



# 무선전력전송

인류가 전기를 발견한 것은 기원전 600년으로 알려져 있지만 널리 이용할 수 있게 된 것은 불과 200년 안팎이다. 이 짧은 기간에 인류는 과학적 차원을 넘어서 전기공학 뿐만 아니라 전기를 이용하는 전자공학, 통신공학, 제어공학, 컴퓨터공학 분야에서 비약적인 발전을 이끌었으며 지금은 우주선부터 나노 로봇 까지 모든 과학, 공학, 생활 분야에서 전기 없는 발전을 기대할 수 없게 되었다. 작은 반도체 소자 내에서의 수  $\mu$  회로 구성부터 765kV의 고압 송전망까지 그 형태는 다양하지만, 전기는 전선을 통해 전달되며, 전기의 이용은 곧 전선 인프라의 구축을 의미하고 있다.

전기의 이용에 있어서 필연적인 전선의 남용은 그 도를 넘어서 가정, 직장뿐만 아니라 도로에서도 공해 수준으로 펼쳐져 있

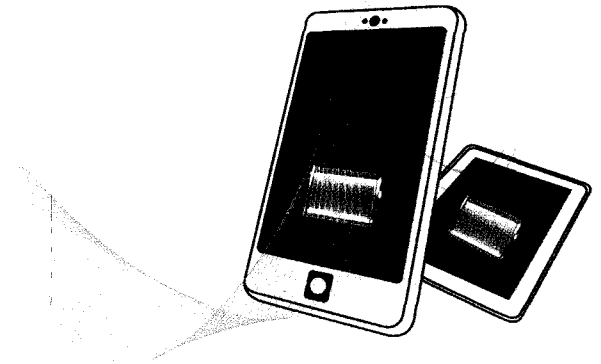
고, 이들은 천연 자원의 고갈을 촉진할 뿐만 아니라 잘못 관리 되었을 때에는 전기적 쇼크, 화재 등 커다란 재난으로 다가서기도 한다.

무선전력공급 기술은 이러한 전선으로부터의 자유를 추구하는 것으로 소비자가 가장 원하는 기술의 하나이다. 이는 예약된 시장을 말하고 있는 것이며 산업체는 또 다른 산업 기회를 창출할 수 있는 기회를 맞고 있는 것이다. 호연컨대 5년 이내에 대부분의 휴대폰과 노트북 충전기는 무선방식으로 전환될 것으로 보인다. 이번 특집에서는 무선전력공급 기술, 시장, 표준화 동향을 살펴보고 그 응용 개발 및 정책 방향까지 다양한 제언들을 묶어 보았다.

# ICT EXPERT INTERVIEW



류충상 TTA 전파통신기술위원회 부의장  
국립전파연구원 전파환경안전과 전파안전담당



## Q1 무선전력전송에 대해 설명해 주신다면?

전력전송이라고 하면 송전탑이 생각나고 무섭기까지 하지요. 그런데 좀 더 가까이 보면 가정에서 사용하는 모든 전기 기기에는 전선(전원 코드)을 통해 전기를 공급합니다. 집에서 청소기나 헤어드라이어를 사용하려면 선이 걸치적거려 힘든 것 있으시지요? 휴대폰이나 MP3 등을 충전하려면 어댑터 꼽을 콘센트가 부족할 정도로 전원 코드들이 복잡하게 엉켜 있기도 하지요? 이것을 무선으로 하면 생활이 굉장히 편해질 수 있겠지요? 거창한 송전탑은 차치하더라도 무선으로 전기를 공급하면 우리 생활의 자유도가 높아지는 것이라고 생각합니다. 로봇청소기나 충전방식 칫솔이나 이동전화나 모두가 선으로부터의 자유를 주고 있지

요. 무선충전기, 무선전원장치, 무선 전원공급, 무선 전력전송 무슨 용어를 사용하든 그 개념은 전파(Radio Frequency)를 이용하여 무선으로 전기를 원하는 곳으로 보내는 것입니다. 전파를 이용하여 어떻게 상용 전기가 전송될까 가우뚱 하지만, 휴대폰을 이용한 무선통신에서도 전기 에너지를 공간상에 전파 에너지로 보내는 방식으로 통신을 하고 있지요. 그 원리는 무선 전력전송에서도 동일한 것입니다. 단지 통신용은 우리가 통상 집에서 이용하는 전원 전력보다 10억분의 1 내지 100억분의 1 정도로 매우 작은 전력을 이용하기에 상대적으로 매우 큰 전력 전송에는 새로운 기술들이 필요한 것 뿐입니다.

