

자기펄스 압축성형 장치를 이용한 Al-20wt%Si 분말성형

박효영 · 김효섭 · 홍순직*

Consolidation of Al-20wt%Si powder by Magnetic Pulsed Compaction

Division of Advanced Materials Engineering, Kongju National University, 275, Buda-dong, Cheonan, Chungnam, 330-717, Korea

H. Y. Park, H. S. Kim, S. J. Hong*

Abstract

In this research, a new method for consolidation of Al-20wt%Si powders using a magnetic pulsed compaction (MPC) was introduced. A wide Range of experimental studies were carried out to characterize the mechanical properties and microstructure of the MPCed materials by means of SEM, TEM and tensile test. It was found that the effective properties like higher strength and full density were achieved while maintaining a fine microstructure. Consolidated bulk by MPC showed higher density without any crack than that of the general process. With increasing the number of MPC compaction, the density and mechanical properties were also greatly improved.

Key Words : Magnetic Pulsed Compaction, Consolidation, Al-20wt%Si powder

1. 서론

최근 산업이 발전함에 따라 알루미늄으로의 대체 개발이 급속하게 이루어지는 가운데 특히 자동차의 엔진이나 브레이크 등의 경량화는 기기 수명과 연비의 향상 등에 따른 경제성과 직결되어 있어, 고강도, 내열, 내마모 특성을 나타내는 특수목적의 기능 복합재료의 개발에 관심이 집중되고 있다. 특히 Al-Si는 높은 내마모성을 나타내어 자동차 부품 및 기타 경량소재로 적용하기 위해 다양한 조건에서의 성형성 연구가 증가하고 있는 추세이다. 하지만 기존의 성형방식으로는 분말간의 접촉이 국부적으로 일어나 압축력이 전체적으로 고르게 압축되는 것이 불가능 하여 성형 과정 중 파괴나 균열이 일어나기 쉬워 높은 밀도를 가진 성형체를 제조하기에 어려움이 있었다. 그래서 이러한 문제점을 개선하기 위하여 동적 성형 방법을 이용한 자기 펄스 압축성형장치 (Magnetic Pulsed Compaction: MPC)를 이용하면, 마이크로 초 내의 매우 짧은 시간 동안에 초고압(~4GPa)의 높은 압력을 가하여 고밀도의 성형체 제작이 가능하여 기존의 공정 방식보다 고밀도의 성형체를 제작 할 수 있으며, 성형시간 단축과 자동화가 가능하여 경제성이 높은 장점을 가지고 있다. 이에 본 연구는 자기펄스 압축성형장치를 이용한 Al-Si 분말의 성형성 평가에 대한 연구로서 성형압력과 분말의 양에 따른 특성에 대한 연구 결과를 보고 하고자 한다. 또한 다단압축이 성형성 및 기계적 특성에 미치는 효과에 대한 연구를 수행하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 자기펄스 가압성형(그림1)을 위하여 가스분무공정법으로 제조된 분말을 사용하였고, 내경 20mm 금형에 수 그램을 각각 장입하여 디스크의 형태의 성형체를 제조하였으며 자기펄스 성형압력 변화에 따른 치밀화 및 특성평가를 고찰하기 위하여 초기 압력을 1.2, 2.0, 2.5GPa, 3.0GPa로, 분말의 양을 4, 6, 8, 10g으로 변화시켜 제조 하였다. 그림 2는 자기펄스 가압성형장치로 4g의 분말을 1.2 GPa의 압력으로 성형한 성형체를 나타내고 있으며, 또한 일반 성형공정과 비교하기 위하여 일반 압축프레스기를 이용하여 자기펄스 성형 공정과 같은 조건에서 성형한 성형체는 그림3에 나타났다. 성형체의 밀도는 아르키메데스법으로 측정하여 평균값을 나타냈으며, 성형체의 상분석은 2 θ : 10 $^{\circ}$ ~ 70 $^{\circ}$, Scan speed: 0.05/sec, Voltage: 40, Ampere: 40의 조건으로 XRD 분석기를 이용하였다. 성형체의 표면 및 내부조직은 전계방출 주사전자 현미경(Field Emission Scanning Electron Microscopy:FE-SEM)으로 관찰하였고, 기계적 강도는 비커스경도 시험기와 인장시험기를 사용하였다.



