

# 인간의 오감(五感) 닮은 소재를 꿈꾼다

글\_ 김도연 서울대학교 재료공학부 교수 dykim@snu.ac.kr

## 기획연재순서

- ④ 21세기의 수학
- ⑤ 21세기의 천문학
- ⑥ 21세기의 해양학
- ⑦ 21세기의 지질학
- ⑧ 21세기의 생태학
- ⑨ 21세기의 기상학
- ⑩ 21세기의 생명과학
- ⑪ 21세기의 생물정보학
- ⑫ 복잡성의 과학
- ⑬ **재료과학**
- ⑭ 21세기의 고고학
- ⑮ 21세기의 인류학
- ⑯ 21세기의 생물분류학

인류의 역사가 석기 시대, 청동기 시대, 그리고 철기 시대 등으로 구분되는 사실에서 알 수 있듯이 소재는 그 시대의 문명을 나타내는 척도이다. 결국 문명 발전이란 인류가 사용해 온 도구의 발전 과정이며 더욱 구체적으로는 도구를 이루는 재료의 발전 과정으로 풀이할 수 있다. 한 시대에 주로 사용된 재료는 그 시대 문명의 척도이며, 새롭고 우수한 소재를 개발한 민족이 세계무대의 주역이 되는 것은 예나 지금이나 마찬가지다. 청동 무기를 지니고 있던 이집트 문명은 강한 철기로 무장한 소아시아 민족에 정복당했으며, 1947년 벨 연구소(Bell Labs)에서 개발된 트랜지스터는 세계의 중심을 유럽에서 미국

으로 옮기는데 결정적인 역할을 했다.

현재 우리가 쓰고 있는 재료의 종류는 크게 금속 재료, 폴리머 재료(유기고분자재료), 그리고 세라믹스 재료(무기재료) 등으로 나눌 수 있다. 이러한 재료는 인류가 이 지구상에 존재하는 한, 그리고 문명사회를 유지하는 한 끊임없이 이용해야 할 대상들이며, 이들을 좀 더 잘 이용하는 길이 인류의 발전을 도모하는 길이다.

## 신소재 개발속도 점점 빨라져

오늘날은 기계산업사회에서 정보산업사회로 바뀌어 가는 시점이며, 앞으로의 인류 생활도 크게 바뀔 것이지만 이러한 변천이 금속을 비롯한 기존 재료의 중요성을 낮추는 것은 결코 아니다. 이는 마치 태초의 인류 때부터 쓰기 시작한 목재(木材)의 쓰임새가 수백만 년이 지난 오늘까지도 오히려 계속 확장되고 있는 것과 마찬가지이다. 즉, 정보산업사회에 필요한 새로운 재료의 등장이 이루어지겠지만 인류가 그간 발전시켜왔던 금속 및 기타 재료들은 앞으로도 계속 중요한 재료로서의 위치를 차지할 것이다.

이런 측면에서 최근 많이 쓰이고 있는 ‘신소재’란 단어가 갖는 특별한 의미는 없다. 인류는 끊임없이 필요한 재료를 개발해 왔으며 이러한 재료들은 모두 신소재에 해당한다. 단지 요즘 들어 새로운 재료의 개발이 중요해지고 그 개발 속도가 매우 빨라지고 있어 이러한 경향을 강조하기 위하여 신소재라는 용어가 만들어진 것이다. 많은 분야에서 일어나고 있는 이러한 소재개발은 그 변화의 속도가 너무 빨라서 조금이라도 뒤



1960년대 후반까지 쓰였던 목재(木製) 테니스 라켓



스틸 라켓과 Oversized 알루미늄 라켓

떨어지면 모든 측면에서 경쟁력을 잃게 된다.

