

몬테 카를로 방법을 이용한 원자로 동특성 인자에 대한 연구

Study on Reactor Kinetic Parameters Using Monte Carlo Method

서철교, 전병진, 이충성, 채희택, 김학노

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요약

몬테 카를로 방법을 사용하는 MCNP를 이용하여 주요한 원자로 동특성 인자인 즉발 중성자 붕괴상수 (prompt neutron decay constant) α 와 유효 지발 중성자 분율 (β_{eff})를 계산하였다. α 를 계산하기 위하여 pulsed neutron source (PNS)법과 중성자 잡음분석법 (neutron noise analysis)의 하나인 auto-correlation 방법을 모의하였다. Godiva 임계 실험장치에 대해 두가지 방법으로 모의 계산한 결과는 서로 잘 일치하며, 실험값에 대하여 10%의 오차를 가진다. 하나로에 대해서는 PNS법으로 모의 계산하였으며, 중성자 잡음분석법으로 측정된 결과와 비교하였다. 여러 미임계 조건에 대하여 측정값과 계산값은 서로 잘 일치하며, 지발 임계에서 α_c 값에 대한 계산값 (73.21sec^{-1})은 측정값(73.78sec^{-1})에 대해 -0.8%의 오차로 잘 일치한다. β_{eff} 를 계산하기 위해서 두가지 방법을 사용하였다. 첫 번째는 즉발 중성자에 의한 임계도(k_{prompt})와 지발 중성자가 포함된 임계도(k_{eff})를 각각 계산하여 β_{eff} 를 계산한 것이며, 두 번째 방법은 임계도(k_{eff})와 α 의 관계를 이용하는 것이다. 첫 번째 방법에 의한 Godiva 임계 실험장치의 실험값(0.0064)과 계산값(0.0064)은 잘 일치한다. 하나로에 대해서는 첫 번째 방법은 오차가 커서 적용하기 어렵고, 두 번째 방법에 의한 값 0.00784(표준편차:0.00025)은 KINPARA로 계산한 값(0.00789)과 잘 일치하며 편차는 0.6%로 작다.

Abstract

The important reactor kinetic parameters - prompt neutron decay constant (α) and effective delayed neutron fraction (β_{eff}), are calculated using the Monte Carlo code MCNP. To calculate α , the pulsed neutron source method (PNS) and the auto-correlation method, which is one of the neutron noise analysis methods are simulated. About Godiva critical apparatus, the results from two methods agree well each other, the calculated values are within 10% compared to the experimental value. In the case of HANARO, PNS is simulated to calculate α and compared with the measured results by the neutron noise analysis method. The calculated values agree well over various reactivity status, and the calculated value (73.21sec^{-1}) at delayed critical, deviates about -0.8% with the measured value (73.78sec^{-1}). Two methods are employed to calculate β_{eff} . The first method is to calculate it using k_{prompt} by only prompt neutron and k_{eff} by total neutron. The second method is to use the relation between k_{eff} and α . About Godiva critical apparatus, the calculated value (0.0064) by the first method agrees well with the experimental value (0.0064). In the case of HANARO, the first method is not good for its statistical error, the calculated value 0.00784 (σ :0.00025) by the second method agrees within 0.6% with the value (0.00789) calculated with KINPARA code.