

CAM 소프트웨어를 활용한 완만한 구배면의 효율적인 가공에 관한 연구

박희수¹ · 최계광[†]

(주)대경이앤씨¹ · 공주대학교 금형설계공학과[†]

A study on efficient machining of smooth drafting surface using CAM software

Hee-Su Park¹ · Kye-Kwang Choi[†]

Daekyung E&C, Inc.¹ · Department of Metal Mold Design Engineering, Kongju National University[†]

(Received August 26, 2019 / Revised September 26, 2019 / Accepted September 30, 2019)

Abstract: In the mold industry, CAM software has been introduced to solve the impossible or time-consuming part of the mold industry because the increase in labor costs, the drop in mold price, and the short delivery time are tasks to be solved not only in the manufacturing industry but also in the mold industry as a whole. In order to reduce the processing time and improve the surface roughness, we have been conducting various researches for efficient machining. This study was carried out to compare the ball end mill and radius end mill tools with the Power mill software and NC brain software under the same conditions and to find out the most efficient method of machining the smooth drafting surface and improving the surface roughness. (1) By machining the smooth drafting surface using radius end mill, the machining time is 23.7% faster than when using ball end mill. (2) Surface roughness when machined with radius end mill is smoother than when using ball end mill. Based on these results, it can not be applied to all shapes, but if it is a relatively wide and simple gradient shape, the raster machining method using radius end mill can be more effective in terms of delivery and quality than machining with ball end mill.

Key Words: CAM, End mill, Efficient machining, Smooth drafting surface

1. 서 론

1.1. 연구배경

지속적인 인건비 상승과 하락하는 금형가격, 짧아지는 납기는 제조업 뿐 아니라 금형업계 전반적으로 반드시 해결해야 할 과제다. 금형 NC가공에 있어서 CAM 소프트웨어 비중이 압도적인데 기계 컨트롤러를 활용한 수동프로그래밍으로는 현시대 매우 복잡한 금형 부품들의 3D 형상구현이 불가능하므로 금형의 신속한 제작을 위해 3차원 CAD 정보를 제품설계 단계에서부터 시작품 및 시작금형

개발 양산금형 제작 등의 일련의 과정에서 일관적으로 활용하면 제작납기를 획기적으로 절감할 수 있게 된다¹⁾. 그러므로 CAM소프트웨어는 금형가공에 필연적인 존재가 되었다. 엔지니어들은 수많은 시행착오를 통해 각 공구마다 피치(Pitch), 이송속도/회전수(Feed/RPM) 등의 가공조건 값을 표준화 하였고 이러한 자료들을 바탕으로 얼마나 효율적인 CAM 작업을 하는가가 금형 품질에 직접적인 영향을 주게 된다.

효율적인 CAM 작업이란 가공시간은 단축시키면서 면의 조도를 향상시키는 것이라고 할 수 있다. 업무의 효율성은 시대의 흐름에 따라 업체의 존재가 달린 문제이기 때문에 효율적인 CAM 작업 방법을 찾아내기 위해 CAM을 활용하여 절삭력과 표면

1. (주)대경이앤씨
[†] 교신저자: 공주대학교 금형공학과
E-mail: ckkwang@kongju.ac.kr

조도의 관계를 검증하고 절삭력에 연관된 가공조건 중 RPM과 절삭 이송속도 등에 대하여 표면조도 측정 을 통해 가장 큰 영향력을 갖는 요인이 무엇인지 파악하는 연구가 진행되었고²⁾ 금형 구조부 형상을 가공하는 과정에서 공구의 홀더 부분이 측벽들을 이동할 때 발생하는 충돌 검출방법을 조사하여 CAM 시스템의 안정성을 분석하는 연구도 진행되었다³⁾.

효율적인 CAM작업을 구현하기 위한 제작과정에서의 연구 이외에도 공정계획 단계에서도 생산성을 향상시킬 수 있는 연구가 진행되었는데 여러 연구를 통해 숙련되지 않은 CAM 엔지니어라도 좋은 NC가공 데이터를 선정 할 수 있도록 지원하는 시스템을 개발하여 생산성을 향상시킬 수도 있게 되었다⁴⁾. 본 연구에서는 앞서 선행 된 연구들과 더불어 금형 제작 시의 납기를 단축시키고 품질은 향상시키는 가공 방법에 대해 연구하고자 한다.

