

AMBIDEXTER 원자력 복합 에너지 시스템의 고유 안전성 분석

Analyses on Inherent Safety Characteristics of the AMBIDEXTER Nuclear Energy Complex

김진성, 이영준, 유영진, 오세기
아주대학교
경기도 수원시 팔달구 원천동 산5번지

요약

본 연구는 냉각기능 상실 및 출력제어 상실과 같은 이상상태에서 AMBIDEXTER 원자력 에너지시스템의 출력전이 특성을 시뮬레이션하고, 이를 기초로 원자로계통의 고유한 출력 자동조절 기능을 반영한 원자로제어계통의 설계 요구조건 및 제약조건을 평가할 목적으로 수행하였다. 시스템의 동적 거동 모사해석 프로그램인 MATLAB/Simulink와 AMBIDEXTER-NEC의 주요 계통 및 기기들의 핵 및 열수력학적 특성을 일점 동특성 방정식, 반응도 방정식, 다절점 열전달 방정식으로 근사한 모델링 코드를 결합하여 MATLAB/AMBISM을 개발하였으며, 이를 이용하여 원자로계통, 중간 열전달계통 및 초임계 증기계통에서 펌프 또는 밸브 고장으로 인한 계통내 유체유량의 감소와 노심내 반응도의 비정상적 삽입으로 인한 출력이탈을 유발하는 각종 경우들을 선정하여 시뮬레이션 하였다. MATLAB/AMBISM 코드에서 유일하게 고려된 능동적 제어는 증기발생기 및 증기재열기 모델에서 2차측 급수온도가 일정하게 유지된다고 가정한 것이다. 시뮬레이션 결과에 따르면 AMBIDEXTER의 핵연료용융염이 갖는 고유 특성인 핵연료온도의 큰 부(-)반응도 계수로 인하여 초임계증기계통의 최대 증기유량 감소가 40%를 넘지 않거나 중간 열전달계통의 냉각용융염 유량감소가 최대 50% 이하인 냉각기능 상실 사건에 대해서는 인위적인 제어가 필요없이 고유한 자동조절 특성에 의해 시스템이 안정화될 수 있음이 확인되었다. 그리고 핵연료용융염의 노심유량 감소 및 비정상 반응도 삽입의 경우, 대응되는 제한치가 각각 46% 및 0.5 mk로 나타났다.