

순차이송금형 제작시 DNC 적용

이종선, 이춘호*(대진대학교), 하영민(국민대학교)

DNC Application of Progressive Die Production Process

Jong-Sun Lee, Chun-Ho Lee*, Young-Min Ha

Abstract

The object of this study is DNC application of progressive die production process. DNC systems are consist of AutoCAD, CAM software and CNC milling machine. CAM software is purpose of G-code generation for CNC programming. Then CAM software and CNC milling machine are connect to RS-232C cable.

Keywords : Progressive Die(프로그래시브 금형), Transfer Die(트랜스퍼 금형), Press Die Design (프레스금형설계), Data Conversion(데이터 변환), Tool Path(공구경로)

1. 서 론

최근 금형산업의 발전이 현대 공업의 필수적인 요소이며 대량생산 수단의 첩경임에도 불구하고 그 실정에 있어서 영세성을 벗어나지 못하고 있는 점은 고도 성장을 지향하고 있는 우리나라 공업분야가 지닌 커다란 문제점이라 할 수 있다. 이러한 영세성을 벗어나지 못하는 가장 큰 이유중 하나가 금형산업의 소형화, 경량화 및 고속화의 경향에 따른 금형 설계의 표준화가 아직 갖추어지지 않아서이다. 특히 금형의 꽃이라고 하는 순차이송금형은 표준화가 절실히 요구되는 금형중의 하나이다. 먼저 순차이송금형이란 프레스에서 가공할 소재를 연속적으로 이송시키면서 여러공정을 거쳐 하나의 제품으로 가공하는 금형을 말하며 일반적으로 프로그래시브 금형(Progressive Die)을 뜻하나 넓은 의미로는 트랜스퍼 금형(Transfer Die)을 포함하여 순차이송금형이라 한다. 순차이송금형에서는 단순한 부품은 물론이고 복잡한 부품이라도 재료가 순

차적으로 금형을 통과하는 동안 원하는 제품의 형상으로 가공된다. 따라서 순차이송금형은 단일 프레스 금형과 달리 여러 가지 목적의 단일 프레스 금형을 조합한 금형이므로 제작에는 고도의 기술과 기능 및 높은 생산비가 소요되지만 대량 생산 또는 지속적인 양산제품에 적용하면 이익이 크다. 그러나 이러한 가공의 대부분이 숙련된 기술자의 경험과 직관적 판단에 의해 수행되기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위하여 숙련된 기술자의 경험을 정식화하여 컴퓨터를 이용한 설계(CAD) 및 가공 자동화(CAM)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

1971년 Shaffer⁽¹⁾가 PDDC(Progressive Die Design by Computer)를 개발했으며 Fogg와 Jaimson⁽²⁾은 다이-레이아웃에 영향을 미치는 여러 가지 요소들을 고려한 한층 더 개선된 PDDC 시스템을 개발하였다. 그러나 이 시스템의 단점은 반자동이고 긴 공정시간이 소요된다는 것이다. 그후 Shibata 와 Kunitomo⁽³⁾는 블랭크-레이아웃과 다이-레이아웃의 화면출력만을 목적으로 하는 CAD/CAM 시스템을 개발하였다. 또한 금형 제작과정에

서 많은 시간과 인력을 필요로 하는 공정 및 금형 설계에 있어서 컴퓨터의 정확하고 신속한 처리로 설계시간 단축을 통한 생산성 향상이 요구되며, CAD 데이터를 활용하여 금형 부품의 가공을 수행할 수 있는 CAM 시스템의 개발이 아주 시급히 요청되고 있다.

