

진동 충전 공정 적용 나노 복합 소재 사출 성형 실험 Experiment of nano-composite materials Using injection molding for oscillating packing

*서재원¹, 최두선², #유영은², 우상원², 김선경¹, 정찬영³

*J.W.Seo¹, D.S.Choi², #Y.E.Yoo²(yeyoo@kimm.re.kr), S.W.Woo², S.K.Kim¹, C.Y.Jung³

¹ 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원, ²한국기계연구원 나노공정장비연구실, ³나노 미래

Key words : Injection Molding, CNT(carbon nanotube), Injection rate, Nano- composite materials

1. 서론

최근 나노기술(NT:nanotechnology)의 발전은 과학기술의 선도가 되고 있다. 특히 나노 고분자 복합재료(nano polymer composite)는 단일 소재의 특성으로는 이용 될 수 없으나 복합소재로 이용되면 뛰어난 치수 안정성, 기계적 강도, 전기적인 특성을 가지고 있어 첨단기술 및 여러 분야에 그 중요성이 증가하고 있다. 나노 복합소재인 CNT(carbon nanotube)의 경우에도 미세 분말 상태 그 자체로는 용이하지 않으나 다른 소재와 복합화 하여 많이 사용되고 있다. 탄소 나노 튜브는 대부분의 용매에서 그 자체로는 분산이 용이하지 않으나 초음파 처리에 의해 탄소 나노 튜브가 분산된 용매에 고분자를 용해시킨 후 이로부터 얻은 섬유는 기계적 물성이 향상되는 결과를 얻었음을 보고 하였다. 그러나 용액 복합화는 아직 고분자 용액 내에서 탄소 나노 튜브의 분산 안전성이 확보되지 않아 용매 추출 시 상분리가 발생하여 탄소 나노 튜브가 균일하게 분산된 복합 소재를 얻기 어렵다. 또한 사출 성형된 복합 소재들은 사출기에 의해 사출 되어 캐비티 내부로 충전되면, 혼합 용융수지 내에서 충전재의 배향 또는 불균일한 분포가 나타난다. 이로 인해, 사출 성형된 부품의 강도, 강성, 수축 팽창에 관한 부품 특성, 열 및 전기 전도도, 광학적 특성 등 성형된 제품이 다양한 특성을 불균일하게 하거나 비등방성을 나타내게 된다. 이러한 성형제품 특성의 불균일성 혹은 비등방성은 성형제품의 변형, 외관 불량, 기계적 특성, 제품의 기능 및 성능 저하 등 다양한 불량의 주요 원인이 되고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 사출 성형 공정 중 금형에 회전 분배 유닛을 적용하여 런너를 통해 이송되는 용융수지의 유동 및 압력을 제어함으로써, 용융수지의 분자 배향 또는 용융수지 내에 함유된 충전재의 배향 및 분포를 조절하여 고품질의 사출 성형을 하고자 진동 충전 공정을 적용하여

사출 실험을 하였다.

2. 진동 충전 공정 금형 장치

본 연구에서는 Fig. 1의 사출 성형 중 사용되는 진동 충전 금형 및 시스템을 설계 및 제작 하였다. 금형에 회전 분배 유닛으로는 전기 모터를 적용하여 런너를 통해 이송되는 용융 수지를 복수 개의 배출구를 구비하여 배출구가 회전 운동 되면서 상기 배출구와 상기 복수의 런너 중 하나 사이에서의 용융수지의 흐름을 연결하거나 차단하는 분배 유닛으로 설계 되었다. 모터의 용량은 8000w 이며 최대 속도 3000rpm 으로 Mecapion 사의 AC 서보 모터를 사용 하였다. 제품의 형상은 인장 시편과 충격시편 형상으로 가공되었고 시편의 인장 강도와 충격강도를 통해서 진동 충전 공정 사출 장치의 효과를 측정 하고자 한다.

3. 나노 복합소재 및 사출성형 장비

CNT가 분산된 고분자 복합소재로는 Poly Cabonate에 CNT가 5%로 첨가된 수지를 사용하였으며 PC(CNT5%)는 선행 연구를 통해 일반 PC와의 물성 차와 사출 성형 특성을 알 수 있었다. 금형 온도는 Masui 사의 온도 조절기로 제어 되었으며 사출성형을 위해 사용한 사출성형기는 스미토모(Sumitomo)사의 전동식 사출성형기 SE50D로 사양은 최대 클램프력 50 Ton, 최대 사출압력 2800 kgf/cm², 최대 사출 속도 300 mm/s이다.

