



이달의 연구자

인터넷한양 뉴스  
2014.11.28

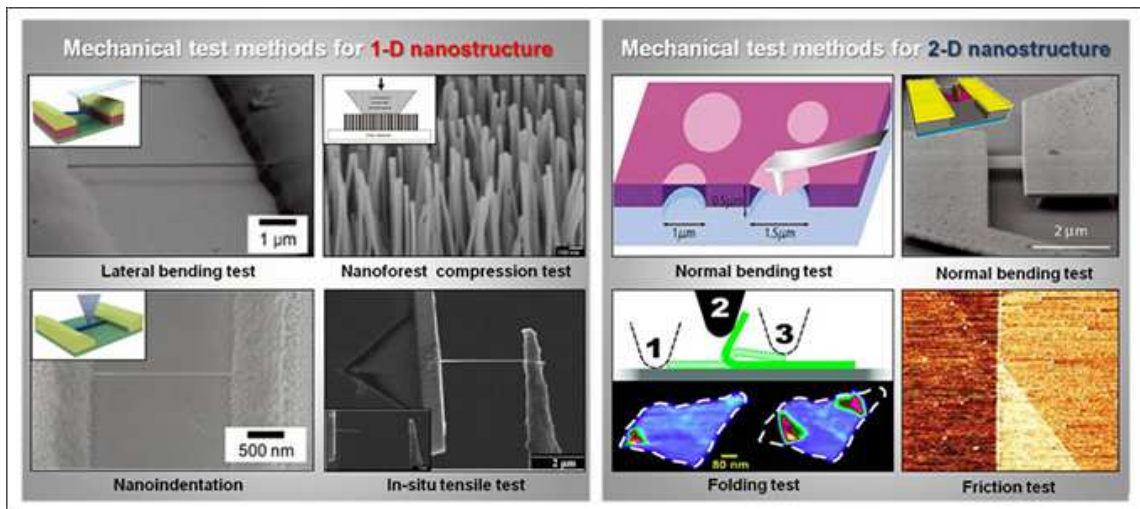
## 첨단소재의 신기한 나노 역학특성

11월 이달의 연구자상 장재일 교수(공과대·신소재)  
"항상 재미있는 연구를 추구하며 나아가고 싶어"

공상과학 영화에 나오는 것과 같은 괴물 개미는 존재할 수 없다. 개미를 같은 비율로 확대시킨다면 몸 전체의 균형이 깨져 서있기도 힘들 것이기 때문이다. 개미가 얇은 다리로 서있을 수 있는 것은 크기가 작기 때문이다. 이와 같이 어떤 대상이 나타내는 역학적 특성은 그 대상의 크기에 의해 영향을 받는다. 11월 이달의 연구자로 선정된 장재일(공과대·신소재) 교수는 다양한 첨단 소재가 나타내는 나노스케일(Nanoscale, 1nm는 10억분의 1m, 머리카락 두께의 5만분의 1) 역학특성에 대해 연구하고 있다.

### 마이크로미터, 나노미터 스케일에 주목한 장재일 교수

재료의 역학적 특성이란 외부로부터 힘을 받았을 때 나타내는 반응을 의미한다. 강도(Strength, 내구력) 및 인성(Toughness, 재료의 질긴 정도)으로 재료의 다양한 성질 중 가장 기본이 되는 특성이다. 장 교수는 "건축물, 자동차, 선박, 교량 등에 사용되는 구조용 재료뿐만 아니라, 박막 초소형 전기기계시스템(MEMS/NEMS), 나노구조물 등에 적용되는 기능용 재료들도 스스로를 지탱하는 능력이 있어야 적절한 기능을 발휘할 수 있다"며 "우리 연구팀은 첨단 소재가 마이크로미터 또는 나노미터 스케일에서 나타내는 역학 특성에 대해 연구하고 있다"고 소개했다. 장 교수의 연구팀에서는 다양한 첨단 소재를 주로 다루고 있다. 파이프 라인용 초고강도 철강재료와 차세대 초내열합금과 같이 상용화를 눈앞에 둔 재료에서부터 벌크 비정질 합금, 하이엔트로피 합금, 초미세립합금, 나노결정구조 합금, 나노트윈구조 합금 등의 미래형 구조소재와 나노와이어, 나노로드 등의 나노소재들이 나타내는 다양한 미소스케일(1 마이크로 미터 이하에서 수 나노미터 크기) 역학특성에 대해 연구한다.



