

# 자동차 모터 프레임 금형에서 블랭크 설계 자동화 시스템의 적용

박동환\*(부산대 대학원), 박상봉(동의공업대 금형설계과), 강성수(부산대 기계공학부)

## Application of Computer Aided Blank Design System for Motor Frame Die, Automobile

D.H. Park(Grad. Sch., PNU), S.B. Park(Die&Mould Design Dept., DIT), S.S. Kang(Mech. Eng. Sch., PNU)

### ABSTRACT

The accumulated know-how and trial-and-error procedures are known as the best ways to determine blank shape and dimensions. One of the most important steps to determine the blank shape and dimensions in deep drawing process is to calculate the surface area of the product. In general, the surface area of products is calculated by mathematical or 3-D modeling methods. A blank design system is constructed for elliptical deep drawing products to recognize the geometry of the product in the long side and short side by drafting in another two layers on AutoCAD software. This system consists of input geometry recognition module, 3-D modeling module and blank design module, respectively. Blank dimension of three types is determined by the same area, which was acquired in 3-D modeling module. The suitability of this system is verified by applying to a real deep drawing product.

**Key Words** : Blank Design (블랭크 설계), Deep Drawing (디프 드로잉), 3-D Modeling (3차원 모델링)

### 1. 서론

자동차 및 가전산업에서 금형제작 기술은 전체 제품 개발의 40~50%의 비중을 차지하며, 제품의 외관과 품질 및 신제품 개발 주기에 결정적인 영향을 미치는 중요한 부분이다. 따라서, 우리나라 제조업의 주력산업인 자동차 및 가전산업의 대외 경쟁력 확보를 위해서는 금형산업의 활성화 및 기반기술 개발 그리고 총합적인 시스템 자동화에 관한 연구가 시급한 과제이다.

컴퓨터의 출현으로 자동화 혹은 지능화된 공정설계는 주로 절삭가공에 적용되어 왔지만, 디프 드로잉 공정설계 및 금형설계에도 최근 시도되고 있다. 특히, 금형 제작과정에서 많은 시간과 인력을 필요로 하는 공정설계, 금형설계에 있어서 컴퓨터의 정확하고 신속한 처리로 설계 시간 단축을 통한 생산성 향상이 기대되고 있다.

개발된 시스템은 판재성형에 대한 약간의 지식만 있어도 전문가가 설계한 내용과 거의 동일한 결과를 얻을 수 있도록 하고, 나아가서는 초기 단계에서 개

발된 시스템의 결과를 참고로 하여 공정 내용을 파악함으로써 제품의 개발을 쉽게 할 수 있도록 하여 설계 시간의 단축과, 시행 착오를 줄이며 결함없는 제품의 설계에 상호보완적으로 적용할 수 있게 하는데 목적이 있다. 일반 생산현장에서는 금형제작 시 숙련된 기술자의 경험이나 기존의 작업 방식에 근거하여 설계하고, 시행착오를 통하여 제품을 완성한다. 그러므로, 생산비용도 증가하고 납기단축에 대한 대응이 어려운 실정이다. 그런데, 최근 컴퓨터의 발전과 더불어 신속한 금형 제작, 고품질, 저비용을 위한 자동화에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

따라서 본 연구에서는 타원형 디프 드로잉 제품에서 제품의 표면적을 계산하여 블랭크의 크기와 형상을 설계하기 위한 블랭크 설계 자동화 시스템을 구축하였다.

### 2. 시스템의 구성

일반적으로 제품을 전개할 때 최초 판 두께가 변하지 않는다는 가정에서 표면적 일정조건을 만족해

야 한다. 즉 제품의 표면적과 블랭크의 표면적은 같도록 설계한다.

## 2.1 시스템의 구성 및 특징

개발된 시스템은 AutoCAD가 지원하는 파일 형식으로 된 입력파일을 받아들여, AutoCAD가 지원하는 파일 형식으로 출력할 수 있도록 AutoLISP 언어로 개발하였다. 시스템은 수정과 확장의 편이를 위해 모듈화(modularity) 하였으며, Fig. 1은 시스템의 구성을 나타낸다.

