

CAD/CAM/CNC를 활용한 커넥팅 로드 금형의 제작

이중선*, 이환희(대진대학교)

Work Process of Connecting Rod Die using CAD/CAM/CNC

Jong-Sun Lee*, Hwan-Hee Lee(Daejin Univ.)

Abstract

This paper aims to work process of connecting rod die using CAD/CAM/CNC systems. CAD/CAM/CNC 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 are connect to RS-232-C cable for data network.

Keywords : Connecting Rod(커넥팅 로드), Die(금형), Tool Path(공구경로), Rough Working(황삭가공), Finish Working(정삭가공), Pencil Working(펜슬가공), Cleanup Working(크린업 가공)

1. 서론

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.

과거부터 레이싱용으로는 강도 및 중량면에서 유리한 티탄재가 사용되어 왔지만 최근에는 혼다의 NSX같은 양산차량에도 티탄 콘로드를 사용한다.

알루미늄 콘로드는 티탄에 비해 매우 싸기 때문에, 향후 실용화 될 수 있을 것으로 보이지만 알루미늄은 단조보다 강도 및 강성 측면에서 떨어지기 때문에 철폐 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 로드 길이라고 하는데, 이 길이는 보통 피스톤 행정의 1.5~2.3배이며 길이가 길면 실린더 벽에 가하는 축압이 적어지고, 실린더의 마모를 적게하는 장점이 있으나 강도나 무게면에서 불리할 뿐 아니라, 엔진의 높이가 높아지므로 최근에는 엔진의 높이를 낮추며 무게를 작게 할 수 있는 길이가 짧은 커넥팅 로드들을 많이 사용한다.

본 논문에서 적용하는 커넥팅 로드는 중형 승용차용을 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.

2. 시스템의 적용

본 논문의 구성은 CAD/CAM/CNC 세 부분으로 나뉘어져 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 Fig. 1과 같다.

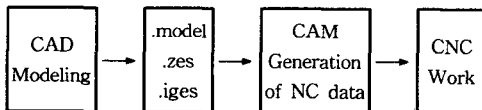


Fig. 1 Configuration of CAD/CAM/CNC system

3. 시뮬레이션 및 체크

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 결과도면을 Fig. 2, Fig. 3에 나타내었다.

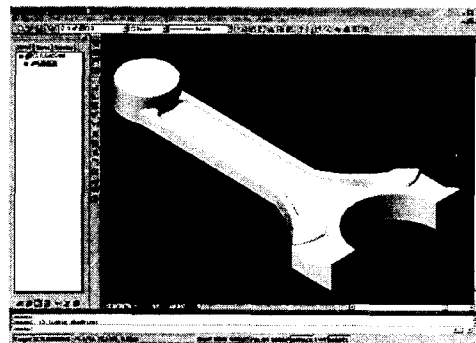


Fig. 2 Connecting Rod Modeling

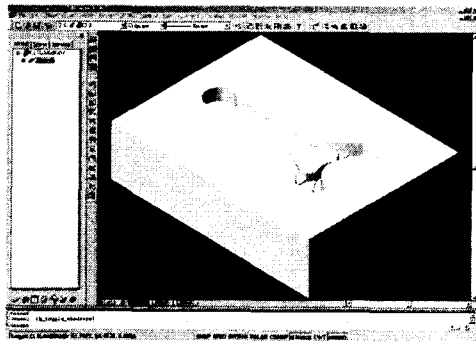


Fig. 3 Connecting Rod Die Modeling

3.2 데이터 변환 모듈의 적용

MDT4.0으로 모델링 된 제품을 CNC milling machine에서 가공하기 위하여 MDT4.0의 화일인 .dwg 화일을 Z-master로 호환을 시키기 위하여 Export하여 IGES(Initial graphics exchange specification)형태인 .igs 파

일로 저장하여 CAM Software인 Z-master에 불러들여 CAD 모델에 대해 데이터 변환 모듈 작업을 수행한다. 이 때 MDT4.0에서는 모델이 정확히 드로잉 되었는지 치수를 한번 더 살피고, 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 Fig. 4에 나타내었다.

