

조소각 X선 산란을 이용한 금속변형시의 결함 분석

미국 통산성 소속 국립표준기술연구소(NIST: National Institute of Standards and Technology)의 과학자들이 금속에 변형이 일어날 때 과연 무슨 일이 일어나는지를 정확하게 보여주는 새로운 기술의 개발에 성공했다. 이것은 제조업자들이 연간 수억 달러를 절약할 수 있도록 하는 새로운 컴퓨터모델의 개발을 향한 결정적인 첫 단계이다.

한 자동차 제조업체가 강판을 눌러 자동차의 차체를 찍어내는, 다이(die)라 부르는 주형(mold)를 완성하는 데 사용하는 비용은 연간 20억 달러에 달한다. 왜냐하면 강철을 강판으로 성형하고 다시 강판을 다이에 놓아 찍어 자동차의 부품으로 만드는 과정 중에, 금속의 원자구조에는 수많은 결함이 발생하기 때문이다. 이러한 전위(dislocation)라 부르는, 눈에 보이지 않는 수많은 결함으로 인해 압형(stamping)시 강판에 일어나는 현상을 정확하게 예측할 수 없는 것이다. 현재 사용되는 컴퓨터 모델은 다이가 어떤 모양을 만들어낼 것인지를 정확하게 예측하지 못한다. 따라서 제조업자들은 원하는 모양의 부품을 만들 수 있는 다이의 제작을 위해 시행착오를 반복해야 하는데 어떤 경우는 10번이나 다이를 다시 제작해야만 하는 경우도 있다.

보다 정확한 컴퓨터 모델이 시간과 비용을 절약할 것임에는 틀림 없지만, 이것의 개발은 결함의 성질에 관한 보다 나은 데이터 없이는 불가능하다. 이 때, 보다 나은 데이터의 수집을 위해서는 관찰된 결함구조와 물성들간의 관련성을 이론화할 수 있는 모델이 필요하다. 이 문제는 제조업자들이 알루미늄 합금이나 고강도 강철 등의 대체재료를 사용하고자 할 때 더욱 심각해진다. 현재 사용되는 표준 강철에 비해 물성의 변화를 예측하기가 훨씬 어렵기 때문이다.

NIST의 과학자들은 변형된 금속 내부의 복잡한 결함 발생을 연구하기 위해 47년전 한 프랑스 과학자에 의해 제안된, 이른바 '원장소 조소각 X선 산란(in-situ ultrasmall-angle X-ray scattering)' 기술을 사용했다. 연구의 배경인 수학적 이론과 실험상 기법의 개발에 NIST의 재료과학/공학실의 여러 멤버들이 참여했다. 재료의 측정에는 브룩헤븐 연구소의 입자가속기인 국립 싱크로트론 광원(National Synchrotron Light Source)으로부터 발생한 강력한 X선을 사용했다. X선이 쪼여지는 동안 시료에 변형을 가할 수 있는 특수한 시료홀더(sample holder)도 고안되었다.

이렇게 해서 연구팀은 시료를 잡아당기면서 결함의 발생과 진행을 X선 산란법으로 분석할 수 있게 되었다. 연구팀의 다음 계획은 아르곤국립연구소(Argonne National Lab.)가 소장한 보다 강력한 입자가속기인 'Advanced Photon Source'를 사용하는 것이다. 이 입자가속기는 브룩헤븐 연구소의 가속기보다 100배나 강력한 X선을 발생하므로 보다 정밀한 측정이 가능하다.

[출처 : http://www.nist.gov/public__affairs/releases/n98-14.htm/ : 1998년 07월 21일]