

## CAD/CAM 시스템을 활용한 세라믹 공구 금형제작

### Manufacture of Buff Die using CAD/CAM Systems

이종선\*, 김형철(대진대학교)

Jong-Sun Lee\*, Hyeong-Chol Kim(Daejin Univ.)

#### Abstract

The object of this study is a manufacture of buff die using CAD/CAM systems. 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-232-C cable for networking.

**Keywords** : Buff Die(세라믹 공구 금형), Tool Path(공구경로), Pocket Working(포켓가공), Postprocess Module(후처리 모듈)

#### 1. 서론

산업사회가 도입된 이래로 생산 현장에서는 생산성 향상을 위해 재료비 절감이나 자동화 기계에 의한 성력화, 인건비 절감을 통한 노동생산성 향상 등에 대해 연구하고 있다.

이러한 연구 중에서 특히 중요시되는 것이 자동화, 성력화, 무인화를 위한 생산 기술이며 대형화 공장들은 이미 이러한 체계를 구축하고 있다.

생산현장에서 범용 공작기계를 사용하여 가공하는 작업자는 경험과 훈련에 따라 보다 나은 고능률, 고정밀 가공기술 및 기능을 얻게 된다. 그러나 숙련자가 되려면 오랜 시간이 필요하다. 반

면에 CNC 공작기계는 비교적 고정밀이나 능률면에서 요구되는 수준까지의 기술이나 기능을 빠른 시간안에 습득할 수 있다. 1950년대 최초로 개발된 NC(Numerical Control) 기계는 기계 가공 분야에서 일대 혁신을 일으켰다. 생산성의 향상, 고부가가치 제품의 생산 등이 바로 NC 기계의 등장으로 인해 가능해진 것이다. 더불어 컴퓨터의 등장은 이러한 변화의 바람을 가속시키는 역할을 하여 CNC(Computer Numerical Control) 공작기계가 등장하였다.

그런데 이러한 NC 공작기계를 사용해서 가공을 할 경우 NC 코드로 기계를 제어해야 한다. 따라서 NC 프로그래머는 제반 NC 코드를 잘 이해해야 하고 실제 NC 공작기계의 작동 과정과 공구경로를 직접 계산해야 하는 어려움이 있기 때문에 복잡한 형상의 가공을 위해 컴퓨터를 이용하는 방법이 개발되기 시작하였다.

컴퓨터의 활용에 의한 설계 및 생산은 설계해석의 효율화와 고정밀도화를 기하고 자동화를 실현시키고 있다. 기계가공을 위한 컴퓨터 시스템은 목적하는 형상의 설계나 도면작성 등을 수행하는 CAD(Computer Aided Design)와 함께 곡면 데이터 및 NC 코드를 생성하는 시스템으로서 CAM(Computer Aided Manufacturing)이 보편화되었다.

기존의 CAD/CAM 기술은 독자적으로 개발되었으나 설계와 제작의 효율을 고려하여 양자를 결합한 CAD/CAM 시스템으로 발전하였다. 즉, CAD에 의한 설계 정보를 CAM 프로그램에 의해 CNC 공작기계의 가공 입력 데이터로 활용하는

공장 자동화를 궁극적으로 실현하는 것이다.

본 논문에서는 석재가공시 곡면가공에 사용되는 세라믹 공구를 제작할 수 있는 금형을 직접 제작하는 과정을 나타내었다.

석재가공시 곡면의 가공에는 곡면가공용 특수 공구가 필요하며 일반적으로 세라믹을 소재로한 공구가 사용되고 있다. 이와같은 세라믹 공구는 건축현장, 석재공장 등에서 석재의 곡면을 미려하게 가공하기 위한 필수공구로서 금형에 의한 대량생산 시스템을 갖추어야 한다.

본 논문에서는 CAD 시스템을 활용하여 설계자가 직접 세라믹 공구금형을 설계하고 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 생성시킨다.

