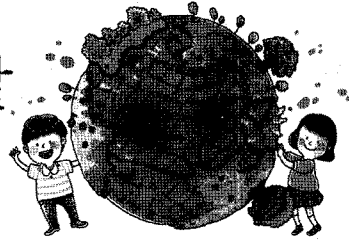


Environmental Special Edition

저탄소 녹색성장을 위한 녹색산업&기술, 무엇이 있을까?

미래형 도시, 꿈꾸는 탄소 제로도시 개발



도시 생활과 관련된 교통·주택부문의 온실가스 배출량은 43%를 차지하고 있어 도시에서의 온실가스 저감대책 마련이 시급하며, 저탄소 녹색성장의 시대적 요구에 따라 기후변화 위기에 적극적으로 대응할 수 있는 저탄소 녹색도시 조성이 필요한 실정이다.

‘저탄소 녹색도시’는 지구온난화 등 기후변화의 주요 원인인 이산화탄소의 배출을 획기적으로 감축하고, 지속가능한 도시기능을 확충하면서 자연과 공생하는 도시를 말한다. 최근의 ‘저탄소 녹색도시’는 기존의 녹색도시와 또 다른 양상을 보이고 있다. 자원순환과 신재생에너지원의 도입을 주장하고, 탄소상쇄를 위한 에너지 및 자원절감 전략을 중요시 하고 있다. 선진국에서는 이미 주거단지내 소비되는 난방과 전력은 단지내에서 생산되는 신재생에너지를 활용하고 있으며, 모든 주택의 지붕위에 태양광 패널을 설치하고 단지 내 열병합 자가발전소에서 산업폐기물을 소각하여 에너지를 생산함으로써 제로 에너지(Zero Energy)를 실현하고 있다. 선진국 뿐 아니라 전 세계의 이목이 ‘저탄소 녹색도시’에 집중되고 있으며 저탄소 녹색도시를 조성해야 하는 것은 선택이 아닌 의무가 되고 있다. 우리나라도 2020년 그린홈 100만호 보급을 목표로 주택분야 보급가능 신재생 에너지원을 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등으로 다양화하여 안정적 보급 기반을 확보해 가고 있다.

녹색도시를 조성하기 위해서는 저탄소 주택, 저탄소 에너지, 녹색교통, 생태녹지, 물 및 자원순환 등 핵심요소들의 적용방안이 검토되어야 한다. 이에 본지에서는 「저탄소 녹색도시의 해외사례와 국내 적용방향」, 「그린홈 100만호 보급사업 그간 성과와 발전방향」, 「온라인 전지자동차의 기술개발 동향」 내용에 대하여 살펴보고자 한다.

〈편집부〉

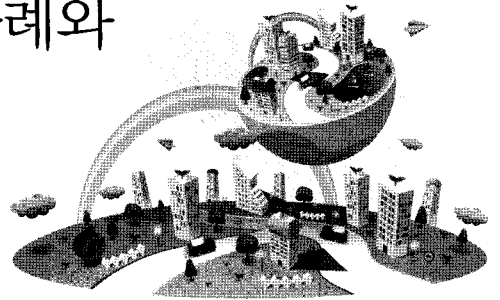
글 쓰는 순서

Part 1 저탄소 녹색도시의 해외사례와 국내 적용방향(왕광익 _ 국토연구원 책임연구원)

Part 2 그린홈 100만호 보급사업 그간 성과와 발전방향(남기웅 _ 에너지관리공단 신재생에너지보급확산실장)

Part 3 온라인 전지자동차의 기술개발 동향(왕광익 _ KAIST 온라인전지자동차사업단 단장)

의식주 전반을 바꾸는 생활혁명이자 녹색혁명 '저탄소 녹색도시'의 해외사례와 국내적용 방향



우리나라의 에너지 및
자원소비 절감을 통한 저탄소 녹색도시 조성을
위해서는 정책·제도적 지원과
도시계획 및 관련기술 측면에서의 구체적인
방안의 설정이 필요하다.

첫째, 신·재생에너지 확대를 위한
녹색기술 개발 및 보급을 위한 정책 마련과
지원이 필요하다.

둘째, 도시에의 적용을 위해 다양한 도시계획,
설계기법에 대한 기초연구가 필요하다.

아울러 우리나라 도시의 특성 및 실정에 맞는
도시공간구조, 교통등의 부문별 도시계획,
설계기법에 대한 기초연구가 필요하다.

머리말

선진국에서는 국가 및 도시 차원에서 '환경
(Green)'과 '성장(Growth)'의 두 마리 토끼를
잡는 녹색성장(Green Growth)이라는 성장패
러다임을 설정하고 있다. 즉, 에너지·환경관련
분야에서 미래 산업과 신기술 발굴, 기존 산업
과의 융복합을 통한 신성장동력 창출, 이 과정
에서 새로운 일자리를 창출하는 등 경제성장
패러다임을 '환경친화적'으로 전환하였다.

우리나라도 세계적 흐름과 발맞춰, 녹색성장은
온실가스와 환경오염을 줄이는 지속가능한 성장
이고, 녹색기술과 청정에너지로 신성장동력과
일자리를 창출하는 신국가발전 패러다임을
천명하고 있다. 저탄소 녹색도시는 지구온난화 등
기후변화의 주요 원인인 이산화탄소의 배출을
획기적으로 감축하고(저탄소), 지속가능한 도시
기능을 확충하면서 자연과 공생하는(녹색, 생태)
도시를 말하며, 의식주 전반을 바꾸는 생활혁명
이자 문화혁명이다. 이는 에너지·환경과 관련된
원천기술을 확보하여 경제적 이익을 창출하고,
탄소를 배출하지 않는 도시구조를 형성하여
일자리 창출과 소득향상에 기여하는 것을 목적
으로 하고 있다.

최근의 저탄소 녹색도시시는 기존의 녹색도시와
또 다른 양상을 보인다. 저탄소 녹색도시시는 에
너지 자립을 통한 저탄소사회 실현을 목표로
한다. 즉 자원순환과 재생에너지원의 도입을
주장하고, 탄소상쇄를 위한 에너지 및 자원절감

왕 광 익 | 국토연구원 녹색국토·도시연구본부 책임연구원

동경대학(東京大學) 대학원 공학계연구과 도시공학박사

뉴욕 주립대학 Albany 지역계획석사

(주)동명기술공단 건설교통부 국립건설시험소 대한주택공사 주택도시연구원 등 근무

tel.031-380-0264 | kiwang@krihs.re.kr

전략을 중요시 한다. 이러한 배경에서 해외의 대표적인 녹색도시 조성 사례를 검토하여 우리나라 저탄소 녹색도시 조성에 적용할 수 있는 도시계획 차원에서의 에너지 및 자원절감 방향을 제시하고자 한다.

