

전기제품의 프로그레시브 가공을 위한 공정설계 자동화 시스템

김재훈*, 김 철**, 최재찬**

An Automated Process Planning System for Progressive Working of Electric Products

J.H. Kim*, Chul Kim**, J.C. Choi**

ABSTRACT

This paper describes a research work of developing automated progressive process planning system for working electric products. An approach to the 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 and is composed of three main modules, which are input and shape treatment, flat pattern layout and strip layout module. Based on knowledge-based rules, the system is designed by considering several factors, such as radius and angle of bend, material and thickness of product, complexities of blank geometry and punch profile, bending sequence, and availability of press. Strip layout drawing automatically generated by piercing with punch profiles divided into for external area is simulated in 3-D graphic forms, including bending sequences for the product with piercing and bending. Results obtained using the modules enable the manufacturer of electronic products to be more efficient in this field.

Key Words : Bending (굽힘), Bending sequence(굽힘가공순서), Flat pattern layout(펼친도면), Knowledge Based Rules(지식 베이스규칙), Strip Layout(스트립 레이아웃), 3-D Shape Recognition(3차원 형상인식)

1. 서론

굽힘 공정이 있는 제품의 플레이트 패턴 레이아웃과 스트립 레이아웃은 대부분 숙련된 기술자의 경험과 직관적 판단에 의해 수행되어왔다. 그러나, 최근에는 고정도화 및 납기 단축으로 인하여 컴퓨터

를 이용한 설계기술의 필요성이 대두되었다. 그리하여, 숙련된 기술자의 경험을 정식화하여 컴퓨터를 이용한 설계 자동화에 관한 연구가 보고되고 있다. ^[1-6] 1971년에 Shaffer^[1]가 Progressive Die Design by Computer(PDDC) system을 개발했으며 뒤에 Fogg와 Jaimson^[2]은 다이 레이아웃에 영향을 미

* 부산대학교 정밀기계공학과 대학원

** 부산대학교 기계공학부, 기계기술 연구소

치는 여러 가지 요소들을 고려하여 개선된 PDDC system을 개발했다. 그러나, 이 시스템은 반자동적이고 공정시간이 많이 소요되는 것이 단점으로 지적된다. Shibata와 Kuni-tomo^[3]는 블랭크 레이아웃과 다이 레이아웃의 화면출력을 목적으로 하는 CAD/CAM 시스템을 개발하였고, Nakahara^[4]등은 프로그래시브 다이 레이아웃을 위한 시스템을 도입하였다. 또한, Choi^[5,6] 등은 불규칙 형상 박판제품의 블랭킹 및 피어싱 공정에 대한 공정 및 금형설계 자동화 시스템을 개발하였다.

본 연구에서는 굽힘 공정이 있는 전기제품에 대하여, 2차원 형상 인식으로 다양한 형상을 표현하지 못하는 기존의 공정설계에서 벗어나 3차원 형상을 인식 할 수 있는 알고리즘을 개발하였으며, 굽힘 공정에 영향을 미치는 여러 가지 인자들을 고려하여 제품의 외부영역에서 편지형상의 분할이 자동적으로 이루어지도록 하여 피어싱 가공을 수행하도록 하였다. 또한, 버링과 상하좌우 방향의 굽힘 공정들에 대하여 간섭이 발생하지 않도록 공정순서를 결정하고 동시에 굽힘 가공을 할 수 있는 공정들만을 한 공정에서 작업이 가능하도록 하여 최소의 공정으로 3차원 형상의 굽힘 가공을 수행할 수 있는 프로그래시브 공정설계 자동화 시스템을 개발했다.

2. 시스템의 구성

본 시스템은 입력 및 형상처리모듈, 플레이트 패턴 레이아웃모듈, 스트립 레이아웃모듈로 구축되어 있고, 하나의 환경에서 수행되며 각 모듈들이 규칙과 데이터 베이스를 공유하므로 시스템을 중단하지 않고서 모든 과정을 수행할 수 있는 장점이 있다. 또한, 시스템의 진행방식은 선택의 다양성을 위하여 대화식을 이용하였으며 시스템의 전체적인 구조를 Fig. 1에 나타내었다.

굽힘 공정이 있는 전기 제품에 대하여, 입력 및 형상처리모듈에서는 사용자가 제품의 형상 및 굽힘과 관련된 사항을 입력시키면 이를 자동 인식하여, 그 데이터를 플레이트 패턴 레이아웃 모듈로 넘긴다. 플레이트 패턴 레이아웃 모듈에서는 굽힘 여유량을 고려한 펼친 형태의 도면을 창출시키고, 스트립 레이아웃모듈에 전달한다.

스트립 레이아웃모듈에서는 굽힘 공정에 대하여 간섭이 발생하지 않는 공정순서를 결정한다. 이러한 시스템을 구성하는 각 모듈들의 기능적인 설

명은 아래에서 간략히 다루었다.