## 2. 시스템의 구성

본 논문의 시스템 구성은 크게 CAD/CAM/CNC 세 부분으로 나뉘어져 있다. CAD 프로그램은 AutoCAD를 활용하여 가공도면을 생성하고, 생성된 도면 데이터를 CAM 프로그램으로 작업할 수 있도록 데이터 변환작업을 거쳐, CAM 프로그램으로 인터페이스하여 NC-Code를 생성한다. 생성된 NC-Code는 RS-232-C 케이블을 이용하여 CNC 공작기계인 CNC 밀링에 전송하여 가공이 이루어진다.

이러한 모든 진행 과정은 퍼스널 컴퓨터 혹은 네트워크환경에서 실행되어지고 각각의 모듈들이 일정한 규칙과 DB(Data Base)를 공유하므로 사용자가 시스템을 중단하지 않고도 모든 과정을 수행할 수 있는 장점이 있다. 이러한 CAD/CAM 시스템의 대략적인 구성도는 Fig. 1~Fig. 2와 같다.

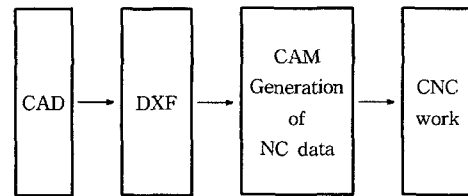


Fig. 1 Configuration of CAD/CAM system

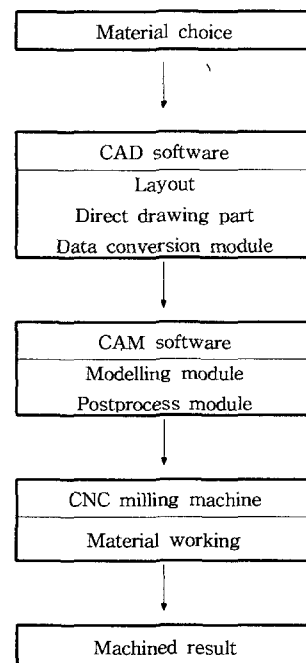


Fig. 2 Flow chart of CAD/CAM system

## 3. 시스템의 적용

### 3.1 CAD 프로그램을 이용한 도면생성

AutoCAD를 활용하여 2차원 가공도면을 작성하여 도면정보를 CAM 프로그램인 Omega에서 읽어들이 수 있는 DXF 형식의 파일로 저장한다. Omega에서는 이 DXF 파일을 읽어서 곡면 모델링이나 2차원 가공 등에 이용할 수 있다.

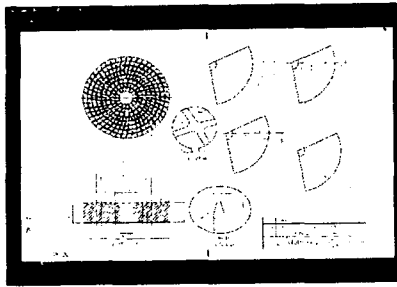


Fig. 3 CAD drawing

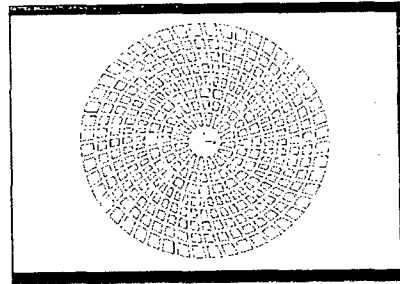


Fig. 5 Define of surface configuration (2D)

### 3.2 CAM 프로그램 활용

#### 3.2.1 CAD 데이터 인터페이스

Omega는 설계된 도면이나 CAD 프로그램에서 작성된 도면정보, 그리고 3차원 측정된 점, 데이터 등으로 주어지는 형상정보에 근거해서 3차원 형상을 정의하고 NC 코드를 만들어내는 CAM 시스템이다.

CAD에서 생성된 DXF 형식의 도면정보를 Omega에서 불러들인다. CAD에서 주어진 형상정보를 기본골격에 해당하는 선형정보를 정의하고 이를 이용하여 곡면형상을 정의하는 과정이다. 이러한 과정을 Fig. 4~Fig. 6에 나타내었다.

