

수소저장 합금분야 국내 첫 연구개발

한국과학기술원 재료공학과

李在英 교수 연구실

대담/白 瑩 鉉 <고려대공대교수/금속공학·본지편집위원>

필자가 충남 대덕연구단지에 도착하여 보니 그곳에서는 세계 EXPO사상 처음으로 개발도상국에서 개최되는 93대전 EXPO 준비를 위해 분주하게 움직이고 있었다. 여기서 그리 멀지않은 곳으로 시선을 돌려보면 산뜻한 하늘색 건물을 볼 수 있는데 이것이 지난 73년 서울의 홍릉에서 개원한 이래 90년 대덕으로 이전하여 오늘에 이르기까지 명실상부 국내최고의 교육 및 연구기관으로 자리잡고 있는 한국과학기술원(KAIST)이다. 이제 겨우 스무살 밖에 되지않은 한국과학기술원이 국내외적으로 공인되기까지는 교수, 학생 및 교직원들의 보이지 않는 땀과 노력이 있었고, 지금도 세계속의 한국을 이룩하기 위해 밤을 밝히는 도서관과 연구실의 불이 꺼지지 않는다.

스탠퍼드대서 박사

현재의 KAIST가 명성을 얻는 데 기여한 많은 유능한 교수들중 빼놓을 수 없는 이로 설립 당시부터 재료공학과에 몸 담고 있는 李在英교수를 들 수 있다. 그는 미국 스탠퍼드대에서 박사학위를 취득한 후 곧바로 귀국하여 KAIST에서 교수로 재직하면서 지난 20여년간

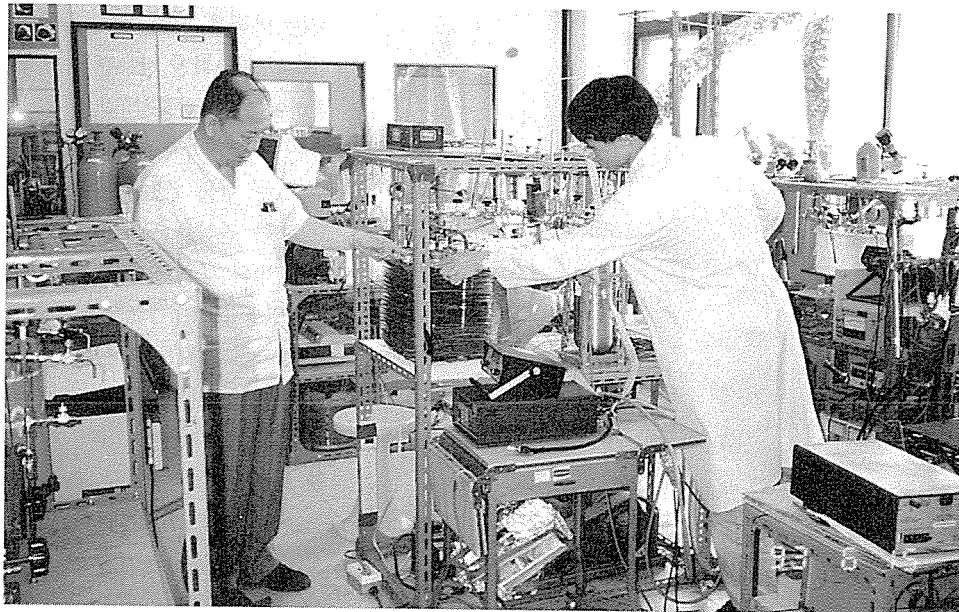


◇李在英교수가 제33회 3·1문화상과 함께 기념촬영을 했다.
문을 스스럼없이 열고는 후 각종과 함께 기념촬영을 했다.

교무처장, 연구처장 등을 역임하였고 석사 72명, 박사 22명의 졸업생을 배출시켰다. 현재는 학생지도와 연구에만 전념하며 박사과정 10명, 석사과정 4명의 학생을 지도하고 있다. 그간 그는 국제학술지에 1백48편, 국내학술지까지 포함하면 2백여편 이상의 논문을 발표하는 성과를 올렸고, 매년 평균 15편 정도의 논문을 외국 학술잡지에 기고하는 등 우리나라 재료공학계의 발전을 위해 왕성한 연구활동을 하고 있다. 이교수의 국제적 지명도는 매우 높아서 국제 학술협회인 Metal-Hydrogen System:

Fundamentals and Applications의 이사로 피선되었고 또한, 해당분야의 전문가만을 초청하는 Gordon Conference에서 특별강연을 하였으며 일본, 중국 등의 금속학회에서 초청강연을 수차례에 걸쳐 함으로써 국내 연구수준을 해외에 널리 알린 바 있다.