한 예로 지난 30~40년간 테니스 라켓에서 일어난 변화를 살펴보면 소재의 발전을 실감할 수 있다. 1874년 영국에서는 테니스 라켓에 대한 특허가 주어졌고, 게임 방식 등이 정해지면서 오늘에 이르게 된다. 이 때 선보인 목재(木製) 테니스 라켓은 그 후 약 100년간 큰 변화 없이 그대로 사용되었다. 그러나 1967년 코너스는 월슨사가 처음 개발한 'T-2000'이라는 스틸 라켓을 이용해 세계를 제패하면서 목재 라켓의 시대는 영원히 막을 내리고 테니스 라켓에는 소재 혁명이 일기 시작한다. 1974년 헤드사에서는 'Oversize' 라는 종래에 쓰던 것보다 공이 맞는 부분의 면적이 두 배쯤 커진 라켓을 알루미늄으로 만들어 시판한다. 테니스 선수들의 서비스와 스매싱이 점점 더 빨라진 것은 가볍지만 큰 크기의 라켓으로 좀 더 쉽게 공을 다룰 수 있었기 때문이다.

이것도 잠시, 1980년대 들면서는 소위 복합 재료라는 것이 쓰이면서 그래파이트, 유리 섬유, 세라믹, 붕소 등을 이용한 좀 더 가볍고 강한 소재를 이용해 테니스 라켓을 만들기 시작했다. 드디어 2004년 아테네 올림픽에는 압전(壓電) 소재를 이용한 라켓이 선보였는데, 이는 힘을 전기로 혹은 전기를 힘으로 바꾸어 주는 그런 능력을 지닌 것으로, PbO, ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> 등을 섞어 만든 세라믹 재료이다. 공이 라켓에 가하는 힘을 전기로 바꾼 후, 이를 이용해 라켓의 진동을 제어하는 첨단 라켓이다. 모든 것을 조절하는 회로는 손잡이 속에 들어있는데, 보통 사람도 이런 라켓만 가지면 웬만한 선수처럼 테니스를 잘 할 수 있는 그런 시대가 되고 있다.

앞으로 10년 후의 라켓도 틀림없이 지금과는 엄청나게 다른 재료로 만들어질 것이다. 테니스 라켓에서 예를 찾은 재료의 발전은 다른 분야에서도 마찬가지이다. 좀 더 가볍고, 좀 더 강하고, 좀 더 질기고, 그리고 더 나아가서는 인간의 오감과 같이 무엇인가를 느낄 수 있는 소재를 만들기 위해 끊임없는 노력이 경주되고 있으며, 이러한 소재들은 21세기의 우리 인류생활을 풍요롭게 할 것이다.

### 공학과 기초과학의 교량 역할 담당

재료공학은 공학 분야의 다른 학문, 예를 들어 토목, 기계, 혹은 전기공학에 비하여 역사가 짧은 학문이다. 적어도 100~200년 정도의 역사를 가진 이들 학문과는 달리, 재료공학이라 정의되는 학문의 본격적 도입은 1960년대 초반에야 이루어졌으니 그 역사가 이제 40년 조금 넘는 비교적 새로운 학문이라 할 수 있다. 제2차 세계대전 이후의 빠른 공학기술 발전에는 군사적 우위를 갖기 위한 미국과 소련의 경쟁이 큰 공헌을 했다. 1958년 미국보다 앞선 소련의 스푸트니크 인공위성 발사 성공은 미국으로 하여금 그들의 공학기술이 왜 소련보다 뒤떨어져 있는가를 살펴보는 계기가 되었으며, 그에 따른 광범위하고도 집중적인 연구조사 끝에 얻어진 결론 중의 하나가 재료공학이란 학문의 설정과 그 교육 없이는 소련을 앞설 수 없다는 것이었다. 즉 종래의 토목, 기계, 전기공학과 이를 뒷받침하는 물리학, 화학 등의 소위 기초과학만으로는 기술 및 산업의 총체적 발전이 이루어질 수 없다는 사실을 알게 되었다.

종래의 공학이나 기초과학이 취급하는 대상물들을 그 크기



최근 시판되고 있는 복합재료로 만든 라켓



연경호 드

〈에어멧을 페이스에 적용한 드라이버〉

창원대 금속재료공학과 이재현 교수팀과 골프 드라이버 제조업체인 (주)헤토스가 공동으로 개발한 신개념 골프 드라이버. 리베팅 접합기술을 이용, 에어멧 소재를 페이스에 적용한 것이 핵심기술이다.

