

## 고능률 디프 드로잉 트랜스퍼 금형 설계 및 제작을 위한 CAD/CAM 시스템

박 상 봉\*

(1998년 7월 1일 접수)

### A Development on the CAD/CAM System for High Efficiency Deep Drawing Transfer Die

Sang Bong Park

#### Abstract

The purpose of this paper is to develop a CAD/CAM system for generation of designing and manufacturing information such as, total drawing, sub-assembly drawing, part drawing, detail drawing, part list, and NC data for machining by CNC lathe, wire CUT, machining center. Through this study the CAD/CAM system for deep drawing transfer die in mechanical press process has been developed. The developed CAD system can generate the drawings of transfer die in mechanical press. Using these results from CAD system, it can generate the NC data to machine die's elements on the CAD system. This system can reduce design man-hours and human errors. In order to construct the system, it is used to automate the design process using knowledge base system. The developed system is based on the knowledge base system which is involved a lot of expert's empirical knowhow in the practice field. Using AutoLISP language under the AutoCAD system, CTK customer language of SmartCAM is used as the overall CAD/CAM environment. Results of this system will be provide effective aids to the designer and manufacturer in this field

**Key Words** : Deep Drawing, Transfer Die, Mechanical Press Machine, Knowledge Base System

#### 1. 서 론

디프 드로잉 공정의 고능률화를 위하여 원가절감 및 생산성 향상이 고려되고 트랜스퍼형 금형 개발은 이를 위한 적절한 대안이다. 이에 따라 요구되는 기술은 금형의 특성을 고려한 프레스 기계의 구조, 이송장치의 정밀도 등을 고려해야 하며 금형설계의 복잡성과 제작의 번거로움을

최대한 해결할 수 있는 설계 및 가공의 자동화 기술개발이 요구된다. 디프 드로잉 공정설계에 관한 연구는 1983년 H. Gloeckl<sup>(1)</sup> 등이 불규칙한 디프 드로잉 부품에서의 블랭크의 최적형상을 예측하는 시스템을 개발하면서 부터 최근까지 활발한 연구가 진행되어 왔다. 컴퓨터를 이용한 디프 드로잉 금형설계는 1988년 J.C. Choi<sup>(2)</sup>의 디프 드로잉 공정 및 금형설계의 전산화에 관한 연구를 통하여 설

\* 동의공업대학 금형설계과

계된 공정에 대한 단동형 프레스에서 드로잉 금형의 설계 규칙을 정식화하였고 자동화된 금형설계를 수행하여 금형의 총조립도 및 부품도를 시스템의 출력으로 하였다. 1996년 Park<sup>(3)</sup> 등은 축대칭 디프 드로잉 공정의 CAD/CAM 시스템을 발표한 바 있다. 또한, 1998년 Park<sup>(4)</sup> 등은 축대칭 디프 드로잉 제품에 대한 공정설계 시스템을 발표하였다. 그리고, Park<sup>(5)</sup> 은 극박판 프레스 금형 자동설계 시스템을 발표한 바 있다. 디프 드로잉의 금형은 프레스의 특성에 따라 설계의 방법이 결정된다. 따라서 사용하고자 하는 프레스의 사양을 충분히 반영하여 설계를 하여야 제품의 정밀도향상은 물론 금형의 오랜 수명을 유지할 수가 있다. 최근에는 디프 드로잉 제품을 생산하는 방식이 종전의 단동형 생산방식을 탈피하여 연동형인 트랜스퍼 방식으로 바뀌어 가고 있다. 이는 인건비 상승에 따른 제품의 원가 부담을 줄이고, 제품의 생산 중에 발생할 수 있는 공정누락을 미연에 방지하는 이점이 있기 때문이다. 또한 제품의 공정간의 이동에 의한 시간 낭비를 줄이고, 품목 교체의 합리화도 그 이유 중의 하나가 된다. 이제까지 유압 프레스에서의 트랜스퍼 금형은 실제 디프 드로잉 공정에 적용되어 왔고, 많은 기술의 발전을 가져왔다. 유압식 프레스에 비해 기계식 프레스는 분당 스트로크(SPM)가 높아 생산성 측면에는 이점이 있으나 행정 변화에 따른 드로잉 하중의 급격한 변화로 인하여 드로잉성이 현저히 떨어지는 단점을 가지고 있다. 이에 대하여 기계식 프레스에서 드로잉성을 향상하여 생산성을 높이는 방안이 새로운 연구의 과제로 대두된다.

본 연구에서는 기계식 프레스에서의 자동차 부품용 중·대형 디프 드로잉 제품을 가공하는 트랜스퍼 금형을 연구 대상으로 하여 금형을 제작하기 위한 모든 정보, 예를 들어, 금형의 총조립도, 부품도, 상세도, 파트 리스트를 자동으로 창생하는 자동설계 시스템을 개발하였다. 시스템 개발을 위하여 AutoCAD 환경하에서 AutoLISP 프로그래밍 언어와 SmartCAM 환경하에서 CTK(Customer Tool Kit) 프로그래밍 언어를 사용하여 설계규칙 정립과 현장의 데이터 베이스 표준화를 선행 실시하고, 지식 베이스에 의한 전문가 시스템으로 구축하였다.

