

EMF 노출량 평가 표준화 동향

백 정 기 · 김 태 흥

충남대학교

I. 서 론

최근 무선통신의 급격한 발달로 인하여 전자파는 시간과 장소의 제약을 받지 않고 무선통신을 가능케 하는 가장 유용한 수단으로 이용되고 있으며, 또한 전기·전자·정보 통신기기의 사용 증가로 인하여 의도적이든 비의도적이든 전자파(EMF: Electric, Magnetic and Electromagnetic)에 대한 인체 노출이 증대되고 있다. 특히 휴대폰, 이동통신 기지국, 전력선 주변 민원이 증가하고 있고, 무선 통신 및 방송용 송신소 주변이나 유도 가열 장치 등에 의한 전자파 노출에 대한 우려도 증가하고 있다.

우리나라를 포함한 각국에서는 이러한 전자파 노출로부터 인체를 보호하기 위해서 전자파 노출에 대한 인체 보호 기준을 마련하여 규제를 하고 있다. 각종 전자파 노출원에 의한 인체 보호 기준과의 적합성(compliance) 평가 및 생활 환경이나 작업장에서의 전자파 노출 환경의 정확한 평가를 위해서는 노출량에 대한 해석 및 측정 방법에 대한 표준이 필요하다.

따라서 IEC에서는 1999년 10월 전자파의 인체 노출량 평가 표준화 작업을 위해 산하에 전문기술위원회인 TC106을 설립하고, 2000년 10월에 캐나다 몬트리올에서 첫 번째 총회를 개최한 이후 국제 표준화 작업을 활발히 진행하고 있고, IEEE, ITU-T 등에서도 관련 표준화 활동을 수행하고 있다. 우리나라에서도 2000년 12월 정보통신부 전파연구소 산하에 산·학·연·관 전문가들로 구성된 『EMF 인체노출표준위원회』를 발족시켜 이러한 국제적인 표준화 작업에 발 빠르게 대처하고 있다.

본 고에서는 IEC/TC106을 비롯한 ITU-T/SG5, IEEE

ICES/TC34, CENELEC/TC 106X 등 국제 표준화 기구에서의 EMF 노출량 평가를 위한 측정 및 해석 방법에 대한 국제 표준화 동향을 간략히 소개하였다.

II. IEC/TC106 표준화 동향

2-1 IEC TC 106 소개

2-1-1 개 요

TC 106은 전기장, 자기장, 전자기장의 인체 노출에 대한 평가 방법을 위해, 1999년 7월에 제안되어 10월 회의에서 새로운 기술위원회로 만들어졌으며, 2000년 10월에 몬트리올에서 첫 전체회의를 시작한 후 매년 개최되고 있다.

2-1-2 목 적

0~300 GHz 주파수 대역을 포함하고, 기본 한계와 기준 레벨에 대해 전기장, 자기장, 전자기장의 인체 노출 평가를 위한 측정과 계산 방법에 대한 국제적인 기준을 준비하는데 그 목적이 있으며, 다음과 같은 일을 수행한다.

- 인체 노출과 관련된 전자기 환경의 특성
- 측정 방법: 계측기기 및 절차
- 계산 방법
- 특정한 소스에 의해 발생하는 노출의 평가 방법
- 기본적인 기준
- 불확정도 평가

2-1-3 참여 국가

우리나라를 포함하여 오스트레일리아, 오스트리

아, 벨기에, 캐나다, 중국, 일본, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 멕시코, 네덜란드, 노르웨이, 폴란드, 스페인, 스웨덴, 스위스, 태국, 영국, 미국

2-1-4 조직

- o 의장: Mr. Ronald C. Petersen
- o 간사: Mr. Michel Bourdages
- o 보조간사: Mr. Tomas Fisher
- o 총 5개 WG 운영

2-1-5 협력기관

TC 106은 IEC 기술위원회 즉 TC77, TC78, TC85, TC103, CISPR와 외부 기관으로 ICNIRP, IEEE ICES TC28과 SCC34, ITU 등과 협력관계를 확립할 것이다. IEC는 이미 CENELEC과 WHO와는 협력관계를 맺고 있다.