저탄소 녹색도시의 해외사례

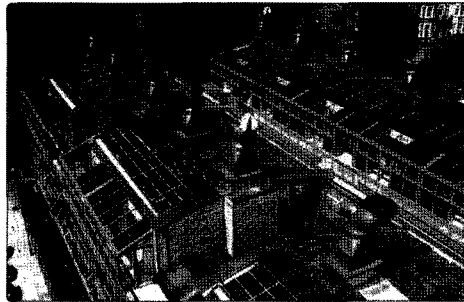
현재 많은 해외 선진도시들이 저탄소 녹색도시를 표방하거나 새롭게 조성되고 있다. 여기서는 지구환경문제인 기후변화에 대응한 가장 대표적인 녹색도시인 영국의 베드제드(BedZED), 독일의 림(Riem), 스웨덴의 함마르비(Hammarby), 아랍에미리트의 마스다르(Masdar)의 사례를 소개한다.

* 영국의 저탄소 녹색도시, '베드제드'

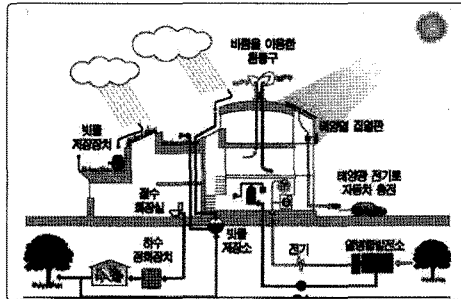
영국 런던의 남부 왈링톤(Wallington)에 위치한 베드제드는 1만 6,500㎡ 규모의 100세대를 수용하는 주거, 업무, 상업 복합단지다. 과거 오물처리장이던 토지를 석탄과 석유, 가스 등 화석에너지를 사용하지 않도록 2001년에 조성된 녹색도시다. 탄소제로 주거단지 개발을 목적으로 소비되는 난방과 전력은 단지 내에서 생산되는 신·재생에너지를 활용하고 있다. 모든 주택의 지붕위에 태양광 패널을 설치하였고, 단지 내 열병합 자가발전소에서 산업폐기물(목재)을 소각하여 에너지를 생산함으로써 제로 에너지(Zero Energy)에 도전하고 있다.

베드제드는 에너지 효율성 제고, 절수 및 재활용성 증진, 탄소 저배출 교통수단 활용의 세 가지 계획기법을 적용하여 설계되었다. 우선 에너지 효율성 제고를 위해 주택의 난방수요가 일반 주택의 1/10 수준이 되도록 설계하였으며, 굴뚝과 슈퍼단열재를 사용하여 열손실을 최소화하였다. 또한 주거를 남향 배치하는 등 태양에너지 이용을 극대화하고자 하였다. 다음으로 빗물과 우수를 활용하며, 절수기기 및 에너지 고효율 제품을 사용하는 등 절수 및 재활용성

증진에 노력하였다. 마지막으로 보행자와 자전거 통행자, 전기 또는 액화석유가스 차량 등 탄소 저배출 교통수단에 우선권을 부여하였고, 대중교통 이용을 극대화하고자 하였다. 렌터카 개념의 공동차량제도(City Car Club) 및 카풀제(Car Pool)를 도입하여 주민들의 교류와 공동체 형성에도 기여하였다.



〈 그림 1 〉 베드제드 태양광 도입사례

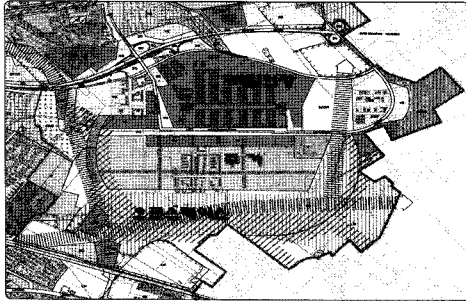


〈 그림 2 〉 베드제드 주택에너지관리시스템

* 독일의 저탄소 녹색도시, '림'

뮌헨 도심에서 동쪽으로 약 7km에 위치한 림은 이전된 뮌헨공항의 생태적인 개발과 경제적인 부흥을 목표로 2013년까지 계획인구 16,000명을 위한 거주공간을 마련할 예정이다. 1990년 기본계획 수립 후 환경영향 평가를 비롯해 충분한 사전조사와 연구를 바탕으로 장기간에 걸쳐 공들이고 있는 계획이다. 뮌헨 무역박람회 개최 장소 확보와 도시지역 내 주거/상업/산업/여가 공간을 확충하고자 Compact형 도시개발, 생태도시 건설이념에 입각한 주거환경 형성, 친환경적이고 지속가능한 도시개발모델 실현 등을 구상하였다. 림에서는 다음과 같은 계획 기법을 적용하고 있다. ① 주거지역, 업무단지,

오픈스페이스를 각각 지구의 1/3씩 조성하는 One-Third Solution에 의한 복합용도·고밀도 계획, ② 전체 개발면적의 49%를 녹지로 조성하는 오픈스페이스 계획, ③ 바람길 형성, 우수 활용 및 폐기물 재활용 등 에너지 효율화 계획, ④ 녹색교통수단의 장려와 활성화하는 녹색교통계획이다.

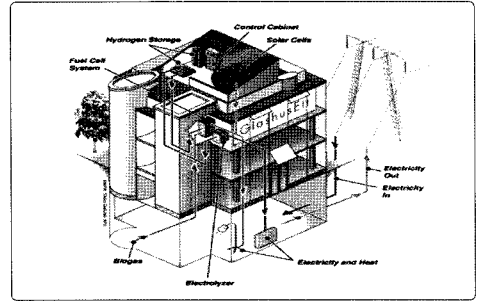


〈 그림 3 〉 림 도시공간구조

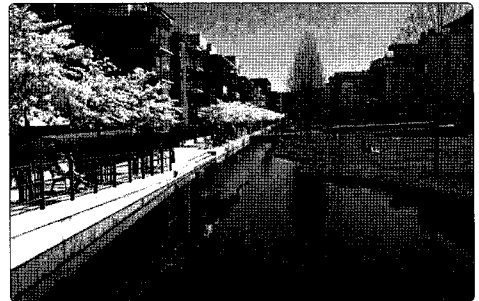


〈 그림 4 〉 바람길 형성을 위한 단지배치

확보를 통해 물과 에너지의 순환을 도모한다. 경전철과 수상교통수단, 자전거도로 등 확충과 승용차 주차공간축소 정책을 통해 녹색교통수단 중심의 도시를 형성하고 있다. 함마르비는 친수·자원순환형의 생태친화적, 에너지 절약형의 세계적인 녹색도시모델로 건설되어 30~40%의 에너지 절감을 달성하고 있다.



〈 그림 5 〉 함마르비 주택에너지관리시스템



〈 그림 6 〉 함마르비 단지배치 특성

*** 스웨덴의 저탄소 녹색도시, ‘함마르비’**

함마르비는 스톡홀름 외곽의 공업지역으로 1차 세계대전 이후 발틱해와 연결된 지정학적 이유로 급속한 산업화가 진행되었으나 제조업 쇠퇴와 설비노후화로 산업기능을 상실하면서 도시기능이 쇠퇴하였다. 1992년 스웨덴의 경제 호황에 의한 스톡홀름의 주택수요를 충족시키기 위해 함마르비 호수 주변 지역을 친수·자원 순환형 생태친화적인 계획도시로 건설함으로써 세계적인 수변녹색도시로 알려지게 되었다.

