

기계식 프레스에서의 디프 드로잉 트랜스퍼 금형 자동설계 및 가공 시스템에 관한 연구

A Study on the Development of CAD/CAM System for Deep Drawing Transfer Die in Mechanical Press Process

박 상 봉* (동의공업전문대학 금형설계과)

Sang Bong Park* (Dept. of Die and Mould Design, Dong-Eui Technical Junior College)

ABSTRACT

The CAD/CAM System for deep drawing transfer die in mechanical press process has been developed. The developed CAD system can generate the drawing 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 technology 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 : Transfer Die (트랜스퍼 다이), Mechanical Press (기계식 프레스), Rule Base (규칙 베이스), Knowledge Base System (지식 베이스 시스템), Configuration List (형상 리스트)

1. 서 론

디프 드로잉 공정설계에 관한 연구는 1983년 H. Gloeckl⁽¹⁾ 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⁽²⁾의 디프 드로잉 공정 및 금형설계의 전산화에 관한 연구를 통하여 설계된 공정에 대한 단동형 프레스에서 드로잉 금형의 설계규칙을 정식화하였고 자동화된 금형설계를 수행하여 금형의 총조립도 및 부품도를 시스템의 출력으로 하였다. 1996년 Park⁽³⁾ 등은 축대칭 디프 드로잉 공정의 CAD/CAM 시스템을 발표한 바 있다. 디프 드로잉의 금형은 프레스의 특성에 따라 설계의 방법이 결정지어 진다. 따라서 사용하고자 하는 프레스의 사양을 충실히 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 이유중의 하나가 된다.

본 연구에서는 기계식 프레스에서의 디프 드로잉 트랜스퍼 금형을 연구 대상으로 하여 금형을 제작하기 위한 모든 정보, 예를 들어, 금형의 총조립도, 부품도, 상세도, 파트리스트를 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 모듈을 가지는 시스템으로 구성하였다. 형상 인식 모듈(shape recognition module)에서는 공정설계의 결과

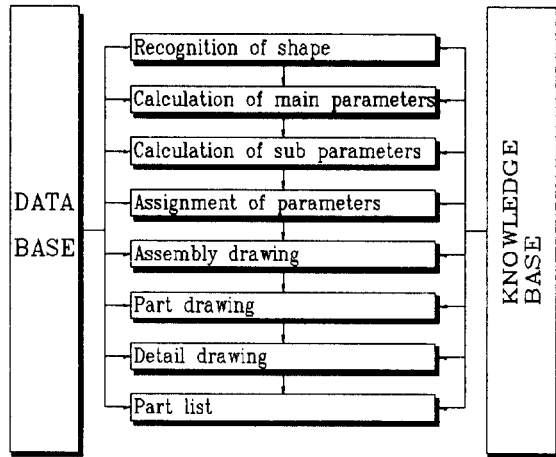


Fig. 1 Block diagram of CAD system

에 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. 부분수 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 부분수 모듈에서 계산되어진 변수를 드로잉 모듈(drawing module)로 할당한다. 총조립도 모듈(assembly drawing module)은 트랜스퍼 금형의 총조립도를 창

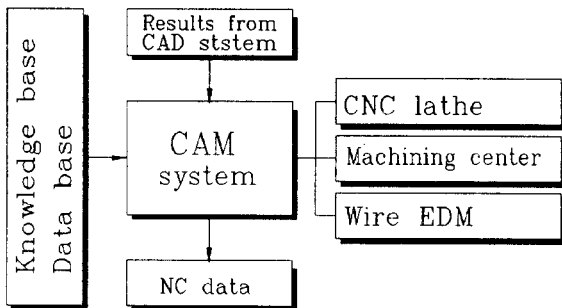


Fig. 2 Structure of CAM system

생한다. 부품도 모듈(part drawing module)은 금형의 부품도를 창생한다. 상세도 모듈(detail drawing module)은 금형의 상세도를 창생한다. 또한, 파트리스트 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.

3. 시스템 적용 및 결과

본 연구에서 개발된 시스템에 대한 적용을 통하여 금형설계의 적정성 여부와 향후 현업의 적용성 여부를 검토하기로 한다. 본 시스템의 입력으로는 ESM

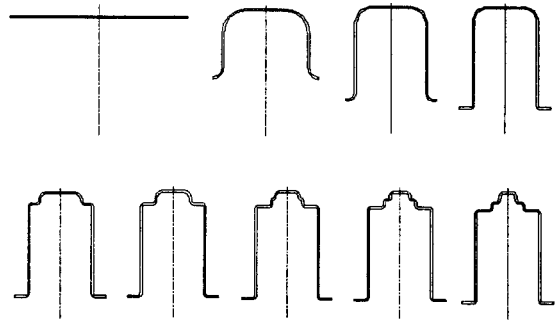


Fig. 3 Process drawing of ESM motor frame

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	o1
	tapered reduced	t2		concave reduced	c2

