

무선전력전송과 관련된 국내외 제도 비교 분석

장병준 (국민대학교)

I. 서론

무선전력전송(WPT: Wireless Power Transfer)이란 가전 기기나 전기자동차 등에 전원을 공급하는 전원선(power cable)을 없애고 이를 무선으로 대체하는 기술을 말한다. 만약에 전력이 필요한 기기가 임의의 위치에 있어도 필요한 전력을 전원선 없이 자유롭게 공급받을 수 있다면 전기전자 기술의 패러다임이 획기적으로 바뀔 것으로 예상된다. 특히 스마트폰, 테블릿 PC 등 휴대용 IT기기의 경우는 이동통신망이나 무선 LAN(Wi-Fi)을 통하여 정보전달은 무선으로 자유롭게 이루어지고 있으나, 기기의 전원공급은 내장된 배터리를 이용하고 있으므로 배터리 충전을 위한 전원선이 반드시 필요하다. 따라서 이러한 전원선을 없앨 수 있는 무선전력전송에 대한 관심이 집중되고 있다. 또한 전기자동차의 경우 충전할 때 마다 전원선을 연결하기 어려우므로 전기자동차의 활성화를 대비하여 무선전력전송의 적용이 필요한 기기이다.

지금까지 다양한 주파수 영역에서 무선전력전송 기술이 개발되었지만 수백 kHz 대의 저주파를 사용하는 비접촉식 유도결합(Induction coupling) 방식을 제외하고는 대부분 상용화되지 못하고 있다. 예를 들어 과거 수십 W 이상의 대전력을 전송하기 위하여 5.8GHz 등 초고주파(microwave)를 사용하려는 연구가 일부 이루어져 왔으나 낮은 효율, 인체에 미치는 영향, 그리고 고효율 안테나 사용에 따른 전자파의 직진성으로 고정된 위치에서만 사용되어야 하는 단점 등으로 인해 상용화에 실패하였다. 하지만, 2007년 MIT 물리학과와 마린 솔라치치(Marin Soljatic) 교수팀이 제안한 비방사(non-radiated) 방식의 무선전력전송 기술은 10MHz의 반송파를 이용하여 2m 거리에서 60W의 대전력 전송을 시연하였

다고 발표함으로써 무선전력전송 기술에 대한 관심이 증가되는 계기를 마련하였다. 이 후 인텔(Intel), 퀄컴(Qualcomm), 애플(Apple), Sony 등에서 유사한 개념의 시제품을 발표함으로써 최근 관련 연구가 활발히 진행되고 있다^[1,2].

한편, 국내에서도 무선전력전송에 대한 연구개발 및 상용화 논의가 활발히 진행되고 있다. 방송통신위원회에서는 무선전력전송기술을 미래전파(Next wave) 응용서비스의 핵심 분야로 선정하여 관련 기술개발, 시범사업 및 제도개선 등을 2010년 이후 진행하고 있으며, 한국과학기술원(KAIST)에서는 무선전력전송을 이용한 온라인 전기자동차(OLEV: On-Line Electric Vehicle)를 개발하고 있다.

하지만 무선전력전송은 그 한계를 분명히 알고, 이를 고려하여 기술개발, 제도개선, 및 상용화 계획을 체계적으로 세워 추진해야 하는 분야이다. 특히, 무선전력전송 기술은 모든 전원문제를 해결할 수 있는 만능 기술이 아니며, 제한된 거리에서 제한된 전력만을 공급할 수 있는 기술임을 인지하는 것이 매우 중요하다. 또한, 무선전력전송의 효율은 유선전원 공급에 비해 낮을 수밖에 없으며, 전자파의 인체영향에 대한 우려로 출력을 높이는 데도 한계가 있음을 인지해야 한다. 따라서 인체에 이식된 기기에 전력을 공급하는 응용처럼 무선전력전송이 반드시 필요한 응용분야나, 전력전송효율 보다는 무선의 편리성이 더 중요한 분야에서만 사용되어질 것으로 판단된다.

