

BFS-73-1 임계실험 분석(II)
Analysis of BFS-73-1 Experiment (II)

송훈, 김영인, 박원석, 김영진

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

한·러 공동으로 수행한 BFS-73-1 임계실험 측정자료를 대상으로 하여 현재까지 구축된 액체금속로 노심설계용 종합전산체계인 K-CORE 시스템의 계산능력을 검증하기 위하여 계산 결과와의 비교·분석을 수행하였다. 계산적 분석에서는 육각주모형을 사용한 노달확산근사계산을 주 계산방법으로 사용하였다. 비교·분석 결과, 유효증배계수는 실험치와 0.3% 정도의 오차 범위 내로 예측가능함을 보여주었다. 핵분열율 분포의 경우, 노심 영역에서 계산치가 2% 오차 이내로 실험치와 일치하였으나 블랭킷 영역에서는 보다 많은 차이를 보였다. 노심 중앙에서의 반응률비 계산은 2% 오차 이내로, 유효지발중성자율 β_{eff} 계산 결과는 1% 내로 실험치와 일치하였다. 1차 섭동이론 계산방법을 사용한 샘플 반응도가 계산에서는, 핵연료 물질인 U-235, U-238, Pu-239와 제어봉의 주요 구성 물질인 B-10에 대하여 대체로 실험치와 7% 오차 내로 일치하였으나 기타 물질에 대하여서는 많은 차이를 나타내었다. 그 밖에 도플러 효과는 8% 정도의 오차를 가지고 계산되었다. 다음 단계의 임계노심 구성에 대비하여 실시한 U-Zr 이원합금핵연료 대체 반응도가 계산에서는 18%와 15% 농축우라늄 핵연료 모두 다 실험치와 많은 차이를 보였으며, 이 원인은 아직 규명되지 않았다.

Abstract

As the first stage of critical experiment plan for developing the KALIMER core design, BFS-73-1 Experiment was performed in 1997, for which a uranium metal fueled benchmark core was constructed at the BFS-1 facility in IPPE. In this work, the K-CORE system, being used in the KALIMER conceptual core design, has been validated against BFS-73-1 Experiment by comparing the calculated results to the measurements.

The comparison results show that the effective multiplication factor can be predicted within 0.3 % error. The fission reaction rate distributions were calculated within 2% error in the core region, but were found to be in poor agreement in the blanket region. The calculated values of spectral indices at the core center and the effective delayed neutron fraction, β_{eff} , agreed with the measured ones within 2% and 1% errors, respectively. In the calculations of small sample reactivity worths, the first order perturbation method resulted in the calculated errors less than 7% for U-235, U-238, Pu-239 and B-10, but much higher calculated errors for the other materials. The calculated value for Doppler effect showed about 8% error. In the calculations of rod replacement worth for U-Zr binary fuels, with which the next benchmark experiment core is to be constructed, the calculated reactivity worths for 18% and 15% enriched fuel rods turned out to be deviated from the measured values beyond reasonable explanation. The reason for these unacceptable deviations has not been identified yet.