

CAD/CAM 시스템을 활용한 커넥팅 로드 금형의 제작

김 세 환* · 이 종 선** · 홍 석 주***

Manufacturing of Connecting Rod Die using CAD/CAM Systems

Sei Hwan Kim*, Jong Sun Lee**, and Suck Ju Hong***

요약 본 논문에서는 자동차용 부품인 커넥팅 로드를 제작할 수 있는 금형제작시 생산성 향상을 위해서 CAD/CAM 시스템을 적용하였다. 사용된 CAD 소프트웨어는 MDT4.0, CAM 소프트웨어는 Z-MASTER이며 생성된 NC코드는 CNC 밀링머신에 전송되어 커넥팅 로드 금형을 자동가공 한다.

Abstract This paper aims to manufacturing of connecting rod die using CAD/CAM systems. CAD/CAM systems are consist of CAD(MDT4.0), CAM(Z-MASTER) software and CNC milling machine. CAM software is purpose to G-code generation for CNC programming. Then CAM software and CNC milling machine arc connect to RS-232-C cable for data network.

Key Words : Connccting rod die, Tool path, Rough working, Finish working, Pencil working, Cleanup working

1. 서 론

커넥팅 로드는 피스톤과 크랭크샤프트를 연결하는 막대로서 피스톤의 상하운동을 크랭크샤프트로 전달하여 회전 운동으로 바꾸어 주는 중간 역할을 한다.

커넥팅 로드의 소단부(피스톤쪽)는 피스톤 핀에 의하여 피스톤에 연결되고 대단부(크랭크샤프트쪽)는 분할형인 평베어링(Split type Plain Bearing)을 거쳐 크랭크축 핀에 연결된다.

커넥팅 로드는 피스톤과 같은 속도로 상하 직선운동과 회전운동을 병행하므로 관성이 작고, 가벼워야 하며 견고함도 필요하기 때문에 단조스틸 또는 주철이 일반적이지만, 강도면에서 유리한 단조품을 사용하는 경우가 많고, 소형차에서는 생산성 및 원가면에서 유리한 주조품을 많이 사용한다.

알루미늄 커넥팅 로드는 티탄에 비해 매우 싸기 때문에, 향후 실용화 될 수 있을 것으로 보이지만 알루미늄은 단조보다 강도 및 강성측면에서 떨어지기 때문에 철

로 만드는 경우보다 커야하며 소형화의 관점에서 좋지 않다. 보통 커넥팅 로드의 단면을 보면 H형으로 되어 있는데 이것은 무게를 가볍게 할 뿐 아니라 충분한 기계적 강도를 얻기 위한 것이다.

커넥팅 로드 축 내부에는 대단부와 소단부를 관통하는 오일 통로가 뚫려있는 것도 있어 피스톤을 냉각시키거나 소단부를 윤활시킨다. 대단부와 소단부의 중심간의 거리를 커넥팅 로드의 길이라고 하는데, 이 길이는 보통 피스톤 행정의 1.5~2.3배이며 길이가 길면 실린더벽에 가하는 축압이 적어지고, 실린더의 바모를 적게하는 장점이 있으나 강도나 무게면에서 불리할 뿐 아니라, 엔진의 높이가 높아지므로 최근에는 엔진의 높이를 낮추며 무게를 작게 할 수 있는 길이가 짧은 커넥팅 로드를 많이 사용한다.

본 논문에서 적용하는 커넥팅 로드는 중형승용차용을 사용하였으며, 커넥팅 로드 금형의 자동화를 하기 위하여 CAD 부분은 3차원 유한요소해석 코드인 MDT (Mechanical Desktop) 4.0을 이용하여 커넥팅 로드 및 금형을 모델링하였고, 이를 바탕으로 Z-master를 이용하여 CAM 부분을 수행하였으며, 생성된 가공 프로그램을 CNC에 전송하여 가공함으로써 DNC(Direct numerical control)를 구현하였다.

