한국 CAD/CAM 학회 논문집
제 7권 제 4 호 2002년 12월 pp. 233-239

기술논문

관계식을 이용한 본네트 금형설계 지원 시스템

정효상*, 이성수**

Computer-Aided System for Bonnet Tool Design Using Relation Rules

Jung, H. S.* and Lee, S. S.**

ABSTRACT

This paper explores the applications of feature-based representation and design in the area of design for manufacturing to incorporate the tooling and process considerations into the early stages of bonnet tool design. The goal of this research is apply the concepts of feature-based design and to development an interactive design tool using relations and arrive at optimal design for the given process conditions. This paper illustrates the development of a tool design aided system that was constructed using these concepts and applied to designing bonnet sheet metal parts.

Key words : Sheet Metal(박판재료), Bonnet(본네트), Tool Design(금형설계), Lower Tool(하형), Upper Tool(상형)

1. 서 론

박판 재료(Sheet Metal)는 일상 생활용품(싱크대, 캔, 캐비닛, 브레킷), 자동차 구성 부품(Body Panel), 그리고 항공기 부품(동체 패널, 날개 패널) 등과 같이 대량 생산하는 부품의 재료로 많이 이용되고 있으며, 이들의 생산에 있어서는 형상 제작 과정이 매우 중요하다. 이러한 박판 재료를 이용하여 박판 성형(Sheet Forming)을 하기 위한 금형 설계에는 해석 및 설계상의 어려움 때문에 오랜 동안 이론보다는 숙련된 기술자의 경험에 의존하여 왔다. 즉, 부품 설계, 금형 설계, 최종 트라이얼 앤 에러(Trial and Error) 경험과 숙련 기술자의 기술에 의하여 박판 스탬핑(Sheet Metal Stamping)이 발전하여 왔다. 즉, 이것은 시간, 비용, 그리고 기술자의 경험에 전적으로 의존하고 있다.

한편, CAD/CAM 시스템의 발달과 더불어 자동차의 부품 설계와 금형 설계에 CAD/CAM 시스템의 적용이 점차 증가하고 있다. 그런데, 안전성, 작업성, 그리고 자동화 기능을 추구하면서, 부품들은 더욱 복잡해지고 있어서, 새로운 소재의 발견, 개발 기간의 단축, 그리고 코스트의 절감 등이 더욱 요구되고 있다. 따라서 박판 재료에 대한 지금까지의 경험, Trial and Error 기술, 비용 감소는 물론이고, 지식 기반, 분석 기술 등의 근본적인 변화가 절실히 요구되고 있다[1].

그런데, 금형 제품의 생산성 증가는 부품 형상, 제작 방법, 금형 설계, 그리고 재료 특성에 대하여 각 공정별로 정확하게 분석함으로써 기대할 수 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 3D CAD/CAM 시스템이 점차로 개발되고 있고, 박판 성형에도 적용이 시도되고 있다. 여기에는 현장 경험자의 노하우(Know-How)와 결합된 기술적인 접근이 기초가 되어야 한다. 즉, 3D CAD/CAM 시스템은 박판 스탬핑 과정에서의 재료 거동에 대한 분석과 박판 성형 과정을 정확하게 시뮬레이션할 수 있어야 한다[2].

이를 위해서는 경험을 기초로 한 시스템(Experience Based System), 지식을 기반으로 한 모듈(Knowledge Based Module), 그리고 수학적 모델을 표현할 수 있는 시스템이 필요하다[3-5]. 이러한 시스템이 구축되면, 시스템은 설계자를 위하여 강력한 설계를 지원할 수 있으며, 적은 비용과 짧은 시간에 최적의 설계를 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 금형 설계 과정에 대한 평가, 정량화, 및 분석을 통하여 Analogue식 설계 개념을 Digital화하고, 본네트 금형 설계를 위한 3D CAD

*정회원, 경기공업대학
**종신회원, 건국대학교 기계항공공학부
- 논문투고일: 2002. 02. 04
- 심사완료일: 2002. 07. 18

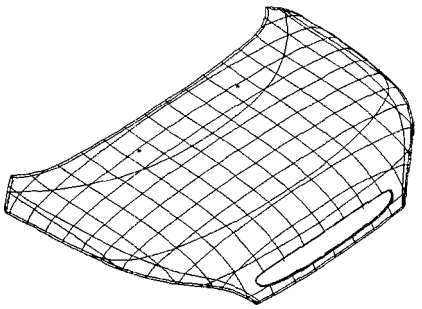

Fig. 1. Bonnet modeling.