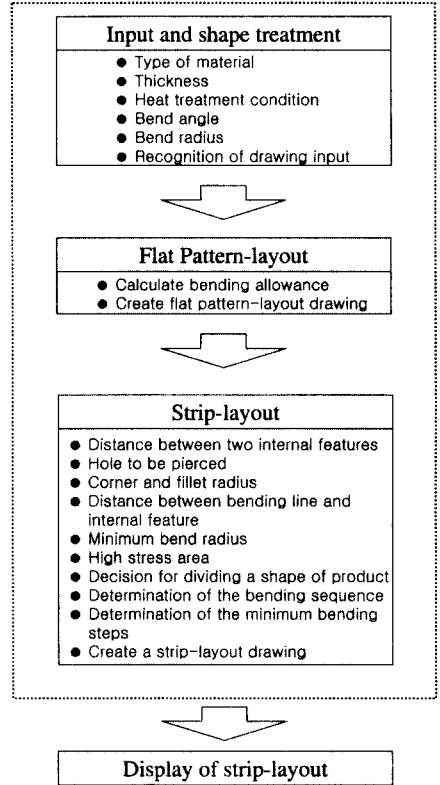


Fig. 1 Modular structure of process planning system for progressive working

2.1 입력 및 형상처리모듈

(input and shape treatment module)

입력 및 형상처리모듈은 입력과 형상처리모듈로 나뉘어지는데, 입력모듈에서는 소재의 종류, 두께, 폭, 열처리 조건 등을 입력하면, 소재의 기계적 성질에 관한 정보를 데이터 베이스로부터 자동적으로 읽어 들인다.

또한, 형상처리모듈은 굽힘 공정이 있는 제품에 대하여 3차원 형상인식을 위하여 형상 데이터를 설계에 용이한 수치 리스트 형식으로 변환시키는 모듈이다.

2.1.1 이론적 배경

굽힘 공정이 있는 3차원 형상의 제품을 인식하기 위해서는 굽힘선을 기준으로 회전되어지는 평면위의 질점과 굽힘선의 관계를 명확하게 정의하여야 한다.

그림에서 평면위의 한 점 P3(x3, y3, z3)이 P1(x1, y1, z1), P2(x2, y2, z2)를 지나는 직선, 즉 굽힘선을 기준으로 θ 만큼 회전한 점 P6(x6, y6, z6)을 구하고자 한다.

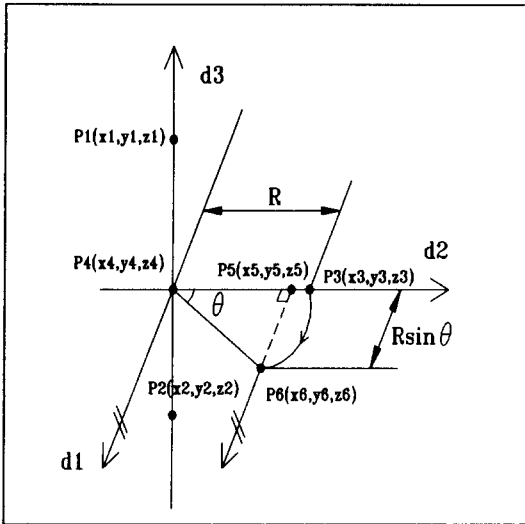


Fig. 2 Rotation of a point including the plane with reference to the bending line

공간상에서 P1(x1, y1, z1), P2(x2, y2, z2)의 두 점을 지나는 직선의 방정식은 (1)과 같다.

$$\frac{x-x_1}{l} = \frac{y-y_1}{m} = \frac{z-z_1}{n} = k \quad (1)$$

l, m, n : 직선의 방향벡터

k : 상수값

P3(x3, y3, z3)을 포함하며 직선과 수직인 평면의 방정식은 (2)와 같다.

$$l(x-x_3) + m(y-y_3) + n(z-z_3) = 0 \quad (2)$$

식 (1)과 (2)로부터 교차점 P4(x4, y4, z4)은 다음과 같다.

$$P4(x_4, y_4, z_4) = (lk+x_1, mk+y_1, nk+z_1) \quad (3)$$

여기서,

$$k = \frac{l(x_3-x_1) + m(y_3-y_1) + n(z_3-z_1)}{l^2 + m^2 + n^2}$$

회전반경 R이라 하면,

$$R = \sqrt{(x_3-x_4)^2 + (y_3-y_4)^2 + (z_3-z_4)^2} \quad (4)$$

$$\vec{d}_1 = \vec{d}_2 \times \vec{d}_3 \quad (5)$$

\vec{d}_1 의 단위벡터를 \vec{h} 라 두면

$$\vec{h} = \frac{\vec{d}_1}{|\vec{d}_1|} = (h_x, h_y, h_z) \quad (6)$$

P5(x5, y5, z5)와 P6(x6, y6, z6)를 지나는 직선의 방정식은 다음과 같다.

