

절삭가공조건의 데이터베이스 구축에 관한 연구

이정길*, 손덕수+, 이우영**, 유중학***, 임경화***

A Study on the Construction of Database in Cutting Conditions

Jung-Kil Lee*, Deuk-Soo Son+, Woo-Young Lee**, Jung-Hak Ryu, Kyung-Hwa Rim***

Abstract

There was not the evident analysis about the cutting process of CNC machining, and wouldn't be difficult to estimate the result of machining for the various cutting conditions. Therefore they were not founded the systemic technology about the optimum cutting conditions and selection of cutting tools. So this study have investigated the common facts for needs through the end-mill cutting machining by Machining-Centers or High-speed cutting machines, and developed the user-centered intelligent decision system to selection of the methodology about cutting conditions to improve the machining efficiency of end-mill cutting process.

Key Words : Cutting Conditions(절삭조건), D/B(데이터베이스), Shape Information(형상 정보)

1. 서론

최근 머시닝센터와 고속가공기등의 CNC 가공에서 생산성 및 정밀도 향상과 관련이 있는 절삭조건의 최적화와 적합한 공구선택에 대한 필요성이 점점 부각되고 있지만, 아직 다양한 재료 및 형상의 제품을 가공하는데 사용될 수 있을 정도의 체계적인 기술로 정립되어 있지 못하다. 그 이유는 절삭공정에 대해 명료하게 분석되어 있지 않아서 다양한 절삭 조건에서의 가공 결과를 예측하기가 힘들기 때문이다. CNC가공에서 최적의 절삭 조건을 산출하기 위해서는 많은 시행착오를 거쳐야 하며 주로 작업자의 축적된 경험과 지식에 의존해 왔다. 그러나, 그 지식은 자료화하기가 어려워 새로운 작업자의 경우 가공에 숙련되는 시간이 많이

소모되며 신제품 개발시 사용재료 및 형상변화에 대한 유연하고 합리적인 대처가 상당히 어렵게 되므로 제품의 납기 및 제조단가에 큰 영향을 미친다.

또한 기존의 CAM 소프트웨어는 주로 공구경로 생성에 주안점을 두고 있기 때문에, 실제 생산 현장에 적용가능한 NC코드를 생성하기 위해서는 공구경로생성단계 이전에 절삭조건 및 공구선택의 결정이 이루어져야 한다.

따라서, 본 연구에서는 CNC 가공에서의 일반적인 고려사항들을 고찰하고, CAM 작업의 초기단계에서 엔드밀의 공구경로생성을 위하여 필요한 절삭조건 및 공구선택을 Visual C++을 이용하여 전산정보화함으로써, 결정시 편리함을 제공해주는 사용자 친화적 지적결정 시스템(IDCC)을 제안하고자 한다.

* 이정길, 충북대학교 대학원 정밀기계공학과 (kil@kut.ac.kr)
주소: 361-763 충북 청주시 흥덕구 개신동 산48
+ 한국기술교육대학교 대학원 기계공학과
++ 한국기술교육대학교 기계정보공학부
+++ 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부

