

Boronizing처리가 12% Cr강의 내산화성에 미치는 영향
Effect of Boronizing Treatment on the High Temperature Oxidation
Behavior of 12% Cr Steel

이성훈*, 변응선, 이구현 (한국기계연구원), 조재현 (창원특수강 (주)),
윤재홍 (창원대학교)

1. 서 론

최근 산업기계 분야에서는 고성능화 및 생산성 향상과 원가절감을 통한 경쟁력 강화를 위해 핵심 기계부품의 표면기능 향상에 많은 관심을 기울이고 있다. 근래, 발전용 관련 산업기계부품 분야에 있어서도 고출력·고효율화를 위하여 TIT의 고온화웨이 사용환경 하에서도 견딜 수 있는 더욱 우수한 소재특성이 요구되고 있으며, 이러한 특성을 만족시키기 위한 새로운 표면 처리 기술의 개발이 꾸준히 연구되고 있다.

철강재료에 적용되고 있는 침탄법, 질화법 또는 침붕 질화법 등의 여러 가지 표면처리법들 중, 특히 침붕법은 HV2100정도의 고경도 붕화물층을 형성시켜 내마모성 뿐만 아니라 내고온 산화성이 우수하며, 특히 염산과 황산에 대한 내식성이 뛰어나고, 피로강도도 높은 표면특성을 부여할 수 있다.

본 연구에서는 스팀터빈의 노즐 소재로 널리 사용되고 있는 12% Cr 스테인레스강의 표면물성 향상을 위한 표면처리기술로서 페이스트 침붕처리법을 적용하여 붕화물층의 성분, 형태와 미세조직관찰을 통해 침붕거동을 조사하고, 침붕처리가 12% Cr 스테인레스강의 발전용 부품으로서 요구되는 주요 특성인 내고온산화성에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

실험에 사용된 12% Cr 강재의 화학성분은 표 1에 나타내었으며, 이 재료의 침붕처리는 $4B_4C + 16Na_2B_4O_7$ 을 주성분으로 한 페이스트를 도포하여 붕화물층의 형성거동에 미치는 처리온도 및 처리시간의 영향을 조사하기 위해 수평 관상로내에서 850, 900, 950, 1000℃에서 각각 0.5, 1, 2, 3, 5시간 동안 처리하였다. 침붕처리된 시편은 PPP용액으로 에칭하여 침붕층과 내부기지의 미세조직을 관찰하였으며, Micro Vickers Hardness tester를 이용하여 단면 경도분포를 조사하였고 X-선 회절시험을 통해 붕화물층의 생성화합물의 분포 및 종류를 조사하였다. 침붕처리가 스팀터빈용 노즐 재료인 12% Cr 강의 산화 거동에 미치는 영향을 평가하기 위하여 실제 사용조건과 유사한 온도 영역인 540℃, 그리고 12% Cr강의 대기중 내산화온도인 640℃, 그

리고 내산화온도보다 높은 740°C의 3가지 온도조건을 선정하여, 각각의 온도에서 일정시간(~200시간) 유지하여 유지시간에 따른 무게 증감을 연속적으로 측정함으로써 고온산화거동을 조사하였다. 또 12 % Cr강의 침봉처리의 효과를 평가하기 위하여 무처리재도 함께 산화시험하여 비교하였다.

3. 결과 요약

12% Cr강의 침봉처리시 붕화물 형성거동은 시간과 온도에 비례하여 붕화물 두께가 증가하였으며 형성된 주 화합물은 FeB와 Fe₂B로서, 전형적인 치상조직을 나타내었다. 1000°C에서 처리된 12% Cr강의 붕화물층은 뚜렷한 FeB-Fe₂B 복합화합물층으로 구성되어 있었으며, FeB-Fe₂B 복합화합물층에는 두 층간 열팽창계수 차 및 FeB의 취성에 기인하여 붕화물층에 수직·수평인 균열이 나타났고 치상의 끝부분에는 기공이 존재하였다. 12% Cr강의 침봉처리에 대한 활성화 에너지를 계산하여 286.7kJ/mole을 얻었다.

침봉처리 및 무처리 12% Cr강의 540, 640, 740°C 고온산화실험 결과, 침봉처리재 및 무처리재 모두 640°C, 200시간까지는 산화시험중 시편의 무게증감 및 산화시험 후의 미세조직관찰에서 아무런 산화반응의 흔적을 발견할 수 없었다. 740°C, 200시간 고온산화시, 무처리 시편의 최표면에서 얇은 산화물층이 형성되었으며, 침봉처리 시편의 경우 최표면에 ~10 μ m 두께의 Cr산화물이 형성되었고 부분적인 박리현상이 있었다.

Table 1. Chemical composition of the specimen.

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Others
0.18	0.31	0.65	0.022	0.007	0.51	10.8	0.86	0.19	0.38Nb 0.056N ₂

(unit: weight%)