

핵연료봉 프레팅 문제에서의 균열해석 방법

Method of Crack Analysis in Fuel Fretting Problem

김형규*, 윤경호, 강홍석, 송기남, 정연호

한국원자력연구소

대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

핵연료봉의 프레팅 마멸현상을 지지격자체와 핵연료봉의 접촉부에서 균열이 발생하고 성장함에 따라 마멸입자가 생성되어 이탈되는 현상이라고 설명하는 파괴역학적 이론을 적용하였다. 프레팅 마멸 시 발생하는 균열의 형태는 접촉면에 수직인 방향으로부터 $0^\circ - 30^\circ$ 경사진 표면경사 균열로 하였다. 균열해석을 위하여 응력강도계수 K_I 과 K_{II} 를 도입하였으며 접촉응력을 해석하는 수치적 방법과 전위밀도함수를 이용하여 응력강도계수를 구하는 방법을 접목시킨 수치해석 프로그램을 개발하였다. 예제 계산으로부터 균열의 경사각, 접촉 전단하중의 변화 등에 따른 K_I 과 K_{II} 의 거동을 조사하였다. 또 일반적으로 미소균열 범위에 있는 프레팅 마멸 시의 균열길이에 대해 균열선단의 소성역 크기를 분석함으로써 응력강도계수의 적용 가능성을 고찰하였다.

Abstract

This study follows the theory of wear particle formation being caused by cracking. So to speak, in the case of fuel fretting wear, it is explained that a crack emanates from the contact surface between the fuel rod and the spacer grid and grows to produce a wear particle. For the present analysis of the fretting crack, it is assumed that the crack has the obliquity of $0^\circ - 30^\circ$ from the contact surface normal. The stress intensity factors K_I and K_{II} are introduced for the mixed mode crack problem. A numerical program is developed by assembling the numerical method of analyzing the contact stresses and that for the stress intensity factor using the dislocation density function. Several sample calculations show the behaviour of K_I and K_{II} , which are affected by the obliquity and the contact shear force. The applicability of the stress intensity factor is also discussed by investigating the plastic zone size ahead of the crack of present analysis, which is regarded to be a small crack problem.