

# Ez5의 3D 프레스 금형 설계 프로세스에 관한 연구

김세환<sup>1</sup> · 최계광<sup>†</sup>

공주대학교 금형설계공학과

## A study on 3D press die design process for Ez5

Sei-hwan Kim<sup>1</sup> · Kye-kwang Choi<sup>†</sup>

Department of Metal Mold Design Engineering, Kongju National University

(Accepted May 23, 2014)

**Abstract** : Even though 3D press die design gains more attention everyday in Korea, there are shortages of infrastructure and proper environments for it. What is most needed is human resources development and 3D die design standardization, on which the pace of 3D die design adoption depends. This study focuses on 3D press die design process by looking into an instance in which 3D die design system had been used to sell dies to a company "S" in Japan.

**Key Words** : 3D die design, Infra, Standardization, Die set.

### 1. 서 론

현재의 3D 프레스 금형설계에 대한 관심은 날이 갈수록 높아지고 있지만, 3D 금형설계를 하기 위한 환경 혹은 인프라 등의 주변 여건이 부족한 상태인 것이 현실이다. 설계를 하는데 가장 시급한 것이 인적 자원 양성과 3D 금형설계 표준화 이다. 이것을 얼마나 짧은 시간 안에 구축할 수 있는지 여부가 관건이라 할 수 있을 것이다. 현재 많은 업체에서 3D 금형설계 시스템을 도입하여 적용하고 있지만, 실제 2D에서 3D 금형설계로 전환하는데 겪는 어려움이 바로 위에서 언급한 내용일 것이다. 이러한 난제의 해결은 3D 금형설계 시스템의 사용자 인터페이스와 표준화 라이브러리 구축 정도 및 커스터마이징 능력에 따라 좌우될 수 있기 때문에 신중하게 고려해야 할 사항 중 하나라고 생각한다.

따라서, 자동차 부품인 Ez5 스트립 레이아웃의 각 공정에 대한 설계자의 구상을 실제 금형과 동일하게 3D 가상공간에 옮겨 놓은 과정 통해 3D 금형

설계의 우수성을 인식하고, 금형 제작의 품질향상, 납기단축, 원가절감에 얼마나 기여하였는지, 3D 금형설계 시스템을 활용하여 실제 일본 S사에 금형을 수출한 사례를 들어 3D 프레스 설계 과정에 대한 연구를 하게 되었다.

### 2. 본론

#### 2.1. 3D 설계를 위한 다이셋 지정 및 설정

표준 다이셋을 라이브러리로부터 3D 다이 툴 설계 환경으로 가져올 때 스트립 레이아웃 크기에 따라 다이셋의 사이즈가 자동으로 결정되며, 다이셋을 구성하는 각각의 플레이트 두께와 관련 부품들의 사이즈 역시 다이셋 설정 창과 링크되어 이 치수들 역시 자동 지정되어 스트립 크기에 맞추기 위해 치수를 수정할 필요가 없다.

3D 프레스 금형 설계 형태에 따라 기본 플레이트와 부품만으로 구성된 어셈블리 구조이며, 제품의 크기, 복잡도, 금형 공법, 생산 수량 및 금형 제작비용 등등 여러 가지 사항을 고려하여 어떤 구조의 다이셋으로 설계에 적용할 지를 결정하는데, Ez5 제품은 비교적 소형이고 형상 또한 간단하므로 프로

1. 공주대학교 금형설계공학과

† 교신저자 : 공주대학교 금형설계공학과

E-mail : ckkwang@kongju.ac.kr

그레시브 금형으로 제품 검토와 스트립 레이아웃 설계 당시부터 결정된 사항으로 프로그래시브 다이 셋을 적용하기로 하였다. 금형의 기본 다이 셋 구조는 일반적으로 구조가 일정하게 정해져 있으며, 다이 설계 마다 매번 반복되는 작업 손실을 줄이기 위해 미리 라이브러리화 하여 그것을 활용하도록 되어 있다. 시스템에 따라 차이는 다소 있지만, 이 제품을 설계하는데 활용한 시스템의 경우 설계된 스트립 레이아웃 사이즈와 연계할 수 있어 다이 사이즈 역시 자동으로 결정되도록 할 수 있어 별도의 다이 사이즈 수정 작업이 필요 없었다.

