

## Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al, Cr and Si) 소결 복합재료의 고온 부식 특성

### High-temperature corrosion properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al, Cr and Si) mixed sintering materials

김민정<sup>a</sup>, 원성빈<sup>a</sup>, 봉성준<sup>a</sup>, 이동복<sup>a\*</sup>, 손인진<sup>b</sup>  
<sup>a\*</sup>성균관대학교 신소재공학과(E-mail:dlee@skku.ac.kr)  
<sup>b</sup>전북대학교 신소재공학과

**초 록:** Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al, Cr과 Si 분말을 고 에너지 볼 밀링해서 나노분말을 제조한 후 고주파유도 가열 활성 연소합성 장치로 1 분 이내의 짧은 시간에 합성 및 소결한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 4.65 (Fe<sub>0.43</sub>Cr<sub>0.17</sub>Al<sub>0.323</sub>Si<sub>0.077</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 5.33 (Fe<sub>0.375</sub>Cr<sub>0.11</sub>Al<sub>0.3</sub>Si<sub>0.075</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 6.15 (Fe<sub>0.325</sub>Cr<sub>0.155</sub>Al<sub>0.448</sub>Si<sub>0.072</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 3.3 (Fe<sub>0.6</sub>Cr<sub>0.3</sub>Al<sub>0.6</sub>) 소결체 시편을 700°C의 온도에서 100시간 동안 공기 중에서 산화 및 N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>S 혼합 가스 내에서 황화 부식을 실시하였다. 그 결과 산화 및 황화 부식 후에 α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 표면에 생성되어 보호 피막으로 작용하여 우수한 내식성을 보였다.

#### 1. 서론

석탄은 세계적으로 널리 분포하고 매장량이 풍부하며, 안정적인 공급이 가능하고 우수한 경제성을 가져 자원이 부족한 우리나라에서는 에너지의 안정적인 수급을 위하여 석탄자원의 활용이 필수 불가결하다. 그러나 석탄을 이용한 기존의 미분탄 화력발전소에서는 석탄연소 시 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 및 CO<sub>2</sub> 배출로 인해 발생하는 환경오염과 회 부작문제로 인하여 회 융점이 낮은 석탄을 사용하기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하고자 개발된 석탄가스화 복합발전(IGCC: integrated gasification combined cycle)기술은 차세대 친환경 에너지 기술로 석탄을 고온 및 고압 하에서 부분 연소시켜 가스화함으로써 연료가스(CO 50%, H<sub>2</sub> 30%)로 전환하고 부식성 산성가스와 분진을 제거한 후 가스터빈의 연료로 사용하여 발전하고, 가스화 과정에서 발생한 열과 가스터빈의 배기가스 열은 회수하여 증기를 생산하여 증기터빈을 구동하는 복합 발전방식으로 고효율 발전 및 환경 오염물질을 감소시킬 수 있으며, 전력의 안정적 공급을 가능하다는 장점을 가지고 있다. 하지만, IGCC 시스템은 고온에서 가동되며 반응가스에 따라 생성가스도 산화성과 환원성 가스로 변동이 심하며, 이때 제조된 합성가스가 질소, H<sub>2</sub>S 및 수증기 등으로 구성되어 있어 일반적인 산화, 황화 분위기 보다 훨씬 더 심각한 부식을 일으키게 된다. 이 때문에 운전 온도와 효율의 저하가 발생하기로 석다. 따라서 가스화 주변장치에 대한 국산화 및 신뢰성 확보가 시급한 실정이며, 석탄가스화 공정의 경우 장치산하 선정에 주의를 해야만 석다. 따라서, 본 연구에서는 고주파유도 가열 활성 연소 합성 장치 합성 및 소결한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 4.65 (Fe<sub>0.43</sub>Cr<sub>0.17</sub>Al<sub>0.323</sub>Si<sub>0.077</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 5.33 (Fe<sub>0.375</sub>Cr<sub>0.11</sub>Al<sub>0.3</sub>Si<sub>0.075</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 6.15 (Fe<sub>0.325</sub>Cr<sub>0.155</sub>Al<sub>0.448</sub>Si<sub>0.072</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 3.3 (Fe<sub>0.6</sub>Cr<sub>0.3</sub>Al<sub>0.6</sub>) 소결체 시편을 이용하여 공기 중과 N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>S 혼합가스 분위기에서 고온 부식실험을 실시하여 부식특성을 살펴보고자 하였습니다.

