

**Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr (β -C) 합금에 있어서 인장특성 및 피로한도에
미치는 α 상 석출의 영향**
(Effect of α Phase Precipitation on Tensile Characteristic and
Fatigue Limit in Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr (β -C) Alloy)

이 종 욱, 김 창 주, 손 석 만, 김 형 욱
한국기계연구원, 재료기술부

1. 서 론

중안정 β 형 티타늄 합금은 1960년대부터 80년대에이르기까지 여러종류의 합금이 제시되어 높은 비강도 및 경량구조재료로서 주목되고 있음에도 불구하고 실용화된 것이 거의 없는 실정이다. 이것은 폭넓은 열처리조건하에서의 기계적성질에 관한 자료의 부족이 하나의 원인이라고 생각된다. 본 연구에서는 여러온도에서 시효처리한 것과, 변태점 이상의 온도에서 2 차로 어닐링한 후 일정한 유지시간에 시효온도를 달리하여 α 상의 석출을 다양하게 제어하고 인장특성 과 피로한도를 비교하였다. 또한, 인장특성 및 피로한도에 미치는 α 상 석출의 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

실험에 사용한 β -C형 Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr 합금은 미국의 RMI사 제품으로, 어닐링처리 후에 냉간인발된 ϕ 14mm의 봉재를 사용하였다. 이 시료를 이용하여 430~580℃의 온도범위에서 15시간 유지하여 시효처리 하였고, 변태점 직상인 800℃와 변태점 이상인 900℃에서 2 차 어닐링한 것을 430~580℃의 온도범위에서 15시간 유지하여 시효처리 하였다. 이들 시료는 광학현미경과 투과전자현미경 등으로 미세조직이 관찰되고, 고주파 피로시험은 SCHENCK식 4점 굽힘 회전굽힘피로시험으로써, 통계적 피로시험방법인 Stair Case 법을 적용한 50% 비파괴확률 을 갖는 S-N 곡선을 구해 피로한도를 조사하였다. 인장시험은 직경 6.25mm, 평행부길이 32mm의 환봉 시험편을 이용하여 상온에서 수행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

2차 어닐링 없이 시효처리된 조건에서 인장과 0.2% 항복강도는 시효온도가 감소됨에 따라 증가된다. 반면, 신율과 수축률은 시효온도가 증가됨에 따라 증가된다. 그러나 피로성질에 있어서 가장 높은 피로한도 705 MPa과 가장 높은 내구비 0.552 는 580℃에서 시효되는 시험편으로부터 얻어진다. 이때의 미세조직은 불안정한 β 상에서 $\beta \rightarrow \beta + \alpha$ 의 분해반응에 의해 상당량의 미세한 α 상들이 석출한다. 한편, 2 차 어닐링 온도가 β 변태점 부근인 800℃와 β 변태점 이상인 900℃인 경우에는 시효처리 온도의 증가와 더불어 α 상의 석출은 입계에서 점차 기지 전체로 분포하였고, 완전 시효온도인 530℃에서 시효처리하는 α 상이 기지 전반에 걸쳐 점 모양으로 뭉쳐서 석출된 상태를 보였다. 여기서 α 상이 입계에 석출한 경우보다는 기지 전반에 석출한 경우가 인장 및 항복강도와 피로한도가 높았다. 그리고 어닐링 온도가 800℃인 경우의 정적 및 동적 강도특성은 900℃인 경우보다 우수하였다. 위의 고찰로부터 알 수 있듯이 연신율과 수축률은 결정입도와 시효조직의 양자에 의존하기 때문에 강도상승과 함께 저하하지만, 피로한도의 경우는 적당한 연성과 적당한 강도 수준에서 좋은 피로강도가 얻어진다. 따라서 Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr 합금은 가공 열처리를 통해 결정입경의 미세화와 석출 α 상의 미세화 및 균일 분포 그리고 석출량의 제어 등을 통해 강도-연성의 균형과 피로강도의 개선이 기대된다.

4. 참 고 문 헌

- 1). RMI Titanium Co.: Facts about RMI Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr, august (1972) 2
- 2). T.J. Headley and H.J. Rack: Metall.Trans., 10A (1979), 909
- 3). C.G. Rhodes and N.E. Paton: Metall.Trans., 8A (1977), 1749
- 4). H. Muneki, Y. Kawabe and J. Takahashi: J. Japan Inst. Metals, 57, 3 (1993) 26