

**7075의 직접 산화법에 의한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC/금속 복합재료의  
제조에 관한 기초 연구**  
- Basic study of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC/metal composites Fabrication  
by Directed Oxidation of 7075

부산대학교 : 김삼호, 강정윤

동의대학교 : 김일수

### 1. 서론

최근에 개발되고 있는 파인 세라믹스는 금속과 비교하여 내열성, 내식성, 내마모성등이 우수하지만, 파단연신율과 파괴인성, 충격성이 낮고, 가공이 어렵다는 것이 문제점으로 지적되고 있다. 이러한 문제점은 세라믹스의 응용범위를 확대하는 데에 걸림돌이 되고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 많은 노력의 결과, 세라믹/금속기 복합재료를 제조할 수 있는 용융금속산화법(Lanxide process 또는 DIMOX(Directed Melt Oxidation process)이 최근에 개발되었다. 이 제조법은 산화성 또는 반응성이 강한 용융금속을 표면으로 부터 산화, 또는 질화시켜 산화물, 질화물로 만들어 기지로 하고 미처 산화되지 않은 용융금속은 세라믹스 기지내에 균일하게 분포하게 되어 금속과 세라믹스가 서로 3차원적으로 맞물린 미세조직을 갖는 복합재료를 제조하는 방법이다. 또한, 충전제를 사용할 경우는 세라믹스 복합재료를 만들수 있으므로 보다 우수하고, 다양한 재료를 얻을수 있는 장점이 있다.

본 연구는 7075 Al합금을 사용한 경우, 세라믹스기 복합재료의 제조 가능성과 잠복기 줄여주는 효과가 있는 것으로 알려진 SiO<sub>2</sub>을 사용한 경우, 적정량과 적정조건을 검토할 목적으로, 산화에 미치는 SiO<sub>2</sub>, 가열온도 및 유지시간의 영향을 정량적으로 조사한 것이다.

### 2. 실험방법

사용한 Al합금은 시판되는 7075봉재이고, 도가니 내경과 같은 직경으로 선반가공하여, 일정한 길이(8.00mm)로 절단한 다음 양면을 에머리 페이퍼 600번으로 연마하여 사용하였다. 사용재료들은 그림1-(a)와 같이 적층하고, 잘 흔들어 충전한 후 노에 장입하였다.

용융산화를 위해 5°C/Min속도로 가열하였고, 냉각은 500°C까지 1.5°C/Min로 노냉후 이하의 온도에서는 공냉하였다.

스타트제인 SiO<sub>2</sub>의 적정량을 조사하기 위하여 SiO<sub>2</sub>량을 0.02~0.70g을 변화시켜 산화량을 조사하였다. 최적 용융산화조건을 조사할 목적으로 가열온도는 950, 1050 및 1150°C 조건으로 변화시키고, 유지시간은 0~24시간으로 변화시켰다.

산화량은 용융산화시킨 후의 무게에 대하여 노에 장입하기 전의 무게를 뺀 값으로 계산하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig2는 각 온도에서 SiO<sub>2</sub>의 도포량에 따른 산화량을 나타내고 있다. 여기서 알 수 있는 것은

온도 상승에 따라 산화량이 증가함을 보여주고 있다. 950°C에서는 Starter량이 증가함에 따라 산화량도 증가하지만 그 양은 1050, 1150°C에 비해 매우 작다. 1050°C와 1150°C에서는 SiO<sub>2</sub>량이 증가함에 따라 산화량이 증가하다가 최고점에 도달한 후 다시 감소함을 보여준다. 최고산화량은 1050°C에서는 SiO<sub>2</sub>량이 0.03g/cm<sup>2</sup>, 1150°C에서 0.10g/cm<sup>2</sup>일때 얻을 수 있었다.

Fig3은 Starter로 SiO<sub>2</sub>를 사용했을 경우 유지온도에서 시간경과에 따라 산화량을 보여주고 있다. 950°C에서는 시간에 따라 산화량이 다소 변화지만 거의 일정한 값을 나타낸다. 1050°C에서는 일정한 잠복기를 지난후 거의 일정한 속도로 산화하여 15시간 경과 후에는 더 이상의 산화가 진행되지 않는 점에 도달하게 된다. 1150°C에서는 잠복기를 거치지 않고 처음부터 거의 일정한 속도로 산화하여 9시간 경과 후에는 실질적 산화가 완료된 것으로 생각되는 점(약 80%산화)에 도달했다. 즉, Starter를 사용 할 경우, 용융산화법에 의해 산화층을 얻기 위해서는 유지온도가 일정 온도 이상이 되어야하며, 1050°C와 1150°C에서 산화 기율이 거의 같다는 것으로 부터 일정 온도 이상에서는 유지온도에 따라 산화속도가 변화는 것이 아니라, 잠복기를 줄여줌을 알수 있다.

Fig4는 SiO<sub>2</sub> 0.10g을 Starter로 사용, SiC(13~17μm)를 충전제로 사용하여 1050°C에서 약 20시간 유지 후 광학현미경조직 사진이다. 검은색인 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 기지 내에 흰색의 SiC가 균일하게 분포하고 있는 것을 볼수 있으며, 확대하여 보면 Al, Si등이 알루미늄이나 입계에 다소 존재하는 것을 확인할수 있었다.

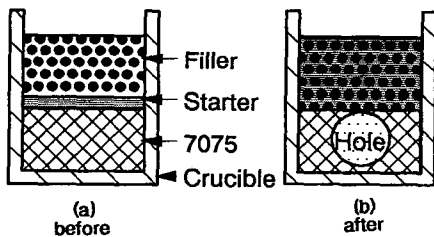


Fig 1. Schematic geometry of growth rate

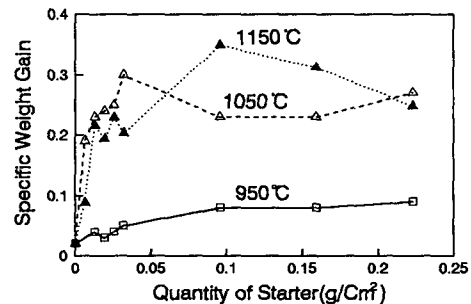


Fig 2. Oxidation experimental data of mass gain vs SiO<sub>2</sub> at 950°C, 1050°C, and 1150°C for 7075 Al alloy exposed for 20 hour

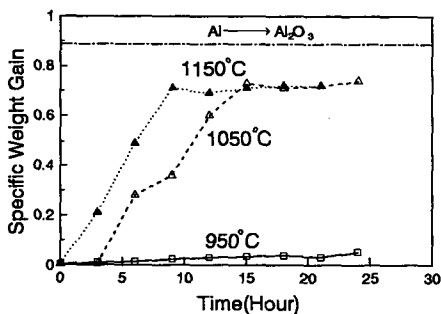


Fig 3. Oxidation experimental data of mass gain vs time at 950°C, 1050°C, and 1150°C for 7075 Al alloy coated with SiO<sub>2</sub>

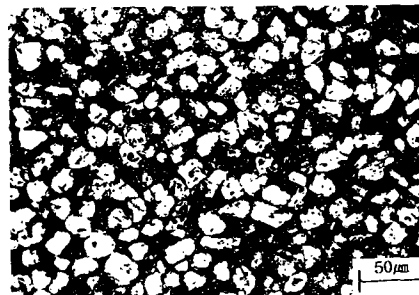


Fig 4. Microstructure of a reinforced : SiC particle in an Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/metal matrix