

토글식 사출 성형기의 타이바 연신을 평가에 관한 실험적 연구 An Experimental Study on Tie bar Elongation Test of Toggle type Injection Molding Machine

*#정현석¹, 유중학²

*#H. S. Jung(junghs@engel.co.kr)¹, J. H. Yoo²

¹ 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 대학원, ² 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부

Key words : Injection molding machine , Elongation, Tie bar, Clamping force

1. 서론

플라스틱(plastic)이란 천연 또는 인공으로 된 고분자 물질이며, 일반적으로 합성수지라고 한다. 플라스틱의 개발은 인류에게 많은 혜택과 편리함을 제공하였다. 이를 제품화하는 사출성형기술은 나날이 발전하고 있으며, 자동차, TV, LCD, MP3 등 다양한 산업분야에서 널리 활용되고 있다. 그러나 플라스틱 제품을 양산화 하는 과정 중, 금형설계, 성형해석, 성형기술 측면에서 많은 문제점과 애로사항이 발생되고 있다. 성형관련 업체에서 사출 조건 설정과 관련된 방안이 지속적으로 연구되고 있지만 초기 사출성형 조건설정은 시간이 경과함에 따라 서, 또는 작업자 변경에 따른 정밀도에 대한 산포가 발생하고 있는 실정이다. 그러나 전기, 전자, 자동차 등 여러 산업 분야에서 플라스틱 제품이 더 가볍고, 작고, 정밀한 제품으로 고객들의 요구 사항이 점차 변화하고 있다. 이러한 요구에는 새로운 신뢰성 테크놀로지를 필요로 한다. 플라스틱 사출성형에서 이것은 높은 재현성과 정밀함 그리고 최고의 에너지 효율성을 의미한다. 본 논문에서는 사출 성형기의 중요 기능 부 중 타이바 연신을 성능평가⁽¹⁾에 대한 방법 및 평가기준을 설정 하고자 한다. 이 연구를 통하여 토글식 사출 성형기의 타이바에 대한 보다 실용적인 신뢰성 평가가 가능한 기초 연구가 되기를 기대한다.

2. 신뢰성 평가의 목적 및 실험방법

토글식 사출 성형기의 구조는 유압 실린더등의 동력원으로 발생한 힘을 토글기구에 의해 증폭시켜 큰 형체력을 얻는 장치이다. 형체결 초기에는 가동축이 빠르게 동작하지만 힘의 확대율은 작고, 형체결에 접근하면 가동축 속도는 급격히 감소하나 힘의 확대율이 증가되어 큰 형체력을 얻을 수 있는 역동적인 동작과 단축된 드라이 사이클 타임을 이루어내기 위한 구조로 이루어져있다. 그러므로 사출 성형 시 금형 무게에 따른 반복 하중이 발생하고, 이는 사출 금형의 변형 및 마모를 발생시키며, 제품 표면의 미성형, flesh 등을 발생시키는 원인이 된다. 금번 신뢰성 평가 ⁽²⁾⁽³⁾를 통하여 사전에 각각의 타이바에 금형 형체력이 균일 하게 전달되도록하여 금형보호 및 타이바 파손을 사전에 방지코자 하는 것이 평가의 목적이다. Fig. 1 은 인장측정기를 이용한 사출 성형기의 tie bar 연신을 평가에 대한 위치를 나타내었다.