본 고에서는 무선전력전송과 관련된 국내외 제도를 비교 분석함으로써 향후 무선전력전송의 활성화에 대비할 수 있는 기초 자료로 사용될 수 있도록 한다. 특히, 무선전력전송 기기는 기기의 특성상 ISM(Industrial, Scientific, and Medical) 기기에 해당되므로 ISM기기 전반에 대한 비교분석을 포함하여 분석한다.

II. 무선전력전송 기술의 개요

1. 무선전력전송 기술 분류

무선전력전송 기술은 <표 1>과 같이 주파수에 따라 크게 3 가지 분야로 분류될 수 있다. 먼저 원거리 전송을 위하여 파장이 짧은 GHz 대역의 주파수를 사용하는 방식이 있다. 하지만 2.4GHz, 5.8GHz 등 ISM 대역에서 고출력의 전자파를 이용하여 원거리에 전력을 전송하는 방식은 효율 및 인체영향 등의 문제로 상용화에 실패하였으며, 단지 수 mW의 전력전송이 필요한 RFID (Radio Frequency IDentification) 등의 서비스만 상용화되어 있다. 하지만 출력전력이 미약하여 엄밀한 의미에서 전원선을 대체하는 의미의 무선전력전송이라 할 수 없다.

다음으로 파장이 큰 수백 kHz 대역의 주파수를 사용하여 비접촉식으로 수 cm 이내의 초단거리에서 무선으로 전력을 전송하는 유도결합 (induction coupling) 방식이 있다. 이 방식은 주파수가 낮으므로 가격이 저렴한 스위칭 방식의 전력 변환 소자를 사용할 수 있으므로 전력전송 효율이 우수하여 이미 무선면도기, 전동칫솔 등에서 상용화되었다. 최근에는 WPC (Wireless Power Consortium) 표준을 통하여 휴대폰 등 모바일 IT기기로 그 적용대상이 확대되고 있다. 하지만 무선전력 전송거리가 최대 수 cm 이내라는 한계가 있다^[3,4].

마지막으로 2007년 MIT의 마린 솔라치치 (Marin Soljacic) 교수팀이 제안한 수 MHz의 주파수 대역을 사용하는 비방사 (non-radiated) 자기공명 방식이 있다. 이 방식은 두 매체가 같은 주파수로 공진할 경우 전자파가 근거리 자기장을 통해 한 매체에서 다른 매체로 이동하는 근역장 (Near field)에서의 공진결합 (resonant coupling) 방식에 기반을 두고 있으며, 2m 거리에서 60W의 대전력 전송을 시연하였다고 발표함으로써 향후 미래 유망기술로 대두되고 있다. 유도결합과의 차이점은 유도결합에서는 주파수가 낮아 공진기의 구현이 어려우므로 여러번 감은 코일 형태의 인덕터를 사용하고 공진을 위해 별도의 캐패시터를 직렬 혹은 병렬로 연결하는데 반해, 자기공명 방식은 주파수가 높으므로 공진기 자체에서 인덕터와 캐패시터를 구현하게 된다. 하지만 주파수가 높기 때

<표 1> 무선전력전송기술의 분류

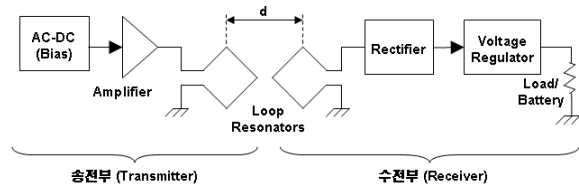
| 사용 주파수 | 전송거리 | 특성 |
|---------------|-------------------|--|
| 수백 MHz~ 수 GHz | 원거리 (수m 이상) | - 원역장(Far Field) 방식 이용 - 인체영향 문제로 사용 어려움 - RFID 등에서 상용화(수mW) |
| ~수십 MHz | 중거리 (수십 cm ~ 수 m) | - 근역장(Near Field) 이용 - '07년 제안, 수십 W 전송가능 - 개발초기단계 |
| ~수백 kHz | 초단거리 (수 cm이내) | - 유도결합(induction coupling) - 상용화 됨(무선면도기 등) |

