

3-D Lay-Out을 이용한 본네트 드로잉 금형 설계 지원 시스템 Bonnet Drawing Die Design Aided System using 3-Dimensional Lay-Out

정효상*,이성수**

*건국대학교대학원, hsjung@konkuk.ac.kr

**건국대학교기계설계학과, sslee@konkuk.ac.kr

Abstract

Die design of bonnet drawing is composed of upper die, lower die and blank holder. It has been performed by checked and re-design method, which cause economic and financial loss. Nowadays, CAD/CAM system is excellent, but Application is low. Therefore, in specific item, drawing die of bonnet outer draw by 3-D Lay-Out. In this study purpose, Bonnet drawing die is designed rapidly, correctly. It's method that shape modify to resemble. This purpose lead to 3-D Lay-Out. It is to react the standard die. In rule relation, input data change all of the shape

Keyword: Die Design(금형설계), Drawing die(드로잉금형), relation(관계식), standard die(표준금형)

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(1)을 도입하고서도 숙련된 기술자의 부족과 경험 부족으로 제대로 프레스 금형 설계 및 제작에 적용하지 못하고 있다.

여러 가지 성형 공정의 금형설계 시스템에 관한연구로서 W.Zhang(3)등은 CAD package를 사용하여 다이캐스팅을 CAD/CAE 시스템에 적용할 수 있는 개념을 정립하였으며, J. P. Kruth(4)는 Mould 설계에 CAD/CAM 시스템을 적용하였고, M. Abrahams(5)등은 Injection mould에 CAD/CAM 시스템을 적용하였다. 또한, 1970년도에 들면서 전문가 시스템을 도입한 금형 자동설계 시스템의 연구가 활발하게 추천되어 왔는데, 박판제조에 있어서 Schaffer(6)가 1971년에 컴퓨터에 의한 프로그래시브 금형설계 시스템인 PDDC(Progressive Die Design by Computer) system을 개발하였고, J. C. Choi(7-8)등은 대형축대칭 부품에 대하여 하중이 제한된 조건에서 대화식으로 구성된 예비성형체 설계방법과 리브와 웨브를 갖는 부품단면에 대한 정밀 단조용 공정설계 및 금형설계 시스템을 개발하였으며, 최근 Choi(9) 등은 스테이터와 로터의

블랭킹에 관한 공정설계 및 금형설계 시스템에 관하여 연구하였다.

본 연구에서는 승용차의 박판 부품 중에서 본네트(Bonnet, Hood) 외 패널의 드로잉 금형을 3차원 레이아웃(Lay-Out)을 이용하여 설계하고, 이를 기준으로 각 부품들을 설계하였고, 3차원 레이아웃의 변경 값에 따라 드로잉 금형 설계가 자동으로 변경 및 조립이 되도록 하고자 한다.

2. 본네트 드로잉 제품의 구조

초기의 본네트 제품에 대한 형상 데이터는 CATIA에서 변환한 IGES 파일이고, 이 데이터를 프로엔지니어의 인터페이스(interface)를 이용하여 프로엔지니어용