$$\frac{x^*-x_5}{h_x} = \frac{y^*-y_5}{h_y} = \frac{z^*-z_5}{h_z} = t \quad (7)$$

식(6)과 식(7)로부터 P1(x1, y1, z1), P2(x2, y2, z2)를 지나는 직선을 기준으로 θ 만큼 회전하였을 때의 점 P6(x6, y6, z6)의 좌표는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} x_6 &= t \cdot h_x + x_5 \\ y_6 &= t \cdot h_y + y_5 \\ z_6 &= t \cdot h_z + z_5 \end{aligned} \quad (8)$$

2.1.2 평면의 형상리스트

제품은 굽힘선으로 나뉘어지는 평면들의 조합으로 정의되어지고, 각 평면은 외부형상과 내부의 홀(hole) 및 슬롯(slot) 형상으로 구성되어 있다.

제품의 도면 요소들은 랜덤하게 직선이나 원호의 조합으로 된 리스트와 원으로만 조합된 리스트를 아래의 형식으로 만들어 저장한다.

- 직선과 원호로만 구성된 리스트의 표현형식
 (0.0 (Sp Ep) (Sp Ep) (Sp Ep) · · · · · (Sp Ep Cp)
 (Sp Ep Cp) · · · · ·)

- 원으로만 구성된 리스트의 표현형식
 (0.0 (Cp R) (Cp R) (Cp R) · · · · ·
 · · · · ·)

여기서 (Sp Ep) 는 도면요소가 직선, (Sp Ep Cp) 는 원호이며, (Cp R)은 도면요소가 원이다. 그리고 Sp(xs ys zs)는 시작점이며 Ep(xe ye ze), Cp(xc yc zc)는 끝점 및 원호와 원인 경우에 중심점을 나타내며, R은 원의 반지름을 나타낸다.

직선과 원호로 구성된 리스트는 설계에 용이하게 이용할 수 있도록 도면요소들을 페루프단위로 다시 작성한다. 그 형식은 다음과 같다.

(0.0 ((P₁ P₂) (P₂ P₃ P_{C1}) (P₃ P₄) · · · · ·
 · · · · · (P_{n-1} P_n P_{Cn}) (P_n P₁))
 ((q₁ q₂) (q₂ q₃) (q₃ q₄ q_{e1}) · · · · ·
 · · · · · (q_{n-1} q_n q_{cn}) (q_n q₁))

여기서, (P_{n-1} P_n P_{Cn}) (P_n P₁)에서 P_n 은 (P_{n-1} P_n P_{Cn})의 끝점인 동시에 (P_n P₁)의 시작점이고 P_{Cn}은 원호의 중심점이다. 또 P_i(x_i y_i z_i)에서 x_i은 P형식의 페루프에서 최소의 x 좌표값을 가지며, 이 P_i을 기준으로 P형식의 페루프는 시계방향으로 순환한다.

페루프 단위로 구성된 외부형상과 각각 내부형상들은 하나의 평면 리스트를 구성하고, 평면의 리스트들의 조합으로 제품의 형상리스트가 아래의 형식으로 구성되어진다.

(("P1" (외부형상 내부형상(1) 내부형상(2))... 내부형상(n))
 ("P2" (외부형상 내부형상(1) 내부형상(2))... 내부형상(n))

 ("Pn" (외부형상 내부형상(1) 내부형상(2))....

내부형상(n))

2.1.3 제품의 굽힘 리스트

굽힘 공정이 있는 제품은 굽힘에 대한 정보 및 굽힘선과 상호 연결되는 평면과의 상호관계를 정의해야만 한다. 굽힘에 관한 정보는 굽힘라인의 엔티티 정보, 굽힘각도, 굽힘반경, 굽힘이동정보로 구성되어 있고, 평면에 대한 정보는 고정된 기준 평면과 회전평면으로 구성되어 있다.

(("B1" (굽힘라인정보) 굽힘각도 굽힘반경 굽힘이동정보 기준평면 회전평면)
 ("B2" (굽힘라인정보) 굽힘각도 굽힘반경 굽힘이동정보 기준평면 회전평면)

 ("Bn" (굽힘라인정보) 굽힘각도 굽힘반경 굽힘이동정보 기준평면 회전평면)

2.2 플랫 패턴 레이아웃 모듈 (flat pattern layout module)

플랫 패턴 레이아웃 모듈에서는 각 굽힘라인에 대하여 데이터 베이스로부터 읽어 들인 소재의 재질에 따른 계수와 굽힘리스트에 저장되어 있는 굽힘반경, 굽힘각도를 추출하여 굽힘 여유량을 계산한다. 또한, 굽힘 리스트에 저장되어진 굽힘라인의 역순으로 하나씩 펼지는데, 이 때 굽힘과 관련되는 평면을 자동적으로 탐색하여 평면의 각 질점을 회전시키고, 이를 다시 계산된 굽힘 여유량 만큼 이동시킨다. 이러한 과정을 반복함으로써 그래픽 형태로 스크린 상에 출력시킨다.