### 2.2. Ez5 금형 제작에 사용된 다이셋 구조

제품에 사용된 다이셋은 발주 업체의 요구에 따른 사양에 맞는 어셈블리 구조를 사용하였다.

비교적 단순한 플레이트와 메인 가이드 포스트를 포함하는 구조로 되어 있다. Fig 1에 Ez5의 3D 금형 설계를 위한 다이셋 구조를 나타내었다.

다이셋 구조 :

- 다이 설정 파트(Skeleton)
- 상형 가동측 펀치 구조 (Upper Die) 스트립퍼 플레이트(Striper Plate) 펀치 백킹 플레이트 (Punch Backing Plate) 펀치 홀더 (Punch Holder)
- 하형 고정측 다이 구조 (Lower Die) 다이 플레이트(Die Plate) 다이 백킹 플레이트 (Die Backing Plate) 다이 홀더 (Die Holder)
- 가이드 포스트 (Guide Post) 스톱 블록 (Stop Block) 가이드 포스트 (Guide Post) 볼 가이드 부시 (Ball Guide Bush) 볼 리테이너 (Ball Retainer)

### 2.3. 펀치 설계

실제 제품 형상을 성형하기 위한 필요한 펀치 설계의 경우 트림 펀치와 포밍 펀치 두 종류가 있다.

#### 2.3.1. 스크랩 제거를 위한 트림 펀치

시작품 트림 펀치는 과단 전단력에 의해 금속 박편을 절단하여 스크랩을 제거(Cut-Off)할 목적으로 설계한다. Ez5 금형에서 사용된 트림 펀치는 트림 형상에 따라 세 가지 형태로 설계하였다.

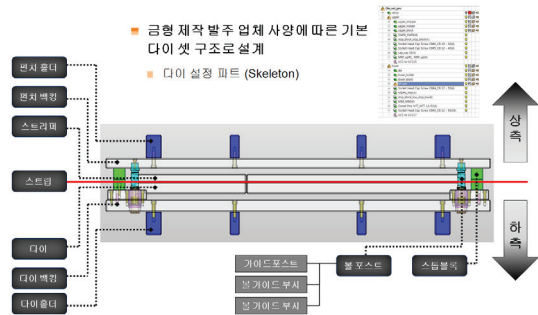


Fig. 1. Die set structure for 3D mold design

트림 펀치들은 시스템에서 지원되는 자동 생성 툴을 이용하여 쉽고 간단하게 만들 수 있었으며, 펀치가 작동하는데 간섭되는 상측의 플레이트와 하측 스크랩이 떨어지는 부분을 자동으로 도피 시켜주어 수동 커팅 작업이 필요 없어 설계 시간을 단축하는 효과를 얻었다. 뿐만 아니라 펀치가 원활히 작동될 수 있도록 펀치와 플레이트 사이에 간격을 고려하도록 되어 있어 그에 따른 편집 작업으로 불필요한 설계시간을 제거할 수 있었다. Fig 2에 트림펀치의 설정창을 나타내었다.