## 2. 시스템의 구성 및 설계규칙 베이스

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 8 개의 주요 모듈 그리고 이러한 각 모듈을 지원하기 위한 가공소재 및 금형소재, 금형요소 표준품 등에 대한 데이터 베이스와 설계 및 가공

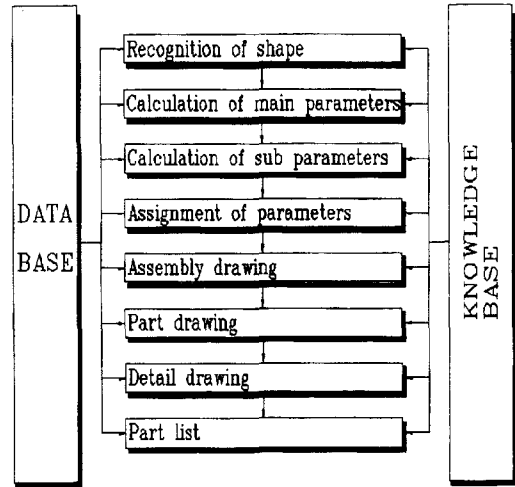


Fig. 1 Block diagram of CAD system

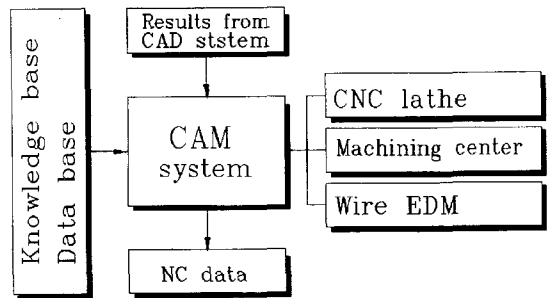


Fig. 2 Structure of CAM system

에 대한 지식 베이스로 구성된 시스템을 완성하였다. 형상 인식 모듈(shape recognition module)에서는 공정설계의 결과에 대한 형상을 컴퓨터에서 계산이 가능한 형식으로 읽어 들인다. 주변수 계산 모듈(main parameter calculation module)에서는 금형의 펀치의 외경과 길이 등 금형의 주요형상과 크기를 결정하는 변수를 형상인식 모듈의 데이터를 분석하여 계산한다. 주변수 계산 모듈(sub parameter calculation module)에서는 금형 각 부품의 상세 형상과 치수를 결정하는 변수에 대한 계산을 수행한다. 변수할당 모듈(parameter assignment module)은 주변수 및 주변수 모듈에서 계산된 변수를 드로잉 모듈(drawing module)로 할당한다. 총조립도 모듈(assembly drawing module)은 트랜스퍼 금형의 총조립도를 창생한다. 부품도 모듈(part drawing module)은 금형의 부품도를 창생한다. 상세도 모듈(detail drawing

module)은 금형의 상세도를 생성한다. 또한, 파트 리스트 모듈(part list module)은 금형 부품에 대한 구매사양, 가공후 처리 등에 대한 제반 정보를 출력한다. 이상의 구성 모듈은 금형 부품의 표준화 데이터 베이스의 지원을 받아 부품의 설계시 판단의 자료로 활용하거나 결정을 하며, 전체적인 모듈은 지식 베이스(knowledge base)에 의하여 각 모듈간의 유기적인 판단 및 결정이 수행된다. Fig. 2에는 가공 시스템에 대한 구성도를 보인다.

본 연구에서는 제안된 트랜스퍼 금형설계 규칙<sup>(6)</sup>을 이용하였으며 실제 작업 공정에 대한 특성을 감안하여 현장작업자의 경험 및 실제 생산 공정으로부터 얻어진 기술 자료 및 참고문헌<sup>(7-12)</sup> 등을 체계적으로 정리하였다. 사용된 설계규칙의 몇 가지 예를 다음에 보인다.

규칙 D1) 금형 전체 공정수의 계산은 인식된 형상 리스트의 전체 개수 - 1로 한다.

규칙 D2) 트랜스퍼 금형의 전체 스테이션 결정은 형상 리스트의 개수 - 2로 한다.

규칙 D3) 금형의 스테이션 간의 피치 결정은 1차 드로잉의 다이의 외경 + 50 mm로 한다.

규칙 D4) 각 공정별 금형의 펀치 반경은 인식된 형상 리스트의 펀치 반경으로 한다.

규칙 D5) 각 공정별 금형의 다이 반경은 인식된 형상 리스트의 다이 반경으로 한다.

규칙 D6) 다이쿠션의 상사점에서 각 공정별 스트리퍼의 윗면은 일직선상에 위치한다.

규칙 D7) 각 공정에서 다이의 높이는 공정별 제품의 높이를 계산하여 이송에 간섭이 없도록 결정한다.

규칙 D8) 표준 부품은 KS규격에 따른다.

개발된 CAM 시스템에서 가공 데이터(NC 명령어)는 가공 규칙 베이스를 이용하여 생성된다. 이러한 가공 규칙은 현장의 데이터북과 핸드북<sup>(13)</sup>을 이용하였다. 시스템에 적용된 가공 규칙의 몇 가지 예를 보이면 다음과 같다.

규칙M1) 절삭속도는 아래의 식에 의한다.

$$V = \frac{\pi \times D \times N}{1000} \quad (\text{m/min}) \quad (1)$$

여기서, N 회전수(rpm), V절삭속도(m/min)이고 D는 가공물 외경(mm)이다.