*천안공업대학 금형과

**대전대학교 기계설계공학과

***조선대학교 기계공학과

본 논문은 자동차용 부품인 커넥팅 로드를 생산하는 금형의 제작시 CAD/CAM 시스템을 활용하는 방법을 제안하였다. 이 결과는 금형에 관련된 공정개선 및 생산성 향상기술 등에 적용될 수 있을 것이다.
(Tel: 031-539-1975, e-mail: jongsun@road.daejin.ac.kr)

2. 시스템의 적용

본 논문의 구성은 CAD/CAM/CNC 세 부분으로 나누어져 있다. 먼저 CAD 부분은 MDT4.0을 사용하여 모델링 모듈과 데이터 변환 모듈로 나누어 작업을 수행하고, CAM 부분은 데이터 변환 모듈, 포스트 프로세스 모듈, NC 데이터 생성 모듈로 나뉜다. 또 CNC 부분은 제품의 가공이 이루어지며 가공자의 원점 세팅이 중요하다.

이러한 모든 진행 과정은 한 대의 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/CNC 시스템의 대략적인 구성도는 Figure 1과 같다.

3. 시뮬레이션 및 점검

3.1. 제품의 모델링

모든 제작에서 가장 중요한 제품의 모델링 작업은 MDT4.0을 이용하여 수행하였으며 모델링 작업을 수행할 때 사용한 커넥팅 로드 및 금형에 대한 결과도면들 Figure 2~Figure 3에 나타내었다.

3.2. 데이터 변환 모듈의 적용

MDT4.0으로 모델링 된 제품을 CNC 밀링머신에서 가공하기 위하여 MDT4.0의 화일인 .dwg 화일을

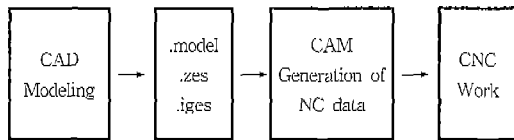


Figure 1. Configuration of CAD/CAM system.

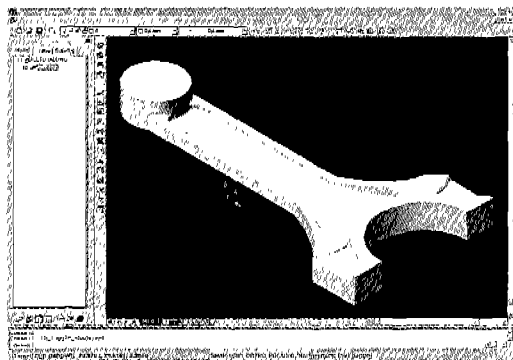


Figure 2. Connecting rod modeling.

Z-master로 호환을 시키기 위하여 Export하여 IGES (Initial graphics exchange specification)형태인 .igs 파일로 저장하여 CAM Software인 Z-master에 불러들여 CAD 모델에 대해 데이터 변환 모듈 작업을 수행한다. 이 때 MDT4.0에서는 모델이 정확히 드로잉 되었는지 지수를 한번 더 살펴보고, Z-master에서는 이 모델에 대한 형합 검사, 즉 상형과 하형의 조합이 용이한지를 다시 한번 검사한다. 그러나 커넥팅 로드는 상형과 하형이 대칭이므로 하나의 모델에 대한 데이터 변환 모듈을 적용시켰으며 그 결과를 Figure 4에 나타내었다.

3.3. CAD 모델의 Master Model 생성

MDT4.0으로 모델링 된 모델을 Z-master 환경으로 불러들여 가공할 수 있는 모델에 대한 가상의 Master Model을 생성한다. 이때 가공물의 실제 모습을 보는 것과 같은 시뮬레이션을 지원한다. 이를 Figure 5에 나타내었다.

3.4. NC 데이터 생성과 시뮬레이션 측정

제품의 NC 데이터를 생성하는데 있어서 여러 가지 방법이 있으며 대부분의 가공 순서는 황삭 가공→정삭

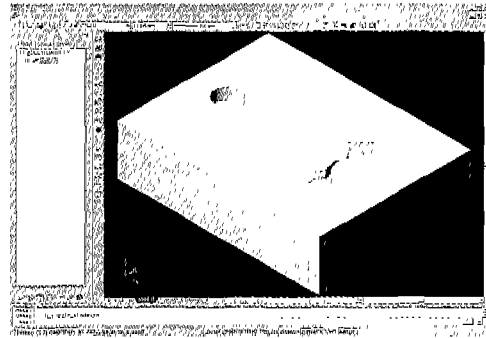


Figure 3. Connecting rod die modeling.



