z) = \sum_{k=1}^N SAR_k(x,y,z),$$

where  $SAR_k(x,y,z)$   $k$  번째 RF 신호에 대한 SAR 측정값 공간 분포

- **Correlated 다중 신호에 대한 SAR 측정 방법**

정확한 측정 값 보다는 실제 측정 장비로 측정이 가능한 범위 내에서 upper bound를 찾을 수 있는 방법을 제시한다. upper bound를 측정하는 두 가지 방법은 다음과 같다.

- Combination of the magnitudes of individual E-fields

$$SAR(x,y,z) \leq \left( \sum_{k=1}^N \sqrt{SAR_k(x,y,z)} \right)^2$$

- Combination of the magnitudes of the individual E-field components

$$SAR(x,y,z) \leq \left( \sum_{w=x,y,z}^N \sqrt{SAR_k^w(x,y,z)} \right)^2$$

where  $SAR_k^w(x,y,z) = \frac{\sigma}{\rho} |E_k^w(x,y,z)|_s^2, w = x,y,z$

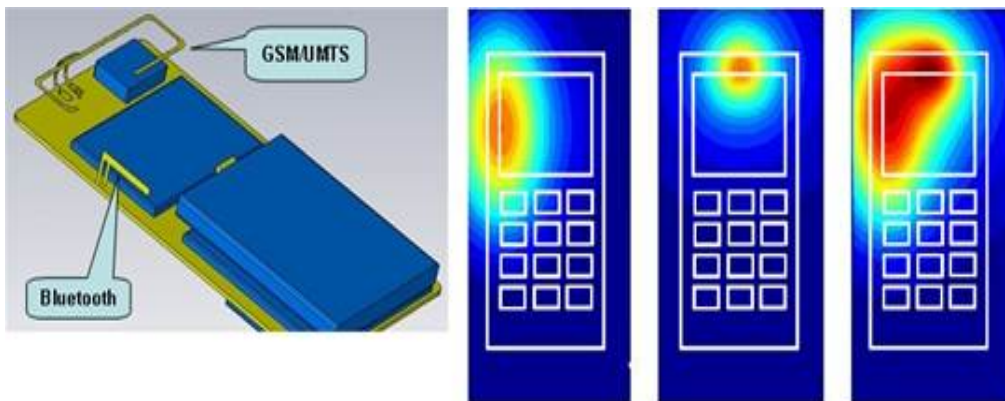


그림 3-19. Multiple Tx에 대한 SAR 측정 예

(2) Probe 입사각

종래의 IEC62209-1 규격은 측정 probe와 Head phantom의 수직 방향과의 각도

차, 즉 probe의 입사각이 30° 이내가 되도록 권고하고 있다. 그러나 이를 강제하고 있지는 않았으며, 30°가 넘는 경우에는 이에 따른 추가적인 uncertainty 자료를 제공하도록 규정하고 있다. 그러나 지금까지 probe 입사각이 30°가 넘는 경우에 대한 uncertainty가 제공된 적이 없으며, 또한 30°가 넘는 경우 head phantom 표면 부근에서의 boundary effect에 의한 측정 오차가 증가한다는 주장이 있어, 62209-1 개정 과정에서 probe 입사각에 대한 요구사항을 강제하는 것으로 변경하였다. 새롭게 62209-1에서 제한하고 있는 probe 입사각은 표 3-16과 같다.

표 3-16. 주파수에 따른 probe 입사각 규정

	DUT Transmit Frequency Being Tested	
	$f \leq 3$ GHz	3G Hz < $f \leq 6$ GHz (f in GHz)
Maximum angle between the probe axis and the phantom surface normal	30°	20°

### (3) Drift compensation

62209-1 개정 규격에서는 SAR 측정 중의 battery power 변화 등으로 인한 SAR 측정값의 변화를 보정하기 위한 방법이 추가로 정의되었다. 즉, 모든 측정을 끝낸 후에 최초 area scan을 수행했던 동일 지점에서의 재 측정을 통해 SAR drift를 계산한 후, 이 값이 5%가 넘는 경우 SAR peak 값을 drift만큼 보정하도록 정의한다. 즉, 처음과 마지막의 SAR 측정값의 차이가 5% 이상인 경우, 최종 SAR peak 값은 다음과 같이 계산한다.