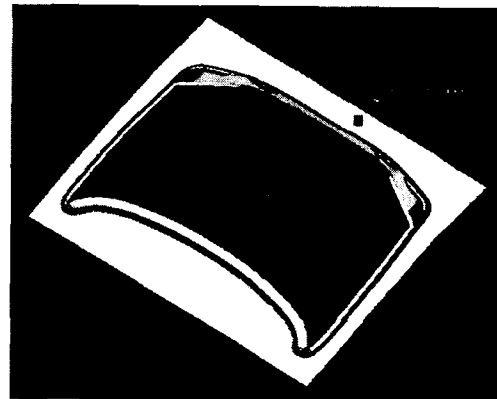


Fig. 1 Modelling shape

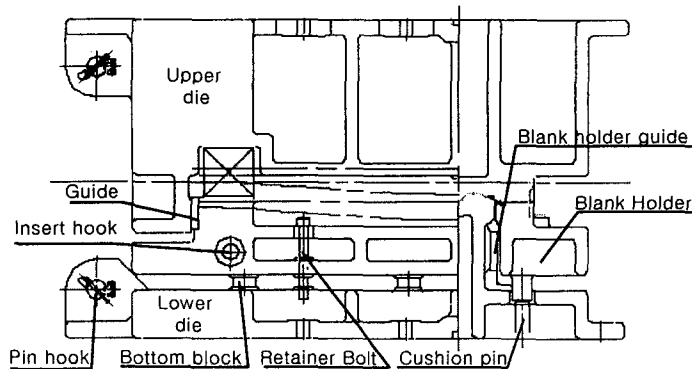


Fig. 2 Schematic drawing of basic die structure for bonnet drawing

데이터로 변환을 한다.

다음으로 제품에 페어링(fairing) 작업을 한 후, 제품에 대한 모델링을 하고 드로우 설계를 위해 다이페이스(die face) 및 펀치 프로파일(punch profile)에 대한 모델링 작업을 실시한다. 여기서 펀치 프로파일과 다이페이스는 드로잉 제품의 박판 성형에 중요한 역할을 한다. 첫째 펀치와 블랭크 홀더의 분리 라인이 되고, 둘째 소재의 취저 사용율을 결정하게 되며, 셋째 금형의 사이즈를 결정하게 된다. 그 외 중요한 요소로 성형에 관계되는 가형상이 있다. 이 가형상은 코너 부분, 제품의 형상이 급격히 떨어지는 부분에 주름 흡수 또는 신율 향상을 목적으로 설치된다. 그러나 이 부분은 본 연구의 대상이 아니므로 제외 시켰다. 또한 후 공정에 해당하는 트립조건 플랜지 조건, 피어싱에 해당하는 조건들은 드로잉 공정 설계에 영향을 주고 있으나 여기서는 제외 시켰다. 레이 아웃도 설계가 끝나면 레이 아웃도 데이터를 이용하여 드로잉 금형을 설계하게 된다. Fig. 1은 본네트 드로잉 금형을 위한 3차원 레이아웃 설계를 CATIA에서 실시한 모델이다. 여기서 펀치 프로파일과 다이 페이스 값만 추출하게 된다.

3. 드로잉 금형의 구조

프레스 드로잉 금형은 일반적으로 상형, 하형으로 구분하고 하형에는 블랭크 홀더가 포함된다. 드로잉 금형의 형상은 펀치프로파일, 다이페이스, Die Height, Die Size, Start Height, 금형 가이드, 자동화 장치 등으로 구분된다.

드로잉 제품은 펀치 프로파일과 다이 페이스 선정이 중요한데, 일반적으로 Punch Profile, DieFace는 단일 평면이어야 한다는 것이 요망되고 있지만, 자동차 제품의 특성상 복잡한 형상을 이루게 된다. 복잡한 형상은 드로잉 금형의 블랭크 홀더, 펀치 형상, 펀치와 블

랭크 홀더의 가이드에 영향을 준다.

Fig.2와 같이 드로우 공정은 파트를 크게, 하형, 상형, 블랭크 홀더의 3가지로 나누어 설계한다. 그 외 부품으로는 형구 이동을 위한 행거(hanger), 상형 하형의 형구 가이드(Center Heel), 블랭크 홀더와 펀치사이의 가이드(Wear Plate)에 대해서는 적용하였고, 그 외 몇가지의 부속품들이 있지만 여기에서는 각각의 부품에 대해서는 데이터베이스화 했다.

4. 드로잉 금형 설계 시스템

서페이스로 모델링한 3차원 다이페이스, 펀치프로파일, 제품을 형구의 중심점에서 금형의 하형 바닥면까지 거리는 600mm, 그리고 상형 바닥면까지는 400mm로 하였다. 각기 기준면을 만들어 솔리드로 서페이스까지 프로트루전(Protrusion) 시켰고, 그 다음에 슬롯

(Slot)으로 파내는 방법을 사용하였다. 여기서 외곽의 보강 리브와 경감용 코어(Core)는 관색식을 이용하여 좀더 빨리 설계하도록 프로그밍 하였다.