규칙M2) 밀링가공에서의 이송은 다음 식에 의한다.

$$f_z = \frac{F}{Z \cdot N} \quad (\text{mm/날}) \quad (2)$$

여기서,  $f_z$ 는 날당 이송(mm/날), F는 테이블 이송(mm/min), Z는 날수이고 N은 회전수(rpm)이다.

규칙M3) 선삭가공에서 이송은 다음 식에 의한다.

$$f = \frac{F}{N} \quad (\text{mm/rev}) \quad (3)$$

여기서, f는 1회전당 이송(mm/rev), F는 1분당 이송(mm/min), N은 주축 회전수(rpm)이다.

규칙M4) 경사각은 절삭저항, 칩 배출과 공구수명에 매우 큰 영향을 주게 된다. 단단한 피삭재, 흑피 및 단속절삭과 같이 인선의 강도가 필요한 경우 경사각을 작게 하고 연질의 피삭재, 기계의 강성이 없는 경우는 경사각을 크게 한다.

규칙M5) 여유각(relief angle)은 공구의 여유면과 피삭재의 마찰을 피하고, 인선을 피가공물에 원활하게 이송시키는 기능을 가지고 있다. 단단한 피삭재, 인선강도가 필요한 경우 여유각을 작게 하고, 연질의 피삭재, 가공경화가 되기 쉬운 피삭재는 여유각을 크게 한다.

규칙M6) 횡절인각(lead angle, side cutting angle)은 칩 배출 및 절삭 저항에 영향이 크므로 사용하는 공구의 강성을 고려하여 적절한 각도 선정이 요구되며, 절삭 깊이가 작은 사상절삭, 가늘고 긴 피삭재, 기계의 강성이 작은 경우는 횡절인각을 작게 하고, 단단하고 발열량이 큰 피삭재, 직경이 큰 피삭재의 황삭가공, 기계의 강성이 큰 경우는 횡절인각을 크게 한다.

규칙M7) 전절인각(end cutting angle)은 절삭된 면과 공구와의 마찰을 방지하여 가공면의 조도에 영향을 주므로 절입량이 작고 사상절삭, 가늘고 긴 피삭재, 기계의 강성이 낮은 경우는 노즈반경을 작게 하고, 흑피, 단속절삭과 같이 인선의 강도가 필요한 경우, 직경이 큰 피삭재의 황삭가공, 기계의 강성이 높은 경우는 노즈반경을 크게 한다.

규칙M8) 가공물의 형상이 허용하는 한 어프로우치각이 큰 공구를 선정한다.

규칙M9) 사용하는 선반에 적용 가능한 최대의 샹크를 선정한다.

규칙M10) 가공물의 형상이 허용하는 한 인선강도가 높은 인서트 형상을 선정한다.

규칙M11) 가공물의 형상이 허용하는 한 노즈반경이 큰

인서트를 선정한다.

규칙M12) 경절삭 및 사상절삭에는 적용 코너 수가 많은 인서트를 선정한다.

규칙M13) 절삭조건과 절입량이 허용하는 한 작은 인서트를 선정한다.

규칙M14) 가공조건이 허용 가능한 범위에서 최대 절입량을 선정한다.

규칙M15) 가공조건이 허용 가능한 범위에서 최대 이송량을 선정한다.

### 3. 시스템 적용 및 결과

본 연구에서 개발된 시스템에 대한 적용을 통하여 금형 설계의 적정성 여부와 향후 현업의 적용성 여부를 검토하기로 한다. 본 시스템의 입력으로는 ESM MOTOR FRAME 제품의 공정도로 한다. 입력으로 사용한 공정도는 Fig. 3에 보인다. Fig. 3의 공정도를 CAD상에서 읽어 계산 및 판단이 용이하며, 그래픽 데이터의 생성이 가능한 형태로 하기 위하여, Table 1의 형상 리스트의 개념[4]을 사용하였다. 형상 리스트의 개념에 따라 정렬된 공정 설계도의 형상인식 데이터를 Fig. 4에 보인다. 전체 8 공정에 대한 형상인식 데이터가 Table 1의 형상 리스트의 개념에 따라 변환되었다. 변환된 형상 리스트는 설계규칙에 따라 지식 베이스에 의해 계산 및 판단이 용이한 형태임을 알

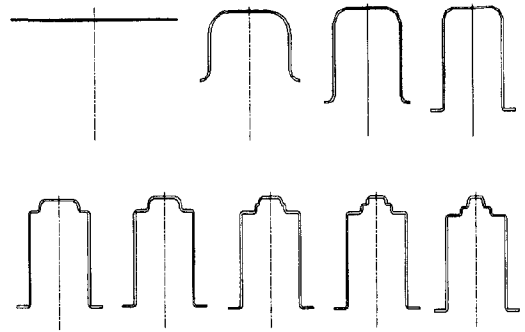


Fig. 3 Process drawing of ESM motor frame

수 있다. Fig. 5 ~ Fig. 16에 자동창성된 몇 가지의 주요한 금형 부품과 CAM 시스템에서의 모델링, 그리고 창성된 금형 부품 가공을 위한 NC 데이터를 보인다. Fig. 5에 전체 공정에 대한 트랜스퍼형 금형의 총조립도를 보인다. 좌측에 제 1 공정의 초드로잉 공정이 위치하고, 순차적으로 이송되어 최우측에 제 8 공정의 리스트라이킹 공정이 위치되어 있다. 하부에는 개스 스프링에 의한 다이쿠션 장치에 의하여 각 공정에서 제품이 다이쿠션 패드에 의하여 펀치로부터 이탈되어 다음의 공정으로 이송되도록 되어 있다. 각 공정의 펀치는 설계규칙에 의한 공기빼기구멍(Air ventilation hole)이 설치되어 제품이 펀치에서 이탈할 때, 공기유입이 원활히 되도록 설계되었다. 각 공정