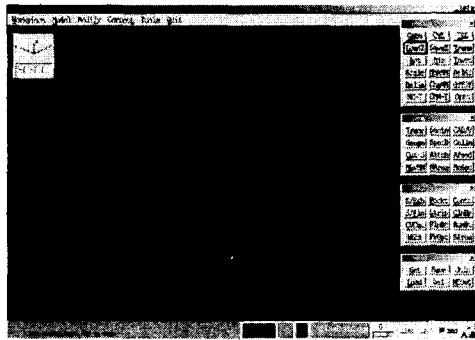


Fig. 4 Data Conversion Module (Top)

3.3 CAD 모델의 Master Model 생성

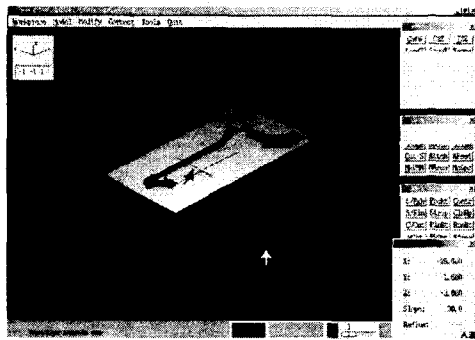


Fig. 5 Generation of Master Model (Top)

MDT4.0로 모델링 된 모델을 Z-master 환

경으로 불러들여 가공할 수 있는 모델에 대한 가상의 Master Model을 생성한다. 이때 가공물의 실제 모습을 보는 것과 같은 시물레이션을 지원한다. 이를 Fig. 5에 나타내었다.

3.4 NC 데이터 생성과 시물레이션 측정

제품의 NC 데이터를 생성하는데 있어서 여러 가지 방법이 있으며 대부분의 가공 순서는 황삭 가공→정삭 가공→팬슬 가공→크린업 가공의 순서로 행하여진다. 따라서 본 논문에서는 이러한 작업을 프로그램 상에서 베치를 걸어 일괄처리 하였다. 이러한 제품의 각 단계에 대한 가공모델의 형상은 Fig. 6~Fig. 9에 나타내었다.

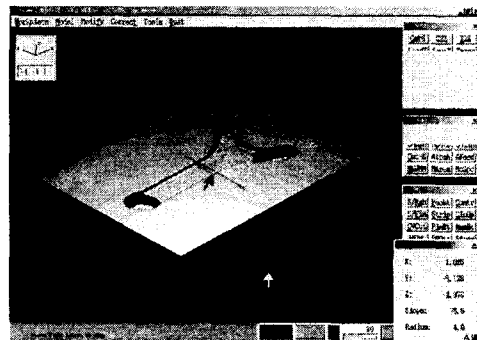


Fig. 6 Rough Working of Model

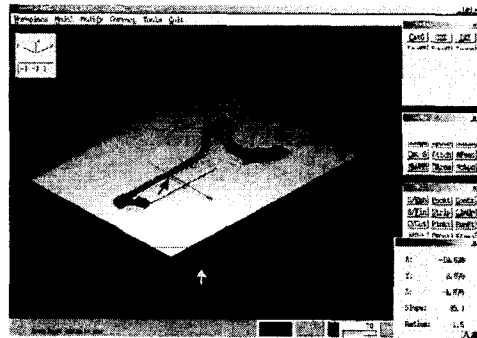


Fig. 7 Finish Working of Model

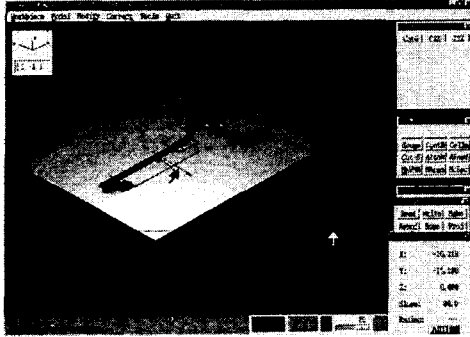


Fig. 8 Pencil Working of Model

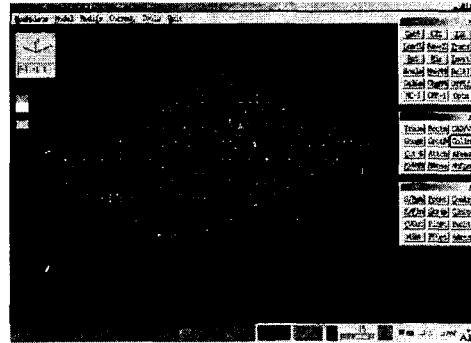


Fig. 10 Checked of Model (Rough)

