

# 유압식 사출성형기의 플렉스링크 구조해석에 관한연구 Structural Analysis of Flex link in Injection Molding Machine.

\*#이미란<sup>1</sup>, 정현석<sup>2</sup>, 이우영<sup>3</sup>

\*#M.R. Lee(ethos77@naver.com)<sup>1</sup>, W.Y. Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 한국기술교육대학교 일반대학원 기계공학부, <sup>2</sup> 한국기술교육대학교 일반대학원 메카트로닉스공학부,

<sup>3</sup> 한국기술교육대학교 기계공학부

Key words : Injection molding machine , Elongation, Flex link, Clamping force

## 1. 서론

사출성형은 플라스틱(plastic) 성형법 중의 한 방법으로 복잡한 형상의 제품을 사출 금형에 의하여 연속생산 할 수 있기 때문에 최근 들어 자동차 산업 분야를 위시하여 전기, 전자 및 최첨단 항공기 부품 등 여러 산업 분야에서 그 역할이 점차적으로 증가하는 추세이며, 더불어 플라스틱 사출성형에 대한 해석 및 성형기술 또한 많은 발전을 이룩하였다. 최근에는 사출 성형 제품의 소형화 및 대량화의 추세로 변화하고 있다. 따라서 사출성형기의 개발도 사이클타임 단축을 위한 고속화 및 초정밀 성형을 위한 제어 시스템 개발 등 신뢰성 평가의 중요한 요소인 반복성과 재현성을 높이기 위한 방향으로 사출성형기의 기술개발<sup>1)</sup>이 활발히 이루어지고있다. 금번 연구대상의 플렉스링크는 형체피스톤과 이동형판 사이에 설치되는 탄성부품으로서 형체력으로 인한 프레임의 미세 변형량을 주는 역할을한다. 플렉스링크는 이동형판과 고정형판의 기울기가 동일한 벤딩곡선으로 운동하게 하여 항상 정밀한 형판 평행도를 보장한다. 그러나 형체력 발생 시 금형에 가해지는 높은 압력이 플렉스링크에 직접 전달되므로 적당한 탄성 및 구조가 견고해야 하며, 충분한 강성과 경도를 유지해야 한다. 따라서 본 연구에서는 성형해석 프로그램을 활용하여 1,500 kN 형체력 발생 시 플렉스링크의 중요 기능부에 대한 변형량 및 응력분포에 대한 구조해석을 사전에 실시하였으며 정밀계측기를 이용하여 형체력 발생 시 벤딩량에 대한 연구를 실시하였다. 형체력 발생 시 플렉스링크 및 주변 구조물에 대한 원리는 Fig. 1에 나타내었다.

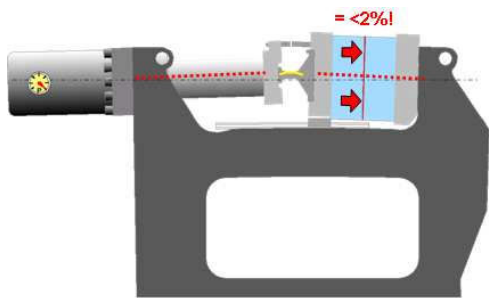


Fig. 1 Hydraulic clamp injection mold construction

## 2. 구조해석

### 2.1. 실험모델

Fig. 2는 1,500 kN 형체력 발생 시 플렉스링크의 변형량 및 응력분포 현상을 알아보기 위해 사용한 실험 모델이다. "R"부 치수를 90~100, 스페이스블록 조립부 치수는 250 mm, 이동형판과의 조립부 치수는 668 mm로 전체 길이를 420 mm, 두께는 130 mm로 설계하여 구조해석<sup>2)</sup>을 실시하였다. 구조해석 후 스페이스블록 조립 전면부와 이동형판 조립부인 후면부의 연신율 변화량에 대한 각도 변화 및 좌, 우 "R"부 및 중요 기능부에 전달되는 형체력을 검토하였다.