Table 1 The concept of configuration list

Entity Geometry	Conventional Name	Entity Type	Entity Geometry	Conventional Name	Entity Type
	horizontal	h1		convex	x1
	vertical	v1		convex reduced	x2
	tapered	t1		concave	c1
	tapered reduced	t2		concave reduced	c2

("name" shape, T, DO, DL, h, RL, RS)

name : Entity name

shape : Entity type

T : Thickness

DO : Outer diameter of entity

DI : Inner diameter of entity

H : Height of entity

RL : Not used

RS : Radius of entity

의 펀치와 다이쿠션 편은 펀치홀더 플레이트에 의한 안정된 구조로 설계되었다. 제 1, 2, 3 공정의 다이는 인서트 다이링을 설치하여 금형의 가공시 보다 원활한 수행을 도모하고, 금형재료비를 경감하였으며, 보다 합리적인 부품 교체를 고려하였다.

설계 결과를 검토한 결과, 펀치의 길이와 공기빼기 구멍에 대한 사양이 설계규칙에 따라 설계되었고 설계요구조건과 일치하였다. 펀치의 흑(wen) 부분의 형상과 치수는

각 공정의 제품을 가공하기에 충분한 상태로 설계되었다. Fig. 6에 제 1 공정에 대한 조립도를 보인다. 각 부품의 형상과 크기의 결정은 지식 베이스에 의한 판단과 데이터 베이스의 표준 부품의 정보를 근거로 설계되었다. Fig. 7에는 펀치의 부품도를 보인다. 공기빼기 구멍이 설계되었고, 펀치로서 요구되는 평행도, 동심도, 원통도 등의 형상 공차를 고려하여 설계되었다. Fig. 8에는 구축된 CAM 시스템에서 제 8 공정의 펀치를 가공하기 위한 모델링 및

```

((blank H1 2.0 164.23 0.0 0.0 0.0 0.0)) ((bottom H1 2.0 38.7 0.0 0.0 0.0 0.0)) (wall1 V1 2.0 78.7
78.7 30.0803 0.0 20.0) (flange H1 2.0 104.122 104.122 0.0 0.0 10.56)) ((bottom H1 2.0 38.7 0.0
0.0 0.0 0.0) (wall1 V1 2.0 64.506 64.506 62.5729 0.0 12.903) (flange H1 2.0 87.0 80.566 0.0 0.0
7.03)) ((bottom H1 2.0 38.7 0.0 0.0 0.0 0.0) (wall1 V1 '15) (wall3 V1 2.0 56.7 56.7 77.5 0.0
1.0) (flange H1 2.0 85.0 63.7 0.0 0.0 3.5)) ((bottom H1 2.0 -19.1077 0.0 0.0 0.0 0.0) (wall1 V1
2.0 29.9598 29.9598 2.32351 0.0 5.42602) (wall2 H1 2.0 54.7 37.4029 0.0 0.0 3.72157) (wall3 V1
2.0 56.7 56.7 77.5 0.0 1.0) (flange H1 2.0 85.0 63.7 0.0 0.0 3.5)) ((bottom H1 2.0 14.5582 0.0
0.0 0.0 0.0) (wall1 V1 2.0 20.8308 20.8308 1.04643 0.0 3.1363) (wall2 H1 2.0 25.0 24.9034 0.0
0.0 2.0363) (wall3 V1 2.0 27.0 27.0 2.5 0.0 1.0) (wall4 H1 2.0 54.7 34.0 0.0 0.0 3.5) (wall5 V1
2.0 56.7 56.7 77.5 0.0 1.0) (flange H1 2.0 85.0 63.7 0.0 0.0 3.5)) ((bottom H1 2.0 12.7631 0.0
0.0 0.0 0.0) (wall1 V1 2.0 16.3994 16.3994 2.40699 0.0 1.81815) (wall2 H1 2.0 25.0 21.4357 0.0
0.0 2.51815) (wall3 V1 2.0 27.0 27.0 2.5 0.0 1.0) (wall4 H1 2.0 54.7 34.0 0.0 0.0 3.5) (wall5
V1 2.0 56.7 56.7 77.5 0.0 1.0) (flange H1 2.0 85.0 63.7 0.0 0.0 3.5)) ((bottom H1 2.0 10.0327
0.0 0 0.0 0.0) (wall1 T1 2.0 14.4315 10.9986 6.40587 0.0 0.5) (wall2 H1 2.0 25.0 20.227 0.0 0.0
3.0) (wall3 V1 2.0 27.0 27.0 2.5 0.0 1.0) (wall4 H1 2.0 54.7 34.0 0.0 0.0 3.5) (wall5 V1 2.0
56.7 56.7 77.5 0.0 1.0) (flange H1 2.0 85.0 63.7 0.0 0.0 3.5)))
    
```