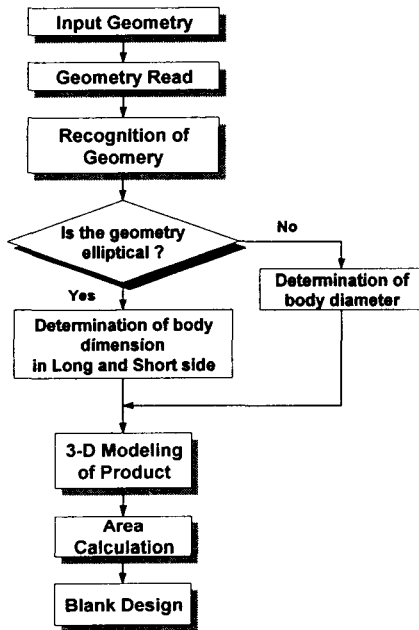


Fig. 1 Procedure of blank design system for elliptical deep drawing

### 2.1.1 입력형상 모듈

시스템의 입력은 AutoCAD 상의 실제도면으로 한다. 입력 모듈은 입력된 도면을 자동 인식하여 도면 데이터를 시스템에서 취급이 용이한 데이터 형태로 변환한다. 제품이 축대칭의 원통형 제품인 경우에 AutoCAD 상에서 1개의 레이어(layer)를 입력하고, 형상을 자동 인식하였다. 또한, 비축대칭의 타원형 제품인 경우에 기하학적으로 2축 대칭을 나타내므로 AutoCAD 상에서 2개의 레이어(layer)에 장변과 단변을 각각 입력하고, 형상을 자동 인식하여 얻어진 데이터를 이용하였다.

### 2.1.2 3차원 모델링 모듈

디프 드로잉 공정에서 블랭크 설계 시 표면적일 정조건에 근거하여 직경을 결정한다. 축대칭 원통

제품에 대한 표면적 계산은 간단한 형상인 경우에 수학적 계산 방법을 이용하고, 복잡한 형상인 경우는 작도법을 이용하기도 한다. 하지만, 비축대칭 제품의 경우는 이런 구체적인 방법이 없기 때문에 면적 계산이 가능한 요소로 분리하여 근사적인 계산을 할 수밖에 없다.

그러므로, 이런 문제를 해결하기 위해서 3차원 모델링을 이용하였다. 두께 변화를 무시하고, 제품 형상을 받아들인 리스트를 두께의 중립 면으로 3차원 모델링 하여 AutoCAD에서 직접 표면적을 계산할 수 있는 기능을 이용하였다.

### 2.1.3 블랭크 설계 모듈

본 시스템에 적용된 블랭크는 기존의 생산현장에서 오랜 기간 기술축적에 의해 결정된 타원형상의 블랭크와 문헌조사를 통해 제시된 2가지 블랭크를 설계한다. 블랭크의 종류는 시스템의 사용자가 시스템 구동 시에 대화식으로 선택하여 결정한다. 그리고, 블랭크의 크기는 3차원 모델링 모듈에서 구한 표면적을 적용하여 결정하고, 직경을 공정설계의 변수로 사용하였다.

## 2.2 블랭크 설계 규칙

본 연구에서는 축대칭의 원통형 디프 드로잉 가공기술을 기본으로 하여 소성이론, 관련논문, 보고서 등의 지식을 정식화하여 시스템의 규칙베이스를 구성하였다. 블랭크 설계 자동화 시스템에 관한 규칙베이스는 관련논문과 보고서 등에 제시된 규칙을 이용하였고, 새롭게 추가된 중요 규칙들은 다음과 같다.

(규칙 1) 축대칭은 원통형 디프 드로잉 공정이고,

비축대칭은 타원형 디프 드로잉 공정으로 정의한다.

(규칙 2) 장변은 원형, 단변은 직선인 몸통을 타원형으로 정의한다.

(규칙 3) 제품의 표면적은 제품을 두께의 중립 면(축)을 기준으로 3차원 모델링 하여 계산한다.

(규칙 4) 표면적 계산 시 블랭크 설계를 위한 트리밍 여유를 적용한다.

(규칙 5) 블랭크는 표면적 일정조건을 만족해야 한다. 그러므로, 제품의 표면적으로부터 블랭크의 표면적을 등가 전개하여 블랭크의 형상과 크기를 설계한다.

## 3. 시스템의 적용 및 고찰

본 시스템은 체적일정조건에서 두께의 변화를 무시하고, 제품 두께의 중립 면으로 3차원 모델링하여 표면적을 계산하고, 이 표면적을 등가 전개하여 블랭크를 설계할 수 있도록 구축하였다. 적용된 비축

대칭의 타원형 제품은 자동차용 모터 프레임으로 디프 드로잉 공정 이후 피어싱, 트리밍 등의 후가공을 거친다. 본 연구에서는 디프 드로잉 마지막 공정을 최종 형상으로 적용하였다.