$$\text{Peak\_SAR}(\text{compensated}) = \text{Peak\_SAR}(\text{measured}) \times \text{Drift\_ratio},$$

$$\text{where Drift\_ratio} = \text{SAR}(\text{최초}) / \text{SAR}(\text{최종})$$

$$\text{Drift\%} = [(1/\text{Drift\_ratio}) - 1] \times 100\%$$

한편, drift를 측정하는 또 다른 방법으로는 RF의 출력 파워(P)를 측정하는 방법이 있다.

$$\text{Drift\_ratio} = P(\text{최초}) / P(\text{최종})$$

나. 62209-1의 현재 이슈

### (1) 손에 의한 SAR 영향 평가

현재 62209-1 MT에서는 휴대 전화 사용 시 손에 의한 전자파 인체 흡수율의 영향을 평가하기 위한 연구를 진행 중에 있다. 본 이슈는 휴대폰 사용 시 손에 의해 SAR 값이 증가할 수 있다는 일부 연구 보고서에 의해 그 논의가 시작되었다. 이에, 62209-1 MT에서는 실제 손에 의한 영향을 측정하고자, 인체의 손과 유사한 hand phantom을 제작 후, 6월부터 9월까지 전 세계 8개 공인 시험소에서 hand phantom에 착용한 경우와, hand phantom이 없는 경우에 대해 비교 실험을 진행하였다. 본 비교 실험에는 스위스의 IT'IS, 캐나다의 Industry Canada, 미국의 PCTEST와 FCC, SATIMO Atlanta, 핀란드의 Nokia, 영국의 IndexSAR를 비롯하여 한국의 삼성전자가 참여하였다

그 결과는 아직 공식 발표되지는 않았으나, 대체로 Hand phantom에 장착한 경우가 Hand phantom이 없는 경우에 비하여 SAR 값이 작게 나왔고, 일부 실험 경우에는 hand phantom이 있는 경우에 SAR 값이 더 크게 측정된 경우도 있는 것으로 확인되었다. 그러나 아직 뚜렷한 경향이나 패턴이 확인되지 않아, 현재로서는 SAR 측정값에 있어 hand의 영향을 확실히 입증하기에는 무리가 있는 것으로 판단된다. 정확한 실험 결과는 11월 30일부터 개최되는 IEC 62209 MT 회의에서 발표될 예정이며, 본 회의에서 62209-1 개정 규격에의 hand 영향 반영 여부 또한 결정될 예정이나, 현재로서는 향후 지속적인 연구 과제로 남겨둘 가능성이 커 보인다.



그림 3-20. Hand phantom을 이용하여 SAR를 측정하는 모습

### (2) Fast SAR

62209-1 개정 규격에 추가된 사항 중에는 SAR 측정 시간을 단축시키기 위한

방법 즉, Fast SAR 측정 방법이 있다. Fast SAR 측정 방법으로는 크게 세 가지 방법을 제시하고 있는데 이 모든 측정 방법에 대한 uncertainty 및 validation 방법에 대한 논의가 현재 62209-1 MT에서 진행 중이다.

참고로 62209-1에 소개된 세 가지 Fast SAR 측정 방법은 표 3-17과 같다.

표 3-17. Fast SAR 측정 방법

Fast SAR 측정 방법	요약
Fast SAR methods based on specific measurement procedures and post-processing techniques	실측 지점의 수를 줄이고, 그 이외의 지점의 SAR 값은 interpolation 또는 extrapolation 방법으로 계산하는 방법
Fast SAR methods based on specific SAR measurement systems	다수개의 측정 probe를 갖는 장비를 이용하여 다수개의 측정 지점의 SAR 값을 측정함으로써 측정 시간을 줄이는 방법
Fast SAR methods based on theoretical search for the highest SAR test conditions	이론적 접근을 바탕으로, SAR 값이 최대가 될 것으로 예상되는 측정 지점을 찾은 후 해당 지점 부근에서만 zoom scan을 통해 SAR 최대 값을 찾는 방법

