

반응생성 분말야금에 의한 α -Ti기지 TiB whisker 강화
복합재료의 제조 및 기계적 성질

Manufacture and Mechanical Properties of
Ti matrix TiB whisker Composites by in-situ P/M

한국기계연구원 권희원, 이용태, 김성준,

1. 서론 : 입자강화 티타늄 복합재료의 제조는 강화재를 외부에서 형성된 형태로 복합화시키는 ex-situ와 내부에서 반응에 의해서 복합화시키는 in-situ로 대별할 수 있다. 본 연구에서는 CP Ti 분말과 TiB_2 및 B_4C 분말을 혼합, 냉간성형하여, 소결시 TiB를 반응생성시켜 복합재료를 제조하였고, 소결온도와 소결시간의 소결체의 밀도와 TiB의 반응생성에 대한 영향 및 미세조직과 기계적 성질을 조사하였다.

2. 실험방법 : CP Ti 분말과 TiB_2 분말을 각각 3, 6, 12 wt% 혼합하고, 또한 B_4C 분말을 각각 1.5, 3 wt%을 혼합한 후 냉간성형하여 700℃에서 예비소결하였다. 900, 1000, 1100, 1200, 1300℃에서 3시간 유지하고, 1000℃에서 1, 3, 5, 10, 24 시간 유지하여 진공소결하였다. 이러한 소결체에 대해서 밀도를 측정하여 밀도변화를 조사하였고 OM, XRD, TEM으로 미세조직과 결정구조를 분석하였다. 기계적 성질은 미세경도와 압축시험으로 조사하였고 비교재로서 Ti-6Al-4V를 선택하였다.

3. 실험결과 : 12wt% TiB_2 의 예비소결체와 1300℃, 3시간 유지한 소결체에 대해 XRD분석 결과 TiB_2 peak가 TiB peak로 대체되었다. 따라서 반응에 의해 형성되는 강화상은 $Ti+TiB_2 \rightarrow 2TiB$ 의 반응에 의해 형성된 TiB임을 알 수 있었다. TiB_2 의 함량에 따른 밀도변화를 조사한 결과, 6wt% TiB_2 의 경우가 가장 높은 소결밀도를 나타내었고 12wt%의 경우 소결밀도는 93%로 감소하였다. 따라서 TiB_2 는 소결시 확산경로를 제공하여 소결을 활성화시키는 효과와 TiB의 형성으로 swelling을 발생시키는 효과가 있음을 알 수 있었다. TiB가 형성되는 온도는 β 변태온도이상인 1000℃이상에서 급격히 이루어졌고, 이로부터 TiB의 형성 및 성장은 티타늄기지내에서의 B의 확산에 의해서 이루어짐을 알 수 있다. As-sintered의 경도와 미세조직으로부터 TiB_2 소결체의 경우 1300℃, B_4C 소결체의 경우 1400℃가 최적온도임을 알 수 있었고, TiB_2 의 경우 상대밀도, 강화상의 부피분율, 계면특성을 조사한 결과, 98% 정도의 상대밀도를 가지는 소결체의 경우 주 강화요인은 계면특성임을 알 수 있었다. HIP처리후의 소결체에 대해서 경도시험결과 Ti-6Al-4V보다 높은 경도값을 나타내었고 TiB의 부피분율이 증가함에 경도값이 증가하였다. 상온 압축시험결과, 비교재인 Ti-6Al-4V보다 모두 높은 항복강도값을 나타내었다.

4. 결론 : Ti/ TiB_2 의 소결시 $Ti+TiB_2 \rightarrow 2TiB$ 의 반응에 의해서 TiB whisker가 형성되어 복합화 되었다. 최적소결온도는 TiB_2 혼합체의 경우 1300, B_4C 혼합체의 경우 1400℃이었다. 본 제조공정에 의해서 제조된 티타늄 복합재료는 Ti-6Al-4V보다 높은 경도와 압축강도값을 나타내었다.