2-2 IEC TC/106 WG별 PT 현황

2-2-1 WG 1 : 저주파수(0~100 kHz) 전기장 및 자기장, 유도 전류의 측정, 계산 방법

- Horizontal standards(basic standards)

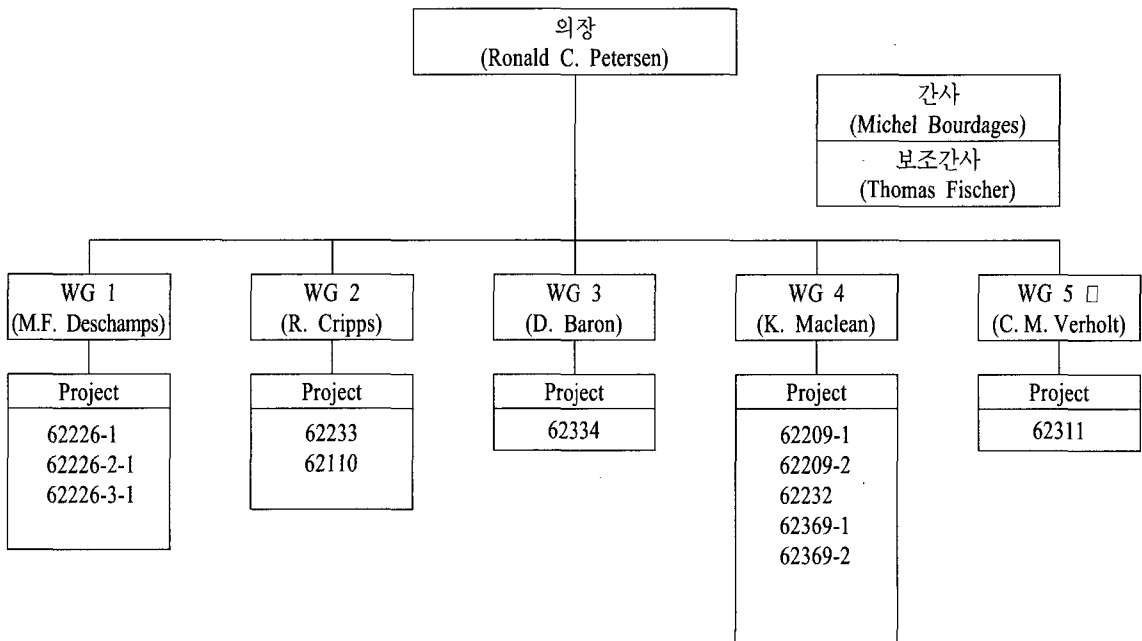
① 임무

- 저주파수 전기장과 자기장 측정에 대한 표준을 개발
- 유도 전류에 대한 계산 방법에 대한 표준을 개발
- 저주파수 유도 전류에 대한 측정 방법과 도구에 대한 표준을 개발

② 간사국 : 캐나다

③ Project 현황

- Project 62226-1(국제 표준 공표) :
Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range-Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body-Part 1:



General

- Project 62226-2-1(국제 표준 공표) :
Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body by electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range. Part 2 : Exposure to magnetic fields-section 1 : 2D models.
- Project 62226-3-1(IEC 106/102/CDV) :
Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range-Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body-Part 3-1 : Exposure to electric fields-Analytical and 2D numerical models

2-2-2 WG 2 : 특정 소스에 의해 발생하는 저주파수 전기장 및 자기장의 특성 묘사

- Vertical standards or Technical Specification (product and product family standards)
- ① 임무: 가정용 기기, 전력선, 산업용 전력기기, 철도 등 특정한 소스에 의해 발생하는 저주파수 전기장 자기장 측정에 대한 시험 도구와 방법의 표준을 개발
- ② 간사국: 캐나다
- ③ Project 현황
 - Project 62233(106/99/FDIS) :
Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus (유사 기관) with regard to human exposure
 - Project 62110(106/75/NP) :
Measurement procedures for electric and magnetic fields generated by AC power lines with regard to human exposure