문에 효율이 높은 스위칭 전력소자를 사용하기 어려울 뿐만 아니라, 수십 cm 이상의 공진결합을 위해서는 공진기의 Q (Quality Factor)값이 매우 커야 하는 단점이 있다. 따라서 실제 상용화 시에는 부하 조건에 따른 임피던스의 변화, 주변 도체의 영향 등으로 Q값이 높게 유지할 수 없어 아직까지 구체적으로 상용화되지는 못하고 있다. 하지만 전력전송의 높은 효율과 위치의 자유로움으로 인해 그 응용가능성이 매우 높아 다양한 분야에서 많은 연구를 진행하고 있어 상용화에 대한 기대가 매우 높은 분야이다.

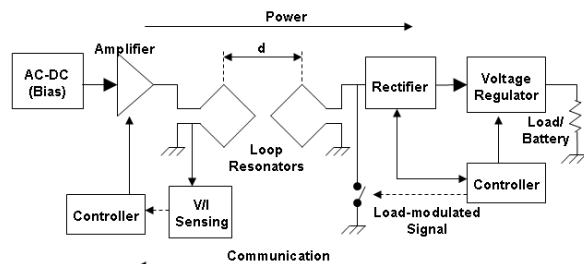
2. 무선전력전송 시스템의 구조

일반적으로 무선으로 전력을 전송하기 위해서는 <그림 1>-(a)와 같은 구조가 필요하다. 왼쪽이 전력을 공급하는 송전부가 되며, 오른쪽이 전원을 수신하는 먼저 수전부가 된다. 송전부에서는 전원으로부터 직류(Direct Current: DC)를 만들고, DC신호로부터 고출력 증폭기로 고주파를 발생시킨다. 발생된 고주파는 송신공진기를 통해 자기장 (magnetic field)을 발생한다. 이 자기장은 수신공진기에 전류를 유도하게 되고, 유도된 전류는 정류기 (rectifier) 회로를 통해 DC로 변환된다. 수신된 DC신호는 충전기를 통해 2차전지를 충전시키거나, 바로 부하(load)에 연결되어 부하에 전력을 공급한다. 이 때 송신공진기와 수신공진기의 형상 및 이격거리에 따라 전력이 가변될 수 있으므로 정전압회로가 삽입되어 일정한 전압이 공급되도록 하는 것이 일반적이다.

<그림 1>-(a)는 단순히 전원만을 공급하는 회로로 실제 무선전력전송이 상용화되기 위해서는 제어신호와 통신신호가 송전부와 수전부 간에 상호 교환되어야 한다. 제어신호와 통



(a) 송수신기능이 없는 전력전송 시스템



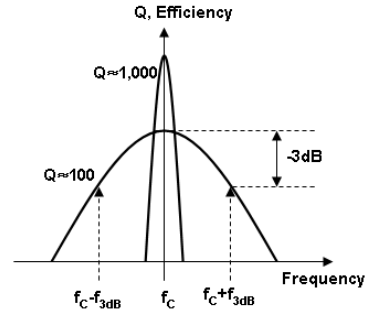
(b) 송수신 기능이 있는 전력전송 시스템

<그림 1> 무선전력전송 시스템의 구성

신신호는 연결방식에 따라 순방향 또는 역방향으로만 신호가 흐르거나, 순방향과 역방향 모두에 따라 신호가 흐를 수 있다. 이러한 신호의 전송을 위해 별도의 통신방식을 갖는 송수신부 (Zigbee, 무선 LAN, 등)를 사용하는 경우도 있으나, 이 경우에는 수전부에 신호의 전송을 위한 전원이 별도로 필요하므로 무선전력전송과 신호 전송을 같은 채널에서 수행하는 것이 유리하다.