Fig. 4 Configuration list

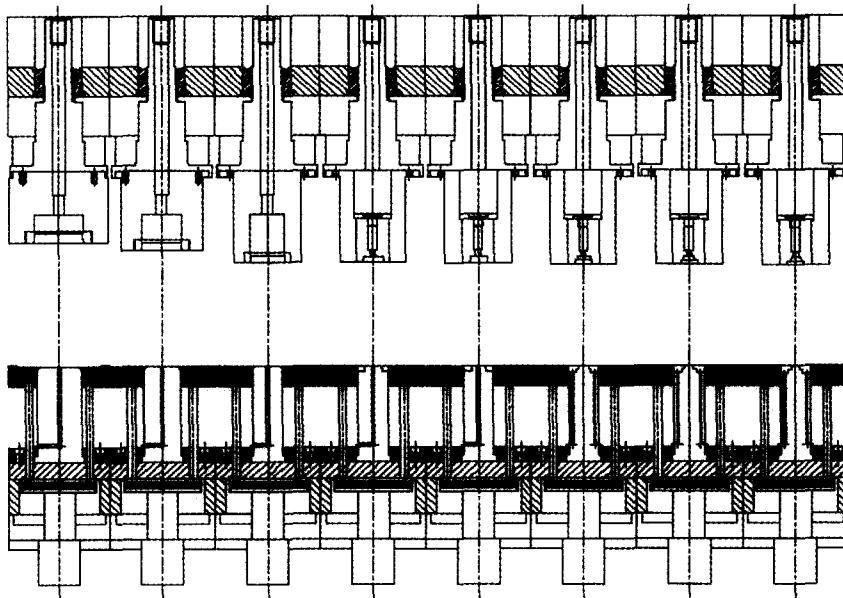


Fig. 5 Generated total assembly drawing

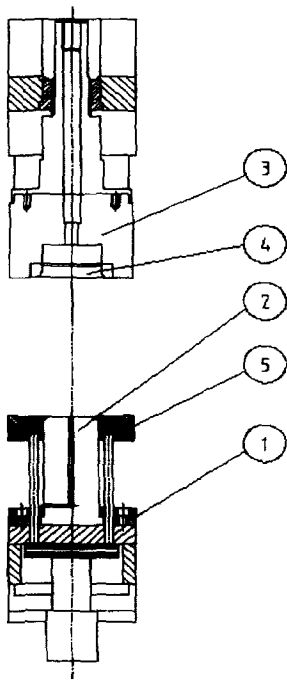


Fig. 6 Assembly drawing of 1st station

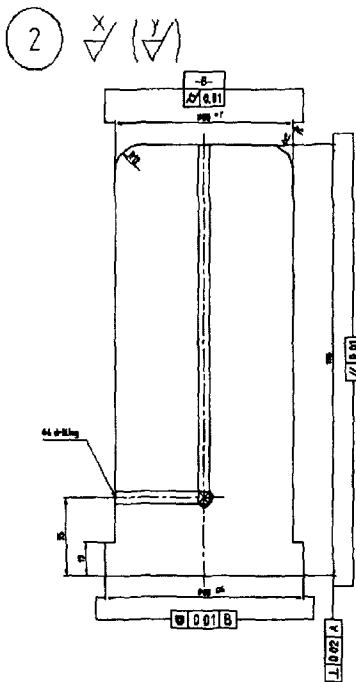


Fig. 7 Part drawing of punch

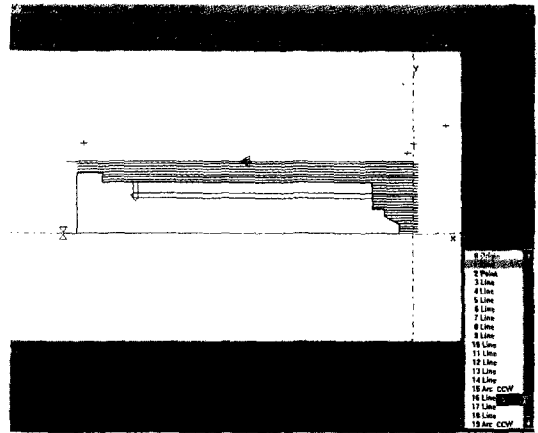


Fig. 8 Generated modeling drawing of punch at the step of 8th station

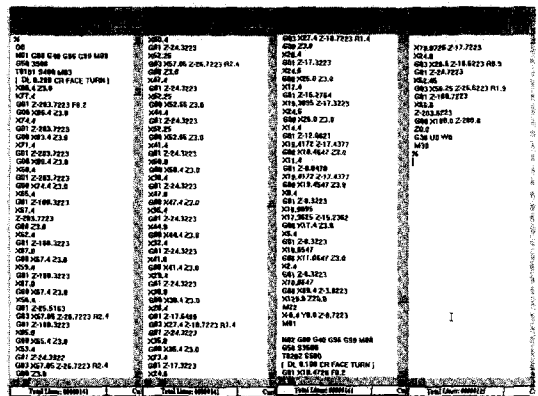


Fig. 9 Generated NC data of punch machining

계산된 공구경로를 보인다. CNC 선반 가공을 위한 황삭, 정삭의 공구경로를 표시하고 있으며, Fig. 9에 펀치를 가공하기 위한 NC 데이터의 생성 결과를 나타내었다. Fig. 10에는 다이 부품의 생성도면을 보인다. 다이에서 요구되는 형상공차가 고려되었으며, 펀치와 다이 사이의 클리어런스는 적정하게 설계되었다. 다이의 가공시 끼워맞춤을 위한 공차는 직경 129mm의 경우 구멍은 P6를, 축은 u6를 적용한다. 설계결과는 다이의 마무리 연가공을 위한 적정의 공차로 설계되었다. 생성된 다이 부품은 실제 공정에 적용 가능함을 알 수 있다. Fig. 11에는 펀치홀더의 생성도를 나타내었다. 