에 초점을 맞추어 생각해보면 토목, 기계 그리고 전기공학에서 다루는 대상물의 크기는 정밀기계부품의 경우 약 0.1cm로부터 시작해서 교량이나 해저터널에 이르면 수km(10<sup>5</sup>cm)에 달한다. 반면에 물리학이나 화학에서 주로 취급하는 분자, 원자 그리고 전자의 크기는 10<sup>-5</sup>에서 10<sup>-12</sup>cm까지이므로, 결국 10<sup>-1</sup>~10<sup>-5</sup>cm 범위의 대상물에 대해서는 학문적 공백이 생기는데, 바로 이런 공백을 메우기 위해 재료공학이란 새로운 학문분야가 설정되었다. 결국 재료공학이란 물리학이나 화학 등의 기초학문과 기계, 전기공학 등의 전통적인 공학 사이에서 그 둘 사이의 간격을 없애주는 교량과 같은 역할을 하는 학문이다. 좀 더 구체적으로는 기초학문에서 얻어지는 고체재료에 대한 과학적 연구 결과들을 기계, 전기공학 등에 쓰이는 소재의 특성개선에 반영하여 기계나 전기공학 자체를 발전시키는데 쓰이는 것이 재료공학이다.

### 내부미세구조 · 물성 · 가공에 따라 발전 무궁무진

재료가 얼마나 강한가 하는 기계적 성질이나, 혹은 전자부품으로 이용하기에 얼마나 좋은가 하는 재료의 전기·전자적 성질은 무엇에 의해 결정될까? 이에 대한 답은 매우 간단하면서도 확실하다. 마치 자동차의 품질이 엔진이나 부품 하나하나의 성질과 또한 그들을 어떻게 배열하고 조직했나 하는 내부구조에 의해 결정되는 것과 같이 재료 자체의 모든 성질도 그 재료의 내부구조에 따라 달라진다. 이 경우 재료의 내부구조를 구성하고 있는 가장 작은 부품에 해당되는 것은 원자이며, 결국

이러한 원자들이 어떻게 배열되고, 또 조직되어 있느냐에 따라 그 재료의 성질이 크게 바뀐다. 이러한 재료의 내부구조는 재료의 생산과 가공 방법에 따라 달라지며 그에 따라 성질도 바뀌게 되므로, 결국 재료의 내부미세구조, 재료의 물성, 그리고 재료의 생산과 가공은 재료공학을 정의하는 가장 근본적인 용어들이라 할 수 있다. 이들 세 가지에 관련된 과학적 지식이나 경험적 지식을 통해 재료는 발전되고 있다.

21세기의 기술 혁신 및 신산업혁명을 주도할 것으로 예상되는 공학 분야로는 정보통신, 환경, 우주, 에너지 그리고 생명 등이 꼽히고 있는데 어느 분야건 소재의 역할에 대해서는 아무도 이견을 갖지 않는다. 이는 앞서 언급한 어느 분야에서도 소재의 뒷받침 없이는 그들 분야의 발전과 기술개혁을 이룰 수 없기 때문이다. 예를 들어 에너지 문제를 해결할 것으로 믿어지는 태양전지나 혹은 연료전지, 그리고 생명공학의 꽃이 될 인공 장기의 개발 등이 모두 소재의 문제로 귀결되기 때문이다. 폴리머를 이용한 두루마리 텔레비전, 로봇의 인공지능, 초전도체를 이용한 자기부상열차 등 인류가 꿈꾸고 있는 모든 것의 열쇠는 소재에 있다. 이런 측면에서 재료공학은 여타 기술 분야와의 연계를 통해 다방면으로 다양하게 발전할 것이 틀림없다. 21세기 기술 개발의 주요 화두인 융합기술의 한 축에는 항상 재료공학이 있다. **ST**



글쓴이는 프랑스 블레즈-파스칼 대학에서 박사학위를 받았다. 공학한림원 및 과학기술한림원의 정회원, 'Am. Ceram. Soc.'의 회원이며 '재료미세조직 창의연구단' 단장을 겸임하고 있다.