## Q2 무선전력전송의 기술 방식이나 핵심 기술에는 어떤 것이 있나요?

우리는 휴대폰 배터리 충전기, CD 플레이어나 프린터 전원 공급장치 등 여러 방송통신 기기에 어댑터라는 것을 이용하고 있어요. 이 어댑터는 높은 전압을 각종 기기에 맞는 낮은 전압으로 바꾸는 변압기를 이용합니다. 변압기는 1차 코일과 2차 코일이 페라이트 철심 코어에 함께 감겨 있고 1차 코일과 2차 코일의 감긴 수의 비로 전압을 얻어 내지요. 무선전력전송은 이 1차 코일과 2차 코일을 공간상에서 기술적으로 분리시켜 둔 것이라고 생각하면 됩니다. 이렇게 분리시켜 두면 가정에서 이용하는 60Hz 전기는 거의 전달이 되지 않습니다. 그래서 공간을 통해 전달이 잘 되는 수십 kHz 이상의 주파수로 바꾸어 주어야 하지요. 여기에 이용하는 장치가 인버터라는 것인데, 과거에는 인버터에 이용하는 반도체 소자들의 성능이 크게 좋지 못했습니다. 요즘은 모든 형광등에 다 들어가 있고 모든 어댑터에 다 들어가 있어서 그 수요가 매우 많지요. 무선 전력전송을 꿈꾸게 하는 것도 바로 이러한 소자 기술의 발달이 큰 동기입니다. 전력 전송에서 가장 큰 기술적 숙제는 전송 효율 증대입니다. 60Hz 상용전원의 경우 변압기를 이용하여 전송할 경우에도 90% 초반대의 효율을 얻습니다. 무선으로 할 경우 10%도 효율을 얻을

수 없지요. 주파수를 높이고, 회로 구성 방식을 개선하여 최근에는 무선으로도 1~2cm 거리에서 80% 이상 효율을 내고 있지요. 상용화가 본격화 되는 시점이 된 것입니다. 이제는 좀 더 거리를 늘릴 수 있는 기술 개발이 경쟁하고 있지요. 여기에서 고려되는 것이 공진코일을 이용하는 기술이지요. 소리굽쇠를 멀리 이격해 두고 한쪽 소리굽쇠를 두드리면 떨어져 있는 소리굽쇠도 함께 울리는 현상을 전기적으로 이용한 것이지요. 1m 거리에서 60% 이상의 전력 전송 효율을 보이고 있어서 조금 더 기술이 개발된다면 충분히 상용화가 가능할 것으로 보입니다. 그 외에도 높은 전파를 이용하여 고이득 안테나를 이용하여 수 km의 원거리 전력 전송을 이용하는 사례는 세계 여러 곳에서 있지만, 도서벽지 지역 등 특수 상황에서만 고려되고 있습니다. 우주 태양광 발전 계획에서는 우주에서 발전된 전력을 지구에 전송하는데 이 기술을 적용하여 개발하고 있지요. 또한 전기 에너지를 광에너지로 바꾸어서 무선으로 보내는 방식도 이미 많은 실험들이 이루어지고 있습니다. 무인항공기 비행 시간을 늘려주기 위한 시도에서 성공적인 결과를 보이고 있으나 아직은 전송효율이 낮아 상용화까지는 시간이 필요할 것으로 보입니다.

