

## 자동차용 리어프레임의 3차원 금형설계에 관한 연구

### A Study for Three-Dimensional Die Design of Automobile Rear Frame

정효상\*,이성수\*\*

\*건국대학교대학원, hsjung@konkuk.ac.kr

\*\*건국대학교기계설계학과, sslee@konkuk.ac.kr

#### Abstract

In this paper, a 3-D computer-aided die design process was developed for automobile rear frame with drawing, trimming, flanging, cam-piercing and piercing for tool design.

The tool design has been done using Pro/Engineer on a personal computer. It is composed of four stations. The goal of this research is to apply each of stations for the standard tool specification to each station.

**Key Words** : Sheet Metal(박판재료), Die Design(금형설계), Rear Frame(리어 프레임), 3-D modeling(3차원 모델링)

#### 1. 서론

최근의 자동차 산업에서는 수출대상국의 다변화와 고객 선호도의 급격한 변화에 대응하여 자동차 산업에 있어서 신차 개발기간이 단축되고, 잦은 설계 변경이 요구되고 있으나, 금형 설계 및 제작은 컴퓨터의 발달과 응용 소프트웨어의 발전에도 불구하고 그 기간이 단축되고 있지 않다. 또한 자동차용 프레스 금형 설계 및 제작 관련 기술을 대부분 자동차 기술 선진국에서 습득한 경력자의 경험에 의존하고 있다. 따라서 고가의 전용 캐드캠 시스템<sup>1)</sup>을 도입하고서도 숙련된 기술자의 부족과 경험 부족으로 제대로 프레스 금형 설계 및 제작에 적용하지 못하고 있다.

프레스 금형은 피가공재에 소성변형을 주어 형상을 만들기 위해 프레스에 쓰이는 공구를 총칭하며 금형의 형상과 같은 제품(부품)을 대량으로

생산할 수 있는 장점을 가지고 있다. 금형은 대응되는 두개의 부분 즉 펀치와 다이로 구성되며 이들은 고정 또는 형합을 위한 안내기구 및 취출기구로 구성되어 있다. 펀치와 다이의 가공형태나 치수는 가공품의 외관 형상 치수정도 및 금형의 수명과 관계가 깊어 금형 설계나 가공기술에 축적된 많은 경험과 노하우를 필요로 한다. 즉 제품 사이클 단축에 의한 개발기간 단축, 그리고 소비자 기호 변화에 의한 제품의 다양화와 고급화, 제조 공정의 합리화에 의한 자동화의 요구가 발생하고 있다. 그러므로 컴퓨터 지원을 받는 설계로부터 가공검사에 이르기까지 도형처리 기술과 수치제어 기술을 기초로 하는 캐드캠시스템이 금형 생산 전 공정에 응용되고 있다<sup>2)</sup>.

본 연구에서는 승용차의 박판 부품 중에서 Fig.1의 리어 프레임(Rear Frame)의 공정 계획도를 설계하고, 이를 기준으로 각 공정별로 금형 설계를 하였다. 본 연구의 목적은 3차원 표준 금형을 개발하여 같은 종류의 패널에 대해서 편집 및 부분적인 수정설계만으로 안전하고 정확한 설

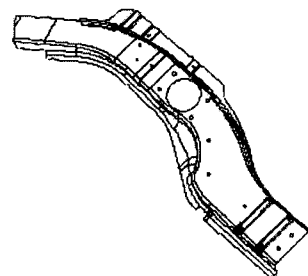


Fig. 1 Rear Frame

계가 신속히 이루어지도록 하는데 목적이 있다.

## 2. 본론

### 2.1 3차원 금형 설계의 필요성

일반적인 2-D 금형 설계에서는 패턴을 제작할 때 패턴 제작 도면을 출도 한다. 그러면 모델링이 시작되지만 이 모델링은 간단한 모델링이 된다. 패턴은 많은 가공 +오차를 가지고 있기 때문이다. 또한 금형의 구조부를 가공 할 때에는 부품이 체결되는 좌면, 릴리프면 등은 작업자의 입력에 의존하고 있다. 그리고 주물이 입고되면 정확히 모델링되어 작성된 NC 데이터로 형상부를 가공하게 된다.

그러므로 정확한 모델링 형상 데이터로 금형 측정 및 검사구 그리고 성형 해석을 하게 되므로 금형 제작 수행과정이 반복되고, 또한 성형해석 결과가 설계 시점이 아닌 제작 시점에서 나온다.