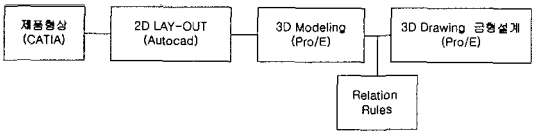

Fig. 2. Tool design process.

시스템을 적용하여 드로우 표준 금형을 개발하는 것이다. 참고로 Fig. 1은 최근의 본네트 부품 모델 예를 보여주고 있다.

2. 본 론

2.1 관계식

금형 설계에서의 설계 과정은 하형 어셈블리, 상형 어셈블리, 그리고 레이 아웃 모델링의 3개 부분으로 구성되어 있다. Fig. 1과 같은 자동차 프레스 제품에 대한 설계는 CATIA 시스템을 이용하고, 이 제품 설계 데이터를 이용하여 금형 설계를 하기 전에 공정계획도(Lay-Out) 설계를 한다. 이때에 주로 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 2D CAD S/W(Autocad)를 이용하는데, 드로우 금형뿐만 아니라 다음 공정(Trim, Flange, Piercing 등)에 대한 표기 및 공정 분할, 그리고 설계 조건 등을 나타내기 위해서는 아직도 대부분 2D로 설계를 하고 있다. 이 공정 계획도를 바탕으로 드로잉 금형을 설계하기 위한 펀치 프로파일 및 다이 페이스가 포함된 전체 패널에 대한 모델링 설계를 한다. 그런 다음 프레스 및 설계 사양에 맞추어 드로잉 금형을 설계하게 된다. 그러나 본네트의 드로잉 금형은 반복적인 작업이 많은데 비하여 제품 형상과 기능의 차이는 큰 변화가 없으므로, 이 금형 설계 과정을 컴퓨터화하고자 한다.

한편, 설계 시스템으로는 상업용 CAD S/W로 Parametric 방식을 이용하여 설계자가 3D 형상을 용이하게 설계할 수 있는 Pro/ENGINEER를 이용하였다[6]. Pro/ENGINEER는 각각의 형상에 대한 설계 데이터를 서로 공유할 수 있고, 이를 분리하여 이용할 수도 있다. 또한, 각 파트간의 관계식을 이용하면 프로 프로그램(Pro/Program)의 모듈을 이용한 서브 프로그래밍을 할 수 있다는 장점과 형상 데이터를 추출할 수 있는 장점이 있다[7].

Table 1. Relational elements

관계식의 종류	등호:d0=2*d1
	구속:d1>=2.67
	비교(d4>0.25)
	d12=1.5
	else
	d12=1.25
	endif

Dimension 기호	d#-part dimension d#:#-assembly 모드에서의 치수 rd#-reference dimension sd#-sketcher dimension
Tolerance 기호	tm#-음수 공차 tp#-양수 공차 tpm#-음수/양수 공차
Instance 기호	패턴의 각 방향에서의 instance에 대한 integer 매개 변수: p0, p1, p2, etc
사용자 매개 변수	수치매개 변수 문자열 매개 변수 yes 또는 no 매개 변수 model note parameter

본 연구에서는 Parametric 관계식으로 디자인 의도를 파악하는 방법을 사용하여 어셈블리의 각 부품 사이나 파트 내의 디자인 관계를 파악하는 기호화된 치수(Symbolic Dimension) 및 매개 변수로 이루어진 사용자 정의 식들을 만들었다. 이렇게 만들어진 식을 본 논문에서는 "관계식(Relation Rule)"이라고 정의한다. 관계식은 파트 사이의 관계를 정의하고, 각 파트간의 크기, 위치 등을 정의한다. 어셈블리 사이에서도 관계식을 정의하여 한 파트의 형상이 변경되면, 관련된 다른 파트의 형상과 어셈블리도 함께 변경되도록 하였다.