그는 과거 70년대 중반부터 화학증착법에 의한 탄소/탄소 복합재료에 관한 연구를 시작하여 화학증착법에 의한 열분해 탄소의 증착기구, 기계적, 광학적 성질과 파괴거동에 관하여 심도있는 연구업적을 쌓았다. 또한 그는 재료내에



◇ 중앙대덕연구단지안에 있는 한국과학기술원의 연구실에서 수소저장 합금분야에 열을 올리고 있는 李在英교수(좌측).

존재하는 수소의 위치를 외부에서 가해 주는 열에너지의 함수로 나타내는 수소 열분석법을 개발하여 재료내에서의 수소 확산 및 분포거동, 결합에너지 등을 정량적으로 측정할 수 있게 하였고 수소열분석법을 이용하여 철강재료에 있어서 큰 문제점으로 제시되고 있던 수소취성에 관한 현상을 규명하였다. 오늘날 이 방법은 대학원용 교과서의 한 부분을 차지하고 있다.

차세대 새 에너지원

요즘 이교수의 주된 관심분야는 대체 에너지로서의 수소에너지와 관련된 기술 개발에 있다. 기존의 화석연료가 자원의 제한성과 불완전연소로 인한 심각한 환경오염문제를 일으키는 것은 주지의 사실이다. 따라서 이를 대체할 수 있는 에너지로서 수력, 풍력, 조력, 태양열 에너지와 수소에너지가 전 세계적으로 많은 연구의 대상이 되고 있다. 이 중에서 특히 관심을 끄는 것은 수소에너지인데, 수소는 지구표면의 3분의 2 이상을 덮고 있는 물을 분해하면 얼마든지 얻을 수 있고 반응하고 나면 물만 남는 무공

해 에너지원이므로 최근 심각한 환경오염문제에 대처할 수 있는 다음 세대의 에너지원으로 각광을 받고 있다. 천연자원이 부족한 국내실정에 비추어 보면 「수소에너지는 수소와 관련된 기술개발 자체가 자원이다」라는 등식이 성립되는 것이 연구의 필요성이자 이교수가 이 분야에 관심을 갖고 힘찬 연구를 진행하는 이유이기도 하다.

특히 수소저장합금(Metal Hydride)분야는 이교수가 국내에서는 처음으로 70년대 중반이후부터 학문적인 연구를 시작하여 Fe-Ti계 합금과 Mg계 합금의 열역학 및 속도론적 연구를 완성하였고, LaNi5계와 MmNi5계 (Mm: Misch metal) 합금의 실용화를 위한 기본연구의 수행 및 특히 수소저장특성이 우수하고 저장용량이 큰 Zr계 Laves상의 수소저장합금을 개발하여 미국과 국내에서 물질특허를 획득하는 성과를 얻었으며, 현재 이 분야에서 세계수준의 연구를 수행하고 있다.

수소저장합금이란 금속 또는 금속간 화합물과 수소가 가역적으로 반응하여 수소화합물을 형성하는 것을 말하는데,

모든 원소중 가장 작은 원자량을 가지는 수소가 스폰지에 물이 스며들듯이 금속원자들의 규칙적인 배열 사이에 존재하는 작은 공간(interstitial site)에 들어가서 액체상태의 수소보다 더욱 밀집된 상태를 이루게 된다. 이러한 수소를 이용하기 위해서는 수소저장합금에 대한 연구가 필수적인데, 수소저장합금의 응용분야는 대용량의 수소저장용기, 수소자동차의 수소연료탱크, 냉난방용 히트펌프(heat pump), 고순도 수소정제기, 압축기(compressor), 그리고 충전 가능한 2차 전지용 전극 등으로 다양하다. 이제영교수팀은 자체 개발하여 미국의 물질특허를 획득한 수소저장합금을 이용하여, 수소를 휘발유대신 연료로 사용하는 수소자동차의 수소저장탱크에 대한 연구를 진행하여 5kg급 수소연료탱크를 개발하여 성능을 평가하였고 현재는 보다 대용량의 수소연료탱크의 제작 및 성능 평가에 대한 연구를 하고 있으며, 또한 가스취급회사의 수소가스 저장탱크를 대체할 수 있는 수소저장합금으로 제조한 용기의 개발에 관한 연구를 수행해 오고 있다.