Fig. 1 자기펄스 압축성형장치

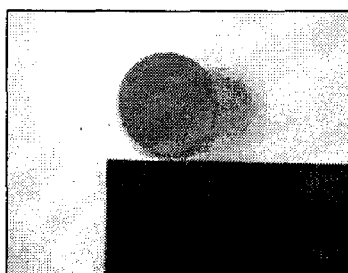


Fig. 2 MPC성형체(1.2GPa)

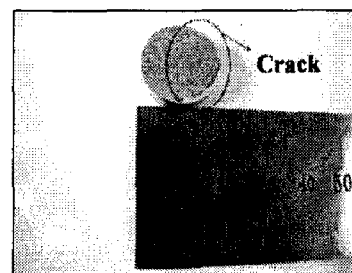


Fig. 3 일반공정성형체(1.2GPa)

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 그림2에서 볼 수 있는 것과 같이 자기펄스 가압성형장치를 이용하여 가스분무법으로 제조된 Al-20wt%Si분말 4g을 2.5GPa로 가압하여 성형한 결과 95~98%의 이론밀도를 가진 성형체를 제조할 수 있었으며, 성형체 표면에는 크랙과 같은 어떤 결함도 관찰되지 않았다. 그러나 그림3에서 볼 수 있는 것과 같이 일반 공정으로 성형된 성형체의 경우는 표면에 크랙이 관찰되었다. 그림 4는 성형압력과 분말의 양에 따른 성형체의 성형밀도를 나타내는 것으로 성형압력이 증가함에 따라 80~88%에서 95~98%로 증가하였으며, 분말양이 증가함에 따라 밀도 감소율도 1.2GPa 보다는 2.0, 2.5GPa에서 매우 낮게 나타났다. 자기펄스 성형공정은 1초 이하의 매우 짧은 시간에 성형이 가능한 공정으로 본 연구에서는 95~98%의 고밀도를 갖는 성형체를 제조할 수 있었다. 그림 5는 압력과 분말의 양에 따른 성형체의 높이를 나타낸 것으로 분말 양이 증가함에 따라 성형체 높이가 증가 하는 것은 사실이지만 높은 압력에서 밀도 향상으로 인하여 2.0GPa과 2.5GPa에서는 높이 변화의 기울기가 낮아짐을 알 수 있다. 이외에도 본 연구에서는 직경 변화 및 다단 압력변화가 성형체의 밀도, 조직 및 기계적 특성에 미치는 효과에 대하여 체계적으로 분석하였다.

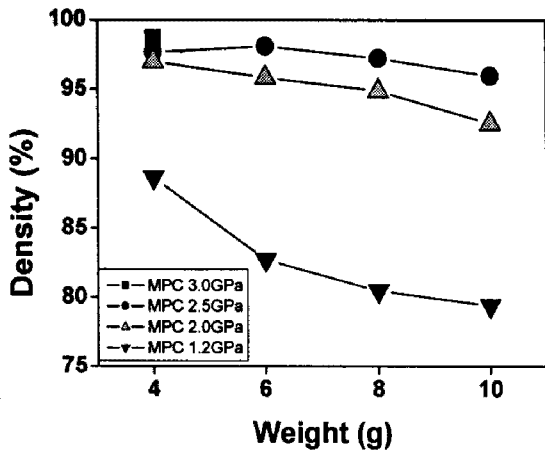


Fig. 4 압력과 분말량의 변화에 따른 밀도변화

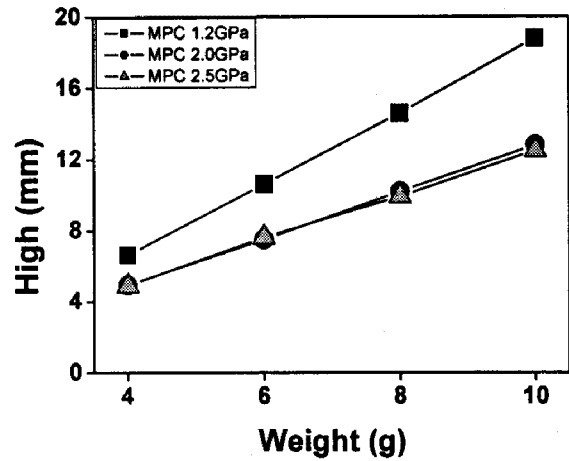


Fig. 5 압력과 분말량의 변화에 따른 성형체 높이

후 기

“ 본 연구는 산업자원부의 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환인 차세대소재성형기술개발 사업단의 연구비 지원으로 수행되었습니다.” 이에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] J. S. Song, J. S. Lee, I. S. Park and D. Y. Lim: J. Kor. Ceram. Soc., 37 (2000) 625 (Korean).
- [2] H. C. Park and Frank L. Riley: J. Kor. Ceram. Soc., 29 (1992) 489 (Korean).
- [3] Y. L. Chen and R. J. Brook, Br: J. Ceram. Trans., 88 (1989) 7.
- [4] Mehdi Mazaheri, A. M. Zahedi, M. Haghightzdeh and S. K. Sadmezhaad: Ceram. Int., 35 (2009) 685.