따라서 본 논문에서는 이미 개발된 CAD 시스템을 활용하여 설계자가 직접 설계를 하고 설계된 도면에서 가공하고자 하는 부분을 추출하여 CAM 시스템으로 전송을 한다. 전송되어진 CAD 데이터는 데이터변환 모듈을 통하여 CAM 소프트웨어인 Omega 환경에서 인식 가능한 형태로 변환되어진다. 이 변환되어진 데이터를 다시 Omega에서 재인식을 시켜 NC 가공 데이터를 자동으로 생성시키게 된다. 그리하여 순차이송금형의 가공자동화를 실현시킬 수 있는 DNC(Direct Numerical Control)화를 구현하였다. 이러한 과정을 실험한 결과 가공의 정밀도는 다소 CNC 기계마다의 특성상 오차가 있겠지만, 실험에 쓰인 통일중공업의 CNC 밀링머시인(TNV-40AM)은 ± 0.001 의 정밀도로 가공을 할 수 있었고, 또 생산현장에서 흔히 일어나는 작업자의 실수로 인한 오류를 제거함으로써 인건비와 가공시간을 줄일 수 있었다.

2. 시스템의 구성

본 논문에서 구축된 시스템은 CAD/CAM/CNC 부분으로 나뉘어져 있다. 먼저 CAD 부분은 직접 드로잉 부분과 각각의 부분으로 나뉘어져 있고, CAM 부분은 데이터변환 모듈, 모델링 모듈, 포트프로세스 모듈로 나뉘어져 있다.

그리고 시스템은 하나의 환경에서 실행되며 각 모듈들이 규칙과 데이터 베이스를 공유하므로 수행 중에 시스템을 중단하지 않고서 모든 과정을 수행할 수 있다는 장점이 있고, 이 시스템을 구성하는 모듈의 기능적인 설명은 Fig. 1과 같고 전체적인 흐름도는 Fig. 2와 같다.

프레스 금형의 설계에서 먼저 금형제품이 어떤 형상으로 가공이 이루어져야 하는가를 판가름하기 위하여 먼저 Layout을 생각하고, 그 다음에 설계에서 필요한 여러식을 이용하여 계산한 값을 토대로 하여 설계를 한다.

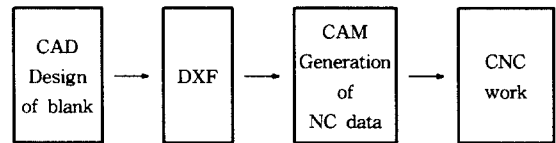


Fig. 1 Configuration of CAD/CAM/CNC system

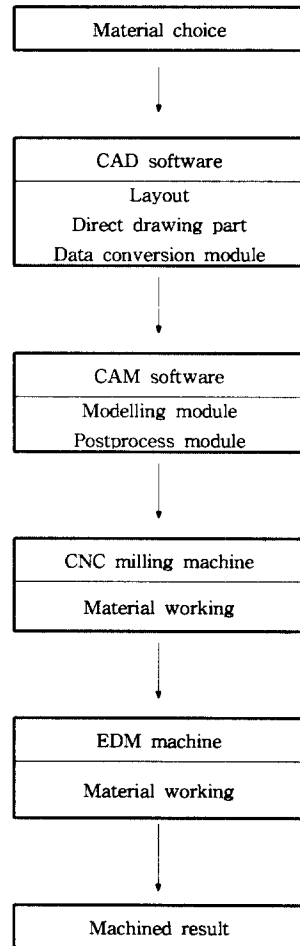


Fig. 2 Flow chart of CAD/CAM/CNC system

그리고 데이터변환 모듈에서 CAD상의 데이터를 소프트웨어(Omega) 환경에서 인식 가능한 형태의 데이터로 변환하여 그 결과를 모델링 모듈로 넘긴다. 모델링 모듈에서는 NC 가공 데이터를 생성하기 위하여 데이터변환 모듈을 통하여 변환된 형상인식 가능한 데이터를 이용하여 2.5차원 모델링을 수행하여 공구경로를 지정하고, 그 결과를 포트프로세스 모듈로 넘긴다. 포트프로세스 모듈

에서는 기계의 작업조건과 가공조건을 판단하여 가공작업에 적합한 NC 가공 데이터를 생성시킨다. 이러한 시스템을 구성하는 각 모듈들의 기능적인 설명은 아래에서 간략히 서술한다.

