

SHS법을 이용한 연마재료($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC}$ 및 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-TiC}$) 제조시 TiO_2 첨가의 영향 (The effect of the addition of TiO_2 in the preparation of $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-TiC}$ abrasive composite powder by SHS Process)

윤기석, 양범석, 이종현, 원창환

충남대학교 금속공학과

I. 서론

자전연소합성(Self-propagating High-temperature Synthesis)법¹⁻²⁾은 미세한 분말상의 반응 물질을 잘 혼합하여 압축성형한 후 성형체의 한쪽 끝에 텅스텐 필라멘트나 카본리본 등의 저항열이나 아크 같은 적당한 열원을 이용하여 매우 짧은 시간동안 점화시키면 자체 반응열에 의하여 반응이 자발적으로 진행되는 것이다. 이것은 기존의 소결방법이나 진공용해방법에 비해서 많은 에너지와 제조시간을 절약할 수 있어서 경제적이며, 생성물이 형성되는 동안 생성열에 의해서 매우 높은 온도로 올라가기 때문에 불순물이 휘발할 수 있어서 높은 순도의 생성물을 얻을 수 있고³⁾, 다품종 소량생산에 적합한 장점이 있다.

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC}$ 복합물의 합성의 경우 $\text{SiO}_2/\text{Al/C}$ 계 자체만으로는 자전고온반응의 진행에 어려움이 있어 많은 연구가 진행되지 못한 실정이다. 이 연구과정에서 예열이나 배소 등 그 과정이 비효율적이었다. 따라서 본 연구에서는 자전연소합성법으로 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC}$ 분말을 합성함에 있어 예열이나 배소의 과정을 생략하고 대신 TiO_2 를 첨가하였다.

$3\text{SiO}_2 + 4\text{Al} + 3\text{C} = 3\text{SiC} + 2\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 반응은 상온에서 점화시킬 경우 연소반응이 불안정하거나 충분히 유지되지 못하였다. 따라서 상온에서의 점화를 원활하게 하고 반응생성열이 SiO_2 보다 훨씬 큰 TiO_2 를 넣어 반응을 진행하여 예열이나 배소등과 같은 공정을 생략하면서도 물성에 있어서는 뒤떨어지지 않는 복합물을 제조하고자 하였다.

2. 실험방법

반응장치의 재료는 SUS 304를 사용하여 지름 250mm, 높이 250mm 크기의 원통형으로 제작하였다. 시편이 고온으로 열을 내며 반응할 때 반응물 및 생성물이 산화되는 것을 방지하기 위하여 자전연소반응기 내부를 진공 및 불활성 가스 분위기로 제어할 수 있도록 설계하였다. 텅스텐 필라멘트는 반응기 중앙부에 위치하게 하여 그것의 저항열을 이용하여 시편을 점화시킬 수 있도록 설계하였다. 반응기 다른 한쪽은 반응중의 연소온도 및 연소속도를 측정하기 위하여 C type(W/5%Re vs W/26%Re)열전대를 부착하여 데이터 처리 시스템과 컴퓨터에 연결하였다.

SiO_2 , TiO_2 , Al, C를 적절한 몰 비로 칭량한 다음 2시간동안 200rpm의 속도로 볼 밀에서 골고루 혼합하였고 혼합된 분말은 건조기에서 충분히 건조되었다. 이 건조된 분말은 각 실험조건에 맞추어 각각 압력이 가해지지 않은 분말형태와 80MPa의 압력으로 지름 40mm, 높이 25~30mm의 원통형 예비 성형체로 제조하였다. 각 시료는 텅스텐 필라멘트의 저항열을 이용하여 점화하였다. 반응 펠렛은 반응기 내부에 장착된 소형로를 이용하여 예열하였다. 연소반응 후 얻은 생성물의 결정구조 분석은 X-선 회절장치(Rigaku Geigerflex사, Model:2028, Japan)를 이용하였다. 주사전자현미경(SEM, JEOL사, Model:JSM-5410, Japan)으로 미세구조를 관찰하였다.

4. 결론

1) $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC}$ 의 제조

동일 조건에서 불활성 분위기일 때가 반응성과 생성물의 순도가 가장 좋았고 분말상태의 연소합성시에 80MPa 성형압력을 가하여 400°C 이상 예열을 하였을 경우 C를 제외한 불순물이 거의 제거됨을 알 수 있었다. 잔류 C는 650°C, 30분동안의 배소로 완전히 제거될 수 있었다.

2) $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-TiC}$ 의 제조

TiO_2 를 첨가함으로써 불순물이 적은 생성물을 얻을 수 있었다. 반응이 일어날 수 있는 TiO_2 첨가량의 최소몰비는 0.4mole이었으며, 생성물의 순도 및 경제적인 면을 고려할 때 적정몰비는 $\text{SiO}_2:\text{TiO}_2:\text{Al}:\text{C}=2.5:0.5:4:3$ 임을 알 수 있었다.