## Q3 무선전력전송 기술도 표준화가 필요한지요?

현대 산업에 있어서 표준화가 필요하지 않은 분야는 없지요. 농촌에서 생산되는 굴이나 감자의 크기를 나타내는 호칭도 표준화 되어 있으며 물병과 음료수병의 마개도 표준화가 되어 있지요. 당연히 무선 전력전송에서도 많은 표준화가 필요합니다. 우선 전력을 공급하

는 방식이 표준화되어야 합니다. 매우 근거리의 비접촉식 충전기의 경우 원거리 충전기와 호환되지 않습니다. 따라서 기술 방식별로 분리해서 표준화를 추진해야 하지요. 각각의 기술방식 내에서도 A사 충전기에 B사 배터리가 충전될 수 있어야 하지요. 전력 전송 효율을 높

이기 위한 기술방식들에 대해 많은 회사와 연구소가 개별 특허들을 갖게는 수천 개를 보유하고 있기에 표준화가 매우 어렵지만 표준화하지 않으면 선을 없애는 대신에 충전기들만 잔뜩 쌓아두는 사태가 벌어져서 소비자에게 또 다른 고통을 안겨 주게 됩니다. 처음에는 생산자에게 이익이 되는 것처럼 보이겠지만 궁극적으로 그 사회적 비용은 생산자에게도 큰 진통이 될 수 밖에 없습니다. 다음으로 전력전송을 제어하는 통신 채널과

프로토콜의 표준화입니다. 전력전송 제어에 자기장 통신, 지그비통신, 블루투스 통신, 기타 소출력 무선통신 등 다양한 방식의 통신 채널이 이용되고 있습니다. 가급적 한 가지 종류의 충전기는 한 가지 통신채널과 프로토콜을 이용하여야 상호 호환이 됩니다. 앞으로 넘어야 할 산이 많은데 산업체는 조기 시장 선점만을 목표로 치열한 경쟁을 하고 있어서 매우 우려스러운 상황입니다.

## Q4 언제쯤 소비자들이 무선 충전기를 이용할 수 있을까요? 또 산업 전망은 어떤가요?

일부이긴 하지만 이미 소비자들 손에 무선충전기들이 들려 있지요. 다수의 전동칫솔들이 시중에 판매되고 있고 일부 휴대폰 충전기도 유통되고 있습니다. 아직은 초기 단계라 전자제품 자체가 유선 충전 방식으로 되어 있는 것을 무선으로 억지스럽게 만들었기에 소비자의 불편을 크게 줄여주지 못하고 있지만, 전자제품 자체가 무선 충전 방식으로 설계되고 있기에 내년 하반기부터는 매우 폭발적인 확산이 예상됩니다. 가장 먼저 MP3, 휴대폰 배터리 충전기가 예상되는데, 2~3년 내에 거의 국민 1인당 1대 정도의 충전기 시장이 형성될 것입니다. 기존의 브라운관 TV가 PDP/LCD/LED 모니터로 대체되는데 10년이 걸리고 기존의 필름 방식 카메라가 디지털로 대체되는데 5년 남짓 걸렸습니다. 모두는 아니지만 무선충전기가 기존의 어댑터를 대체하는 것은 3년 정도면 충분할 것 같습니다. 소형 충전기가 대체되는 동안 중형 충전기들의 개발이 완료될 것이고, 그 파급효과는 어마어마할 것입니다. 모든 모니터들과 로봇들이 무선 전력공급으로 대체될 수 있을 것이고, 많은 전구들이 LED 조명으로 바뀌면서 동시에 무선방식이 채택되어 갈 것입니다. 국민 1인당 1대가 아니라 국민 1인당 10대 이상의 규모로 성장

하게 되겠지요. 대형 무선 전력전송 시스템들은 사회적 인프라 수준이 될 것입니다. 온라인 전기자동차는 구현상 애로가 많겠지만, 그 기술을 이용한 자동차 충전 시스템 시장은 엄청납니다. 저는 자동차 주유소에 자동차 배터리 충전소를 함께 운영하는 현 상황이 매우 당혹스럽습니다. 전기가 있는 곳에서는 그 접점에서의 스파크 현상이 필연적이고 이러한 스파크는 여름날 휘발유 가스를 발화시키는 원인이 될 수 있기 때문입니다. 자동차 배터리 충전은 매우 시간이 걸리기에 배터리 교체 방식이 고려되고 있지요. 하지만 미래에는 배터리와 충전 시스템의 기술 개발로 속성 충전이 가능하게 될 것입니다. 휴게소의 모든 주차장에 무선충전 인프라가 깔리고 그 위에 주차한 자동차들을 충전할 수 있을 것입니다. 가가호호 아파트단지 주차장까지 그 인프라는 매우 광범위하게 고려될 수 있습니다. 이러한 충전 시스템도 자동차 1대 1충전 시스템 이상으로 확산될 수밖에 없습니다.