2.1 직접 드로잉 부분(Direct drawing part)

먼저 직접 드로잉이란 설계자가 여러가지 계산식을 이용하여 만능제도대(Drafter)나 혹은 CAD 패키지를 활용하여 직접 드로잉을 하는것을 뜻하며, 이러한 패턴을 선택한 이유는 금형설계시 여러가지 변수가 많은데 아직까지 이러한 변수를 충족시킬 만한 소프트웨어 개발이 안되어 직접 드로잉 방법으로 설계를 하였다. 이 직접 드로잉부분(표준 부품 드로잉은 제외)에서는 금형의 전체적인 조립도와 상형과 하형의 부분 조립도 그리고 각각의 플레이트를 설계하였다.

2.2 데이터변환 모듈(Data conversion module)

데이터변환 모듈은 CAD 소프트웨어를 이용하여 설계한 도면에서 가공하고자 하는 부분을 DXF(Data Exchange File)형식의 파일로 변환시켜 CAM 소프트웨어인 Omega 환경에서 인식가능한 상태로 변환하는 방식을 말하며, 이 모듈에서는 도면의 탭핑, 드릴링, 카운터 보링 부위를 DXF 형식으로 변환하는것을 시도하였다.

2.3 모델링 모듈 (Modelling module)

모델링 모듈에서는 NC 가공 데이터를 생성하기 위하여 데이터변환 모듈을 통하여 변환되어진 설계도면의 데이터를 이용하여 2.5차원 모델링을 설정하고 공구경로(Tool Path)를 지정하였다.

2.4 포스트프로세스 모듈 (Postprocess module)

포스트프로세스 모듈은 모델링 모듈에서 생성된 데이터를 이용하여 사용할 공구 및 가공조건 등의 정보를 입력시켜, CNC 가공 및 방전가공을 수행할 수 있는 NC 가공 데이터를 생성하는 것을 말하며, 이 모듈에서 생성된 NC 가공 데이터를 컴퓨터의 하드디스크나 플로피디스크로 저장하고 RS-232C 케이블을 이용하여 CNC 동작기계로의

연결을 용이하도록 하였다.

아래의 그림은 직접 드로잉시 상형과 하형 그리고 정면도에 나타난 조립 형상을 나타내었다.

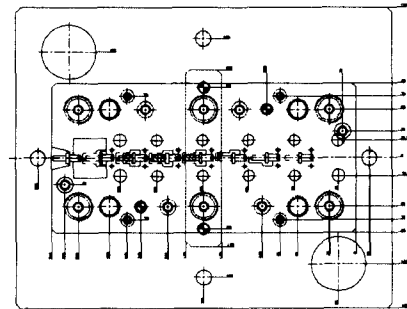


Fig. 3 Top part drawing of die block

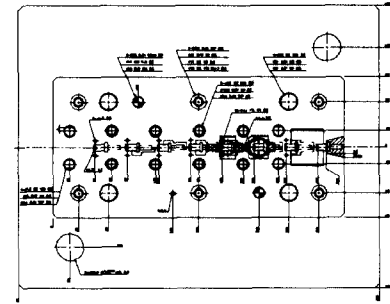


Fig. 4 Bottom part drawing of die block

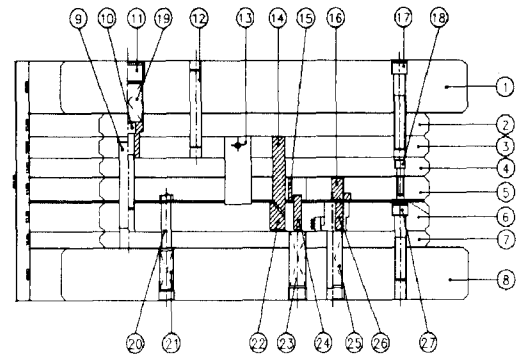


Fig. 5 Front part drawing of die block

3. 시스템적용 및 고찰

본 논문에서는 CAD/CAM/CNC 시스템에 순차 이송금형 제작시에 DNC 과정을 접목시켰다. 그리

하여 시스템의 각 모듈들에서 수행되어 출력된 결과들을 고찰하고자 한다.