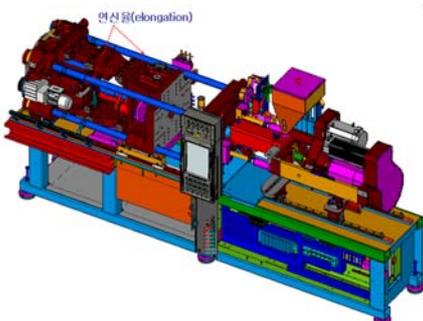


Fig. 1 Injection molding M/C tie bar elongation test point

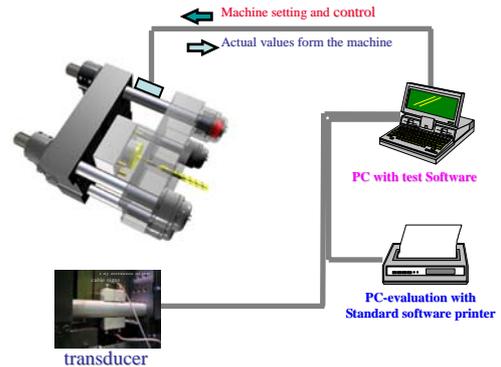


Fig. 2 Schematic diagram of system development process

Fig. 2와 같이 인장측정기 프로그램 및 트랜듀서의 통신 cable을 평가전용 노트북에 연결하여 토글식 사출 성형기의 타이바 연신을 평가에 대한 block diagram을 구성하였다. 평가 대상은 100시간 동안 시운전을 끝낸 토글식 전동사출 성형기(E-Max 100/200, ENGEL Co.)이며, 사출압력 200bar, 형체력 100ton을 평가기준으로 선정하였다. 평가에 사용된 계측장비로는 센서가 장착된 인장측정기(QE1008, Sensomate Co.)를 사용하였다. 사출 성형기 형체력 발생을 위해 사출 성형기에 테스트 금형을 설치하였다. 테스트 금형은 고정축과 이동축이 서로 정확하게 평행이 되도록 Fig. 3 과 같은 방법으로 가공된 블록의 상면을 기준으로 depth vernier를 이용하여, 테스트 금형의 평행도와 동축도가 일치되도록 조정하였다. 테스트 금형의 조정이 끝나면 정밀 압력계(CPT 6200, WIKA Co.)를 이용하여 사출 형체력이 1,000kN이 되도록 설정하였다. 평가 시 타이바의 형체력에 대한 관리공차는 각각의 타이바 편차가 최대 4% 이내에서 관리되도록 하였다. 조립공정에서 최종 완료된 사출 성형기의 초기 평가 시 타이바간의 최대편차가 4%를 넘게 되면 타이바 뒷면의 타이 로드 너트를 조정하여, 각각의 타이바 형체력이 관리공차 이내 존재하도록 조건을 설정하였다.



Fig. 3 Test block parallelism & concentricity set-up

Fig. 4와 같이 타이바의 평가위치 및 평가 위치에 대한 식별이 가능하도록 하였다.

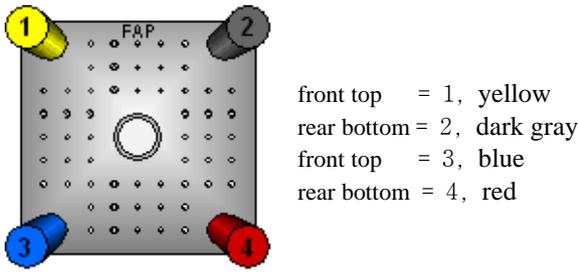


Fig. 4 Tie bar elongation test position

3. 결과 및 고찰

토글식 전동사출기의 여러 기능부 중 타이바의 연신율은 제품 성형 및 금형 마모에 직접적인 영향을 준다. 평가기준은 1000kN 형체력을 기준으로 설정하였으며, 이때 각각의 타이바에 전달된 형체력의 편차 및 타이바의 변형된 형태 그리고 변형률에 대한 치수를 데이터로 확인하였다. 신뢰성 평가 시 인장 측정기 내 트랜듀서는 동일 조건의 같은 증폭값을 가지고있다. 그러므로 Fig. 5와 같이 두개의 트랜듀서가 서로 정확하게 맞은 편에 위 아래 수직방향으로 정확하게 장착되었을 때 타이바에 가해진 형체력과 연신율 값이 정확하게 인장 측정기에 계산되어진다



Fig. 5 Tie bar elongation test equipment set-up

토글식 타이바의 신뢰성 평가 시 나타난 형체력 및 연신율 변화에 대한 결과는 Fig. 6 과 같이 나타난다.