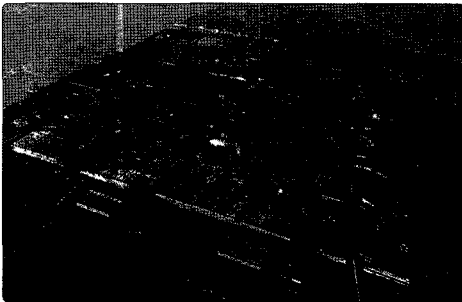
그 이유가 바로 함마르비 개발모델에 있다. 수변공간과 녹지축을 이용하여 주거단지를 구성하고, 자체 하수처리시설과 폐기물 소각시설

*** 아랍에미리트의 저탄소 녹색도시, ‘마스다르’**

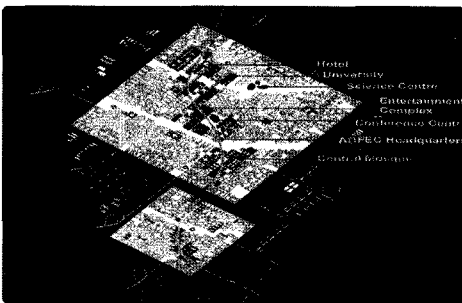
마스다르는 아랍에미리트의 수도인 아부다비에서 약 30km 떨어진 해안에 위치하며 면적은 6km²로 2016년까지 약 9만 인구로 조성되는 녹색도시이다. 아직 완전한 모습을 드러내지 않았지만 세계적 관심 속에서 벌써부터 벤치마킹 대상이 되고 있는 세계 최초의 무탄소 도시이다.

마스다르시의 에너지 소비량은 비슷한 크기의 다른 도시에 비해 20% 밖에 되지 않는다. 태양광 발전단지를 조성하여 전력의 대부분을 공급하고, 건물 곳곳에 풍력터빈을 달아 전력생산 외에 천연 에어컨 역할까지 하도록 설계하는 등

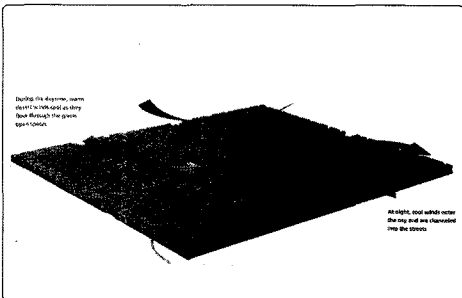
기온이 높고 바람이 많은 지역특색을 활용하려는 노력 때문이다. 또한 쓰레기의 대부분을 퇴비나 연료로 재이용해 '쓰레기 배출 제로'를 달성할 계획이다. 특히, 마스다르는 7m 콘크리트 기둥 위에 세워져 기둥 위는 보행도로를 위주로 한 녹색지대가, 기둥 아래엔 자기부상열차 등 자동화운송수단이 움직이는 통로로 이용될 것이다. 단거리 이동시에는 자전거와 전기로 움직이는 세그웨이(Segway)를 도입하는 등 에너지 절약형 교통시스템을 구축할 계획이다.



〈 그림 7 〉 마스다르 전경



〈 그림 8 〉 마스다르 에너지절약 공간배치



〈 그림 9 〉 마스다르 바람길 조성

저탄소 녹색도시를 위한 고려사항

가장 대표적인 4개의 해외사례를 살펴본 결과,

신·재생에너지의 도입과 보급이 활성화되고 있었다. 태양광, 바이오연료 등의 신·재생에너지의 도입 및 활성화를 위한 정책목표와 계획 기법이 마련되어 있었으며, 이를 직접 도시에 적용함으로써 효과적인 저탄소 녹색도시가 조성되고 있었다. 우리나라 저탄소 녹색도시를 위한 시사점은 다음과 같다.

첫째, 저탄소 녹색도시는 온실가스 감축목표 달성을 위해 구체적인 탄소배출 저감 방안이 필요하다. 최근 우리 정부는 온실가스 감축 목표치를 2020년 온실가스 배출량을 현재의 에너지 소비구조를 유지할 경우 나올 것으로 예상되는 배출량에 비해 30% 줄이기로 확정했다. 이는 가장 강도 높은 수준으로 목표달성과 국제사회 기여를 위해서는 에너지 소비 효율화, 녹색교통 수단 도입 등 구체적인 방안 설정이 요구된다. 탄소배출제로를 선언한 마스다르는 물론이고, 기존보다 최소 30% 이상 온실가스 감축을 추구하는 앞의 대표사례들을 참고할 필요가 있다.

둘째, 저탄소 녹색도시의 녹색기술을 개발하고, 이를 적극적으로 적용하여야 한다. 저탄소 녹색기술은 복합적인 압축도시에서부터 녹색교통, 신재생에너지에 이르기까지 다양하다. 특히, 100%의 신재생에너지를 이용하는 마스다르, 지열을 이용한 립, 쓰레기 연소를 통해 에너지를 생산하는 함마르비, 모든 건물 위에 태양열 전지판을 설치하여 청정에너지를 생산하는 베드 제드 등의 다양한 신재생에너지 활용 사례를 참고할 만하다.

셋째, 저탄소 녹색도시의 신성장동력 창출의 모델로 건설되어야 한다. 통상 녹색도시의 온실가스 감축을 목표로 하는 친환경 녹색도시로 추구되는 게 일반적이다. 그러나 마스다르는 이와 달리 녹색기술을 개발하고 실험하여 저탄소 녹색기술이 화석연료를 대체할 미래 경제성장을 이끌어 나갈 기술(신재생에너지, 녹색건축, 녹색교통 등)이라 인식하여 녹색도시를 건설

하고 있다. 자원이 부족한 우리나라 역시 미래의 성장동력인 비즈니스 모델 차원에서 저탄소 녹색도시가 추구되어야 한다.

정리하면, 저탄소 녹색도시는 온실가스 감축 목표 달성을 위해 적극적인 저탄소 녹색기술을 개발하고 적용하는 신성장동력 창출 모델로 구축되어야 한다는 것이다.

선진국만의 논의가 아닌

전 세계의 이목이

‘저탄소 녹색도시’에 집중되고
이들이 경쟁력을 확보하기 위해
노력하고 있는 만큼,
우리나라만의 특화된 전략을
기반으로 저탄소 사회구축을 통한
새로운 지속가능한
경제성장과 발전의 기회를
만들어야 한다.

국내 저탄소 녹색도시 조성 방향

가장 대표적인 4개의 해외사례를 살펴본 결과, 신·재생에너지의 도입과 보급이 활성화되고 있었다. 태양광, 바이오연료 등의 신·재생에너지의 우리나라의 에너지 및 자원소비 절감을 통한 저탄소 녹색도시 조성을 위해서는 정책·제도적 지원과 도시계획 및 관련기술 측면에서의 구체적인 방안의 설정이 필요하다.

우선 정책 및 제도적 측면에서는 크게 두 가지를 제시한다.

첫째, 신·재생에너지 확대를 위한 녹색기술 개발 및 보급을 위한 정책 마련과 지원이 필요하다.