Fig. 2는 축대칭 원통형 디프 드로잉 제품의 3차원 모델링을 나타낸다. 제품의 표면적은 수학적 계산에 의한 방법과 3차원 모델링에 의한 방법으로 계산하면 11,496.0mm<sup>2</sup>로 된다. 원통형 디프 드로잉 제품은 블랭크 형상이 원형이므로 블랭크 직경 D는 다음과 같이 계산한다.

$$D = 1.13 \sqrt{\text{표면적}} \quad (1)$$

Fig. 3은 원통형 디프 드로잉 제품에서 블랭크 설계의 시스템 결과를 나타낸다.

Fig. 4는 비축대칭 타원형 제품의 3차원 모델링을 나타낸다. 제품의 표면적은 9,908.05mm<sup>2</sup>로 계산된다. 비축대칭 타원형 제품의 불연속부에서 정확한 표면적 계산이 불가능하므로 3차원 모델링에 의한 방법으로 비축대칭 제품의 표면적을 계산할 수 있었고, 실제 제품에 적용하여 시스템에 반영하였다.

Fig. 5는 사각통을 기본으로 한 블랭크를 나타낸다. 이것은 타원형 디프 드로잉 제품의 몸통부를 단면적에 의한 사각통으로 증가하고 사각통으로부터 블랭크를 전개한다.

Fig. 6은 기존방식의 블랭크 형상을 나타낸다. 기존방식의 블랭크 형상은 수작업으로 간이로 제작해서 후공정 드로잉 시험 후에 블랭크 수정을 반복하여 최종 결정하여 전개한다.

Fig. 7은 타원형을 기본으로 한 블랭크를 나타낸다. 이것은 타원형 디프 드로잉 제품의 몸통부를 단면적에 의한 가상 타원 형상으로 증가하고 블랭크를 전개한다.

Fig. 8은 타원형 디프 드로잉 제품의 3가지 블랭크 형상을 나타낸다. (a)는 사각통을 기본으로 한 블랭크, (b)는 기존방식의 블랭크, (c)는 타원형을 기본으로 한 블랭크 형상을 나타낸다. 이와 같이 3가지의 블랭크 형상에서 (a)는 단변부에 직선 부위가 있으므로 디프 드로잉 후 제품에서 단변부 중심에 노치가 발생된다. 이것은 단변부 재료 유동이 원활하지 못하여 단변부의 측벽두께 감소가 심하게 나타나는데, 향후 블랭크 형상의 조정이 필요하다. (b), (c)는 블랭크 검증결과 양호한 제품을 얻을 수 있었다. 이상과 같이 3차원 모델링에 의해 제품의 표면적을 계산하여 증가의 블랭크 설계 시스템을 구축하여, 실제 제품에 적용하여 시스템에 반영하였기 때문에 복잡한 형상의 비축대칭 타원형 제품에 적용이 가능할 것으로 기대된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 축대칭 디프 드로잉 공정에 제한되어 있던 블랭크 설계 자동화를 비축대칭 제품으로 확대 적용하였다. 축대칭의 원통형 제품과 비축대칭의 타원형 디프 드로잉 제품을 실 예로 들어 블랭크 설계를 실시하여 검증하였다. 비축대칭 형상의 특징상 문제가 되었던 3차원 모델링 방법에 의해 표면적을 계산하였고, 이를 표면적 일정조건에 의한 블랭크 설계 시에 증가하여 블랭크를 설계하였다.

개발된 시스템은 비축대칭의 제품까지 그 응용범위가 넓고, 또한 표면적 계산이 정확하며, 타원형 제품의 블랭크 설계가 가능하여 금형 설계 시 납기대응과 원가절감이 기대된다.

#### 참고문헌

1. 박상봉, 최 영, 김병민, 최재찬, 김보환, "축대칭 디프 드로잉 제품의 공정설계 시스템에 관한 연구 (I)," 한국소성가공학회지, 제5권, 제1호, pp. 27-36, 1996.
2. 김종엽, 김낙수, 허만성, "롤백방법을 이용한 박판 성형공정에서의 블랭크 설계," 한국소성가공학회지, 제8권, 제5호, pp. 454-464, 1999.
3. 太田 哲, "프레스 絞り加工 工程設計," 日刊工業新聞社, pp. 157-167, 1972.
4. Edward M. Mielnik, "Metalworking science and engineering," McGraw-Hill, New York, pp. 779-871, 1991.
5. S. B. Park, Y. Choi, B. M. Kim, J. C. Choi, "A CAD/CAM system for deep drawing dies in a simple-action press," J. Mat. Proc. Tech., Vol. 87, pp. 258-265, 1999.

