분말 표면 제어 강화재 이식 기법(SMART)를 이용한 복합재 분말 및 복잡 미세구조 복합재 제조

Composite Powder and Composites Manufacturing Using Surface Modification And Reinforcement Transplant (SMART) Process

*이태규¹, 정원종², 정승혁², 류호진^{1,2+}
*T. Lee¹, W. Jeong², S. Chung², H. J. Ryu^{1,2+}

¹ 한국과학기술원 신소재공학과, ² 한국과학기술원 원자력공학과 ⁺E-mail: hojinryu@kaist.ac.kr

Keywords: Additive manufacturing, particle control, composites powder, functional powder, SMART

1. 서론

금속 적층 제조 방식이 차세대 금속 제조 공정으로 대두되고 있다. 금속 제조 공정은 다품종 소량 생산에 특화되어 있으며 형상의 제약이 없기 때문에 우주 항공, 군수, 자동차, 의료 계통에서 최첨단 부품을 제작하기 위해 주로 사용된다. 다품종 소량 생산에 특화된 금속 적층 제조 기술은 형상적으로는 무한한 자유도를 가지고 있으나 소재 선택에 있어서는 AISI 계, Co-Cr, Ni 계, Ti 계 등만 쓰임으로서 매우 한정적이다 [1]. 다양한 형상에 걸맞은 소재 물성을 확보하기 위해서는 강화재를 제어하여 물성을 제어할 수 있는 복합재가 가장 적절하다. 하지만 현재 복합재 분말의 제조가 어려움으로 인해 복합재의 적층은 제한적으로 이루어지고 있다. 이를 극복하기 위해 본 연구에서는 복합재 분말을 제조하기 위한 새로운 기술 표면 제어 강화 이식 (Surface Modification And Surface Transplant, SMART) 공정을 개발하였다. 본 공정은 금속 분말에 다양한 강화재를 표면, 심부에 관계없이 분산할 수 있는 획기적인 기술로서 소결과 적층 제조를 통해 모두 복합재를 제조할 수 있다. SMART 방식으로 제조된 분말의 효용성을 확인하기 위해 분말과 제작된 복합재의 특성을 평가하였다.

2. SMART 공정의 수행

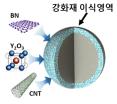
SMART 공정은 분말의 운동량을 고도로 제어하기 위해 기존 공정에서 운동량 전달체로 쓰이던 밀링볼을 제거하고 순수히 분말의 운동량만을 이용해 분말표면을 제어하는 기술이다. 부족한 운동량을 보충하기 위해 수만 rpm의 고속 회전을 사용하여 분말을 가속시키며 이 때 강화재를 투입해 복합재 분말을 제작할 수 있다.

2.1 SMART 공정의 모델 개발

SMART 공정 모델을 수립하기 위해서 '크기 선택적 변형' 원리를 바탕으로 모델을 설계하였다. 분말의 크기에 세제곱에 비례하여 분말의 변형 저항성이 증가하는데 이로 인해 크기가 작은 분말일수록 급격히 변형에 저항하지 못한다. 이를 계산하기 위해 유한요소법을 사용하여 AISI 316, Ti, Ni, AI 분말의 변형 저항성을 측정하였고 분말에 크기에 따라 변형에 필요한 에너지를 계산하였다. 계산된 에너지에 대응하여 공정의 변수를 조절하여 분말을 제작하였다.

2.2 SMART 공정을 이용한 기능성 분말 제조

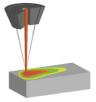
SMART 공정을 통해 아래와 같은 복합재 분말을 제작할 수 있으며 제작된 분말의 소결 혹은 적층을 통해 복합재의 제작이 가능하다.



복합재 분말



소결 복합재



적층 복합재

3. 결론 및 전망

SMART 공정을 이용하여 기존 복합재 제조방식인 단순 혼합이 아닌 분말 단계에서 준비된 복합재를 제작할 수 있다. 본 공정을 통해서 특수한 미세구조를 가진 복합 소결체 혹은 적충 제조된 복합재를 제작할 수 있다.

참고문헌

[1] Lewandowski et. al., Annu. Rev. Mater. Res., 46: 151-186, 2016

후기

본 연구는 한국 연구재단의 지원으로 수행되었습니다. (과제번호: 2021R1A2C2014025)