

LVDT를 이용한 핵연료봉 내부 압력측정 기술 개발 (Development of Technology for Internal Pressure Measurement of Nuclear Fuel Rod using LVDT)

한국원자력연구소 손재민, 김봉구, 김도식, 주기남, 김용균, 염기연, 박승재, 강영환

한국원자력연구소에서는 핵연료 조사시험용 계장캡슐(이하 핵연료 계장캡슐이라 함)을 개발 중에 있으며, 이는 핵연료에 대한 성능 및 안전성을 확인하기 위하여 필수적으로 요구되고 있는 하나로(HANARO, High-flux Advanced Nuclear Application Reactor)의 주요 이용설비 중에 하나이다. 연구로에서의 핵연료 조사시험(Irradiation Test)을 위한 계장기술 개발은 조사시험중 핵연료의 노내 거동 연구 및 설계자료의 확보를 위해 필수적이며, 계장을 통하여 측정할 수 있는 특성으로는 핵연료의 중심 및 표면온도 변화, 피복관의 표면온도 변화와 직경 및 길이 변화, 피복관의 산화층 두께 변화, 핵연료봉의 내부압력 변화 등이 있다.

본 연구는 하나로의 OR 조사공에서 조사시험을 수행할 예정인 핵연료 계장캡슐의 계장기술 중에 하나로서 핵연료봉 내부에 장입된 핵연료 소결체에 의해 조사시험 시 생성되는 핵분열 생성물로 인한 핵연료봉의 내부압력 변화를 측정하기 위한 기술을 개발하는 것이 목적이다.

핵연료봉 내부압력 변화를 측정하기 위하여 실제 이용자의 요구조건에 적합한 LVDT(Linear Variable Differential Transformer, 선형변위차동트랜스)를 선정하여 노외시험을 수행하고, 이 결과를 토대로 LVDT를 적용하는 방법과 조사시험 시 계측된 데이터를 분석·평가하기 위한 방법을 연구하였다. 이 연구를 수행하기 위하여 핵연료 계장캡슐의 조사시험 시 핵연료봉 내부에서 발생하는 압력을 모사하기 위한 가압 장치를 설계·제작하고, 상온에서 이 장치를 이용하여 1 kg/cm²부터 30 kg/cm²까지의 범위에서 LVDT의 특성을 파악하고 분석하였다. 그림 1은 노외시험을 위한 시스템이며, 그림 2는 실험을 통하여 얻은 결과이다.

본 연구를 통하여 핵연료 계장캡슐에 사용하고자하는 LVDT의 특성자료를 얻었고, 핵연료봉 내부압력의 변화를 정확하게 해석할 수 있는 기술을 확보하였다.

향후 LVDT의 실제 설치 위치인 핵연료봉 상단 온도에서의 특성자료를 정밀하게 산출하고, 3-Pin 핵연료 노내 조사시험 설비(FTL, Fuel Test Loop)의 운전환경에 적용하기 위한 기술확보를 위하여 고온환경에서의 노외시험을 수행할 계획이다.

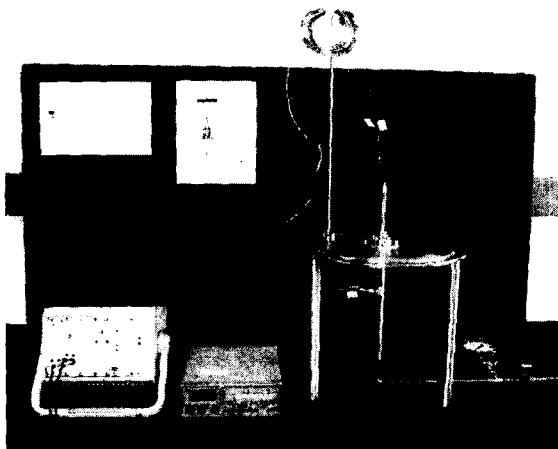


그림 1. LVDT를 이용한 핵연료봉 내압 측정 노외시험 시스템

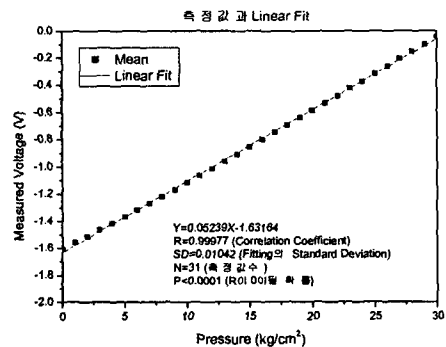


그림 2. 압력에 따른 LVDT특성 결과