

지지격자 스프링의 형상 최적화 Shape Optimization of a Spacer Grid Spring Structure

윤경호, 송기남, 강홍석, 김형규
한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150 번지

요 약

지지격자 스프링은 연료봉을 축방향 및 횡방향의 정해진 위치로 지지하는 기능을 가지며, 노내에서 연료봉의 열팽창차 및 조사에 의한 성장을 수용하여야 하며, 냉각수의 유동에 의한 연료봉의 손상을 방지하기 위해 연료봉의 탄성 에너지를 흡수하여야 한다. 고유모형 지지격자의 기계적 성능시험을 수행하고 이를 통해 제기된 개선사항에 대해 형상 최적화 방법론을 이용하여 연료봉의 변위에 의하여 발생하는 최대응력을 최소화할 수 있으며, 스프링의 힘 대 변위 선도에서 선형적 탄성영역을 확장할 수 있는 최적의 지지격자 형상을 도출하고자 하였다. 최적화는 유한요소 해석의 선형 구간에서 수행되었기 때문에 최적해는 비선형 해석을 통해 검증하였다. 이러한 최적화과정을 통해 초기 지지격자 스프링보다 성능이 우수한 것으로 나타난 최적의 지지격자 스프링 형상을 도출하였다. 이 구조해석 및 최적화 과정을 위해 상용 코드들을 사용하였다.

.....

유한요소법을 이용한 축방향 관통균열을 갖는 증기발생기 전열관의 파열압력 예측 Prediction of Burst Pressure of Steam Generator Tube with an Axial Through Wall Crack Using Finite Element Method

강선예*, 유완, 최석남, 박성호
한국전력기술㈜
대전시 유성구 덕진동 150 번지

요 약

유한요소법을 이용하여 축방향 관통균열을 갖는 증기발생기 전열관의 파열압력을 예측할 수 있는 새로운 방법을 제안하였다. 이 방법에 의한 파열압력은 전열관에 압력이 가해질 때 균열선단 요소의 y 방향 변형률 성분, $E22(\epsilon_y)$ 의 최대점에 대응하는 내압이다. FEM 해석결과에 따르면 균열선단 거동은 다음과 같은 특징을 나타내었다 : 1) 벌징계수(Bulging factor)를 이용하여 계산한 상당압력 대비 균열선단 요소의 변형률 성분은 균열길이에 상관없이 서로 유사한 거동을 보이며, 2) 균열선단 요소의 y 방향 변형률, $E22(\epsilon_y)$ 의 최대점에 대응하는 내압에서 균열선단 요소의 기울기는 균열의 크기 및 형상에 관계없이 약 76° 이며, 3) 이동좌표계를 균열선단요소에 적용하여 구한 균열선단 요소의 yz 평면 전단변형률, $E23(\gamma_{yz})$ 은 고정좌표계에서 구한 E22 의 최대점에 해당하는 내압에서 급격히 증가하는 현상을 보인다. 즉, 균열선단 주변 재료의 거동은 E22 의 최대점에 해당하는 내압에서 급격히 변한다. 본 연구에서 제안한 방법으로 구한 파열압력은 기존의 파열압력 결정식으로 구한 결과 및 Framatome 실험 결과와 잘 일치하므로 새로운 방법을 사용한 파열압력의 예측값은 타당함을 알 수 있다.