

분무성형공정에서 분무액적의 열전달 및 고상분율 예측 (Heat Transfer Analysis and Solid Fraction Prediction of Atomized Alloy Droplets during Spray Forming)

산업과학기술연구소 이 언식*, 백 경 호, 안 상 호

1. 서론

분무성형시 액적의 열적거동 및 동적거동은 액적내의 고상분율을 결정하게 되며, 이러한 액적의 엔탈피양과 분무밀도가 성형체의 미세조직에 직접적으로 영향을 준다고 볼 수 있다. 따라서 본연구는 낙하하는 액적의 열적거동 및 속도를 계산하여 성형체 표면에 도달하는 액적의 총 엔탈피양과 고상분율을 예측함으로써 분무성형시의 기초자료를 얻고자 하였다.

2. 실험방법

낙하하는 액적의 속도론적 및 열적거동에 미치는 액적의 크기, 초기 가스속도, 과냉도 및 용탕의 Super Heat 의 영향을 이해하기 위하여, 전술한 냉각 및 응고모델을 이용하여 낙하하는 열이력을 계산하였다. Al-4.5wt%Cu 합금은 그 열적 및 물리적 성질에 대한 기본 데이터가 이미 잘 알려져 있으므로 본 연구에서의 대상 합금으로 설정 하였다. 또한 분무화가스로는 질소가스로, 가스온도는 300K 로 일정한 것으로 가정하였다.

3. 결과 및 고찰

낙하하는 액적의 열이력 및 응고현상을 모델링화하기 위해서 다음과 같이 액적의 열이력 양상을 가정하였다. (1) 완전한 액상 상태에서의 냉각, (2) 핵생성 및 재취현상 (*Nucleation and Recalescence*) : 액적의 온도가 핵생성 온도에 도달했을때 재취현상이 급격하게 일어난다. 핵생성 온도에서 고상의 핵생성과 연속되는 응고잠열의 발생은 과냉된 액적을 급격하게 가열하게 된다. 재취현상이 진행되어 액적의 온도가 거의 액상선 온도까지 육박했을때 잠열의 방출량은 점점 감소하게 된다, (3) 편석응고 (*Segregated Solidification*) : 재취현상이 끝난후의 응고현상은 Schiel 방정식에 따르는 편석응고에 의해서 계속된다, (4) 공정응고 (*Eutectic Solidification*) : 액적의 온도가 공정온도에 도달하였을때 잔존하는 액상은 공정온도를 유지한채 공정 응고 반응을 일으키면 완전한 고상으로 응고된다, (5) 완전한 고상 상태에서의 냉각의 순으로 열이력은 계산된다.

4. 결론

- (1) 액적의 크기 혹은 초기 가스속도가 증가함에 따라 응고의 시작 및 완결은 더 먼 낙하거리에서 일어났으며, 이것은 결국 더 넓은 비행거리 영역에 걸쳐서 응고가 일어난 것을 의미한다.
- (2) 접촉각이 증가하면 핵생성온도는 급격히 감소하여 응고가 시작되는 거리는 더 멀어지나 전체적인 응고 양상은 별로 변화 하지 않는 것으로 계산되었다
- (3) 재취과정, 편석응고 및 공정반응 동안에 각각 생성되는 고상분율은 액적의 크기, 초기 가스속도 및 슈퍼히트 등의 공정변수에는 거의 무관하였으나, 반면에 과냉도의 크기에 따라서 심하게 변화하였다

5. 참고문헌

- (1) P. Mathur, D. Apelian and A. Lawley, *Acta metall.* 37, 429 (1989).
- (2) E.J. Lavernia, E.M. Gutierrez, J. Szekely and N.J. Grant, *Int. J. Rapid Solidification* 4, 89 (1988).
- (3) E.M. Gutierrez, E.J. Lavernia, G.M. Trapaga and J. Szekely, *Int. J. Rapid Solidification* 4, 125 (1988).
- (4) G.M. Gutierrez, E.J. Lavernia, G.M. Trapaga, J. Szekely and N.J. Grant, *Metall. Trans.* 20A, 71 (1989).