

본 연구는 부산대학교 정밀정형 및 금형가공 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구 센터 지원금에 의한 것입니다.

## 불규칙형상의 박판제품에 관한 블랭킹 및 피어싱용 통합적 CAD시스템

최재찬\* , 김병민\* , 김철\* , 윤지훈\*\*

### An integrated CAD system for blanking or piercing of irregular-shaped sheet metal products

J.C. Choi\* , B.M. Kim\* , C. Kim\* , J.H. Yoon\*\*

#### ABSTRACT

This paper describes a research work of developing a computer-aided design of blanking and piercing for irregular-shaped sheet metal products. An approach to the development of compact and practical CAD system is based on the knowledge-based rules. Knowledge for the CAD system is formulated from plasticity theories, experimental results and the empirical knowledge of field experts. The system has been written in AutoLISP on the AutoCAD with a personal computer. Based on knowledge-based rules, the system, STRT-DES, is designed by considering several factors, such as complexities of blank geometry and punch profile, availability of press equipment and standard parts, utilization ratio which minimizes the scrap in a single or a pairwise operation, bridge width, grain orientation and design requirements which maximize the strength of the part when subsequent bending is involved. This system checks a forming feasibility with both internal and external features, a dimension of blanked hole, and a corner and a fillet radius for irregularly shaped sheet metal products. Therefore this system can carry out a die design for each process which is obtained from results of an automated blank layout drawing with a best utilization ratio for irregular shape of product that was successful in production feasibility check module and those of an automated strip layout drawing and generate part drawings and the assembly drawing of die set in graphic forms.

**Key Words** : Blanking & Piercing(블랭킹/피어싱), Knowledge Based Rules(지식 베이스규칙) Blank layout(블랭크레이아웃), Strip layout(스트립레이아웃), Die layout(다이레이아웃), Production Feasibility Area of Internal Feature (내부 형상의 가공가능영역)

\* 부산대학교 정밀정형 및 금형가공연구센터  
 \*\* 부산대학교 정밀기계공학과 대학원

## 1. 서 론

최근 산업의 소형화, 경량화 및 고속화의 경향에 따라 각종 금형설계의 표준화가 절실히 요구되고 있다. 특히 변치와 다이를 이용하여 판재로부터 원하는 형상의 부품을 생산하는 전단가공은 부품의 호환성 및 정밀도 측면에서 더욱 이러한 표준화가 요구되고 있다. 그런데 블랭킹 또는 피어싱과 같은 전단 가공의 블랭크레이아웃, 스트립레이아웃, 다이레이아웃은 대부분 숙련된 기술자의 경험과 직관적 판단에 의해 수행되어왔다. 이러한 숙련된 기술자의 경험을 정식화하여 컴퓨터를 이용한 설계 자동화에 관한 연구가 보고 되고 있다.<sup>(1-9)</sup> 1971년에 Shaffer<sup>(1)</sup>가 Progressive Die Design by Computer(PDDC) system을 개발했으며 뒤에 Fogg와 Jaimson<sup>(2)</sup>은 다이레이아웃에 영향을 미치는 여러 가지 요소들을 고려하여 더 개선된 PDDC system을 개발했다. 그러나 이 시스템의 단점은 반자동이고 긴 공정시간이 소요되는 것이다. Shibata 와 Kunitomo<sup>(3)</sup>는 블랭크레이아웃과 다이레이아웃의 화면출력을 목적으로하는 CAD/CAM 시스템을 개발하였고, Nakahara<sup>(4)</sup> 등은 프로그레시브 다이레이아웃을 위한 시스템을 도입하였다. 이 시스템 역시 스트립레이아웃과 다이레이아웃이 설계자에 의해서 행해지는 반자동적인 요소를 극복하지 못하였다.

본연구에서는 불규칙형상 박판제품에 대하여 내부 형상들 사이의 최소 거리, 피어싱될 구멍의 치수, 제품의 코너 반경 및 필렛 반경에 대한 성형 가능성을 검사하는 가공가능성검사모듈, 재료이용률을 최대로 하는 블랭크레이아웃모듈, 측방력으로 인한 다이면압을 견딜수 있는 각형상별 다이블랭크의 외경을 고려하여 공정순서를 결정하는 스트립레이아웃모듈, 스테이터와 로터에 한하여 자동화된 금형설계가 이루어지는 한계를 벗어나 임의의 형상을 가진 불규칙형상 박판제품에 대하여 스트립레이아웃모듈에서 결정된 공정순서에 따라 금형설계가 자동적으로 이루어지는 다이레이아웃모듈, 다이레이아웃모듈에서 수행된 다이레이아웃에 대한 금형의 부품도 및 총조립도를 도면으로 출력하는 도면편집모듈로 구성된 통합적인 CAD시스템을 개발하고자 한다.<sup>(5-9)</sup>

## 2. 시스템의 구성

본 시스템은 입력 및 형상처리모듈, 가공가능성검사모듈, 블랭크레이아웃모듈, 스트립레이아웃모듈, 다이레이

아웃모듈, 도면편집모듈로 나뉘어져있다. 시스템의 구성을 Fig. 1에 나타내었다.

