

기계적합금화 방법으로 제조된 TiAl합금의 미세조직 및 기계적 성질 (Microstructure and Mechanical Properties of Mechanically Alloyed TiAl Based Alloys)

포항공과대학교 항공재료연구센터 정현호*, 김낙준
삼성항공주식회사 황승준

최근, 경량성을 겸비한 고온구조용 재료로써 TiAl 금속간화합물에 대한 많은 연구가 진행되고 있으나, 상온에서의 열악한 연성으로 인해 그 사용에 많은 어려움을 겪고 있다. 따라서 이러한 열악한 상온연성을 향상시키기 위한 연구가 여러가지로 진행되고 있으며, 이 중 기계적합금화 공정은 결정립미세화 및 미세한 분산상의 균일한 분포로 인한 TiAl합금의 물성향상에 높은 잠재력을 지니고 있다. 그러나 현재까지는 기계적합금화 공정을 수반한 TiAl합금의 미세조직 형성과정과 최종 미세조직이 기계적성질에 미치는 영향에 대해서는 체계적인 연구가 미흡하므로, 본 연구에서는 이원계 TiAl합금 및 제 3합금원소로서 B를 첨가한 TiAl합금에 대한 미세조직 형성과정 및 최종 성형공정을 거친 미세조직이 기계적 성질에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

본 연구에 사용된 합금의 조성은 $Ti_{52}Al_{48}$ 및 $(Ti_{52}Al_{48})_{100-x}B_x$ ($X=2,5$) 이다. 이러한 조성을 arc-melting 으로 모합금을 제조한 후, melt extraction으로 합금분말을 제조하였다. 이것을 분말위를 제어한 attritor mill에서 기계적합금화 공정을 거친 후 최종 합금분말을 제조하였다. 분말의 성형은 vacuum hot pressing을 이용하여 $1000^{\circ}C$, $87MPa$ 하에서 2시간동안 실시하였다. 성형공정 후 각 성형체는 $1300^{\circ}C$ 에서 5시간 동안 annealing 한 후 공냉(air cooling) 또는 노냉(furnace cooling)하였다. 이렇게 제조된 분말 및 성형체는 x-선 회절 분석 및 분석전자현미경으로 분석하였다. 성형체의 기계적성질은 미세경도시험 및 압축시험을 상온에서 실시하였다.

기계적합금화된 분말은 평균입도가 $12.2\mu m$ 였으며, 형상은 불규칙한 구형이었다. 이원 $Ti_{52}Al_{48}$ 합금의 미세조직은 구조가 Ti_2Al 과 매우 유사한 hexagonal 상의 결정립으로 이루어져 있었으며, B를 함유한 $(Ti_{52}Al_{48})_{95}B_5$ 합금은 이와 더불어 TiB_2 상을 포함하고 있었다. 각 분말의 결정립크기는 대략 $20nm$ 정도였다. 이원 TiAl합금의 성형체 미세조직은 γ 상의 결정립계에 Ti_2AlN 상과 Al_2O_3 상이 분산되어 있었으며, annealing 후 상당한 결정립 조대화가 일어났다. 반면 B를 함유한 TiAl합금은 결정립 내부에 미세한 TiB_2 입자가 분산되어 있었으며, annealing 후 결정립 조대화가 이원계 합금에 비해 상당히 억제되었다. 기계적합금화 공정을 거친 TiAl합금은 ingo-cast TiAl 합금에 비해 비슷한 연신율을 가졌으나 매우 높은 강도를 나타내었다.