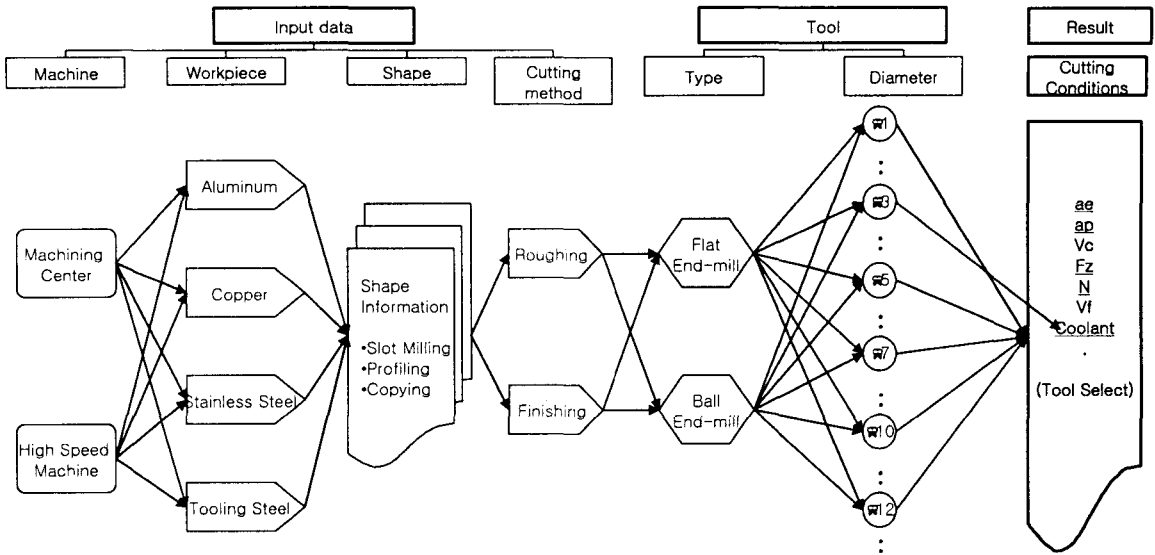


Fig. 1 Block diagram of Intelligent Decision Making in Cutting Conditions

2. 시스템의 구성

절삭조건 지적결정 시스템은 Fig. 1에서 보듯이 크게 입력자료(Input data), 공구자료(Tool data) 및 결과값(Result) 3가지 그룹으로 나뉘어진다.

결정방식은 실험을 통하여 얻은 각 재료 및 공구의 최적화 된 결과값(절삭깊이, 이송속도, 주축회전수, 절삭유제 사용방식 등)들을 DB(DataBase)화 하고, 이를 바탕으로 최적의 절삭조건을 추출하는 것이다.

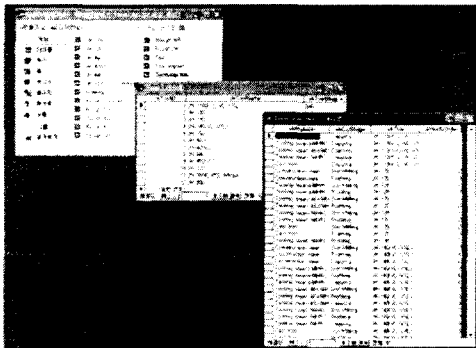


Fig. 2 Cutting conditions D/B(MS Access)

본 지적결정 시스템은 마이크로 소프트웨어의 Visual C++을

이용하여 Coding후 Compile 하였으며, 실험을 통하여 얻은 값들은 Fig.2와 같이 MS Access를 이용하여 DB를 구축하도록 구성하였다.

2.1 입력자료(Input data)

Input data에서 공작기계의 형식은 절삭영역(회전수, 이송속도 등) 및 사용공구의 특성 등을 고려하여 머시닝센터(M/C)와 고속가공기(High Speed Machine)로 분류하였다. 그리고 피삭재(Workpiece)의 설정으로 재질종류에 따라서 절삭조건 및 공구선택에 있어서 가장 큰 영향을 미치는 인자이다. 마지막으로, 가공하고자 하는 형상에 대한 정보를 입력하는 것으로 홈가공의 Slot Milling, 윤곽가공의 Profiling, 자유곡면형상 가공의 Copying으로 분류하였다.



(a) Slot Milling



(b) Profiling



(c) Copying

Fig. 3 Cutting model shape

보편적으로 엔드밀에 의한 가공은 황삭, 중산 그리고 정삭의 3단계로 나누어 생각해 볼 수 있으며, 이 가운데 황·중삭 가공의 경우 가공 시간이, 정삭 가

공의 경우에는 가공면의 표면 오차가 생산성에 밀접한 관련을 가진다. 따라서, 본 시스템에서는 황삭(Roughing)과 정삭(Finishing)가공으로 2단계로 분류하였다.

2.2 공구자료(Tool data)

일반적으로 공구는 형상(Ball or Flat), 절삭날 지름(Milling cutter diameter), 공구날수, 절삭날 길이(Effective cutting length), 공구길이(Total length), 공구날 코너 반경(Full radius or corner radius) 등으로 정의되어진다. 여기서는 간략화 하여 형상, 절삭날 지름만을 고려하였다.