하지만 순방향에 정보를 실을 경우 Q값이 낮아져 전력전송 효율이 적을 수 있으므로 <그림 1>-(b)와 같이 역방향만으로 신호를 전송하는 것이 무선전력전송에서는 일반적이다. 이렇게 함으로써 송전부의 에너지 전송 효율을 높게 유지할 수 있다. 또한, 제도적으로 송전부에 별도의 송신장치가 필요하지 않으므로 통신기능이 있지만 통신기기로 분류되지 않는 장점이 있어 최근 WPC 등에서 표준으로 채택하고 있다. 역방향 신호 전송의 경우 보통은 LSK (Load Shift Keying)에 의하여 신호를 역산란(back-scattering)하여 정보를 송신하게 된다. LSK 방식은 수전부에 별도의 송신기 없이 자신의 부하 상태만을 변경함으로써 수전부에서 송전부로 정보의 전달이 가능하게 된다. 이 방식은 보통 수 kbps 이하의 저속 데이터만이 전송될 수 있다.

데이터 속도와 공진기의 Q와의 관계가 <그림 2>에 나타나 있다. 공진기의 Q가 높으면 전력전송효율이 높으므로 유리하지만, 반대로 대역폭이 좁아지므로 신호의 전송에서는 불리하게 된다. 반면에 공진기의 Q가 낮으면 전력전송 효율은 낮아지나, 대역폭이 넓어지므로 신호의 전송에서는 유리하게 된다. 따라서, 전력전송 효율은 최대로 유지하면서 데이터를 최대로 전송할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 또한, 공진기의 Q값은 안테나의 형상, 주파수와 밀접한 관계를 가지고 있으며, 주변 도체 및 온도, 진동의 변화에도 변하게 된다. 따라서 전력전송 효율을 높이기 위하여 Q의 값을 수백 정도까지 유지하는 것은 매우 어렵다.



<그림 2> 공진기의 Q와 대역폭의 관계

Ⅲ. 무선전력전송 제도 현황 및 개선점

무선전력전송 기술은 송수신 신호의 유무에 따라 적용되는 제도가 다르다. <그림 1>-(a)와 같이 송수신기능이 없는 전력전송 시스템은 고출력의 에너지가 단일주파수로 송신되므로 ISM기기로 분류될 수 있다. ISM 기기는 국내에서는 전파응용설비라고 불린다. ISM 기기로 분류되면, 높은 출력을 사용할 수 있다. 특히, 국제적으로 할당된 ISM 대역을 사용하면, 그 출력에 제한이 없이 사용할 수 있다. 반면에 송수신기능이 있는 경우에는 허가나 신고가 필요한 무선통신기기로 분류되며, 무선통신기기의 경우에는 타 기기에 대한 간섭 등의 이슈가 있으므로, 그 출력을 엄격하게 규제하고 있다. 무선전력전송 기기 중 역방향에서 LSK를 이용하여 정보를 전달하는 방식은 정보전달은 이루어지나 별도의 의도적인 송신기 (intentional radiator)가 있는 것이 아니므로 ISM 기기로 보는 것이 일반적이다. 따라서 본 절에서는 일반적인 무선전력전송 기기에 적용되는 ISM 제도의 국내외 현황을 살펴본다.