2-2-3 WG 3 : 고주파 전자기장(100 kHz~300 GHz) 및 SAR의 측정, 계산방법

- Horizontal standards(basic standards)
- ① 임무: 고주파수(9 kHz~300 GHz) 전자기장에 대한 인체 노출량 측정과 평가에 대한 기술적 보고서를 마련
- ② 간사국: 캐나다
- ③ Project 현황
 - Project 62334(106/25/NP) :
Measurement and Assessment of Human Exposure to High Frequency(9 kHz to 300 GHz) Electromagnetic Fields

2-2-4 WG 4 : 특정 소스에 의해 발생하는 전자기장 및 SAR의 특성 묘사

- Vertical standards or Technical Specification (product and product family standards)
- ① 임무: 무선통신기기, 기지국, 방송국 송신소 등 특정 전자기장 소스를 평가하기 위한 product 와 product family 표준을 개발
- ② 간사국: 미국
- ③ Project 현황
 - Project 62209-1(국제 표준 공표) :
Human Exposure to Radio Frequency Fields from Handheld 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)
 - Project 62209-2(106/90/NP) :
Human Exposure to Radio Frequency Fields from Hand-held and Body-Mounted Wireless Com-

munication Devices-Human models, Instrumentation, and Procedures - Part 2: Procedure to determine the Specific Absorption Rate(SAR) in the head and body for 30 MHz to 6 GHz Hand-held and Body-Mounted Devices used in close proximity to the Body.

- Project 62232(106/87/NP) :
Determination of RF fields in the vicinity of mobile communication base stations for the purpose of evaluating human exposure.
- Project 62369-1(106/80/CD) :
Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from Short Range Devices(SRDs) in various applications over the frequency rang 0~300 GHz. - Part 1: Fields produced by devices used for Electronic Article Surveillance, Radio Frequency Identification and similar systems
- Project 62369-2(106/41/NP) :
Assessment of human exposure to electromagnetic fields in the frequency range 0~300 GHz - Part 2: Fields produced by devices used for Alarms; Alert; Asset tracking, monitoring and protection; Detection; Security; Telecommand and control; Telemetry and similar Short Range and/or Low Power Radio Devices

2-2-5 WG 5 : 일반표준(Generic Standard)

① 임부

- 제품군 표준(product family standard)이 적용되지 않는 전자·전기 기기(apparatus)에 적용할 일반 표준을 개발
- 일반 표준에는 전기장, 자기장, 전자기장파 유도 및 접촉전류에 관한 일반인 노출 기본 한계 또는 기준레벨과 적합성 시험방법 등이 포함

② 간사국: 미국

③ Project 현황

- Project 62311(106/104/FDIS) :
Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields(0 Hz~300 GHz)

III. ITU-T SG 5 표준화 동향

3-1 개요

o ITU-T SG 5에서는 현재 아래의 두개 주제에 대해 연구를 수행하고 있다.

- 전기통신망 및 장비의 간섭과 번개로부터의 보호
- 휴대폰을 포함하는 전기통신설비 및 기기에 의해 생성되는 전자기장과 관련된 EMC, 안전 및 건강영향에 관한 연구

o 이 중에서 전자파 인체 영향과 관련된 사항은 Q.3/5의 연구 과제로 채택되어 연구가 진행되고 있으며, 그 연구 과제 Q.3/5의 제목은 다음과 같다.

- 이동 장비 및 무선 시스템에 대한 무선 주파수 환경 평가 및 건강 영향

o 이와 관련하여 현재 K.52, K.61의 두개 문서 표준화가 완료되었고, K.mit, K.rt 문서에 대한 작업이 진행 중이다. 참고로 K.mit 문서는 2004년 SG 5 회의에서 내용과 제목을 대폭 개정하기로 논의되어 작업을 진행하고 있다. 아래에 관련 표준화 문서의 제목을 정리하였다.

