

미끄럼 현상을 배제하기 위한 분말사출성형재의 점도 측정 기술 (Viscosity Measuring Technique of PIM feedstock excluding Slip Phenomenon)

아주대학교 기계 및 산업공학부 이병옥*, 민상준

서론

분말사출재의 점도 측정에서 측정기 표면에서의 미끄럼 현상은 정밀한 점도 측정을 위하여 기술적으로 해결하여야 하는 문제점이다. 미끄럼 현상을 보정하는 방법이 있기는 하지만, 실험 회수가 매우 높아 현실적이지 못하다. 본 연구에서는 원반식 점성 측정기의 표면 조도를 변화시켜 미끄럼 현상을 효과적으로 제거할 수 있는 방법에 대해 실험적으로 연구하였다. 측정기 표면 조도를 3 가지로 변화시켜 미끄럼 현상이 효과적으로 제거되는가를 조사하였으며, 4 가지의 분말사출재를 대상으로 분말사출재의 특성과 표면 조도와의 관계를 조사하였다. 실험 결과, 표면을 거칠게 만든 측정기에서 대부분의 미끄럼 현상이 제거되는 것을 확인하였으나, 구형 분말을 이용한 분말사출재에서는 미끄럼 현상 제거가 충분하지 못 한 것을 확인하였다.

실험방법

본 연구에서는 직경이 25 mm인 원반을 사용하였다. 원반의 표면 조도 변화를 샌드 블라스팅을 이용하여 변화 시켰다. 원반의 표면 조도는 기계 가공을 마친 매끄러운 표면과 샌드 블라스팅 처리를 한 2 가지의 거친 표면을 준비하였다. 샌드 블라스팅 처리는 60#과 120# 투사체를 약 4 기압의 압력으로 투사하여 이루어졌다. 샌드 블라스팅 처리를 한 표면의 조도는 한국 표준 연구원에서 접촉식 표면 조도 측정기를 이용하여 측정하였다. 측정 결과 60# 투사체를 이용하여 처리한 표면은 3.2 μm 의 평균 조도(Ra)를 나타냈고, 120# 투사체를 이용한 표면은 2.0 μm 의 평균 조도를 나타냈다.

실험용 분말사출재는 4 가지를 준비하였으며, 측정기의 오차를 확인하기 위한 선형 유체로서 표준 시료인 실리콘 오일을 사용하였다. 사용한 4 가지 분말사출재는 표 1 에 나타나 있듯이 한 가지 구형 분말과 3 가지 불규칙한 입도를 가지는 분말을 사용하였다. 불규칙한 입도를 가지는 분말은 평균 입도를 달리하는 3 가지의 사용하였으며, 체적 분말 충전율은 모두 53 % 로 통일하였다.

표 1. 실험에 사용된 분말사출재

번호	재료	제조사	평균입도	제조방식	분말형상	체적 분말 충전율
1	STS316L	PAMCO	8 μm	W/A	불규칙	53 %
2	STS316L	ANVAL	8 μm	G/A	구형	53 %
3	17-4PH	Mitsubishi	6 μm	W/A	불규칙	53 %
4	17-4PH	Mitsubishi	10 μm	W/A	불규칙	53 %

