

차세대원자로 핵연료집합체 유동 및 열전달 특성평가 방법론 개발

Development of Evaluation Methodology for Fluid Flow and Heat Transfer
Characteristics of Fuel Assembly in APR 1400

김만용, 최영준, 김현군, 이종인,

한국원자력안전기술원

대전광역시 유성구 구성동 19 번지

유성연, 정민호

충남대학교 기계설계공학과

대전광역시 유성구 궁동 220 번지

요 약

원자로는 노용기, 핵연료 봉다발, 냉각수, 노심구조물, 제어봉과 구동장치 등으로 구성되어 있고 핵연료봉에서 발생한 열은 축방향으로 흐르는 주위의 냉각수에 전달된다. 냉각수에 전달된 열은 증기 발생기에서 증기를 생산하고, 이 증기는 터빈을 돌려 전기를 생산한다. 이와 같이 전기를 생산하는데 있어서 가장 중요한 원자로 내 핵연료 집합체에서 발생하는 열수력 현상의 근본적 이해는 정상운전상태의 원자로 최적설계뿐만 아니라 사고시 원자로의 안전해석, 비정상운전에서의 시스템 보존을 위한 기본이 된다. 핵연료봉으로 구성되는 수로의 모양은 핵연료봉의 구성방식에 따라서 주로 삼각형 또는 사각형이 되는데 이를 부수로(sub-channel)라고 부른다. 원자로의 핵연료봉다발은 노심에서의 장전위치에 따라서 내부 부수로(interior sub-channel), 벽면 부수로(wall sub-channel), 및 모서리 부수로(corner sub-channel)등 여러 형태의 부수로가 형성된다. 이러한 부수로에서의 열수력학적 거동은 봉다발의 배열상태, 부수로의 종류, 봉간거리와 봉간직경의 비의 변화에 따라 크게 달라져 일반 배관의 원형 단면과는 매우 다른 양상을 보이며 난류유동에서는 거동이 더욱 복잡하게 되는데, 이것은 유로 단면의 기하학적 현상이 열수력 거동에 미치는 영향이 매우 크기 때문이다. 본 연구에서는 원자로 내 핵연료 집합체 모델을 대상으로 유동과 열전달 특성에 대해 수치해석을 수행하여 부수로 내에서의 속도분포와 각 봉에서의 열전달 계수 특성에 관해 고찰하였으며, 이와 같은 연구결과를 바탕으로 핵연료집합체 및 구조물에 대한 설계자료를 분석하고자 한다.