- K.52(12/2004) : Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields
- K.61(09/2003) : Guidance to measurement and numerical prediction of electromagnetic fields

for compliance with human exposure limits for telecommunication installation

- K.mit : Mitigation techniques to limit human exposure to EMF's within vicinity of radiocommunication stations
- K.pred : Calculation method for prediction of EMF
- K.rt : Measuring techniques for evaluation EMF due to radio terminals regarding human exposure

3-2 K.52의 주요 내용

다중 노출원과 주파수, 노출 기간 등에 대한 일반 원칙, EMF 안전 기준, 이동 단말기의 적합성, 전기 통신 설비의 EMF 안전 기준 적합성 평가와 관련된 전기 통신 장비의 평가 필요성 결정, EMF 노출 평가 절차 및 노출 레벨 평가 절차, EMF 평가와 관련된 계산 방법 및 측정 절차, EMF 경감 방법 등을 다루고 있다. 그리고, Annex에서는 적용 흐름도 및 설비 등급 결정을 위한 기본 기준, Appendix에서는 ICNIRP 기준, EMF 노출의 단순 평가 예, EIRP_h 계산 예 및 근거 등을 기술하고 있다.

3-3 K.61의 주요 내용

측정 대상량 및 전형적 환경 등에 대한 일반 원칙, 평균, 측정량, 필드 영역, 차단 및 산란, 노출원의 가변성 등의 기술적 고려 사항, 측정과 관련하여 측정 기기, 측정 불확정도 산정, 프로브 선택, 절차, 안전 주의사항, 필드 영역, 다중 노출원, 시간적, 공간적 가변성 등에 대해 기술하고 있고, 제한치에 대한 적합성 및 측정 결과 처리와 관련하여, 각 노출원의 파악, 간헐적인 노출, 이동무선 시스템 기지국에 대한 사항을 다루고 있다. Appendix에는 계산방법이 수록되어 있다.

3-4 K.mit의 주요 내용

다양한 무선통신 송신국(GSM, CDMA, UMTS, DECT 및 유사 송신국, PAMR PMT 1327, TETRA 및 유사 송신국, WLL 기지국, TV 및 DVB-T 송신국, FM 및 T-DAB 송신국, AM 및 DRM 송신국 등)의 전형적인 EIRP, 일반인 및 직업인 노출에 대한 적합성 거리, 다중 방출원과 관련된 총 방출 레벨 평가 및 주 방출원 파악 방법, 안테나 높이 조정, 주 빔 틸트, 안테나 이득 조정, 수직 및 수평 복사 패턴 조정 등의 다양한 경감 방법을 다루고 있다.

IV. IEEE 표준화 동향

4-1 기존 조직

o SCC-28의 개요

IEEE-SASB(Standards Association Standards Board)는 2000년 ICES(International Committee on Electromagnetic Safety)(SCC-28)를 승인하였다. ICES는 main committee에 114명이며, 이 중 1/3이상이 미국 외 국가들(20여개국)의 참여자이며, Subcommittee를 포함하면 300여명 이상의 멤버로 구성된 대형의 위원회이다.

SCC-28의 범위는 인간, 휘발성 물질, 폭발성 기기의 노출에 대한 잠재적 위험과 관련하여 0 Hz에서 300 GHz까지 주파수 대역의 전자기장 에너지의 사용을 위한 표준 개발에 있다.

o SCC-34 개요

1995년 IEEE Standards Borad에 의해 설립 인가되었다. SCC-34의 범위는 자기장 에너지를 방사하는 특정 제품의 노출 적합성을 평가하는 표준을 개발하는 것이다.

4-2 조직 재편

새로운 실체 SCC-39(ICES라 명명)를 형성하였다.

SCC-39 내에 SCC-28과 SCC-34를 두되, SCC28과 34가 각각 SCC28은 TC95로 SCC34는 TC34로 재구성되었다.

