

# 연료전지 연구센터

Fuel Cell Research Center

김 창 수 · 연료전지 연구센터장

Chang Soo Kim · Fuel Cell Research Center

한국에너지기술연구원 연료전지연구센터는 국내 최초로 연료전지 관련연구를 시작하여 인산형 연료전지 (PAFC) 스택 개발, 고분자 전해질 연료전지 (PEMFC), 고체산화물 연료전지 (SOFC) 및 직접 메탄올 연료전지 (DMFC)에 관한 연구를 활발히 수행하며 연료전지 연구의 선두주자로서 국내 연구 개발을 이끌고 있다.

또한 최근 과학기술부 및 언론사에서 선정한 “한국의 100대 기술”에 본 연구센터의 “고분자 연료전지 시스템” 분야의 연구가 선정되었으며 1999년부터는 과학기술부로부터 연료전지 분야의 “국가지정 연구실(National Lab.)”로 지정 받는 등 활발한 연구활동을 수행하고 있다.

## 연구 개요

연료전지(Fuel Cell)는 일반적인 전지(Battery)의 개념과는 달리, 수소와 산소의 화학적 에너지를 직접 전기 에너지로 변화시키는 발전장치의 하나로 무소음, 무공해 및 고효율을 발전 특성을 가지고 있다. 다양한 종류의 연료전지는 이를 구성하는 전해질에 따라 알칼리형(AFC), 인산형(PAFC), 용융탄산염형(MCFC), 고체산화물형(SOFC), 고분자전해질형(PEMFC) 및 직접메탄올형(DMFC) 연료전지로 구분 되어진다. 각 연료전지의 운전 온도, 사용 촉매 및 전해질 등을 표에서 비교하여 볼 수 있다.

알칼리형 연료전지는 순수 수소와 산소를 연료로 사용하는 시스템으로 Apollo 우주선에 적용되는 등 특수 목적으로 사용되며 인산형 연료전지는 이미 상용화 단계의 기술을 확보하고 있으며 분산전원용이 적용 대상이다. 용융탄산염과 고체산화물 연료전지는 두 기술 모두 개발단계에 있으며, 복합발전과 열병합 발전을 적용 대상으로 한다. 고분자 막을 전해질로 사용하는 고분자전해질 연료전지와 직접메탄올 연료전지는 기술 수준이 개발 및 실증 단계에 있으며, 소형 전원, 자동차 및 주택용 전원을 응용 대상으로 하고 있다.

〈연료전지의 형태 및 특성〉

연료전지 형태	전 해 질	촉 매	운전온도
알칼리형(AFC)	알칼리용액(액체)	Pt/C	80℃
인산형(PAFC)	인산(액체)	Pt/C	200℃
용융탄산염형(MCFC)	용융탄산염 Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (액체)	Ni or Ni Compound	650℃
고체산화물형(SOFC)	YSZ(고체)	Ni/Zirconia	1000℃
고분자전해질형(PEMFC)	H <sup>+</sup> 전도성 고분자막(고체)	Pt/C	80℃
직접메탄올형(DMFC)	H <sup>+</sup> 전도성 고분자막(고체)	Pt/C	상온 - 130℃