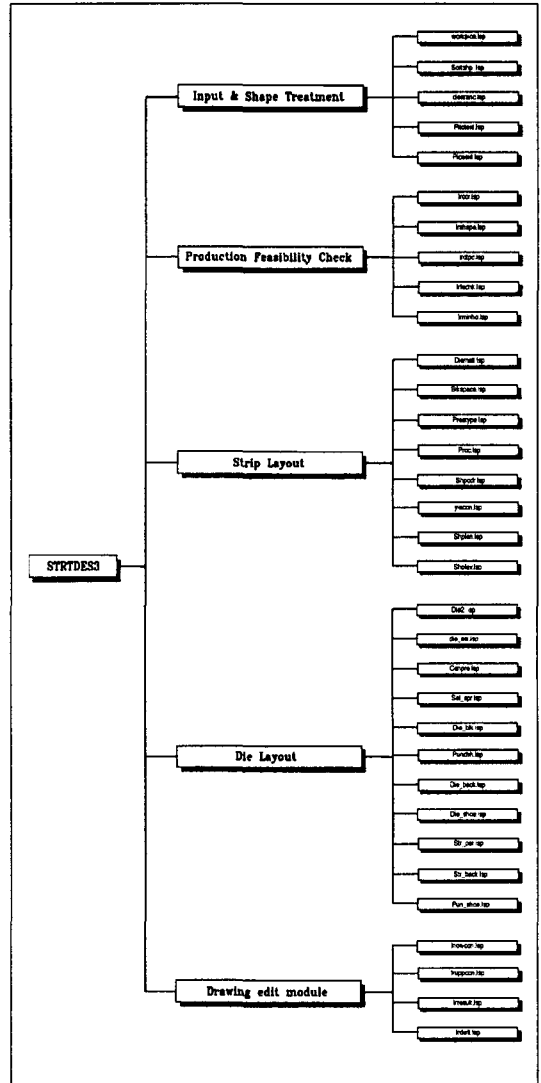


Fig. 1 System configuration

그리고 시스템은 하나의 환경에서 수행되며 각 모듈들이 규칙 베이스와 데이터 베이스를 공유하므로 수행중 시스템을 중단하지 않고서 모든 과정을 수행할 수 있는 장점이 있다. 또한 시스템의 진행방식은 선택의 다양성을 위하여 대화식을 이용하였다.

불규칙형상 박판제품의 데이터 및 제품도면을 Auto-

CAD상에 입력시키면 본 시스템은 그 도면을 자동적으로 인식시키고 입력된 데이터를 가공가능성검사모듈에 전달한다. 가공가능성검사모듈에서는 제품의 성형가능성을 검사한 후에 성형이 가능한 데이터를 블랭크레이아웃모듈에 전달한다. 가공가능한 데이터를 받은 블랭크레이아웃모듈에서는 재료이용률을 최대로 하는 블랭크의 배열을 정한 후에 그 결과를 스트립레이아웃모듈에 전달한다. 스트립레이아웃모듈에서는 최대의 재료이용률을 가진 블랭크레이아웃의 정보를 가지고 스트립레이아웃을 수행한 후, 그 결과들을 다이레이아웃모듈에 전달한다. 그리하여 다이레이아웃모듈에서는 결정된 스트립레이아웃에 대한 자동화된 다이레이아웃을 수행한다. 본 시스템을 구성하는 각 모듈들의 기능적인 설명은 아래에서 자세히 다루고자 한다.

### 2-1 입력 및 형상처리모듈(input and shape treatment module)

이 모듈은 입력모듈과 형상처리모듈로 구성되어 있다. 입력모듈에서는 소재의 종류, 두께, 폭, 열처리 조건 등이 입력되어지면 소재의 기계적 성질에 관한 정보를 데이터베이스로부터 자동적으로 읽어 들인다. 형상처리 모듈에서는 제품의 형상을 사용자가 AutoCAD도면으로 직접 입력시키거나 혹은 도면화된 파일을 스크린 상에 나타낼 때 설계를 용이하게 하기 위하여 제품의 형상데이터를 수치데이터로 변환시켜 저장하고 변환된 수치데이터들을 시스템의 각 모듈들에서 데이터로 사용한다.

### 2-2 가공가능성검사모듈(production feasibility check module)

가공가능성검사모듈은 형상처리모듈에서 얻은 블랭크의 정보를 가지고 성형가능성을 검사하는 모듈로써, 블랭킹이나 피어싱으로 블랭크 윤곽을 성형할 경우에 가공가능한 기하학적 영역을 제시한다. 내부형상들 사이의 최소거리, 피어싱될 구멍의 치수, 제품의 코너반경 및 필렛 반경에 대한 성형 가능성을 검사하여 내부 형상간의 최소거리를 계산하여 나타낸 가공 가능한 영역을 벗어난 부분은 가공 가능한 영역으로, 피어싱될 구멍의 치수, 제품의 코너반경 및 필렛 반경의 치수들 가운데 가공 불가능한 치수는 가공 가능한 치수로 재설계를 수행한다.

### 2-3 블랭크레이아웃모듈(blank layout module)

블랭크레이아웃모듈은 스트립의 가장자리와 제품의 가장자리 사이의 틈새 및 ,굽힘이 일어나는 부분의 강도를 강화시키기 위한 스트립의 압연방향을 고려한 후, 재료이용률을 최대로 하기 위하여 블랭크들을 스트립에 배열하는 방법을 정하는 모듈이다.

### 2-4 스트립레이아웃모듈(strip layout module)

스트립레이아웃모듈은 가공가능성검사모듈에서 합격한 제품형상으로 창출된 최대의 이용률을 가진 블랭크레이아웃에 대하여 측방력에 의한 각 형상별 다이면압을 견딜 수 있는 다이블랭크의 외경을 고려하여 공정순서를 결정하는 모듈이다. 이 모듈에서는 각 공정간의 블랭킹 하중에 의해 발생하는 측방력에 견딜 수 있는 각 형상의 다이블랭크 외경을 계산한 후, 연속되는 각 공정별 다이블랭크 외경들이 간섭을 일으키면, 다이블록, 스트리퍼플레이트, 펀치홀더 등의 파손을 방지하기 위해 아이들 공정을 둔다.

