

HELIOS/MASTER 핵설계체계의 반응도 및 첨두출력인자 불확실도 평가

Reactivity and Peaking Factor Uncertainty Evaluation of HELIOS/MASTER Nuclear Design System

김 종 채, 송 재 승, 김 하 용, 조 병 오, 지 성 균

한국원자력연구소

요 약

중성자 수송해석 코드인 HELIOS의 노심핵설계체의 적용 타당성을 확인하기 위하여 한국 원자력연구소에서 개발된 3차원 노심해석코드 MASTER 2.0 과의 연계체계를 수립하고 이 핵설계체계의 반응도 및 첨두출력인자에 대한 불확실도를 평가하였다. 불확실도의 평가는 영광 원자력 1호기 및 3호기의 임계봉산농도 및 출력분포 실측치를 기준값으로 하여 노심추적계산 결과와의 차이를 통계적으로 분석하는 방법으로 수행하였다. 반응도 불확실도 평가에서는 임계봉산농도 편차로부터 봉산반응도가 계산값을 이용하여 반응도 차이를 산출하여 분석하였는데 95/95 신뢰도에서 362 pcm으로 평가되었다. 출력분포에 대한 불확실도 평가에서는 영광 1호기의 경우 50개의 이동식 계측기, 3호기의 경우 45개의 노내 계측기에서 발생된 계측신호를 사용하였으며, 보수적인 평가를 위하여 각 주기별로 가장 분산이 큰 출력분포를 기준으로 95/95 신뢰도의 불확실도 평가를 적용한 결과 3차원 첨두출력인자, 축방향적분 반경방향 첨두출력인자, 평면별 반경방향 첨두출력인자의 불확실도는 각각 0.048, 0.034, 0.044로 평가되었다. 이러한 평가결과는 기존의 상용 노심 핵설계체계나 CASMO-3/MASTER 핵설계체계의 불확실도 평가결과와 유사한 것으로 HELIOS/MASTER 핵설계체계도 가압경수로의 핵설계 및 해석에 적용이 가능하다는 결론을 얻을 수 있다.

ABSTRACT

A nuclear design system HELIOS/MASTER was established and its uncertainties of reactivity and peaking factors were evaluated. The uncertainty evaluations were performed by statistical analyses with differences between core follow calculation results and measured data of Yonggwang units 1 and 3. The reactivity uncertainty of 362 pcm was evaluated from differences of critical boron concentrations between calculations and measurements combined with calculated boron worths. In the evaluation of peaking factors, measurements from 50 and 45 incore instruments were used for Yonggwang units 1 and 3, respectively. The power distribution with maximum deviation for each cycle was used in the comparisons for conservatism. The uncertainties of 3-dimensional, axially integrated radial, and planar peaking factors were evaluated by 0.048, 0.034, and 0.044 in relative power unit, respectively. These results are comparable to other nuclear design systems and it is concluded that the HELIOS/MASTER nuclear design system can be used for the nuclear design and analysis of domestic pressurized water reactors.