즉 직선 구간에서 리브와 리브 사이의 거리가 200~300 사이가 되면 리브를 추가하도록 하였으며, 그 미만이 되면 삭제하도록 했다. 그러나 스플라인(spline)곡면이 이어진 곳(IGES 파일을 변환하면서 발생)에서는 적용이 되지 않았다. 또한 경감용 코어는 3면에서 일정하게 45mm 오프셋(offset)하고, 바닥면에서는 90mm 오프셋하여 필렛(Fillet) 반경 25mm로 규격화 하였다. 곡면 솔리드에 대해서는 적용되지 않았다.

Fig.3은 펀치 프로파일과 다이페이스 그리고 기타 정보가 입력되었을 때 금형이 설계되는 시스템의 순서를 나타내고 있다. 제품 형상부의 설계와 상하형 구조 및 기타 구성 부품을 설계하는 레이아웃 설계로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 상용 모델러(Pro Engineer)를 이용하여 모델링된 제품 형상부가 입력되었을 때 금형 구조 및 기타 구성 부품을 자동적으로 창출하는 시스

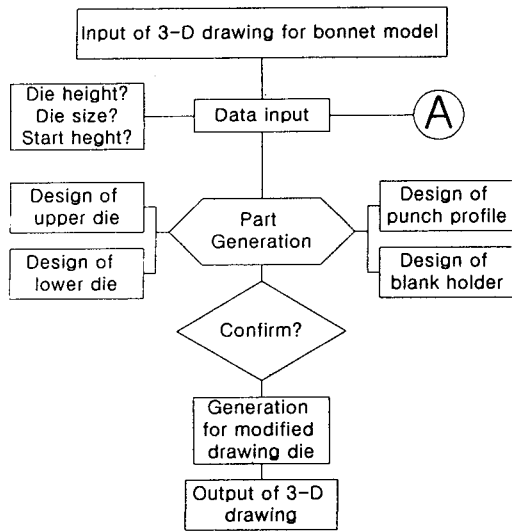


Fig.2 Flowchart of die design system for bonnet drawing

템을 의미하며, 이러한 설계 순서는 와 같다. 먼저 3차원 도면이 입력되어 드로잉 금형의 설계를 시작하게 되는데, 규칙을 사용하여 형상을 결정하고, 결정된 각각의 형상들이 어셈블리 관계식에 의해 지정된 위치에서 펀치 프로파일, 다이페이스 그리고 금형 구조의 구성품들이 자동적으로 재조립 및 창출하는 시스템을 의미하며 이러한 설계 순서는 와 같다.

먼저 제품의 3차원 레이아웃 데이터가 입력되어 드로잉 금형의 설계를 시작하게 되는데 블랭크 홀더 높이, 금형 높이, 시작 높이 등이 입력 값에 따라

5. 금형의 레이아웃 설계

5-1Punch profile설계

입력된 펀치프로파일 값에 따라 기준 반경(Default Radius)값들이 변경이 되고 이 값을 기준으로 연관되어 있는 설계 값들이 변경된다.

Table 1 Default data of punch profile

| 반경 종류 | 기준 값 |
|---------------------|------|
| Front Radius | 2465 |
| Side Radius | 4000 |
| Rear Radius | 2500 |
| Front Corner Radius | 400 |
| Rear Corner Radius | 120 |

연관 되어 있는 설계 값들은 첫째 펀치와 블랭크 홀더의 가공 여유 공간을 확보하게 된다. 이것은 펀치와 블랭크 홀더 사이의 슬라이딩 면을 확보하게 된다. Fig 는 3차원으로 설계된 펀치 프로파일의 기준 반경을 나타낸 것이며 5개의 반경으로 구성되어 있다.