### (3) SAR Test Reduction

Fast SAR와 유사한 내용으로써, 모든 SAR test case 중, 항상 다른 경우보다 SAR 값이 작게 측정되는 실험 케이스를 찾아, 이 경우에 대한 실험을 제외함으로써 전체 측정 시간 및 비용을 줄이고자 하는 내용이다. 즉, 예를 들면 안테나가 하단에 위치하는 Bar 타입의 휴대 전화의 경우, 지금까지의 SAR 측정 결과, 모든 경우에도 cheek 위치에서의 SAR 측정값이 tilt 위치에서의 SAR 측정값에 비해 크게 나오므로, 하단 안테나 Bar 타입의 기기에 대해 SAR 최대값을 찾는 실험에서는 tilt 위치는 실험에서 제외한다는 등의 방법이다. 현재 많은 실험 결과를 모아 그 결과를 분석하는 중에 있으나 실제 규격에 반영될 수 있을지는 더 지켜봐야 할 것으로 생각된다. 한편, 본 SAR test reduction 방법이 국제 규격으로 받아들여질 경우, 휴대단말 제조사는 SAR 측정 비용 및 시간을 효과적으로 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

#### 다. 시뮬레이션 결과

아래에서는 CST사의 Microwave Studio (EM 시뮬레이션 tool)를 이용하여 손

에 의한 SAR 영향 분석한 결과를 정리하였다. 실제 모델을 단순화한 simplified model을 사용하여 결과를 관찰하였다. 다음 그림은 시뮬레이션에 사용한 모델과 그 값을 나타내었다. 모델에 사용한 값들은 IEEE 1528을 참고하였다.

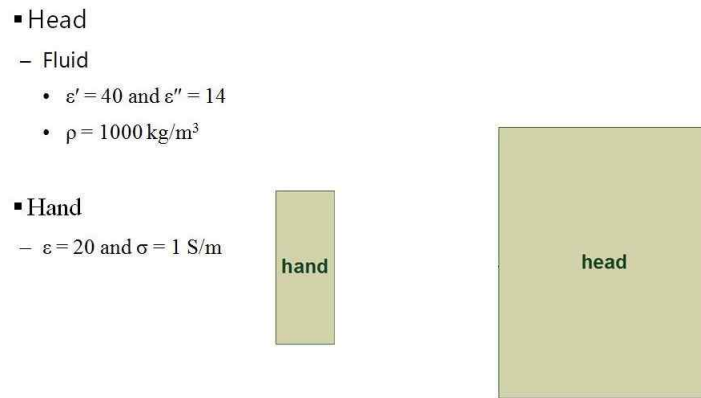


그림 3-21. Simplified model

첫 번째로 dipole antenna를 이용하여 1800 MHz에서 head와 antenna 사이의 거리를 10 mm로 고정시키고 hand와 antenna 사이의 거리를 변화하며 결과를 관찰하였다. 이 때 입력전압은 1 W이다.

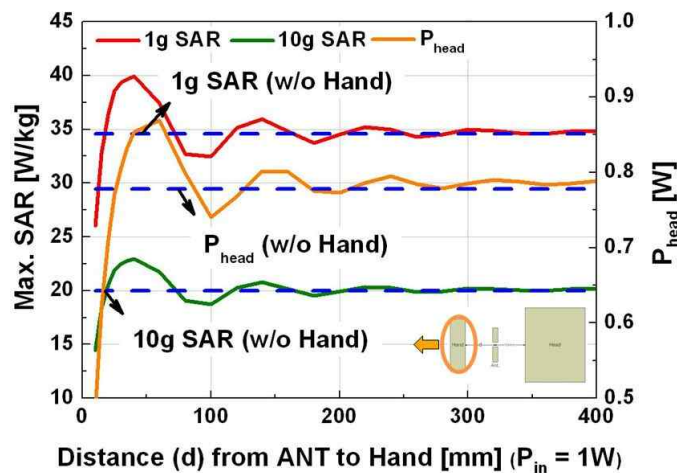
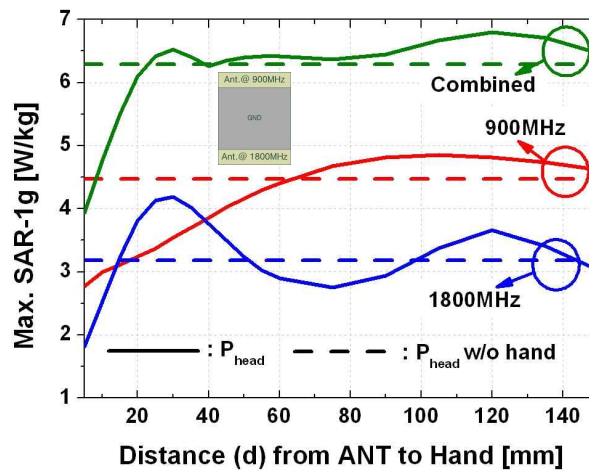


그림 3-22. 안테나와 손사이의 거리에 따른 변화 (dipole antenna)

