

평금형 CNC 가공 S/W 개발에 관한 연구

박태원*, 조승래**, 이춘만***

A study on the manufacture of extrusion square dies

Tai-won Park, Seung-rae Cho, Choon-man Lee

Abstract

Square dies are widely used for hot extrusion processes with high production rate. However, the design and manufacture of square dies mainly relies on experience of industrial engineers, To overcome such difficulty, this study develops a method of automatic generation of NC-codes for the manufacture of extrusion square dies. The result shows that the method can reduce the lead time for the design and manufacture of square dies as well as eliminating engineers own experience.

Key Words : Square die(평금형), NC-code, Extrusion(압출)

1. 서론

평금형(Square die or Flat faced die)은 현장에서 가장 많이 사용되고 있는 금형 중의 하나로서 여러 가지 단면을 가진 형제의 압출가공에 많이 쓰인다. 이러한 평금형을 통한 열간압출공정은 알루미늄 등의 경금속을 이용하여 봉(Bar)재 뿐 아니라 튜브(Tube)형재 또는 각종 입의형상의 단면 형제를 큰 압출비로 저렴하게 가공할 수 있다. 또한 평금형을 통한 알루미늄 합금의 압출온도는 대개 500℃ 전후로 비교적 낮은 온도에서 압출을 행하므로 무윤활에서도 압출이 가능하고, 정밀한 치수를 얻으므로 후가공을 줄이거나 없앨 수 있다. 하지만, 형제의 단면이 복잡하고, 두께가 얇은 압출제품은 불규칙 소성유동으로 인한 꼬임이나 굽힘 등의 불균일이 발생한다. 그러므로 적절한 압출비의 선정, 금형랜드(Die land)의 설계, 압출구멍위치 결정 등의 공정설계와 금형설계는 필수적으로 요구되고 있다. 특히 입의의 단면 형상을 갖는 열간압출금형 제작은 경험적 방법과 시행착오에 의존한 실

험을 통하여 개발하며, 숙련된 기능인력의 의존도가 높아 이들을 극복하기 위한 자동 금형설계·제작이 요구되고 있다. 이러한 자동 금형설계에 대한 연구로서 여러 연구자^{(1)~(5)}에 의한 연구가 있다.

본 연구의 목적은 압출용 평금형 제작을 보다 효과적으로 하기 위하여 AutoCAD와의 연결프로그램(Interface program)을 개발하고, 이 프로그램(Program)을 이용하여 그려진 도면에서 압출용 평금형 Wire-cut 방전가공(EDM)을 위한 NC-code를 생성시키도록 한다. 생성된 NC-code를 이용하여 금형랜드부 방전용전극 가공에 활용하고, 금형랜드부의 길이차를 가공할 방전용전극의 3차원 머신센터(M/C)가공을 위한 NC-code를 생성시킨다. 여기서 생성된 NC-code를 이용하여 압출용 평금형을 제작하여 보다 나은 금형제작 기술을 향상시키는데 있다.

2. 본론

본 연구에서는 압출용 평금형의 Wire-cut 방전 가공용 NC-code 생성을 위하여 AutoCAD의 DXF 파일을 이용하여 도형에 대한 정보를 얻는다. 이어서 가공조건과 가공명령을 주어 공구경로 데이터(Data)를 산출하도록 한 후, 이를 NC-code로 변환할 수 있도록 하였다. 또한,

* 창원기능대학교

** 창원대학교 대학원

*** 창원대학교 기계설계공학과

공구가 소재에 처음으로 접촉할 때 소재에 흠집을 내지 않도록 하는 접근방법(Approach method)으로 직선과 원호 2종류의 접근방법이 가능하도록 하였다.

평금형 압출용 금형의 NC-code생성의 순서는 첫째로 AutoCAD상에 그려진 도면에서 압출용 평금형의 Wire-cut 방전가공용 NC-code를 생성한다. 둘째로 압출용 평금형의 방전용전극의 Wire-cut 방전가공용 NC-code를 생성한다. 셋째로 방전용전극 높이차를 가공하는 NC-code를 생성하고, 생성된 NC-code를 확인하는 시물레이션(Simulation) 과정을 거치도록 하였다.