Figure 4. Data conversion module (Top).

가공→샌드 가공→크린업 가공의 순서로 행하여진다. 따라서 본 논문에서는 이러한 작업을 프로그램 상에서 배치틀 걸어 일괄처리 하였다. 이러한 제품의 각 단계에 대한 가공모델의 형상은 Figure 6~Figure 9에 나타내었다.

가공에서 컴퓨터상의 시뮬레이션 측정은 황삭 가공에서부터 크린업 가공까지의 공정에서 생성된 NC 데이터를 가공 형상에 접목시켜 사용자가 원하는 부분이 잘 가공이 되었는지를 알아보는 과정이다. 이 과정은 가공

하기 전에 과삭 및 미작부위를 컴퓨터로 사전에 점검할 수 있어 시간절약 및 생산성 향상에 크게 기여한다. 이러한 NC 데이터가 점검된 각 단계의 형상을 Figure 10~Figure 13에 나타내었다.

3.5. 포스트프로세서 모듈의 적용

MDT4.0으로 모델링 된 데이터를 CNC 가공에 필요한 공구 및 가공조건과 가공재료에 관한 데이터를 입력하고, 입력된 조건으로 CNC 가공을 할 수 있는 프로그램

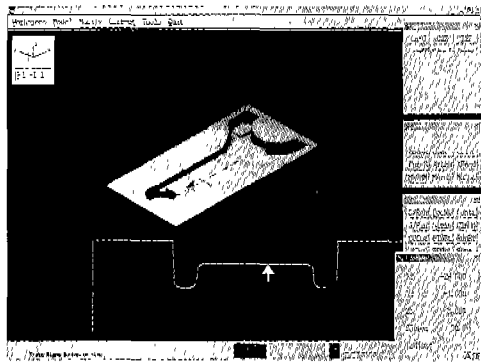


Figure 5. Generation of master model (Top).

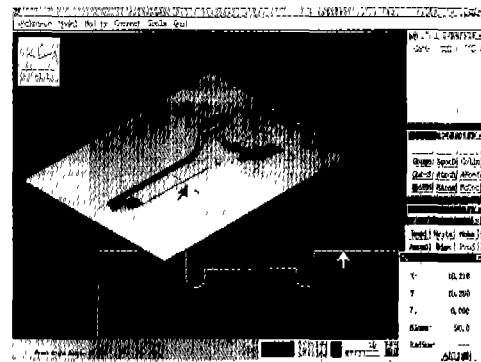


Figure 8. Pencil working of model.

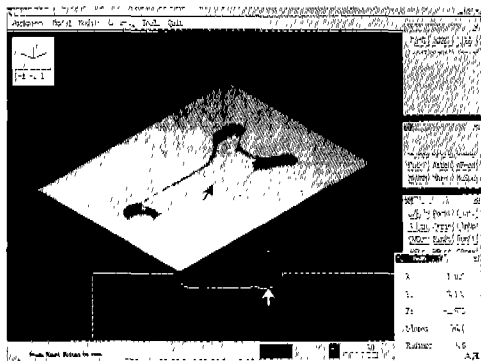


Figure 6. Rough working of model.

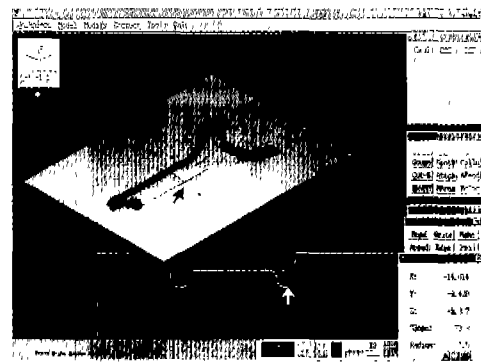


Figure 9. Cleanup working of model.