◇대덕연구단지내 연구실에서의 李在英교수.

실용화위한 연구박차

최근 오존층 파괴의 주 원인이라고 일컬어지고 있는 프레온가스는 국제적으로 사용 규제 및 금지가 확실시 되고 있으므로, 기존의 냉방기를 대체할 수 있는 히트펌프에 수소저장합금을 이용할 수 있다. 수소저장합금이 수소와 반응할 때 약 35KJ/molH₂의 높은 열량이 흡입 또는 방출되는데 이러한 열량 변화에 적용할 수 있는 히트펌프를 제조할 수 있다. 그의 연구팀은 이스라엘과 일본 등에서 연구 보고한 히트펌프보다 훨씬 우수한 출력을 가지는 자동차 냉방기용 히트펌프를 설계 제작하였으며, 실용화를 위해 냉방기의 출력을 높이기 위한 연구에 박차를 가하고 있다.

또한 충전이 가능한 Ni/MH(Metal Hydride)전지는 기존의 Ni/Cd전지에서 중금속 오염원인인 Cd를 수소저장합금으로 대체하여 약2배에 가까운 용량의 증가 및 충전시간의 단축 등의 효과를

얻을 수 있다는 장점때문에 세계적으로 많은 연구가 진행되고 있는 분야이다. 이교수팀은 보다 용량이 크며, 사이클(cycle)특성이 우수한 ZrCrNi계 수소저장합금을 개발해 미국에 특허출원 중이다. 특히 이 분야는 휴대용전지, 전기자동차의 전지, 방위산업, 우주항공산업 등에서 단일제품으로 시장규모가 매우 크기 때문에, 수소저장합금의 전극 재료에 대한 물질특히 획득은 앞으로 우리나라의 전지산업분야에서 필수적인데 미국, 일본 등의 선진국이 전지기술개발에 투자하는 것에 비하여 국내의 연구투자는 상대적으로 미약한 실정이다.

이교수팀의 연구에는 수소저장합금분야 외에도 금속에 수소가 들어가면 결정상에서 비정질상으로 변태가 되는 현상인 수소유기비정질화(hydrogen induced amorphization)현상이 발생하는데, 이에 의한 비정질합금의 형성원리 및 형성기구를 제안하는 다수의 논문을 외국 학술잡지에 게재한 것도 있다. 86년

에는 미국에 이어 세계에서 두번째로 열분해 탄소회전 반응관 증착장치를 개발하여 인체 친화성 및 생체 접합성이 좋은 인공관막과 인공치아 생산을 할 수 있는 길을 열었고, 88년에는 세계적으로 큰 관심을 모으고 있는 다이아몬드 박막의 증착을 국내에서 최초로 성공하였으며 다이아몬드의 핵생성 및 성장에 관련된 논문을 국제학술지에 게재하였다. 이외에도 태양전지에 응용이 되는 실리콘 카바이드(SiC) 박막에 관한 연구와 반도체산업에서 특히 문제가 되는 다층박막에서의 계면 반응, 고주파 SAW(surface acoustic wave)소자의 기판 재료로 응용이 가능한 AIN박막에 관한 연구를 진행하고 있다.

매주 2차례씩 세미나

이재영교수는 석·박사 학생들과 매주 2회씩 자유로운 분위기속에서 세미나를 가지며 때로는 날카로운 지적과 함께 호된 질책을 하지만 젊은이들과 함께 호흡을 같이 해 나가며 창의적인 사고력 및 문제 해결능력을 키울 수 있도록하는 세심한 배려를 아끼지 않고 있다.

끝으로 그는 『우리나라와 같이 자원이 빈약한 나라에서는 기술개발에 대한 장기적인 투자와 좋은 연구환경의 조성, 연구인력의 확대 및 고급화를 통한 기술축적, 기초분야에서의 학문적 연구와 실용화를 위한 산업계와의 연계가 함께 조화되어야만 세계적으로 가속화되고 있는 기술경쟁 속에서 국내산업이 살아 나갈 수 있는 길』이라고 당부하는 것을 잊지 않았다.

이재영교수의 연구실을 뒤로 하며 오는 길위에서 머지않아 우리나라에서 열릴 93EXPO의 불빛이 저절로 켜진 것이 아니라는 생각을 한 필자의 발걸음이 한층 가볍게 느껴졌다.