## 연구 개발 현황

### (1) 이동전원용 고분자연료전지

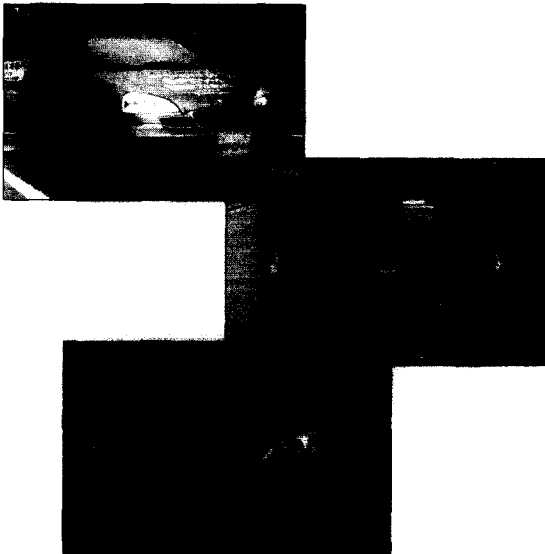
이동전원용 고분자연료전지 분야는 한국에너지기술 연

구원이 국가지정 연구실로 지정되어 수행 중인 과제이다. 이동, 휴대 및 비상용 전원으로 적합하며, 주택용이나 자동차용 등에 비하여 시스템이 간단하여 실용화 시기는 2005년 정도로 예측하고 있다. 시스템의 소형화에 따라 출력 전류밀도의 향상을 위한 고성능 전극/전해질 막 접합체 제조, 전해질 막에 대한 기습 문제 해결을 위한 자기 기습형 접합체 제조, 공기 호흡형 전극 제조 등이 핵심 기술이다.

### (2) 자동차용 고분자연료전지

환경문제 및 연료의 효율문제와 연계해서 현재의 내연기관과 전기자동차의 문제점을 해결할 수 있는 유망한 기술로 관심을 받고 있는 기술이 연료전지를 이용한 자동차이며 GM, Ford, Daimler-Benz 등을 포함한 세계 유수의 자동차 제조회사들이 2007년경 실용화를 목표로 많은 투자 및 연구를 수행 중이다.

국내에서는 한국에너지기술연구원과 대우자동차, 한국과학기술연구원과 현대자동차가 공동 개발을 시작하였으며, 2000년 9월에는 본 센터와 대우자동차 및 고등기술연구원의 공동 연구로 10kW급 고분자연료전지와 납축전



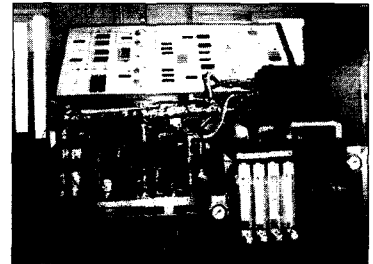
▲ 10kW급 고분자 연료전지 탑재 차량

지 복합사용 전기자동차를 개발하여 실제 차량인 대우승용차(레조)에 탑재하여 성능시험을 완료하였다.

### (3) 주택용 고분자연료전지

주택용 연료전지는 가정의 전원 및 온수를 동시에 공급하는 시스템으로 개발되고 있으며 세계적으로는 2~7kW 범위 정도의 용량을 가지는 시스템의 개발에 대한 연구에 초점을 맞추고 있다. 이 기술은 2005년경 실용화되어 판매가 가능하고 2010년 이후 양산화를 전망하고 있다.

본 연구센터에서는 1998년 국내 최초로 메탄올을 연료로 하는 5kW급 고분자연료전지 시스템을 개발하였으며, 현재는 도시가스(LNG)를 연료로 사용하는 5kW급 고분자 연료전지 시스템의 실용화에 대해서 전체 시스템으로서의 소형화, 개질기의 효율화, 내구성, 효율적인 열관리 그리고 가격다운 등을 목표로 국가 프로젝트 2단계 연구를 수행 중이다.



▲ 5kW급 주택용고분자 연료전지 시스템

### 연료전지 연구센터의 향후 방향

안정된 화석연료와 환경문제에 대한 해결책으로서 대체에너지 분야에 대한 연구가 세계적인 관심을 끌고 있으며, 그 중 연료전지에 대한 관심 역시 점점 높아지고 있다. 한국에너지기술 연구원 연료전지 연구센터는 축적된 기술과 계속된 기술 개발을 통하여 자동차, 휴대용 및 주택용 전원을 위한 시스템을 개발 중이며, 더 나아가 잠수함, 배, 비행선 및 다양한 첨단 응용 분야로 적용하기 위해 연구개발에 박차를 가하고 있다.