2.3 스트립 레이아웃 모듈 (strip layout module)

스트립 레이아웃모듈은 공정에 영향을 미치는 여러 가지 인자들을 고려하여 공정순서를 결정하고, 최소의 공정으로 굽힘 가공을 수행하는 3차원 형상의 공정설계도면이 자동적으로 창출되어진다.

공정 설계시에 고려되는 여러 가지 요소들은 다음과 같다.

- 가) 최소굽힘반경
- 최소 굽힘반경은 굽힘선을 따라 크랙과 찢

어짐이 없이 굽힐 수 있는 가장 작은 반경이다. 이러한 최소 굽힘반경은 재질, 두께, 열처리 조건등에 영향을 받는다.

나) 고응력 영역 및 코너/필렛 반경

고응력은 굽힘의 끝에서 대개 발생하고 찢어짐과 크랙과 같은 재료파손이 이들 영역에서 쉽게 전파되어진다.

다) 굽힘선과 내부형상 사이의 거리

구멍과 굽힘선 사이의 최소거리는 굽힘시 발생하는 비틀림을 방지하기 위하여 유지되어야 한다.

라) 블랭킹 또는 피어싱될 두 내부형상 사이의 거리

마) 피어싱 될 최소구멍

3. 시스템의 규칙 및 데이터베이스

본 시스템은 구속이 있는 굽힘 제품에 대하여 입력 및 형상 처리, 플레이트 패턴 레이아웃, 스트립 레이아웃에 대한 전문기술을 소성역학이론, 축적되어온 연구결과 및 현장전문가의 경험적 지식에서 추출하여 일반적이고 모순이 없는 사항에 대하여 규칙과 데이터베이스를 구축하였다. 경험적인 설계 지침들과 노하우를 체계화시켜 정량화한 규칙은 의사결정에 기초한 "IF [conditions] THEN [actions]" 형태의 생성규칙을 사용하였으며, 조건부의 정보에 따라서 결과부의 정보를 계산하며 결과부의 출력 정보는 다음 조건부의 입력 정보가 된다.

3.1 플레이트 패턴 레이아웃 규칙

규칙1) 굽힘제품의 플레이트 패턴 레이아웃은 직선부와 굽힘부로 나누어지고 굽힘부만을 별도로 계산한다.

규칙2) 플레이트 패턴 레이아웃의 전개길이는 아래의 식으로 결정한다.

$$L = \sum A_i + x, \quad x = \frac{\theta}{360} 2\pi(r + \lambda t)$$

여기서, A_i : 직선부의 길이

x : 굽힘부의 길이

θ : 굽힘각도

r : 굽힘반경

t : 제품두께

λ : 데이터베이스로부터 구한다.

규칙3) 중립축은 r/t 가 작을수록 중립축은 내측으로 이동하고 r/t 가 5 이상이면 중립축은 제품두께의 중앙으로 한다.

규칙4) r/t 가 0.2이하일 때의 V-굽힘에서 굽힘부의 길이는 아래의 식으로 한다.

$$x=0.5t$$

규칙5) r/t 가 0.2이하일 때의 U-굽힘에서 굽힘부의 길이는 아래의 식으로 한다.

$$x=(0.45 \sim 0.5)t$$

규칙6) 굽힘선은 중립축에서 굽힘호의 중간지점에 위치한다.

3.2 스트립레이아웃 규칙

규칙1) 피딩방향의 굽힘은 공구의 간섭이 발생하지 않는다면 굽힘 공정을 동시에 수행한다.

규칙2) 피딩방향의 수직방향 굽힘은 간섭이 발생하지 않도록 굽힘공정을 수행한다.

규칙3) 프로그레시브 다이에서는 피딩방향(horizontal direction)의 굽힘 후에 피딩방향의 수직방향 굽힘공정을 수행한다.

규칙4) 굽힘 제품의 스트립 레이아웃은 외부영역에서 피어싱가공을 먼저 수행한다.

규칙6) 서로 관련이 있는 내부형상이 존재할 때 핀치 장착이 가능하면 첫 번째 공정에서 가공한다.

규칙7) 첫 번째 다이블랭크를 나열된 피치의 가장 좌측에 배열하고 공정 순서에 따라 두 번째 다이블랭크를 첫 번째 다이블랭크가 놓여진 피치에 놓일 때 겹쳐지지 않으면 첫 번째 피치에 배열하고 겹쳐지면 두 번째 피치로 이동한다. 이와 같은 방법을 연속적으로 수행한 후, 스트립레이아웃을 완료한다.

규칙8) 제품형상간의 여유폭 및 제품의 상, 하 변선과의 여유폭은 소재의 두께에 따라서 데이터 베이스로부터 결정된다.

규칙9) 내부형상 사이의 최소거리는 데이터 베이스에서 제시한 값 보다는 커야한다.