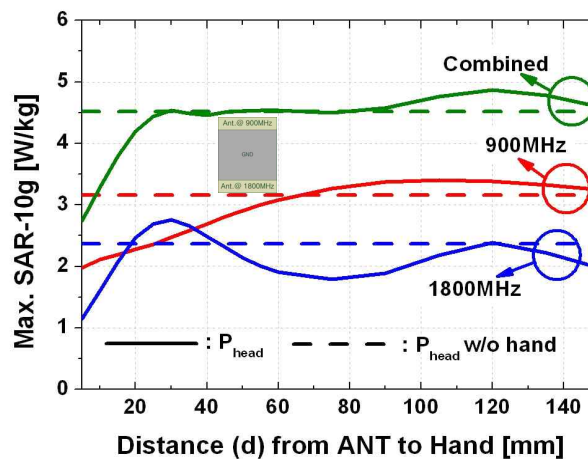
손이 없는 경우에 비해 거리가 가까운 지점에서는 SAR가 감소하였지만, 20 mm에서 60 mm까지의 구간에서는 오히려 증가한 결과를 관찰 보인다.

두 번째 시뮬레이션은 900 MHz와 1800 MHz에서 동시에 동작하는 multi antenna를 사용하여 SAR 측정을 하였다. 설계된 antenna는 ground를 기준으로

위쪽은 900 MHz로 동작하는 안테나가 위치하고 아래쪽은 1800 MHz로 동작하는 안테나가 위치한 형태이다. head와 antenna 사이의 거리를 20 mm로 고정시키고 hand와 antenna 사이의 거리를 5 mm에서 150 mm까지 변화를 주면서 측정하였다. antenna가 각각 동작하였을 때 입력되는 전압은 각 antenna 당 1 W이고 동시에 두 안테나가 동작할 시 입력전압은 2W이다.



(a) 1g SAR



(b) 10g SAR

그림 3-23. 안테나와 손 사이의 거리에 따른 SAR 변화 (multi antenna)

이 경우 1g SAR, 10g SAR 결과를 살펴보면, 비슷한 패턴의 결과가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 900 MHz의 경우, antenna와 hand 사이의 거리가 60 mm 이하일 때 손이 없는 경우에 비해 SAR 같이 감소하고, 60 mm 이상에서 증가한다. 1800 MHz의 경우 15 mm 이하 일 때 더 감소하고, 15 mm와 55 mm 사이에서 더 증가하였다.



dipole antenna와 multi antenna를 사용하였을 때, 결과를 비교해보면 특정한 패턴이 있다고 보기에는 무리가 있다. SAR 측정을 하는데 있어 antenna의 형태, 인체에 접촉하는 면적 등 다양한 부분이 결과에 영향을 미치는 것으로 예상된다. 다른 연구그룹의 결과를 살펴보아도 같은 모델을 사용하더라도 probe 입사각에 따라 다른 결과가 측정되기도 한다.

현재 각 연구소나 회사에서 hand effect에 관한 연구가 이루어지고 있는데, 결과적으로 살펴보면 일부에서 SAR가 증가하는 경우가 발생하였으나, 대부분 SAR 값이 작은 경우에 한하여 SAR 증가가 발생하여 진정한 hand의 영향인지 측정과정에서의 오차인지에 대한 논란이 많은 실정이다.

이에 대해 특정 사업자와 장비회사의 경우, 일부 hand에 의해 SAR 값이 증가할 수 있으므로 측정 절차에 hand phantom을 포함하자는 의견이 있지만, 대부분 hand의 위치 grip 자세 등에 따라 영향을 크게 받으므로 특정 grip을 정의하기 어려워 이로 인하여 시험소간에도 hand가 있는 경우 측정 결과에 대한 편차가 크고, 이미 SAM의 tissue를 정의할 때, hand 등 주변 상황에 의해 발생할 수 있는 잠재적인 증가치를 커버할 수 있도록 충분히 SAM을 conservative하게 정의하였으므로 hand 관련 내용을 지금 당장 측정절차에 넣을 것이 아니라 좀 더 연구가 필요하다는 입장이다.