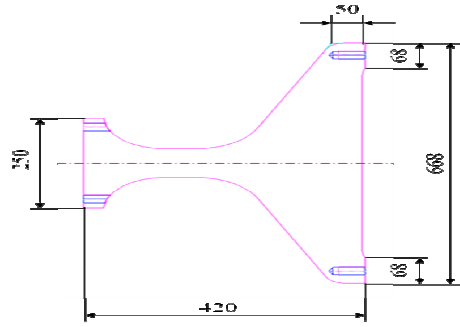


Fig. 2 Flex link construction

### 2.2. 구조해석 조건

Fig. 2는 플렉스링크의 변형량에 대한 관계를 파악하기 위하여 구조해석에 필요한 전용소프트웨어 (I DEUS Ver 1.2)를 활용하였다. 평가조건으로 재질은 Steel (E-Mod ulc: 210,000 kN/mm<sup>2</sup>, Gpa,  $\nu=0.29$ )을 적용하였다. 구조해석 조건으로는 형체력 발생 시 플렉스링크의 구조특성을 감안하여 가로축 X-TR 방향으로 변화하는 연신을 변화량과, 또한 고정축과 이동축의 연신을 변화에 따른 노즐센터를 기준으로 플렉스링크의 단면적 상, 하 부착면과 "R" 부에 대한 응력분포 변화를 확인하기 위하여 세로축 Y-TR 방향의 형체력이 동시에 발생하는 실험조건으로 설정하였다.

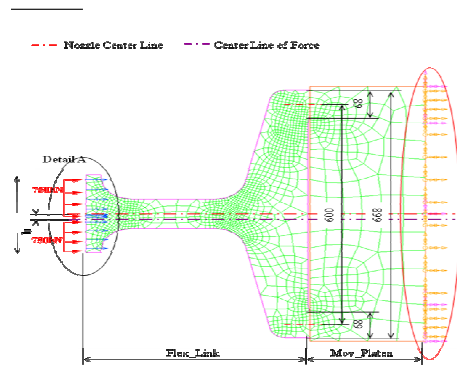


Fig. 3 Test boundary condition

### 2.3. 구조해석 결과

Fig. 4는 가로축 방향 노즐센터를 기준으로 상, 하 750 kN 형체력 발생 시 플렉스링크의 단면적 부위에 대한 해석 후, 해석이 완료된 부품 형상의 각도변화 및 변형량에 대한 분포를 색깔 및 치수로 나타내었다. 금번 플렉스링크 구조해석을 통하여 전면부의 평면이 벤딩되면서 전면부 하단부에 각도변형이 발생하는 것을 확인하였다. 또한 플렉스링크 전면부 및 후면부의 하단면부 "R" 부위는 각각의 상면부 "R" 부에 전달되는 형체력 대비 약 20~40 kN/mm<sup>2</sup> 하중응력이 더 전달되는 것을 데이터로 확인하였다.

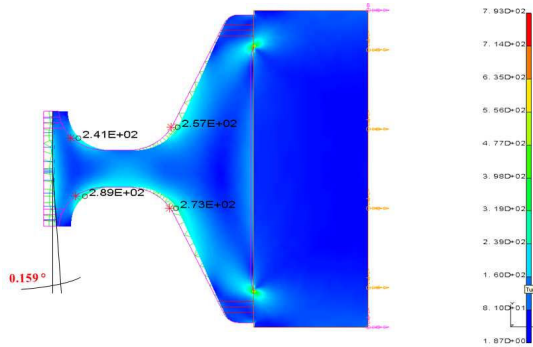


Fig. 4 Structural Analysis of flex link

### 3. 실험장치 및 조건

본 연구에 사용된 평가대상 직압식 사출 성형기는 사출압력 500 bar, 형체력 300 ton 인 (Model; VC300/500, Maker: ENGEL Co.)을 선정하였다. 평가에 사용된 정밀계측 장비는 정도 1/100 mm (Model; 2046FE, Maker: Mitutoyo Co.)를 사용하였으며, 형판 조정이 끝나면 다이얼게이지를 플렉스링크 상면에 부착 후 0 점 조정을 실시하였다. 사출 형체력을 3,000 kN 이 되도록 설정 한 후 30 회 반복측정을 통하여 플렉스링크 중심부에 대한 변형량을 측정하여 평균값과 산포를 확인하였다. Fig. 5는 플렉스링크의 변형량에 대한 실험을 나타내었다.