("name" shape, T, DO, DI, 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

MOTOR FRAME 제품의 공정도로 한다. 입력으로 사용한 공정도는 Fig. 3에 보인다. Fig. 3의 공정도를 CAD상에서 읽어 계산 및 판단이 용이한 형태로 하기 위하여 Table 1의 형상 리스트의 개념⁽⁴⁾을 사용하였다. 형상 리스트의 개념에 따라 정렬된 공정 설계도의 형상인식 데이터를 Fig. 4에 보인다. 전체 8공정에 대한 형상인식 데이터가 Table 1의 형상 리스트의 개념에 따라 변환되었다. 변환된 형상 리스트는 설계규칙에 따라 지식 베이스에 의해 계산

```

(blank HI 2.0 164.23 0.0 0.0 0.0 0.0) ((bottom HI 2.0 38.7 0.0 0.0 0.0 0.0) (wall V1 2.0 78.7 78.7
30.0803 0.0 20.0) (flange HI 2.0 104.122 104.122 0.0 0.0 10.56)) ((bottom HI 2.0 38.7 0.0 0.0 0.0 0.0)
(wall V1 2.0 64.506 64.506 62.5729 0.0 12.903) (flange HI 2.0 87.0 80.566 0.0 0.0 7.03)) ((bottom HI
2.0 38.7 0.0 0.0 0.0 0.0) (wall V1 15) (wall3 V1 2.0 56.7 56.7 77.5 0.0 1.0) (flange HI 2.0 85.0 63.7
0.0 0.0 3.5)) ((bottom HI 2.0 19.1077 0.0 0.0 0.0 0.0) (wall V1 2.0 29.9588 29.9588 2.32351 0.0
5.42602) (wall2 HI 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 HI
2.0 85.0 63.7 0.0 0.0 3.5)) ((bottom HI 2.0 14.5382 0.0 0.0 0.0 0.0) (wall V1 2.0 20.8308 20.8308
1.04643 0.0 3.1363) (wall2 HI 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 HI 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 HI 2.0 85.0 63.7 0.0
0.0 3.5)) ((bottom HI 2.0 12.7631 0.0 0.0 0.0 0.0) (wall V1 2.0 16.3994 16.3994 2.40699 0.0 1.81815)
(wall2 HI 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 HI 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 HI 2.0 85.0 63.7 0.0 0.0 3.5)) ((bottom
HI 2.0 10.0327 0.0 0.0 0.0 0.0) (wall V1 2.0 14.4315 10.9596 6.40587 0.0 0.5) (wall2 HI 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 HI 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 HI 2.0 85.0 63.7 0.0 0.0 3.5))

```

Fig. 4 Configuration list

및 판단이 용이한 형태임을 알 수 있다. Fig. 5 ~ Fig. 6에 자동창생된 몇 가지의 주요한 금형 부품을 보인다. Fig. 5에 제8공정에 대한 조립도와 펀치 설계의 부품도를 보인다. 펀치의 길이와 공기빼기 구멍에 대한 사양이 설계규칙에 따라 설계되었고 설계 요구조건과 일치하였다. 펀치의 혹(wen) 부분의 형상과 치수는 제1공정의 제품을 가공하기에 충분한 상태로 설계되었다. Fig. 6에 제8공정에 대한 펀치홀더의 도면을 보인다. 펀치홀더의 조립부는 펀치를 고정할 수 있도록 조립공차를 감안하여 설계되어졌음을 알 수 있다. Fig. 7~Fig. 8에 Fig. 5의 펀치의 CAD 데이터를 전송받아 CAM 시스템에서 가공대