### 2-5 다이레이아웃모듈(die layout module)

다이레이아웃모듈은 스트립레이아웃모듈에서 얻은 공정에 대한 플레이트 상의 공구배치 정보를 이용하여 설계규칙을 만족하는 금형 구조와 부품들을 자동적으로 설계한다. 블랭크 형상의 복잡성, 연간 생산수량, 공정 수, 블랭크의 재질, 블랭크의 크기 등을 고려하여 다이 및 스트리퍼 플레이트의 형태를 결정한다. 이에 대한 흐름도를 Fig. 2에 나타내었으며, 이 모듈에서는 다이면압을 고려한 다이블랭크의 외경에 의한 다이블록의 크기, 다이와 펀치사이의 틈새로 인한 기하학적인 형상, 펀치의 좌굴 여부, 힘의 균형을 위한 하중의 중심점, 스트리핑력에 의한 스프링의 수와 배열, 체결 볼트의 수와 배열을 결정한다. 또한 형상을 자동적으로 보상하기 위하여 스트립 레이아웃의 각 단계별로 블랭크 형상에 근거한 다이부시와 펀치들의 기하학적 형상의 치수를 계산하며, '다이레이아웃면적' 값에 근거하여 다이 및 스트리퍼 플레이트의 두께, 가이드 포스트의 직경, 작동 길이, 다이세트의 폭은 데이터베이스로부터 얻은 정보를 이용하여 계산 및 결정한다.

### 2-6 도면편집모듈(drawing edit module)

도면편집모듈에서는 다이레이아웃모듈로 부터 데이터를 받아 AutoCAD상에 금형의 각 부품도 및 상부와 하부 다이조립도를 보여준다.

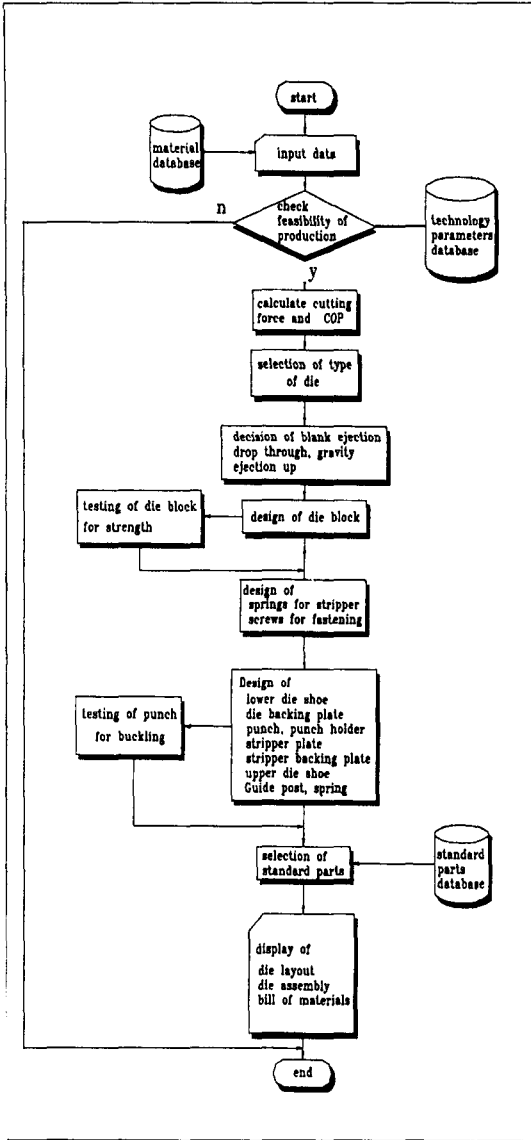


Fig. 2 Structure of the die layout module

3. 시스템의 규칙과 데이터베이스

본 시스템에서는 블랭킹의 공정변수, 블랭크레이아웃, 스트립레이아웃, 다이레이아웃에 대한 전문기술지식을 생성역학이론, 축적되어온 연구결과 및 생산현장전문가의 경험적 지식에서 추출하여 일반적이고 모순이 없는 사항에 대하여 규칙과 데이터베이스를 구축하였다. 본시스

템에서 규칙은 의사결정에 기초한 "IF(conditions) THEN(actions)" 형태의 생성규칙을 사용하였으며, 조건부의 정보에 따라서 결과부의 정보를 계산하며 결과부의 출력 정보는 다음 조건부의 입력 정보가 된다. 여기에 제시된 규칙 및 데이터베이스는 경험적인 설계지침들과 노하우를 체계화하여 정량화시켰으며 정량화된 데이터는 시스템 내의 추가적인 구축을 용이하게 할 수 있다.

4. 시스템의 적용 및 결과

본 연구에서는 개발된 블랭킹 및 피어싱용 통합적 CAD시스템에 불규칙형상 박판제품을 입력시켜 시스템의 각 모듈에서 수행되어 출력된 결과들에 대하여 고찰하고자 한다.

4.1 입력 및 형상처리모듈에 적용

사용자가 Table 1과 같이 AutoCAD상에 Fig. 3과 같은 불규칙형상 박판제품을 입력시킬 때, 형상처리모듈에서 수행되어 출력된 수치데이터의 리스트를 Table 2에 나타내었고 이러한 리스트는 규칙 및 데이터베이스를 공유한 각 모듈에서 프로그램을 수행시키기 위하여 사용되어진다. 먼저 제품의 성형가능성을 검사하기 위하여 변환된 수치데이터를 가공가능성검사모듈에 전달한다.

4.2 가공가능성검사모듈에 적용

Fig. 3과 같은 불규칙형상 박판제품을 가공가능성검사

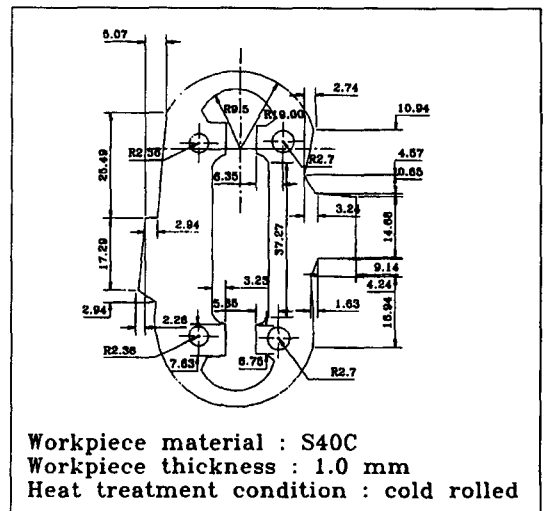
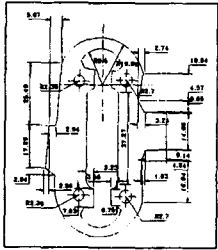


Fig. 3 Drawing of a sample blank

모듈에 적용시킬 때, 이 모듈에서 수행되어 출력된 결과를 Fig. 4에 나타내었으며 제품의 코너반경 및 내부구멍들에 대한 검사 결과를 Table 3에 나타내었다.