펀치홀더는 펀치를 고정하며, 다이쿠션 핀을 지지하는 역할을 한다. 펀치홀더로서의 요구되는 형상과 치수 그리고 형상공차 및 정밀도가 적용되었음을 알 수 있다. Fig. 12에는 창생된 스트리퍼의 도면을 보인다

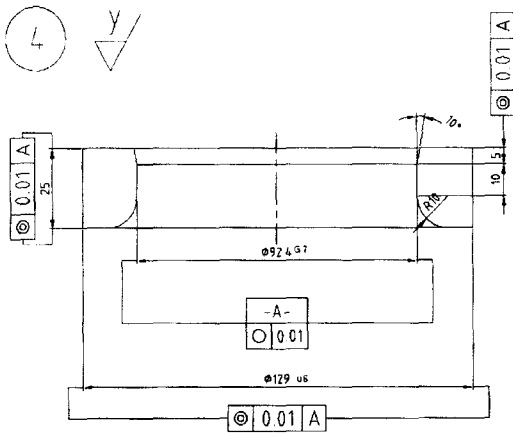


Fig. 10 Generated drawing of die

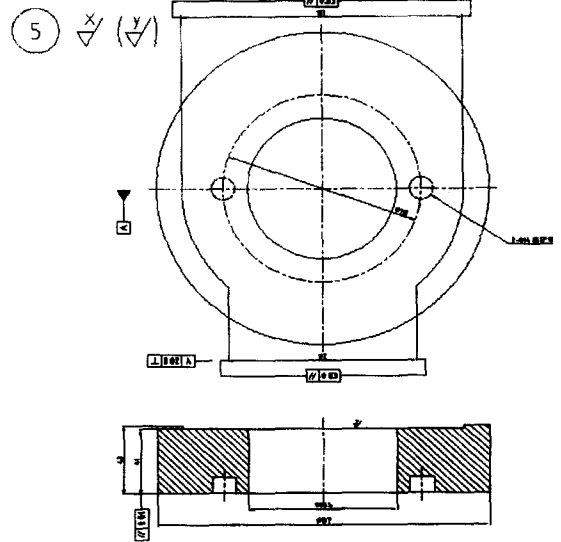


Fig. 12 Generated drawing of stripper

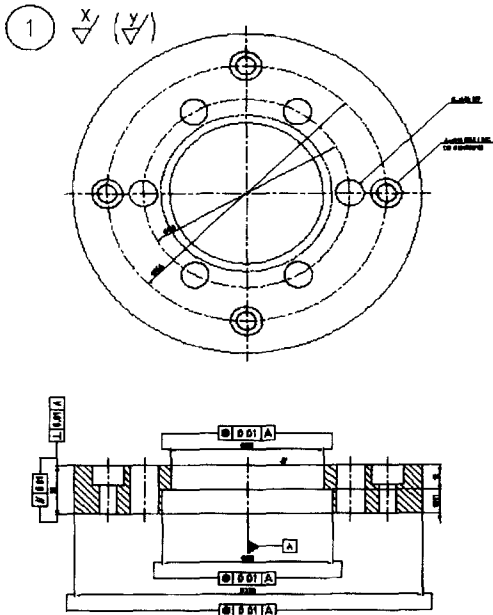


Fig. 11 Generated drawing of punch holder

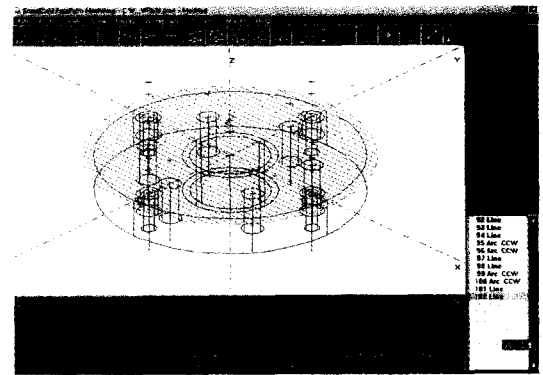


Fig. 13 Generated modeling drawing of punch holder machining

다. 스트리퍼는 공정상의 제품을 펀치로부터 이탈시키는 역할을 수행하므로 평행도와 직각도의 형상공차가 중요시 된다. Fig. 13에는 펀치홀더를 머시닝센터에서 가공하기 위한 모델링과 생성된 공구경로를 보이고 있으며, Fig. 14에 펀치홀더를 가공하기 위한 머시닝센터 가공용 NC 데이터를 보인다. Fig. 15에는 Wire EDM을 사용하여 스트리퍼를 가공하기 위한 모델링과 와이어의 공구경로의 생성을 보이며, Fig. 16에 스트리퍼를 Wire EDM에서

가공하기 위한 생성된 NC데이터를 보인다.