정책목표는 태양광, 바이오연료 등 다양한 신·재생에너지의 도입을 위한 녹색기술 개발과 활성화의 방향이 되어야 한다. 또한 신·재생에너지 도입을 위한 근거법 등 제도적 기반이 마련되어야 하며, 관계 부처간 협력체계 구축과 재정적 지원이 뒤따라야 한다. 도시에의 적용을 위해 다양한 도시계획, 설계기법에 대한 기초연구가 필요하다. 저탄소 녹색도시 조성의 다양한 기법에 대한 지속적인 연구는 실제 도시에의 에너지 및 자원소비 절감 방안 적용과 평가에 바탕이 된다. 또한 우리나라 도시의 특성 및 실정에 맞는 도시공간구조, 교통 등의 부문별 도시계획, 설계기법에 대한 기초연구가 필요하다.

다음으로 우리나라 저탄소 녹색도시 조성을 위해 도시계획 및 관련기술에서의 방안은 네 가지로 살펴볼 수 있다. 첫째, 공간 및 시설의 집약적 토지 이용계획을 도입한다. 직주근접을 고려한 계획과 Compact형 도시공간구조를 통해 에너지 소비를 절감하고, 충분한 녹지공간을 확보함으로써 삶의 질을 높일 수 있다. 또한 바람길 조성 계획 등을 통해 도시의 열섬현상을 완화와 도심 열을 분산하여 냉난방 에너지 수요를 저감할 수 있다.

둘째, 대중교통 및 보행자 중심의 녹색교통체계를 수립한다. BRT(간선급행버스체계), 노면전차 등을 활용한 대중교통체계 활성화와 보행로 및 자전거도로 확충을 통해 녹색교통을 지향하는 것은 교통(수송)부문에 소비되는 자원을 절약할 수 있으며, 도시생활의 건강성 증진에 기여할 수 있다. 또한 화석연료를 사용하는 기존의 교통수단을 첨단 녹색교통수단으로 대체하기 위한 기술개발 및 대체연료 개발도 에너지 및 자원절감을 위한 방안이 된다.

셋째, 신·재생에너지 활용을 통한 에너지 저감 및 재활용 방안을 모색한다. 에너지 절약형 건물을 권장하고, 태양열, 지열 등 신·재생에너지 도입을 통해 에너지 소비 저감을 도모할 수 있다.

우수관리, 중수 재활용 체계 수립, 하수도 자원화, 폐기물 재활용 등 물·자원순환 시스템 구축으로 자원의 재활용 방안이 모색될 필요가 있다. 마지막으로 u-기술을 기반으로 한 U-City 사업과의 연계를 강화할 필요가 있다. 에너지절약형, 자원순환형 저탄소 녹색도시에 첨단 Green-IT 기술을 융합함으로써 저탄소 녹색도시의 통합관리가 가능하다. 이는 도시관리의 효율성을 높이고 특화된 신개념의 저탄소 녹색도시 모델로 향후 우리나라 녹색경쟁력 향상에 기여할 것이다.

하는 것은 선택이 아닌 의무이다. 자원이 부족한 우리나라 현실에서 신·재생에너지 도입을 위한 녹색기술의 개발과 자원순환 시스템 적용 등이 녹색도시가 저탄소 녹색도시일 수 있는 대안이다. 선진국만의 논의가 아닌 전 세계의 이목이 '저탄소 녹색도시'에 집중되고 이들이 경쟁력을 확보하기 위해 노력하고 있는 만큼, 우리나라만의 특화된 전략을 기반으로 저탄소 사회 구축을 통한 새로운 지속가능한 경제성장 과 발전의 기회를 만들어 가야 한다.

맺음말

우리나라는 고도 경제성장을 통해 세계 최빈국에서 G20 국가의 일원으로 부상하였지만, 에너지 다소비형 도시구조로 인한 기후변화 문제에 노출되어 있다. 우리나라는 2013년부터 온실가스 의무감축국에 포함될 가능성이 있다. 이제 우리나라 도시를 저탄소 녹색도시로 조성해야



녹색생활의 실천은 기차를 이용하는 것입니다

기차타고 한강 푸푸푸

한강유역환경청과 함께하는 한강 철도 탐방

출발일자 : 2010년 9월 11일(토), 10월 9일(토)

참가대상 : 한강을 사랑하는 사람 누구나

상품가격 : 19,900원 (대인, 소인)

탐방구간 : 서울역(청량리역) ~ 재천역

탐방내용 : 한강의 역사·문화 체험 및 탐방(정몽문화재단지, 충주호, 도담삼봉)
(한강 이야기, 단양팔경 뱃길체험 등 가족·친구들과 함께 할 수 있는 체험 및 교육 프로그램 운영)

참가신청 : ☎1544-7755 코레일관광개발(주)

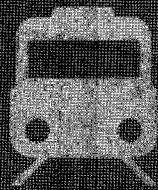
주 최 : 한강유역환경청

주 관 : 환경보전협회 / 코레일관광개발(주)

※자세한 내용은 홈페이지 (<http://me.go.kr/hg>, <http://me.go.kr/hgeco>, <http://www.epa.or.kr>, <http://korailtravel.com>)를 참고하시기 바랍니다.

※일정 및 탐방 내용은 현지 사정에 따라 변경될 수 있습니다.

- 포함내역 : 왕복열차비, 석식비, 여행자보험, 버스연계비 (불포함 : 중식비, 개인경비)
- 탐방지역별 전문해설가가 한강의 생태·문화등을 직접 설명
- 열차내 다채로운 이벤트 진행
- 한강 철도 탐방 프로그램은 수도권 주민들이 낸 몰이용 부담금을 재원으로 한 한강수계관리기금으로 운영되고 있습니다.



한강유역환경청



KEPA 환경보전협회

KORAIL관광사 명동출도출판 1층 출도서비스

KORAIL 코레일관광개발 1544-7755

· 서울역 여행센터 02-3149-3333 · 용산역 여행센터 02-3780-5555

그린에너지산업의 미래 전략산업화를 이루고
수출산업화를 도모하는

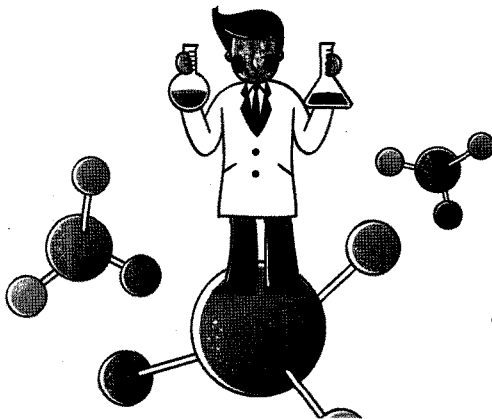
그린홈 100만호 보급사업 그간 성과와 발전방향



이 는 온실가스 감축의무 부담, 국가 안보차원의 신재생에너지 투자필요성, 선진국의 그린에너지산업 성장동력화 추진 등에 따라 과거 제조산업 위주에서 탈피하여 녹색기술과 청정에너지로 새로운 먹거리와 일자리를 창출하여 미래 성장동력원으로 신재생에너지 산업을 발전시키기 위함이다.