3.1 직접 드로잉 부분과 레이아웃의 검토

Fig. 6과 같이 설계된 순차이송금형의 과정에서 Layout을 토대로 검토한다.

이 모듈에서는 제품 사양에 맞는 계산식과 수치 등을 이용하여 굽힘 및 제품의 전개길이 등을 수식으로 정립화하여 설계를 하였고, 순차이송금형의 설계시 사용된 계산식은 아래와 같다.

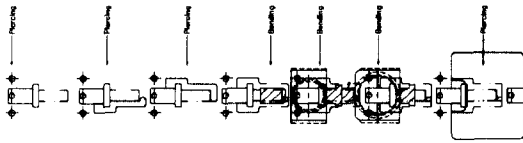


Fig. 6 Die block layout

L형 굽힘가공력의 계산식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{1}{2}(P_a + P_b) \\
 &= \frac{1}{2} \left(\frac{C_1}{3} \cdot b \cdot t \cdot \sigma_B + \frac{C_1 \cdot b \cdot t^2 \cdot \sigma_B}{3 \times L} \right) \\
 &= \frac{1}{3} b \cdot t \cdot \sigma_B + \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4} \right) P_a
 \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 P 는 가공력, P_a 는 다이의 압력, P_b 는 펀치의 압력, C_1 은 계수, b 는 재료의 폭, t 는 소재의 두께를 나타낸다.

전단력의 계산식은 다음과 같다.

$$P = l \cdot t \cdot \tau \quad (2)$$

여기서 P 는 전단력, l 은 전단길이, t 는 소재의 두께, τ 는 재료의 전단강도를 나타낸다.

다이블록의 두께 계산식은 다음과 같다.

$$H = \sqrt[3]{P} \quad (3)$$

여기서 H 는 다이블록의 두께, P 는 전단하중력을

나타낸다.

코일스프링의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{스트리핑력} = P \times (2.5 \sim 20\%) \quad (4)$$

여기서 P 는 전단하중력을 나타낸다. 특히 스프링을 몇 개로 사용할 것인가는 스프링 하중력을 사용 스프링 수로 나누어서 사용한다.

이송피치 계산식은 다음과 같다.

$$P = l + b \quad (5)$$

여기서 l 은 제품의 이송길이, b 는 이송잔폭을 나타낸다.

소재폭 계산식은 다음과 같다.

$$t = n + o + v + i \quad (6)$$

여기서 n 은 노칭폭, o 는 뒤잔폭, v 는 블랭크 세로 길이, i 는 내부잔폭을 나타낸다.

3.2 데이터변환 모듈 및 모델링 모듈에 적용

직접 드로잉 모듈에서 설계되어진 순차이송금형의 제품을 가공하기 위하여 데이터변환 모듈에서는 이 제품을 CAM에서 받아들여 줄 수 있도록 DXF 속성을 추출하여 Omega 소프트웨어 환경에서 인식 가능한 형태의 데이터로 변환시킨다. 그리고 모델링 모듈에서는 NC 가공 데이터를 생성하기 위하여 3차원 모델링을 수행하여 공구경로를 지정하는데 이를 Fig. 7에 나타내었다.