Table 1은 관계식으로 사용되는 요소들을 나타내고 있다. 관계식은 어셈블리 관계식, 파트 관계식, 특징 형상 관계식, 그리고 패턴 관계식으로 구별하여 사용하였다. 첫째, 어셈블리 관계식은 각 부품들을 지정해 주는 위치에 놓이도록 하여 여러 부품들간의 매개 변수 관계를 설정해 준다. 두 번째로 파트 관계식은 단일 파트에서 여러 특징 형상 매개 변수들 간의 관계를 설정해 준다. 세 번째로 특징 형상 관계식은 모델 내의 특정 특징 형상에 대한 매개 변수들간의 관계를 설정해

준다. 이 특징 형상이 스케치된 특징 형상인 경우에는 스케치에만 해당될 수도 있고 특징 형상 전체에 해당될 수도 있다. 스케치된 특징 형상에 관계식을 적용하여 특징 형상 관계식을 만들었다. 마지막으로 패턴 관계식은 특정한 패턴 매개 변수들 간의 관계를 설정해 준다. 관계식을 이용하면 모델 내에서의 디자인 의도 파악이 용이하다. 관계식은 파트 및 어셈블리 디자인에서 꼭 필요한 부분이다. 하나의 특징 형상을 이용하여 나머지 다른 특징 형상들을 조정할 수 있다면, 관계식의 자식(Child) 특징 형상을 이용하여 그 부모(Parents) 특징 형상을 조정할 수 있다.

관계식은 연속적인 순서로 관계식을 평가하므로 관계식을 입력하는 순서는 매우 중요하다. 시스템이 관계식들을 평가하고 나면, 모든 관계식들이 활용 가능한지의 여부를 점검하게 된다.

2.2 설계 기준

현재의 프레스 금형 설계 제작에 대한 현장의 환경에서는 다음의 3가지 조건이 앞으로 더욱 강력하게 요구될 것으로 판단된다.

1) 빠르게(고속화 → 납기 단축화)
2) 정확하게(고정밀화 → 고품질화)
3) 싸게(저코스트화 →고경쟁력화)

이상의 세 가지 조건을 구현하기 위하여 금형 설계 제작에는 3차원 CAD 시스템과 설계 관련 데이터의 흐름이 원활하게 이루어져야 한다. 이러한 이유로 자동차의 프레스 금형에서 시간과 노력을 가장 많이 요하는 본네트 부품에 대한 3차원 금형 설계를 특징 형상 기반(Feature-Based)의 Solid Modeler를 이용하여 설계하였다.

본네트의 형상은 자유 곡면, Flange, Hole, Bead 등을 포함하고 있다. 이것은 모델에 따라 조금씩 차이는 있으나 기본적인 기능과 형상은 소성 가공학적인 면에서 크게 차이는 없다. 따라서 금형 설계를 할 때에는 금형의 크고 작음, 프레스의 가공 방향, 그리고 프레스의 사양에 따라 금형이 결정되며, 이것은 표준 금형 설계에서 중요한 요소이다.

Table 2는 기존 11개 종류의 승용차(소, 중, 대형 포함)에 대하여 일체형 그릴 본네트, 그리고 비 일체형 본네트의 드로잉 금형에 대한 금형 크기를 기준으로 3종류로 분류한 것을 나타내고 있다. 본 논문에서는 우선, 금형의 크기 변화가 비교적 용이한 중형 승용차의 본네트를 기준으로 하여 설계에 적용하였다. 또한 금형의 높이는 사용 프레스 따라 변하지만, 여기에서는 1000 mm를 기준으로 하여 적용하였다.

