

## 금형제품의 형상안내형 자동면취기 개발

### The Development of Shape Guided Automatic Deburring Machine for Mold Products

\*임재학<sup>1</sup>, 박기범<sup>2</sup>, 황종대<sup>3</sup>, 정윤교<sup>4</sup>, 조성림<sup>5</sup>

\*J.H.Lim<sup>1</sup>, K.B.Park<sup>2</sup>, J.D.Hwang<sup>3</sup>, # Y. G. Jung(ygjung@changwon.ac.kr)<sup>4</sup>, S.L.Cho<sup>5</sup>

<sup>1,4</sup>창원대학교 기계공학과, <sup>2</sup>창원대학교 대학원 기계공학과, <sup>3</sup>창원대학교 TIC, <sup>5</sup>삼일티스팀

Key words : Machine Simulation, Structural Analysis, Deburring Machine

#### 1. 서론

제품생산의 마지막 공정인 디버링(Deburring) 작업 및 표면처리 작업 등은 시장에서 우위를 확보하기 위한 매우 중요한 요소임에도 불구하고 여전히 선진국에 비해 그 중요성과 문제의 심각성을 간과하고 있는 현실이며 이러한 현실은 세계 최고 제품을 자랑하는 국내 굴지의 가전 3사인 삼성, LG, 대우 또한 크게 다르지 않다. 이 또한 협력사의 디버링 공정시 수작업에 의한 높은 불량률과 고숙련도가 요구되는 디버링 작업의 특성 및 신규 인력수급 부족 등 상기 공정의 품질관리상의 다양한 문제점과 이에 대한 품질개선 노력 과정에서 끊임없이 제기되어 온 바이기도 하다.

가전제품의 대다수 부품을 구성하는 가장 일반적인 플라스틱 사출 금형에서는 형분할면(Parting Line)에 의해 금형의 고정 측과 이동측이 합칠 때, 그 경계면에 버가 반드시 발생하게 되고, 또한 다이캐스트를 이용해 사출하는 알루미늄 제품도 마찬가지로 버가 발생하게 되어 이를 제거하기 위한 노력이 끊임없이 진행되고 있다. 고가형 제품에서는 이러한 노력의 일환으로 수 마이크로 단위까지 파팅 라인의 버를 사출공정에서 제거하는 기술이 개발되고 있으나 그럼에도 불구하고 설비의 정도, 금형의 노후, 작업환경의 영향 등으로 사출 성형후 발생하는 버를 제거하기 위하여 작업자가 수작업으로 실시하고 있는 실정이며 제거가 되지 않을 시 도금 공정후 잔류하는 수 마이크로 단위의 버는 매우 날카로운 흉기로 변할 수 있기 때문에 오히려 더욱 디버링 공정에 예민해 질 수 밖에 없다. 따라서 작업공정에서의 품질관리 인식 및 인적 오차 요인이 상존하므로 이러한 문제제기에 기반을 두어 본 “형상 안내형 자동면취기”를 개발하고자 한다.

#### 2. 형상안내형 자동면취기의 구조

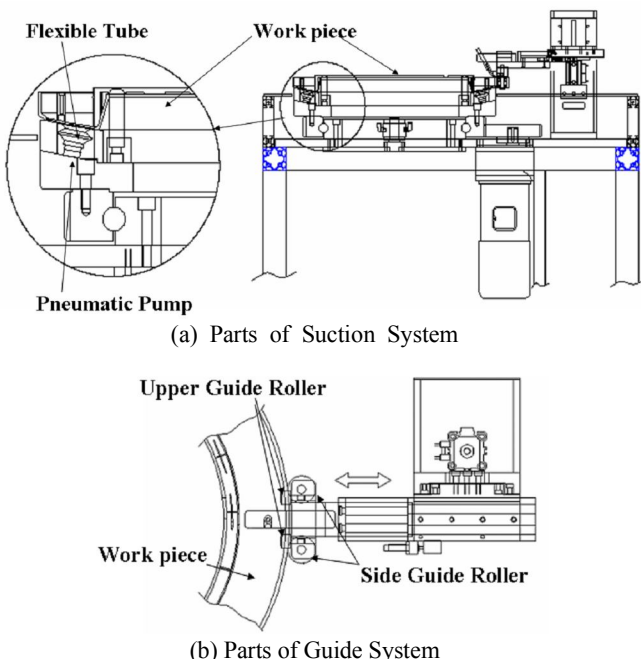


Fig. 2 Schematic design of Deburring machine

Fig. 2의 (a)는 제품을 장착하는 메커니즘으로서 보는 바와 같이 자바라 구조를 가지는 제품흡착시스템(Suction System) 내부에서 공압에 의한 흡착을 함으로써 사출부품이 어느 정도 휨이나 비틀림이 발생되더라도 버 가공시 미세한 손상도 발생하지 않도록 하는 지그 구조를 가진다. Fig. 2의 (b)는 형상안내 메커니즘에 대한 개념도이다. 제품을 장착한 지그는 서보 모터와 연결되어 원하는 회전수로 회전할 수 있으며 이때 제품의 외곽 상부와 외경부에 롤러에 의한 제품 형상안내 구조를 가지도록 하여 임의의 형상으로 반경이 변하는 제품이라도 면취할 곡면의 형상을 안내하여 공구대가 이송함으로써 일정하고 균일한 면취를 가능하게 하는 구조이다.