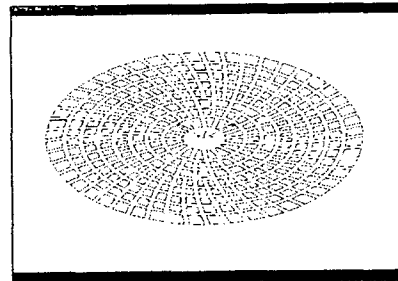


Fig. 6 Define of surface configuration (3D)

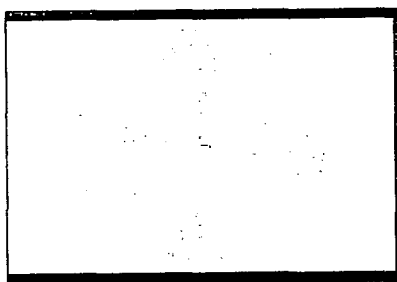


Fig. 4 CAM Interface

#### 3.2.2 가공 및 모의가공 검증

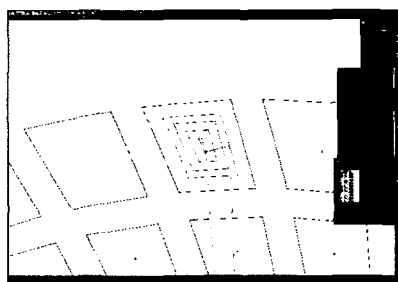
가공에서 컴퓨터상의 시뮬레이션 측정은 모든 가공공정에서 생성된 NC 데이터를 가공 형상에 접목시켜 가공자가 원하는 부분이 잘 가공이 되었는지를 알아보는 과정이다.

곡면형상 정의에 기초하여 가공조건을 지정하고 가공방식을 입력하여 공구경로를 산출한다.

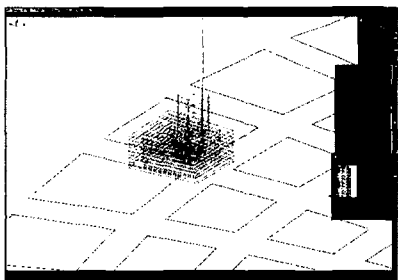
공구가 곡선을 따라가면서 정해진 규칙에 따라 공구경로를 생성한다. 곡선이 어떻게 정의가 되고 어떤 상태에 있는지에 따라 가공방식에 한계가 주어진다. 그리고 생성한 공구경로에는 모델링 오류와 데이터 처리 실수 등의 오류와 시스템의 자체적인 오류가 포함될 가능성이 항상 존재한다. 오류가 포함된 공구경로로 실제 CNC 가공을 했을 때는 파절삭, 미절삭 등으로 인한 가공 불량 발생할 수 있다. 따라서 실제로 기계가공을 시작하기 전에 공구경로에 이상이 없는지 검증해 볼 필요가 있다.

본 논문에서는 곡선가공(포켓가공)을 공구의 직

경에 따라 황삭과 정삭을 실행하였다. CNC 가공에 사용된 공구는  $\Phi 2$ ,  $\Phi 1.3$ ,  $\Phi 1$  평 엔드밀(Flat Endmill)이며, 금형의 테이퍼각을 고려하여 공구 날 자체에 테이퍼를 주어 특수 제작하였다. 가공 조건은 Fig. 10~Fig. 11과 같이 부여하였으며 Fig. 7~Fig. 9는 황삭과 정삭에 대한 공구경로 생성과정을 나타내었다.

