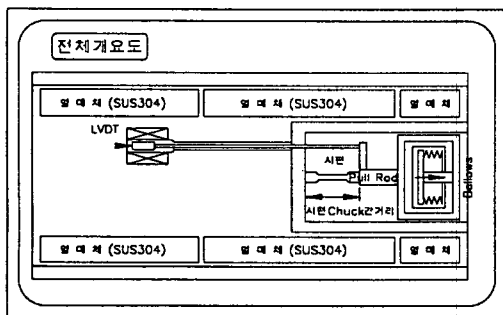


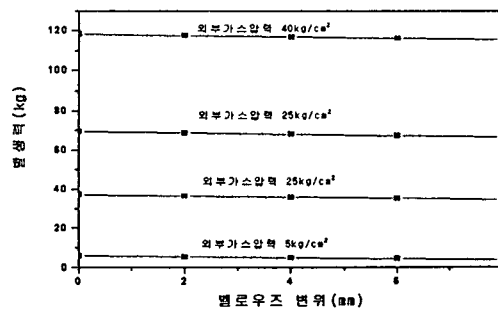
하나로를 이용한 조사 크립시험 계획 및 캡슐 예비설계 (Test Plan and Preliminary Design of Irradiation Creep Capsule in HANARO)

한국원자력연구소 조만순, 박승재, 주기남, 김도식, 손재민, 강영환

하나로를 이용한 조사크립시험을 수행하기 위한 준비 단계로 노내에 장전된 캡슐 내부에서의 온도, 압력과 같은 설계 파라미터를 확인하기 위한 시험용 크립캡슐의 설계 및 제작에 대하여 설계요건을 기술하고 구조설계, 열설계 및 강도설계 등의 예비설계를 수행하였다. 조사시험은 노심외부의 IP공에서 수행하고 평균 중성자조사량은 $5 \times 10^{20} \text{n/cm}^2$, 조사 목표온도는 400°C 인 조건에서 알루미늄 시편을 장전하여 시험한다. 구조설계에서는 시편부, 하중전달부, LVDT부의 설계에 대해 기술하였다. 캡슐의 외통은 직경 50mm인 스테인레스강을 사용하며 외통의 강도설계를 수행하여 건전함을 확인하였다. 열설계에서는 노심 밖의 IP공에서는 냉각수가 흐르지 않기 때문에 열계산을 위해 자연대류에 의한 표면 열전달계수를 산정하여 제시하였다. 산정된 표면 열전달계수는 $845 \text{W/m}^2\text{C}$ 으로 상세설계 시 이 값을 이용하여 열계산을 수행하고 시편과 열매체 사이의 갭을 조절함으로써 시편의 목표온도를 계산할 수 있다. 캡슐의 제작 후 하나로에서의 조사시험을 통하여 표면 열전달계수의 타당성을 확인할 필요가 있다. 하중부과시험에서는 스테인레스강 재질을 2가지의 상용 벨로우즈(스프링 상수 0.1kg/mm 와 0.3kg/mm)에 대해 외부에서 가하는 가스압력에 따라 하중전달봉에서의 발생력을 구하는 실험을 수행하였다. 벨로우즈의 변위에 따른 하중감소분을 고려하기 위하여 벨로우즈의 변위를 고려한 실험을 하였다. 가스압력과 발생력은 선형적으로 비례함을 확인하였다. 실험을 통해 모캡캡슐에서 사용한 외부가스 공급장치의 가압을 위한 콤프레셔와 같은 별도의 드라이빙 메카니즘을 사용하지 않고 헬륨bomb의 압력만으로도 크립시험에 적합한 하중을 얻을 수 있다는 것을 확인하였다.



크립캡슐 전체개요도



벨로우즈 변위에 따른 하중 변화