Fig.2와 같이 3-D로 설계를 하면 설계완료 시점에서 패턴제작용 NC, 형상부 가공용NC 데이터, 해석용 데이터가 일원화가 되며 반복 제작 수행이 없어지고, 무인 기계가공을 할 수 있다는 점이다. 즉 금형의 각종 부품 좌면 및 체결면 가공을 NC화 할 수 있다.

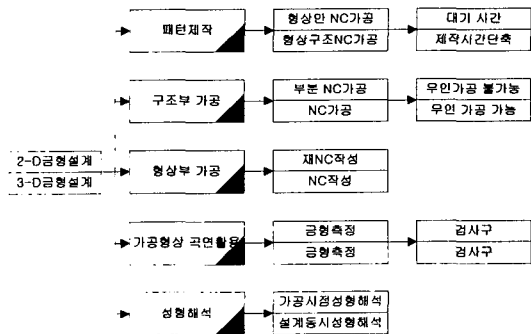


Fig. 2 Manufacturing System

프레스 금형의 설계과정을 살펴보면, 먼저 레이아웃단계에서는 성형 방법 및 공정수를 결정하고 해당 공정의 작업 영역을 표기하여 각 공정 설계자에게 전달한다. 공정별 설계자는 프레스 사양 및 설계 사양을 숙지하여 레이아웃도면에 의해 결정된 영역의 작업에 대하여 금형을 설계한다.

공정별 금형 설계자는 주어진 작업 영역을 가



Fig. 3 Modeling

장 효율적으로 수행 할 수 있는 구조를 갖춘 금형을 설계해야 하며 가공성, 조립성 및 안전성은 물론 양산성을 충분히 고려하여야 하고, 최저의 비용으로 금형이 제작될 수 있도록 설계하여야 한다.

Fig.3는 이러한 과정을 위한 3차원 레이아웃을 모델링 설계한 것이다. 모델링된 형상으로부터 각 공정을 설계한다<sup>3,4,5</sup>.

### 2.2 드로잉 금형

프레스와 금형의 클램프(Clamp)위치는 프레스 조건에 따라 상하형 각각 4곳에 설치했고, 통상 리어 프레임은 프레스 자동화 장치가 수동(manual)방식으로 생산되므로 센터힐(Center Heel)로 금형 가이드를 삼았다. 제품크기가 작아 금형의 무게가 약 1-2톤 정도이므로 주입 훅(Hook)을 사용하였다. 먼저 공정계획도에서 모델링된 데이터를 가지고 펀치와 블랭크홀더(Blank

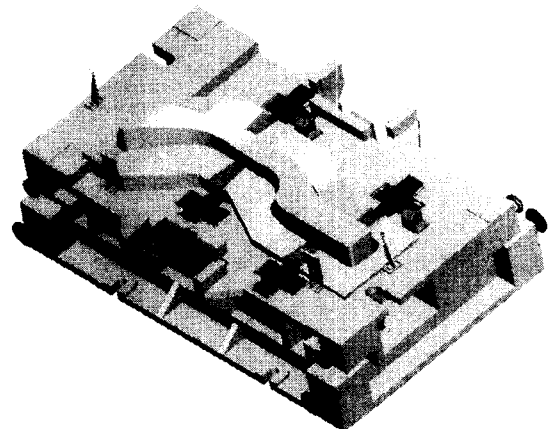


Fig.4 Lower Drawing Die

Holder)를 설계하였다. 설계방식은 임의로 기초 구조를 만들고 각 부품을 조립하면서 수정해 가는 방식인 하향식을 선택하였다. 또한 치수는 금형의 구조변경, 부품의 설계변경에 대비하여 수정이 용이하도록 구성하였다. Fig.4 은 드로우 금형의 하형이다. 자동화 장치로는 리프터 블록(Lifter Block)을 사용하였다. Fig.5는 상하형을 조립한 상태이다.

드로잉 금형의 설계 순서에 대한 규칙을 정리하면 다음과 같다.

- 1)임의의 금형 사이즈 선정
- 2)펀치와 블랭크 홀더 분리
- 3)펀치와 블랭크홀더의 슬라이더 웨어플레이트 취부 위치 및 사이즈 결정
- 4)펀치와 블랭크홀더의 프로파일 라인 주위 주요 리브(rib)설정
- 5)쿠션 핀(또는 스프링) 배열
- 6)블랭크 사이즈에 의해 게이지 위치 및 사이즈 결정
- 7)금형 내 리프터 장치 위치 및 구조 설정
- 8)실 금형 사이즈 결정
  - 8-1)유홈(U-Home, T-Slot) 위치 및 형상
  - 8-2)행거 위치 및 형상
  - 8-3)금형 가이드 구조 설정
  - 8-4)블랭크 홀더 리프터용 행거 설치