1. 국내외 ISM 기기의 정의

ITU-R에서는 ISM에 대한 정의를 <표 2>와 같이 규정하고

<표 2> 국내외 ISM 기기의 정의

| | |
|-----|--|
| ITU | o industrial, scientific and medical (ISM) applications (of radio frequency energy): Operation of equipment or appliances designed to generate and use locally radio frequency energy for industrial, scientific, medical, domestic or similar purposes, excluding applications in the field of telecommunications. |
| 국내 | o 전파법 제58조(산업·과학·의료용 전파응용설비 등) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 설비를 운용하려는 자는 방송통신위원회 회의의 허가를 받아야 한다. 허가받은 사항 중 대통령령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다. <개정 2010.7.23> 1. 전파에너지를 발생시켜 한정된 장소에서 산업·과학·의료·가사, 그 밖에 이와 비슷한 목적에 사용하도록 설계된 설비로서 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 설비 2. 전선로에 주파수가 9킬로헤르츠 이상인 전류가 흐르는 통신설비 중 전계강도(電界強度) 등이 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 설비 ②,③,④ 생략 o 제74조(통신설비 외의 전파응용설비) 법 제58조제4항제1호에서 '대통령령이 정하는 기준에 해당하는 설비'란 주파수가 9킬로헤르츠(Hz) 이상인 고주파 전류를 발생시키는 설비로서 50와트를 초과하는 고주파 출력을 사용하는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 설비를 말한다. 다만, 가사용 전자제품 등 방송통신위원회가 정하여 고시하는 것은 제외한다. 1. 산업용 전파응용설비 (고주파의 에너지를 발생시켜 그 에너지를 목재와 합판의 건조, 금속의 용융 또는 가열, 진공관의 배기 등 산업생산을 위하여 사용하는 것) 2. 의료용 전파응용설비 (고주파의 에너지를 발생시켜 그 에너지를 의료용으로 사용하는 것) 3. 그 밖의 전파응용설비 (제1호 및 제2호 외의 설비로서 고주파의 에너지를 직접 부하(부하)에 가하여 가열 또는 전리 등의 목적에 이용하는 것) |

<표 3> ISM 대역 주파수

| 대역 | 중심 주파수 | 운영 지역 | 주파수 이용조건 |
|------------------|-----------|---------|----------|
| 6.765~6.795MHz | 6.78MHz | 1, 2, 3 | 동의절차요구 |
| 13.553~13.567MHz | 13.567MHz | 1, 2, 3 | ISM우선사용 |
| 26.957~27.283 | 27.12MHz | 1, 2, 3 | ISM우선사용 |
| 40.66~40.70MHz | 40.68MHz | 1, 2, 3 | ISM우선사용 |
| 433.05~434.79MHz | 433.92MHz | 1 | ISM우선사용 |
| 902~928MHz | 915MHz | 2 | ISM우선사용 |
| 2.4~2.5GHz | 2450MHz | 1, 2, 3 | ISM우선사용 |
| 5.725~5.875GHz | 5.8MHz | 1, 2, 3 | ISM우선사용 |
| 24~24.25GHz | 24.125GHz | 1, 2, 3 | ISM우선사용 |
| 61.0~61.5GHz | 61.25GHz | 1, 2, 3 | 동의절차요구 |
| 122~123GHz | 122.5GHz | 1, 2, 3 | 동의절차요구 |
| 244~246GHz | 245GHz | 1, 2, 3 | 동의절차요구 |

있다. ISM 기기는 ITU-R에서 지정한 <표 3>의 ISM 대역 내에서 출력의 제한없이 사용할 수 있으며, 또한 ISM 대역 밖에서도 일정한 전계강도 기준을 만족하면 전 주파수 대역에서 사용이 가능하다. 이는 실제로 ISM기기가 방출하는 에너지는 국소적이라는 특성을 이용하여, ISM 대역은 전 세계적으로 전파통신기기와 전파간섭을 용인하는 조건으로 ISM 기기와 함께 사용하고 있다.

한편, 국내에서는 ISM 기기를 전파응용설비라는 이름으로 전파법 제58조에서 정의하고 있다. 국내외 ISM 기기에 대한 정의의 주요 차이점은 국내 전파법에서는 전파응용설비를 '한정된 장소'에서 사용하도록 되어 있으며, 50 W 이상에 대해 허가를 필요로 한다는 점이다. 국내제도에 따르면 휴대가 가능하면서 50W 이상의 에너지를 공급하는 무선전력전송 기기의 경우 현행법 적용에 애로가 있을 수 있다. 따라서 무선 전력전송 기기는 한정된 장소가 아니라 자유롭게 휴대가 가능하도록 하고, 50W 이상의 출력일지라도 허가의 예외사항으로 하는 등의 제도개선 노력이 필요하다.