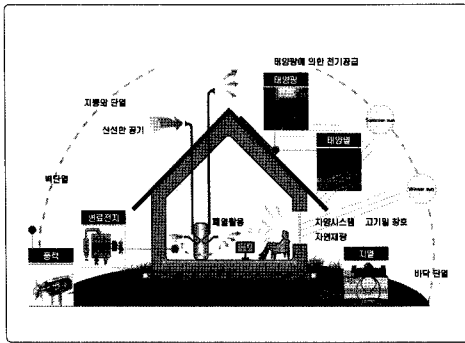
또한 태양광위주의 신재생보급사업에서 탈피하고, 가정부분의 에너지소비절감을 추진하기 위하여 기존 태양광주택 10만호보급사업을 확대 개편하여 '09년부터 '그린홈 100만호보급사업'을 추진한 것이며, 만 2년이 되어 가는 지금 주택분야의 보급가능 신재생에너지원을 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등으로 다양화하고 합리적인 보급제도를 구축하여 주택분야 신재생보급의 안정적 보급기반을 확보하였다.

정부에서는 2008년 8월 15일 대한민국 건국 60주년 기념식에서 “저탄소 녹색성장”을 우리나라의 새로운 국가 비전으로 선포하였고, ‘집집마다 신재생에너지를 쓸 수 있도록 그린홈 100만호 프로젝트를 전개’ 하겠다는 의지를 표명하였다.



남 기 용 | 에너지관리공단 신재생에너지보급확산 실장

에너지관리공단 정보화시스템실장, 총무지원실장, 감사진단지원실장 역임
tel. 031-260-4670 | namkw@kemco.or.kr



〈 그린홈 개념도 〉

즉, 주택유형별, 지역별 특성에 부합하는 신재생에너지원에 대한 보급을 강화하여 태양광중심의 관련산업을 다양한 신재생에너지산업으로 확대하였고 국가적으로 '저탄소 녹색성장'을 정부의 핵심 성장동력으로 설정함에 따른 대국민 인지도 향상으로 보급기반의 조기구축에 크게 기여하였다.

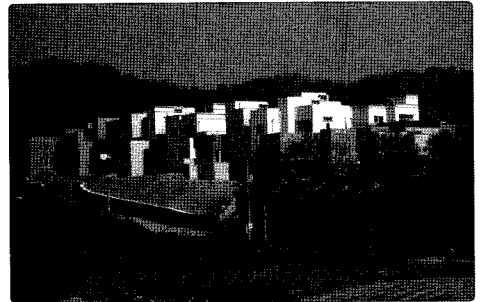
특히, 보급사업 참여 시공업체 선정시 설치예정 제품에 대한 품질평가를 강화하여 소비자에 의해 고품질의 제품이 선택되고 시공될 수 있도록 개선하였으며, 이를 통해 관련 제조업체의 고효율 제품 생산·설치를 유도하여 국내산업 육성에 기여하였다.

이에 그간 수행된 보급활성화 노력을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 주택분야 전기요금체계 개선을 통한 지열주택 보급을 시작하였다.

지열설비 적용시 누진제를 적용받지 않는 일반용 전기요금체계를 적용함으로써 냉·난방용 지열설비에 소비되는 전기요금 부담감소로 주택분야의 지열설비 보급을 최초로 시작하였다. 보급활성화를 위해 주택용 지열설치단가를 별도 산정하고 지중 열전도도 측정을 완화시켜 보급추진 과정상의 장애요인을 해소하였으며, 지열이용검토서 간소화 등을 통해 기존

11단계의 사업추진절차를 6단계로 대폭 축소하여 평균 1건당 19일의 처리기간을 단축시켜 업무효율성을 높였다.

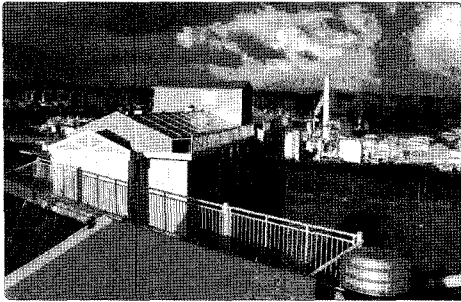


〈 지열도입 주택 전경 〉

둘째, 공동체 단위의 신재생에너지설비 대량 보급 활성화에 기여하였다.

녹색마을 조성을 위해 마을 단위의 그린빌리지(Green Village) 보급 정책을 통해 '09년 19개마을(248가구)의 그린빌리지 조성을 완료하였다. 또한 공동주택(APT)에 대한 보급활성화 노력으로 공동주택 대상 태양열 보급모델 구현을 통해 태양열보급이 전무한 공동주택(APT)에 태양열설비를 적용하고 대규모 태양열보급 기반을 구축하였다.





〈 그린빌리지 및 공동주택(태양열 전경) 〉



〈 그린홈 제로하우스 내·외부 전경 〉

셋째, 지자체 연계를 통한 사업추진으로 업무 효율성을 제고하였다. 지자체를 통한 사업발굴을 강화하여 그린홈에 대한 수요를 지속적으로 확대시켰으며, 정부보조금외 지자체의 추가적인 지원을 통하여 소비자 자부담 감소를 유도하여 양호한 경제성 확보로 소비자 만족도를 높였다.

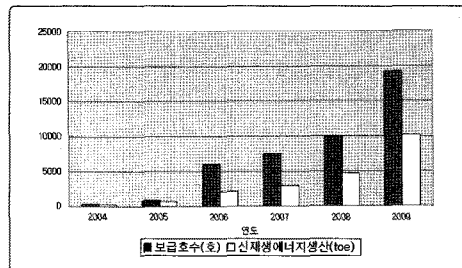
마지막으로, 대국민 체험의 장으로 '그린홈 제로하우스' 모델하우스 건립하였다. 그린홈에 대한 대국민 이해도를 제고하고 홍보거점화를 위해 국민들이 신재생 에너지를 체험할 수 있는 그린홈 모델하우스를 건립하고 외부 화석연료의 도움이 없이 생활할 수 있는 제로에너지하우스를 구현하였다. 또한 건립과정에서 신재생 에너지 업계의 자발적인 참여를 통해 건립 의미를 극대화하였다.



상기의 노력을 통해 지금까지 전국적으로 약 44천호 이상의 그린홈보급을 달성하였으며, 이를 통해 약 21천toe의 신재생에너지를 생산하였다. 이는 어린소나무 2,280만 그루의 이산화탄소 대체효과로 약 63천tCO₂의 이산화탄소를 저감 가능한 효과에 해당되는 것이다.

〈 그린홈 보급실적('04~'09) 〉

구분	2004	2005	2006	2007	2008	2009
보급호수(호)	310	907	5,964	7,467	10,021	19,224
신재생에너지 생산량(toe)	225	688	2,142	2,932	4,687	10,157



이러한 성과를 기반으로 '20년 그린홈 100만호 보급목표를 달성하고 보급확대를 극대화하기 위해서는 관련 기술 및 산업의 활성화를 통해 자생적인 신재생에너지 시장을 육성시켜 나가는 것이 중요하다.

이를 위해서 지자체와의 연계를 더욱 강화하여 그린홈 100만호보급사업 물량을 지자체의 수요조사로 조기에 확보하고 설치효과가 뛰어난

지역에 대한 집중적인 지원을 통한 설치단가 하락을 유도하여 소비자, 시공업체, 지자체 모두가 혜택을 볼수 있도록 할 예정이다.

