

PSI 공정을 이용한 지르코니아 용사 코팅의 SiC sealing.
(The SiC sealing of thermal sprayed zirconia coating with PSI process)

이주원*(한양대학교 재료공학과)

이창희 (한양대학교 재료공학과)

1. 서론

용사공정을 이용한 zirconia 단일 코팅은 고온에서의 내산화성, 내열성, 단열성이 우수해 발전소 가스터빈, 항공기 제트엔진, 자동차 실린더의 피스톤 밸브와 같은 다양한 곳에 널리 응용되고 있다. 그러나 용사코팅은 그 공정 특성상 기공과 미세 crack을 많이 가지고 있다. 이런 잔류 기공은 단열성과 열 응력에 대한 저항성을 높이기도 하지만 부식 유발 물질의 침투를 도와 부식을 유발할 뿐만 아니라, 기계적 성질을 크게 저하시켜 외부 충격과 응력 하에서 spallation이 일어나게 하고 마모 및 erosion 특성을 나쁘게 한다. 잔류 기공 및 미세 crack등의 좋지 않은 특성 때문에 sealing이 필요하다.

2. 실험방법

Inconel 600의 모재에 ceria와 yttria로 안정화된 zirconia($ZrO_2-25CeO_2-2.5Y_2O_3$)를 플라즈마 용사공정을 이용하여 코팅한 후 유기물로부터의 세라믹스 제조공정인 PSI(Polymer Solution Infiltration)공정을 이용하여 SiC로 기공을 sealing하였다. 이 PSI process는 저온 무가압 소결 법으로 코팅층과 모재에 손상을 최소화할 수 있는 세라믹 제조 공정으로 thermal spray coating의 sealing에 적합한 공정이라 할 수 있겠다. 본 연구에서 사용된 ceramic precursor로는 열 분해하여 SiC를 얻을 수 있는 PCS(Polycarbosilane)을 유기 용매로 사용하였다. 치밀한 SiC를 얻기 위해 sealing 공정을 5회 반복하였다.

코팅층의 특성과 기공 함량을 광학 현미경과 Image Analyser를 이용하여 관찰하였다. PCS의 열 분해 온도와 결정화 온도를 TGA와 DSC를 이용하여 측정하였고 기공과 crack 사이에 형성된 SiC는 SEM과 EDS를 통해 관찰하였다. 열충격 실험은 1100도씨까지 5분 승온, 10분 유지, 상온으로 15분 냉각을 거쳤다. 코팅층의 계적 특성 평가로 미소 경도 측정과 마모 실험을 하였다. 내 마모 특성 평가는 YSZ 소결체를 counter part로 사용하였으며 sealing 한 것과 하지 않은 것 모두 600# SiC Paper에서 연마한 후 sliding 마모 실험을 하였다.

3. 결과 요약

PCS의 TGA결과 200℃에서 열 분해가 시작되어 800℃에서 SiC로의 열분해가 완료되었고 또 열 분해 후에는 80 weight %의 SiC 수율을 얻을 수 있었다. 이렇게 열 분해 과

정을 거쳐 형성된 SiC는 비정질로서 열 처리를 통해 결정화를 시켜야한다. DSC, XRD 결과로부터 비정질 SiC는 1000~1100℃에서 결정화가 일어남을 알 수 있었다. 이 결과를 바탕으로 sealing 공정을 5회 반복하여 밀도 있는 SiC상이 형성되었음이 관찰되었다. 열충격 특성은 1100도씨에서 90회 열 충격 cycle시행한 후 모재의 산화가 진행되었음에도 불구하고 코팅의 박리는 일어나지 않았으며 sealing한 시편의 경우 as-spray코팅층의 crack 전파 양상과 비슷한 결과를 보였다. sealing 후 미소경도와 내마모 특성이 향상되었다. 특히 내마모 특성 평가에서는 sealing 후 severe wear에서 mild wear로 천이가 나타났다.

참고문헌

1. The science and engineering of thermal spray coatings Lech Pawlowski
2. 세라믹 섬유 복합체의 제조 및 물성 향상 김진범, 오근호 Journal of Korean Association of Crystal Growth vol. 6, No. 2 (1996) 203-212
3. Wet abrasion slurry erosion resistance of thermal sprayed oxide coating. Jari Knuuttila A.M. Riches al. /wear 232 (1999) 207-212
4. Water-lubricated and dry sliding wear of yttria stabilised zirconia and silicon carbide couples A.M. Riches, J.A. Yeomans A.M. Riches al. /wear 236 (1999) 285-294