2. 국내 전파응용설비의 분류

무선전력전송 기기는 무선 주파수를 이용하며, 통신기능이 없다면 전파응용설비(국외에서는 ISM 기기)로 분류된다. 반면, 통신기능이 있다면 이를 소출력 무선기기로 적용하여야 한다. 미국에서는 ISM기기가 통신을 하는 경우 통신 부분은 분리하여 Part 15를 적용하도록 되어 있다. 하지만, 역산란 방식을 이용하여 통신을 하는 무선전력전송의 경우에는 의도적인 송신기가 존재하지 않으므로 별도로 분리하여

측정하기가 용이하지 않다. 또한, 단순히 통신 기능의 유무에 따라 전파응용설비를 분류하면, 대상이 매우 한정되게 되므로, 통신의 duty cycle이 작고, 데이터 전송속도가 작은 경우 전파응용설비로 분류할 필요가 있다. 전파응용설비는 1kbps 이하의 데이터 속도면 제어 및 통신기능을 수행하는데 충분하며, 주파수가 10MHz 이상이면 Q가 매우 높아 대역폭이 협소하므로 전파응용설비를 분류될 수 있을 것으로 판단된다.

3. 국내 전파응용설비의 허가제도

앞에서 살펴본 바와 같이, 국내 전파응용설비는 50W를 초과하는 경우 무선설비규칙 제14조(전계강도 허용치)에 의하여 허가를 받아야 한다. 국내 허가기준은 무선설비규칙 14조에 의하여 <표 4>와 같다. 이는 ISM 대역 이외의 대역에서 타 전파통신서비스를 보호하기 위한 기준으로 마련되었으나, 모든 주파수 대역에 대해 일률적인 전계강도 기준으로 관리하고 있어, 기기의 특성이 고려되지 않아 너무 엄격하거나, 혹은 현실에 맞지 않을 수 있다.

반면 CISPR 등에서는 ISM 기기를 Group 1, 2와 Class A, B로 구분하여 기준치를 정하고 있으며, 미국 FCC에서는 Part 18을 통해 ISM 기기의 용도, 출력, 주파수 등에 따라 세부적인 전계강도 기준치를 규제하고 있다. FCC Part 18에 표시된 ISM 기기에 대한 관련 기술기준은 <표 5>와 같다. 국내와 같이 허가 대상으로 관리하는 나라로는 일본이 있으나, 일본의 경우에도 형식지정과 형식확인 제도를 사용하여 기기별로 일일이 허가를 하고 있지는 않다. 향후 무선전력전송 기기는 일반인들이 자유롭게 사용할 것으로 예상되므로 50W 이상이더라도 허가 규정을 사용하지 않고 인증 대상으로 할 필요가 있다. 특히 허가 규정을 적용할 경우 무선설비규칙 제14조가 전 세계 ISM 기기의 인증기준에 비해 엄격한지 여부를 검토하여 필요하면 완화할 필요가 있다.

<표 4> 무선설비규칙에 대한 허가 기준

| 전파응용 설비별 | 전계강도 허용치 | 100m 환산값(dB) |
|-------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 산업용 | 100uV/m@100m | 40dBuV/m@100m |
| 의료용 | 100uV/m@30m | 29.54dBuV/m @100m |
| 기타 (500W이하) | 100uV/m@30m | 29.54dBuV/m @100m |
| 기타 (500W이상) | 100uV/m@100m 또는 (100x√P/500)uV/m@30m | 40또는 P=5kW일 때 40dBuV/m@100m |