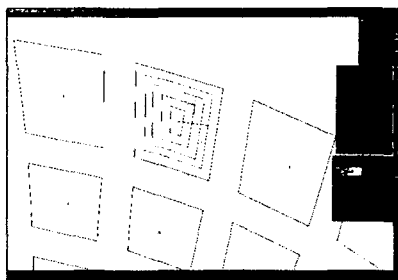


a. Tool path

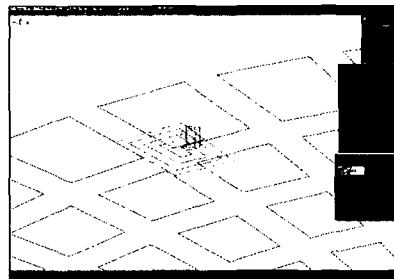


b. Tool path (3D)

Fig. 7 Generation of tool path(rough working)

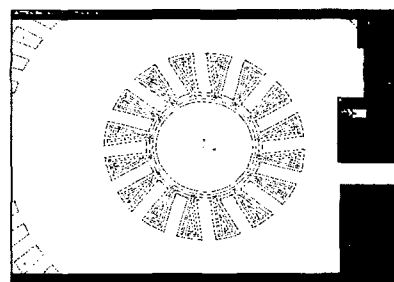


a. Tool path

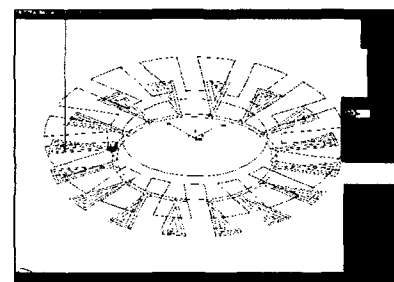


b. Tool path (3D)

Fig. 8 Generation of tool path(finish working)



a. Tool path



b. Tool path (3D)

Fig. 9 Generation of tool path(finish working)

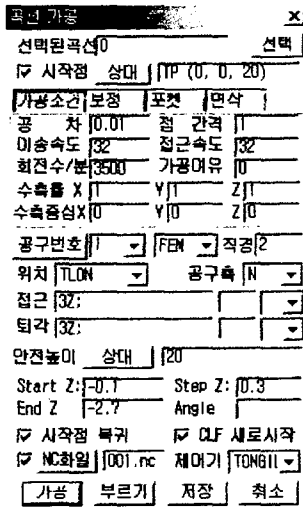


Fig. 10 Condition of working(rough)

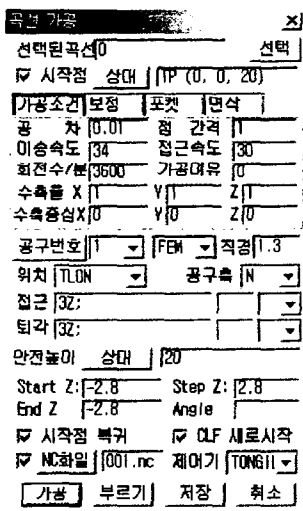


Fig. 11 Condition of working(finish)

### 3.2.3 Post Processing

후처리(Post Processing)는 모델링된 형상을 가공하여 만든 CL 데이터를 NC 공작기계가 이해할 수 있는 코드로 변환시키는 것을 말한다. 곡선 또는 곡면을 모델링한 뒤 가공조건을 설정하고 공구경로를 생성하면 CL 데이터가 만들어진다.

이 CL 데이터로 후처리하면 NC-Code를 생성할 수 있다.

각각의 가공에서 생성된 CL 데이터를 하나의 NC-Code로 생성하는 과정을 Fig. 12~Fig. 13에 나타내었다.

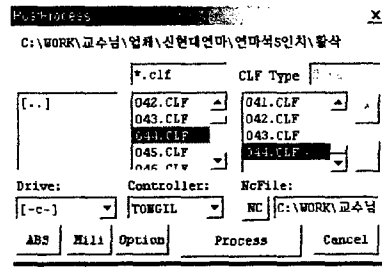


Fig. 12 Post processing



Fig. 13 NC data

### 3.2.4 기계전송

CAD/CAM 시스템은 만들어진 NC-Code를 CNC 공작기계에 전송하여 CNC 공작기계가 가공할 수 있도록 하는 것이다.

