

증기발생기 2차측 프레팅 마모 문제의 유한요소 해석

Finite Element Analysis of the Fretting Wear Problem on the Secondary Side of Steam Generator

이춘열, 채영석

영남대학교 기계공학부

경북 경산시 대동 214-1

요약

원자력발전소 증기발생기 내부에서는 유체유발진동(FIV)으로 인하여 증기발생기 내 튜브와 지지대와의 사이에서 미세한 진동을 발생하고, 계속적으로 진동을 받게 되면 튜브는 마모 문제를 일으킬 수 있다. 이러한 프레팅 마모는 결국 튜브의 파손을 유발하며, 이로 인해 방사성 물질로 오염된 1차측 냉각재가 2차측 유체로 누설됨으로써 원자력 발전소의 안정성 및 이용성에 심각한 문제를 일으킬 수 있다.

본 연구에서는 프레팅 마모 현상을 정량적으로 규명하기 위하여 이 현상을 전산 모사할 수 있는 유한요소 모델의 개발 및 방법론을 제시하는데 목적이 있다. 유한요소법에 의한 프레팅 마모의 해석을 위해 2차원 해석 모델과 3차원 해석 모델을 각각 선정하였다. 2차원 해석의 목적은 본 연구 해석 방법의 타당성을 입증하기 위함이며, 이를 근거로 하여 실제 프레팅 마모 실험을 모사한 3차원 해석을 하였다. 2차원 해석에서는 프레팅 마모 문제를 탄성 접촉 문제로 생각하여, 기존해가 존재하는 편치 대 평면 접촉으로 해석을 하였다. 마모 모델 중에서는 일률모델을 택하였으며, 마모상수를 증가시키고 cycle수를 감소시켜 해석하는 방법의 타당성을 입증하였다. 이 결과를 3차원 모델로 확장 적용하여 실제 실험을 모사한 튜브 대 튜브 접촉 문제로 3차원 유한요소 해석을 수행하였다.

이러한 연구를 통하여 가동 중인 원자력발전소의 증기발생기 튜브 혹은 기타 원전 발전설비의 접합부에서 발생할 수 있는 프레팅으로 인한 마모 현상을 근사적으로 예측 가능할 것이다. 이를 근거로 하여 원전 증기 발생기 튜브의 건전성 평가의 기초 자료로 활용 가능하며, 추후 증기 발생기 설계에도 간접적인 자료를 제공할 수 있다.