보다 자세한 사항은 당 센터 홈페이지(<http://nfrc.kier.re.kr/>)를 방문하여 주시기 바랍니다.

〈강건용 편집위원 : kykang@mailgw.kimm.re.kr〉

## 침실골프를

- 1) 모든 플레이어는 자신의 장비만을 사용해야 한다. 일반적으로 공 2개와 골프채 하나를 사용한다.
- 2) 코스에서 플레이를 하기 위해서는 홀 소유자의 허락이 필요하다.
- 3) 필드에서의 골프와 달리, 침실 골프의 목적은 홀 속으로 골프채가 들어가도록 하는 것이다. 그러나 공이 홀 속으로 들어가지 않도록 조심해야 한다.
- 4) 효과적인 플레이를 위해서 샤프트는 단단해야 한다. 홀의 주인은 플레이를 시작하기 전에 샤프트가 단단한지 여부를 조사할 수 있다.
- 5) 코스의 주인은 홀에 상처를 줄 수 있을 만큼 긴 골프채는 사용을 금지시킬 권리가 있다.
- 6) 침실 골프의 목표는 코스의 소유자가 플레이를 끝내도 좋다고 만족을 표시할 때까지 충분한 타수를 기록해야 한다. 코스 소유자를 만족시키지 못하면 다음번 플레이의 부킹을 보장받을 수 없다.
- 7) 코스에 도착하자마자 플레이를 시작하는 것은 좋지 않은 방법으로 간주된다. 보통 경험이 많은 플레이어들은 경기 시작에 앞서 충분히 코스 전체의 아름다움을 칭찬해 주며, 특히 잘 만들어진 벙커에 대해 찬사를 아끼지 않는다.
- 8) 경기 중 플레이어는 그가 경기를 해본 다른 코스에 대하여 언급하는 것은 금물이며 그 코스에서 경기를 한 적이 있는 다른 플레이어에 대해서도 관심을 두지 말아야 한다.
- 9) 플레이어가 적당한 비웃을 착용하도록 권유받는 경우도 있다.
- 10) 플레이어는 어느 때나 경기가 가능하다고 믿지는 말아야 한다. 어떤 때에는 코스가 수리 중일 때도 있어서 당황하는 경우도 있다. 그런 경우 세련된 플레이어들은 다른 경기 방식을 구사한다.
- 11) 플레이어가 back-nine 코스를 시도하고 싶다면 반드시 코스 소유자의 동의를 얻는 것이 좋다.
- 12) 천천히 경기하는 것이 훌륭한 선수로 평가된다. 그러나 플레이어는 빠른 경기 테크닉도 익혀 두어야 한다. 어떤 코스 소유자들은 빠른 템포를 선호할 수도 있기 때문이다.
- 13) 한 경기에서 같은 홀을 여러번 플레이하는 사람이 뛰어난 경기자로 인정된다.
- 14) 코스 소유자는 어떤 플레이어가 가장 훌륭한 선수인지 마음속으로만 판단한다.
- 15) 플레이어가 그 코스의 회원권을 취득하기 원할때는 특히 신중하게 판단해야 한다. 코스마다 취향에 따라 평가 요소가 다르고 진행 방식이 변화될 수 있기 때문에 가능하면 여러 다른 코스를 충분히 경험해 본 뒤에 회원권 보유를 결정해야 한다.

