

금속간화합물 TiAl의 미세조직 및 기계적 성질에 미치는  
탄소와 질소 첨가의 영향

(Effects of Carbon and Nitrogen Additions on the Microstructure  
and Mechanical Properties of TiAl Intermetallics)

한국과학기술원 윤주환, 김민철, 위당문  
금오공과대학교 오명훈

### 1. 서론

TiAl 금속간화합물은 기존의 superalloy를 대체할 수 있는 경량내열재료로 주목받고 있으나 상온연성의 결여가 실용화에 가장 큰 장애요인으로 지적되고 있다. 이러한 상온연성의 부족을 개선하기 위하여 개발된 복합(duplex)조직의 경우 인성과 크립특성이 층상(lamellar)조직에 비하여 크게 떨어지는 문제점이 있다. 따라서 인성과 크립특성이 우수한 층상조직을 갖는 TiAl 금속간화합물의 상온연성을 개선하기 위한 연구가 다각도로 진행되고 있다. 이러한 연구의 일환으로 제3원소로서 Mo을 첨가할 경우 TiAl 금속간화합물의 상온연성 개선에 효과가 있음이 본 연구진에 의해 확인되었다. 본 연구에서는 TiAl-Mo 금속간화합물의 상온연성을 유지하면서 고온인장강도와 크립특성을 향상시키기 위한 방안의 하나로 탄소와 질소의 첨가에 따른 석출물과 결정립미세화 효과 및 기계적 성질을 조사하였다.

### 2. 실험방법

Ti-48.5at%Al-1.5at%Mo 금속간화합물에 1at%이하의 미량의 탄소와 질소를 첨가하여 진공아크용해로(vacuum arc melting furnace)에서 시편을 용해하였다. 용해한 합금들은 1200℃에서 24시간 균질화처리를 거친 후, 완전층상조직을 갖도록 하기 위해 시편편을 quartz tube에 진공봉입하여 1390℃에서 2시간동안 열처리를 실시하였다. Aging을 통하여 생성되는 석출물들이 미세조직에 미치는 영향을 조사하기 위하여 조직제어열처리 전·후에 900℃에서 12시간동안의 aging처리를 하여 석출물과 미세조직의 변화를 조사하였다. 인장시편은 표점거리 5mm, 유효단면적  $2 \times 1\text{mm}^2$ 의 판상으로 제작하여  $2 \times 10^{-4}\text{s}^{-1}$ 의 인장속도로 상온과 800℃에서 인장시험을 실시하였다. 또한 SEM과 TEM을 이용하여 석출물의 위치와 종류를 확인하였다.

### 3. 실험결과

탄소와 질소가 미량 첨가된 TiAl-Mo 금속간화합물에 대하여 조직제어열처리 및 aging 처리에 따른 석출물 및 미세조직의 변화를 조사한 결과, 탄소와 질소의 첨가는 as-cast 조직뿐만 아니라 조직제어열처리 후에도 결정립미세화에 상당한 효과가 있음을 확인하였다. Aging 공정을 통하여 석출물은 재료내에 미세하게 분포하며, 이러한 석출물들은 조직제어열처리 후 aging을 한 경우에는 층상조직의 층상경계 전체에 고루 존재하지만 aging을 한 후 조직제어 열처리를 한 경우에는 grain boundary 주변의 층상경계에서만 존재하는 것으로 관찰되었다. 또한 탄소를 첨가하고 조직제어열처리와 aging을 한 시편에서 석출되는 석출물은 TEM을 이용한 구조분석 결과  $\text{Ti}_3\text{AlC}$ 인 것으로 확인되었다. 탄소 및 질소의 첨가로 인하여 결정립이 미세화된 완전층상조직을 갖는 TiAl-Mo의 상온인장시험 결과, 탄소 및 질소를 첨가하지 않은 경우에 비하여, 인장강도는 증가하였으나 연신율은 다소 저하되었다. 그러나 이러한 상온 연성의 감소정도는 조직제어열처리 및 aging 공정을 거침으로써 다소 개선되는 경향을 나타내었다.

### 4. 참고문헌

- 1) 오명훈, 김민철, 위당문, 한국재료학회지, 5(2), 157 (1995).
- 2) 結城 勇, 天野憲廣, 魚住 稔, 乾 晴行, 山口正治, 日本金屬學會誌, 58(5), 564 (1994).