#### 3. 형상안내형 자동면취기의 머신 시뮬레이션

3차원 설계 프로그램 CATIA를 이용하여 설계, 조립 및 머신 시뮬레이션을 실시하여 제품 구조 및 성능에 이상이 없는지를 확인하였다. 3차원 설계시 부품별 상세한 설계, 머신 시뮬레이션을 위한 주요 파트별 분류, 머신 시뮬레이션 동안의 간섭 유무 확인, 일정량의 면취량 확인 및 스트로크 확인에 초점을 두고 3차원 모델링을 수행하였다. Fig. 3의 3-D 모델링은 (a)의 11개의 부품으로 구성된 프레임, (b)의 6개의 부품으로 구성된 Fixture, (c)의 25개의 부품으로 구성된 공구대(Tool post), (d)의 기어로 분류되는데, 도면의 세부 파트별 도면을 이용하여 각각 3-D 모델링을 수행하고 파트별로 모아 조립(Assembly)된 형상을 구현한 후 크게 네 가지로 구성된 조립품(Sub-Assembly)을 만들었다.

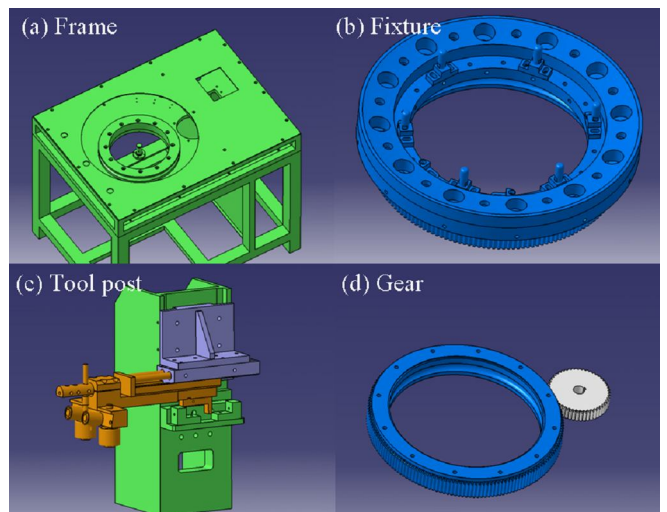


Fig. 3 Parts of Deburring machine

Fig. 4는 이렇게 조립된 형상을 이용하여 만들어진 면취기이다. 이것을 이용하여 머신 시뮬레이션을 실시하는데, 기어와 기어사이의 조인트, 커터부에서의 조인트, 실린더의 조인트, 그리고 가장 중요한 가공소재의 형상을 따라 커터가 움직이는 조인트, 이렇게 4개의 조인트를 만들어서 자유도를 0으로 만들어주면

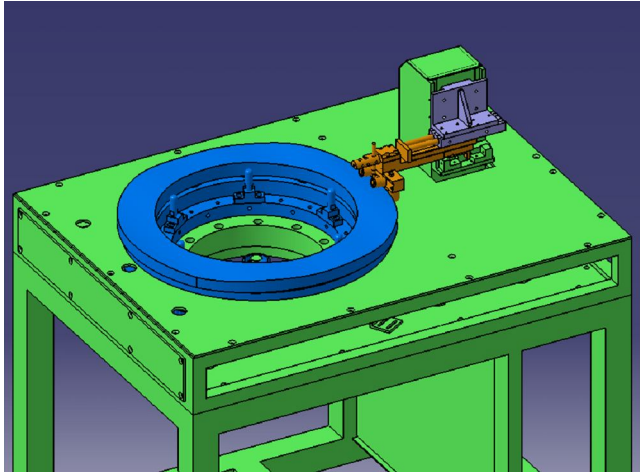


Fig. 4 Deburring Machine

머신 시뮬레이션이 가능하게 되고 이것을 이용하여 기계의 작동 상태를 검증하였으며, 그 결과 이상없이 작동되는 것을 확인하였다.

#### 4. 커터부의 구조 해석

면취 작업시에 가공소재의 재질, 커터재질, 커터직경 및 실린더 스트로크에 따라 공구대 및 커터에 부가되는 응력과 변형량은 상이한 결과를 보이며 부적절한 설계 시에는 커터에 부가되는 절삭력에 의해 변형이 발생하고 원하는 정밀도의 면취를 수행할 수 없게 되므로 커터부의 구조해석을 수행하여 각 조건에서의 최대 변형량을 예측할 필요가 있다.

Fig. 5는 가공소재에 따른 절삭력 3종류(10N, 50N, 100N), 커터의 직경 3종류(3.7mm, 5.5mm, 7.4mm), 실린더 스트로크 3종류(80mm, 150mm, 220mm), 커터의 소재 3종류(WC, HSS, S45C)를 절삭력 및 설계 변수로 하여 최대변형량을 예측한 결과 화면이다.