시장 규모는 산출 요소에 따라 달라지므로 말씀드리지 못하지만 이러한 현상이 세계적이라고 하면 그 규모가 엄청나겠지요. 상상에 맡기겠습니다.

## Q5 무선충전기가 개발되면 언제쯤 시험인증은 받을 수 있나요?

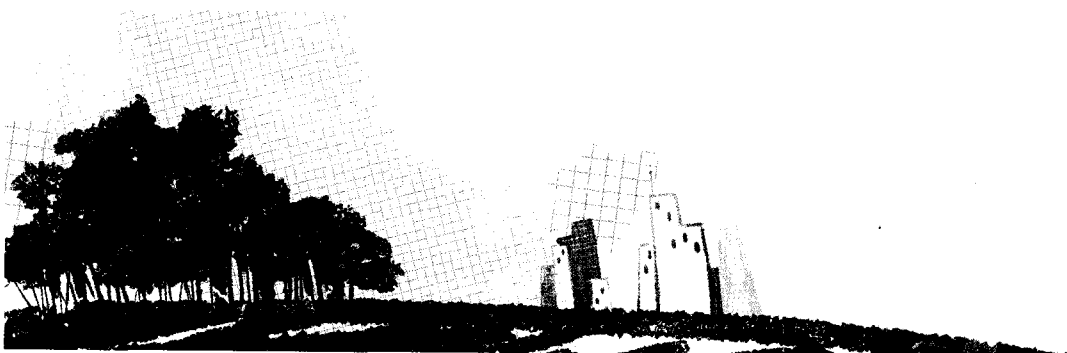
무선충전기는 지금도 시험인증을 받아가고 있습니다. 다수의 전동칫솔들이 시중에 판매되고 있고 일부 휴대폰 충전기도 시험인증을 받고 시중에 유통되고 있지요. 이러한 제품이 인증을 받는 것은 현재의 법적 테두리 내에서의 인증입니다. 일단 제품의 시험결과 전자파적합등록 기준에 적합하면 다른 인증이 됩니다. 이 말은 무선전력전송에서 사용하는 기본 주파수에서 나오는 출력도 전자파적합등록에 적합해야 한다는 말입니다. 전자파 적합등록 기준 중 전자파장해방지 기준은 무선통신에 혼신을 주지 않을 정도로 매우 약한 전자파만을 허용하는 것입니다. 무선전력전송 과정에서 외부로 누설되는 전자파가 이 기준에 적합하다고 한다면 바로 옆에서 다른 무선통신기기를 운용하여도 지장을 받지 않는다는 의미입니다.

하지만, 일부 무선전력 전송 시스템은 그 기본파의 누설전력이 전자파적합등록 기준을 초과하고 있으며 이러한 시스템은 현재의 법 테두리 내에서 시험인증이 불가능합니다. 그런데 그 기본파 주파수로 주파수분배표에서 정한 전파응용설비(산업의료과학 응용설비, ISM기기)용 주파수를 이용한다면, 50W 이하의 제품에 대해 시험인증을 받을 수 있습니다. 이 경우에는 기본파 주파수 외의 주파수에서는 전자파적합등록기준에 적합하여야 하고, 기본파 주파수에서는 전자파인체

보호기준에 적합해야 합니다.

일부 무선 충전기는 전력 전송 제어를 위한 무선통신 기능이 포함되어 있습니다. 이러한 무선통신 기능에 대해서는 추가로 시험하여 전파법에서 정하는 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국의 무선기기 기준에 적합할 경우 해당 규정에 따라 적합등록을 하고 바로 유통이 가능합니다.