〈표 5〉 FCC Part 18의 기술기준

| 전파응용설비 | 운용주파수 | 기기가 발생하는 RF에너지 (W) | 전계강도(uV/m) | 거리(m) | 전계강도 환산 (@100m) | |
|--------------------------|------------------|--------------------|---|-------|-----------------|-------|
| | | | | | dBuV | uV |
| 별도로 명시되지 않은 모든 형식 기기(기타) | 모든 ISM 주파수 | 500미만 | 25 | 300 | 37.50 | 75 |
| | | 500이상 | $25 \times \sqrt{(\text{전력}/500)}$ | 300 | 40.51 | 106 |
| | 비 ISM 주파수 | 500미만 | 15 | 300 | 33.06 | 45 |
| | | 500이상 | $15 \times \sqrt{(\text{전력}/500)}$ | 300 | 36.07 | 63.5 |
| 산업가열기/RF안정화 아크용접기 | 5,725MHz 이하 | - | 10 | 1,600 | 44.08 | 160 |
| | 5,725MHz 이상 | - | - | - | 44.08 | 160 |
| 의료가열기 | 모든 ISM 주파수 | - | 25 | 300 | 37.50 | 75 |
| | 비 ISM 주파수 | - | 15 | 300 | 33.06 | 45 |
| 초음파 | 490kHz 미만 | 500미만 | $2,400/F(\text{kHz})$ | 300 | 33.06 | 14.7 |
| | | 500이상 | $2,400/F(\text{kHz}) \times \sqrt{(\text{전력}/500)}$ | 300 | 23.34 | 20.82 |
| | 490kHz~ 1,600kHz | - | $24,000/F(\text{kHz})$ | 30 | 13.06 | 4.5 |
| | 1,600kHz 초과 | - | 15 | 30 | 13.06 | 4.5 |
| 유도가열조리기 | 90kHz 미만 | - | 1,500 | 30 | 53.06 | 500 |
| | 90kHz 이상 | - | 300 | 30 | 39.08 | 90 |

4. 국내 전파응용설비의 적합성평가 제도

한편 50W 이하의 전파응용설비는 무선설비규칙, 인체보호기준 평가 대상이 아니며, 〈표 6〉의 전자파 적합성 기준만 만족하면 사용이 가능하다. 하지만 50W 이하의 전파응용설비의 전자파적합성 평가기준이 국가별로 다르므로 해외 규정과의 비교를 통해 개선할 필요가 있다. 한편 현재 규정 중 9kHz에서 150kHz에 대한 기준이 없으나, 무선전력전송기기는 본 주파수를 사용할 수 있으므로 이에 대한 해외기준을 살

〈표 6〉 국내 전파응용설비의 전자파장해방지기준

| 주파수 범위[MHz] | 측정 거리 10 m에서 전계강도 | | 측정 거리 10 m에서 자기장도 준첨두치 [dB(μA/m)] |
|-------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | 준첨두치 [dB(μV/m)] | 평균치주 ²⁾ [dB(μV/m)] | |
| 0.15 ~ 30 | - | - | 39 ~ 3주 ¹⁾ |
| 30 ~ 80.872 | 30 | 25 | - |
| 80.872 ~ 81.848 | 50 | 45 | - |
| 81.848 ~ 134.786 | 30 | 25 | - |
| 134.786 ~ 136.414 | 50 | 45 | - |
| 136.414 ~ 230 | 30 | 25 | - |
| 230 ~ 1000 | 37 | 32 | - |

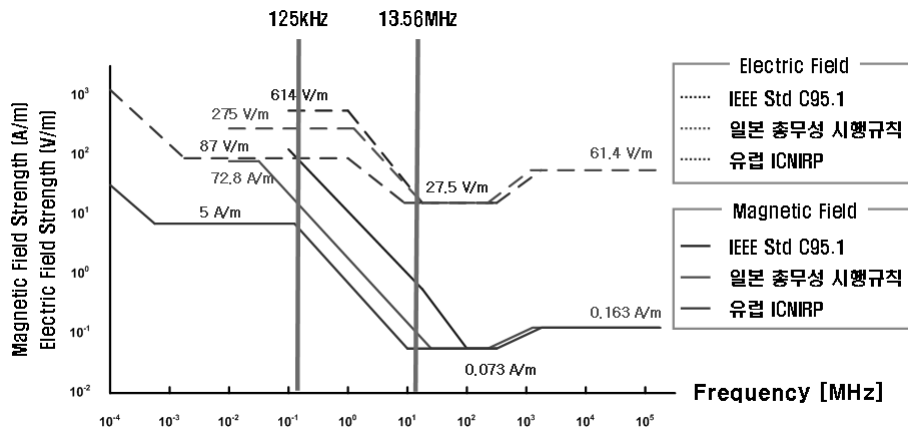
주: 1) 주파수의 상용대수적 증가에 따라 선형적으로 감소한다.
 2) 이 평균치 허용기준은 마그네트론 구동기기에만 적용하며, 만약 마그네트론 구동기기가 어떤 주파수에서 준첨두치를 초과하는 경우, 이 표에 규정된 평균치 허용기준을 적용하여 평균치 검파수신기로 이들 주파수에서 측정을 반복하여야 한다.