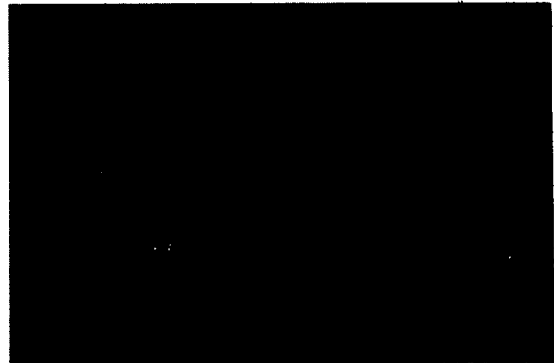


Fig. 4 Punch Profile

Table 1은 기준 값을 나타내고 있고, Fig. 4는 기준 값으로 설계된 펀치 프로파일을 나타내고 있다.

5-2Blank holder Dieface 설계

입력되는 블랭크 슈트 값에 따라 변경되어 블랭크 홀더의 사이즈를 결정하게 되며 또한 블랭크 홀더와 상형간의 가이드 영역 및 가이드 방식에 따라 사이즈가

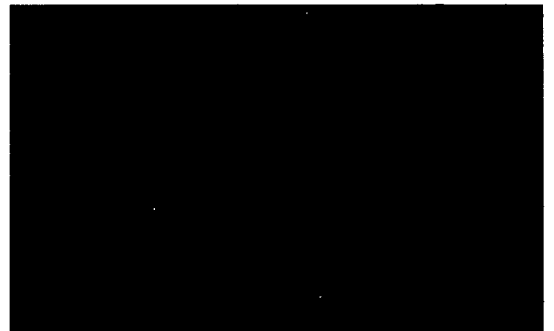


Fig. 5 Blank Holder

변경이 된다. Fig. 5와 같이 대부분의 드로잉 금형은 블랭크 사이즈에 따라 금형 사이즈가 결정이 되나 반드시 그렇다고는 할 수 없다. 그리고 블랭크 슈트 사이즈에 따라 쿠션 편 배치, 그리고 보텀 블록(Bottom Block), 리테이너 볼트(Retainer Bolt)의 위치를 결정하게 된다.

5-3구성 부품 설계

Fig. 6과 같이 각 부품을 데이터베이스화 한 후 패밀리 테이블(family table)을 이용하여 D/B화된 금형 부품들은 블랭크 슈트와 펀치 프로파일이 결정되면 크기에 비례하여 표준 부품들이 자동으로 변경되도록 변수 값들을 관계식으로 정의하였으며, 특정 부품이 선택이 되면 자동으로 변경이 되도록 하였다.

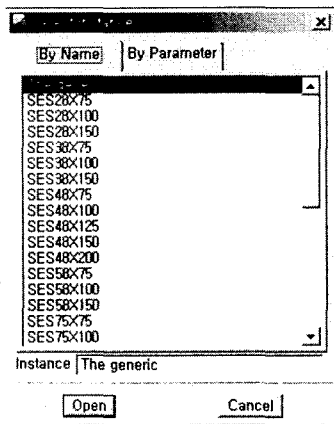


Fig. 6 Family table

5-4각 부품 결합 설계

Fig.7는 상형의 형구를 나타내고 있으며, 재료와 재료 사이는 보강하는 면으로 챔퍼와 라운딩을 하는데 수작업이 너무 많아서 생략을 하였지만, 주기란에 챔퍼 10mm, 라운딩 10R로 명시를 해주었다. 또한 좌우 측면의 보강 리브와 앞부분의 코어는 관계식으로 처리하여 시간을 절약하였다.

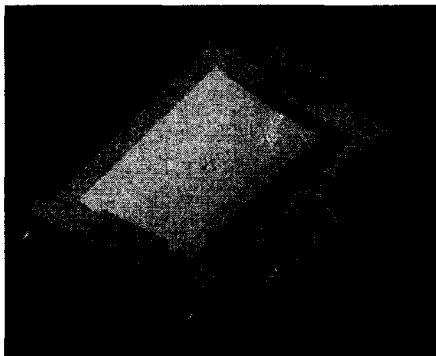


Fig. 7 Upper die

Fig.8은 하형을 나타내고 있고, 블랭크 홀더와 어셈블리 되어 있다. 현재는 쿠션 행정만큼 블랭크 홀더가 이동되어 있는 상태이다. 좌우 외곽 측면은 관계식 프로 프로그램이 적용된 상태이고, 블랭크 홀더의 리브, 코어 역시 관계식 프로 프로그램을 적용하였다. Fig.9은 본네트 금형이 어셈블리 된 상태로 프레스(Press) 최대 상사 점에서의 상태를 나타내고 있다. 이 때 작동 상태를 체크하여 간섭되는 부분을 알 수 있다. 2차원 설계에서 안전에 대한 설계가 과도하게 적용되었으나 3차원 설계 시에는 정확한 수치를 알고서 적용할 수 있다.