이상에서 생성된 금형설계 도면은 ESM 모터 프레임을 가공하기 위한 트랜스퍼 금형 부품으로 설계규칙에 따라 지식 베이스와 데이터 베이스를 기반으로 생성되었음을 알 수 있고, 현장 적용이 가능함을 확인하였다. 또한, 펀치를 가공하기 위한 CNC 선반 가공용 NC 데이터, 스트리퍼 등의 3차원 형상을 가진 금형요소를 가공하기 위한 머시닝센터 가공용 NC 데이터, 펀치홀더를 가공하기 위한 Wire EDM용 NC 데이터는 생성된 금형 부품을 가공하는 데 적합한 가공정보임을 확인하였다. NC 데이터를 생성하는 데 있어서 작업조건과 작업방법은 사용자 입력

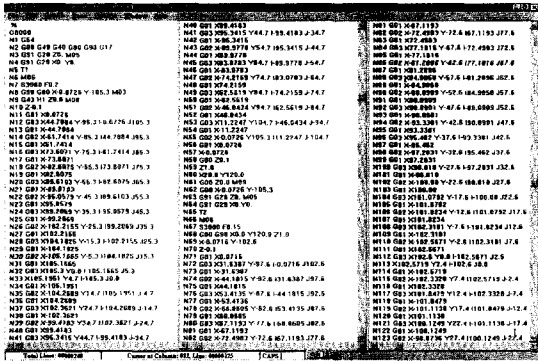


Fig. 14 Generated NC data of machining center for punch holder

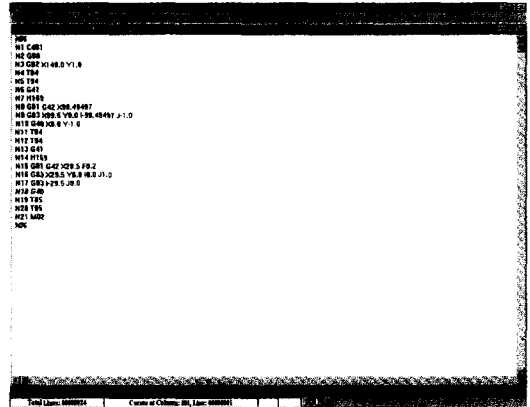


Fig. 16 Generated NC data of Wire EDM for stripper

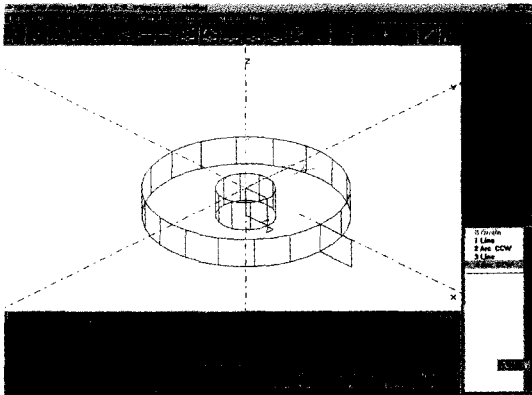


Fig. 15 Generated modeling drawing of stripper

또는 시스템 내의 이미 구축되어 있는 데이터 베이스를 활용할 수 있도록 하였고, 향후 새로운 공작기계 또는 작업 조건의 발생시에 데이터의 수정 및 보완이 가능하도록 확장성을 고려하였기 때문에 생성된 데이터는 향후 작업 기계 또는 작업방법의 변경시 작업 환경에 적합한 가공 데이터를 생성할 수 있음을 확인하였다. 디프 드로잉 공정설계의 CAD 데이터로부터 컴퓨터가 각 공정의 제품의 형상과 크기를 인식할 수 있는 형상인식 리스트를 지식 베이스를 이용하여 각 공정에서 필요한 금형의 조립도 및 부품도의 자동창성이 가능함을 확인하였다.

창생된 금형의 요소는 현업에서의 조립공차가 감안되었음을 알 수 있었다. 앞에서 언어진 금형부품도의 CAD 데이터는 금형가공 시스템의 입력으로 사용된다. 가공 시스템은 펀치와 같은 축의 형상을 가공하기 위한 CNC 선반, 다이, 스트리퍼를 가공하기 위한 Wire EDM, 그리고 3차

원 형상의 가공 데이터 생성을 위한 머시닝 센터용의 NC 데이터 자동으로 창생하게 된다. 즉, 생성된 CAD 데이터를 CAM 시스템의 입력으로 사용하여 가공하고자 하는 금형요소에 대한 NC 데이터를 자동으로 창출할 수 있음을 확인하였다.

#### 4. 결 론

축대칭 디프 드로잉 제품의 공정설계가 완료된 공정설계 CAD 데이터의 형상과 크기에 대한 수치 정보를 입력으로 기계식 프레스에서 금형가공을 성공적으로 수행할 수 있는 금형의 총조립도와 금형 부품도를 자동 창생하는 금형 자동설계 시스템을 개발하고, 창생된 금형 도면을 시스템의 입력으로 하여 CNC 선반, Wire EDM, 머시닝 센터에서 금형의 부품을 가공하기 위한 NC 데이터를 자동으로 창생하는 기계식 프레스 금형 가공 시스템을 완성하였다.