이와 같이 hand에 의한 SAR의 영향은 짧은 시간에 결론 나기는 어려운 주제로, 향후 충분한 연구가 수행된 이후에 결론이 날 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- [1] ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz),” *Health Physics*, vol.74, pp. 494 - 522, 1998.
- [2] 방송통신위원회 고시 제2008-37호 전자파 인체보호기준
- [3] IEEE Std C95.1, <sup>TM</sup>2005, IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz.
- [4] 전파연구소 고시 제2008-16호 전자파흡수율 측정기준
- [5] 전파연구소 고시 제2005-114호 전자파흡수율 측정기준
- [6] 전파연구소 고시 제2008-17호 전자파강도 측정기준
- [7] 정보통신단체표준 TTAK.KO-06.0231, '인체에 근접하여 사용하는 휴대용 무선통신기기의 전자파흡수율 측정절차 (30 MHz - 6 GHz), 2010. 6. 16.
- [8] 정보통신단체표준 TTAS.KO-06.0125, '기지국 측정 표준 기지국 주변에서 인체노출에 대한 전자파강도 측정방법', 2006. 12. 27.
- [9] IEC 62209-1, Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices-Human models, instrumentation, and procedures, Part1: 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), International Electrotechnical Committee, 1<sup>st</sup>Ed., Feb. 2005.
- [10] 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), International Electrotechnical Committee, 1<sup>st</sup>Ed., Mar. 2010.
- [11] IEC 62232, Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure
- [12] IEC-IEEE 1528.1, 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
- [13] IEC-IEEE 1528.2, Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices: Specific Requiriements Finite Difference Time Domain(FDTD) Modelling of Exposure from Vehicle Mounted Antennas
- [14] IEC-IEEE 1528.3, 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
- [15] IEC 62479, Assessment of the compliance of low power electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields(10 MHz - 300 GHz)
- [16] IEC 62669, Case studies supporting IEC 62232 Ed.1 - Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure
- [17] The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, "ICNIRP Statement Related to the Use of Security and Similar Devices Utilizing Electromagnetic Fields," Health Physics, vol. 87, pp. 187-196, 2004.
- [18] IEC 62369 - 1 " Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from Short range devices(SRDs) in various application over the frequency range 0 GHz to 300 GHz - Part 1 : Fields produced by devices used in Electronic Article Surveillance, Radio Frequency Identification and similar applications", 2008.
- [19] EN-50357-2001, Evaluation of human exposure to electromagnetic field from devices used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and similar applications
- [20] EN-50364-2002, Limitation of human exposure to electromagnetic field from devices used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and similar applications
- [21] ALR9800 리더 매뉴얼.

- [22] MP9320 v.2.8e-3 RFID 리더 메뉴얼
- [23] XCode-IU9003 Sationary RFID Reader 메뉴얼
- [24] 전파방송관리통합정보시스템(TRMS)(AM송신국 가입 현황)
- [25] EN\_50400 Basic Standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission(110 Mhz-40 GHz)(2006.08.)

부록 1. 106/193/CDV에 대해 제출된 우리나라 의견

National Committee	Clause/ Subclause	Paragraph Figure/ Table	Type of comment (General/ Technical/ Editorial)	COMMENTS	Proposed change
KR-1			General	The Korea National Committee (N/C) generally agrees with this document. But there are some comments as follows.	
KR-2	Introduction	Line 527	Editorial	Typographic error	Replace "SAR, E field and computation" with "SAR and E field, and computation".
KR-3	Introduction	Line 533	Editorial	Typographic error	Replace "In accordance with to the requirements" with "In accordance with the requirements".
KR-4	3.7	Line 636	Editorial	Position of this subclause is inappropriate.	Subclause 3.7 must be located between subclause 3.30 and 3.31.
KR-5	3.8	Line 640	Editorial	Typographic error	Replace "collinear array" with "collinear array (antenna)".
KR-6	3.11	Line 653	Editorial	This word dosen't convey the meaning very well. So it needs the more accurae expression.	Delect "the lower (respectively upper) detection limit defined".
KR-7	3.12	Line 662(NOTE 2)	Editorial	This sentence dosen't convey the meaning very well. So it needs some more clarification.	Add "perfectly matched" in the end of the sentence.