Table 1 Input data of input and shape treatment module for a sample blank



\*\*\*\*\*  
\* Material Selection \*  
\*\*\*\*\*

- 1. Steel
- 2. Al
- 3. Zinc, Cu, Brass, Tin, Bronze, Lead, Nickel, Si
- 4. Non-exist Metal

Select the Number : 1  
Select the material (Ex: Cu): S40C

\*\*\*\*\*  
\* HEAT TREATMENT CONDITIONS \*  
\*\*\*\*\*

A=ANNEALED, C=COLD-ROLLED or A=SOFT Mat'1, C=HARD Mat'1

Input heat treatment condition <C/A>: C

\*\*\*\*\*  
\* WORKPIECE THICKNESS \*  
\*\*\*\*\*

Workpiece Thickness (mm) <0.001... 10.0>

■ Input the Thickness : 1.0

- After press return key to continue, wait for a minute!

Table 2 Numerical data carried out in shape treatment module for drawing of a sample blank

(1-16.2021 -7.6023 0.0) (-12.0292 -10.5285 0.0)	(12.0291 -22.9229 0.0) (12.0291 -10.5045 0.0)
(1-12.0292 -10.5285 0.0) (-9.57791 -25.3953 0.0) (0.20208 -14.4932 0.0)	(12.0291 -10.5045 0.0) (15.0228 -14.015 0.0) (11.5977 -12.1735 0.0)
(1-9.57791 -25.3953 0.0) (25.6632 -21.2765 0.0) (7.2571 -16.5269 0.0)	(15.0228 -14.015 0.0) (12.0291 25.2853 0.0) (11.5977 21.3852 0.0)
(25.6632 -21.2765 0.0) (25.1704 -4.3295 0.0) (-16.5269 -15.4433 0.0)	(12.0291 25.2853 0.0) (12.0291 22.0291 0.0)
(25.1704 -4.3295 0.0) (26.2014 -0.2090472 0.0)	(12.0291 22.0291 0.0) (14.2083 22.0291 0.0)
(26.2014 -0.2090472 0.0) (25.5513 0.222394 0.0)	(14.2083 22.0291 0.0) (16.487 22.8234 0.0) (2.41889 41.4522 0.0)
(25.5513 0.222394 0.0) (25.5513 14.9291 0.0)	(16.487 22.8234 0.0) (-1.04675 35.8655 0.0) (7.32922 31.4702 0.0)
(25.5513 14.9291 0.0) (26.1525 15.5026 0.0)	(-1.04675 35.8655 0.0) (0.398253 22.9793 0.0) (5.67513 37.9155 0.0)
(26.1525 15.5026 0.0) (22.5429 20.1279 0.0)	(0.398253 22.9793 0.0) (4.82014 24.9755 0.0)
(22.5429 20.1279 0.0) (25.6232 31.0555 0.0) (-36.6981 27.4643 0.0)	(4.82014 24.9755 0.0) (4.82014 24.9755 0.0)
(25.6232 31.0555 0.0) (-9.52791 35.1742 0.0) (7.2571 26.3819 0.0)	(4.82014 24.9755 0.0) (11.5977 22.3594 0.0) (5.35945 21.0078 0.0)
(-9.52791 35.1742 0.0) (-11.7117 9.69823 0.0)	(11.5977 22.3594 0.0) (11.5977 -13.1295 0.0)
-11.7117 9.69823 0.0 (-14.6498 9.69823 0.0)	(11.5977 -13.1295 0.0) (4.82014 -15.7512 0.0) (5.35945 -11.7951 0.0)
(-14.6498 9.69823 0.0) (-14.6291 -7.60233 0.0)	(4.82014 -15.7512 0.0) (4.82014 -23.4537 0.0)
(-14.6291 -7.60233 0.0) (16.487 -24.6916 0.0) (7.32922 -22.2484 0.0)	(4.82014 -23.4537 0.0) (0.398253 -23.7465 0.0)
(16.487 -24.6916 0.0) (14.2083 -22.9229 0.0) (0.41951 -22.246 0.0)	(0.398253 -23.7465 0.0) (-1.04675 -26.6398 0.0) (6.67513 -28.6947 0.0)
(14.2083 -22.9229 0.0) (12.0291 -22.9229 0.0)	

Fig. 3과 같은 불규칙형상 박판제품에 대하여 선과 선, 선과 호, 선과 원 사이의 가공가능한 최소거리를 계산하여 Fig. 4에 가공가능한 영역을 나타내었다. 그런데 Fig. 4의 우측 하단부에서 내부형상이 가공가능한영역을 벗어남으로써 가공가능한 영역으로의 재설계를 수행하여 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 제품의 최소반경 및 내부구멍들의 치수는 데이터베이스에 저장된 한계치수보다 크므로 이러한 형상의 가공은 가능함을 알 수 있다. 이와같이 이 모듈에서는 제품의 가공가능성을 검사하여 실제 생산에서 발생할 수 있는 오류를 사전에 방지할 수 있다.