또한 품질평가를 보다 체계화하여 우량 시공업체의 선정을 유도하고 고품질의 제품이 설치되어 신재생에너지 생산 잠재량을 극대화 함은 물론 고품질제품 개발에 더욱 박차를 가하도록 하여 국내 관련산업이 세계일류 기업이 될 수 있도록 적극 지원할 예정이다.

특히, 태양광중심의 육성정책을 벗어나 태양열, 지열, 연료전지 등에 대한 지원을 강화하여 국내 부품 및 제조업체, 시공업체 등의 가치사슬(Value Chain)화를 가속화 시켜 미래 신성장 동력축으로 육성함은 물론 수출산업화를 도모할 예정이다.

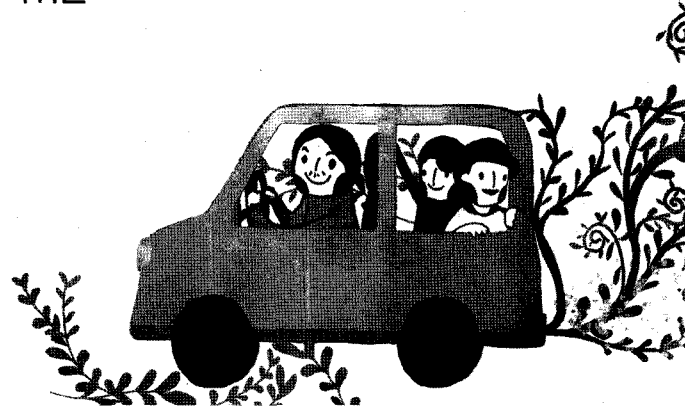
즉, 보급사업 초기연도의 성과를 바탕으로 보다 효율적인 보급시스템으로 재정비하고 사업을 내실화하는 과정을 통해 양적인 성장뿐만 아니라 질적인 성장을 추진할 예정이며, 이를 통해 2020년 그린홈 100만호보급목표 및 신재생에너지 보급목표의 조기달성과 그린에너지산업의 미래 전략산업화를 이루고자 한다.



주택유형별, 지역별 특성에 부합하는 신재생에너지원에 대한 보급을 강화하여 태양광중심의 관련산업을 다양한 신재생에너지산업으로 확대하였고 국가적으로 ‘저탄소 녹색성장’을 정부의 핵심 성장동력으로 설정함에 따른 대국민 인지도 향상으로 보급기반의 조기구축에 크게 기여하였다.

명실상부한 글로벌 전기자동차 4대강국의 지위를
선점하겠다는 우리 시장의 미래를 엿보는

온라인 전기자동차의 기술개발 동향



배경

세계 시장규모 연 1.5조 달러, 고용 840만 명에 이르는 자동차 산업은 친환경 에너지 절약형 자동차 위주로 변신하고 있다. 한국의 자동차 산업은 세계 5위권 규모로 국민경제의 10%를 차지하는 주요산업으로, 소재, 설비, 금융, 서비스, 건설 등의 전후방 산업에 미치는 효과가 매우 높다. 세계 각국 정부는 그린카 기술개발, 전기자동차의 구입지원, 탄소가스 배출에 대한 과세, 연비향상 의무화 등의 정책을 적극적으로 채택하고 있으며, 이에 따라 자동차업체들은 친환경 자동차 개발에 경쟁적으로 투자를 하고 있는 상황이다.

최근 일본과 유럽, 중국 등이 속속 미래 자동차 시장의 대안으로서 전기자동차 모델을 내놓고 있는 것도 이러한 이유 때문이다. 특히, 중국은 하이브리드 자동차를 과도기 시장(temporary market)으로 보고 탈석유 정책과도 부합하는 전기자동차 개발을 국가적으로 장려하고 있다.

우리나라 역시 이러한 시대적 추세에 맞추어 2009년 10월 전기자동차 활성화 방안²⁾을 통해 글로벌 자동차시장 위기 이후 우리 자동차산업의 한단계 도약을 위한 모멘텀을 마련하고 녹색성장과 녹색 소비문화를 선도하기 위하여, 차세대 자동차산업의 주요 영역으로 부상할 전기자동차 산업을 육성·강화하기로 결정한 바 있다.

우리나라 자동차업계의 입장에서는 전기자동차 개발 착수가 상대적으로 늦었기에 현재 기술 수준이 다른 주요 자동차 생산국에 비해 낮고 전기자동차 시장에서 상당히 불리한 상황에 처해 있기 때문에 이를 극복하고 전기자동차 시장에서의 경쟁력을 확보하기 위해서는 온라인전기자동차라는 신개념의 전기자동차 개발이 필요하다

조 동 호 | KAIST 전기 및 전자공학과 교수
KAIST 온라인전기자동차사업단 단장

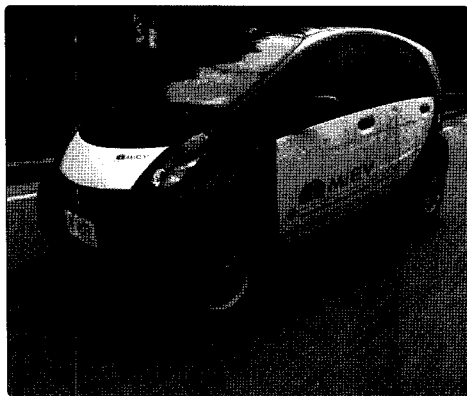
국방부 고위정보화책임관(CIO) 자문위원,
KAIST 전기 및 전자공학과 박사, 서울대학교 전자공학과 학사
tel. 042-350-3467 | dhcho@ee.kaist.ac.kr

필요성

현재까지 개발돼 온 전기자동차는 전력을 배터리에만 의존하기 때문에 배터리의 중량과 부피가 지나치게 크나 용량이 작으며, 비용이 과도하게 증가하는 심각한 문제를 안고 있다.

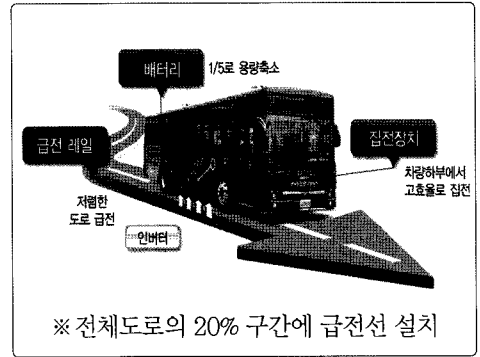
예컨대 미쓰비시의 I-MIEV 차량의 경우에 해당 가격이 398만엔(5~6천만원) 정도인데, 해당 배터리 원가가 250만엔으로 차량가격의 약 2/3 정도가 배터리 관련 비용이다. 또한 1회 충전으로 주행 가능한 거리가 160km 정도로 짧으며, 에어컨이나 히터 등 냉난방 장치를 가동할 경우에는 100km 이내로 주행거리가 단축될 수도 있다.

충전 소요시간에 있어서도 통상 긴급 충전시에도 30분이 소요되며, 배터리의 안전성을 보장하는 수준의 정상 충전시에는 8시간 정도가 소요되어 충전시간이 상용화의 걸림돌이 되고 있다.



