

**원자로 재료의 특수목적용 캡슐
개발 현황 및 개발 계획 연구**
(Study on Development Status of Special Purpose Capsules
for Reactor Material and Future Development Plan)

한국원자력연구소 조만순, 손재민, 김도식, 박승재, 주기남, 강영환

차세대원자로 및 신형원자로의 원자로 및 핵연료의 구조재료에 이용되는 지르코늄 합금, 스테인레스강, Cr-Ni강 등 다양한 소재들에 대한 노내에서의 특성시험은 원자로 재료개발을 위한 특성자료의 생산을 위해서 필수적인 시험이다. 미국, 유럽 및 일본과 같은 원자력 선진국에서는 재료에 대한 단순한 조사시험 외에 특수한 목적을 가진 실험을 in-situ로 노내에서 수행하기 위해 다양한 특수목적용 캡슐들을 개발하고 있다. 원자력 선진국에서 개발된 특수목적용 캡슐로는 핵연료에 대한 발생가스, 발열량, 변형 및 가스스weep(gas sweep) 측정, temperature ramping 및 BOCA 캡슐 등이 있으며 재료의 특수목적용 실험을 위해서는 Zr, 스테인레스강 및 그라파이트 재질에 대한 크립 측정 캡슐, 피로시험, 균열성장 측정, 조사량 제어 캡슐 등이 있으며 이를 위해 여러가지 계장기술을 개발하고 있다. 본 연구에서는 미국, 유럽 및 일본과 같은 원자력 선진국에서의 특수목적용 캡슐의 개발 및 활용 현황을 조사하고 현재 활용되고 있는 특수캡슐을 종류 별로 구분하여 그 특성을 조사하였다. 이를 통해 특수캡슐 분야에 필요한 요소기술은 헬륨가스와 벨로우즈를 이용한 하중부과 방법과 LVDT나 He micrometer 등을 이용한 변위측정 기술 및 캡슐 수직이동 장치의 세가지가 있다는 것을 조사하였으며 이중 현재까지 하나로에서 개발된 기술은 가스를 이용한 하중부과 기술과 변위측정 기술로 추후 조사량 제어 등을 위해 모터구동의 캡슐 수직이동장치를 개발이 요구된다. 하나로에서는 현재까지 무계장/계장 재료캡슐, 핵연료 무계장캡슐을 개발하여 일부는 사용자들의 조사시험에 활용되고 있으며 특수목적용 캡슐로는 단일 시편 장착용 크립캡슐이 개발되어 노내시험을 계획하고 있다. 차기 단계에 하나로에서 개발예정인 특수목적용 캡슐로는 복수시편 장전용 크립시험용 캡슐, 피로시험용 캡슐, 조사량 조절 캡슐을 비롯하여 이용자 요구에 따라 균열(crack propagation) 측정이나 핵연료에 대한 가스스weep(gas sweep) 측정을 할 수 있는 캡슐 등 다양한 기술 개발을 단계적으로 추진하여 특수목적 캡슐의 용도별 기술을 확대해 갈 계획이다.

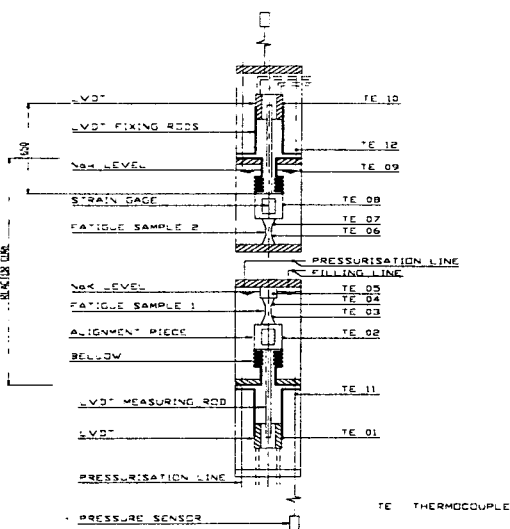


그림 1 In-pile 피로시험캡슐 개념도

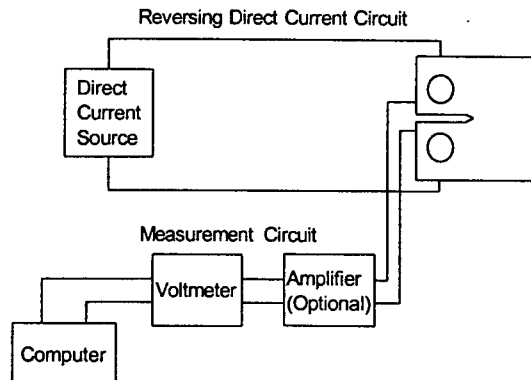


그림 2 균열측정 캡슐 제어도