1.2. 연구목적

CAM 프로그래밍은 가공물의 형상과 상황에 따라 채택되는 경우의 수가 상당히 많고 여러 가지 방법이 존재하여 어떤 방법을 사용하여도 무관하지만 가공시간을 좀 더 줄이고 면의 조도를 향상시킬 수 있는 방법에 대해 더욱 깊이 알아볼 필요가 있다.

본 연구에서는 완만한 구배 면에 대하여 효율적인 공구선정과 가공방법에 관해 연구함으로써 가공 시간 단축과 표면 조도 향상을 목적으로 금형납기 단축과 품질향상을 도출해 낼 수 있는 방법을 연구 할 것이다. 이는 단순한 납기 단축과 품질향상이 아닌 변화하는 제조업 동향에 맞게 최대한 효율적인 방법을 연구하고자 한다.

2. 실험

2.1. 실험기기 및 소프트웨어

본 실험에 사용된 소프트웨어로는 가공경로를 설정하고 전산화하기 위해 Autodesk사의 Power Mill 2014를 사용하였고 최적화 시뮬레이션을 위해 NC Brain사의 NC Brain을 사용하였다.

2.2. 실험조건

실험을 위해 사용 할 Power Mill 프로그래밍 방식 은 비교할 대상의 황삭 공구는 F12(Fillet12)의 코너 모서리 R1(Radius 1)의 동일한 공구를 사용하였으

며, 중삭, 정삭 공구는 다르게 하여 커슥(Cusp)은 중 삭 0.01mm, 정삭 0.002mm 기준으로 라스터가공을 진행하였다.

라스터가공이란 지정된 방향과 각도로 Z축에서 내려 봤을 때 곡선이 아닌 직선의 패턴으로 가공하는 방식을 말한다.

2.3. 실험방법

일반적으로 NC가공에서 가장 많이 사용되고 있는 엔드밀의 종류에는 복잡한 3차원 형상가공에 사용되는 볼(Ball) 엔드밀과 평면과 측벽가공에 사용되는 레디어스(Radius) 엔드밀이 있다.

각 엔드밀의 형상은 Fig. 1에 나타내었다.

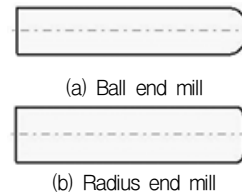
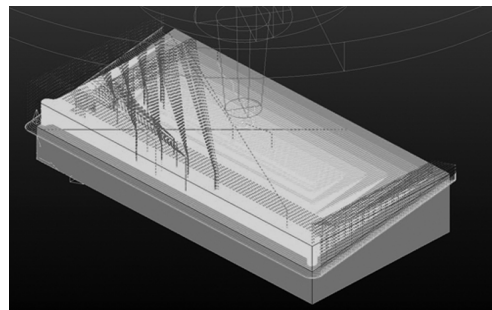


Fig. 1 Shape of ball end mill and radius end mill

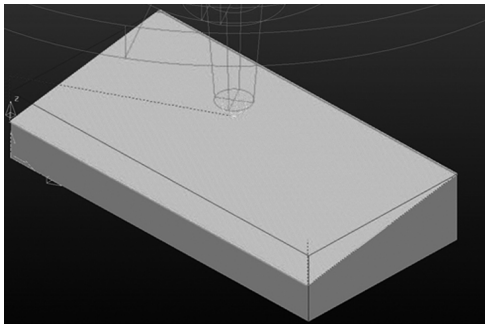
이러한 특성을 가진 엔드밀을 조합하여 새로운 방법을 찾아내고자 한다.

보통 완만한 구배 면은 볼 엔드밀로 피치를 곱게 지정하여 가공을 하는 것이 일반적이다. 하지만 레디어스 엔드밀을 이용해 라스터가공으로 프로그래밍 한 경우 가공면의 거칠기 등에 대하여 고찰하고자 한다.