2.1 AutoCAD와의 Interface program 개발

산업이 발달함에 따라 수작업에 의한 기존의 도면 작성은 CAD(Computer Aided Drafting)를 이용한 도면을 작성으로 변화하였다. 본 연구에서 개발한 연결 프로그램(Interface program)은 AutoCAD 화면상에 그려진 압출용 평금형의 형상을 DXF(Drawing interchange format) 파일로 저장하여 각 도형의 정보들을 쉽게 활용할 수 있도록 하였고, 실제가공을 하기 앞서 CAM 시스템 상에서 가공조건과 접근방식을 변화시켜 공구의 이송과 접근방식을 시물레이션 할 수 있도록 하였다. 시물레이션 후 최적의 가공조건을 입력하여 NC-code를 생성하고, 생성된 NC-code를 파일로 저장하거나 문서로 출력하여 보관이 가능하도록 하였다.

AutoCAD에서 사용자가 도면을 그리는 경우 대부분의 사용자들은 다양한 AutoCAD의 기능을 이용하여 자신의 취향에 맞게 그리게 된다. 이렇게 그린 데이터들을 이용하여 NC-code를 생성하고자 할 때 정렬(Sorting)된 데이터가 아니므로 사용자가 원하는 방향으로 NC-code를 생성하는 것은 불가능하다. 그러므로 본 시스템에서는 입력된 데이터의 시작점과 끝점을 계산하고, NC-code를 생성하고자 하는 방향으로 정렬시킬 수 있는 정렬 프로그램(Sorting program)을 개발하였다. 여기서 개발된 정렬 프로그램은 CAM 시스템의 여러 부분에서 사용되었다.

2.2 압출용 평금형 Wire-cut 방전가공을 위한 NC-code 생성

압출용 평금형의 Wire-cut 방전가공을 위한 NC-code를 생성하기 위해서는 먼저 AutoCAD

에서 압출용 평금형을 그리고, DXF 파일을 생성한다. Fig. 1은 AutoCAD상에 그린 압출용 평금형이다.

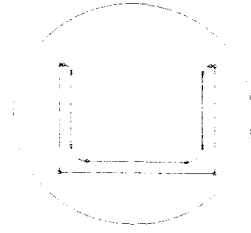


Fig. 1 Square dies thought AutoCAD

본 연구에서 개발한 CAM 시스템은 AutoCAD상에서 생성된 DXF 파일을 이용하여 NC-code를 생성한다. 입력된 DXF 파일은 Line과 Arc의 데이터 형태로 변환하여 정렬한 다음 NC-code를 생성하고자 하는 방향으로 다시 데이터를 정렬한다. 그 정렬과정을 두단계에 걸쳐 하게되는데, 첫 번째 단계로 AutoCAD상에서 생성된 DXF 파일의 데이터를 AutoCAD 사용자가 평금형 압출용 금형을 그릴 때 가장 처음으로 입력시킨 Entity를 기준으로 정렬시킨다. 두 번째 단계로 NC-code를 생성하고자 하는 방향으로 데이터를 정렬시킨 후 이 데이터를 이용하여 NC-code를 생성하게 된다.

AutoCAD를 이용하여 사용자가 원하는 도면을 그린 후 NC-code를 생성하기 위해서는 공구가 공작물에 어떠한 방법으로 접근할 것인지를 정의하는 것이 필요하다. 본 시스템에서는 공구의 접근방법으로 Line 접근방법과 Arc 접근방법 두 가지 경우를 정의하였다. 이와 같이 데이터가 정리되고 접근방법이 확정되면 금형의 Wire-cut 방전가공을 위한 NC-code 생성작업에 들어간다.