규칙10) 피어싱 구멍의 형상이 사각형이나 원형이면 피어싱의 가공한계치수는 형상, 두께, 물성치에 의존하여 데이터 베이스

스의 조건을 만족해야한다.

규칙11) 데이터 베이스에 존재하지 않는 소재이면 직경 또는 슬리트 폭은 두께(1t) 보다 커야 한다.

규칙12) 제품의 코너 및 필렛 반경은 0.5t 보다 커야 한다.

규칙13) 굽힘선과 내부형상사이의 최소거리는 다음조건식을 만족해야한다.

$$r < g$$

여기서, g: 굽힘선과 내부형상사이의 최소거리
r: 굽힘반경

규칙14) 다이측면에 작용하는 면압은 아래식으로 결정한다.

$$P_{face} = \frac{F_d}{L_{shear} \times t \times BLR}$$

여기서, BLR: 소재 두께에 대한 버니쉬 길이 비(mm)

F_d : 측방력 t : 소재두께

L_{shear} : 전단길이의 총합

규칙15) 다이측면에 작용하는 면압에 견딜 수 있는 다이외경은 아래의 식으로 결정한다.

$$d_o = \frac{d_i}{\sqrt{\frac{\sqrt{3}P_{face}}{m\sigma_y} \sqrt{2 - \left(\frac{\sqrt{3}P_{face}}{m\sigma_y}\right)^2} - 1}}$$

여기서, m : $1 \leq m \leq 1.155$

σ_y : 다이의 항복 강도

d_i : 다이내경

규칙16) 절단면의 파단면을 외측으로 굽히면 균열이 발생하기 쉬우므로 절단면의 전단면을 외측에 설정한다.

규칙17) V-자유굽힘 가공력은 아래의 식으로 결정한다.

$$P_1 = C_1 \times \frac{B \times t^2 \times \sigma_b}{L}$$

여기서, P_1 : 굽힘가공력 C_1 : 보정계수

B : 굽힘선 길이 t : 판 두께

σ_b : 재료의 인장강도

4. 시스템의 적용 및 고찰

본 연구에서는 Fig. 3과 같은 굽힘 공정이 있는 전기 제품에 대하여 개발된 공정설계 자동화 시스템에 적용시켜, 각 모듈에서 수행된 결과에 대하여 고찰하고자 한다.

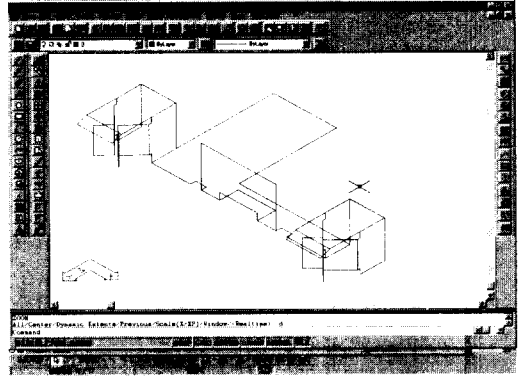
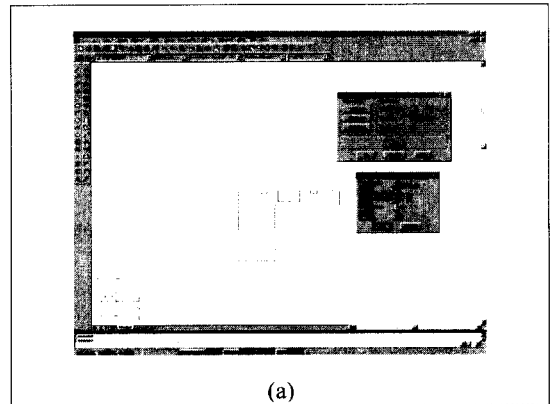


Fig. 3 A simple product

4.1 입력 및 형상처리모듈에 적용

사용자가 굽힘 공정이 있는 제품에 대하여 Fig. 4-a)와 같이 소재의 종류 및 열처리조건, 두께를 입력시킨 후, 각 평면별로 형상 데이터를 입력하였다. 이 때, 사용자의 편의를 위하여 X-Y평면상에 입력할 수 있도록 시스템이 구성되었다.