수평 엔드밀(Flat end-mill)은 황삭 가공에 볼 엔드밀(Ball end-mill)은 정삭가공에 많이 사용되는 공구이므로, 공구형상 결정시 추가적으로 가공형상을 함께 고려하여 결정해야한다.

2.3 결과값(Result)

DB(Database)에서 추출된 반경방향 절삭깊이 a_e (Radial width of cut), 축방향 절삭깊이 a_p (Axial depth of cut), 절삭속도 V_c (Cutting velocity), 날당이송 f_z 등의 값들을 가지고 다음 식에 의하여 주축회전수 N (rpm)와 이송속도 f_z (feedrate)를 산출함으로써 절삭조건을 결정하는 것이다.

- Flat End-mill

$$V_c = (\pi \times D \times N) / 1000 \quad [m/min]$$

$$N = (V_c \times 1000) / (\pi \times D) \quad [rev/min]$$

- Ball End-mill

$$V_c = (\pi \times N \times 2 \sqrt{r^2 - (r - a_p)^2}) / 1000 \quad [m/min]$$

$$N = (V_c \times 1000) / (\pi \times 2 \sqrt{r^2 - (r - a_p)^2}) \quad [rev/min]$$

절삭유제(Coolant)는 절삭부위에 절삭유를 주입하여 냉각작용과 윤활작용을 하는 것으로 공구 마모를 감소시키며 공구 수명을 연장시킨다. 절삭유제의 사용목적은 절삭 후 공구주위 및 테이블상에 남은 칩을 제거하기 위한 칩 청소기능,

전단면 및 공구와 공작물의 마찰면에서 발생하는 절삭열을 제거하기 위한 냉각기능, 가공중 공작물과 절삭날 사이의 마찰을 감소시키거나, 알루미늄 가공에서 볼 수 있듯이 칩이 공구에 용착되는 것을 방지하기 위한 윤활기능 등이다.

여기서는 절삭유제 사용방식을 광유에 유화제를 섞은 수용성 절삭유인 유제 절삭유(Emulsion cutting oil), 환경친화적인 식물성 오일을 미스트(Mist)로 만들어 아주 적은 미량을 적용하는 세미드라이 가공법인(Semi-Dry Cutting) Mist Spray, 압축된 공기를 절삭부위에 공급하는 Air Cutting, 그리고 아무런 공급을 하지 않는 Dry Cutting으로 분류하여 절삭유제 사용방식을 결정하도록 하였다.

3. 절삭조건 결정 사례연구

Fig. 4~7은 절삭조건 지적결정 시스템(IDCC)을 이용하여 실제로 절삭조건을 결정하는 예를 나타내었다.

Fig. 4은 프로그램의 메인페이지이며, Fig. 5~6은 최적의 절삭조건 결정을 위한 선택창으로서 Fig. 1의 블록 다이어그램의 전개방식과 같이 첫 번째단계에서는 가공기 종류(Machine type)와 피삭재의 재질(Material) 및 가공하고자 하는 제품의 형상(Shape information)을 선택하게 된다.

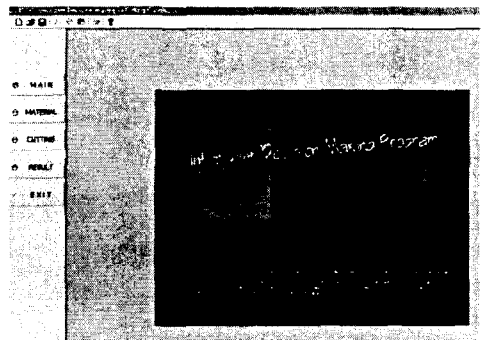


Fig. 4 Main window of IDCC

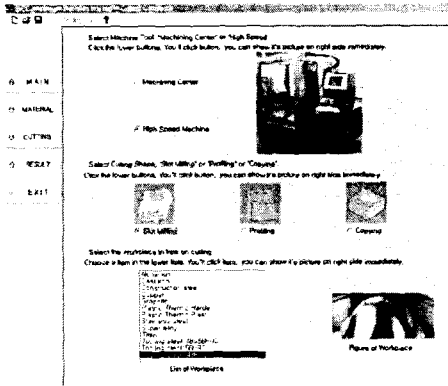


Fig. 5 Machine type, Shape information and material

Fig. 6과 같이 두 번째 단계에서는 절삭가공 방법(Cutting method), 공구형상(Tool type), 공구날 지름(Milling cutter diameter)을 선택한다.