KR-8	3.13	Line 666	Editorial	Typographic error	Delete "(1)" and "(2)" in sentence.
KR-9	3.14	Line 671	Editorial	This sentence doesn't convey the meaning very well..	Delete "signal from" in sentence.
KR-10	3.14	Line 673	Editorial	Typographic error	Replace "NOTE –" with "NOTE".
KR-11	3.16 3.28 and	Line 686 and 744	Editorial	The notations for vector quantities are not unified.	Use a unified notation for vectors.
KR-12	3.28	Line 744	Editorial	Typographic error	Replace " $\mu$ " with " $\mu_0$ ".
KR-13	3.34	Line 773	Editorial	'radio base station' should be in bold-face font.	Use the bold-face font for ' <b>radio base station</b> '.
KR-14	4.1	Line 816	Editorial	Typographic error	Replace " $A m^{-2}$ " with " $A m^{-2}$ ".
KR-15	4.2	Line 819	Editorial	Typographic error	Replace "C" with "c".
KR-16	4.3	Line 822	Editorial	This communication system is not used currently.	Delete "AMPS" in the Abbreviations.
KR-17	4.3	Line 829	Editorial	Wrong expression.	Replace "electromagnetic fields" with "electric, magnetic, and electromagnetic field(s)".
KR-18	4.3	Line 840 and Line 852	Editorial	"NMT" and "USDC" are not suitable for putting in the Abbreviations, because they are general and country-specific communication systems.	Delete "NMT" and "USDC" in the Abbreviations.
KR-19	4.3	Line 855(NOTE)	Editorial	Typographic error	Replace "Wi-Fi" with "WiFi".

KR-20	5.1	Line 866	Editorial	Typographic error. The object of the verb "establishes" is missing.	Need the suitable object.
KR-21	6.2.2.2	Line 962 and Line 965	Technical	The expression $\hat{E}_i$ and $\hat{H}_i$ are the electric field strength of each antenna and it stands for the rms values. So it should be expressed by root-mean-square value.	The "Root-sum-sqaure" expression should be changed into "root-mean-square".
KR-22	6.2.2.2	Line 959	Editorial	Typographic error	Replace "N <sub>i</sub> " with "N".
KR-23	6.2.2.5.1.2	7 <sup>th</sup> , 8 <sup>th</sup> and 9 <sup>th</sup> paragraph( Line 1108-1112)	Technical	The content of these paragraghs is just —general informations on the measurement method. So they are not suitable for the 6.2.2.5.1.2.	It should be deleted or moved to 6.2.2.4.2.
KR-24	6.2.2.5.4.2	Line 1160 and Line 1162	Technical	The expression $\hat{E}_i$ and $\hat{H}_i$ are the electric field strength at measurement points. This value should be rms.	Replace the "root-sum-square value" with "root-mean-square".
KR-25	6.2.2.6	Table 2 in line 1211 and Table 3 in line 1214	Technical	For the same uncertainty source (probe position in high field gradients), different probability distribution function was used.	Use same probability function "triangular" or "rectangular" and explain the reason for using this function.
KR-26	6.2.3.3	Line 1237	Editorial	Typographic error	Replace "IEC 62209-2:-" with "IEC 62209-2.".
KR-27	6.2.3.4	Line 1269	Editorial	Power scaling procedure is shown in Annex L not in Annex M	Replace "Annex N" with "Annex L".
KR-28	6.2.3.4	Line 1297	Editorial	In IEC62209-2 and reference [29], we cannot find the expression below in Line 1297.	Check the equation in Line 1297 or the reference in Line 1296, and explain the rationale of this

				$CF_{\text{sar}}(d) = \begin{cases} 1.0 & d < 200 \\ \frac{d}{200} & 200 \leq d \leq 400 \end{cases}$	equation, especially the term "d/200" in the range of $200 \leq d \leq 400$ .
KR-29	6.3.3.1.4 and 6.3.3.3.4	Table 6 in line 1519 and Table 8 in line 1634	Technical	In this table the probability distribution function of each uncertainty source is missing.	Fill in the "prob. distrib. type" field with appropriate parameter.
KR-30	6.4.1	Line 1646	Editorial	Typographic error	Replace "then" with "than".
KR-31	6.4.1	Line 1654	Editorial	The explanation for Fext is not given in subclause 6.4.1, but it is found in Annex N. Thus, proper referencing seems to be necessary.	Replace "the case-specific extrapolation factor" with "the case-specific extrapolation factor (Fext: see Annex N)".
KR-32	Annex A A.3.2	Table A.1 in Line 2008	Technical	Power flux density cannot be defined in the Source region I and the Source region II. Power flux density can only be defined in the Source region III.	Correct the corresponding row in the table A.1 properly.
KR-33	Annex A 3.6.2	Table A.7 in Line 2070	Editorial	Typographic error	Replace "Broad band" with "Broadband".
KR-34	Annex B	Figure B.2 in Line 2091	Editorial	The angle between the vertical line and the line representing "d" is not	Add a proper mark representing 90 degrees at the intersection