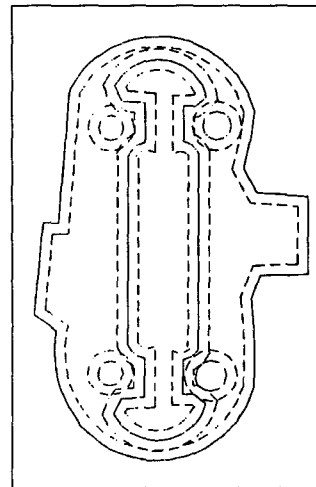


Fig. 4 Production feasibility check of internal feature-distance for a sample blank with thickness 1mm

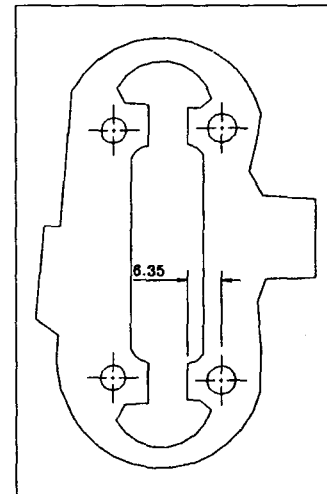


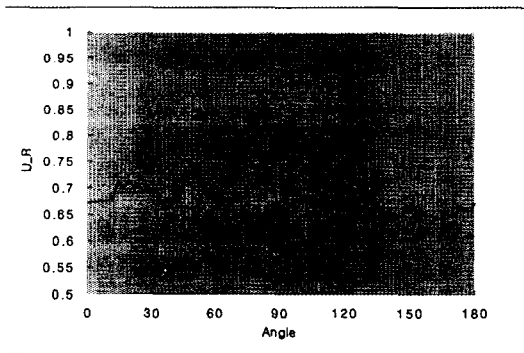
Fig. 5 Redesigned drawing satisfied with production feasibility area for a sample blank with thickness 1mm

**Table 3** Production feasibility check of a corner, a fillet radius and blanked or pierced holes for a sample blank with thickness 1.0mm

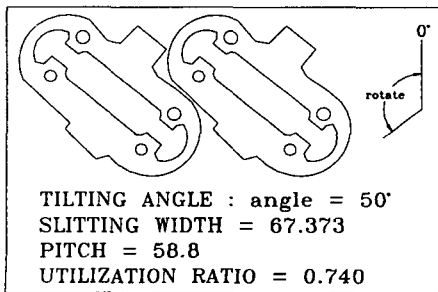
<p>Corner radius greater than criteria                  Minimum corner radius : 3.86                  Criteria : 0.5</p>	
<p>Min. Diameter of Circle G.T. Criteria                  Min. Diameter : 4.52                  Limit Diameter : 1.0</p>	
<p>Min. Rectangular Distance G.T. Criteria                  Min. rectangular distance : 7.34                  Limit distance : 1.0</p>	

4.3 블랭크레이아웃모듈에 적용

Fig. 3과 같은 불규칙형상 박판제품을 블랭크레이아웃 모듈에 적용시킬 때 이 모듈에서 수행되어 출력된 결과들을 Fig. 6~7에 나타내었다.



**Fig. 6** Variation of utilization ratio with reference to tilting angle for a sample blank

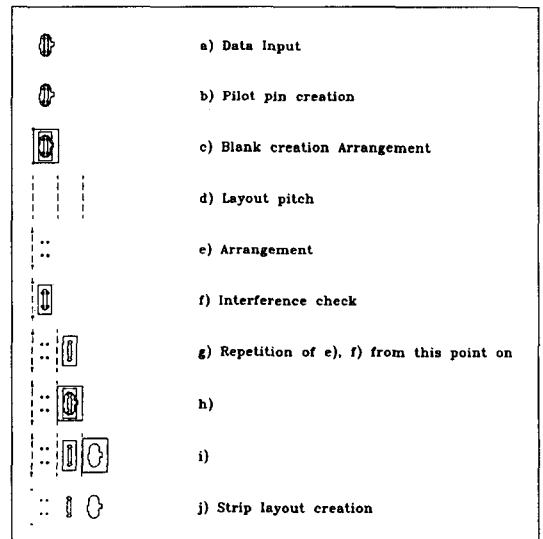


**Fig. 7** Layout of a sample blank with best utilization ratio

Fig. 5과 같이 재설계된 도면의 단열배열작업시 2°씩 반시계방향으로 회전시켜 가면서 경사각도에 대한 재료이용률의 변화와 최대 재료이용률을 가진 블랭크레이아웃을 Fig. 6~7에 나타내었다. 경사각도가 50°일 때 최대재료이용률이 0.740으로써 슬리팅 폭과 피치는 각각 67.373mm, 58.8mm이다. 이와같이 블랭크레이아웃모듈은 재료의 이용률을 최대로 하는 블랭크의 경사각도를 구하고 이에 따른 슬리팅 폭과 피치를 계산하여 스트립레이아웃모듈에 전달한다.

4.4 스트립레이아웃모듈에 적용

Fig. 3과 같은 불규칙형상 박판제품을 스트립레이아웃 모듈에 적용시킬 때 이 모듈에서 수행되어 출력된 결과들을 Fig. 8에 나타내었다.



**Fig. 8** Automatic strip layout program flow chart for a sample blank with thickness 1mm

Fig. 8-a)는 입력된 제품의 형상을 보여준다. Fig. 8-b)에서 파일럿 핀의 위치가 규칙에 의하여 결정되고 Fig. 8-c)는 각 형상들에 대하여 설계규칙에 의하여 창출된 다이블랭크 형상들을 보여준다. 각 형상의 주변길이에 대하여 길이순으로 번호를 매기고 이 번호순서를 공정순서로 정하여 다이블랭크들을 배열시키는데 가장 큰 다이블랭크의 외경을 배열피치로 한다. 이를 Fig. 8-d)에 나타내었다. Fig. 8-e)는 1번 다이블랭크가 첫 번째 피치에 배

열되는 것을 보여준다. 공정순서에 따라 2번 다이블랭크가 첫 번째 피치에 놓여질 때 Fig. 8-f)에서 보여진 것처럼 1번 및 2번 다이블랭크의 간섭이 생긴다. 그리하여 2번 다이블랭크는 Fig. 8-g)에서 보여진 것처럼 다음 피치에 놓여진다. 이와 유사한 방법으로 각각의 연속되는 다이블랭크를 정해진 피치에 놓고 간섭이 생기면 다음 피치로 이동시키고 간섭이 생기지 않으면 정해진 피치에 그대로 놓는다. 그 결과를 Fig. 8-h)-j)에 나타내었다. 모든 다이블랭크가 배열된 후에 Fig. 8-j)로부터 압력중심을 계산하고 이것을 프레스의 중심과 일치시키므로써 균형 잡힌 블랭킹 가공을 할 수 있다. 따라서 개발된 본 시스템을 사용하면 불규칙형상을 가진 박판제품의 스트립레이아웃을 자동적으로 창출시키기 때문에 경험이 없는자라도 스트립레이아웃을 쉽고 정확하게 수행할 수 있다.