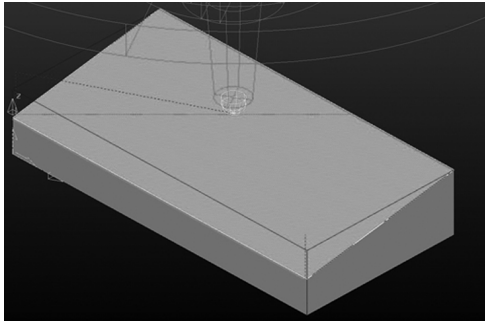
1차 실험을 실시하기 위하여 황삭 가공을 실시하였으며, Fig. 2의 (a)에 나타내었다. 또한 볼 엔드밀을 이용하여 중삭 가공과 정삭가공을 실시한 프로그래밍 한 형상을 Fig. 2의 (b)와 (c)에 나타내었다.



(a) Roughing = F12R1 end mill [Step over 7 /Step down 0.2]

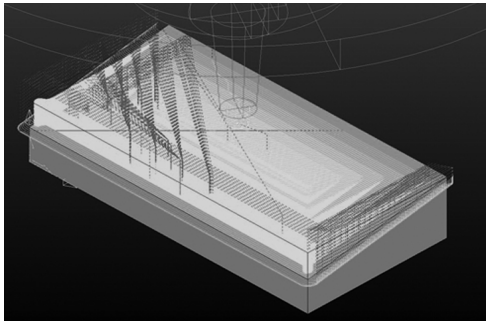


(b) Semi-finishing = B12 end mill [Pitch 0.69 / Cusp 0.01]

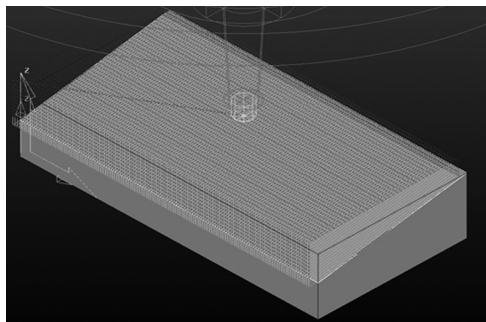


(c) Finishing = B12 end mill [Pitch 0.31 / Cusp 0.002]

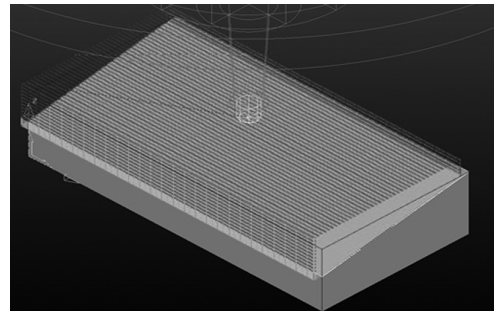
Fig. 2 Ball end mill programming



(a) Roughing = F12R1 end mill [Step over 7 / Step down 0.2]



(b) Semi-finishing = F12R1 end mill [Pitch 1.52 / Cusp 0.01]

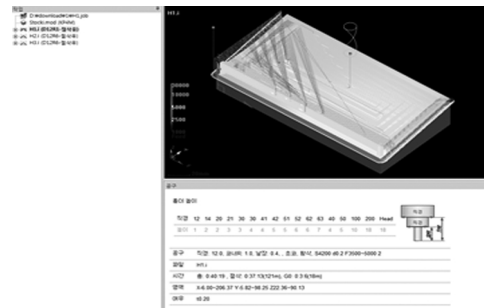


(c) Finishing = F12R1 end mill [Pitch 0.68 / Cusp 0.002]

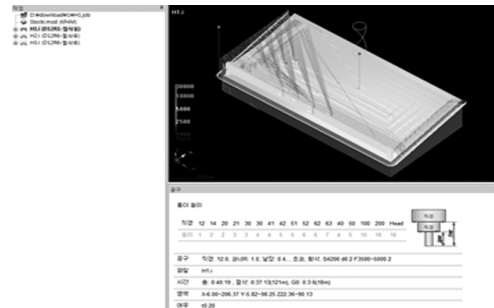
Fig. 3 Radius end mill programming

2차 실험을 실시하기 위하여 앞에서의 1차 실험과 동일한 조건으로 황삭 가공 프로그래밍을 실시하였으며, Fig. 3의 (a)에 나타내었다. 이후 황삭 공구는 F12(Fillet12)의 코너 모서리 R1(Radius 1)의 레디우스 엔드밀을 이용한 중삭가공과 정삭 가공의 프로그래밍을 Fig. 3의 (b)와 (c)에 나타내었다.