다양한 나노소재의 역학특성 시험 사례. 장재일 교수(공과대·신소재) 연구팀은 첨단 소재가 마이크로미터 또는 나노미터 스케일에서 나타내는 역학 특성에 대해 연구한다.

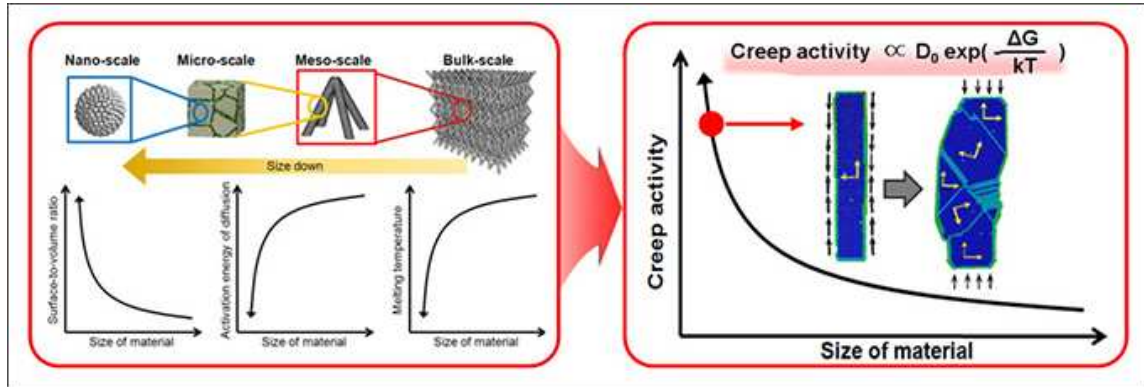
대부분 mm크기 이상의 비교적 큰 실험대상을 다루는 고전적인 역학특성 평가법을 통해서도 소재가 가진 평균 특성만을 알 수 있다. 반면에 일반적으로 눈으로 관찰할 수 없는 미시적 규모인 나노 스케일, 마이크로 스케일의 역학특성은 소재 미세조직의 근본적인 불균질성(성분이나 특성이 고루 같지 않은 성질)을 구체적으로 반영한다. 한 마디로 거시적 규모의 역학특성에서는 소재의 진정한 성격을 파악하는 데 한계가 따른다는 것. 때문에 새로운 재료의 개발과 응용 측면에서는 소재의 나노 스케일, 마이크로 스케일에 대한 정보가 필수적으로 요구된다. 그런데 아직 표준화가 이루어지지 않은 나노 스케일의 실험을 위해서는 기존의 비교적 큰 소재를 다루는 표준 시험법과는 다른 실험 방법을 적용해야 한다. 또한 결과의 분석에서도 새로운 방법이 적용돼야 한다는 특징 때문에 어려움이 있다. 장 교수의 연구팀은 다년간의 연구를 통해 쌓은 독자적인 노하우를 가지고 있다.

