

Al계 혼합분말합금의 소결거동에 미치는 Cu 첨가의 영향

Effect of Cu Addition on the Sintering Behavior of Blended Elemental Al-Alloy Powder

아주대학교 재료공학과 이준동 · 김문태 · 박정수 · 안재환 · 정형식*

1. 서 론

알루미늄계 혼합분말을 이용한 소결 부품은 정밀성형이 가능하고 부품의 경량화를 이룰 수 있는 장점이 있어 많은 관심을 끌고 있으나 현재까지는 대량 적용이 자동차용 cam cap 등으로 매우 제한적이다. 가장 주요한 이유중의 하나는 현재 상용화 되어 있는 혼합 분말들을 이용하여 제조된 소결재들의 특성이 대체 가능한 다양한 제품들의 요구특성을 만족시키지 못하기 때문이다. 알루미늄계 분말은 표면에 치밀한 산화막이 존재하고 이로 인하여 소결 특성이 철계나 동계 분말들에 비하여 매우 나쁘다. 현재 상용화 되어 있는 Alcoa사 201AB나 Ampal사 AMB2712등의 합금은 고강도를 목적으로 2014 단련재의 조성에 기초하여 제조되고 있으며 소결특성 등에 대한 고려는 매우 미흡하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 이들 상용 분말들의 소결 특성을 관찰하고 이들 중 가장 주요 합금 원소인 동의 영향을 규명함으로써 새로운 소결용 혼합분말의 개발을 위한 기초 연구를 수행하였다.

2. 실험 방법

201AB(조성: Al-4.5Cu-0.5Mg-0.8 Si)와 AMB2712(Al-3.8Cu-1.0Mg-0.75Si) 상용 분말들과 자체적으로 혼합한 Al-6~10 wt% Cu, Al-6wt% Cu-10~20 wt% Si 분말들을 이론 밀도의 80~90%로 성형한 후 조성에 따라 560~625℃ 사이의 온도에서 소결하여 소결 후 밀도 변화, 소결 조직 및 3점 굽힘강도를 비교 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

600℃에서 소결후 밀도를 살펴보면 Cu 이외에 Mg과 Si이 혼합된 201AB와 AMB2712의 경우 밀도가 거의 증가하지 않았으나 Cu만을 혼합한 경우 6wt%Cu에서 10% 이상의 밀도증가를 나타내었고 Cu의 양이 증가함에 따라 다소 큰 효과를 나타내었다. 따라서 이론밀도 85%이상의 성형체들로부터 95%이상의 밀도를 가진 소결체를 얻을 수 있었다. Al-6wt% Cu에 다량의 Si를 혼합한 경우 580℃ 이상의 온도에서는 너무 많은 액상이 형성되며 560~580℃ 사이에서 소결이 가능하였다. Si를 첨가 한 경우 Al-Cu에 비해 밀도증가가 낮았으며 Si양이 20%일 경우는 오히려 팽창이 일어났다. 소결 조직을 비교하면 201AB나 AMB2712의 경우 조대한 기공들이 다수 존재하는 천이액상

조직을 나타내고 있으며 Mg함량이 높은 AMB2712가 더욱 뚜렷하였다. 반면 Al-Cu 소결체의 경우는 소결중 액상이 지속적으로 존재하여 분말 입자간 경계면에서 소결을 촉진한 후 고상화 된 액상 소결 조직을 보여 주고 있다. Al-Cu-Si의 경우는 Si양이 15% 이하에서는 액상소결 조직을 보여 주고 있으나 20%에서는 천이액상 소결 조직을 뚜렷이 나타내고 있다. 소결체의 굽힘강도를 비교한 경우에도 Alcoa 201AB의 경우 소결밀도 91%에서 약 200MPa의 굽힘강도를 가지나 Al-8%Cu의 경우 소결밀도 95%에서 약 300MPa의 굽힘강도를 나타내었다. 이와 같은 강도 증가는 단순히 밀도의 차이에서 기인한다고 생각하기는 어려우며 액상소결에 의해 향상된 분말 입자간의 결합에 기인한다고 해석된다. 이상을 종합할 경우 Al계 혼합분말의 소결특성을 향상시키기 위해서는 Mg과 같이 Al, Cu와 더불어 저온액상을 형성한 후 천이 액상소결을 유발하는 원소들보다는 소결 온도에서 지속적으로 액상이 존재하면서 강도를 향상시키는 원소의 첨가가 바람직하다.

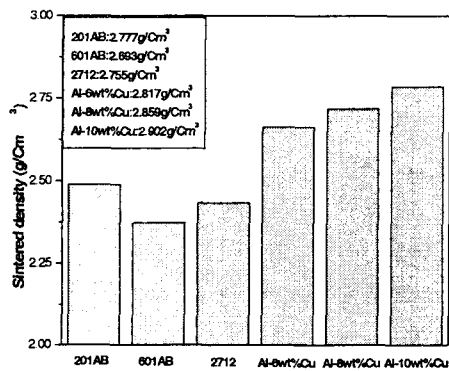


Fig. 1. Sintered density of 201AB, 601AB, 2712, and Al-6,8,10wt%Cu : sintered at 600°C in N2 for 1hr

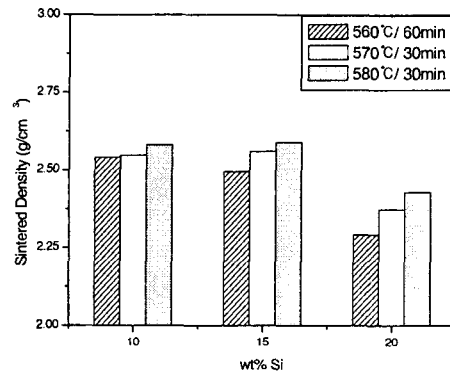


Fig. 2. Sintered density of Al-6wt%Cu -10, 15, 20wt%Si : sintered at 560~580°C in N2, H2 for 30min and 1hr

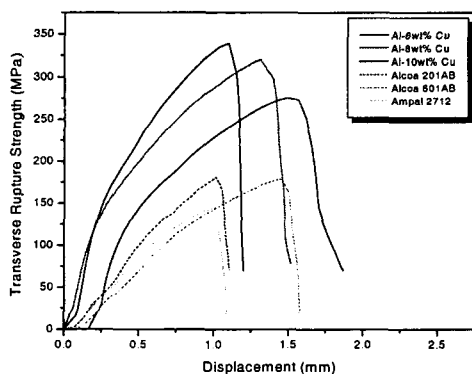


Fig. 3. Transverse Rupture Strength of 201AB, 601AB, 2712 & Al-6,8,10wt%Cu : sintered at 600°C in N2 for 1hr