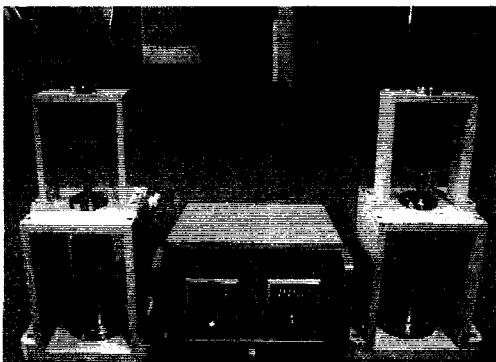


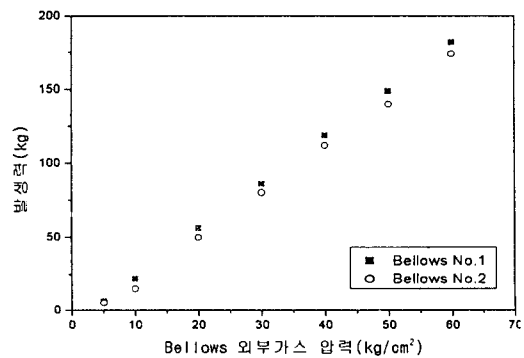
## 조사크립 캡슐의 하중부과장치 특성 연구 (Study for the Loading Unit of the Irradiation Creep Capsule)

한국원자력연구소 조만순, 장영환, 김봉구, 주기남, 김도식, 손재민

원자로 구조재료인 지르코늄 합금, SUS304 등과 Cr-Ni강, 바나듐 합금 등에 대한 크립파단 시험은 재료의 건전성을 평가하기 위한 매우 중요한 실험으로 조사(irradiation)량에 따른 재료의 기계적 특성 변화를 파악하기 위한 것이다. 연구로를 활용한 캡슐조사시험은 다양한 운전조건을 구현하고 중성자속이 높아 조사시험 기간을 크게 단축하여 단기간에 원자력 관련 재료 및 구조물의 조사성능 예측 및 평가를 가능하게 한다. 하나로를 이용한 조사크립시험을 수행하기 위한 크립캡슐 설계 및 제작을 위하여 개념적 설계로 제작된 캡슐모형을 바탕으로 설계요건을 기술하고 주요 요소설계의 하나인 하중부과 장치에 대한 실험을 수행하였다. 설계요건에서는 하나로에서 조사할 수 있는 실제 캡슐에 대한 설계 고려사항을 기술하였으며 모캡캡슐의 개념설계에서 다루지 않은 파단검출기를 도입하여 변위량의 측정뿐 아니라 파단감지를 명확히 할 수 있도록 하므로써 시편파단의 오감지로 인한 실험의 오류를 방지하도록 하였다. 하나로의 노심에서 캡슐 시험은 평균 중성자조사량이  $5 \times 10^{20} \text{n/cm}^2$ , 감마가열률(gamma heating rate)의 최대값이 4.8W/g인 분위기에서 조사되며 시편에 요구되는 온도는  $600 \pm 5^\circ\text{C}$ 의 범위이다. 시편은 직경 5mm, 길이 50mm로 게이지부의 직경은 1.8mm, 길이는 10mm이다. 조사시험은 CT공이나 IR공에서 하며 조사시험시 시편에 부가되는 응력은  $20 \sim 30 \text{kg/mm}^2$ 이다. 예상파단시간은 500~3,000시간의 범위를 고려한다. 하중부과 장치에 대한 실험은 벨로우즈에 가스압력을 가해 하중전달봉(push rod)을 이동시켜 시편에 하중을 가하는 장치인 하중부과시험에서 모캡캡슐의 하중전달기구(mechanism)를 검토하고 2가지의 상용 벨로우즈에 대해 외부에서 가하는 가스압력에 따라 벨로우즈가 시편에 가하는 하중을 구하였다. 실험방법은 외경 32mm의 원관에 직경 6mm의 하중전달봉(push rod)을 달아 하부에서 He가스로 하중을 가한다. 하부 원관에 가해지는 힘으로부터 벨로우즈의 수축에 의한 반력을 빼면 유효하중이 된다. 실험을 통해 모캡캡슐에서 사용하는 외부가스 공급장치에 대한 가압용 부스팅 장치를 사용하지 않고 헬륨봄베만으로도 크립시험에 적합한 하중인 60~80kg을 얻을 수 있다는 것을 확인하였다. 실제 캡슐의 제작에서는 장기간 노내에서 유지되어야 한다는 점을 고려하여 다이아프램이 두꺼운 벨로우즈를 사용하는 방안을 제시하였다.



하중부과 장치의 모습



가스압력과 발생력(변위 4mm)