이상은 국가 시험인증에 대한 사항이었고, 다음으로 는 상호 호환성에 대한 표준 시험인증 절차를 가져야 합니다. 아직은 산업계에서 특허와 기술 우위 확보를 위해 이러한 절차 논의를 주저하고 있습니다만 이왕이면 조금 더 빠른 시기에 이러한 논의가 확고히 되었으면 하는 바람입니다. 12월 5일 창립된 무선전력전송 포럼을 통해서 강력하게 추진되는 방법이 가장 바람직하고, 만약 이러한 논의가 지지부진하다면 소비자단체 등이 나서서라도 이러한 인증 절차를 갖도록 해야 할 것입니다. 업체 간의 상호 경쟁이 잠시 경제 활성화와 산업체 기술개발 경쟁력 강화에 도움이 되겠지만, 궁극적으로 이중삼중의 자원낭비와 환경훼손을 초래하는 것이므로 좀 더 성숙한 자세가 필요합니다. TTA에서 휴대폰 충전기 커넥터 인증을 하고 있는 것처럼 무선충전기도 반드시 유사한 인증 절차를 확보하여야 합니다.



## Q6 무선전력전송 활성화를 위해 바람직한 정책 방향은?

국가의 정책 방향은 명확합니다. 모든 제도와 정책의 목적은 공공복리 증진입니다. 이를 위해 국방도 필요한 것이고 외교도 필요한 것이고 산업 경쟁력도 필요한 것입니다. 국가가 최우선적으로 고려해야 할 사항은 산업체의 기술 경쟁력이 외국에 종속되지 않을 수 있도록 토양을 만들어내는 한편, 국민들의 건강과 재산에 피해를 주지 않을 수 있는 조건을 충족시켜야 합니다. FTA에 의해 관세 장벽이 철폐되고 WTO/TBT에 의해 기술장벽이 철폐된 지금의 시점에서는 국가가 나서서 자체 기술을 개발하겠다고 할 수 있는 상황은 아닙니다. 국가는 자국에서 어떻게 산업이 활성화될 수 있겠는가에 초점을 맞추어야 합니다. 우선 우리나라는 소자나 핵심 기술 분야에서 다소 뒤지기도 하지만 핵심기술과 소자를 이용한 응용 시스템을 개발하여 수출할 수 있는 기반을 조성해 주어야 합니다. 무선전력전송포럼이 그 일익을 담당할 수 있을 것입니다.

구체적인 정책을 고려한다면 우리나라를 무선전력전송 시스템 테스트베드 시장으로 조성하는 것입니다. 먼저 현재의 제도 내에서 가능한 ISM 주파수 대역의 이용 조건을 조속히 제공하여 시험인증을 돕는 것입니다. 이를 위해 국립전파연구원은 금년 중 무선전력전송시스템의 전자파인체보호기준 적합성 평가 방법을 전자파강도 측정기준에 포함시켜 무선전력 전송 시스템의 보급을 지원할 계획으로 있습니다.

다음으로 ISM 주파수 대역이 아닌 주파수 대역의 이용 문제인데, 우리나라가 세계 최초로 한시적으로나마 20kHz대 주파수 이용을 허용하고 있습니다. 당해 주파수 이용이 미치는 국민의 건강 영향, 주변 기기의 혼신 영향 등을 조속히 검증하고, 그 평가 방법을 명확하게 하여 산업체의 제품개발을 지원하여야 할 것입니다. 이후 세계적인 주파수 이용 표준화를 선도하여 우리나라 산업의 세계시장 진출을 지원하게 될 것입니다.

## Q7 마지막으로 독자들에게 남기고 싶은 말씀은?

무선전력전송 시스템은 우리 모두가 바라는 꿈이 아니고 우리 곁에 있는 현실입니다. 우리 정부와 표준화단체 및 산업체가 기술개발, 표준개발, 정책개발을 함께 한다면 휴대폰에 이어 분명 세계를 선도하는 또 하나의

국가 브랜드가 될 것입니다.

많은 엔지니어가 이 분야의 기술개발과 응용 분야 연구에 함께 동참하여 새로운 기회를 창출했으면 합니다.