### '나노스케일 상온 크립' 현상

장 교수 연구그룹이 최근 들어 관심을 가지고 있는 것은 나노스케일 역학특성이 나타내는 '시간 의존성'이다. 그중 대표적인 것은 크립(creep) 현상이다. 기존에 알려진 크립 현상이란, 발전소의 경우와 같이 소재가 높은 온도에 장시간 노출되었을 때 낮은 압력에서도 극심한 강도 저하와 변형이 발생하는 것을 의미한다. 쉽게 말해 일정한 힘이 가해졌을 때 나타나는 소재의 점진적인 변형을 일컫는다. 장 교수 연구팀이 관찰한 '나노스케일 상온 크립'은 소재가 나노 스케일이 되면 소재의 점진적 변형 현상이 상온(Room Temperature, 대기온도)에서도 일어나는 현상이다. 이는 소재의 크기 감소에 따라 재료 내부에 비해 표면이 차지하는 비중이 급격하게 증가하기 때문이다. 소재의 표면은 원자들의 강력한 확산(원자의 운동에 의한 질량이동) 경로 역할을 한다는

점에서 크립 현상의 주요 원인이다.

이러한 상온 크립 현상 연구는 다양한 분야에 응용될 수 있다. 예를 들어, 최근에 활발히 연구되고 있는 나노소재 기반의 유연 시스템(Nanomaterial-Based Flexible System)의 경우 유연 특성 때문에 일정 하중을 지속적으로 받게 돼 구성요소인 나노로드(Nanorod), 나노튜브(Nanotube) 등에서 상온 크립이 발생할 수 있다. 장교수 연구팀의 '나노스케일 상온 크립' 현상 연구를 통해 해당 시스템의 신뢰성 확보에 중요한 정보를 얻을 수 있다.



실험 재료의 크기가 감소하면 상온 크립 현상이 더욱 두드러진다. 이는 소재의 크기가 감소하면 원자들의 확산 경로 역할을 하는 소재의 표면이 차지하는 비중이 증가하기 때문이다.

끊임없이 재미를 추구하는 것이 연구의 원동력



정재일 교수는 공학대 학생들에게 특정 주제의 전문가가 되는 것 못지 않게 훌륭한 연구자의 태도를 몸에 익히는 것이 중요하다고 강조했다.

장 교수 연구팀은 다양한 첨단 소재를 다루는 만큼, 소재를 개발한 많은 국내외 연구그룹과 함께 연구를 수행하고 있다. 새로운 소재의 전문가들과 함께 일하며 느끼는 흥미로움이 장 교수 연구팀의 원동력이라고 한다. 공학 연구는 특성상 사회적 응용 가능성이 가장 중요하겠지만, 그 못지않게 새로운 분야의 연구 자체가 주는 재미도 중요하다는 것이다. 장 교수는 "자신이 어떤 일에 종사하던지 재미가 없다면 열정을 가지기 어렵다"며 "새로운 소재에 대한 연구도 흥미가 있지만, 기존의 소재에 대한 응용 연구도 상당히 매력 있다"고 말했다.

장 교수는 공학대 학생들에게 특정 주제의 전문가가 되는 것 못지 않게 훌륭한 연구자의 태도를 몸에 익히는 것이 중요하다고 강조한다. 졸업 후 사회에 나가면 담당하게 될 연구의 주제는 끊임없이 바뀌겠지만, 훌륭한 연구 태도는 어떤 주제를 만나더라도 큰 역할을 할 수 있기 때문이다. 장 교수가 이야기하는 훌륭한 연구자의 태도란 무엇일까. "공학 연구를 위해서는 아인슈타인이 될 필요는 없다"며 "혼자서 하는 일이 아닌 공학 분야의 특성상 성실성과 팀워크 정신을 기본적으로 갖춰야 한다"고 말했다. 이어 "팀워크 정신이란 자기가 맡은 역할에 대한 책임감과 다른 팀원들에 대한 배려라고 생각한다"고 전했다. 앞으로 우리나라를 이끌 인재가 될 공학대 학생들에게 비상한 두뇌뿐만 아니라 공학자로서의 자세에 대한 책임감을 강조한 것이다.

이 기사는 영문으로도 제공됩니다.

최슬옹 기자 kjkj3468@hanyang.ac.kr  
이 기자의 다른 기사 보기

사진/조유미 기자 lovely2@hanyang.ac.kr