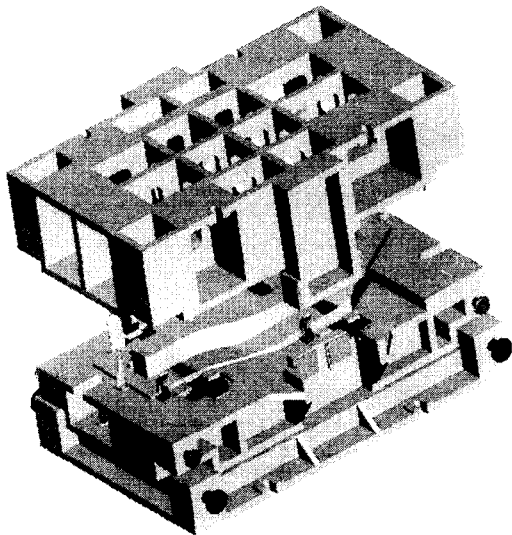


Fig.5 Drawing Die

- 8-5)세이프티 에어리어 설치
- 8-6)발란스(Balance) 블록 설치
- 8-7)제작기순 D.C.H(Die Coordinate Hole)설치
- 8-8)블랭크 홀더용 스톱퍼 설치
- 9)주요 리브 배치 및 주발 홀 설치
- 10)금형 위치 결정용 홀 설치

### 2.3 트리밍과 피어싱 금형

수직 방향에서 트리밍을 하기 위한 조건을 만들기 위해 제품에 변형을 허용하여 트림을 하였다. 변형된 것은 다음 공정인 재성형(Restrike)공정에서 바로 잡기로 했다. 트림날은 제작이 용이하도록 하형 트림날은 일체로 설정했으며 상형은 200-300mm 정도로 분할하여 구성하였다. 패드는

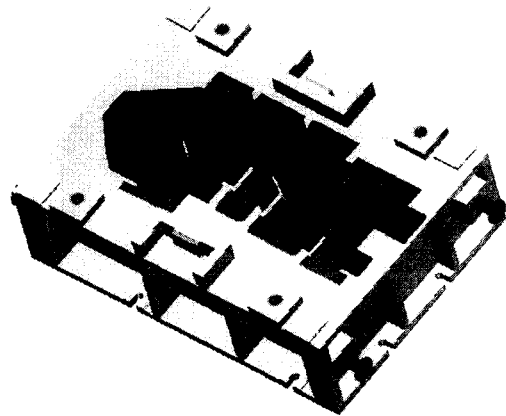


Fig. 6 Lower Trimming Die

기본 행정을 30mm로 설정하였으며 전단력의 5%를 패드력으로 산출하였다. 안전을 고려한 낙하방지 사이드 핀을 각면 4곳에 설치하였다. 스크립 커터(Scrap Cutter)의 배치에 따른 스크립 취출 방향 및 처리가 용이하도록 스크립 슈트를 선택하였다.

Fig.6는 트리밍 금형의 하형이다. 제품형이 불규칙하므로 트리스트 방지를 위해 힐 가이드를 첨가하였다. Fig.7은 전체 조립된 트림 금형의 형상이고 금형 가이드는 포스트(post)방식을 선택해서 사용했다.

트리밍 금형의 설계 순서에 대한 규칙을 정리하면 다음과 같다.

- 1)임의의 금형 사이즈를 선정

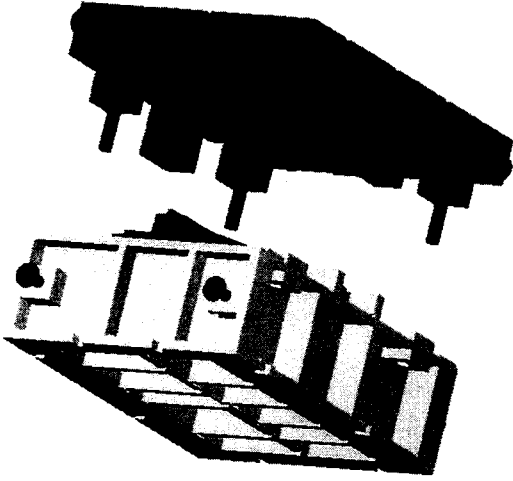


Fig. 7 Trimming Die

- 2)패드와 트림날 분리
- 3)상하형 트림날 재질을 선정한다.
- 4)상하형 트림라인을 기준으로 트림날 배치 및 분할 라인을 설정한다.
- 5)스크랩 커터 설정
- 6)상형과 패드의 웨어플레이트 선정 및 배치
- 7)사이트 핀 주위 주물 구조 및 배치
- 8)패드 압력산출 및 배치 그리고 리브 배치 및 패드 행거 설정
- 9)플랜지 라인 주위의 주요 리브 설정
- 10)실 금형 사이즈 설정
  - 10-1)유홈 위치 및 형상
  - 10-2)행거 위치 및 형상
  - 10-3)금형 가이드 구조 설정
  - 10-4)세이프티 에어리어 설치
  - 10-5)발란스 블럭 설치
  - 10-6)제작기순 D.C.H(Die Coordinate Hole) 설치
- 11)게이지 설치
- 12)금형 리프터 장치 구조 설정
- 13)스크랩 처리 방향 설정
- 14)플로팅 러버 설정