Table 2. Classification of tool size

	소형	중형	대형	비고
길이	2000	3000	4500	높이 1000
넓이	1300	1600	2200	

2.3 금형 구조

본네트의 형상 데이터는 CATIA 시스템을 이용하여 작성된 것을 IGES 파일로 변환하고, 변환된 데이터를 Pro/ENGINEER의 인터페이스(Interface)를 이용하여 Pro/ENGINEER용 형상 데이터로 변환하였다.

다음으로 패어링(Fairing, 조립형상 및 불필요 데이터제거) 작업을 한 후에 모델링 하고, 드로우 금형 설계를 위해 다이 페이스(Die Face) 및 펀치 프로파일(Punch Profile)에 대한 모델링 작업을 실시한다. 여기에서 개념적인 종래의 설계 방식을 탈피해야 하는 것은 2차원 설계 시, 레이 아웃도 설계가 끝나면, 레이아웃도 데이터를 이용하여 드로우 금형을 초급 설계자가 설계하였으나 3차원으로 설계 할 때에는 드로우 금형 설계자가 기존의 레이아웃 설계자가 하던 작업을 수행하여 3차원 모델링을 포함한 작업을 실시하여야 한다. 그 이유는 Fig. 3에 제시되어 있는 것과 같이 공정 계획에 대한 검도와 공정설계도에 대한 검도가 중복이 되고, 공정계획도의 설계 변경에 따른 전 공정의 변경이 필요하기 때문이다. 따라서 드로우 모델에 대

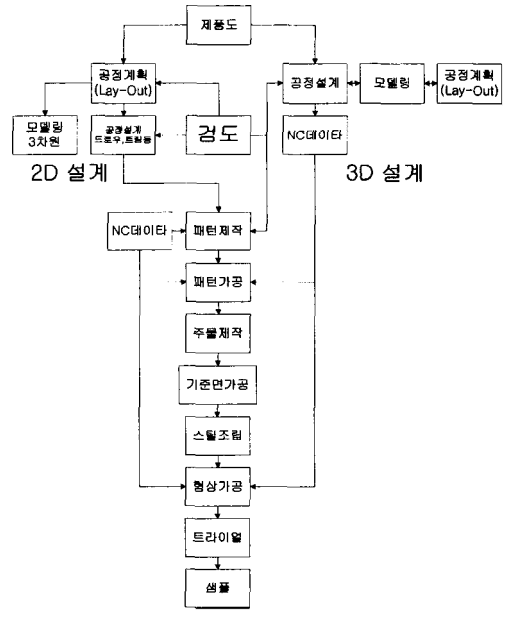

Fig. 3. Tool manufacturing process.

한 각 공정 설계자의 파트 공유(Net Work)로 드로우(공정계획도 작성자) 금형의 수정에 따른, 후 공정의 설계 변경이 자동적으로 이루어져야 한다.

한편, 드로우 공정에서는 파트를 하형, 상형, 블랭크 홀더의 3가지로 나누어 설계한다. 그 외 부품으로는 금형 이동을 위한 행거(Hanger), 상형과 하형의 금형 가이드(Center Heel), 블랭크 홀더와 펀치사이의 가이드(Wear Plate)에 대해서 적용을 하였고, 이 외에도 간단한 몇 가지의 부품들이 있지만, 프레스 사양이나 자동차 업체의 내부 표준에 따라 달라지므로 본 논문에서는 생략하였다.

3. 설 계

3.1 모델링

IGES 파일을 이용한 제품 데이터가 시스템 사이에서 완벽하게 호환되지 않기 때문에 모델링 하는데 어려움이 있으나 본네트는 주 곡면만 형성되면, 다음 모델링은 쉽게 작업할 수 있다. 다이 페이스와 펀치 프로파일의 설계는 현장 기술자의 자문과 기존에 제작했던 참고 도면을 이용하여 설계에 적용하였다.

Fig. 4는 본네트의 펀치 프로파일과 다이 페이스의 관계를 나타내고 있으며, 다이 페이스는 세 개의 반경, 즉, Rd32, Rd30, Rd29와 두 개의 각도를 가지는 직선으로 구성되어 있다. 펀치 프로파일 반경(Radius)은 Rd19, Rd31, Rd3, Rd4, Rd19의 5개로 구성되어 있다.