2.3 금형랜드부 방전용전극의 Wire-cut 방전가공을 위한 NC-code 생성

압출용 평금형의 Wire-cut 방전가공용 전극가공을 위한 NC-code를 생성하기 위해서는 AutoCAD상에 그린 압출용 평금형과 DXF 파일을 그대로 이용하며, 정렬작업 또한 동일하다. 하지만 NC-code 생성을 위해 가공 조건을 입력할 때 공구의 보정방향을 반대로 입력해야 한다. 예를 들면 압출용 평금형을 가공할 때 공구의 보정방향을 진행방향의 오른쪽으로 주었을 경우,

금형랜드부 방전용전극 Wire-cut EDM을 위한 NC-code 생성을 위해서는 공구의 보정방향을 왼쪽으로 주어야 한다.

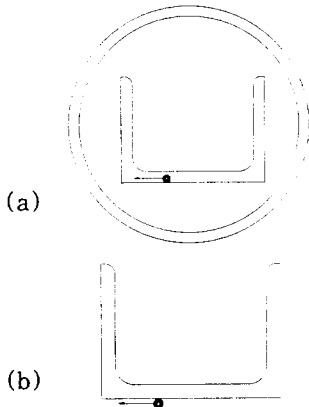


Fig. 2 (a) Wire-cut EDM of square dies
(b) Wire-cut EDM of electrodes

Fig. 2는 금형랜드부 방전용전극과 압출용 평금형의 가공을 위한 공구 보정방향을 보여주고 있다. 공구반경보정 Code는 양각(Island)가공이므로 공구의 진행방향이 반시계방향이면 G42 code, 공구의 진행방향이 시계방향이면 G41 code로 공구반경보정이 되어진다.

2.4 금형랜드부 방전용전극의 3차원 머신센터 가공을 위한 NC-code 생성

Wire-cut 방전가공으로 얻어진 압출용 평금형의 전극에 압출시 유동(Flow)을 조절하는 금형랜드부의 가공을 위하여 랜드부의 길이차 만큼 전극의 높이차(Offset)를 부여하여야 한다. 기존의 방법으로 가공하는 경우 소재의 절단, 금구기, 밀링가공, 다듬질 등의 복잡한 공정을 거쳐 가공하였다. 본 연구에서는 3차원 머신센터를 이용하여 방전용전극을 가공하므로 정밀하고 신속한 방법으로 제작 할 수 있다.

금형랜드부를 가공하기 위한 방전가공용 전극의 NC-code생성을 위해선 먼저 AutoCAD상에 그려진 압출용 평금형의 Entity를 동일한 금형랜드의 길이로 구성하는 부분을 분할한다. 분할한 Entity마다 Z축 방향으로 금형랜드부 길이 만큼의 높이차를 준다. 그 과정을 Fig. 3에 나타내었다.

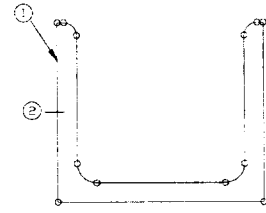


Fig. 3 Entity separation for machining of electrodes

전극의 높이차를 부여할 곳의 Entity인 ①을 선정하고, 높이차가 있는 곳 ②를 선정하면 Entity ①은 둘로 나누어지게 된다. Entity를 나누는 다음 나누어진 Entity를 선택하고, 각 Entity에 전극의 높이차를 입력하면 Entity는 금형랜드부의 길이 만큼 높이차를 가지게 된다.

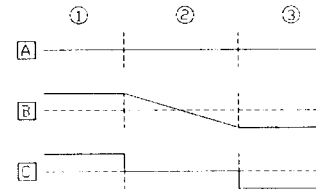


Fig. 4 Offset for machining of die land

Fig. 4는 선택한 Entity에 Z축 방향(공구축 방향)으로 금형랜드부 길이 만큼의 높이차를 부여 시키는 과정을 나타내었다. A와 같이 Entity를 나누어 ①, ②, ③으로 분리되었다고 가정한다. ①의 높이와 ③의 높이 차이가 나면 B의 ②와 같이 전극은 Taper 형상이 된다. ①, ②, ③의 각각의 Entity에 다른 높이차를 부여하면 C와 같이 전극의 형태가 직각이 된다.

이와 같은 방법으로 압출형상의 외형선을 따라 가면서 전극의 높이차를 주어 3차원 머신센터 가공을 위한 NC-code를 생성하고, 금형랜드의 길이차를 방전가공으로 가능하도록 하였다.