4-2-1 TC95

- o 인체에 적용하는 표준/시행규칙/지침 개발(노출 제한치), ICNIRP와 유사
- o TC95관련 문서
 - SC-1(Techniques, Procedures, Instrumentation and Computation)
 - IEEE C95.3-2002, Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields with Respect to Human Exposure to Such Fields, 100 kHz to 300 GHz
 - IEEE PC95.3.1, Draft Recommended Practice for Measurements and Computation of Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, 0~100 kHz(New project)
 - IEEE 1460-1996, (Reaffirmed 2002), IEEE Guide for the Measurement of Quasi-Static Magnetic and Electric Fields
 - SC-2(Terminology, Units of Measurements and

Hazard Communication)

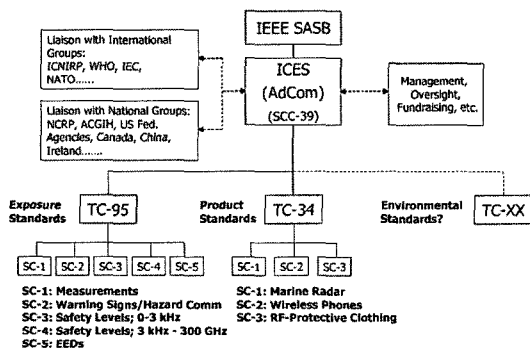
- IEEE C95.2-1999, (Reaffirmed 2005), IEEE Standard for Radio Frequency Energy and Current Flow Symbols
- IEEE C95.7-2005, IEEE Recommended Practice for Radiofrequency Safety Programs
- SC-4(Safety Levels with Respect to Human Exposure, 3 kHz~300 GHz)
 - IEEE C95.1-2005, IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz
- SC-5(Safety Levels with Respect to Electro-Explosive Devices)
 - IEEE C95.4-2002, IEEE Recommended Practice for Determining Safe Distances From Radio Frequency Transmitting Antennas When Using Electric Blasting Caps During Explosive Operations

4-2-2 TC34

- o 제품에 적용하는 표준/시행규칙/지침 개발(방출 제한치, 적합성), IEC TC106과 유사
- o TC34관련 문서 : SC-2(Wireless Handset Certification)

- WG-1: (Measurement Techniques)

- IEEE P1528-2003, Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques
- P1528b - Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate(SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measure-



〈ICES의 조직 구성〉

ment Techniques. Amendment 2: Additional Procedures for SAR Measurement at 3~6 GHz(New project)

- WG-2: (Numerical Techniques)

- IEEE P1528.1, Recommended Practice for 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(New Project)
- IEEE P1528.2, Recommended Practice for Determining the Peak Spatial Average Specific absorption Rate(SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz 6 GHz: Specific Requirements for Finite Difference Time Domain(FDTD) Modeling of Vehicle Mounted Antenna Configurations(New Project)

V. CENELEC/TC 106X 표준화 동향

CENELEC/TC 106X는 비전리성(non-ionizing) 전자기장의 영향과 관련된 요구 사항과 시험의 표준화를 다룬다. 2005년 3월 독일 Dresden에서 제22회 회의를 가졌다. CENELEC TC106의 작업반 조직과 표준화 활동 상황은 다음과 같다.

o WG 1 : Mobile phones and base stations (Joe Wiart)

- EN 50360 : product std.(IEC 62209-1을 참고하여 개정할 것임)
- EN 50361 : basic std. for mobile phones(IEC 62209-1에 의해 대체될 것임)
- prEN 50400은 기지국 basic std., prEN 50401은 product std. 임

- Project 14408 : 이동통신기지국에 대한 *in situ* measurement

- Project 14405 : 신체 착용형 이동 전화기(product std.)

