

중성자 산란 기술을 이용한 표면 공학 재료 연구 (Study of the Surface Engineering Materials by Neutron Scattering Techniques)

성백석^a, 신은주, 한영수, 우완측, 김태환, 이기홍
한국원자력연구원 중성자과학연구부

중성자 회절/산란 기술은 중성자의 특성에 따라 파장과 강도, 분해능이 다른 중성자 분광장치를 이용하여 재료 물성을 비파괴적으로 분석, 평가하는 기술이다. 기본적인 원리는 X-선과 동일하나 X-선처럼 원자내 전자와 산란하는 것이 아니라 중성자는 핵에 의해 산란하므로 원자 번호에 무관한 산란 단면적을 가지며, 같은 원자번호를 갖는 동위원소에 따라서도 산란강도가 크게 다르다. 따라서 무거운 원소(W, U, Zr 등)와 가벼운 원소(H, C, O 등)로 구성된 재료에서도 가벼운 원소들을 구별할 수 있는 장점이 있다. 중성자는 전하가 없으므로 X-선보다도 월등한 투과력을 가진다. 예를 들어 철에 대한 열중성자의 투과 깊이는 ~1cm 이고, 같은 파장의 X-선은 ~10 μm 이다. 중성자는 이와 같은 고유 특성과 높은 투과력으로 인한 다양한 시료 환경 조건(온도, 인장, 자장 등)을 구현할 수 있는 장점 때문에 중성자를 이용한 결정구조(crystal structure), 정량 상분석(quantitative phase analysis), 상전이, 집합조직(texture), 잔류응력 등의 측정/분석, 중성자 소각 산란법에 의한 1~100 nm 크기의 불균일성(석출물, 기공, 결함, 나노/박막 구조 등) 측정/분석 등에 광범위하게 이용되고 있다. 본 발표에서는 한국원자력연구원에 보유중인 국내 유일의 중성자원인 "하나로"에 설치되어 현재 운영 중인 재료 연구를 위한 중성자산란장치들을 소개하고, 이들 장치를 이용한 표면 공학 재료에 대한 응용 연구 결과를 소개하기로 한다. 본 연구는 과학기술부 방사선기술 사업의 지원으로 이루어졌습니다.