D29

미세조직 변화에 따른 Ti-3Al-2V합금의 피로균열전파 특성
(Characteristics of Fatigue Crack Propagation with Microstructural Change in Ti-3Al-2V Alloy)

한국기계연구원 현용택, 이용태, 김두현

1. 서 론

티타늄합금의 피로균열전파 거동은 미세조직, 집합조직 및 합금원소 등에 따라 크게 달라지는데, 특히 α+β 형 티타늄합금에서는 미세조직에 의해 균열전파거동이 큰 영향을 받는다. 미세조직 인자중에서 결정립 크기, 결정립 형태와 분포 양상, 제 2상의 체적분율 및 층상조직에 있어 층간의 간격등은 낮은 ΔK 영역에서는 피로균열 진전 특성과 그 하한계치인 ΔK_{th} 등에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이와같은 미세조직 인자외에도 고온 피로특성에 미치는 주요인자로는 온도, 주파수, 응력비 및 피로시험 중 유지시간 등이 있으며, 이들 변수에 대한 연구가 최근 관심의 대상이 되고 있다. 지금까지 일반적인 재료들의 피로균열 전파거동에 미치는 인자들에 대해서는 많은 연구가 진행되었지만 티타늄합금의 고온 피로균열전파 거동에 관한 연구는 아직 미미한 실정이다. 따라서 본연구에서는 최근 엔진용 부품 재료로서 그 사용이 고려되고 있는 Ti-3Al-2V합금의 미세조직 변화에 따른 고온 피로균열전파 거동을 조사하였다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 재료는 일본 Daido Steel 사의 Ti-3Al-2V합금으로 이 합금은 S와 희토류 금속(Rare Earth Metal)을 첨가하여 피삭성을 향상시킨 쾌삭 티타늄합금 이다. 이 합금의 피로균열전파 시험을 위하여 우선 봉재 형태로 제공된 것을 910°C에서 단조후 미세조직을 변화시키기 위하여 여러 온도에서 용체화처리 후 시효처리를 실시하였다. 열처리 후 미세조직변화를 관찰하였으며, 열처리 시편의 피로균열전파거동을 조사하기 위하여 피로시험을 200°C, 300°C 및 400°C에서 ΔP 일정 피로시험을 일정한 응력비, 주파수에서 실시하여 미세조직 변화에 따른 피로균열전파속도를 조사하였다.

3. 연구결과

용체화처리 온도 변화에 따른 Ti-3Al-2V합금의 미세조직은 880°C에서 용체화처리한 경우에는 등축 α와 소량의 입계 β 조직으로 이루어져 있었으며, 950°C에서 용체화처리한 경우에는 등축 α와 침상의 transformed β 조직이 혼합된 2상 혼합조직(bimodal)을 나타내었다. 이 경우 primary α 상의 부피분율은 각각 70%, 25%로 나타났다.

미세조직 변화에 따른 균열전파속도를 비교해 보면 동일한 ΔK에서 2상 혼합조직이 등축정 조직에 비하여 균열 전파속도가 더 작은 것을 알 수 있었다. 이와같은 양상은 균열전파거동과 밀접한 관계가 있는데, 등축조직을 갖는 시편에서는 피로균열이 주로 결정립계를 따라서 비교적 평이한 형태로 전파되는 양상을 나타낸 반면, 2상혼합조직을 갖는 시편의 경우는 균열전파양상이 불규칙하고 균열전파도중에 균열이 여러갈래로 나뉘어지는 양상을 보였다. 즉 균열전파속도는 균열전파경로와 밀접한 관계가 있는것으로 나타났다.