펴 국내에 반영할 필요가 있다.

5. 국내 전파응용설비의 인체보호기준 제도

50W 이하의 무선전력전송 기기는 인체보호기준 대상이 아니나 최근 전자파의 인체보호에 대한 우려가 높으며, 무선전력전송 장치의 특성 상 인체 가까이에서 사용되므로 인체보호기준을 측정하여 그 값이 높을 경우에는 관리대상으로 하여야 한다. 유사한 예로 이동통신 단말기 및 기지국에 대한 전자파강도 측정이 있다. 실제 이동통신 단말기나 기지국이 인체에 유해하다는 과학적인 근거는 없으나, 실제 사람들은 이에 대한 우려를 표하고 있는 것이 사실이다. 이에 따라 국내에서는 30W 이상의 기지국은 모두 전자파강도 의무측정 대상으로 전자파 인체영향을 측정하고 있다. 무선전력전송 기기는 수십 W의 고출력을 사용하며, 인체 가까이에서 사용되므로 향후 무선전력전송 기기의 대중화를 대비하여, 사전 예방적인 차원의 인체보호기준 관리가 필요할 것으로 판단 된다.

현재 주파수에 따른 최대허용 전기장과 자기장의 값은 〈그림 3〉과 같다. 그림에서 알 수 있듯이 주파수가 MHz 대역으로 높아질수록 전기장과 자기장의 허용치가 급격히 감소함을 알 수 있다. 따라서 무선전력전송 시스템의 동작 주파수를 결정할 때도 이러한 인체보호기준을 고려하여 결정하여야 한다.



〈그림 3〉 주파수에 따른 인체보호기준

IV. 결론

본 고에서는 무선전력전송의 기술적인 특성을 살펴보고, 무선전력전송과 관련된 국내외 제도를 비교 분석하였다. 특히, 무선전력전송 기기는 기기의 특성상 ISM기기에 해당되므로 ISM제도 중심으로 비교 분석하였다. 이를 통해 국내 무선전력전송 기기의 정의, 분류, 허가인증 제도, 전자파 인체보호 등을 포함한 제도에 대한 개선안을 제시하였다. 이러한 개선안을 통해 향후 무선전력전송기술의 활성화에 이바지할 것으로 기대한다. 본 고에서는 제도 개선의 방향성을 제시하였으며, 구체적인 제도 개선 방안은 관련 기관 및 전문가들이 모여 구체적으로 검토하여 결정할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] M. Soljagic et al., "Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonances," Science, pp.83-86, June, 2007.
- [2] 장병준, "무선전력전송 기술동향 및 향후 전망," 전력전자학회회지, Vol.152, No.6, pp.27-31, 2010.12.
- [3] Fulton 사 홈페이지, <http://ecoupled.com>
- [4] Wireless Power Consortium 홈페이지, <http://www.wirelesspowerconsortium.com>
- [5] 박진아, 천재영, 박승근, "국내 ISM 산업 활성화를 위한 제도개선 방안," 전자통신동향분석 제22권 제2호, pp.102-113, Apr., 2007.
- [6] 박진아, 박승근, "국내 ISM 기기의 허가제도 개정연구," 전자통신동향분석 제23권 제6호, pp.135-145, Dec., 2008.



장 병 준

1990년 2월 연세대학교 전자공학과 학사.
 1992년 2월 연세대학교 전자공학과 석사.
 1997년 2월 연세대학교 전자공학과 박사.
 1995년 3월~1999년 1월 LG전자.
 1999년 1월~2003년 9월 전자통신연구원(ETRI).
 2003년 10월~2005년 8월 정보통신연구진흥원(ITA).
 2005년 9월~현재 국민대학교 전자공학부 부교수.
 <관심분야> 무선통신, RF회로 및 시스템, 에너지-IT 융합, 센서 시스템