#### 4.5 다이레이아웃모듈에 적용

Fig. 3과 같은 불규칙형상 박판제품을 다이레이아웃모듈에 적용시킬 때 이 모듈에서 수행되어 출력된 결과에 대하여 고찰하고자 한다. 이 모듈은 스트립레이아웃모듈로부터 데이터를 받아 데이터베이스로부터 표준부품들은 읽어들이고 비표준부품들은 설계를 하여 다이레이아웃을 수행한다. 또한 프레스를 각 공정에서 계산한 블랭킹력과 압력중심으로 부터 결정하고 스트리퍼력에 의하여 스프링과 체결볼트의 수를 계산한 후, 이들을 일직선으로 배열시킨다. 각 공정에서 계산되어진 블랭킹력과 압력중심을 Table 4에 나타내었다.

또한 펀치, 슬로트펀치 배킹플레이트, 펀치홀더, 스트

리퍼 플레이트, 스트리퍼 배킹플레이트, 상부다이슈, 다이, 슬로트 다이 배킹플레이트, 다이블록, 하부다이슈를 설계한다. 측방력에 의한 다이면압을 견딜수 있는 다이블랭크의 외경을 고려한 다이블록의 길이와 폭을 계산한 후, 스트립레이아웃에서 창출된 "다이레이아웃면적"값에 근거하여 다이블록의 치수를 데이터베이스에 저장된 다이블록 치수에 가장 근접한 치수로 표준화시켰다. 표준화된 다이블록의 치수에 근거하여 다이블록의 두께, 스트리퍼플레이트의 두께, 다이블록의 가장자리로부터 다우얼핀 및 볼트까지의 최소거리, 다우얼핀 및 볼트의 직경을 데이터베이스로부터 구한 후, 다이세트의 높이를 자동적으로 결정한다. 이 모듈에서 수행되어진 결과들로 부터 얻은 펀치의 길이는 58.22mm로써 좌괄이 일어나지 않음을 알 수 있으며, 피어싱될 부분의 치수를 펀치의 치수와 일치시키고 블랭킹될 부분의 치수를 다이의 치수와 일치시켰다.

#### 4.6 도면편집모듈에 적용

도면편집모듈에서는 다이레이아웃모듈을 수행하여 구한 금형 부품도들의 데이터를 이용하여 금형 부품도들과 상부 및 하부다이의 조립도를 그래픽 형태로 출력시킨다. Fig. 9에는 프로그레시브 다이의 전체 구조를 나타내었으며, 상부다이에 속하는 부품들, 스트리퍼 플레이트, 스트리퍼 배킹 플레이트, 펀치, 펀치 홀더, 상부 다이 슈 (shoe), 펀치 배킹 플레이트의 출력도면을 Fig. 10에 나타내었고, 하부다이에 속하는 부품들, 다이, 다이 블록, 하부 다이 슈, 다이 배킹 플레이트의 출력도면을 Fig. 11에 나타내었다. 또한 상부 및 하부 다이조립도를 각각 Fig. 12~13에 나타내었다.

Table 4 Calculated results of required load and sheared length for each process and center of pressure for blank

공정	필요하중 (kg)	단면적 (mm <sup>2</sup> )	단면적 (mm <sup>2</sup> )
1st Punch	90.760	5082.59	47.6
2nd Punch	188.77	10571.1	47.6
3rd Punch	229.541	12854.3	47.6
Stripper	509.072	28508.0	
Center of Pressure	158.709mm from the first die block left edge		

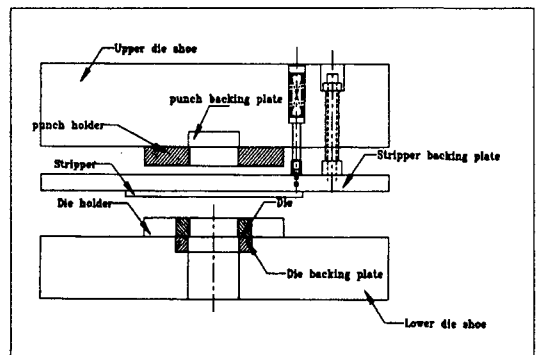


Fig. 9 Vertical Construction (Die set)