Omega에서 생성된 CNC 프로그램을 Omega에서 CNC 공작기계로 전송하는 작업을 하기 위해서는 NC 프로그램을 읽어 들일 수 있는 워드패드로 불러들여 프로그램 번호와 원점 등을 입력한다. 또한 Omega에서는 프로그램의 번호가 없으면 프로그램이 전송되지 않는 단점이 있으므로, Omega에서 CNC 프로그램을 생성할 때 입력한 조건들이 데이터로 나오므로 데이터의 일부분을 삭제하거나 CNC 프로그램에서 스킵(Skip) 기능을 사용해야 한다. 이러한 과정이 끝나면 RS-232-C 케이블을 이용하여 CNC 공작기계로 전송한다.

Fig. 14는 Omega 프로그램의 전송상자를 나타낸 것이다.

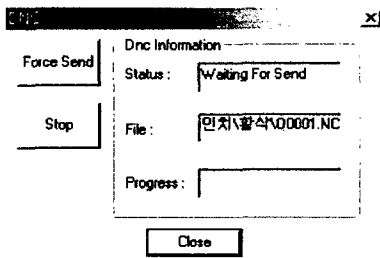


Fig. 14 Transfer data box of Omega program

#### 4. 결과 및 고찰

본 논문에서 가공한 세라믹 공구 금형의 절삭조건과 가공시간을 Table 1에 나타내었으며, Table 2에 사용된 software 및 작업에 사용된 공구의 사양을 나타내었다. 여기서 가공시간은 세라믹 공구 금형의 실가공시간을 측정하여 표현하였다.

Table 1 Working condition & working time

Condition	Rough	Finish( $\phi 1.3$ )	Finish( $\phi 1.0$ )
Cutting speed (rpm)	3,500	3,600	3,600
Feed rate (mm/min)	32	34	34
Pitch(mm)	0.6	0.5	0.4
Plan step (mm)	0.3	2.8	2.8
Working time (min)	2,650	322	66

Table 2 Experimental conditions

CAD Software		AutoCAD
CAM Software		Omega
Flat Endmill	Rough	$\phi 2.0$
	Finish	$\phi 1.3$
	Finish	$\phi 1.0$
Tolerance		$\pm 0.01$
CNC Machine		TONG IL(TNV 40AM)

#### 5. 결론

CAD/CAM 시스템을 활용하여 세라믹 공구 금형에 대한 설계에서 가공까지 적용한 결과는 다음과 같다.

- 1) 컴퓨터의 코드에 의한 가공으로 가공자의 실수로 인한 오류를 제거할 수 있으며 숙련자와 미숙련자와의 차이를 제거할 수 있다.
- 2) 컴퓨터에서 가공 데이터를 직접 전송하여 가공하므로 가공시간이 단축되어 생산성 향상이 이루어진다.
- 3) CAD/CAM 시스템의 장점인 무인화 가공이 가능하였고, 제품에 대한 고정밀도를 확보할 수 있다.
- 4) 무인화 가공이 가능하여 단위 자동화 기계들의 무인운전을 위한 기반확립에 크게 기여할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 김진욱, "CNC 가공과 CAD/CAM 시스템", 성안당, 1998.
- [2] 배종의, "머시닝센터 프로그램과 가공", 도서출판 황하, 1997.
- [3] (주)큐빅테크, "CAD/CAM OMEGA 프로그램", 크로바출판사, 1995.
- [4] 이종선, 이춘호, 하영민, "순차이송금형 제작시 DNC 적용", 한국공작기계학회 추계학술대회 논문집, pp.32~37, 1998.
- [5] 이종선, 이춘호, 손권, 김엽래, "자동차 시트 쿠션 금형의 DNC 적용에 관한 연구", 한국공작기계학회 춘계학술대회 논문집, pp.69~74, 1999.
- [6] 이종선, 송귀섭, 윤희중, 김세환, "자동차 연료탱크 금형가공을 위한 DNC 활용", 한국공작기계학회 추계학술대회 논문집, pp.267~274, 1999.
- [7] 이종선, "CAD/CAM/CNC를 활용한 금형제작 기술", 한국공작기계학회지, 제9권, 제3호, pp.18~26, 2000.