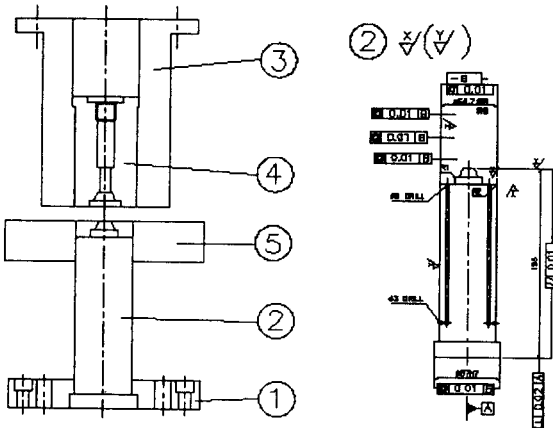


Fig. 5 System output for 8th station

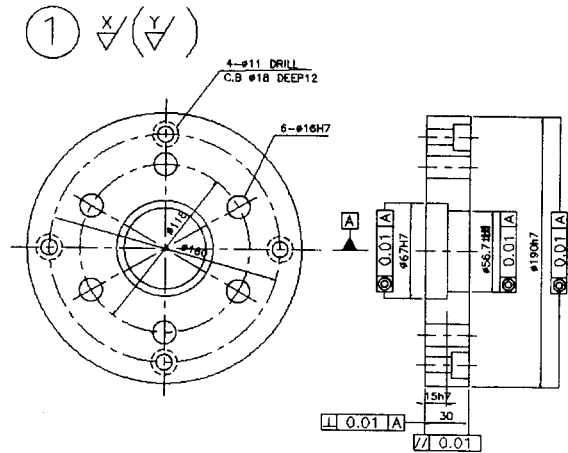


Fig. 6 Generated drawing of punch holder

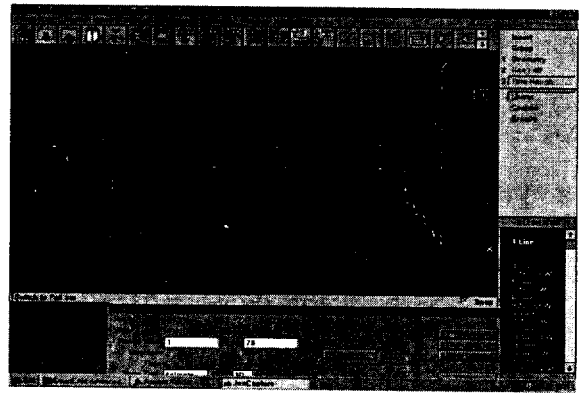


Fig. 7 Tool path generation of punch

이터를 생성한 결과를 보인다. Fig. 7은 CAM 시스템에서 펀치에 대한 공구경로를 보인다. Fig. 8은 펀치를 가공하기 위한 NC 데이터를 보인다. NC 데이터를 생성하는 데 있어서 작업조건과 작업방법은 사용자 입력 또는 시스템 내의 이미 구축되어 있는 데이터 베이스를 활용할 수 있도록 하였고, 향후 새로운 공작기계 또는 작업조건 발생시에 데이터의 수정 및 보완이 가능하도록 확장성을 고려하였기 때문에 생성된 데이터는 향후 작업기계 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 자동창생이 가능함을 확인하였고, 창생된 금형의 요소는 현업에서의 조립 공차가 감안되었음을 알 수 있었다. 앞에서 얻어진 금형부

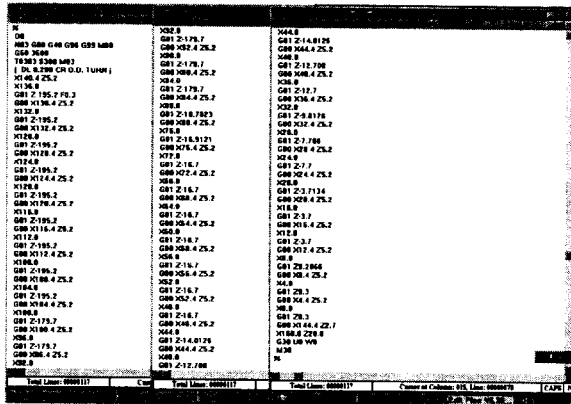


Fig. 8 Generated NC data of punch

품도의 CAD 데이터는 금형가공 시스템의 입력으로 사용된다. 가공 시스템은 펀치와 같은 축의 형상을 가공하기 위한 CNC 선반, 다이, 스트리퍼를 가공하기 위한 Wire EDM, 그리고 3차원 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.

5. 결 론

축대칭 디프 드로잉 제품의 공정설계가 완료된 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. 완성된 시스템의 특성을 요약하면 다음과 같다.

1. 각 공정의 형상에 대한 수치 정보를 입력으로 사용하기 때문에 공정설계의 결과를 직접 사용할 수 있고 공정의 변화에 유연하게 대처를 할 수 있다.
2. 금형의 설계 및 가공이 주어진 설계규칙 또는 가공 규칙에 따라 생성이 되므로 제작하고자 하는 금형에 대한 설계 및 표준화를 이룰 수 있다.
3. 변화하는 금형의 표준화 또는 새로운 사양에 대하여 데이터베이스 또는 설계규칙을 추가하거나

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

4. 시스템의 결과는 공장의 자동화에 능동적으로 대처할 수 있는 방안이 되며, 데이터 관리에 있어서 효율화와 합리화를 꾀할 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.

후 기

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

참 고 문 헌

1. H. Gloeckl, K. Lange, "Computer Aided Designing of Blanks for Deep Drawn Irregular Shaped Components", Proc. 11th, NAMRC, pp. 243 - 252, 1983.
2. 최재찬, 퍼스널 컴퓨터에 의한 디이프 드로잉 공정 및 금형설계 전산화에 관한 연구, 연구 보고서, 한국과학기술원, 1988.
3. 박상봉, 최영, 김병민, 최재찬, "축대칭 디프 드로잉 공정의 CAD/CAM시스템", 한국정밀공학회지, 제13권, 제6호, pp. 27-33, 1996.
4. 박 상 봉, 디프 드로잉 공정설계 및 금형설계의 자동화 시스템에 관한 연구, p. 195, 부산대학교 박사학위논문, 1997.
5. Donald F. Eary and Edward A. Reed, Techniques of Pressworking Sheet Metal, Prentice-Hall Inc., 1974.