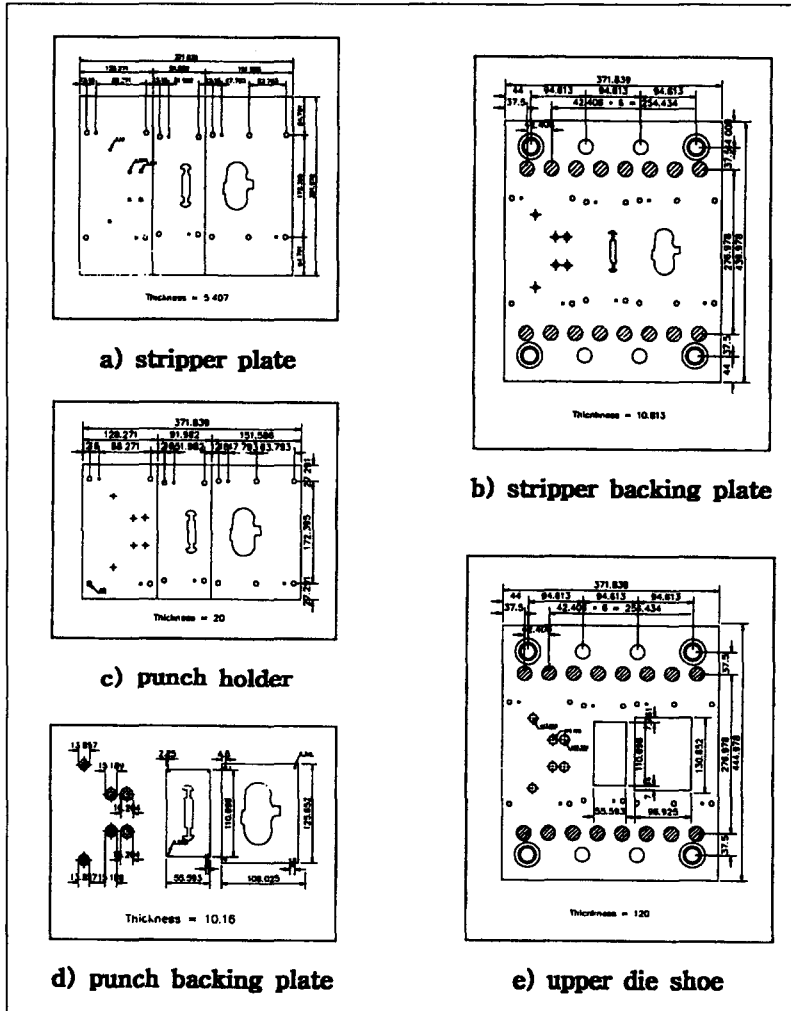


Fig. 10 Part drawings for a upper die of sample blank

## 5. 결론

본 연구에서는 불규칙형상의 박판제품에 대한 블랭킹 및 피어싱 가공을 위한 자동화된 통합적 CAD시스템을 개발했다.

개발된 시스템의 장점은 다음과 같다.

1. 입력 및 형상처리모듈은 입력된 형상을 프로그램에서 용이하게 사용할 수 있도록 수치데이터로 변환시킬 수 있다.
2. 가공가능성검사모듈은 불규칙형상의 박판제품에 대하여 제품의 성형가능성을 검사하여 실제 생산에서

발생할 수 있는 오류를 사전에 방지할 수 있다.

3. 블랭크레이아웃모듈은 재료이용률을 최대화하는 블랭크레이아웃 도면을 창출시킬 수 있다.
4. 스트립레이아웃모듈은 측방력에 의한 다이변형을 견딜 수 있는 다이블랭크의 외경을 고려하여 자동화된 스트립레이아웃 도면을 창출시킬 수 있고, 이웃하는 다이블랭크 외경들의 간섭체크에 의한 아이들 공정으로 다이의 파손을 막을 수 있다.
5. 다이레이아웃모듈은 스트립레이아웃에 따라 자동화된 다이레이아웃을 수행할 수 있다.
6. 도면편집모듈은 금형의 부품도와 상부 및 하부 조립도를 그래픽형태로 볼 수 있게 할 수 있다.



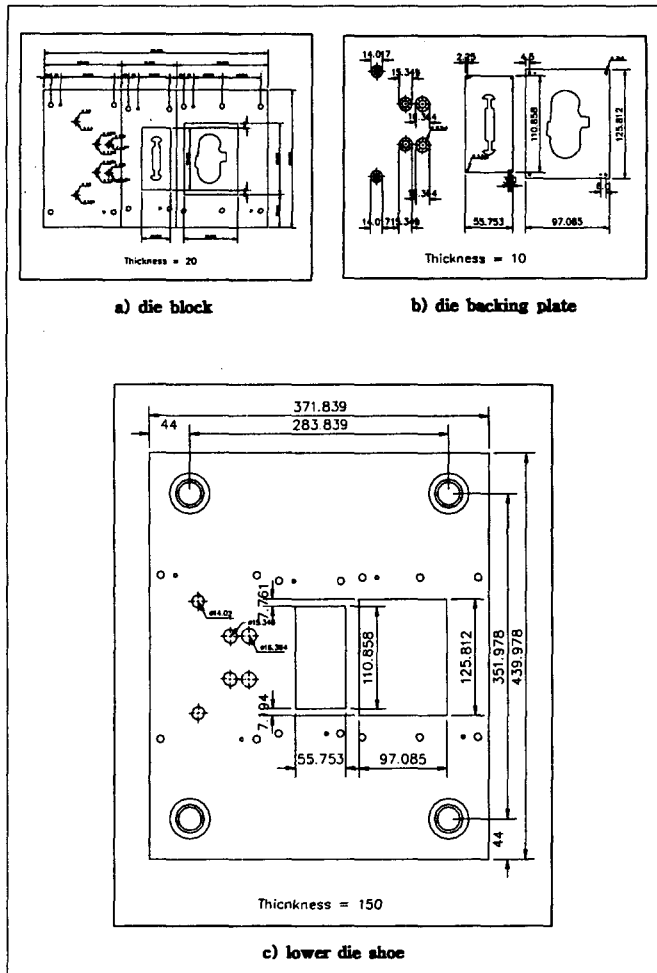


Fig. 11 Part drawings for a lower die of sample blank

개발된 통합적CAD시스템을 이용하면 초보자라도 쉽게 성공적인 블랭크레이아웃, 스트립레이아웃 및 다이레이아웃을 수행할 수 있으므로 숙련된 기술자를 양성하는데 필요한 시간과 비용을 대폭적으로 줄일 수 있다. 또한 숙련된 설계자의 블랭크레이아웃, 스트립레이아웃, 다이레이아웃시에 설계자의 경험에 따라 이들이 다르므로, 초보자의 교육 및 제품생산에 있어서 표준화된 설계지침을 확립하기 어렵게 만든다. 그러나 개발된 시스템은 이에 대한 필요한 기술과 경험을 정량화하고 설계절차를 정식화함으로써 설계지침의 표준화 및 초보자의 교육에 쉽게 활용시킬 수 있다. 그리고 개발된 시스템을 AutoCAD환경에서 구현시킴으로써 시스템의 결과를 다른 CAE 소프트웨어(FEM Simulation Code) 및 CAM 가공용 소프트웨어

어와 원활한 연결을 할 수 있도록 하였다.