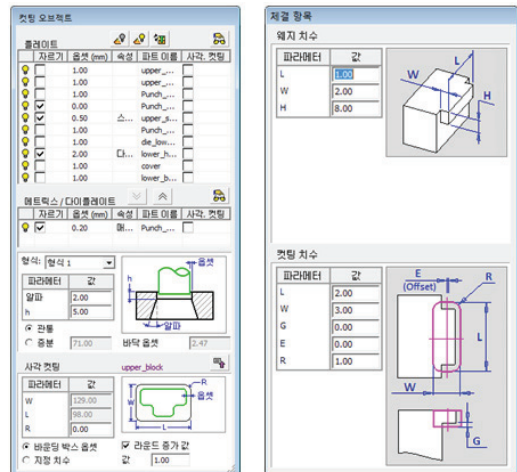


Fig. 2. Settings setup window trim punch

#### 2.3.2. 블랭킹 트림을 위한 노칭 펀치

트림 스트립 레이아웃 설계에서 해석 툴에 의해 얻었던 결과인 블랭크 전개선을 참고로 노칭 부분을 설계하였고, 그 데이터로 트림 펀치를 생성하였다.

- 제품 형상안의 원형 홀들을 트림하기 위한 피

### 어싱 펀치

일반적으로 형상 안에 피어싱이 있는 경우는 포밍 펀치 가공 후 피어싱 가공하고, 피어싱 펀치의 경우는 제품 전개 형상에 따라 모양이 일정치 않은 노칭 펀치와 달리 대부분 피어싱 펀치의 형상은 원형 혹은 사각 모양으로 일정한 형태를 가지고 있어 표준 펀치 카탈로그 부품을 사용한다.

- 완성된 성형제품을 스트립으로부터 분리하기 위한 파팅 펀치

제품을 스트립 레이아웃과 연결되어 있는 브리지를 절단하기 위한 작업으로 이 제품의 경우는 두 곳에 위치하고 있는데 한곳은 제품 전체 둘러싸고 있는 플렌지의 밴딩을 위해 중간에 절단하였고, 나머지 한곳은 최종 제품을 분리하기 위해 절단하였다.

### 2.3.3. 제품 형상을 성형하기 위한 포밍 펀치

포밍 펀치는 소성 가공에 의해 실제 제품의 모양을 결정하며, 본 제품 성형을 위한 포밍 펀치 형식 역시 세 가지 형태로 나눌 수 있다.

- Ez5 제품의 외곽을 따라 있는 플렌지 형상을 위한 밴딩 펀치

제품 형상 주위를 따라 직각 플렌지 부분을 밴딩한다. 상측의 펀치와 하측 다이, 그리고 제품을 잡아주는 패드로 구성되어 있으며 패드는 가스 스프링에 의해 작동되며, 이 작동은 스트리퍼 볼트에 의해 제한된다.

- 형상 중간에 있는 드로잉 형식의 펀치

제품 가운데 있는 포밍 형상들은 두 공정에 나누어 가공을 하는데, 하나의 다이로 모든 형상들을 처리하려 했으나, 가공과 가공 소재 비용을 고려 다이를 둘로 나누었다. 제품 형상 자체가 ‘ㄱ’자 형태로 되어 있어 이것은 하나로 묶어 가공한다면, 불필요한 가공소재들로 인한 비용상승과 가공 시간 또한 증가하기 때문이다.

- 피어싱 트림 펀치 중간에 있는 엠보 펀치

형상 중간에 조그만 엠보 형상이 있는데 이것은 별도의 원형 편을 삽입시켜 가공하였는데 이것 또한 가공성을 고려한 설계이라 할 수 있다. 자칫 이 부분으로 인해 가공에 안 좋은 영향을 미칠 수 있어, 이 부분은 표준 부품을 사용하는 것이 여러 측면을 고려해 볼 때 금형 제작 및 가공상 장점이 많기 때문이다. Fig. 3에 포밍펀치를 나타내었다.

