

플라즈마 용사처리된 $\text{NiCrAlCoY}_2\text{O}_3/8\text{wt}\%\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 2층 단일코팅층의 고온산화
거동과 접합강도 특성

High Temperature Oxidation Behavior and Adhesive Strength Properties of
 $\text{NiCrAlCoY}_2\text{O}_3/8\text{wt}\%\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ Two-Layer Thermal Barrier Coating(TBC)
Fabricated by Plasma Spray Method

* 이준희, 박성훈, 김범석, 송요승 : 한국항공대학교 항공재료공학과

1. 서론

항공기용 가스터어빈의 엔진 효율을 향상시키고, 내구성을 높이기 위한 방법으로 터어빈 입구부 온도(Turbine Inlet Temperature : TIT)를 증가시키기 위해서 플라즈마 용사법을 이용하여 금속모재에 세라믹 단일피복층을 입히는 Thermal Barrier Coating(TBC) 방식이 실용화 되고 있다. 이 TBC기술은 엔진부품의 산화 및 부식에 의한 재료손실 등의 문제를 완화시키고 냉각장치의 제거와 엔진작동온도를 상승시킬 수 있다. 엔진의 연소실등에 코팅을 했을 경우에 10~15%정도의 연료 절감 효과를 볼 수 있다고 보고되었다. 이런 효과에 의해 선진국에서는 피스톤, 디젤엔진의 실린더 라이너, 밸브 등의 연소실 부품을 ZrO_2 세라믹으로 제작하여 공해방지를 목적으로하는 디젤엔진 개발이 이루어지고 있다. 이런 TBC피복층은 가열과 냉각이 반복되는 열하중하에서는 금속모재와 세라믹 층과의 열팽창계수 차이에 의해서 1부응력이 유발되고, 이로 인한 TBC피복층이 파손되는 문제점을 갖고 있다. 따라서 TBC 세라믹 재료는 낮은 열전도도와 높은 열전달계수를 갖고 열역학적 안정성이 요구되는 재료가 쓰이는데, 이러한 재료로는 ZrO_2 , ZrSiO_4 , CaSiO_4 가 유용하며 이중에 ZrO_2 가 가장 우수한 재료로 알려져 있다. 최근 항공기용 가스터어빈의 금속본드층/세라믹의 2층구조 TBC를 다층으로 경사한 기능성 TBC피복층이 연구되고 있다.

본 실험에서는 플라즈마 용사법을 이용하여 AISI 316 스테인레스 모재위에 $\text{NiCrAlCoY}_2\text{O}_3/8\text{wt}\%\text{Y}_2\text{O}_3$ 의 2층 코팅처리 한 후 코팅층의 미세조직과 금속결합층의 변화, 기공율의 변화를 알아보았고 등온시험과 열반복실험을 통해 접합강도의 차이를 비교하였다.

2. 실험방법

이번 실험에서는 AISI 316 스테인레스를 사용하여 가로 20mm, 세로 20mm, 두께 10mm

의 크기로 잘라서 사용하였다. 금속 결합용 분말로 Ni-17.5Cr-5.5Al-2.5Co-0.5Y₂O₃ 를 이용하였으며, 세라믹용 분말은 ZrO₂ 8Y₂O₃을 사용하였다. 금속모재와 접합층의 접합을 향상시키기 위해 모재표면에 3.5Kg/cm²의 압력으로 그릿 블라스팅(grit blasting) 하였다.

또 150℃로 탈지 한 후 아세톤으로 초음파 세척을 하였다. 등온시험과 열반복 시험을 하기 위해 850℃가열한 후 10시간, 20시간, 50시간 동안 유지하여 각각의 접합강도를 측정하였고, 850가열한 후에 20분간 노냉 시킨 것을 한 사이클로 하여 60회까지 실시한 것의 접합강도를 ASTM C 633-99에 의해 실험하였다. 접합된 시편을 MTS사의 800model을 이용하여 인장실험 하였다. 그리고 용사층의 미세구조를 알아보기 위해 SEM(HITACHI사의 S-2400)과 TEM(LEO TEM 922)를 사용하였으며 접합강도 시험후에 금속결합층과 세라믹층 계면의 산화반응에 의한 생성물을 알아보기 위해 XRD(SEIFERT 3000PTS), SEM(EDX)를 사용하여 알아보았다.

3. 결과 요약

- (1) 코팅층의 미세조직을 관찰한 결과 단사정, 입방정, 정방정으로 이루어져 있다는 것을 알 수 있었다.
- (2) 등온유지 시간이 경과할수록 산화량은 증가하였고, 단열피복층에서의 기공율은 시간이 지남에 따라 증가하였고 많은 균열도 관찰되었다.
- (3) 등온시험후의 접착강도는 시간이 지날수록 감소하는 것을 알 수 있었다.
- (4) 열반복실험에서는 사이클 횟수가 많아 질수록 접착강도가 감소하는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. H. K. Kim, H. S. Choi and C. H. Lee : J. Kor. Inst. Met. & Mater.,37(1999) 91
2. C. H. Park, I. M. Park, K. M. Cho and M. G. Jung : J. Kor. Inst. Met. & Mater., 35 (1997) 1540
3. P. W. Schilike: "39th GE Turbine State-of-the-Art Technology Seminar." GE Power Generation (1996), GER-3569F
4. I. Kvernes and S. Forseth : Mater. Scie. and Eng., 88 (1987) 61
5. H. Herman : Mater. Scie. and Eng., 88 (1987) 69
6. I. Kvernes, High Tech Ceramic, Elsevier Science Publishers, 2519 (1987)
7. S. Sampath, H. Herman, N. Shimoda and T. Salito : Material Research

Society, Bulletin (1995) 27

8. Zhong Da Yin, Xin Hua Xiang, Jing Chuan Zhu and Xiao Dong Li : The 2nd Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing, K. S. Shim, J. K. Yoon and S. J. Kim (Ed), Kyongju(1995) 1745