## 아줌마의 습관

골프에 미친 남편이 휴일마다 부인을 뺑개치고 골프에 빠져들자, 참다못한 젊은 아내는 자신도 골프를 배워보기로 했다. 연습장에 등록을 하고 레슨을 받던 첫 날, 그림을 너무 짝 쥐고 무작정 골프채를 휘둘러대는 아줌마에게 코치가 충고했다. "아줌마, 골프채를 너무 힘을 쥐서 꼭 잡는 것은 좋지 않습니다. 무리하게 다루실 게 아니라 넘치지도 모자라지도 않게 살살 다루세요. 골프채가 마치 저.. 아줌마께서 무척 좋아하시는 주인 어른 생각을 하시고 살그머니 잡으시면 됩니다. 아주 조심스럽게 다루셔야 합니다." 아줌마는 잠시 생각을 한 뒤, 세차게 골프채를 휘둘렀다. 공은 그러저럭 똑바로 가운데로 날아갔다. 지켜보던 코치가 고개를 갸우뚱하며 소리쳤다. "나이스! 굿 샷입니다. 아주 잘 치셨어요. 그런데 아줌마, 왜 골프채를 입에 물고 스윙을 하시나요?" 얼굴이 빨개진 아줌마가 대답했다. "남편을 생각하러면서요? 밤마다 습관이 돼나서.."

# 부품별 발명의 역사

자동차는 그 자체가 발명의 집합체다. 오늘날 시속 300km가 넘는 슈퍼카들이 나오기까지 수많은 발명가들이 있었기에 가능했다. 그 시초는 1765년 영국의 제임스 와트. 그가 발명한 증기기관은 1769년 프랑스의 니콜라스 조셉 퀴노에 의해 2기통 증기엔진을 탑재한 3륜, 증기자동차로 발전했다.

## ▲ 가솔린엔진

가솔린을 연료로 한 내연기관을 발명한 사람은 독일의 오토다. 그러나 자동차용 가솔린기관은 1883년 그의 조수인 고트리브 다임러가 최초로 개발, 2년 후 특허를 취득했다. 같은 시기 역시 독일의 발명가인 칼벤츠도 가솔린엔진을 탑재한 3륜자동차를 개발했다. 서로의 존재를 모른 채 같은 시기에 가솔린엔진 자동차를 개발한 이들은 오늘날 우리에게도 잘 알려진 다임러 벤츠그룹과 차 메이커인 메르세데스 벤츠를 일으킨 주역이다.

## ▲ 디젤엔진

최근 환경문제의 대두로 디젤엔진이 공해의 주범으로 여겨지고 있지만 발명가 겸 엔지니어였던 루돌프 디젤이 1894년 디젤엔진을 개발했을 당시는 배기가스와 연비면에서 획기적이었다. 개발 당시 사용된 연료는 등유였다. 이 엔진은 에너지효율이 높은 경제적인 동력발생장치로 알려지면서 산업 전 분야로 퍼져나갔다. 디젤은 이 엔진에 대한 특허를 보유하고 있었지만 기술을 공개해 누구나 쉽게 사용할 수 있게 한 엔지니어로 남아 있다.

## ▲ 공기압 타이어

바퀴는 나침반, 화약과 더불어 인류의 3대 발명에 속한다. 자동차에 있어서도 바퀴는 없어서는 안될 가장 중요한 부품 중 하나다. 오늘날 사용되는 공기압 타이어는 자전거에서 비롯됐다. 1888년 스코틀랜드의 윌리엄 던롭이 이들의 자전거 승차감을 좋게 하기 위해 짐승의 허파를 타이어에 주입한 게 공기압 타이어의 시초다. 이후 짐승의 허파가 아닌 공기를 넣은 타이어가 자전거에 사용되면서 1895년 프랑스의 에두아르 미세린이 통고무형 타이어를 사용하던 차에 이를 최초로 접목하는 데 성공했다. 그와 그의 형인 앙드레 미세린이 함께 설립한 미세린타이어는 이로부터 50여년이 지난 1948년 래디얼타이어를 최초로 개발, 오늘날 튜브리스 타이어까지 이르게 됐다.