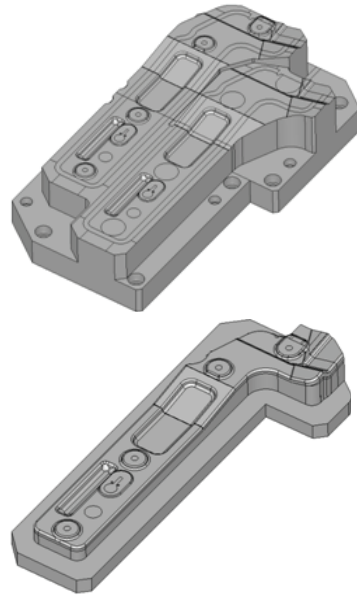


Fig. 3. Forming punch

### 2.3.4. ECO 기능

설계 변경을 하는 경우는 일반적으로 다른 부품과의 간섭으로 인한 조립에서 생기는 문제, 제품 성형성 검토에서 제품 성형에 문제가 발생하여 현상을 변경하는 경우 인데, 어떤 이유로든 제품을 개발하는 단계에서 생기는 제품 설계 오류는 항상 발생 가능성이 있으며, 설계 변경은 금형 설계과정, 금형 제작 과정 중에도 역시 발생할 수 있다. 제작 도중 혹은 완성 후에 제품의 형상이 변경 되면 수정이 필요한데, 3D 금형설계 시스템을 이용 하다면, 변경된 형상을 시스템에 의해 정확하고 신속하게 찾아 변경 작업을 할 수 있도록 어플리케이션에서 지원되어 설계 변경 작업의 부담은 경감 할 수 있다. 이 제품의 경우 블랭크 분석을 통해 제품 성형성 검토를 하였고, 그 결과 두 곳에서 제품 성형 시에 포밍 형상이 터지는 결함을 발견하였고, 이 문제는 발주 회사와 협의하여, 제품 디자인과 큰 문제가 되지 않는 범위에서 포밍 형상 코너의 라운드의 값을 조절하여 문제를 해결하였다.

## 3. 고찰

### 3.1. 트라이 아웃 및 다이포스

3D 금형설계 데이터를 기반으로 금형 제작이 완성되면, 금형이 올바르게 작동되는지, 제품 성형은 문

제없이 되는지를 트라이아웃 과정을 통해 금형을 납품하기 전에 금형 자체 검사하여 문제점을 파악하고, 수정하여 최종 완성된 금형을 만들어 납품하게 된다. 금형을 제작하는데 있어 실제 제품을 성형하는데 프레스 압력을 예측하고 이를 적용하는데 필요한 힘이 얼마인지 아는 것이 중요하다. 다이포스는 스트립 레이아웃에서 설계된 데이터를 기준으로 계산하는데, 이 계산 결과에 따라 금형설계 구조와 트라이 아웃 결과에도 적지 않은 영향을 미친다. 실제 이 제품은 프레스기계를 활용하여 트라이아웃을 실시하였으며, 이때 제품 세 방향으로 감싸는 플랜지 밴딩력에 관한 문제점들이 파악되었고, 밴딩 부분의 다이 포스를 분석하였고, 적용한 결과 만족할 만한 결과를 얻었다. Fig 4에 다이포스에 대하여 나타내었다.

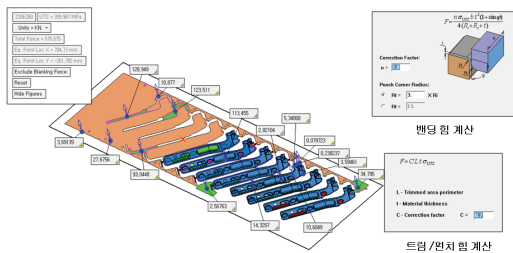


Fig. 4. Die force

### 3.2. 고찰 결과

설계하는 과정에서 제품을 제작하는데 있어서 3D 금형 설계 시스템에서 지원되는 최적의 제품의 전개길이와 성형성을 신속하고 정확하게 미리 검증하고 예측 및 분석을 할 수 있었던 것이 금형설계를 하는데 많은 도움이 되었으며, 금형제작의 정밀도를 높이고 품질을 향상하는데 기여함으로써, 금형 제작 공정의 생산성을 높이는데 이바지 하였다. 3D 금형 설계를 이용한 NC가공에서 3D 금형설계 데이터를 바로 사용할 수 있어 가공을 위해 별도로 모델링을 할 필요가 없어 이 부분에서의 부담을 덜 수 있을 뿐 아니라 시간을 단축하는 효과도 기대할 수 있었다. 2D 설계의 경우 2D 데이터로만 가공하는데 한계가 있으므로 3D 포팅 형상의 경우 2D 도면을 참고로 다시 모델링해야 하는 불편함이 있고 제작시간 또한 비례하여 그 만큼 더 걸린다.

