

내열복합코팅 NiCrAlY/(ZrO₂-CeO₂-Y₂O₃)의 용융염 부식

Hot Corrosion of NiCrAlY/(ZrO₂-CeO₂-Y₂O₃) Composite Coatings in Molten Salt

이재호^{a*}, 이동복^b

^{a*}현대하이스코 기술연구소(E-mail:hy720697@hysco.com), ^b성균관대학교 신소재공학과

초 록: (Ni-22Cr-10Al-1Y)와 (ZrO₂-25CeO₂-2.5Y₂O₃)로 구성되는 금속/세라믹 복합코팅을 대기용사(ASP; air plasma spray)으로 철 기관위에 1:3, 2:2, 3:1의 무게비로 혼합하여 제조하였다. 용사된 코팅은 금속이영지역과 세라믹이영지역으로 구별되고, 용사중에 NiCrAlY중의 Al이 선택적으로 산화되어 Al₂O₃가 계면에 존재하였다. 복합코팅은 NaCl-Na₂SO₄ 용융염에서 800~900℃, 50시간 동안 부식실험을 실시하였다. 부식생성물은 NiO, Cr₂O₃, α-Al₂O₃가 생성되는데, 부식이 진행되면서 용해되었다. 용융염 부식이 진행되는 동안에 Cr, Al이 외방확산하였고, Na, Cl, S는 내부로 확산되었다. 시간 및 온도뿐만 아니라 금속의 양이 증가할수록 코팅의 내식성은 저하되었다.

1. 서론

화력발전소에 이용되는 가스터빈 블레이드나 디젤엔진 같이 고온에서 쓰이는 재료들에 사용되는 열장벽 코팅(thermal barrier coating, TBC)은 열장벽 코팅은 내열부품의 표면 온도를 낮춤으로써 고온산화, 부식, 마모 등의 유해한 작용으로부터 부품을 보호하는 기능과 더불어 사용온도를 높여 엔진효율을 높이고 제품의 수명과 성능을 향상시키는 역할을 한다 [1]. 일반적으로 YSZ(yttria stabilized zirconia) 같은 내화성 세라믹 top coating 층과 NiCrAlY 같은 금속기지의 bond coating 층으로 구성되어 있다. 그러나, 이 내열성 세라믹은 해변가에 위치한 발전소의 공기 중에 함유된 NaCl, 연료 내에 미량 불순물로 존재하는 S의 산화물인 SO₂, 이들이 결합하여 만들어지는 Na₂SO₄ 등에 의해 고온 용융염 부식(hot corrosion)이 일어나면 부품의 수명과 사용온도가 심각하게 저하되게 된다. 따라서 대안으로 CSZ(ceria-stabilized zirconia)가 발명되었다. CSZ는 고온안정성, 내식성, 파괴 인성, 더 좋은 열 절연 특성을 갖는다[2]. 이러한 2층 TBC구조는 고온에서 사용시 top coating 층과 bond coating 층 사이에서 주로 Al₂O₃로 구성된 산화막(TGO; thermally grown oxide layer)이 생성되어 top coating 층의 박리를 일으켜 TBC의 퇴화를 야기하게 된다. 이러한 단점을 극복하고자, 2층 구조 사이에 두 코팅제의 조성을 점차로 변화시킨 혼합 중간층을 넣어, 우수한 접착강도를 제공하고, 상이한 물성 차이를 완화하여 내구성을 지닌 경사 기능성 코팅(functionally gradient coating, FGC)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

2. 본론

본 연구에서는 top coating 조성인 ZrO₂-25CeO₂-8Y₂O₃ (wt.%, 16-90 μm) 분말과 bond coating 조성인 Ni-22Cr-10Al-1Y (wt.%, 56-103 μm) 분말을 2개의 독립된 분말 공급 장치를 이용하여 동시에 대기용사(APS; air plasma spray)하여 철기관위에 대략 500 μm의 두께로 1:3, 2:2, 3:1의 무게비로 혼합된 복합코팅을 제조하였다. Al₂O₃ 도가니 내에 장입된 75%NaCl-25%Na₂SO₄ 조성의 혼합염에 침지시켜 용융염 부식실험을 실시하였다. 실험은 전기로를 사용하여 800, 900℃ 온도에서 각각 20, 50시간 동안 실시하였다. 용융염 부식후, 시편은 고온의 증류수로 표면에 부착된 염을 제거한 후, 메틸 알코올에 침지하여 세척한 후 주사전자현미경(SEM), X선 회절기(XRD)를 이용하여 분석하였다.

Table 1. Chemical Composition of the prepared Coatings

구분	Composition
Coating1	25% of (ZrO ₂ -25CeO ₂ -2.5Y ₂ O ₃) and 75% of (Ni-22Cr-10Al-1Y)
Coating2	50% of (ZrO ₂ -25CeO ₂ -2.5Y ₂ O ₃) and 50% of (Ni-22Cr-10Al-1Y)
Coating3	75% of (ZrO ₂ -25CeO ₂ -2.5Y ₂ O ₃) and 25% of (Ni-22Cr-10Al-1Y)

3. 결론

대기용사법으로 NiCrAlY/(ZrO₂-CeO₂-Y₂O₃) 내열복합코팅재를 3:1, 2:2, 1:3으로 제조하고, 800~900℃에서 용융염 부식시켜 다음 결과를 얻었다. 일반적으로 금속보다 세라믹의 내부식성이 좋기 때문에, CSZ의 양이 많아질수록 내부식성도 향상되었다. 부식생성물은 NiO, Cr₂O₃, α-Al₂O₃가 생성되는데, 부식이 진행되면서 용해되었다. 용융염 부식이 진행되는 동안에 Cr, Al이 외방확산하였고, Na, Cl, S는 내부로 확산되었다.

참고문헌

1. C. W. Lee, J. H. Han, M. C. Shin, and S. I. Kwun, J. Kor. Inst. Met. & Mater. 47 (2009) 290
 2. S. Sodeoka, M. Suzuki, T. Inoue, K. Ueno and S. Oki: Proc. NTSC (1995) 298