즉, 각 반경에 대한 연결점을 4개로 구성하여 각 프로 파일의 반경과 각 점의 변경에 따라 드로우 금형의 설계 변수가 결정되도록 하였다.

Fig. 5는 Fig. 4와 같이 각 점과 프로파일 반경을 이용하여 서페이스를 연결하여 본네트의 모델링을 한 것이다. 이 때에 성형하기 위한 제품의 끝 선과 펀치 프로파일의 수직 서페이스를 교차시키고, 다이 페이스의

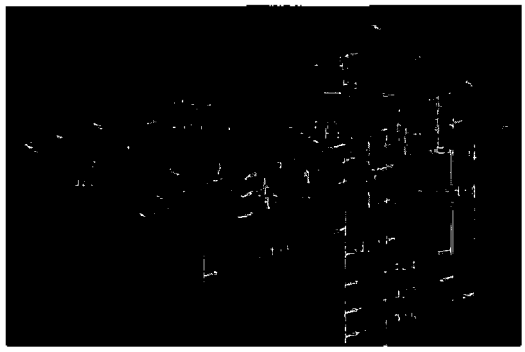

Fig. 4. Punch profile and die face.

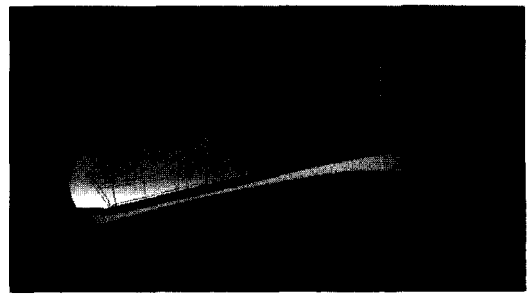

Fig. 5. Modeling of bonnet.

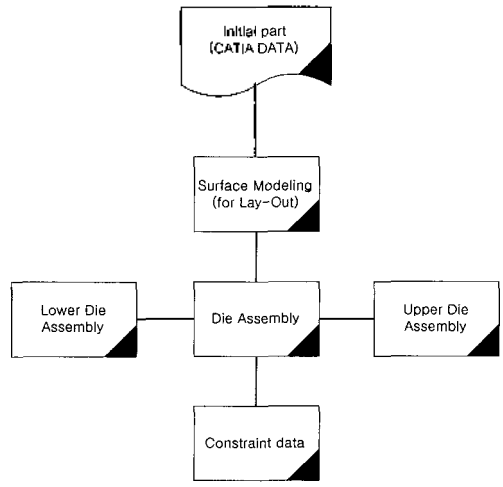

Fig. 6. Tool design configuration.

연장된 서페이스와 교차하도록 모델링 하였다. 트림 공정 설계자는 Fig. 5의 본네트 모델링 데이터를 드로잉 금형 설계자와 공유하여 각각 금형을 설계하도록 구성하였다. 이유는 펀치 프로파일과 다이 페이스의 변화에 따라 트림(Trimming) 공정의 스크랩커터(Scrap Cutter)형상이 변화되기 때문이다.

Fig. 6은 금형 설계에 있어서 모델링 데이터를 이용하여 컴퓨터 상에서 조립을 확인하고, 이에 따른 구속조건을 확인하는 과정을 나타내고 있다. 이 때에 하형 조립과 상형 조립, 그리고 전체 조립을 위한 구속 조건에 따라 파트를 분할하여 설계하고, 조립하도록 구성

Table 3. Tool specification

Material Thickness(Rib)	외곽	내부
	50	40
Hold Down Slot(U-Home)	상형	하형
	8	8
Lifting Lug(Hanger)	상형	하영
	60 4개	Ø60 4개

되어 있다. 즉, 트림 공정 설계자는 드로우 설계자의 모델링 데이터를 공유하면서 각 부품들을 설계하고, 부분 조립을 한 후, 전체가 조립되도록 하였다.

