

## 나노질화 처리를 통한 사출금형 특성 연구

신흥철, 이경향, 김대욱

RIST 포항산업과학연구원

자동차 차체부품에 적용되는 플라스틱 소재는 강도와 내마모성, 내충격성의 충분한 물성확보가 필요하며, 이에 플라스틱 소재의 기계적 특성 향상을 위해 유리 섬유가 다량 함유된 복합소재 적용이 증가하고 있다. 반면 플라스틱이 고강도화함에 따라 제품 성형을 위한 사출 금형을 손상시키는 사례가 빈번하게 발생하고, 소재의 유동성 저하에 따른 사출 불량률이 증가하고 있어 고강성 플라스틱 복합소재에 대응하는 고경도, 고내마모 특성이 부여된 사출 금형의 개발이 시급한 실정이다. 특히 사출 금형에 사용되는 소재는 기존 소재에 비해 우수한 내마모성과 함께 고풍택을 유지하는 것이 더욱 중요해졌으며, 이에 따라 유럽, 일본과 국내 연구진에 의해 다양한 연구가 진행되고 있다. 그 중에서도 일본에서 개발되어 국내에도 소개된 래디칼 질화는 기존 질화법에 표면의 화합물 층만을 제어하는 것으로 다소의 표면 광택 효과는 있으나, 플라스틱 사출에 그대로 적용하기에는 무리가 따르므로 그 용도가 극히 제한적이다. 본 연구에서 적용한 나노 질화 기술은 0.1torr 이하의 고진공에서 고밀도의 플라즈마 에너지를 발생시키는 방법으로 화합물층이 없는 나노 크기의 질화층을 소재 표면에 형성시키는 기술로서, 처리 후에도 표면의 색상 및 광택의 변화가 없는 것을 특징으로 한다. 또한 표면 경도 및 피로 특성을 향상시킴으로써 금형의 내구 수명을 향상시킬 것으로 기대된다.

본 연구에서는 KP4 금형 소재를 사용하여 플라즈마 이온 질화 시험 조건에 따른 소재의 경도 및 내마모 특성을 파악하고, 미세 조직 분석 및 XRD 분석 등을 통해 내마모 특성 향상에 대한 기본 특성을 평가하였다. 또한 인장시험을 통해 인장강도, 항복강도 및 연신율을 파악하고, 이를 토대로 고주기 피로시험을 실시함으로써 S-N curve를 얻고, 이를 통해 피로 강도 및 피로 수명에 미치는 나노 질화 처리의 영향을 파악하고자 하였다. 플라즈마 이온 질화 시험은 질소와 수소 비율( $N_2:H_2$ ), 진공도, Screen bias voltage, Bias voltage를 변화시켰으며, 챔버 온도는 400℃로 고정하였으며, 처리시간도 3시간으로 고정하였다. 질소와 수소의 비율은 3:1일 때 최고의 내마모 특성을 보였으며, 진공도는 내마모 특성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 관찰되었다. KP4의 초기 경도값은 약 302 Hv인 반면 최적의 나노 질화처리를 거친 시편에서는 800Hv 이상의 Vickers 경도값을 보였다. SEM 미세조직 분석과 EPMA를 통한 성분 분석을 시행한 결과 표층으로부터 약 1.5 $\mu$ m의 나노질화층을 확인할 수 있었다.