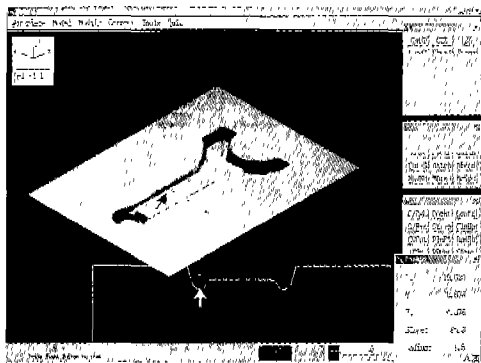


Figure 7. Finish working of model.

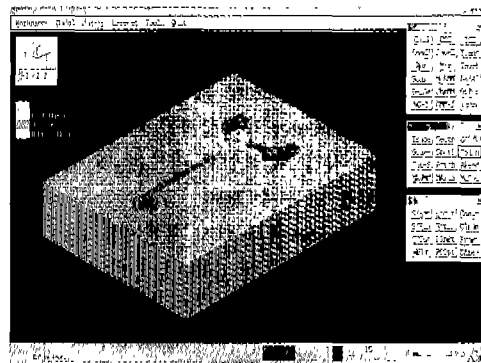


Figure 10. Checked of model (Rough).

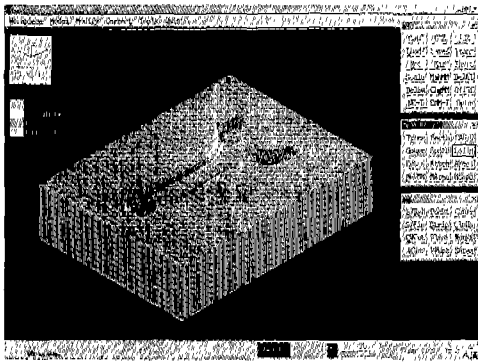


Figure 11. Checked of model (Finish).

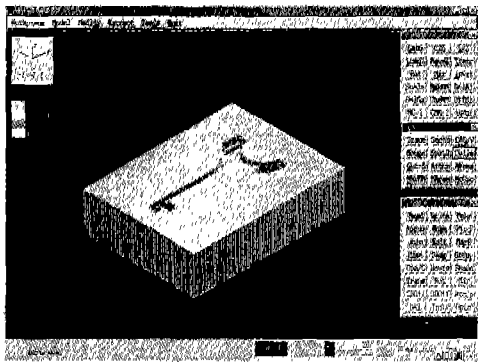


Figure 12. Checked of model (Pencil).

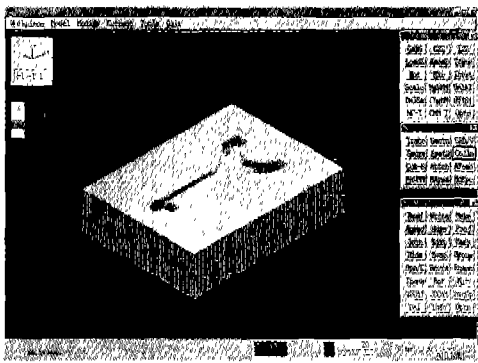


Figure 13. Checked of model (Cleanup).

램을 자동으로 생성한다. Figure 14는 NC 데이터를 수정할 수 있는 CL-Manager 대화상자를 나타내었다.

Z-Master에서는 직접 NC화일을 만드는 것 외에 중간 화일인 CL화일을 만들 수 있다.

CL화일은 CL-Manager에서 다시 후처리를 해야하는 번거로움이 있지만 수정, 보관 등에 있어서 NC화일을 다루는 것보다 많은 이점이 있다.

이러한 기능들은 가공 데이터의 오류외에 CNC가 미처 제공하지 못하는 다양한 방법으로 가공 데이터를 제

편집함으로써 보다 빠르게 작업을 수행할 수 있어 작업 시간 및 생산성 향상에 큰 도움을 준다.

3.6. 기계전송

Z-master에서 생성된 Figure 15와 같은 NC 데이터를 CNC 공작기계로 전송하는 작업을 하기 위해서는 NC 프로그램을 읽어 들일 수 있는 워드패드로 불러들여 프로그램 번호와 원진 등을 입력한다. Z-master에서 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 밀링머신으로 전송한다.