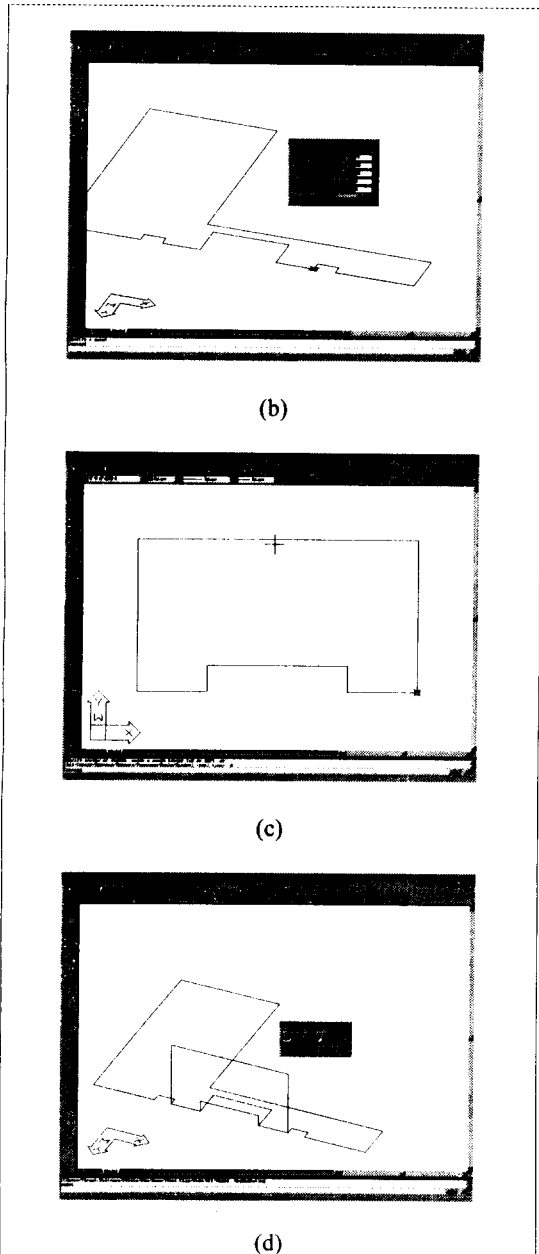


Fig. 4 Application to the input and shape treatment module for recognizing part drawing

하나의 평면의 형상데이터가 자동적으로 인식되고 나면, Fig. 4-b)와 같이 굽힘라인을 선택되어지고, 선택되어진 굽힘라인에 해당되는 굽힘각도, 굽

힘반경, 굽힘라인의 이동정보등을 입력한다. 굽힘에 대한 정보가 입력되고 나면, 다음 평면을 입력할 수 있도록 스크린을 클리어(clear)한 후, 굽힘 라인만이 다시 그려진다. Fig. 4-c)와 같이 두 번째 평면을 입력하면, 자동적으로 형상을 인식하여, 굽힘된 후의 제품형상을 Fig. 4-d)와 같이 스크린 상에 사용자가 알 수 있도록 시스템이 나타내었다. 이러한 과정을 통해서 자동 인식된 제품의 형상리스트와 굽힘 리스트를 Table 1에 나타내었다.

Table 1 List for shape of parts and bending line

| | |
|--|--|
| 1) 평면의 형상 리스트 | |
| ("P1" (((0.0 0.0 0.0) (1.13276e-015 18.5 0.0)) ((1.13276e-015 18.5 0.0) (1.13276e-015 23.2 0.0)) ((1.42054e-015 23.2 0.0) (7.3 23.2 0.0)) ((7.3 23.2 0.0) (7.3 22.2 0.0)) ((7.3 22.2 0.0) (9.3 22.2 0.0)) ((9.3 22.2 0.0) (9.3 23.2 0.0)) ((9.3 23.2 0.0) (12.8 23.2 0.0)) ((12.8 23.2 0.0) (12.8 19.7 0.0)) ((12.8 19.7 0.0) (19.8 19.7 0.0)) ((19.8 19.7 0.0) (19.8 23.2 0.0)) ((19.8 23.2 0.0) (23.3 23.2 0.0)) ((23.3 23.2 0.0) (23.3 22.2 0.0)) ((23.3 22.2 0.0) (25.3 22.2 0.0)) ((25.3 22.2 0.0) (25.3 23.2 0.0)) ((25.3 23.2 0.0) (32.6 23.2 0.0)) ((32.6 23.2 0.0) (32.6 18.5 0.0)) ((32.6 18.5 0.0) (11.8 18.5 0.0)) ((11.8 18.5 0.0) (11.8 0.0 0.0)) ((11.8 0.0 0.0) (0.0 0.0 0.0)))))) | |
| (중략) | |
| ("P18" ((((-23.927 30.2435 -4.36074e-015) (-23.927 33.0715 -3.47256e-015)) ((23.927 33.0715 -3.47256e-015) (-18.927 33.0715 -8.08028e-016)) ((-18.927 33.0715 -8.08028e-016) (-18.927 30.2435 -3.47256e-015)) ((-18.927 30.2435 -3.47256e-015) (-18.927 30.2435 3.47256e-015)) ((-18.927 30.2435 3.47256e-015) (-23.927 30.2435 -4.36074e-015)))))) | |
| 2) 벤딩 리스트 | |
| ("B1" ((23.3 23.2 0.0) (19.8 23.2 0.0)) ((12.8 23.2 0.0) (9.3 23.2 0.0))) -90.0 0.5 0.0 0.0 "P1" "P2") | |
| ("B2" (((32.6 23.2 0.0) (32.6 18.5 0.0))) 90.0 0.5 0.0 0.0 "P1" "P3") | |
| (중략) | |
| ("B16" (((-6.5 23.7 6.5) (-6.5 23.7 1.5))) 45.0 0.5 0.0 0.0 "P16" "P17") | |
| ("B17" (((-3.26145 26.9385 6.5) (3.26145 26.9385 1.5))) -90.0 0.5 0.0 0.0 "P17" "P18") | |

4.2 플레이트 패턴 레이아웃모듈에 적용

입력 및 형상처리 모듈에서 자동적으로 인식된 평면의 형상리스트와 굽힘리스트를 이용하여, 플레이트 패턴 레이아웃 모듈에서는 펼친 형태의 도면을

출력시킨다.