4. 성형 실험 및 결과

진동 충전 공정 사출 장치를 사용하여 나노 복합소재인 CNT 고분자 복합소재를 사출 실험 하였다. 사출 성형특성을 알기 위해서는 본 Fig2의 비교적

성형성이 우수하고 제어하기가 좋은 핫 러너 시스템을 이용하였고 사출 성형 중 진동 충전 장치의 속도만 달리하여 성형 시편의 강도를 측정 하였다.

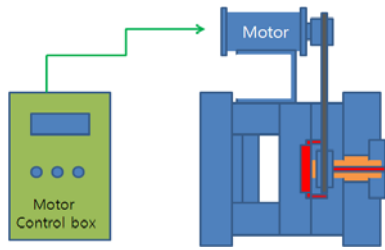


Fig. 1 Oscillating packing mold injection system

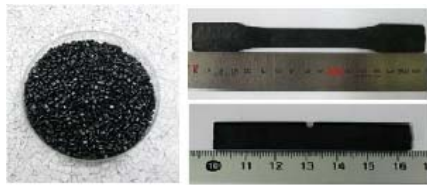


Fig. 2 PC CNT polymer composite and specimen

Table 1 Injection conditions

| | | | |
|--------|----------------------------------|--------------|-------|
| 금형온도 | 80℃ | 냉각시간 | 25sec |
| 가소화 온도 | 315~280℃ | | |
| 충진 시간 | 0.74sec | | |
| 사출 속도 | 50mm/s | | |
| 보압 | 1sec동안 300kgf/c (최대 압력의 30%) | | |
| 시료명 | A (일반 성형) | B (진동 충전 적용) | |

PC CNT 고분자 복합소재는 Table .1과 같이 성형 온도가 일반 PC 보다 높기 때문에 사출기 설정 온도는 315~280, 금형 온도는 80℃로 설정을 하였으며 hot runner 주 메인 온도는 300℃로 설정을 하였다. 동일한 사출 조건을 적용하여 진동 충전 공정 금형 장치인 모터의 회전수만 달리하여 성형한 시편을 측정 하였다.

Fig 3.에서 볼 수 있듯이 B의 경우 모터의 회전수는 300rpm 으로 설정을 하였고 금형 안에서 속도는 1/5로 감속을 하게 된다. 인장 시편은 ASTM D638 충격시편은 ASTM D256에 준하여 제품을 성형 하였다. 시편의 인장 시험 결과 일반 사출 성형보다 진동 충전을 적용한 시편이 강도가 감소하였다. 그러나 성형된 충격 시편은 진동 충전이 적용된 성형에서 강도가 높게 나오는 것을 볼 수 있다.

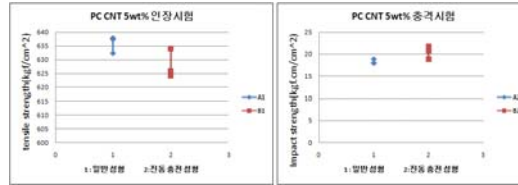


Fig. 3 graph of tensile strength and impact strength

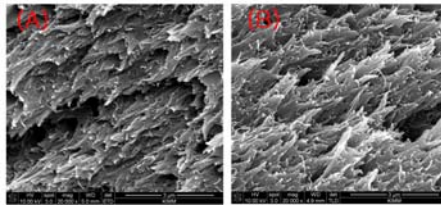


Fig. 4 FESEM of PC CNT polymer composite materials

5. 결론

본 연구에는 진동 충전 공정이 적용된 몰드 시스템을 이용하여 러너를 통해 이송되는 런너 또는 용융 수지의 유동 및 압력을 제어함으로써 나노 복합소재인 CNT 고분자 복합 소재를 사용하여 성형을 해보았으며 진동 충전 공정인 모터의 회전 속도에 유무에 따라 강도 차이를 보였다. 시스템의 적용 전후를 보아 사출 성형 과정 중 러너를 통해 이송되는 용융수지의 유동에 압력 및 보압을 주게 되어 용융수지의 분자 배향 또는 용융수지 내에 함유된 충전제의 배향 및 분포에 영향을 주는 것으로 볼 수 있다. 본 연구를 바탕으로 향후에는 압력센서를 부착하여 압력의 영향을 비교 연구 할 계획에 있다.

6. 후기

본 연구는 국가 연구 개발 사업인 “에너지 절감용 고 방열 나노 복합소재 개발” 과제를 통해 수행되었습니다. 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. P.J.F harris "Cabon nanotube composites" International materal reivews 30~ 43, 2004
2. Dong Ouk Kim and Jae-Do Nam 탄소 나노 튜브가 분산된 고분자 나노 복합재료 Prospectives of industrial Chemistry volume9 2006
3. Xie S, Li W, Pan Z, Chang B, Sun L, Mechanicl and physical properites on carbon nanotube. j Pys Solids 2000: 61:1153~8