

# $\alpha + \beta$ 형 Ti합금의 초소성 향상을 위한 미세조직 개선에 관한 연구

## (A Study on Grain Refinement for Improvement of Superplasticity for $\alpha + \beta$ Ti Alloys)

한국항공대학교 항공재료공학과 정성환, 김광배  
충주산업대학교 재료공학과 박경순

### 1. 서론

초소성재료는 고온신율이 수백~수천%에 달해 복잡한 형상의 부품을 자유로이 성형할 수 있으며 확산접합법을 함께 이용할 경우 여러단계의 공정을 거치거나 여러개로 분리되어 제조된 부품을 조립하여 만들어야 하는 부품을 훨씬 단축된 공정으로 완성할 수 있어 금형비 절감, 성형품의 디자인 개선, 부품 경량화등의 효과를 거둘수 있으며 이와같은 장점으로 인해 경량화가 특히 중시되고 고부가가치인 우주항공분야에서 널리 이용되고 있다.

초소성가공시의 초소성변형은 주로 입계간의 미끄러짐에 의해서 발생하므로 결정립이 10  $\mu\text{m}$ 이하의 미세조직에서 발생하며 결정립이 미세할수록 우수한 초소성을 나타내고 이외에 상분율도 초소성특성에 큰 영향을 미치는데 현재까지  $\alpha:\beta$ 의 상분율이 6:4가 되는 것이 가장 좋은 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 수소화처리를 통한 열화학적 수법을 통하여 재료내부에 수소화물을 도입시켜 국부적인 고밀도 전위를 형성시키고 이를 재결정을 위한 핵생성site로 이용하게 함으로써 결정립을 2 $\mu\text{m}$ 내외로 초세립화 시킴과 동시에 수소가 Ti의  $\beta$ 상 안정제( $\beta$ -stabilizer)임<sup>1)</sup>을 이용하여 700 $^{\circ}\text{C}$ 정도의 비교적 저온에서도 상분율을 최적으로 맞추어 초소성특성을 향상시키기 위한 미세조직 개선에 관하여 연구하였다.

### 2. 실험방법

사용한 시료는 Ti-6Al-4V합금이었으며 수소화처리는 60% Ar, 40% H<sub>2</sub>를 함유한 혼합가스를 사용하여 830 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 행하였다. 수소화물 형성을 돕기위한 전처리과정으로써 760 $^{\circ}\text{C}$ 에서 30분간 유지후 수냉하였고 500 $^{\circ}\text{C}$ 에서 6시간동안 시효하여 수소화물을 형성시켰다. 이 때 최대 수소화물 형성시간을 결정하기 위하여 각기 다른 시간동안 시효한 시편에 대하여 경도 시험을 실시하였고 5 $\times 10^{-4}$  torr의 진공분위기에서 21시간동안 700 $^{\circ}\text{C}$ 에서 탈수소처리를 실시하여 시편내의 잔존수소를 방출시킴과 동시에 미세조직이 재결정되도록 하였다. 가장 미세한 조직을 얻기 위하여 각기 다른 온도 및 시간동안 탈수소처리한 시편에 대해 광학현미경 관찰을 실시하였으며 재결정 조직 관찰을 위하여 TEM관찰 및 경도시험을 실시하였다. 고온인장시의 연신율을 예측해보기 위하여 상온인장시험을 실시하여 연신율을 측정하였으며 고온인장시험시의 온도결정을 위하여 각각의 수소화처리된 시편을 700 $^{\circ}\text{C}$ , 730 $^{\circ}\text{C}$ , 760 $^{\circ}\text{C}$ , 800 $^{\circ}\text{C}$ , 850 $^{\circ}\text{C}$ 에서 30분간 Annealing하였다. 한편, 초소성 연신율의 측정은 840 $^{\circ}\text{C}$ , 880 $^{\circ}\text{C}$  및 927 $^{\circ}\text{C}$ 에서 실시하였다.

### 3. 실험결과

- ① 전처리과정으로 760 $^{\circ}\text{C}$ ( $\alpha + \beta$ 영역)에서 30분간 유지후 수냉처리한 시편이 가장 미세한 조직을 얻을수 있었으며 이는 수냉처리에 의한 고밀도전위 도입으로 기지조직전반에 걸쳐 미세한 수소화물의 형성이 고르게 이루어졌기 때문으로 사료된다.

- ② 시효처리는 500℃에서 6시간동안 실시하는 것이 가장 많은 양의 수소화물을 조직내부로 도입할 수 있었으며 6시간 이상의 시효처리시에는 수소화물상의 분해가 이루어져 β상 기지조직을 침상으로 만들었다.
- ③ 탈수소처리는 700℃에서 21시간동안 실시하는 것이 1-2μm정도의 가장 미세한 결정립을 얻을 수 있었다.
- ④ Annealing처리 결과 초소성변형은 730℃이하에서 실시하는 것이 가장 좋은 결과를 나타낼 것으로 예상된다.
- ⑤ 고온인장시험결과 927℃에서 840℃로 변형온도가 낮아질수록 더 우수한 연신율을 나타내어 Annealing처리한 결과와 같이 760℃-700℃에서 가장 우수한 연신율을 나타낼 것으로 기대된다

#### 4. 참고문헌

- 1) Ultra-fine Equiaxed Grains Obtained by Process of Hydrogenation, Aging and Dehydrogenation in α + β Type Titanium Alloys: J. of Japan Inst. Metals, Vol. 55, No. 12 (1991), p1375 - 1381, H. Yoshmura, K. Kimura, M. Hayashi, M. Ishii, J. Takamura
- 2) Improvement in the Superplasticity of Ti-6Al-4V Alloys by Hydrogenation: Conf.: Superplasticity & Superplastic Forming Blane, Washington, USA 1-4 Aug. 1988, p459 - 464, L. M. Zhao, S. Q. Zang, M. G. Yan
- 3) Improvement of Superplasticity of Ti-6Al-4V Alloy By Hydrogenation: Conf. Superplasticity & Superplastic Forming Blane, Washington, USA, 1 - 4 Aug. 1988, p 459 - 464, L. R. Zhao, S. Q. Zhang, M. G. Yan