

**APS로 제조된 열장벽 피막과 PAS법으로 제조된
열장벽 성형체의 물성에 관한 연구**
**A study on the properties of the grade thermal
barrier coatings by PAS and APS**

강현욱*, 송요승, 권현욱(한국항공대학교)
홍상희(서울대학교)
허상강(창원대학교)

1.서론

열장벽 보호피막은 가스터빈내 내열금속부품의 표면온도를 낮춤으로써 고온 분위기에서 발생할 수 있는 산화, 부식, 마모 등 유해한 작용으로부터 부품을 보호하는 기능과 더불어 부품의 사용 온도를 높여 항공기 엔진의 효율을 높이고, 궁극적으로 제품의 수명과 성능을 향상시키는 기능을 한다. 열장벽 보호피막의 제조방법은 PVD법, CVD법, 플라즈마 용사법 등이 사용되며, 재료와 요구조건에 따라 다양한 제조방법이 사용된다. 최근에는 PAS (Plasma Assited Sintering)이라는 방법이 개발되었는데 이 방법은 원래 소결법으로서 일반 소결법보다 낮은 온도에서 짧은 시간내에 소결이 된다는 점에서 기존 소결법보다 우수한 소결법으로 관심이 집중되고 있는 소결법이다.

따라서, 본 실험에서는 보호피막의 기초연구로서 YSZ/NiCrAlY 2, 3, 5층 열장벽 피막을 APS(Air Plasma Spray)법으로 제조하여 고온내마모성, 열충격성, 고온피로성능, 미세구조 등 기계적인 특성과 고온 물성을 분석하였으며, PAS법으로 YSZ/NiCrAlY 6층 성형체를 제조하여 APS법에 의한 시편과 미세구조, 고온피로 및 고온내마모 성능을 비교, 분석함으로써 다양한 방식으로 제조된 다층 열장벽의 고온물성 지식을 획득하고 궁극적으로 최적의 열장벽을 개발하기 위한 기반 자료를 확보하고자 하였다.

2.실험방법

본 실험에서 사용된 시편은 APS법에 의한 2층, 3층, 5층 TBC와 PAS법에 의한 6층의 FGM을 사용하였다. APS 2층은 SUS모재위에 결합층인 NiCrAlY와 단열층인 ZrO₂를 용사하였고, 3층은 결합층과 단열층사이에 NiCrAlY와 ZrO₂분말은 50:50으로 혼합하여 용사한 중간층을 두었다. 5층은 경사기능성층을 3분화(NiCrAlY와 ZrO₂분말을 75:25, 50:50, 25:75의 비율로 혼합)하여 용사하였다. PAS법에 의한 6층의 FGM시편은

각각 NiCrAlY 100%, NiCrAlY80%:ZrO₂20%, NiCrAlY60%:ZrO₂40%, NiCrAlY40%:ZrO₂60%, NiCrAlY20%:ZrO₂80%, ZrO₂100%로 성형된 층을 1000kgf로 가압함과 동시에 1200~1400℃의 플라즈마를 형성시켜 소결해서 만든 원형다층소결체이다. 제조된 피막은 절단, 페놀 마운팅하여 광학현미경 및 주사전자현미경으로 시료의 단면 미세 구조 및 기공도를 조사하였고, 세라믹단열층과 금속결합층의 미세정도를 측정하였다.

또한, APS법으로 제조된 2, 3, 5층 피막에 대하여 ball-on-plate type의 고온내마모시험기를 사용하여 수직하중 950g, 마모거리 600m, 시험속도 3.125m/min의 조건으로 고온내마모시험을 실시하였다. 열피로 시험은 시편을 tube속에 7분간 유지한 다음 tube에서 꺼내어서 600℃까지 떨어지도록 2분간 공냉시키는 것을 1사이클로 하여 시험을 하였다. 시험의 온도는 1100℃로 정하였다. 열피로 시험후에는 잔류응력을 실시하였다. 열낙차 시험은 Electron Beam Evaporation 시스템을 개조하여 타겟의 위치에 시편을 장착하여 E-beam으로 가열하고 시편 모재에 일정간격으로 Thermocouple를 삽입하여 피막 직하 지점의 모재의 온도를 알 수 있도록 하였다.

3.결과 요약

본 실험에서는 APS방법과 PAS방법으로 제조된 시편을 미세구조 분석, 열피로 시험, 고온내마모 시험, 열전도도 시험, 접착강도 시험등의 종합적인 기계적, 열적 물성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1)PAS법으로 제조된 피막의 두께는 180~250 μ m정도이며 2층에서 5층으로 갈수록 두께가 두꺼워짐을 볼 수 있고 APS법으로 제조된 성형체의 두께는 3mm정도이다.
- 2)XRD분석 결과 용사전에는 정방정과 단사정이 혼합되어 있었으나 용사후에는 단사정이 많이 줄어들음을 알 수 있었다.
- 3)APS법으로 제조된 피막에 대한 고온내마모 시험 결과, 800℃에서는 3층이 우수하였고 600℃에서 5층이 가장 우수한 내마모성을 보여주었다. 마모흔의 EDS분석결과 응착 마모 거동을 보였음이 판명되었고 시험온도가 올라갈수록 마찰계수는 증가하였다.

참고문헌

Lech pawlowski, The science and engineering of thermal spray coating, Wiley, Newyork, 1995

I. H. Hoff, welding & Metal Fabrication, July, 1995, 266-269

발표양식: 구두발표