	B.2			clearly understandable. Actually the corresponding angle is 90 degrees.	point of the two lines.
KR-35	Annex B B.2	Line 2097	Editorial	The "d" is the minimum distance from the source of the antenna to a point P, according to Figure B.2.	Replace "a distance from" with "the minimum distance from" in the sentence.
KR-36	Annex E	Table E.1 and Table E.2	Technical	We cannot find any reference related to the values in these two Tables.	Explain the rationale of the values listed in the Tables and show the sources (or references).
KR-37	Annex F	Annex F Line 2491	Technical	Annex F is dealing with the formulae discussed in 6.3.2 and their applicability. However, this Annex is totally based on several papers. So it seems to be appropriate to change this annex as informative rather than normative.	Replace "Annex F (normative)" with "Annex F (informative)".
KR-38	Annex F F.2.2.1	Line 2521	Editorial	Reference [3] does not contain the equations in line 2523 and 2525. Similar equations are listed in the reference [8].	Change the reference properly.
KR-39	Annex F F.2.2.1	Line 2523	Technical	We cannot find the equation indicated in line 2523 in the reference [3].	Need to change the reference number, or to add the rationale properly.
KR-40	Annex F F.5	Figure F.3 in Line 2618, Line 2637, 2639, and 2641	Editorial	Typographic error	Replace " $\rho$ " with " $\chi$ " in the figure as well as in the corresponding equations and sentences.
KR-41	Annex H H.1.2	Figure H.1 in Line 2852	Editorial	Typographic error	Replace "W/m" with "W/m <sup>2</sup> " in the table of Figure H.1.

KR-42	Annex H H.4.2 and Annex M M.4.3	Figure H.6 in Line 2931 and Line 3473	Editorial	It seems that referring to the IEC document currently under development is not appropriate.	Replace the reference with other appropriate one, or add some other explanation.
KR-43	Annex I I.2	Line 2999	Technical	The spatial average schemes in the left side of Figure I.1 were proposed by Korea, which was adopted in ITU-T SG5. It was also published in the BEMS journal. However, it is not referenced at all in this document.	Add the following reference in the paragraph:  Byung Chan Kim, Hyung-Do Choi, and Seong-Ook Park., "Methods of evaluating human exposure to electromagnetic fields radiated from operating base stations in Korea", Bioelectromagnetics, vol. 9, no. 7, pp 579-582, 2008.
KR-44	Annex M M.3.2.2	Table M.2 in Line 3363	Technical	The rationale for the values of Target Uncertainty for S, and E or H (i. e. 4 dB) is not described clearly.	Add some explanation or a proper reference.
KR-45	Annex N N.2	Table N.1 in Line 3502	Editorial	Information on some specific technologies in Korea is not included.	Add the information given in the separate table(N.1-1) below in the table N.1
KR-46	Annex O O.4.11.1	Line 4285	Technical	Why was the divisor 6 used? Since the rectangular distribution was assumed, 3 should be used as divisor	Replace "0.87/6=0.36 dB" with "0.87/3=0.5 dB".
KR-47	Bibliography	Line 4599 and Line 4644	Editorial	Reference [8] is the same as the reference [30]	Delete the reference [30] and the corresponding text properly.

부록 2. 106/195/FDIS에 대해 제출된 우리나라 의견

National Committee	Clause/ Subclause	Paragraph Figure/ Table	Type of comment (General/ Technical/ Editorial)	COMMENTS	Proposed change
KR-1			General	The Korea National Committee(N/C) generally agrees with this document, but there are some comments as follows.	
KR-2	5.2.2	Paragraph b)	Editorial	'Except' has to be deleted. Below the paragraph b), two paragraphs define the phantom size for frequencies above 300 MHz.	Replace "Except for frequencies" with "For frequencies".
KR-3	6.1.1	The 1st paragraph	Editorial	The sentence, 'The measured conductivity and relative permittivity shall be within 10% of the target values.' has to be modified. The measured value should be close to the target value, not 10% of the target value but the target values $\pm 10\%$ .	Replace "shall be within 10% of the target values" with "shall be within the target values $\pm 10\%$ ".
KR-4	6.1.1	The 1st paragraph	Technical	In IEC 62209-1, for 300 MHz - 2 GHz, the tolerance in dielectric properties of the liquid is within $\pm 5\%$ from the target	Suggest to replace the sentence with "the measured conductivity and relative permittivity shall be within the