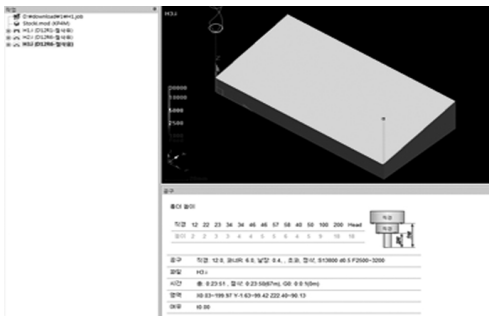
1차와 2차 실험에서 작성 한 NC프로그램을 각각 NC Brain 소프트웨어를 통해 최적화를 진행하였고, 볼 엔드밀에 의한 최적화를 Fig. 4에 나타내었으며, 레디우스 엔드밀에 의한 최적화를 Fig. 5에 나타내었다.



(a) Roughing = RPM 4200 / Feed 4250 (40:19)

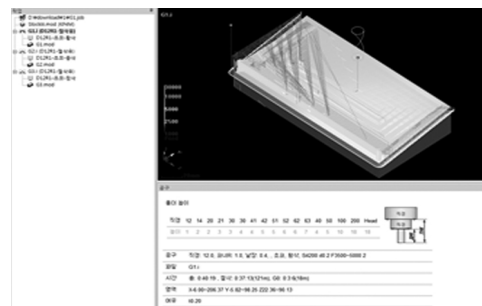


(b) Semi-finishing = RPM 10000 / Feed 3750 (09:16)

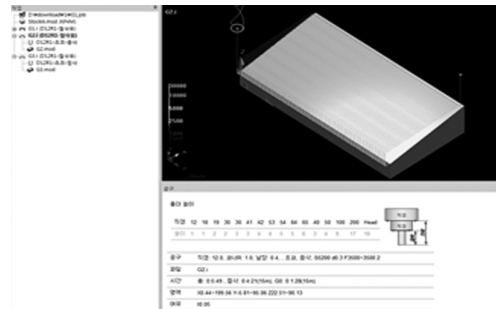


(c) Finishing = RPM 13800 / Feed 2850 (23:51)

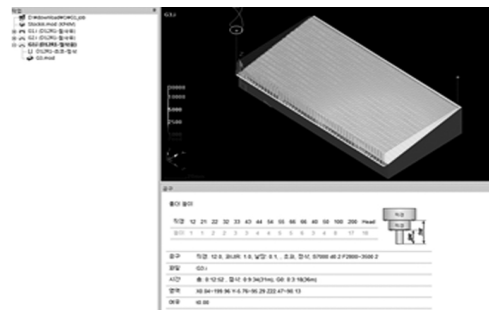
Fig. 4 Ball end mill Optimization



(a) Roughing = RPM 4200 / Feed 4250 (40:19)



(b) Semi finishing = RPM 5200 / Feed 3500 (05:49)

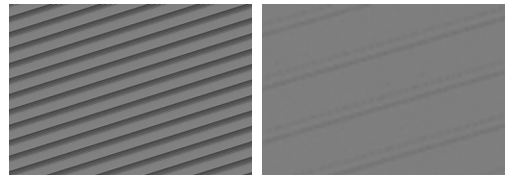


(c) Finishing = RPM 7000 / Feed 3150 (12:52)

Fig. 5 Radius end mill Optimization

본 연구에서 최적화를 실시한 결과 황삭 가공의 경우 동일한 조건을 적용하였으므로, 가공 시간이 동일하게 나타났고, 중삭가공의 경우 볼 엔드밀 가공은 9분 16초로 나타났으며, 레디우스 엔드밀 가공에서는 5분 49초의 가공시간이 소요되어 37.2% 단축되는 것으로 나타났다.