Table 3은 금형 설계 표준과 참고 도면을 이용하여 일반적인 금형의 사양을 정리한 것으로, 금형의 두께, U홈(금형의 Clamp용)의 개수, 그리고 이동 행거에 대한 것을 나타내고 있다. 표에서 나타낸 기준은 드로우에 대한 것으로 다음 공정에 대한 것들은 앞으로 설계와 함께 정리할 예정이다.

3.2 금형 설계

여기에서 자동으로 설계되도록 한 부분은 리브의 자동 배치(이것은 각 자동차 회사의 표준(간격, 두께)으로 규정되어 있다), 경감용 코어(설계자의 재량), 금형 운반용 행거(무게에 따른 규격), 금형 크기(다이 페이스 크기(블랭크사이즈))에 따라 변경되도록 하였으며, 마지막으로 금형 가이드는 다이 페이스의 면적에 따라 변경되도록 설정하였다. 그 외에 관계식으로 정의하지 않은 부분에 대해서는 반자동으로 설정하였으며, 쿠션 배치(프레스 사양에 따라 변경), 형상 높이에 따른 쿠션 스트로크 결정, NC 가공용 위치 홀, 프레스 세팅용 키 홈, 게이지, 리프터 블록 또는 이젝터 장치 등에 대해서는 직접 설계하였다.

3차원으로 서페이스 모델링한 다이 페이스, 펀치 프로파일을 이용하여 드로잉 금형을 설계할 때, 금형의 중심점에서 하형 금형의 밑면까지 거리는 600 mm, 그리고 상형 금형의 밑면까지는 400 mm로 하였다. 즉, 각각 기준면을 만들어 솔리드로부터 서페이스까지 프로트루젼(Protrusion)시켰고, 그 다음에 슬롯(Slot)으로 파내는 방법을 사용하였다.

```
/* blank holder front side core relation
D529=45
D527=45
D542=45
D526=90
D530=50
D531=50
D532=50
D533=50
D534=90
D535=45
D536=45
D543=45
D538=50
D539=50
D540=50
D541=50
/* blank holder front side rib relation
D399=D4/4
D403=D4/2
D408=D4*0.75
D402=D3/4
D410=D3/2
D411=D3/4
```

Fig. 7. Core relations.

Fig. 7은 블랭크 홀더의 Front측 리브와 리브 코어의 규정된 관계식의 예를 보여주고 있다. 여기서 외곽의 보강 리브와 경감용 코어(Core)는 다이 페이스면 리브와 보강 리브 사이의 각 치수, 그리고 위치에 대한 관계를 정의하였다.

즉 직선 구간에서 리브와 리브 사이의 거리가 200~300 mm 사이가 되면 리브를 새로이 추가하도록 하였으며, 그 미만이 되면 삭제하도록 하였다. 그러나 스플라인(Spline) 곡면이 이어진 곳(IGES 파일을 변환하면서 발생)은 제품 선에서 옵셋한 곡면 데이터의 불연속점이 많아 다시 설계하여 적용하였다. 또한 경감용 코어는 3면에서 일정하게 45 mm 옵셋(Offset)하고, 밑면에서는 90 mm 옵셋하여 필렛(Fillet) 반경 50 mm로 규격화하였다.

Fig. 8은 상형의 금형을 나타내고 있으며, 재료와 재료 사이는 보강하는 면으로 모따기와 라운딩을 하는데

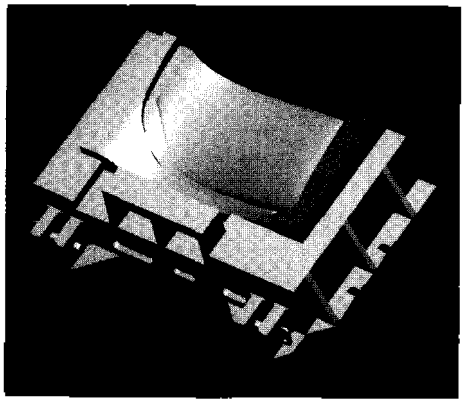

Fig. 8. Upper tool.

Fig. 9. Lower tool.

