

조사시험용 계장 핵연료봉 개발
(Development of Instrumented Test Rod
for Nuclear Fuel Irradiation Test in HANARO)

한국원자력연구소 김봉구, 주기남, 손재민, 신윤택, 오종명, 강영환, 김학노

연구로에서의 핵연료 조사시험을 위한 계장은 조사시험중 핵연료의 노내거동 연구 및 설계 자료 확보를 위해 이용되고 있다. 이에 따라 1960년대부터 연구로를 보유한 각국에서는 폭 넓은 핵연료 조사시험을 위한 계장기술을 개발하여 왔다. 국내에서는 연구용 원자로인 하나로(HANARO)에서 조사시험을 위해 재료 조사시험용 무게장캡슐과 계장캡슐, 핵연료조사시험용 무게장캡슐을 성공리에 개발하여 활용 중에 있다. 최근에는 핵연료 조사시험용 계장캡슐 개발과 함께 핵연료의 조사시험중 특성 측정을 위한 계측기, 제어장치, 용접, 조사중 조사자료측정 등에 대한 기술개발을 수행하고 있다. 핵연료 조사시험 중 측정할 수 있는 특성으로는 핵연료 노내성능과 관련이 있는 핵연료 중심 및 표면온도, 피복관 표면온도, 핵연료봉 내압, 핵연료 길이 변화, 피복관 직경 및 길이 변화, 피복관 산화층 두께변화 등이 있다. 이러한 것들로부터 연소에 따른 핵연료의 노내거동을 직접 확인할 수 있고, 여기서 수집된 자료들은 핵연료 설계와 관련된 연구에 많은 정보를 제공하게 된다. 한국원자력연구소에서는 조사중 핵연료 온도, 핵분열기체 방출에 의한 핵연료봉 내압 및 핵연료 변형 등을 측정하기 위한 계장 핵연료봉을 개발해오고 있으며, 현재 조사중 온도측정과 핵연료봉 내압측정을 위한 핵연료봉을 그림 1, 2와 같이 설계하였다. 그리고, 조사중 핵연료의 표면 및 중심온도 측정용 열전대(K-, C-type) 설치를 위해 직경이 약 8mm, 길이가 10mm인 UO₂ 소결체의 중앙에는 직경이 약 1.5mm인 구멍과 표면에는 폭이 약 1.2mm인 홈을 가공하기 위한 기기를 개발하였고, 이 기기와 다이아몬드 드릴과 휠을 사용하여 UO₂ 소결체 중앙 구멍과 표면 홈을 가공하여 최적의 핵연료봉 제작에 성공하였다. 또한, bellows와 LVDT를 이용해서 핵연료봉 내압을 측정할 수 있는 압력계를 개발하여 현재 노외검증시험 중에 있으며, 내압측정용 핵연료봉을 제작 기술을 개발 중에 있다. 한편, 계장핵연료봉 제작을 위해 zircaloy 용접을 위한 기술도 개발완료단계에 있다. 현재 개발중인 핵연료봉 제작기술은 핵연료 조사시험용 계장캡슐에 설치되어 2002년말부터 하나로에서 활용될 예정이다.

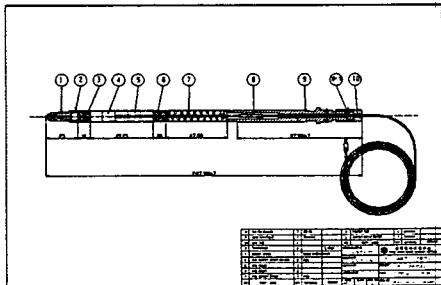


그림 1 열전대 설치 핵연료봉 설계도

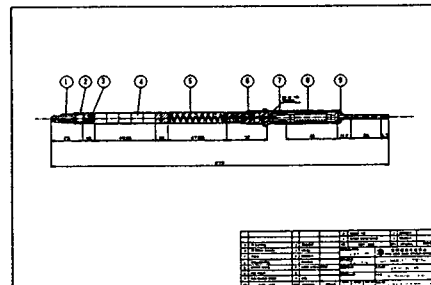


그림 2. 압력계 설치 핵연료봉 설계도