개발된 시스템을 사용함으로써 자동차용 중·대형 디프 드로잉 제품의 금형설계 및 CNC 가공을 위한 NC 데이터의 생성을 정확하고 신속하게 수행할 수 있으므로 원가 절감, 품질향상, 생산성 향상이 도모된다. 그리고, 각 공정의 형상 및 크기에 대한 수치 정보를 입력으로 사용하기 때문에 공정설계의 결과를 직접 사용할 수 있고 제품 특성에 따른 공정의 변화에 유연하게 대처를 할 수 있으며, 금형의 설계 및 가공이 주어진 설계규칙 또는 가공 규칙에 따라 생성이 되므로 제작하고자 하는 금형에 대한 설계 및 표준화를 이룰 수 있고, 변화하는 금형의 표준화 또는 새로운 사양에 대하여 데이터베이스 또는 설계규칙을 추가



하거나 수정함으로써 쉽게 시스템의 보완이 용이하고, 표준화의 이력관리를 합리적으로 수행할 수 있다.

거시적인 측면에서 볼 때, 시스템의 결과는 공장의 자동화에 능동적으로 대처할 수 있는 방안이 되며, 데이터 관리에 있어서 효율화와 합리화를 꾀할 수 있으며, 제품의 설계 단계에서 공정 및 금형의 구조에 대한 트러블을 미리 예측할 수 있으므로 향후 발생할 트러블을 미연에 방지할 수 있다.

개발된 축대칭 디프 드로잉 제품의 기계식 프레스 금형 CAD/CAM 시스템을 이용하면 설계 및 가공의 초보자라도 쉽게 성공적인 설계 및 가공 데이터 생성을 수행할 수 있으며, 이는 숙련된 기술자의 양성에 필요한 시간과 비용을 대폭적으로 줄일 수 있는 방안이 된다. 디프 드로잉 제품의 금형설계와 가공의 까다로운 절차는 설계 및 가공의 초보자에게 있어서 표준화된 설계 및 가공 지침을 확립하기 어렵게 만든다. 그러나 이에 대한 필요한 기술과 경험을 정량화하고 아울러 설계 및 가공절차를 정식화한 본 시스템은 초보자의 실무에의 활용과 교육에 있어 많은 활용이 기대된다. 그리고 개발된 시스템은 AutoCAD와 SmartCAM 환경에서 구현함으로써 향후 다른 CAE 소프트웨어와 원활한 연결을 할 수 있도록 하였다. 그러나, 향후 시스템의 보다 높은 현장 적응성을 높이기 위해서는 현업에서 생성된 설계 및 가공 데이터 베이스를 시스템에 반영하고, 여러 가지 형상의 제품에 대한 적용 및 연구가 계속되어야 한다.

## 후 기

본 연구는 디프 드로잉 제품 전문 제조회사인 우진사와 동의공업대학 기계기술연구소의 지원하에 추진되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

(1) H. Gloeckl, K. Lange, 1983, "Computer Aided

Designing of Blanks for Deep Drawn Irregular Shaped Components". Proc. 11th. NAMRC, pp. 243~252.

- (2) 최재찬, 퍼스널 컴퓨터에 의한 디프 드로잉 공정 및 금형설계 전산화에 관한 연구, 1987, 연구 보고서, 한국과학재단.
- (3) 박상봉, 최영, 김병민, 최재찬, 1996, "축대칭 디프 드로잉 공정의 CAD/CAM시스템", 한국정밀공학회지, 제13권, 제6호, pp. 27~33.
- (4) S. B. Park, Y. Choi, B.M. Kim, J.C. Choi, 1998, "A Study of a Computer-Aided Process Design System for Axisymmetric Deep-Drawing Products", Journal of Materials Processing Technology 75, pp. 17-26.
- (5) 박상봉, 1998, "진공형광소자 전극의 극박판 프레스 금형 자동설계 전문가 시스템", 한국정밀공학회지, 제15권, 제5호, pp. 50~58.
- (6) 박상봉, 1997, 디프 드로잉 공정설계 및 금형설계의 자동화 시스템에 관한 연구, 부산대학교 박사학위논문, pp. 39~41.
- (7) 박상봉, 1998, "디프 드로잉 트랜스퍼 금형의 설계 및 제작에 있어서의 전문가 시스템", '98 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, pp.414~421.
- (8) 박상봉·최영·김병민·최재찬·김보환, 1996, "축대칭 디프 드로잉 제품의 공정설계 시스템에 관한 연구(I)", 한국소성가공학회, 제5권, 제1호, pp.27~36.
- (9) 박상봉·최영·김병민·최재찬·이종, 1996, "축대칭 디프 드로잉 제품의 공정설계 시스템에 관한 연구(II)", 한국소성가공학회, 제5권, 제1호, pp.61~71.
- (10) 太田哲, 1986, 프레스 드로잉가공 공정설계, 성안당.
- (11) 太田哲, 1976, 프레스 드로잉, 大光書林.
- (12) 李河星, 1992, 金型設計, 성안당.
- (13) 住友電工, 1994, '94 절삭공구, 住友電工株式會社.