#### 2.4 플랜징 금형과 재성형(restrike) 금형

수직방향에서 트림하기 위해 변형되었던 형상과 드로우에서 성형이 용이하도록 변경된 부분과

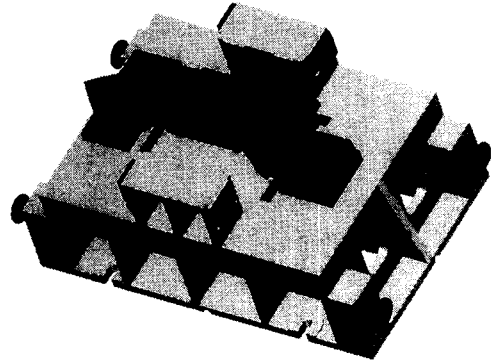


Fig. 8 Lower Flanging Die

상대부품과의 접합공차를 만족하기 위한 재성형 공정과 굽힘 공정이 함께 설계되었다.

Fig.8은 플랜지 금형의 하형을 나타내고 있다. 자동화 장치는 형상 블럭을 양쪽에 설치하여 가공 후 제품이 들어 질 수 있도록 설계하였다.

Fig.9은 전체 플랜지 금형이며, 금형 가이드로 힐 가이드를 선택하였고, 패드 행정은 30mm로 설정했다.

플랜징 금형과 재성형 금형 설계 순서에 대한 규칙을 정리하면 다음과 같다.

- 1)입의의 금형 사이즈 선정
- 2)패드와 플랜지 분할 다이 분리
- 3)상하형 분할 다이 재질을 선정
- 4)상하형 플랜지 라인을 기준으로 분할 다이 배치 및 분할 라인을 설정
- 5)상형과 패드의 웨어플레이트 선정 및 배치
- 6)사이트 핀 주위 주물 구조 및 배치
- 7)패드력 산출 및 압력원 배치 그리고 패드 리브 배치 및 패드 행거 설정
- 8)플랜지 라인 주위의 주요 리브 설정
- 9)실 금형 사이즈 설정
  - 9-1)유홈 위치 및 형상
  - 9-2)행거 위치 및 형상
  - 9-3)금형 가이드 구조 설정
  - 9-4)세이프티 에어리어 설치
  - 9-5)발란스 블럭 설치
  - 9-6)제작기순 D.C.H설치
- 10)게이지 설치
- 11)금형 리프터 장치 구조 설정

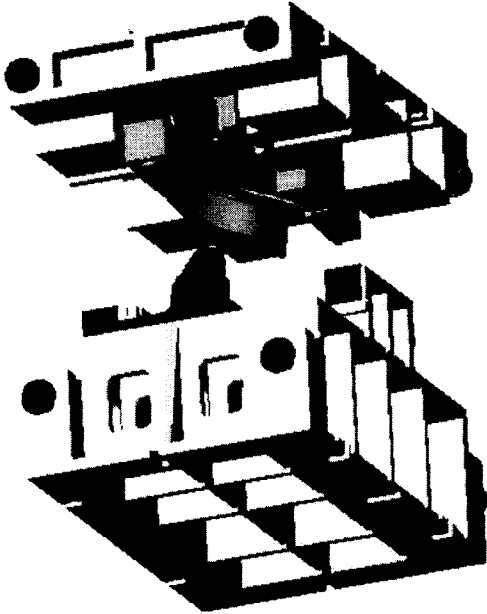


Fig. 9 Flanging and Restriking Die

12)플로팅 러버 설정

### 2.5 캠 금형

제품측벽부에 대한 캠피어싱을 위해 유닛 캠(unit-cam)을 사용하였고 제품 가운데 큰 홀 피어싱은 구매품이 아닌 사내 제작품을 사용하도록 했다. 패드의 프로파일은 패드 가이드와 패드의 낙하방지를 위한 구조로 설계하였다.