				<p>value and for 2 –3 GHz, it's relaxed to <math>\pm 10\%</math>.</p> <p>IEC 62209-2 employs the same dielectric properties in the range of 300 MHz–3 GHz.</p> <p>For harmonization of the standards, IEC 62209-2 needs to provide the same specification.</p>	<p>target values <math>\pm 5\%</math> for 300 MHz – 2 GHz and the target values <math>\pm 10\%</math> for other frequencies”, or to take proper steps to modify IEC 62209-1.</p>
KR-5	5.3.2	The 2 <sup>nd</sup> Paragraph	Editorial	<p>The expression for accuracy, “Positional accuracy: <math>\leq \pm 0,2</math> mm”, can include larger negative cases such as -0.3, or -0.4 mm.</p>	<p>Replace “Positional accuracy: <math>\pm 0,2</math> mm” with “Absolute positional accuracy : <math>\leq 0,2</math> mm” .</p>
KR-6	7.2.2.6	P43, line 8	Editorial	<p>Typographic error</p>	<p>Replace the sentence, “is the deviation between ... the distance <math>d_{be...SAR_{ref}}</math>.”, with “is the deviation between ... the distance <math>d_{be...SAR_{ref}}</math>”.</p>
KR-7	6.1.3.2.4	Title	Editorial	<p>The title is the same with that of the method 2.</p>	<p>Replace the title, “Drift assessment by calculation of the cumulative drift” with “Drift assessment by calculation of the cumulative drift (reset of the DUT)”.</p>
KR-8	6.3.1	Paragraph b)	Technical	<p>The maximum distance between the geometrical centre of the probe detectors and the inner surface of the phantom is 5 mm (corresponding to the point where power or SAR is</p>	<p>Needs to include clear rationale for changing the distance to 5 mm.</p>

				reduced to 50%) at 3 GHz. In 62209-1 and 106/162/CDV, however, it is given as 8 mm (corresponding to the point where power or SAR is reduced to about 33%). Since this distance is very crucial in the document, the rationale must be described clearly.	
KR-9	6.3.1	Paragraph d)	Editorial	The content of the probe angle with respect to the flat phantom surface in Subclause 6.3.1 is inconsistent with that in Annex M.3.	Replace the sentence, “for deviations larger than 20°” with “for deviations larger than 5°”, and delete the sentence, “Deviations less than 5° are technically preferable.”.
KR-10	7.2.4.5	The 2 <sup>nd</sup> Paragraph	Editorial	All of the units have to be expressed consistently.	Replace “100 mW/kg” with “0.1 W/kg”

부록 3. 106/197/NP에 대해 제출된 우리나라 의견

National Committee	Clause/ Subclause	Paragraph Figure/ Table	Type of comment (General/ Technical/ Editorial)	COMMENTS	Proposed change
KR-1			General	The Korea National Committee generally agrees with this document.	

부록 4. 106/198/FDIS에 대해 제출된 우리나라 의견

National Committee	Clause/ Subclause	Paragraph Figure/ Table	Type of comment (General/ Technical/ Editorial)	COMMENTS	Proposed change
KR-1			General	The Korea National Committee generally agrees with this document.	

부록 5. 106/199/DTR에 대해 제출된 우리나라 의견

National Committee	Clause/ Subclause	Paragraph Figure/ Table	Type of comment (General/ Technical/ Editorial)	COMMENTS	Proposed change
KR-1			General	The Korea National Committee generally agrees with this document.	

부록 6. 106/203/NP에 대해 제출된 우리나라 의견

National Committee	Clause/ Subclause	Paragraph Figure/ Table	Type of comment (General/ Technical/ Editorial)	COMMENTS	Proposed change
KR-1			General	The Korea National Committee generally agrees with this document.	

부록 7. 106/204/NP에 대해 제출된 우리나라 의견

National Committee	Clause/ Subclause	Paragraph Figure/ Table	Type of comment (General/ Technical/ Editorial)	COMMENTS	Proposed change
KR-1			General	The Korea National Committee generally agrees with this document.	

부록 8. 106/207/NP에 대해 제출된 우리나라 의견

National Committee	Clause/ Subclause	Paragraph Figure/ Table	Type of comment (General/ Technical/ Editorial)	COMMENTS	Proposed change
KR-1			General	The Korea National Committee generally agrees with this document.	