#### 참고 문헌

1. G. Schaffer, "Computer design of progressive dies", Am. Mach., Vol. 22, pp. 73-75, 1971.
2. B. Fogg and Jaimeson, "The influencing factors in optimizing press tool die layouts and a solution using computer aids", CIRP Annals, Vol. 24, pp. 429-434, 1975.
3. Y. Shibata and Y. Kunimoto, "Sheet metal CAD/CAM system", Bull. Jpn. Soc. Prec. eng., Vol. 15, pp. 219-224, 1981.

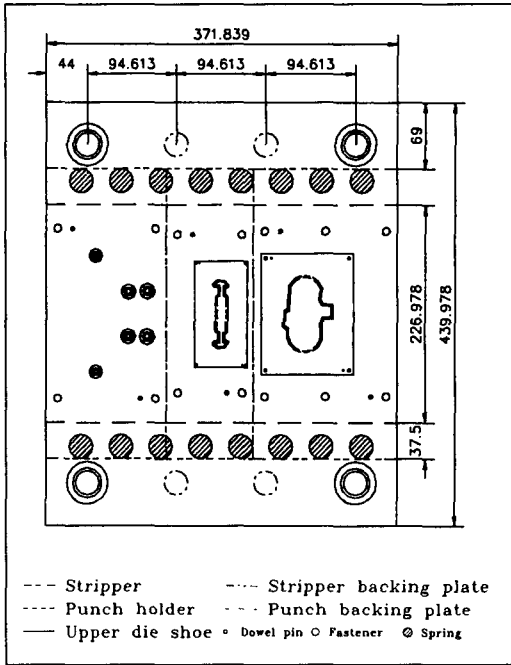


Fig. 12 The construction of upper die for sample blank (punch parts)

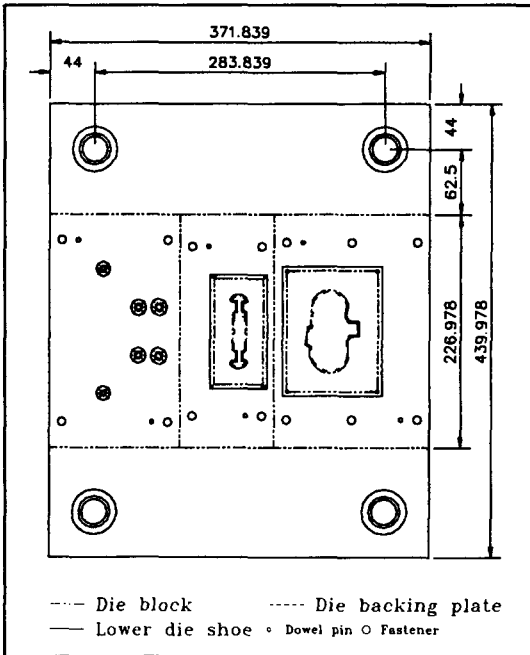


Fig. 13 The construction of lower die for sample blank (die parts)

4. S. Nakahara, T. Kojima, S. Tamura, A. Funi-mo, S. Choichiro and T. Mukumuru, "Computer progressive die design", Proceedings of 19th MTDR conference, pp. 171-176, 1978.
5. 최 재찬, 김 병민, 김 철, 이 승민, "스테이터 및 로터의 블랭킹에 관한 공정설계 및 금형설계 시스템", 한국정밀공학회지, 제13권, 제8호, pp. 40-51, 1996.
6. 최 재찬, 김 병민, 김 철, 김 재훈, "스테이터 와 로터 및 불규칙한 박판제품의 블랭킹에 관한 공정설계 시스템", 한국 정밀 공학회지, 제13권, 제9호, pp. 46-53, 1996.
7. 최 재찬, 김 병민, 조 해용, 김 철, "스테이터 및 로터의 블랭킹 및 피어싱에 관한 자동화된 금형설계 시스템", 한국정밀공학회지, 제14권, 제5호, pp. 22-33, 1997.
8. 최 재찬, 김 병민, 김 철, 김 재훈, 김 호관, "불규칙한 형상의 박판제품에 관한 블랭킹 및 피어싱용 공정설계 시스템(II)", 한국정밀공학회지, 제14권, 제7호, pp. 39-48, 1997.
9. 최 재찬, 김 병민, 김 철, 김 호관, "불규칙형상 박판제품의 블랭킹용 네스팅 시스템", 한국정밀공학회지, 제14권, 제11호, 1997.
10. Y.K.D.V. Prasad and S. Somasundaram, "CADDs : An automated die design system for sheet-metal blanking", Computing & control engineering journal, pp. 185-191, 1992.
11. K. Shirai and H. Murakami, "A compact and practical CAD/CAM system for progressive dies", Bull. Jpn. Soc. of Prec. Eng., Vol. 23, No. 1, pp. 25-30, 1989.
12. 이 승희, 한 윤희, 김 세환, 금형설계 자료집, 대광서림, pp. 368-450, 1992.
13. F. Strasser, "the secret of successful press tool design", Tooling, February, 1976.
14. D.F. Eary, E.A. Reed, "Technique of press-working sheet metal", Prentice-hall, Inc., 1974.
15. F.W. Wilson, P. H. Harvey, "die design hand-book", McGraw-hill company, 1963.
16. K. Lange, "Handbook of metal forming", McGraw-Hill book company, pp. 24.1-26.1, 1970.