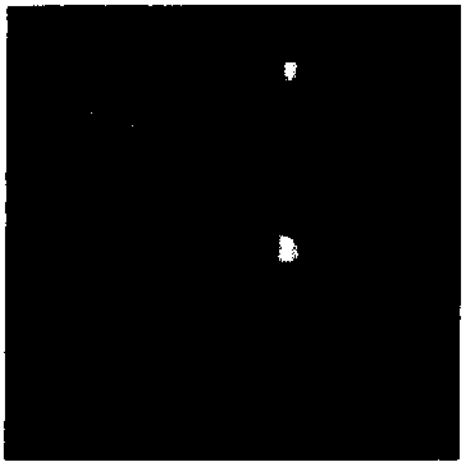

Fig. 10. Bonnet tool assembly.

수 작업이 너무 많아서 생략하였다. 또한 좌우 측면의 보강 리브와 앞부분의 코어는 관계식으로 Fig. 7과 같은 방법으로 처리하였다.

Fig. 9는 하형의 금형을 나타내고 있으며, 블랭크 홀더와 조립되어 있다. 현재는 쿠션 행정만큼 블랭크 홀더가 이동되어 있는 상태를 나타내고 있다. 좌우 와곽 측면은 관계식 프로 프로그램이 적용된 상태이고, 블랭크 홀너의 리브, 코어 역시 관계식 프로 프로그램을 적용하였다.

Fig. 10은 본네트 금형이 조립된 상태로 프레스(Press) 최대 상사 점에 위치하고 있는 것을 나타내고 있다. 이 때 작동 상태를 체크하여 간섭되는 부분을 알 수 있다. 2차원 설계에서는 리브, 행거, 클램프 등의 안전에 대한 설계의 시각과, 중량 계산의 곤란 때문에 과도하게 적용되었으나, 3차원 설계 시에는 재질의 물성치를 이용하여 정확한 중량과, 면적을 얻어 적용할 수 있다.

3.3 설계 문제점

금형 설계에 있어서 가장 문제가 되고 있는 것은 2차원 설계보다 3차원 설계에 요하는 시간이 Fig. 11에 나타낸 것과 같이 레이 아웃도는 3.5배, 드로우 금형은 6배정도 소요된다.

여기에서 2차원 설계에는 검도 시간이 포함된 2차원 CAD에 의한 금형 설계 경력이 6년인 사람을 기준으로 하였으며, 3차원 설계에는 2차원 CAD에 의한 금형 설계 경력이 6년이고, Pro/ENGINEER에 의한 금형 설계 경력이 2년인 설계자를 기준으로 하였다. 이것은 생산 현장에서 설계에의 기술적인 투자를 저해하는 가장 큰 요인이기도 하다. 또한 Table 4와 같은 문제점도 커

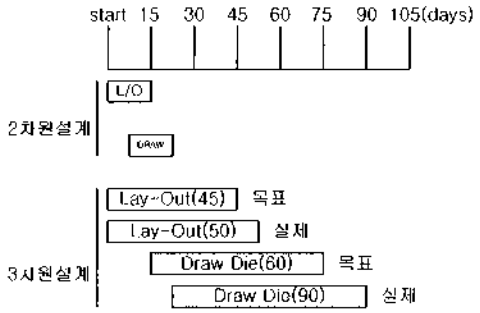

Fig. 11. Bonnet tool design process.

Table 4. Problems of tool process

Process	Problems
Lay-Out	-소프트웨어를 어떻게 사용하고 적용할지를 모른다. 결과적으로 모델링과 정이 늦어진다. -CATIA 데이터의 엔티티를 지원하지 않기 때문에 수정 및 정확도가 떨어진다. -소프트웨어 속도가 느리다.
Draw	-파라메트릭 금형설계에 대한 개념이 부족하다. -솔리드로 설계하면 복잡하다. -알 수 없는 에러가 많다.

다란 저해 요인이다. 그러나 크기와 형상이 비슷한 항목에 대해서는 아주 짧은 시간에 검증된 표준 금형에 설계 변수 관계식을 이용하여 설계할 수 있다.