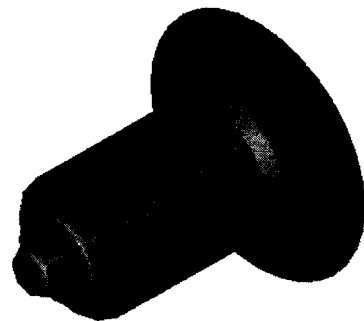


Fig. 2 3-D modeling for cylindrical cup

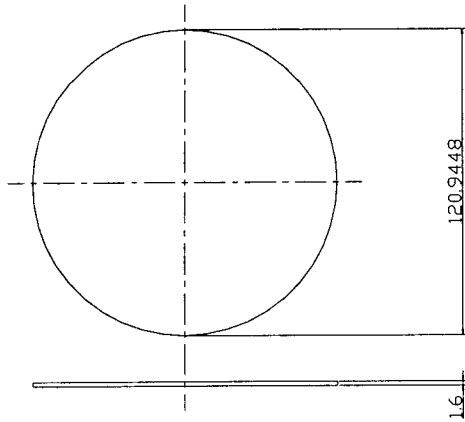


Fig. 3 Blank size for cylindrical deep drawing

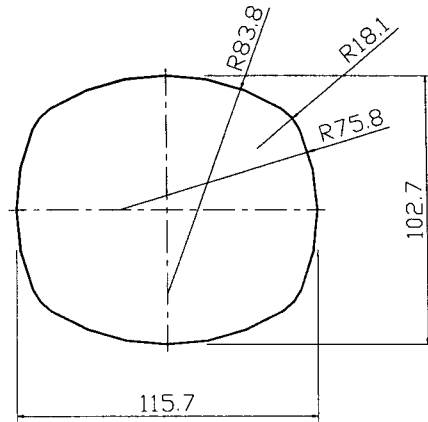


Fig. 6 Blank shape designed by the trial-and-error

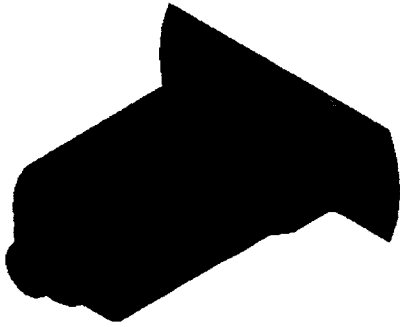


Fig. 4 3-D modeling for elliptical cup

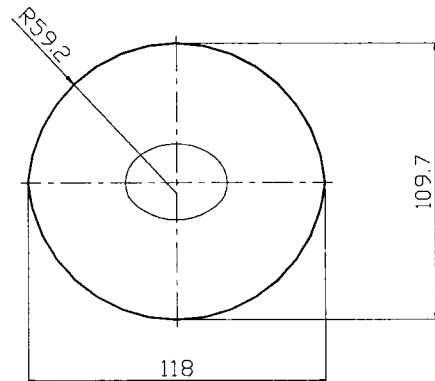


Fig. 7 Blank shape based on elliptical cross section

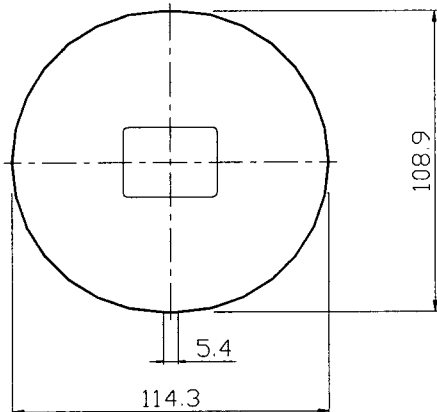


Fig. 5 Blank shape based on rectangular cross section

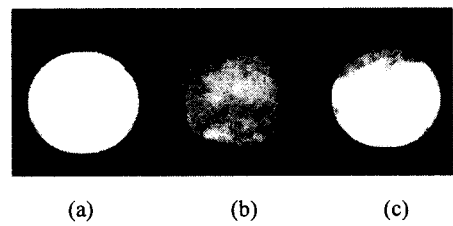


Fig. 8 Blank shapes of three types