#### 2. 본론

본 연구에서는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 4.65 (Fe<sub>0.43</sub>Cr<sub>0.17</sub>Al<sub>0.323</sub>Si<sub>0.077</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 5.33 (Fe<sub>0.375</sub>Cr<sub>0.11</sub>Al<sub>0.3</sub>Si<sub>0.075</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 6.15 (Fe<sub>0.325</sub>Cr<sub>0.155</sub>Al<sub>0.448</sub>Si<sub>0.072</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 3.3 (Fe<sub>0.6</sub>Cr<sub>0.3</sub>Al<sub>0.6</sub>) 소결체 시편에 대해 시험을 수행하였다. 전기로를 이용한 산화실험은

대기 중에서 700°C의 조건에서 100 시간동안 산화 실험을 수행하였으며, 그림1과 같은 장비를 사용하여 N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>S 혼합 가스 분위기에서 황화부식 시켰다. 이때 형성된 산화물, 황화물의 종류, 표면과 단면의 미세구조 관찰하기 위하여 XRD, SEM/ EDS, EPMA등을 이용하여 분석하였다.

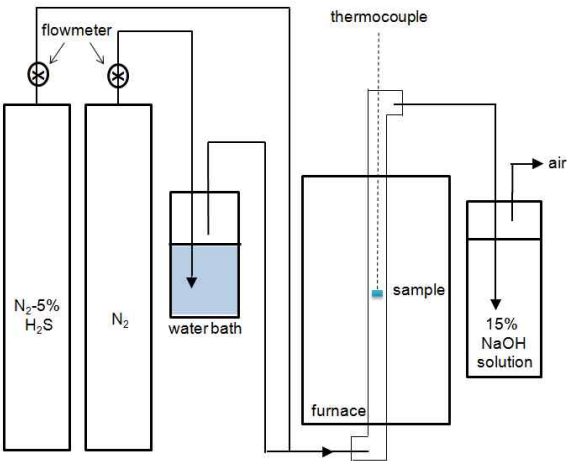


그림 1. 황화 부식장비

**3. 결론**

700°C/100시간, N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/H<sub>2</sub>S-혼합가스 분위기에서 황화부식 시킨 후 무게변화량을 살펴보면 세라믹인 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 함량이 높음에도 불구하고, Fe-Cr-Al(-Si) 금속상 들에서 부식이 일어나서 모든 시편에서 거의 비슷한 정도의 무게증가가 일어났으며, 그 중에서도 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+3.3(Fe<sub>16</sub>Cr<sub>13</sub>Al<sub>16</sub>)의 무게변화량이 가장 컸는데, 이는 Fe의 함유량이 많고 내식성원소인 Si이 없기 때문으로 사료된다. 또한 표면을 SEM으로 분석한 결과 Si가 첨가된 3개의 시편에서는 Cr,Al,Si-(S,O)가 생성된 반면, Fe의 함유량이 많고 Si가 존재 하지 않는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> +3.3% (Fe<sub>16</sub>Cr<sub>13</sub>Al<sub>16</sub>)시편에서는 FeS 부식층이 생성되어 낮은 내식성이 나타났다.

**참고문헌**

1. I. J. Shon, I. Y. Ko, H. S. Kang, K. T. Hong, J. M. Doh and J. K. Yoon, Met. Mater. -Int. 18 (2012) 109.

**ACKNOWLEDEMENT**

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (에너지인력양성 사업 No. 20114010203020).