정삭가공에서는 볼 엔드밀 가공에서는 23분 51초의 가공시간을 나타냈으며, 레디우스 엔드밀 가공에서는 12분 52초의 가공시간이 소요되어 46% 단축되는 것으로 나타났다. 전체 가공시간은 볼 엔드밀 가공에서는 73분 26초가 소요되는 것으로 나타났으며, 레디우스 엔드밀 가공에서는 총 59분이 소요되어 19.6% 단축되는 것으로 고찰되었다.



(a) Ball end mill (b) Radius end mill

Fig. 6 Surface roughness of each end mill

Fig. 6에 표면 거칠기 모델을 나타내었으며, Power Mill 소프트웨어의 Stock model 기능으로 실 가공 상태를 3D 데이터화 시킨 모습이다.

육안 상으로 확인해본 결과 볼 엔드밀 보다는 레디우스 엔드밀로 가공한 것이 표면 거칠기가 더 매끄럽게 나타나는 것이 확인되었다.

3. 실험결과 및 분석

3.1. 엔드밀의 종류에 따른 가공시간 및 표면 조도

레디우스 엔드밀로 라스터가공 시 피치가 늘어나면서 가공시간은 빨라지고 볼 엔드밀과 다른 커스의 모양으로 인해 더욱 매끄러운 면 거칠기를 얻을 수 있었다.



(a) (b)

Fig. 7 Cusp according to ball end mill(a) and radius end mill(b)

Fig. 7의 좌측은 볼 엔드밀로 가공 하였을 때 생기는 커슥의 모양을 나타내었고 우측은 레디우스 엔드밀로 가공 하였을 때 생기는 커슥의 모양을 나타내었다. 같은 커슥 깊이라도 레디우스 엔드밀의 커슥 산의 각도가 훨씬 커서 표면 거칠기가 좋다. 이로써 완만한 구배형상의 경우 볼 엔드밀로 가공하는 것 보다는 레디우스 엔드밀로 라스터가공 하는 것이 가공시간과 표면 거칠기 두 가지 측면에서 효율적이라는 결과를 도출하였다.

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 완만한 구배 면을 효율적으로 가공하기 위해 두 가지 종류의 엔드밀을 사용하여 비교하였고 CAM 소프트웨어를 활용 해 시뮬레이션 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 레디우스 엔드밀을 사용하여 구배 면을 가공함에 따라 가공시간이 볼 엔드밀을 사용 하였을 때 보다 전체 시간이 19.6% 정도 빨라지게 된다.

2) 레디우스 엔드밀을 사용하여 가공하였을 때의 표면 거칠기가 볼 엔드밀을 사용하였을 때 보다 더욱 매끄럽게 나타나게 됨이 고찰되었다.

본 연구 결과, 모든 형상에 적용 할 수는 없지만 비교적 넓고 간단한 구배 형상이라면 볼 엔드밀을 사용한 가공보다 레디우스 엔드밀을 사용 한 라스터가공 방법이 납기와 품질 면에서 경제적인 것으

로 사료되며, 완만한 구배면 이외의 다른 복잡한 형상에서도 레디우스 엔드밀을 사용한 라스터가공 방법이 적용 될 수 있는가에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) J. H. Ahn, K. Park, C. K. Kim, B. C. Park and S. R. Choi (Samsung Electro-Mechanics Co.), "Development of Rapid Tooling Processes Based on Three-Dimensional CAD/CAM", Korean Society for Precision Engineering, 2001 Spring Conference Papers, 2001.
- 2) Park, Ji-Hoon, "A Study on the Die Machining using CAD/CAE/CAM", Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Pukyong National University, 2015. 2.
- 3) Hyung-Man, Kim · Jong-Gurl, Kim, "Review of Safety for CAM System in Mold Structure Manching", 2006 Korea Safety Management & Science Fall Conference, 2006.
- 4) Eun-Young Heo, Bo-Hyun Kim, Min-Ho Cho, Dong-Won Kim, "Development of a decision support system for high quality NC data selection in mold manufacturing, Department of Industrial and Information Systems Engineering", Chonbuk National University/Digital manufacturing system center, Korea Institute of Industrial Technology, 2005.