

**자전고온합성법과 진공 플라즈마 용사법으로 제조한
Nickel Aluminides의 기계적 성질에 관한 연구**
(Mechanical properties of Nickel Aluminides by Vacuum Plasma
Spraying with Self-Propagating High-Temperature Synthesis)

조선대학교 금속-재료공학과 김완영, 박수정, 이현규

1. 서론

Ni-based 초내열합금으로 널리 알려진 NiAl은 종래의 재료와는 달리 고융점, 비강도, 내식성이 비교적 우수하여 가스터빈엔진용 구조재료로 기대되는 재료이다. 그러나 NiAl은 독립 슬립계 부족으로 인한 재료의 취성 문제를 만족할 정도로 해결하지 못하고 있다. 이에 다양한 연구가 진행되어 강도나 파괴인성의 증가 등의 물성 향상을 이룬 반면 높은 용융점과 합금 조성의 제어가 까다로워 제조공정시 비용 상승과 그에 따른 대량 생산 체제를 갖추기 어려운 문제가 발생하였다. 따라서 제조방법에 있어 공정 비용의 단가를 낮춘 새로운 기술을 생각해보지 않을 수가 없다. 자전고온합성법(SHS)은 반응물이 자발적인 변환으로 생성물이 되는 공정으로 간단하고 유입에너지가 낮아 고순도 금속간화합물이나 금속간 기지 복합재료를 저비용으로 제조할 수 있다. 또한 진공플라즈마 용사법(VPS)은 플라즈마의 torch의 외부에서 이온화된 기체가 가속하여 고온으로 부피팽창을 일으키는 열용사 공정으로 near full density 금속, 금속간화합물의 제조에 매우 유용하다.

본 연구에서는 SHS과 VPS를 이용하여 효율적인 비용으로 near net shape에 가깝고 치밀화된 NiAl 성형체를 제조하며 그에 따른 기계적 특성을 분석하고자 한다.

2. 실험방법

우선 회석제로 사용하기 위한 NiAl으로 완전히 변화할 수 있도록 SHS 반응을 이용하였다. 분말들은 plasma torch의 공급을 결정짓는 유동특성을 고려 >10 μ m의 분말을 사용하기 위해 milling을 하였다. 다음 용사 chamber내에 200~300 $\times 10^{-3}$ Torr, argon gas를 주입하고 진공 플라즈마 용사처리를 하였다. 성형체는 대략 길이 3", 너비 1", 높이 1/2"로 적층되었다. Bulk sample을 절단하여 XRD, EDS 관찰로 Bulk 내의 phase의 변화와 각 상의 조성을 조사하였다. 미세조직과 기공을 관찰하기 위해 SEM관찰을 하였다. 그리고 NiAl가 고온 구조용 재료로서 적합한지 결정하기 위해 sample을 압축, 굽힘 시험으로 온도에 따라 관찰하였다.

3. 실험결과

1. 자전 고온 합성법과 진공 플라즈마 용사법에 의해 제조한 NiAl은 층상 Ni₃Al과 5 V% 이하의 잔여 Ni을 포함한 Ni₃Al/NiAl 혼합물로 구성되었다.
2. 압축 항복 강도는 Ni₃Al의 존재로 인해 온도에 따라 증가하다가 800K에서 777MPa의 최대 값을 나타내었다.
3. 온도 증가에 따른 Ni₃Al의 강도는 연성이 감소하면서 증가되었기 때문에 NiAl이 높은 온도(>550K)에서 연하게 될지라도 crack의 전파를 굴절시키기에는 효과적이지 못하여 고온에서 굽힘 beam 강도값은 떨어졌다.