

## 원형노치와 혼합모드 단일과대하중에 의한 변형장이 피로균열 전파거동에 미치는 영향

신승만\*(고려대원), 송삼홍(고려대), 이정무(고려대학교 공학기술연구소)

주제어 : 과대하중, 혼합모드, 피로수명, 균열전파 속도, 잔류응력, 원형 노치

기계구조물은 지속적으로 변동하고 있는 하중을 받으므로 변동하중 하에서의 피로거동에 대한 연구가 그 동안 중요하게 다루어져 왔다. 여기에 복잡한 상태의 하중작용과 다양한 기하학적 형상을 요구하는 설계조건에 필요로 인하여 혼합모드 하중 하의 피로거동에 대한 관심 또한 증가하고 있는 실정이다. 이와 같이 실제 피로환경에 대한 다양한 연구의 필요성은 증가하고 있으며, 이러한 환경을 조성하기 위하여 본 연구에서는 예비균열과 원형노치를 나란하게 위치시키고, 혼합모드 단일과대하중을 작용시키는 조건을 설정하였다. 그리고, 단일과대하중의 작용모드 변화와 원형노치의 존재에 의한 관계가 피로균열의 전파거동에 미치는 영향에 대하여 고찰하고자 하였다.

단일과대하중의 작용모드는 단순 인장전단(Compact Tension Shear : CTS) 시험편과 하중장치의 하중 작용각도( $\theta$ )를 변화시킴으로써 조절하였다. 혼합모드 단일과대하중을 작용시킨 후의 피로균열 전파실험은 일정진폭의 모드 I 하중 하에서 수행하였다. 피로거동에 미치는 혼합모드 과대하중, 원형노치와 두 가지가 결합된 조건에 의한 영향을 고찰하기 위하여 예비균열과 원형노치의 거리는 일정하게 유지시키고, 각 실험조건을 설정하였다.

세부적인 고찰사항으로는 혼합모드 단일과대하중에 의해 형성된 잔류영구변형의 형상, 일정진폭 모드 I 피로하중 하의 균열의 피로수명과 균열지연길이 및 지연반복수 등의 전파거동에 대하여 고찰하였다. 예비균열의 전방에 위치하는 원형노치가 혼합모드 과대하중에 의하여 형성되는 변형영역에 미치는 영향과 이후 피로하중 하에서 전파하는 피로균열의 거동에 미치는 영향을 고찰하였다.

혼합모드 과대하중과 원형노치의 결합에 의한 피로균열 전파거동에 나타나는 결과는 다음과 같다. 여러 조건 중 원형노치만 존재하는 조건의 경우, 피로균열의 전파속도는 증가하여 피로수명은 단축되었다. 혼합모드 단일과대하중을 작용시킨 경우, 시험편의 피로수명은 과대하중의 성분 중 인장성분의 증가에 따라 지연현상이 크게 나타나서 증가하였다. 예비균열선단에 위치한 원형노치에 혼합모드 과대하중을 작용시킨 경우, 혼합모드 단일과대하중의 영향과 원형노치에 의한 영향이 상호 복합적으로 작용하여 과대하중  $\theta=0^\circ$ ,  $\theta=30^\circ$ 인 경우, 원형노치의 영향으로 피로수명은 증가하였으나,  $\theta=60^\circ$ 인 경우는 약간 감소하는 경향을 나타내어 피로수명의 변화에 차이를 나타내었다.

본 연구에서는 원형노치의 존재가 피로수명에 미치는 영향에 대한 기존의 연구조건에 혼합모드 과대하중을 결합시킨 모델을 설정하여 그로 인해 형성되는 변형영역의 형상 변화와 이후 피로균열의 전파거동에 미치는 영향을 확인하였다. 또한 이러한 결과는 혼합모드 과대하중으로 인한 예비균열과 원형노치 사이의 1차 변형영역과 이후 원형노치 선단에서의 2차 변형영역이 균열의 피로거동에 미치는 영향에 대하여 고찰의 필요성을 제기하였다.

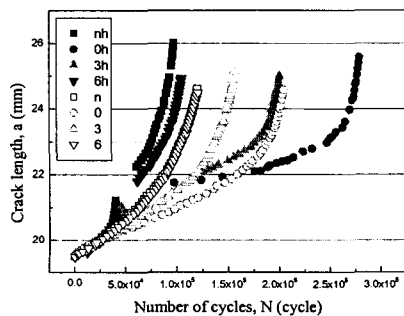


Fig. 1 Relationship between a and N

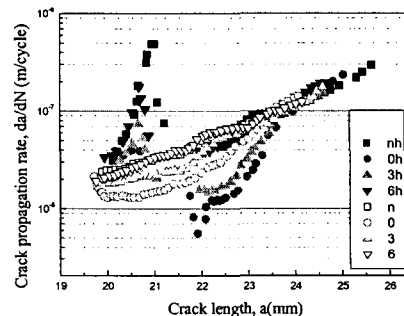


Fig. 2 Relationship between a and da/dN