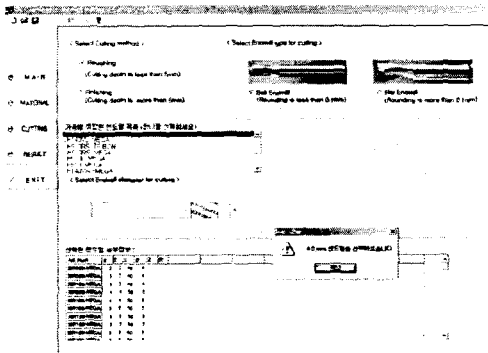


Fig. 6 Cutting method, Tool type and diameter

Fig. 7은 출력값으로 앞의 두단계에서 선택된 값들을 DB에서 최적의 절삭조건을 산출하여 반경방향 절삭깊이 a_e (Radial width of cut), 축방향 절삭깊이 a_p (Axial depth of cut), 절삭속도 V_c (Cutting velocity), 날당이송 f_z , 주축 회전수(RPM), 이송속도(feedrate), 절삭유제(Coolant)를 출력한다.

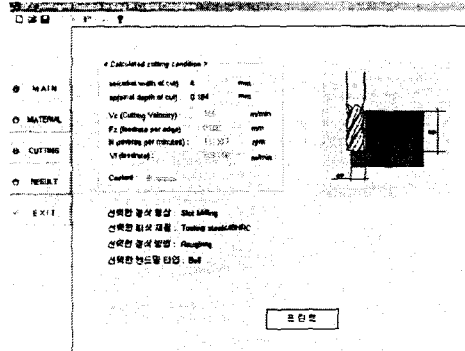


Fig. 7 Out window of result report

3. 결론

본 연구에서는 CNC 가공에서의 일반적인 고려사항들을 고찰하고, CAM 작업의 초기단계에서 공구경로생성을 위하여 필요한 절삭조건을 결정해주는 사용자 친화적 지적결정 시스템(IDCC) 프로그램을 개발하였다. 본 연구에서 구축된 절삭조건 결정 프로그램을 이용하면 CNC가공에 미숙한 작업자라도 쉽게 절삭조건을 결정할수 있으며 정밀도, 표면조도 향상 및 절삭시간 단축등의 효과가 기대된다.

그리고, 각 공구메이커사의 공구 데이터를 DB로 추가 구축한다면 절삭조건뿐만 아니라 절삭조건에 가장 적합한 공구를 결정해주는 프로그램으로 까지 확장할수 있을 것이다.

참고문헌

- (1) Seong Nam Kang, Yong Jeong Huh, 2001, "A Study on the Development of Intelligent Supplementary Feature Designer(ISFD) in Injection Modeling," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 18, No. 8, pp. 164~173.
- (2) Seongene Kim, Young Hun Jeong, Dong-Woo Cho, 2003, "A Study on Feedrate Optimization System for Cutting Force Regulation," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 214~222.
- (3) Joon Hwang, Eui-Sik Chung, Duk-Chul Hwang, 2003, "A Study on the Environmentally Conscious Machining Technology Cutting Fluid

Atomization and Environmental Impact through Spin-Off Mechanism in Turning Operation," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 50~57.

- (4) Kyung Kyoon Kim, Myeong Chang Kang, Deug Woo Lee, Jeong Suk Kim, 2001, "Machinability Evaluation with Cutting Direction in High Speed Machining of Free Form Surface through Ball End Milling," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 18, No. 2, pp. 84~89.