굽힘 리스트에 저장되어 있는 굽힘의 역순으로, 소재의 재질에 따라 데이터 베이스로부터 얻은 굽힘 계수와 굽힘리스트에 저장된 굽힘반경, 굽힘각도를 추출하여 굽힘 여유량을 계산한다. 굽힘 여유량이 계산되며 굽힘과 관련되는 평면을 자동적으로 탐색하여, 이에 해당되는 평면위의 각 질점을 회전시키고, 이를 다시 계산된 굽힘 여유량 만큼 이동시켰다.

이러한 과정을 반복하여 Fig. 5와 같이 펼친 형태의 도면을 그래픽 형태로 스크린 상에 출력시켰다. 여기서, 해칭 부분은 굽힘 여유량을 나타낸 것이다.

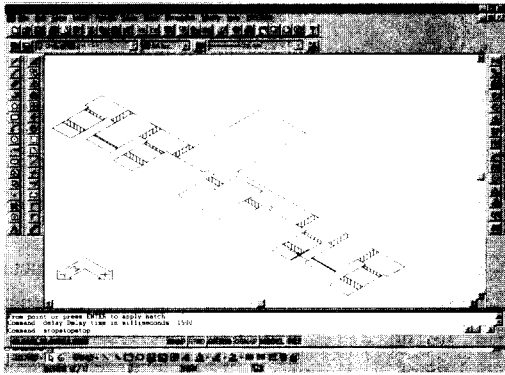
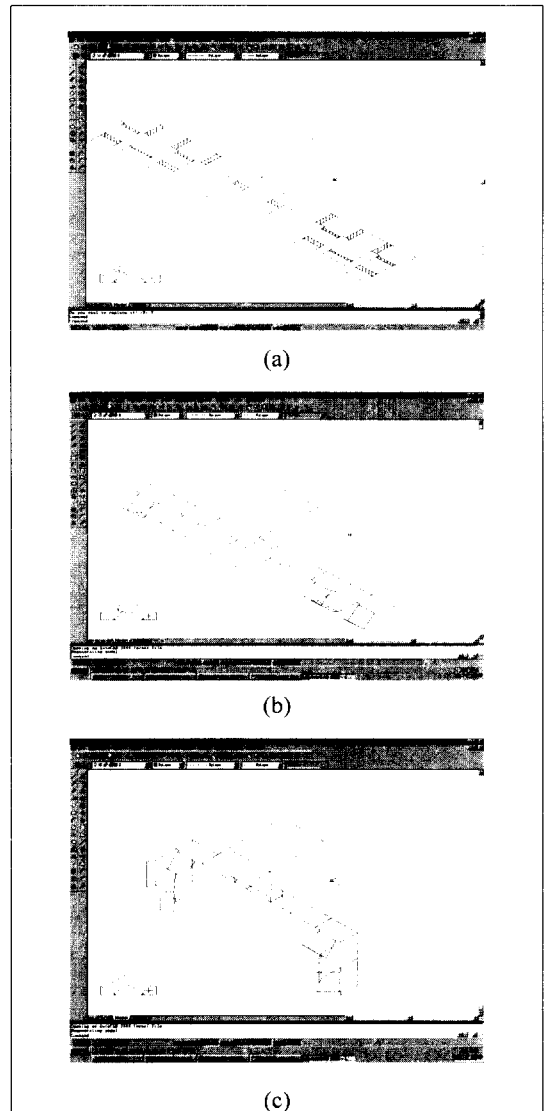


Fig. 5 The results generated out in flat pattern layout module

4.3 스트립레이아웃모듈에 적용

Fig. 5와 같은 플레이트 패턴 레이아웃 도면을 스트립레이아웃모듈에 적용시킬 때 이 모듈에서 수행되어 출력된 결과를 Fig. 6에 나타내었다. Fig. 6-a)와 같이 플레이트 패턴 레이아웃이 전달되면, 스트립 레이아웃 규칙4)에 의하여 굽힘을 수행하기 전에 해당되는 외부의 피어싱, 즉 노칭(notching)을 먼저 수행하였다. 노칭펀치의 형상은 제품의 외곽형상에 따라 사용자와 대화식을 통하여 설계하였고, 설계된 노칭펀치 형상에 따른 다이블랭크 형상들을 서로간의 간섭을 체크하였을 때, 간섭이 발생하지 않아 동일 피치에서 노칭공정을 수행하였다. 굽힘공정은 Fig. 6-b)와 같이 스트립 레이아웃 규칙3)에 따라 피딩방향의 굽힘을 먼저 수행하였다. 이 때, 연

