

벨로우즈의 표면 균열 진전 거동

Surface Crack Propagation of Metal Bellows

맹완영, 강영환
한국원자력연구소

조대회, 김재훈, 이현철
충남대학교

요약

금속 벨로우즈의 피로 균열 성장 거동을 파악하는 것은 벨로우즈의 건전성 및 파단전 누설 해석에 매우 중요하다. 타원형 표면 노치를 갖는 SUS 316L 금속 벨로우즈의 피로균열진전 특성을 파악하고자 노치의 길이 및 깊이가 다른 단일 피치 모델 벨로우즈 시편을 이용하여 피로균열진전시험을 수행하였다. 인장방향으로 주파수 1Hz를 갖는 삼각파형의 변위 제어를 통하여 실험하였다. 균열 길이는 피로 파면에 형성되는 beach mark를 이용하여 측정하였다. Newman & Raju 이론식의 응력확대계수를 검증하기 위하여 상용 FEM 프로그램인 ANSYS를 이용하여 3차원 유한요소해석을 하였다. 응력확대계수는 표면 부위를 제외하고 최대 7%의 오차를 보였다. 실제실험과 해석에서의 동일 변위에 대한 하중의 차이는 5%만큼 실험치가 높게 나왔다. 단일 피치 모델 벨로우즈 시편의 피로균열진전 거동은 초기 균열의 형태, 크기 및 진폭에 따라 변화되어 벨로우즈의 수명에 큰 영향을 주는 것으로 확인되었다.

Abstract

It is essential to investigate the fatigue crack propagation behaviors of metal bellows for the analysis of its structural integrity and leak before break condition. One-pitch model bellows specimens which have surface notches of different length and depth were used to analyse the behaviors of fatigue propagation of surface crack of the bellows. These tests were performed by the displacement controlled conditions using a triangular wave form in tension side having a frequency of 1 Hz. Crack length were obtained by measuring the beach mark's distance. Three dimensional finite element analysis are performed using commercial FEM program ANSYS to verify the calculated stress intensity factor based on the Newman & Raju equation. The results showed that the calculated stress intensity factor at crack tip had the maximum 7% error except surface region. It is confirmed that the size and shape of initial surface notch and the fatigue displacement amplitude affected the fatigue behavior and the fatigue life of metal bellows.