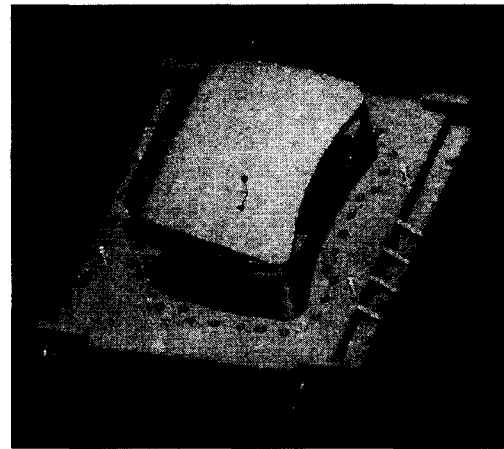


Fig. 8 Lower die

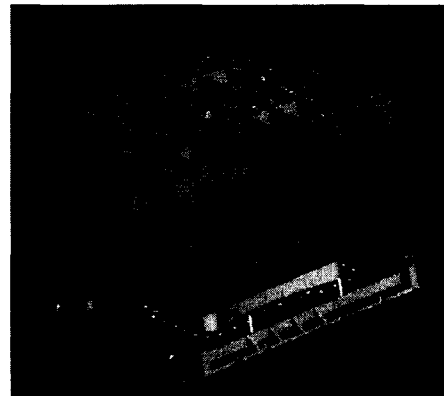


Fig. 9 Bonnet drawing die

6.결론

본 연구에서는 본네트 드로잉 금형 설계 시스템에 관한 연구를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1.설계자가 본네트 드로잉 금형을 설계 할 때 비슷한 형상의 본네트에 대해서는 펀치 프로파일과 다이페이스의 반경 값만 입력하면 빠르게 설계 할 수 있다는 것을 보였다.
- 2.본네트 드로잉 금형의 설계를 정량화하고, 설계 절차를 정식화한 시스템을 개발하여 금형의 고정도화 및 납기 단축 등에 능동적으로 대처 할 수 있도록 한다.

참고문헌

- 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. W.Zhang, S. Xing, B. Liu, "Study on a CAD/CAM System of Die Casting," Journal of Materials Processing Technology, Vol. 63, pp.707-711, 1997.
 4. J.P. Kruth, "Steps Toward an Intergrated CAD/CAM System for Mould Design and Manufacture: Anisotropic Shrinkage, Component Library and Link to NC Maching and EDM," Annals of the CIRP, Vol. 35, 1986.
 5. M. Abrahams, M. Doble, "CAD/CAM Integration for producing injection moulds," ZWF Z. Wirtsch. Fertigung, Vol. 80, No. 9, pp. CA60-62, 1985.
 6. G. schaffer, "Computer design of progressive dies," Am. Mach. Vol. 22, pp. 73-75, 1971.
 7. 최재찬, 김병민, 김성원, "축대칭 부품에 대한 열간 단조의 공정 및 금형설계에 관한 연구(I)," 소성가공, 제1권, 제1호, pp. 20-32, 1992
 8. 최재찬, 황상무, 김영호, "항공기구조물 정밀단조품의 공정설계 기법개발," 한국과학재단목적기초 1,2차 중간보고서, 1993.
 9. 최재찬, 김병민, 김철, 이승민, "스테이터 및 로터의 블랭킹에 관한 공정설계 및 금형설계 시스템," 한국정밀공학회지, 제13권, 제8호, pp 40-51
 10. 정효상, 이성수 "3D CAD/CAM을 이용한 본네트 금형설계", 한국CAD/CAM학회 학술 발표회, 2000