## ▲ 히터와 자동와이퍼

자동차가 생활 중심이 된 이유는 4계절 어느 때나 사용할 수 있다는 점이다. 추울 때나 비가 올 때나 자동차는 운전자에게 안락함을 제공한다. 바로 히터와 와이퍼가 있기 때문. 최초의 히터는 1926년 미국에서 개발돼 링컨에 처음 장착됐다. 온수식 히터였다. 10년 뒤 미국의 패커드는 이 히터를 전기식으로 발전시켰다. 자동 와이퍼 역시 1929년 링컨에 최초로 적용됐다. 이 때는 진공을 이용한 모터를 사용했다. 1950년에 이르러서야 캐딜락에 오늘날과 같은 전기식 모터가 적용되기 시작했다.

## ▲ 자동변속기와 무단변속기

자동변속기는 운전자들의 원발을 해방시키고 오르막길에서도 두려움이 없다는 장점 때문에 사용자가 지속적으로 쓰는 추세다. 여기에 연비향상과 변속충격이 없는 무단변속기를 장착하는 모델도 증가하고 있다. 수동변속기를 대체하고 있는 자동변속기가 이처럼 국내서 일반화된 지는 오래지 않았지만 발명시기는 20세기 초로 거슬러 올라간다. 1925년 독일의 쾰팅거에 의해 개발돼 10여년 뒤 벤츠에 시범 장착된 뒤 1949년 시보레에 탑재되면서 실용화됐다. 벨트를 사용한 무단변속기는 1956년 네덜란드의 허브트 반도네가 처음 개발했다.

## ▲ 방향지시등

운전자들이 쉽게 무시하는 방향지시등은 실제 사고방지에 중요한 역할을 담당한다. 오늘날과 같은 점멸식 방향지시등이 처음 사용된 것은 1946년 포드차에 적용된 이후부터다. 이전에는 운전자가 직접 손으로 방향을 지시하거나 차에 날개를 달아 방향지시등을 대신했다.

## ▲ 점화플러그와 자석발전기

자동차에 있어 전기장치는 중요성을 더해가고 있다. 점화장치의 핵심 점화플러그는 1902년 독일의 로버트 보쉬의 동업자인 호놀트에 의해 처음 개발됐다. 바로 이 제품이 오늘날 보쉬 점화플러그의 시초인 셈. 보쉬 자신은 점화전류를 생성하는 자석발전기를 개발했다. 점화플러그와 자석발전기는 현재 자동차의 전기장치를 발전시킨 초석이 됐다.

## ▲ 시동장치

배터리가 방전돼 차가 시동이 걸리지 않을 때 운전자들은 시동장치의 중요성을 느낀다. 수동변속기 장착차는 밀어서라도 시동을 걸겠지만 자동변속기는 방법이 없다. 전기식 시동장치는 미국의 캐터링에 의해 1900년대초에 개발됐다. 그가 최초로 발명한 전기식 점화장치와 자동 시동장치는 캐딜락에 처음 장착돼 주위를 놀라게 했다. 이후 캐터링은 이를 바탕으로 텔코의 전신인 테이트론 연구소를 설립했다.

## ▲ 터보차지

터보는 배기가스가 배출압력을 이용해 흡입되는 공기를 압축, 엔진 출력을 향상시키는 장치다. 터보가 적용된 엔진으로 유명한 차는 독일의 포르쉐다. 그러나 터보엔진을 처음으로 장착한 차는 1953년 시판된 시보레 코베트였다. 국내에서는 가솔린차로는 현대 스푸에 처음 탑재됐으며 최근 비스토, 아토스에 인터쿨러와 함께 장착되고 있다.

19세기 이후부터 비약적인 발전을 거듭해온 자동차 역사에서 우리나라는 생산국 5위에 올라있을 뿐 실제 원천기술은 전무하다 할 수 있다. 국내 신기술로 인정된 디젤 고압직분사식 엔진도 주요 기술은 해외에 의존하는 실정이다. 발명품 조성으로 지식정보 화사회인 21세기에는 우리도 해외에 차관권 원천기술을 보급하고 이를 통해 외화를 획득하는 국가가 되기를 기대해본다.