4. 결과 및 고찰

본 논문에서 가공한 커벡팅 로드의 절삭조건과 가공 시간을 Table 1에 나타내었고, Table 2에 사용된 소프트웨어 및 작업에 사용된 공구의 사양을 나타내었다.

참고로 가공시간의 측정은 실제 가공한 결과 컴퓨터상의 시간과 별 차이가 없어 컴퓨터상에서 계산된 가공 시간을 표현하였다.

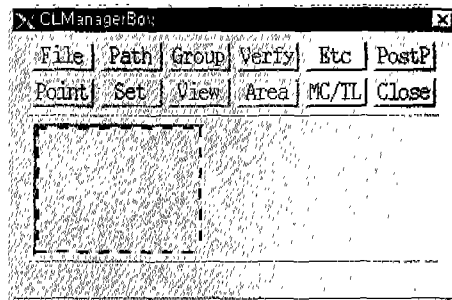


Figure 14. Exchange data box of CL-manager.

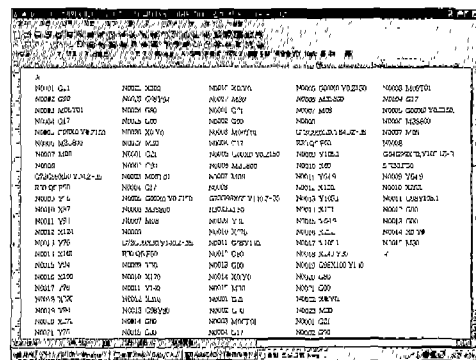


Figure 15. NC data.

Table 1. Working conditions & working time

Condition	Rough	Finish	Pencil	Cleanup
Cutting speed (rpm)	2,500	2,800	2,500	2,800
Feed rate (mm/min)	150	180	150	180
Pitch(mm)	0.8	0.6	0.8	0.6
Plan step(mm)	1	1	-	-
Working time (min)	212	200	36	20

Table 2. Experimental conditions

CAD Software		Mechanical desktop 4.0
CAM Software		Z-master
Ball End Mill	Rough	$\phi 8$
	Finish	$\phi 3$
	Pencil	$\phi 3$
	Cleanup	$\phi 3$
Tolerance		± 0.001
NC Machine tool		TONG IL(TNV 40AM)

5. 결 론

승용차용 커넥팅 로드를 생산할 수 있는 금형제작시 CAD/CAM/CNC 시스템을 활용하여 가공을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 여러 가지 가공방법을 통하여 가공공정의 다양성을 측정할 수 있었다.
- (2) DNC 작업의 장점인 무인화 가공이 가능하며 실제 가공시간의 파악이 가능하다.

(3) 이로써 후처리 모듈을 적절히 선택하면 가공시간의 단축이 가능하다.

(4) CAM 프로그램을 사용하여 시뮬레이션을 실시하면 과삭 및 미삭 부분을 파악할 수 있으므로 금형의 정밀도를 유지할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이견우, "컴퓨터 그래픽과 CAD", 영지문화사, 1997.
- [2] (주)큐빅테크, "Z-master Reference Manual", 1997.
- [3] 배종희, "머시닝센터 프로그래밍과 가공", 도서출판 황하, pp.46~260, 1996.
- [4] Lott. N. J. and Pullin. D. I., "Method for fairing B spline surfaces", Computer Aided Design, Vol.20, No.10, pp.597~606, 1997.
- [5] Piegl. L. and Tiller. W., "Curve and Surface Constructions Using Rational B-splines", Computer Aided Design, Vol.19, No.9, pp.606~616, 1987.
- [6] 이종선, 이춘호, 하영민, "순차이송금형 제작시 DNC 적용", 한국공작기계학회 춘계학술대회, pp.32~37, 1998.
- [7] 이종선, 남궁충, 이정윤, "CAM 프로그램을 이용한 연속주조 몰드의 공정개선", 한국공작기계학회 춘계학술대회, pp.228~234, 1998.
- [8] 이종선, "CAD/CAM/CNC를 활용한 금형제작기술", 한국공작기계학회지, Vol.9, No.3, pp.18~26, 2000.