- Project 13275 : 신체 착용형 이동 전화기(basic std.) IEC 62209-2로 transfer

o WG 2 : EAS & RFID(Ian Brooker)

- EN 50357 basic std. : 평가 기술 포함
- EN 50364 product std. : R&TTED and LVD 하에 기준 조화
- EN 50357을 IEC로 작업 이관을 제안함

o WG 3 : Basic Standards(Martin Dahme)

- PrEN 50413(Project 14409) : "Basic Standard on measurement and calculation procedures for human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields(0~300 GHz)"

o WG 4 : Generic Standards(Christian Verholt)

- EN 50392 : generic std. 향후 IEC 62311로 대체 예정
- EN 50371 : 20 mW 이하의 저전력기기(10 MHz ~300 GHz)에 대한 generic std.
- TR 50422 : EMF 표준을 작성하는 product 위원회를 위한 지침으로 향후 Report 106-001으로 대체할 것임

o WG 7 : Broadcasting(Copsey; Jacquin)

- WP 1 : 30 MHz~40 GHz 방송 송신탑(TV+ FM broadcast transmitters)에 대한 product std.와 basic std.로 이전, WP2 Radio broadcasting Transmitters와 합쳐짐
- WP 3 : 3~30 MHz 대역 무선마이크, 코드없는 오디오 및 유사기기에 대한 basic std.와 product std.

o WG 9 : Inductive and dielectric heaters(Henning Köler)

- Project 14417 : 산업용 유도 및 유전체 가열기
기에 대한 product std.
- o WG 15 EMF and Active Implants(Thomas Fischer)
 - Project 16681 : EMF and Active Implants
Part 1 : General
 - Project 16682
Part 2 : Cardiac Pacemaker
- o TC106X는 표준 주파수 불일치를 IEC TC106의
WP에 공지

VI. 결 론

앞에서 소개한 것과 같이 다양한 전자파 방출기
기 및 시설에 대한 기기별, 시설별 노출량 평가 표준
화 작업이 진행되고 있다. 우리나라에서도 『EMF 인
체노출표준위원회』를 중심으로 국제 표준화 기구의

작업반에 참여하여 표준화 작업을 활발히 하고 있
고, 진행 중인 표준화 문서를 면밀히 검토하여 검토
의견서를 보내고 있다. 또한 국제 표준화 동향 및 주
요 내용을 적기에 산업체 및 관련 기관에 전달하기
위해 2004년부터 연 1회 동향보고서를 발간하여 배
포해 오고 있다.

전술한 바와 같이 현재 우리나라에서는 미국, 유
럽 및 일본 등과 함께 국제 표준화 활동에 적극적으
로 참여하고 있으나, 학계, 연구소 및 정부 관련 기
관의 전문가 중심으로 이루어지고 있고, 산업체의
참여가 부족한 실정이다. 외국의 표준화 활동이 산
업체 전문가 중심으로 이루어지고 있는 점을 감안할
때, 국내 산업체에서도 이러한 표준화 활동에 적극
참여함으로써, 명실 공히 IT 강국으로서의 면모를
다질 필요가 있는 것으로 판단된다.

≡ 필자소개 ≡

백 정 기



1978년: 서울대학교 전자공학과 (공학
사)
1985년: Virginia Tech. (공학석사)
1988년: Virginia Tech. (공학박사)
1978년 3월~1983년 2월: 국방과학연구
소
1988년 10월~1989년 2월: 한국전자통

신연구원

1989년 3월~1995년 2월: 동아대학교 전자공학과 부교수
1995년 2월~현재: 충남대학교 전파공학과 교수
2004년 3월~현재: 충남대학교 전자파환경기술연구(EMERC)
센터장

[주 관심분야] 전자파 전파 및 산란, 전자파 생체영향

김 태 홍



1997년 2월: 전남대학교 전자공학과 (공
학사)
1999년 2월: 전남대학교 전자공학과 (공
학석사)
2005년 2월: 전남대학교 전자정보통신공
학과 (공학박사)
2002년 5월~2006년 2월: 전남대학교 고

품질전기전자부품 및 시스템 연구센터 전문연구요원

2006년 3월~현재: 충남대학교 전자파환경기술연구센터 연구
교수

[주 관심분야] 전자파수치해석, 수동소자 설계