

Fe-2%Mn-0.5%Si강판의 600-800°C, N₂/H₂O/H₂S분위기에서의 고온부식

Corrosion of Fe-2.25%Cr-1%Mo Steels at 600-800°C in N₂/H₂O/H₂S atmospheres

김민정^{a*}, 봉성준^a, 이동복^a

^{a*}성균관대학교 신소재공학과(E-mail:abc1219@hanmir.com)

초 록: 저비용, 고효율, 안정적 수급이 가능한 전력 에너지원이 요구되면서 석탄이 새로운 에너지원으로 급부상하게 됨에 따라 차세대 친환경 석탄화력 발전기술인 IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle) 발전 시스템의 개발이 필요하게 되었다. 석탄가스화 공정(IGCC: integrated coal gasification combined cycle)은 석탄을 가스화한 후 이를 이용하여 복합발전소를 운전하는 발전기술로서 석탄을 고온, 고압아래에서 수소와 일산화탄소를 주성분으로 한 합성가스로 전환한 뒤 합성가스 중에 포함 된 분진과 황 화합물 등 유해물질을 제거하고 천연가스와 유사한 수준으로 정제하여 전기를 생산하는 친환경 발전 기술이다.

1. 서론

전세계적으로 CO₂가스 배출량을 줄이고, 발전소 효율을 증대시키기 위해서 더욱 높은 온도와 압력에 견딜 수 있는 화력발전소용 내열합금을 개발하려고 오랫동안 노력해왔다. 화력발전소에 이용되는 터빈로터강과 같이 고온·고압 조건에 사용되는 재료는 발전소의 가동, 정지, 부하 변화 등에서 열응력 발생을 최소화하고 반복적인 열응력에 견딜 수 있도록 열피로 강도 뿐만 아니라 내열부식저항을 가져야 한다. 부식에 따른 낮은 열전도도를 가진 부식피막 형성, 합금 온도상승, 합금 벽두께 감소와 이와 동반되는 부식파손촉진 현상을 방지하기 위해, 본 연구에서는 Fe-2.25%Cr-1%Mo 강을 N₂/H₂O/H₂S 가스 분위기에서 600-800°C에서 고온 부식시켜 황 화합물의 부식영향을 이해하고 이를 통해 IGCC 설비의 내열/내침식/내부식 코팅 기술 및 세라믹 소재 기술 개발을 하고자 실험을 실시하였다.

2. 본론

Fe-2Mn-0.5Si 시편을 700~800°C에서 70시간동안 부식시켰을 때 생성된 스케일의 평균두께를 SEM으로 측정된 결과를 나타내었다. N₂가스내에 불순물로 존재하는 H₂O가스 (3 ppm), O₂가스 (2 ppm)에 의해 강 시편 표면에는 두꺼운 산화막이 형성되었다. N₂/H₂O분위기하에서는 수분에 의해 산화가 촉진되어 스케일두께가 N₂분위기의 경우와 비교하여 120~150% 정도 증가하였다. N₂/H₂O/H₂S분위기하에서는 H₂S의 영향에 의해 N₂분위기의 경우와 비교하여 두께가 620~750% 정도 증가하여 H₂S가 훨씬 심각하게 강의 내부부식성을 저하시켰다.

Fe-2Mn-0.5Si 시편을 600~800°C에서 40~70시간동안 부식시켰을 때 생성된 스케일에 대한 X-선회절패턴을 나타내었다. 일반적으로 산화성 분위기에서 철을 가열할 때 대기-철 표면에서부터 산소 압력이 낮아지는 순서인 Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeO로 구성된 3층 피막이 형성된다. Fe₂O₃는 Fe⁺³이온의 외부확산과 O²⁻이온의 내방확산에 의해 성장하며, Fe₃O₄, FeO는 내부 양이온 공공을 따라 철이온이 외부확산함에 의해 주로 성장하는데, 비양론적 화합물인 FeO의 성장속도가 가장 빠르기 때문에 내부산화막인 FeO층이 가장 두껍고, Fe₂O₃는 양론성이 가장 높아서 성장속도가 가장 느려서 가장 얇게 표면에 생성된다. N₂분위기 하에서 생성된 스케일은 Fe₃O₄가 주된 상이고 Fe₂O₃가 부차상인데 내부 FeO층은 산화막이 두꺼워서 검출되지 않았다. N₂/H₂O분위기하에서 생성된 스케일은 유사하게 Fe₃O₄가 주된 상이고 Fe₂O₃가 부차상이다. 일반적으로 산화물과 비교하여 황화물은 용점이 현저하게 낮고, 결합농도가 높은 다공성이고 비보호적이며, 불연속적 황화 피막을 형성함으로써 방식효과를 주는 합금 원소들이 소모되거나 황화 피막을 통한 각종 금속이온의 확산속도가 상당히 빠르기 때문에 부식 분위기에 S가 포함되면 부식이 매우 가속화 된다.

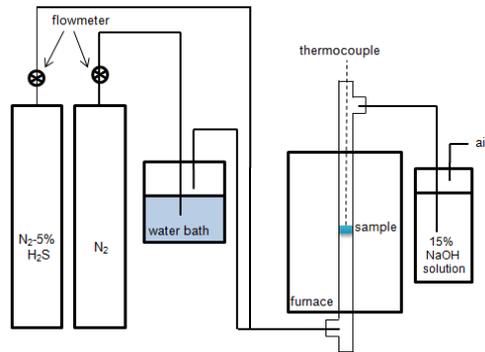


Fig. 1. Corrosion testing apparatus.

3. 결론

Fe에 Cr을 첨가하면 고용강화에 의해서 경도는 증가하여 Fe-8.5wt.%Cr합금과 Fe-36.9 wt.% Cr합금의 경도는 각각 96kg/mm²과 211 kg/mm²이었다. Fe-Al계에서는 Fe-4.8 wt.% Al합금의 경도는 고용강화효과로 128kg/mm²이며 Fe-9.2wt%Al과 Fe-14.3wt%Al에서는 각각 Fe₃Al과 FeAl 금속간 화합물 형성으로 경도가 증가하여 각각 226kg/mm²과 305kg/mm²이었다. Fe-9.2wt%와 Fe-14.3wt%합금은 100시간 가열해도 무게 증가량이 약1.5 mg/cm²으로 작았다. Fe에 Cr을 18.5wt%이상 첨가한 경우는 가열시간이 증가하여도 무게 증가량은 크지 않아서 내산화성이 우수하였다. 본 연구는 지식경제부 신 재생에너지 기술개발 사업의 일환(2009T100100316)으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. N. Birks and G. H. Meier, *Introduction to High Temperature Oxidation of Metals*, p.72, Edward Arnold, London(1983).
2. D. A. Jones, *Principles and Prevention of Corrosion*, p.431, Prentice-Hall, USA(1996).
3. I. Barin, *Thermochemical Data of Pure Substances*, VCH, Weinheim, Germany, (1989).