

SMART 증기발생기 카세트 동특성 해석 Dynamic Analysis of SMART Steam Generator Cassette

김동욱, 김용완, 김종인, 장문희

한국원자력연구소

요약

일체형원자로 SMART의 증기발생기는 상용로와 달리 원자로 내벽에 매달린 형태로 설치되며 총 12개의 증기발생기 카세트가 사용된다. 원자로 구조물에 사용되는 모든 기기는 운전중 받게되는 다양한 하중에 대해 구조적 건전성을 확보하여야 한다. 일체형원자로 SMART의 기본설계과정에서는 기기의 유한요소모델과 거시적 동특성을 이용해 각종 동하중에 대한 기기의 구조적 건전성을 확인하였다. 본 연구에서는 여러 단계를 거쳐 증기발생기 카세트의 거시적 동특성해석을 위한 매우 단순한 형태의 유한요소모델을 개발하고 동특성해석에 사용하여 유용한 결과를 얻었다. 개발된 유한요소모델은 증기발생기 카세트의 동특성을 정확히 기술할 뿐만 아니라 매우 단순한 형태를 하고 있어 원자로 전체의 유한요소 모델 구성 시 매우 효율적으로 사용될 수 있다.

CAE를 활용한 증기발생기카세트 부품 피로해석 Fatigue Analysis of Steam Generator Cassette Parts Based on CAE

김용완, 이환수, 박진석, 김종인, 장문희

한국원자력연구소

요약

CAE를 활용하여 증기발생기카세트의 핵심부품인 노즐헤더 및 전열관에 대한 피로해석을 수행하였다. 상용 CAE프로그램인 IDEAS로 3차원 모델링을 생성한 후 이를 유한요소해석 프로그램 ABAQUS입력으로 전환하여 응력해석을 수행하고 그 결과로부터 피로해석을 수행하였다. 형상이 복잡한 구조물에 대해 3차원 모델링을 한 경우 2차원을 주요 대상으로 정의되어 있는 ASME의 기술기준을 직접 적용하여 응력강도를 계산하고 피로수명을 계산하는 것이 힘들다. 본 연구에서는 형상이 복잡한 카세트 노즐에 대해서 응력강도를 계산하지 않고 3차원모델의 열해석과 응력해석결과로부터 직접 피로해석을 수행하는 시도를 하였다. 전열관은 2차원으로 모델링 할 수 있으므로 ASME에 준해 응력강도를 계산하고 평가를 하는 것이 가능하다. 전열관은 ABAQUS로 열 및 응력해석을 수행하고 반복응력강도를 계산하여 피로해석을 수행하였다. 그러나 전열관 소재인 티타늄합금은 ASME에 등재되어 있지 않으므로 별도의 시험으로 S-N곡선을 구하여 사용하였다. 해석결과 두 가지 부품이 증기발생기의 수명을 만족함을 보였다. 3차원모델을 이용하여 열해석과 응력해석을 수행하고 이를 활용하여 바로 피로해석을 수행하는 방법이 원자로의 기기설계에 정립되어야 한다.