Fig. 7 Data conversion modelling

3.3 포스트프로세스 모듈에 적용

포스트프로세스 모듈에서는 직접 드로잉 모듈에서 생성된 순차이송금형에 대하여 CNC 가공에 필요한 공구 및 가공조건과 금형 재료에 관한 데이터를 입력시키고, 입력된 조건으로 CNC 가공을 할 수 있는 NC 가공 데이터를 자동적으로 수행한다. 순차이송금형의 CNC 가공을 위한 입력사항을 Fig. 8에 나타내었고, 포스트프로세스 모듈에서 수행되어 생성된 NC 가공 데이터를 Fig. 9에 나타내었다. 또한 생성된 NC 가공 데이터를 CNC 밀링 머시인에 전송하기 위한 입력창을 Fig. 10에 나타내었다.

Fig. 8 Input data for CNC working of the die block

Fig. 9 NC data generated in postprocess module for the die block

Fig. 10 Transfer data box for CNC working of the die block

4. 결과 및 고찰

본 논문에서 적용한 CAD/CAM/CNC 시스템에 대한 평가를 하기 위하여 Fig. 7과 같은 제품 형상 및 가공 경로를 이용하여 DNC 시스템에 의한 가공을 수행한 경우와 기존의 시스템을 이용하여 가공을 수행한 경우를 아래의 Table 1에 비교하였다. 두 방법의 가공시간을 비교하기 위하여 기존 작업에서의 시간 측정은 가공물 고정후 부터 측정하였으며, DNC 적용작업에서의 시간 측정은 가공물의 원점을 체크한 후 부터 측정하였다.

Table 1 Comparison of conventional method with DNC method

Dimension	Method	Conventional method(min)	DNC method(min)
φ 11	Method 1	9	4.1
	Method 2	6	2.8
φ 12	Method 1	3	1.6
	Method 2	3	1.4
φ 12.5	Method 1	12	6.1
	Method 2	6	2.7
M16 Tap	Method 1	8	4.6

따라서 본 논문에서 적용한 순차이송금형 제작 시 CAD/CAM/CNC 시스템을 활용하여 DNC를 적용하면 CAD 부분에서는 다소 시간이 걸리는 반면

CAM 부분에서는 CAD 부분의 다이 레이아웃 모
 들을 수행시킨 결과 설계시의 가공오류를 완벽하
 게 방지할 수 있었다. 그리고 CAM 프로그램도 자
 동으로 추출되기 때문에 작업자가 필요하지 않는
 인건비 절감의 효과도 볼 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서 순차이송금형 제작시 CAD/CAM
 /CNC를 활용한 DNC를 적용하여 얻은 결과는 다
 음과 같다.

- 1) 컴퓨터의 코드에 의한 가공으로 가공자의 실수
 로 인한 오류를 제거할 수 있으며 숙련자와 미숙
 련자와의 차이를 제거할 수 있다.
- 2) 컴퓨터에서 가공 데이터를 직접 전송하여 가공
 하므로 가공시간이 단축되어 생산성 향상이 이루
 어진다.
- 3) 기존의 설계자, 가공자, 작업자가 모두 필요없이
 한사람만이 필요하므로 인건비를 절감할 수 있다.
- 4) 금형의 고정밀도를 확보할 수 있다.

참고문헌

- 1) G.Schaffer, "Computer design of progressive
 dies", Am. Mach, Vol. 22, pp. 73-75, 1971.
- 2) B.Fogg and Jameson, "The influencing facto-
 rs in optimizing press tool die layouts and a
 solution using computer aids", CIRP Annuals,
 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) 배종외, "머시닝센터 프로그래밍과 가공", 도서
 출판 황하, pp.46-260, 1996.
- 5) (주)큐빅테크, "Omega Reference manual"
 pp.6.1-7.87, 1995.
- 6) 송기홍, "프레스 금형설계", pp.275-336, 1996.
- 7) I.D. Faux, M.J. Pratt. "Computational
 Geometry for Design and Manufacture", Ellis
 Horwood Ltd., 1979.
- 8) M.L. Philpott, N.A. Duffie, "An Intelligent
 Manufacturing System for the Production of
 Molds and Dies", Proc. of the 6th Int. Conf. on
 Computer-Aided Production Engineering ,
 Edinburgh, pp.189-197, 1990.