〈일본 전기자동차 - I-MIEV 모델〉

결국 위와 같이 순수 배터리 기반의 전기자동차는, 한번 충전으로 주행 가능한 거리에 한계가 있어 도심형 자동차로 용도가 제한되고 있다. 또한, 비싼 배터리 가격으로 차량 가격이 고가이며, 배터리의 주요 소재인 리튬 자원의 공급이 제한적이고, 긴 충전 시간 및 높은 인프라 구축 비용 등 극복해야 할 난제가 많다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 대안으로 제시된 개념이 온라인전기자동차이다.



〈온라인전기자동차 개념도〉

온라인전기자동차 기술은 도로에 설치된 급전선로에서 발생하는 자기장을 차량 하부에 장착된 고효율 집전장치를 통해 주행 및 정차 중에 실시간으로 유도전력을 공급받는 시스템으로 기존 전기자동차의 배터리 용량을 1/5로 축소하여 배터리 문제를 해결할 수 있으며 충전소를 별도로 설치할 필요가 없기 때문에 인프라 구축 비용을 절감할 수 있다. 특히, 우리나라 자동차 업계의 입장에서는 전기자동차 개발 착수가 상대적으로 늦었기에 현재 기술 수준이 다른 주요 자동차 생산국에 비해 낮고 전기자동차 시장에서 상당히 불리한 상황에 처해 있기 때문에 이를 극복하고 전기자동차 시장에서의 경쟁력을 확보하기 위해서는 온라인전기자동차라는 신개념의 전기자동차 개발이 필요하다고 할 수 있다.

기술개발 현황

*** 국내 기술개발 현황**

국내에서는 한국전기연구원과 그린파워 등에서 비접촉식 충전방식에 대한 연구가 진행되었으나, 이것은 LCD 생산 클린룸의 LCD 이송용 선행형차속전동기 전원공급장치로 산업자동차 영역에 해당하는 기술이며 수송시스템 분야에서 이격거리를 확보한 대용량 자기공진 전력전달에 대한 연구는 KAIST의 온라인전기자동차사업단에서 추진하고 있는 사례를 제외하고는 전무한 상태이다.

1) 지식경제부 보도자료 (2009. 10) "전기자동차 활성화 방안은 ① 배터리 등 전기자동차 핵심부품 기술개발 지원, ② 전기자동차 주행 및 안전기준, 충전시설 설치 기준 등 정비, ③ 시범생산 및 도로노행 실증사업 지원, ④ 공공기관 및 일반 소비자 대상 보급지원 등 크게 4개 분야로 나누어져, 전기자동차 안전, 보급사업까지 단계적으로 추진 될 예정이다. 이를 통하여 정부는 당초 불확실한 시장 전망과 미흡한 부품 기술로 '13년 이후에야 가능할 것으로 전망되었던 전기 자동차 국내 양산을 '11년 하반기로 2년 앞당길 계획이며, 또한 '15년 세계 전기 자동차 시장의 10%를 점유하고 '20년 국내 소형차의 10% 이상을 전기 자동차로 보급하는 등 향후 명실상부한 글로벌 전기 자동차 4대 강국의 지위를 선점하겠다는 계획이다."

KAIST의 온라인전기자동차사업단에서 개발한 온라인전기자동차 기술은 급전선로와 집전장치 사이의 공극간격을 최대한 높이면서도 효율을 높인 것이 큰 특징이며 세그먼트 기법을 활용하여 일반 차량이나, 보행자, 이륜차량 운전자에 대한 전자파 노출을 차단하여 안전성을 높였다. 현재 KAIST 온라인전기자동차사업단에서는 자기공진 및 Shaping 기술을 사용하여 20cm 이격거리에서 대용량 전력을 80% 이상의 효율로 전송하는 원천기술과 자기장 차폐기술 개발을 통해 EMF의 국제적인 허용기준치인 62.5mg를 만족시키는 등 수동 및 능동 자기차폐에 대한 원천기술을 확보하였다.

2009년 2월에 개발한 개념모델의 집전방식(Type 0)은 공극간격 1cm에서 집전픽업 당 3kw의 전력과 80%의 효율을 달성하여 자기유도방식의 비접촉 전기자동차를 국내에 최초로 선보였다. 7월에 개발한 모노레일 전자 집전방식(Type 1)은 Type 0의 한계였던 공극간격을 급·집전 구조개선과 시스템의 최적화를 통해 자동차안전규칙에서 정한 최저 지상고 12cm보다 높은 17cm에서 효율을 최대 72%이상까지 확보하고 온라인전기버스에 구현함으로써 향후 실용화 가능성을 보여주었다. 8월에는 급전장치의 크기를 줄이는 동시에 집전장치의 출력을 높인 듀얼레일 전자식 집전방식(Type 2)을 개발하였다.

듀얼레일 전자식 집전방식의 경우에는 픽업당 전력을 증가시켜 기존의 픽업수를 감소시켰으며, 지속적인 구조개선을 통해 코어의 소요량을 감소시켜 경제성을 향상시켰다. 이 방식의 경우에는 과천 서울대공원 시범사업에 도입되었으며, 서울대공원 시범사업은 기존에 운행되던 코끼리열차의 운행패턴 및 에너지 밸런스 분석을 통해 급전구간을 전체 순환도로(2.2km)의 16%인 372.5m만 설치하여도 운행이 가능함을 실증함으로써, 인프라 구축 비용에 대한 경제성을 확보하여 온라인전기자동차사업의 실용화 가능성을 증명하였다.



〈온라인 전기열차〉

2009년 12월에는 듀얼레일 전자식 집전방식인 Type 2를 개선한 Type 3을 개발하였다. Type 3은 Type 2에 비하여 집전장치의 크기와 무게를 줄이면서도 출력을 높여 공극간격을 20cm까지 높이면서도 효율을 80%까지 확보하였다. 또한, 차량의 어느 장소에서 측정하여도 EMF가 62.5mg보다 적게 발생하여 안전성을 증대시켰다. Type 3은 KAIST 문자동 캠퍼스의 테스트 베드와 온라인 전기버스에 구현되어 연구가 진행 중이다.

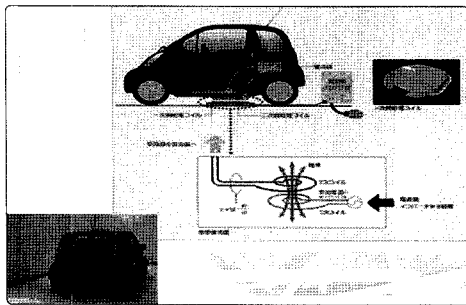
구분	Type 1(U형)	Type 2(W형)	Type 3 (W개선형)
적용차량			
EMF	51mG @1.75m	50mG @1.75m	50mG @임의장소
사면			
개념도			
집전장치	출력	출력	출력
	6kW / 픽업	15kW / 픽업	20kW / 픽업
무게	80kg / 개	110kg / 개	90kg / 개

〈세대별 OLEV 기술〉

*** 국외 기술개발 동향**

국외의 경우에는 국내보다 먼저 전기자동차의 비접촉식 충전방식에 대한 연구가 진행되어 왔다. 일반적으로 정차중 충전방식과 주행 및 정차중 충전방식으로 구분되어 연구가 추진되고 있으며, 주행 및 정차중 충전방식에 대한 연구보다는 정차중 충전방식에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있는 실정이다. 최근 미국에서 주행중 충전기술에 대한 연구를 재개하여 교통시스템의 자동화에 관련된 연구가 추진 중이다.