Fig. 6의 그래프는 각 커터소재에서의 직경 변화에 따른 최대 변형량을 나타낸 것이다. 커터소재의 탄성계수가 클수록, 커터직경이 커질수록 변형량이 작아지는 것을 확인할 수 있다. Fig. 7의 그래프는 커터직경에서의 절삭력 변화에 따른 최대 변형량을 나타낸 것이다. 커터직경이 커질수록, 절삭력이 작을수록 변형량이 작아지는 것을 확인할 수 있다. Fig. 8의 그래프는 각 절삭력에서의 실린더 스트로크에 따른 최대변형량을 나타낸 것이다. 절삭력이 커질수록, 실린더 스트로크가 길어질수록 변형량이 커지는 것을 확인할 수 있다.

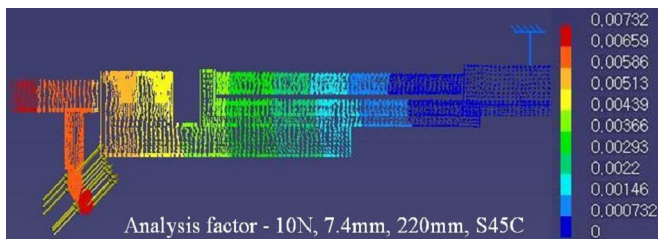


Fig. 5 Structural Analysis

#### 5. 결론

형상안내형 자동면취기의 작동 및 성능을 검증하기 위해 머신 시뮬레이션과 커터부 구조해석을 실시하여 작동상태, 간섭문제, 커터의 변형량 등에 대해 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

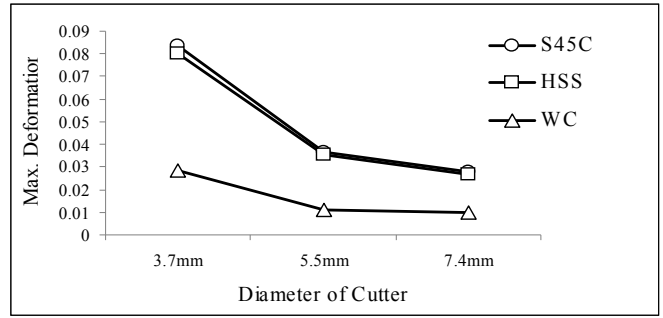


Fig. 6 Diagram of max. deformation according to diameter of cutter in each material of cutter

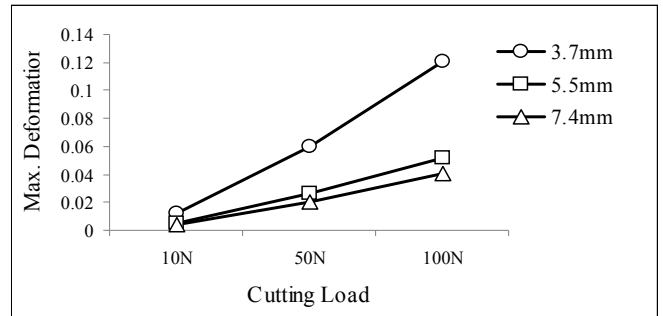


Fig. 7 Diagram of max. deformation according to cutting load in each diameter of cutter

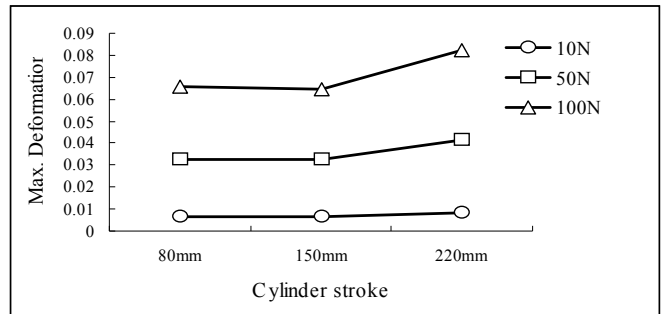


Fig. 8 Diagram of max. deformation according to cylinder stroke in each weighting force

1. 임의 형상의 금형제품이 지그 위에서 회전하고 커터가 면취부 곡면을 따라 일정량만큼 절입된 후 상하전후로 안내되어 자동으로 면취되는 머신시뮬레이션을 확인하였으며, 상하전후로 안내 이송하면서 간섭 및 오버 스트로크가 발생하지 않는 것을 확인하였다.

2. 구조해석을 수행한 결과 각 절삭력 및 설계변수에서의 커터 변형량을 예측할 수 있었으며 자동면취기를 개발하기 위한 중요한 기반 자료로 사용되었다.

#### 후기

본 연구는 사업자원부 지방기술혁신사업(rt104-01-03)지원으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. Beer, Johnston, DeWolf, "MECHANICS OF MATERIALS", Mc Graw Hill
2. D.J.Kim, S.W.Jho, "CATIA DMU Kinematics Simulator", Science Book
3. D.J.Kim, "CATIA BASIC", Science Book