3. 프로그램 개발 및 예제적용

본 시스템은 AutoCAD상에서 그려진 압출용 평금형을 이용하여 이를 가공 할 수 있는 NC-code를 생성하고, Wire-cut 방전가공으로 압출용 평금형을 가공하기 위한 NC-code 및 금형랜

드부 방전용전극의 3차원 머신센터 가공을 위한 NC-code를 생성하였다. 그리고 개발한 CAM 시스템의 타당성을 검토하기 위하여 \cap 형상에 대하여 적용해 보았다.

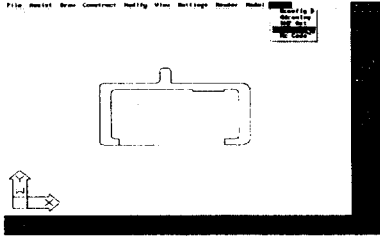


Fig. 5 \cap section on AutoCAD

Fig. 5는 AutoCAD상에 \cap 형 압출용 평금형을 그린 후 Line 접근방법까지 선택하여 나타낸 것이다. 이 때 Entity를 그리는 순서는 상관없다.

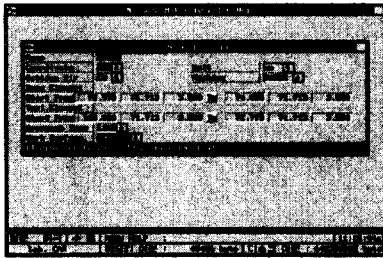


Fig. 6 Data input for \cap section

Fig. 6은 NC-code 생성을 위한 사용자 조건을 입력하는 대화창이다.

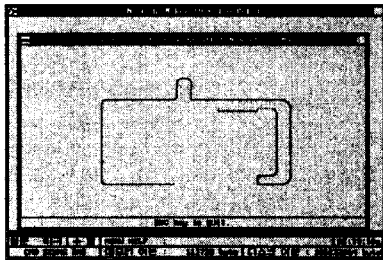


Fig. 7 Simulation for \cap section

Fig. 7은 \cap 형상이 입력된 조건에 의하여 가공되는 과정을 시뮬레이션 한 것으로 붉은 선으로 나타난 것이 공구의 궤적이다.

Fig. 8은 위 과정으로 생성된 NC-code를 이용하여 가공한 전극으로 \cap 형상의 금형랜드부를 방전가공하고 있는 과정을 나타낸 사진이다.



Fig. 8 EDM for die land of \cap section

이렇게 제작된 압출금형은 정밀한 제품생산을 할 수 있으며, 기존의 금형제작공정을 단순화시켜 작업시간을 단축할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서 수행된 압출용 평금형의 CNC 가공 S/W 개발에 관한 연구 내용은 다음과 같다

1. DXF 파일을 이용하여 NC-code를 얻을 수 있는 AutoCAD 연결 프로그램을 개발하였다
2. 설계된 금형을 가공할 수 있는 Wire-cut 방전가공을 위한 NC-code 생성용 프로그램을 개발하였다.
3. 금형랜드부 방전용전극의 Wire-cut 방전가공을 위한 NC-code 생성용 프로그램을 개발하였다.
4. 금형랜드부 방전용전극의 3차원 머신센터 가공을 위한 NC-code 생성용 프로그램을 개발하였다.

참고문헌

1. Watts. G. A, 4th BNF Computer Conference, Birmingham, 1974.
2. Purnell.C, and Males.D, Light Metal Age, pp.12-15, 1988.
3. Nagpal.V, and Altan.T, AVSCON Report No.76-17, AMMRC CTR 76-6, 1976.
4. Nagpal.V, Billhart.C.F, and Altan.T, AVRADCOM Report No.79-29, AMMRC TR78-26, Vol.2, 1978.
5. 최재찬, 김병민 외 5인, 알루미늄합금 형재의 열간압출 금형설계 자동화에 관한 연구, 한국정밀공학회지 7권 3호, 1990.