

**Cr, Zr, Mo 및 B가 첨가된 Ni<sub>3</sub>Al합금의 고온산화거동**  
**(High temperature oxidation behavior of Ni<sub>3</sub>Al alloyed with Cr, Zr, Mo, and B)**

성균관대학교 신소재공학과 이동복, 박진오, 김기영

규칙구조의 Ni<sub>3</sub>Al 금속간화합물은 고용용점, 높은 강도, 낮은 밀도를 가지고 있으며, 다량의 Al을 함유하여 고온 산화성 분위기에서도 쉽게 α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 보호피막을 형성하기 때문에 기존의 고온 구조용 스테인레스강 또는 초합금의 대체재료로 활발히 연구되고 있다. 그러나, 다른 규칙 화합물과 같이 상온에서의 취성파괴, 낮은 인성, 열악한 파괴저항 및 제한된 가공성을 지녀, 각종 합금원소를 첨가하여 이들 성질을 개선시키고 있다. 널리 쓰이는 합금원소중 Cr과 Mo은 Ni<sub>3</sub>Al 격자내에 고용되어 재료를 강화시키고 인성을 증진시키며, Zr과 B은 결정립계에 편석되어 결정립계 파괴 대신에 결정립내 파괴를 유도하여 실온인성을 크게 증진시킨다.

따라서 본 연구에서는 이들 합금원소가 첨가된 Ni<sub>3</sub>Al-7.8%Cr-1.3%Zr-0.8%Mo-0.025%B 합금의 중요한 물성인 고온산화성질-특히 산화물의 종류와 형성과정-에 대해 TGA, XRD, SEM/EDS, TEM/EDS, EPMA를 이용하여 조사하고자 하였다. 기존의 연구에 의하면, Ni<sub>3</sub>Al의 고온산화에 Cr과 B는 거의 영향을 미치지 못하며 Zr은 결정립계를 따라 ZrO<sub>2</sub> 내부 산화물을 형성시켜 산화속도를 증가시키지만 생성된 산화물의 모재와의 집착력은 증진시키는 것으로 알려져 있지만, Mo까지 첨가된 새로운 조성의 본 실험합금에 대한 고온산화성질은 아직까지 체계적으로 조사되지 않았다.

본 연구에서 산화온도가 높을수록 산화속도는 빨라져, 특히 1100℃에서는 빠른 산화와 함께 산화막의 박리도 많이 관찰되었다. X선 분석결과, 산화물은 다량의 NiO와 소량의 NiAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, monoclinic-ZrO<sub>2</sub> 및 tetragonal-ZrO<sub>2</sub>로 이루어져 있었으며, EPMA를 이용한 횡단면 분석결과로부터, 시편 표면으로부터 외부 NiO산화막, 직하의 NiAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>층 및 내부의 (Al, Zr-) 산화물이 존재함을 알 수 있었다. 특히, 내부산화물은 internal stringer 형태로 모재를 파고 들어 가서 집착력은 우수하였고 박리는 거의 없었으며, 박리는 외부산화물을 중심으로 발생하였다. 모재원소중 Cr과 Mo는 상기 산화물내에 고용되는 경향을 지녔다. 산화물 아래의 모재에는 (Ni, Cr, Mo)-잉여, (Al, Zr)-결핍 지역이 형성되었다.

참고문헌

1. D. P. Pope : Mat. Res. Soc. Symp. Proc., MRS, 81 (1987) 3
2. B. A. Pint, J. R. Martin and L. W. Hobbs : Solid State Ionics, 78 (1995) 99
3. C. T. Liu and V. K. Sikka : J. Met., 38 (1986) 19