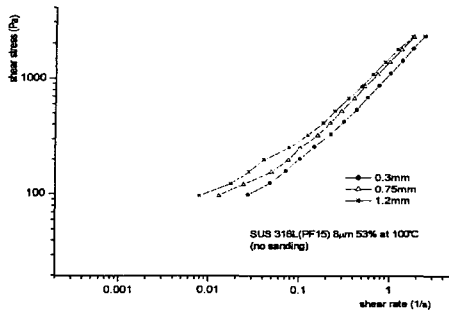


그림 1. 표면 미끄럼 현상을 보여주는 측정 결과

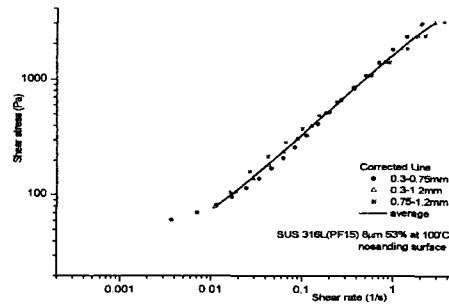


그림 2. Yoshimura 보정 방법을 이용하여 표면 미끄럼 현상을 보정한 결과

결과 및 고찰

표면 조도를 달리한 원반들의 선형 유체에 대한 측정 오차를 표준 시료를 이용하여 다양한 원반 간격에서 측정하였다. 측정한 결과, 3 가지 표면을 가진 원반 모두 평균 오차 1 - 2 % 범위 내에서 측정되었다. 매끄러운 표면을 사용하였을 때, 그림 1에서와 같이 표면 미끄럼 현상이 발생한 것을 알 수 있었다. 서로 다른 원반 간격에서 측정된 전단응력은 표면 미끄럼 현상이 없는 경우 동일한 곡선이 되어야 하지만, 표면 미끄럼 현상이 있는 경우 값의 차이를 보인다. 이렇게 표면 미끄럼 현상이 발생한 전단응력 측정 결과에 대해 Yoshimura 보정 방법을 이용하여 보정한 결과가 그림 2에 나타나 있다. 보정 결과의 신뢰성을 보장하기 위해 3 가지 원반 간격에서 측정된 자료에서 각각 2 가지 원반 간격 자료를 선정하여 3 번에 걸친 보정 작업을 하여 표시하였는데, 모두 작은 오차를 보이면서 일치된 결과를 보여 주어 보정 작업의 신뢰성을 나타내 주었다.

샌드 블라스팅 처리를 한 표면을 이용하여 점도를 측정할 때 발생할 수 있는 오차를 조사하기 위해 이미 점도를 알고 있는 표준 선형 유체 시료인 실리콘 오일의 점도를 측정할 결과가 그림 3에 나타나 있다. 실험 결과 측정 치구의 표면조도에 관계없이 정확한 점도를 측정할 수 있었다. 샌드 블라스팅 처리를 한 표면을 이용하여 분말사출제의 점도를 측정한 결과 중 대표적인 결과를 그림 4에 나타내었는데, 그림에서도 알 수 있듯이 매끄러운 표면을 이용하여 측정된 결과의 보정 결과와 비교적 잘 일치하는 결과를 보여 주었다. 그러나, 원반 간격이 제일 작은 0.3 mm 의 경우 다소 다른 두 가지 원반 간격에서 측정된 결과와 차이를

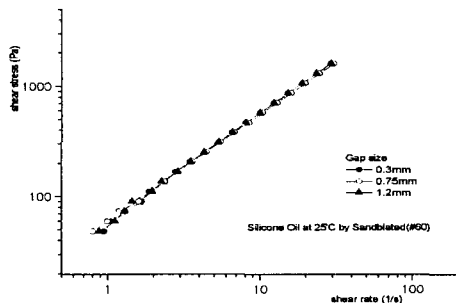


그림 3. 샌드 블라스팅 처리를 한 표면을 이용하여 선형 유체를 측정한 결과

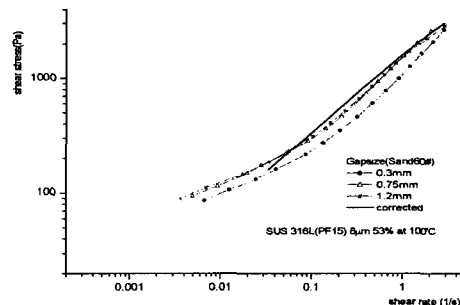


그림 4. 샌드 블라스팅 처리를 한 표면을 이용하여 분말사출제를 측정한 결과

보이고 있는 것을 알 수 있었다. 이는 매우 작은 원반 간격에서는 표면 미끄럼 현상에 의한 오차가 상대적으로 크기 때문이며, 샌드 블라스팅 처리를 한 표면을 이용하더라도 원반 간격이 매우 작은 경우에는 표면 미끄럼 현상을 효과적으로 제거할 수 없다는 것을 알 수 있었다. 특히, 예상한 대로 구형 분말을 가진 분말사출재의 경우 3 가지 원반 간격에서 측정된 결과가 무시할 수 없는 차이를 나타내는 것을 알 수 있었으며, 일반적으로 표면 미끄럼 현상을 크게 발생하는 구형 분말의 경우 샌드 블라스팅 처리를 한 표면을 이용하여도 표면 미끄럼 현상을 효과적으로 제거하기 어렵다는 것을 알 수 있었다.

결 론

본 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 샌드 블라스팅 처리를 한 표면을 이용하여 대부분의 분말사출재에서 미끄럼 현상을 효율적으로 제거할 수 있었다.
2. 구형 분말을 가진 분말사출재는 표면 미끄럼 현상이 매우 높아 표면 조도를 가진 측정장치로서도 충분히 표면 미끄럼을 제거하지 못 하였다.
3. 분말사출재의 높은 밀도에 의해 측정 도중 유실 현상이 발생하여 측정 오차가 발생할 확률이 매우 높은 것을 확인하였다.
4. 본 실험에서 사용한 표면조도의 범위에서는 표면조도의 변화가 미끄럼 현상 제거에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났으나 표면 조도와 분말 입도 사이의 상관 관계는 더욱 정밀하게 조사할 필요가 있다.