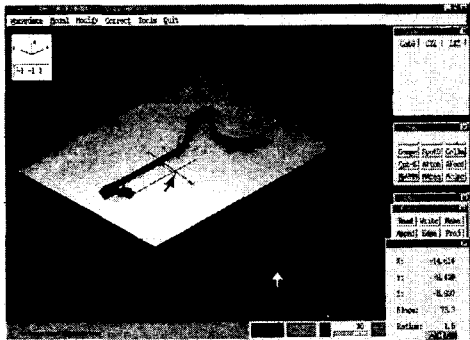


Fig. 9 Cleanup Working of Model

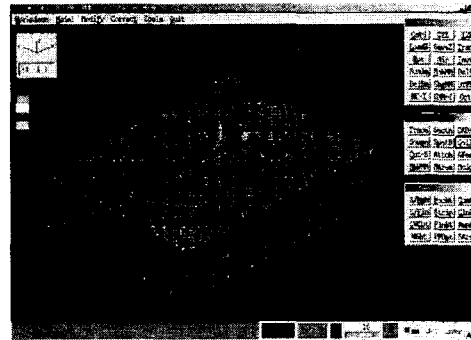


Fig. 11 Checked of Model (Finish)

가공에서 컴퓨터상의 시뮬레이션 측정은 황삭 가공에서부터 크린업 가공까지의 공정에서 생성된 NC 데이터를 가공 형상에 접목시켜 사용자가 원하는 부분이 잘 가공되었는지를 알아보는 과정이다. 이 과정은 가공하기 전에 파삭 및 미삭부위를 컴퓨터로 사전에 체크할 수 있어 시간절약 및 생산성 향상에 크게 기여한다. 이러한 NC 데이터가 체크된 각 단계의 형상을 Fig. 10~Fig. 13에 나타내었다.



Fig. 12 Checked of Model (Pencil)

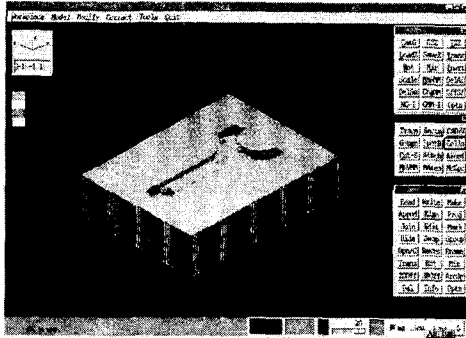


Fig. 13 Checked of Model (Cleanup)

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 프로그램을 자동으로 생성한다. Fig. 14는 NC 데이터를 수정할 수 있는 CL-Manager 대화상자를 나타내었다.

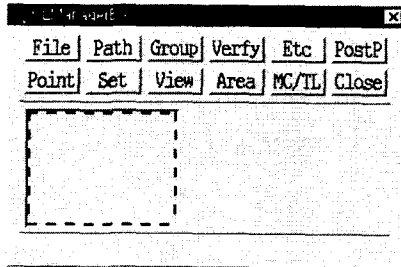


Fig. 14 Exchange data box of CL-Manager

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 이로움이 있다.

이러한 기능들은 가공데이터의 오류외에 CNC가 미처 제공하지 못하는 다양한 방법으로 가공 데이터를 재편집함으로써 보다 빠르게 작업을 수행할 수 있어 작업시간 및

생산성 향상에 큰 도움을 준다.

3.6 기계전송

Z-master에서 생성된 NC화일을 CNC 공작 기계로 전송하는 작업을 하기 위해서는 NC 프로그램을 읽어 들일 수 있는 워드패드로 불러들여 프로그램 번호와 원점 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 밀링머신 혹은 머시닝센터로 전송한다.

4. 결과 및 고찰

본 논문에서 가공한 Connecting Rod의 가공시간을 Table 1에 나타내었고, Table 2에서는 이번 논문에 사용된 소프트웨어 및 작업에 사용된 공구의 사양을 나타내었다.

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

Table 1 Working Time

	Rough	Finish	Pencil	Cleanup
Top	3H32M	3H20M	36M	20M

Table 2 Experimental Conditions

CAD Software		Mechanical Desktop 4.0
CAM Software		Z-master
Ball End Mill	Rough	φ8
	Finish	φ3
	Pencil	φ3
	Cleanup	φ3
Tolerance		±0.001
NC Machine Tool		TONG IL (TNV 40AM)

5. 결론

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 파삭 및 미삭 부분을 파악할 수 있으므로 금형의 고정밀도를 확보할 수 있다.

참고문헌

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