

## 핵연료 조사시험용 개방형 계장캡슐의 온도 및 열응력 예비 해석

### Preliminary Analysis of Temperature and Thermal Stress on the Open Basket Type Instrumented Capsule for Nuclear Fuel Irradiation Test

김도식, 손재민, 김봉구, 오종명, 조만순, 주기남, 강영환

한국원자력연구소

대전광역시 유성구 덕진동 150

#### 요약

핵연료 조사시험용 계장캡슐은 다양한 핵연료의 성능평가를 위하여 하나로의 OR조사공에서 조사시험 될 예정이다. 계장캡슐 내부에는 핵연료 소결체가 장입된 3개의 핵연료봉이 장전되며, 이로 인하여 많은 양의 붕괴열이 발생된다. 따라서 개방형 핵연료 계장캡슐의 조사시험 중 안전성 및 이용자 요구조건의 만족여부를 확인하고자 온도 및 열응력 해석을 수행하였다. 이를 위하여 온도와 열응력 해석을 함께 수행할 수 있는 ANSYS를 사용하였으며, 이 경우 핵연료봉의 대칭성을 이용하여 1/4 모델링하고, 피복관 외면에는 대류경계조건 그리고 피복관과 소결체 사이의 gap에 대해서는 전도만을 고려하였다. 해석에 사용된 요소는 Soild 5(3-D Coupled-field Solid)이다. 또한 유한요소해석을 통하여 얻어진 핵연료봉의 온도분포에 대한 정확성을 검토하기 위한 이론해석에서는 각 층의 열전달이 시간에 무관한 정상상태(steady state)이고, 냉각수 온도는 일정하다고 가정하였다. 이상의 두 가지 해석법으로 평가된 핵연료 소결체의 중심온도는 최대 선출력=44.7kW/m인 경우 유한요소해석에서는 1927oC 그리고 이론해석에서는 1949oC이었으며, 최대 선출력 =48.8kW/m에서는 각각 2125oC와 2123oC로 거의 동일하였다. 또한 피복관의 내·외면 최고 온도차에 의한 최대열응력은 선출력에 따라 177.0MPa과 194.0MPa 그리고 하단 end cap과 피복관 접촉부에서의 열응력은 각각 88.7MPa과 97.2MPa로 얻어졌다. 이상의 열적 해석결과로부터 조사시험 중 소결체의 온도가 이용자들의 요구조건에 부합하는지를 판단할 수 있다. 또한 계산된 열응력과 기계적 응력 그리고 사용된 피복관의 허용응력을 ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III의 기준에 적용하여 개방형 핵연료 계장캡슐의 고온 안전성을 확인하였다.