Fig.10는 캠 그리고 캠 피어싱 금형의 하형을 나타내고 있으며, 자동화장치는 플랜지 금형과 동일한 요령으로 블럭을 양쪽에 설치하여 가공 후 제품이 들려지도록 설계하였다. Fig.10은 캠 및 피어싱 금형의 전체 조립 형상이다. 여기서는 금형 가이드로 힐가이드 포스트를 사용하여 캠 가공의 가공정도를 높였다.

캠 금형의 설계 순서에 대한 규칙을 정리하면 다음과 같다.

금형구조는 트리밍 금형과 동일한 수순으로 하되 캠만 다음 순서로 설계 한다.

- 1)캠 기준점 설정(start point)
- 2)평면에서 캠 가공 방향 결정
- 3)평면에서 캠 기준점 위치 결정

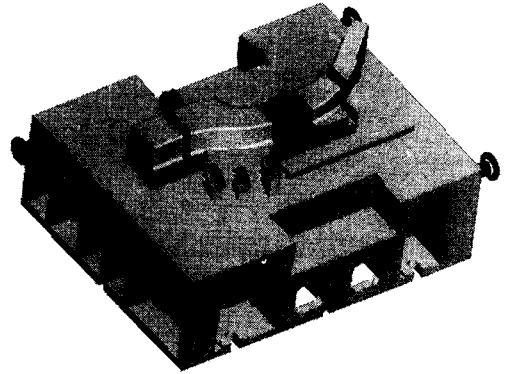


Fig. 10 Lower cam and Piercing Die

- 4)캠 구조 설정(수평, 경사, 역경사, 플라잉,더블)
- 5)스트로크 결정(가공시 식입량)
- 6)웨어 플레이트 종류 및 사이즈 선정  
(가공 소요력과 면압 계산)
- 7)리턴 압력원 선정 및 리턴력 선정
- 8)드라이브 캠 사이즈 설정
- 9)캠 패드 구조설정
- 10)캠 스톱퍼 설정
- 11)강제 리턴 플레이트 설정

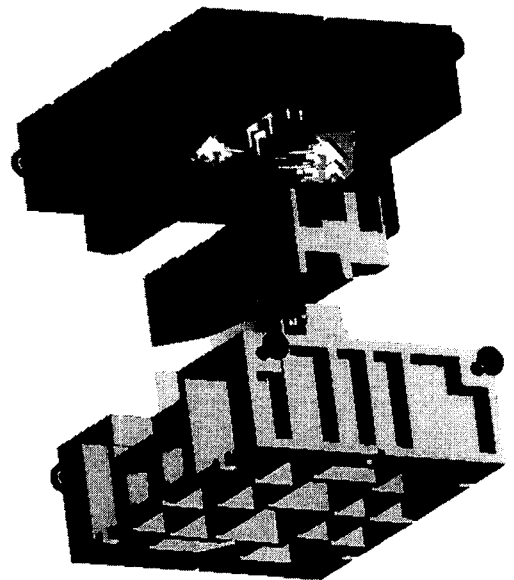


Fig. 11 Cam and Piercing Die

### 3. 결론

3차원으로 리어 프레임을 하향식으로 금형을 설계하였다. 즉 각 부품을 먼저 설계하고 조립하는 과정으로 설계를 하였다. 이것은 2차원 설계와 방법적인 면에서 크게 다르지 않다. 그러나 3차원 설계의 장점은 설계 변경이 용이하다는 것이다. 또한 같은 종류의 패널에 대해서는 표준 금형에 쉽게 적용 할 수 있다는 장점이 있다.

이 연구에서 얻은 결론으로는 다음과 같다.

1. 하향식 3차원 금형 설계의 순서를 정립하였다.
2. 리어 프레임의 제작을 위한 표준 금형을 제시하였다. 승용차의 리어 프레임은 새로운 차종에 대해서 크게 변경되는 부품이 아니므로 금형 설계의 표준화가 용이할 것이다.

향후 상향식으로 설계를 하여 제품 형상이 변경되더라도 설계가 자동으로 수행 되도록 하는 연구가 필요하다.

#### 참고 문헌

1. "Pro/Engineer Training Guide for Release20", Parametric Technology Corporation, 1998
2. 현재자동차 생산기술센터, "3차원 금형설계를 통한 Digital Mock-Up 구현", 2nd PTC User Conference, 1999
3. Schubert, P.B., "Die Methods book Two", Industrial press INC., New York, pp146-164, 1967
4. 武藤一夫, "최신3차원 CAD/CAE/CAM/CAT 技術의實戰活用(下)". 형기술, 1997년 4월호
5. 정효상, 이성수 "3D CAD/CAM을 이용한 본네트 금형설계", 한국CAD/CAM학회 학술 발표회, 2000