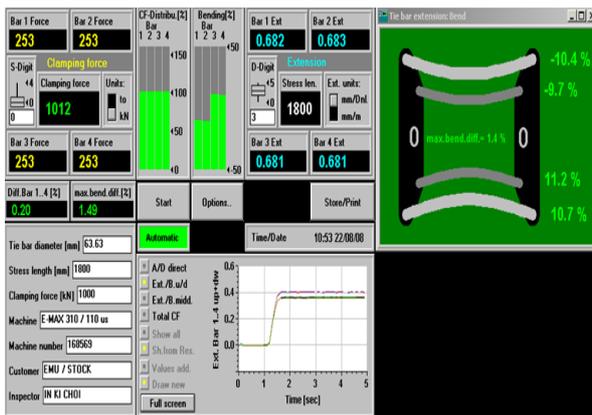


Fig. 6 Clamping force & elongation test status

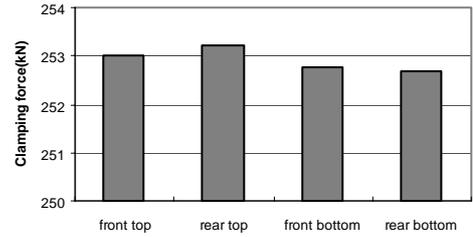


Fig. 7 Clamping force distribution

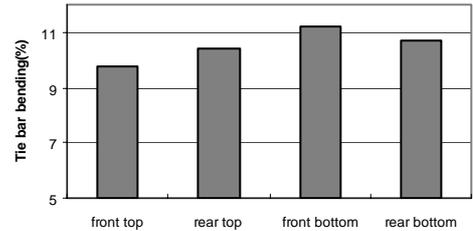


Fig. 8 Tie bar bending distribution

Fig. 7은 사출 형체력 1000kN 적용 시 Front & Rear 상, 하 타이바에 전달된 형체력은 252.69~253.21kN로 타이바의 편차 구간이 제조사에서 권장하는 4 % 구간 내에 존재하였다. Fig. 8은 형체력에 대한 타이바의 연신율 변화량이 0.68mm 정도이며, 이때 연신율 값은 0.04%로, 제조사에서 권장하는 3 % 공차 이내에 존재하였다. 그리고 형체력에 대한 타이바의 연신율 발생 시 변형된 형상이 토글식 모양의 X 자 모양 형태로 변형된 것을 확인하였다.

4. 결론

토글식 사출 성형기 타이바의 형체력(1000kN)에 대한 편차 및 연신율의 변형된 형태와 변형률에 대한 본 연구에서 얻은 결과는 다음과 같다.

- 1) 타이바 형체력에 대한 최대편차는 0.2%로 제조사에서 권장하는 최대편차 허용공차인 4% 공차 이내 존재하였다.
- 2) 타이바 전체 길이에 대한 연신율은 0.04%로, 제조사에서 권장하는 3% 공차 이내에 존재하므로 기준 이내임을 확인하였다.
- 3) 평가용 금형 내 1000kN의 형체력 발생 시 타이바의 상면은 아래로 처지는 현상이 발생되고, 타이바의 밑면 부는 위로 올라가는 모습으로 변형이 발생하였으며, 형체력 발생 시 X 자 형태의 모습으로 변형된 것을 확인하였다.

5. 참고문헌

1. J.K. Kang, S.W. Lee, J.Y. Song, H.Y. Park, J.H. Hwang, H.Y. Lee, C.H. Lee, H.S. Lee "Reliability Evaluation System for Advanced Mother Machine", Journal of the Korean Society for Precision Engineering Spring Conference, pp 991-994, 2000
2. S.W. Lee, J.Y. Song, J.H. Hwang, H.Y. Lee & H.Y. Park "Method and Application of Reliability Evaluation for Core Units of Machine Tools", Journal of the Korean Society for Precision Engineering Autumn Conference, pp 43-46, 2001
3. Yoo, J. H. and Kim, H.S., "A Study on Cavity Pressure and Tensile Strength of Injection Molding.", Journal of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 2, No. 6, pp. 110-116, 1994