4. 결 론

설계 시간의 단축을 위해서는 무엇보다도 각 항목에 대한 표준 금형을 데이터 베이스로 구축하고, 설계 시에 그 금형에 가장 적합한 금형을 선택하여 편집과 수정을 하면서 빠르고 불량이 없도록 설계하는 것이다. 그리고 표준 금형에는 각 설계 변수에 대한 관계식을 프로그래밍 하여 금형 크기의 변경과 프레스 조건에 따른 최소한의 변수 수정 작업만으로 신속한 설계가 이루어지도록 하는 것이다. 그러나 현재에는 규정되지 않은 변수가 있으므로 설계 시간을 정확하게 측정하기는 곤란하지만, 드로잉 금형 설계에 대한 완성도는 약 80%를 목표로 하고 있으며, 나머지 20%(비드 조정, 쿠션 스트로크 조정, 프레스의 특별조건 등)에 대해서는 설계자에 의한 반자동 설계가 이루어져야 한다. 본 연구에서 진행된 금형 설계의 완성도는 약 45% 정도이다. 여기에서는 설계 시간을 기준으로 하였기 때문에 설계자의 숙련도에 따라 오차가 있을 수 있다. 향후 과제로는 사용되는 부품, 그리고 프레스 조건 등에 유연하게 적용할 수 있는 설계 변수 관계식을 정립하여 설

계의 완성도를 높일 예정이다. 본 연구를 통하여 얻어진 결론은 다음과 같다.

1) 빠른 설계를 위해서는 각 부품의 각 공정에 해당하는 3차원 표준 금형 모델을 이용하고, 검증된 공정도에 설계 변수의 관계식을 적용하면 설계를 신속하게 할 수 있다.

2) 3차원으로 금형 설계를 하려면, 모델링, 공정 계획 도, 드로우 금형 설계를 한 명의 설계자가 하여야 일관된 설계가 가능하여 신속하고 정확한 금형 설계가 가능하다.

참고문헌

1. Keeler, S. P., "*Sheet metal stamping technology need for fundamental understanding in D. P. Koistinen(ed),*" Mechanics of Sheet Metal Forming, Plenum, New York, pp. 3-18, 1977.
2. 정효상, 이성수, "Front Fender LH/RH 일체 금형설계 및 제작에 관한 연구," 한국정밀공학회지, 제16권 제12호, pp. 24-30, 1999.
3. Mantripragada, R., Kinzel, G. and Altan, T., "A computer aided engineering system for feature based design of box-type sheet metal parts", *Journal of Material Processing Technology*, Vol. 57, pp. 241-248, 1996.
4. Kim, H. K. and Altan, T., "Computer-aid part processing-sequence design in cold forging," *Journal of Material Processing Technology*, Vol. 33, pp. 57-74, 1992.
5. Schubert, P. B., "*Die Methods book Two,*" Industrial Press INC., New York, pp. 146-164, 1967.
6. "*Pro/Engineer Training Guide for Release20,*" Parametric Technology Corporation, 1998.
7. 현재자동차 생산 기술센터, "3차원 금형 설계를 통한 Digital Mock-Up 구현," 2nd PTC User Conference, 1999.

정 효 상

1989년 건국대학교 기계공학과 학사
1991년 건국대학교 기계설계학과 석사
1998년~현재 건국대학교 가계설계학과 박사 과정
2001년~현재 경기공업대학 교수
관심분야:CAD/CAM, 금형설계

이 성 수

1981년 한양대학교 정밀기계공학과 졸업
1987년 일본 NAGOYA(名古屋)대학 대학원 (기계공학과) 공학석사
1991년 일본 OSAKA(大阪)府立대학 대학원(기계공학과) 공학박사
1991년~1993년 삼성전자 정보통신 종합연구소(CAD팀) 수석연구원
1995년~현재 건국대학교 공과대학 기계항공공학부 부교수
관심분야: 설계검증시스템, CAD데이터의 활용 및 이용, CAD/CAM, 기계시스템의 지능화, 설계 지원 S/W의 연구