속적으로 셋업(setup)이 가능한 굽힘과 굽힘금형들 간의 간섭이 발생하지 않으므로 스트립 레이아웃 규칙1)에 의해 동시에 굽힘 공정을 수행하였다. 또한, 스트립 레이아웃 규칙2)에 의해 피딩방향의 수직방향 굽힘은 간섭이 발생하지 않도록 Fig. 6-c)와 같이 가운데 부분의 굽힘공정을 먼저 수행하고 Fig. 6-d)와 같이 고정평면에서 가까운 곳에 위치한 굽힘을 수행하고, 최종적으로 Fig. 6-e)와 같이 고정평면에 먼 곳에 위치한 굽힘공정을 수행하여 원하는 전기 제품을 얻을 수 있었다.



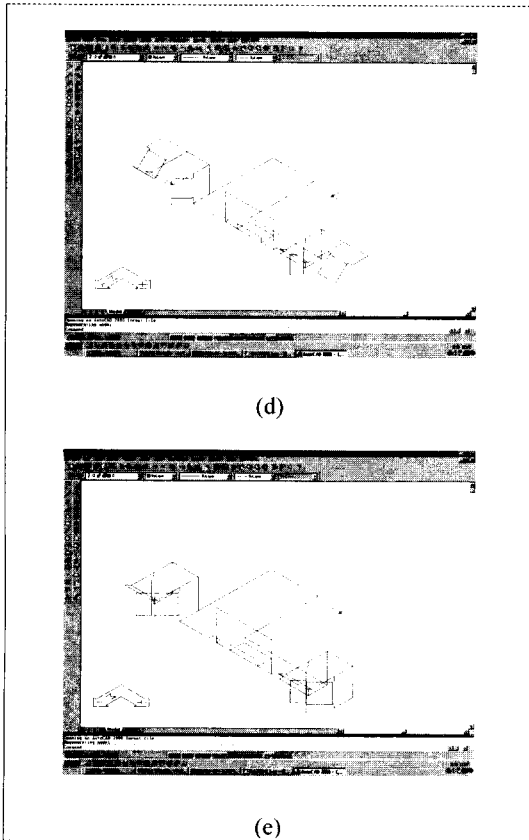


Fig. 6 The results generated in strip-layout module

5. 결 론

본 연구에서는 굽힘 공정이 있는 전기 제품에 대하여 프로그레시브 가공을 위한 3차원 형상의 스트립레이아웃을 수행할 수 있는 공정설계 자동화 시스템을 개발했다.

개발된 시스템의 장점은 다음과 같다.

1. 굽힘이 있는 전기제품에 대하여 프로그레시브 스트립 레이아웃 도면을 3차원형상 그래픽 형태로 자동적으로 출력시킬 수 있다.
2. 플레이트 패턴 및 형상처리모듈에서는 펼친 형태의 도면을 창출하고, 설계의 자동화에 용이하도록 그 형상데이터를 수치데이터로 변환시켜 내부형상, 외부형상, 굽힘선 리스트를 자동 인식시킬 수 있다.

3. 굽힘 가공에 대하여 간섭이 발생하지 않는 공정순서를 결정하고, 또한 동시에 굽힘가공을 할 수 있는 공정들은 한 공정에서 작업함으로써 최소의 공정으로 굽힘가공을 수행할 수 있다.

시스템의 개발로 인하여 현장에서는 필요한 기술과 경험을 정량화하고 설계절차를 정식화시킴으로써 설계지침의 표준화를 이룰 수 있고 초보자의 교육에 쉽게 활용될 수 있다. 또한, 개발된 시스템을 AutoCAD환경에서 구현시킴으로써 시스템의 결과를 다른 CAE 소프트웨어 및 CAM 가공용 소프트웨어와 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.
4. S. Nakahara, T. Kojima, S. Tamura, A. Funimo, S. Choichiro and T. Mukumuru, "Computer progressive die design," Proceedings of 19th MTDR conference, pp. 171-176, 1978.
5. J.C. Choi, B.M. Kim, H.Y. Cho, Chul Kim, "A compact and practical CAD system for blanking or piercing of irregular-shaped sheet metal products and stator and rotor parts," International Journal of MACHINE TOOLS & MANUFACTURE, Vol. 38, pp. 931-963, 1998.
6. J.C. Choi, B.M. Kim, H.Y. Cho, Chul Kim, J.H. Kim, "An integrated CAD system for the blanking of irregular-shaped sheet metal products," Journal of Materials Processing Technology, Vol. 83, pp. 84-97, 1998.