설계상의 오류는 가공뿐만 아니라 제작에 막대한 영향을 미치는 것이 사실이다. 따라서 설계 오류가 발생이 되면, 가공을 비롯해 제작비용이 상승하게

되고 이것은 금형의 총비용에도 반영이 될 것이고 이는 금형의 원가 상승 요인이 된다. 만일 3D 금형 설계 시스템을 활용한다면, 장차 발생 가능한 오류를 미연에 방지하여 3D 금형설계 시간을 단축할 수 있으리라 사료된다.

## 4. 결론

현재의 금형 제작업체의 관심과 추세대로 라면 머지않은 장래에 3D 프레스설계에 의한 금형제작이 보편화 될 것이 예상된다. 이렇게 다가올 미래에 누구보다 빠르게 준비하고 대응하지 않는다면, 무한 경쟁의 현실에서 여러 가지 어려움이 발생되리라 사료된다. 따라서 지금부터 3D 금형설계 시스템을 활용한 설계에 대한 부담을 떨쳐버리고, 과감하게 도전할 필요성을 느끼게 한다. 위에서 언급된 3D 금형설계 시스템의 장점들은 충분히 활용한다면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이라 사료된다.

- 1) 금형 설계의 생명은 제품의 정밀도를 유지하면서 정확한 정보를 제작현장에 전달하는 것이다. 그런 금형 설계의 의미를 충족시키지 못한다면, 그 만큼 설계의 의미가 많이 희박해지는 것이다. 이것이 3D 금형설계를 해야 하는 필요성이다. 이 제품은 금형 제작을 하는 초기 단계부터 완성까지 3D 금형설계를 전제로 제품을 제작하였고, 다소의 어려움 점도 있었지만, 제작 시간 단축 및 품질 향상의 위한 가능성을 알 수 있었다.
- 2) 국내 금형 제작 환경을 고려할 때, 디자인 변경이 생겼을 때 신속한 대처가 필수적이다. 이 문제에 대한 해결책은 3D 금형설계에서 찾을 수 있다. 초기설계부터 도면출력 및 가공까지 금형 제작 전 과정이 단일 시스템 안의 연관성을 갖는 해당 어플리케이션에서 설계가 되었다면, 설계 데이터뿐만 아니라 NC 가공 데이터까지 단계적인 일괄처리로 업데이트할 수 있어 설계변경에 대한 신속한 대처가 가능하다.
- 3) 3D 금형설계의 경우, 뛰어난 설계 과정에서의 오류 감지능력은 실제 제작할 금형과 동일하게 3D 금형설계 시스템을 활용함으로써 설계업무뿐만 아니라 현장에서도 문제점을 쉽게 찾아 금형 제작에 반영함으로써 설계실과 현장이 서로 협업할 수 있는 바탕이 되었다. 2D 설계 보다는 이러한 점이 훨씬 더 큰 역량을 발휘할 수 있을뿐더러 현장 무도면화로 가는 지름길이 될 것이다.

### 참고문헌

- 1) 최계광, 이동찬, “씨마트론 다이 디자인을 활용한 브라켓의 스트립 레이아웃 설계에 관한 연구,” 한국산학기술학회논문지, 제 9권 제5호, pp. 1113-1117, 2008.
- 2) 최계광, 장민호, “에어컨 부품의 3D 설계에 관한 연구,” 한국금형공학회동계학술대회, pp. 25-30, 2008.
- 3) Cimatron. Co., “Cimatron E Die Design Guide”