Fig. 5 Flex link elongation test equipment set-up

### 4. 결과 및 고찰

형체력은 제품 성형 및 금형 마모에 직접적인 영향을 주는 역할을 한다. 타이바레스 방식의 사출성형기에서는 타이바의 대체 역할로 플렉스링크를 사용하고 있다. 평가기준은 3,000 kN 형체력을 기준으로 설정하였으며, 이때 각각의 플렉스링크 상면의 변형량의 편차 및 모양 그리고 변형률에 대한 지수를 데이터로 확인하였다. 금번 플렉스링크 구조해석을 통하여 하단면에 0.159°의 각도변형이 발생된 것을 알 수 있었으며, 플렉스링크 좌측단면 “R”부에 전달된 스트레스는 약 240~290 kN/mm<sup>2</sup>, 이동형판과 조립되는 우측단면 “R”부에 전달된 스트레스는 대략 260~270 kN/mm<sup>2</sup> 하중응력이 전달되는 것을 확인하였다. 그리고 각 단면부의 상면보다는 하면부에 약 20~40 kN/mm<sup>2</sup>의 하중이 집중되는 것을 확인하였다. Fig. 6은 구조해석을 통하여 얻어진 플렉스링크의 좌, 우 단면부에 전달된 스트레스 분포를 나타내었다.

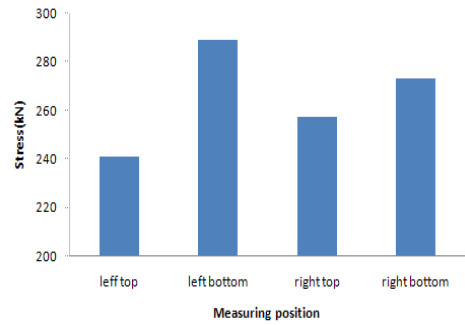
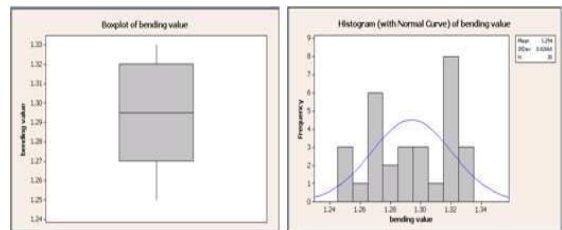


Fig. 6 Flex link “R” Position Stress distribution

Fig. 7은 테스트 금형장착 후 3,000 kN 형체력 발생 시 다이얼게이지를 이용한 실험을 통하여 얻어진 플렉스링크의 변형량에 대한 평균값 및 제품간의 산포에 대해 나타내었다.



#### Descriptive Statistics: bending value

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3
bending value	30	0	1.2940	0.00486	0.0266	1.2500	1.2700	1.2950	1.3200

Variable	Maximum
bending value	1.3300

타이바레스 구조방식에서는 고압 형체력 발생 시 고정축과 이동축의 금형은 서로 형폐하는 과정에서 수직방향으로 힘이 전달되며, 그로인해 금형이 위로 올라가는 구조로 이루어져있다. 이때 플렉스링크의 기계적 성질을 이용하여 금형의 수직방향으로의 변형을 최소화하는 역할을 한다. 만약 플렉스링크의 변형이 2.0mm를 초과하게 되면 형체력을 발생시키는 사출램에 집중하중이 전달되어 금형파손의 원인이 되며, 또한 제품 성형 시 금형 하단부에 틈새가 커져서 제품성형 시에는 제품주변에 burr, 미성형 등이 발생하여 제품품질을 저해시키는 원인이 된다.

### 5. 결론

본 연구를 통하여 타이바레스 방식의 사출성형에 있어서 사출 성형품의 정밀도에 중요한 영향을 미치는 플렉스링크의 요소설계 및 해석 기법을 확립하였으며, 특히 플렉스링크의 변형은 실제 사출성형 시 발생하는 제품의 형상 변형 등 중요 품질특성을 유지하기 위한 사출조건에 미치는 영향이 크므로 제품 정밀도 향상을 위하여 정기적인 플렉스링크의 정도검사의 고려가 필요함을 확인할 수 있었다.

### 6. 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", 한국정밀공학회, 2000 추계학술대회, pp 991-994, 2000
2. 정현석 외 "사출 성형기 C-Frame 에 대한 구조해석" 한국금형공학학회 2009 추계학술대회, 논문집, pp. 57-61, 2009