

스테인레스계 이종재료 분말사출 성형체의 기계적 특성

A Study on the Mechanical Properties of Co-Injection Molded Stainless Steels

*박치열¹, #김종하¹, 송준호¹, 이원식²

*C. Y. Park¹, #J. H. Kim(jhkim@pimkorea.com)¹, J. H. Song¹, W. S. Lee²
¹한국PIM 주식회사, ²한국생산기술연구원 에코공정연구부

Key words : Co-Injection, Metal Injection Molding, Stainless Steel

1. 서론

최근 산업의 동향을 살펴보면 자동차, 전자, 의료기기 및 그 밖의 산업분야에 걸쳐 부품의 소형화, 다기능화, 경량화와 더불어 저가화의 구조로 움직이고 있다.

이에 대한 돌파구는 플라스틱, 소형 금속부품, 플라스틱과 금속의 조립, 금속과 금속의 조립 등을 통해 일부 그 기능을 대신하고 있지만, 상기의 모든 요구조건을 만족하기에는 부족함이 많다. 특히 금속의 기계적 특성을 만족하면서 자성과 비자성, 고강도와 저강도가 결합된 기능성 부품을 만드는 것은 쉽지 않다. 이종재료의 조립은 타부품을 이용한 체결(Bolting), 용접(Welding), 브레이징(Brazing), 분말사출성형(Powder Injection Molding) 등을 통해 구현이 가능하나 체결, 용접 및 브레이징은 2차 공정이 부가되는 것으로서 이에 따른 단가상승, 생산성 등의 면에서 문제가 있다. 최근에는 이종의 분말을 사출성형을 통해 제조하는 방법이 제안되어 기존의 접합기술을 대체하는 기술로서 관심의 대상이 되고 있다[1].

분말사출성형기술은 기존의 플라스틱 성형기술과 분말야금기술이 결합된 기술로서, 특히 마이크로 금속부품을 결합제조 하는데 있어 대량생산에 용이하고 생산원가 절감이 가능한 기술이므로 마이크로 부품제조를 위한 산업화가 유망한 기술로 부각되고 있다.

PIM기술을 이용한 금속결합은 금속분말의 성형을 위한 금형과 공정기술이 동시에 필요하므로 본 연구에서는 선행되어 개발된 적층확산에 의한 접합 특성을 평가하고 마이크로 기어의 적층확산 조립과 다중사출에 의한 두 가지 물성과 형상을 가진 제품을 일체화 성형하는 기술에 대해 고찰하

고자 한다.

2. 실험방법

먼저 기 보고[2]된 바와 같이 적층확산에 의한 접합을 통한 일체화는 사출성형을 위한 재료로 평균입도 8 μ m의 STS316L, STS630 금속분말과 고분자화합물로 구성된 피드스탁(feedstock)을 이용하였고, 금형도 다중 사출방식으로 제조된 금형을 이용 하였다. 사출조건은 일반인 금속분말사출 성형과 유사한 공정조건인 사출온도 180 $^{\circ}$ C, 사출압 100MPa, 속도 20mm/s로 시편을 제조하였다. 그리고, 탈지, 소결 이전에 그림1과 같이 경사진면을 활용하여 성형체 상태에서 45 $^{\circ}$ 로 적층을 하였으며, 탈지는 800 $^{\circ}$ C 수소가스를 이용해 150Pa의 양압 분위기로 열분해를 하였고, 소결은 1300 $^{\circ}$ C에서 300Pa의 수소가스를 이용해 진행하였다. 이를 통해 얻어진 시편으로 동일재료를 사출하여 소결한 시편과 접합 강도를 비교하였다.



Fig. 1 Stacking method

둘째, 본 실험은 피드스탁은 위의 조건과 동일한 조건으로 제조 하였고, 적층확산에 의한 접합 실험은 STS316L 피드스탁을 마이크로 기어금형을 사용해 마이크로 이종사출기로 온도160 $^{\circ}$ C, 압력 5.5MPa, 속도78mm/s로 사출 후 그림2와 같이 두 개의 기어의 평면부를 서로 적층하여 첫째 조건과 동일한 탈지, 소결된 시편조직의 결합여부를 고찰하였다. 이종동시 사출실험은 첫째 조건과 동일한

STS316L과 STS630 피드스탁을 이용해 그림3과 같이 두 재료를 동시에 사출하는 방식으로 진행되었으며, 한쪽 Nozzle은 온도160℃, 압력5.5MPa, 속도78mm/s, 다른 쪽 Nozzle은 온도160℃, 압력6.5MPa, 속도90mm/s로 하여 동시에 사출을 하였다. 이후 탈지 및 소결 조건은 첫째 실험과 동일하게 진행하였으며, 소결 후 소결체의 조직 결합여부를 고찰하였다.

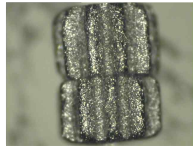


Fig. 2 Stacked micro gear



Fig. 3 Concept of dual injection mold

3. 결과 및 고찰

첫째, 선행개발된 적층확산에 의한 실험에서는 Table 1과 같이 모재 대비 85%의 기계적 특성을 보였다.

Table 1 Mechanical properties of joined body

소재	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)
STS630	778	991	3.9
STS316L	219	544	49.5
적층결합재 (STS316L/630)	221	472	4.5

이종재료의 경계부 조직을 보면 그림4와 같이 완전한 열확산에 의한 결합이 일어나지 않아 경계면이 선명한 선으로 관찰된다. 이는 제품에 적용 될 경우 내부의 결함으로 될 우려가 있으므로 추가적인 조건변경을 통해 개선이 필요하다.



Fig. 4 Microstructure of joining body
둘째, 마이크로 기어의 동종재료 적층확산 실험은

그림5와 같이 소결체의 경계 없이 이상적인 조직을 보였다.

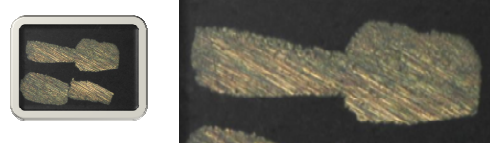


Fig. 5 Micro-structure of joined micro gear

이종재료 동시사출 실험은 그림6과 같이 경계면은 불확실하지만 두 개의 조직이 관찰되었으며, 경도 결과는 STS316L 영역은 Hv150~180, STS630 영역은 Hv250~350로 차이를 보이는 결과를 도출하였다. 이는 각 재료의 경도 범위와 유사하다.

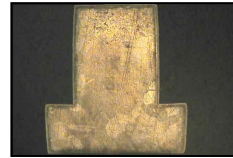


Fig. 6 Multi-injection joining body

4. 결론

이상의 결과를 종합해 보면 이종재료 적층확산에 의한 결합방식은 기계적 특성은 확보할 수 있으나, 일부 내부 결함으로 발전될 가능성이 있는 경계면이 존재하는 것으로 보아 좀더 이상적인 결합을 할 수 있는 공정 조건을 조정하여 최적화시켜야 한다는 것을 확인할 수 있었다. 이종재료 동시사출에 의한 결합방식은 두 재료의 경계면의 위치에 존재하도록 사출조건을 찾는 연구가 더 진행되어야 하겠지만 실 제품의 적용은 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 지식경제부에서 지원한 연구비로 진행되었으며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Dr. Frank Petzoldt. Powder Injection Moulding International. Vol.4. No.1(2010) PP21~27
2. W.K.Lee, J.P.Choi, C.Y.Park, J.S.Lee 2010년 춘계분말야금학회 학술발표대회, 안동대학교, 이종분말사출성형한 Fe계 재료의 미세구조. PA15(2010) PP122