정차중 충전방식에 대한 연구를 살펴보면, 일본의 국토교통성에서는 2002년부터 ‘차세대 저공해차 개발 및 실용화 촉진 프로젝트’를 추진하여 하이브리드(디젤-전기) 버스용 비접촉식 정차중 충전 기술을 개발하였다. 이 하이브리드 버스는 차량 윗부분에 대용량 리튬이온 배터리를 탑재하여 전기 주행시 15km까지 주행이 가능하고 필요시에는 디젤엔진으로도 주행이 가능한 특징을 가지고 있으며, 2008년 2월부터 하네다 공항에서 충전 및 운행 시험을 실시하였다. 쇼와비행기공업회사에서는 와세다 대학과 IPT(Inductive Power Transfer) 급전기술을 중심으로 기술개발을 추진하고 있으며, 닛산과는 소형차를 대상으로 기술 개발을 추진하고 있다. 닛산은 2009년 7월에 개최된 “첨단기술 설명회-시승회 2009”를 통해 정격출력이 10kw급인 비접촉식 충전시스템을 공개하였고, 향후 주행 중 충전기술 적용에 대해서도 연구 개발을 진행할 계획임을 발표한 바 있다.



〈쇼와비행기공업사와 닛산이 공동개발 중인 급/집전구조도〉



〈쇼와비행기공업사와 와세다 대학이 공동연구중인 급전모듈〉

뉴질랜드의 Auckland 대학에서는 전기승용차를 대상으로 하여 비접촉식 충전방식에 대한






연구를 추진하고 있으며, 환경 친화적인 도로 전용 유도급전 소형자동차시험선을 구축하여 상용화 검증시험을 수행하고 있다. 공극간격 4.5cm에서 최대 93%의 효율을 확보하였고, Wampfler사와 함께 Whakarewarewa 공원에서 정차 중 무선충전을 시연하였다. 독일의 Wampfler사는 IPT(Inductive Power Transfer)방식 연구를 수행하여 Whakarewarewa 공원 이외에 이태리의 토리노시에서 정차 중 무선충전을 시연하였으며, 작은 크기의 급전 모듈, 작은 배터리 용량과 높은 효율, 긴 배터리 수명 등의 특징을 가지고 있다.

주행 및 정차중 충전 방식에 대한 연구를 살펴보면, 대표적인 것이 미국의 ‘PATH 프로젝트’와 독일의 Bombardier사의 PRIMOVE를 들 수 있다.

PATH 프로젝트는 1989년~1996년에 추진된 프로그램으로 전력을 공급해 줄 수 있는 테스트 트랙을 도심에 설치하여 일부 버스 정류소를 대상으로 충전실험을 실시하였다. 케이블선과 이격거리 등에서 발생하는 손실로 인한 낮은 효율, 케이블과 코어 가격으로 인한 높은 인프라 구축비용이라는 한계와 진행방향의 좌우로 약간만 어긋나도 급전이 제대로 안되며, 자기 차폐가 용이하지 않은 문제들로 인하여 실용화를 추진하는데 어려움이 있어 후속연구가 미진한 상태이다.

Bombardier사는 자동차 분야가 아닌 철도 분야에서 온라인 전기 Tram을 대상으로 연구를 진행하고 있다. Bombardier사는 IPS(Inductive Power System)를 활용한 PRIMOVE를 개발하여 Bautzen의 시험라인에서 시험 중에 있다.

PRIMOVE는 MIRAC Energy Saver(BMS)를 적용하여 30%정도의 에너지 절약이 가능하며, 급전선로가 16.2m 간격으로 세그먼트되어 있는 것이 특징이다. 전체 차량의 중간부분에 집전시스템을 설치하여 공극간격 6.5cm에서 최대 93%의 효율을 확보하였다.

기술 방식	국가	연구 수행 기관	적용 분야	적용 차량	공극	최대 효율	최대 출력	비고
정차 충전	일본	HINO	전기버스		3cm	95%	비공개	2008년 2월부터 히노다 공장에서 시험 운행 중
	독일	Wampfler	열차		15cm 이하	비공개	60KW	독일의 Wehr과 Rhein에 시험용 선로 건설
	뉴질랜드	Auckland 대학	전기승용차		45mm	93%	32KW	접속없이 차량에 전력 공급
정차-주행 충전	미국	PATH	전기버스 (소형)		7cm 이하	60% 이하	모듈당 6~10KW	1989~1996년 테스트 트랙을 설치하여 정차 및 주행 중 충전, 급전선 폭 1m EMF 문제
	독일	Bombardier	열차		6.5cm	93%	250KW	급전선로가 15m 간격으로 세그먼트이션됨

〈 기술방식별 기술분류 〉

결론

주행 및 정차중 비접촉 자기유도 전력전달을 특징으로 하는 온라인 전기자동차는 미래 자동차의 유력한 대안 중 하나다. 지금까지 KAIST를 중심으로 대학 및 연구기관, 그리고 대우버스, 현대중공업, LS전선 등 분야별 관련 업체가 참여하여 새로운 방식의 원천기술을 개발하였다. 현재 서울대공원 2.2km 구간에서 시험인프라를 구축하였으며, 서울특별시, 제주도 등 지방자치단체의 수요 요구에 따라 일부 노선에서 우선 적용을 검토하고 있다.

2010년도에는 급전선로의 폭을 대폭 줄이고 집전픽업을 소형 및 경량화하며 급전 인버터와 레귤레이터의 효율과 응답속도를 개선하는 실용수준의 연구를 진행하고 있다.

향후 KAIST의 온라인전기자동차사업단은 온라인전기버스의 실용시제품 개발, 표준시제품 개발을 주요 연구개발 목표로 선정하여 연구를 수행할 예정이며, 온라인 전기버스 도입에 관심이 있는 주요 지방자치단체와의 협력을 통해 단계별 시범사업을 전개함으로써 온라인 전기버스의 대중화를 목표로 하고 있다. 아울러, 확보한 핵심기술을 기존의 궤도차량에 적용하는 연구와 휴대기기, 가전기기 등에 파급하여 적용하는 연구도 추진할 계획이다.

포장도로에서 자유롭게 주행 가능하면서도 대용량 무선전력 전송 효율이 80% 이상인 OLEV가 우리나라에서 개발되면서, 일본과 중국 등 경쟁국들이 이에 가세하고 있다. 최근 일본의 닛산자동차와 쇼와비행기회사가 공동으로 포장도로에서 주행 중 급전을 받을 수 있는 시스템을 개발 중이고, 중국의 썬더스카이는 수개월 전에 칭화대와 공동으로 우리와 동일한 방식의 시스템 개발에 착수한 것으로 확인되고 있다.

한치 양보 없는 경쟁을 하고 있는 현 상황에서 한발 앞선 연구를 통해 기술과 시장을 선점한다면 온라인 전기자동차 기술이 우리나라의 미래 성장동력으로 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대한다.