

절삭가공조건의 지적 결정에 관한 연구

손덕수 · 이안호 · 허용정* · 이우영**

한국기술교육대학교 대학원 기계공학과, 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부*,
한국기술교육대학교 기계공학부**

A Study on the Intelligent Decision Making in Cutting Conditions

Deuk Soo Son, Ahn ho Lee, Yong Jeong Huh*, Woo Young Lee**

Department of Mechanical Engineering KUT, School of Mechatronics Engineering KUT*,
School of Mechanical Engineering KUT**

요 약

CNC 가공의 절삭공정에 대하여 명료한 분석이 되어있지 않아서 다양한 절삭조건에서의 가공결과를 예측하기가 힘들기 때문에, 최적의 절삭조건 결정 및 공구선택에 대한 체계적인 기술이 정립되어 있지 않다. 따라서, 본 연구에서는 CNC 가공기인 머시닝센터 및 고속가공기를 이용한 엔드밀 절삭가공시 요구되는 일반적인 사항들을 고찰하고, 엔드밀 공정의 가공성능 향상을 위한 절삭조건결정 방식을 지적인 결정에 의하여 선택하도록 하는 사용자 친화적 지적결정 시스템을 개발하였다.

1. 서 론

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 절삭조건에서의 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.

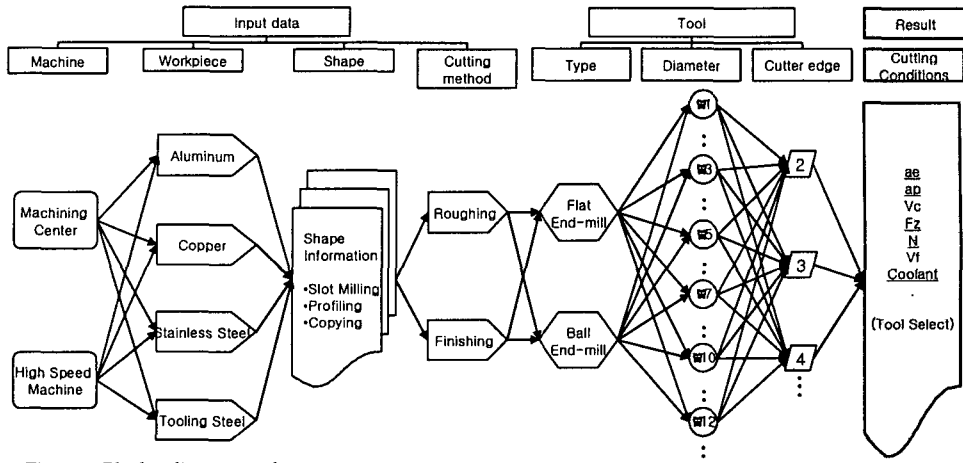


Fig. 1 Block diagram of Intelligent Decision Making in Cutting Conditions

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.

본 지적결정 시스템은 마이크로 소프트웨어의 Visual C++을 이용하여 Coding후 Compile 하였으며, 실험을 통하여 얻은 값들은 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. 2 Cutting model shape

보편적으로 엔드밀에 의한 가공은 황삭, 중삭 그리고 정삭의 3단계로 나누어 생각해 볼 수 있으며, 이 가운데 황·중삭 가공의 경우 가공 시간이, 정삭 가공의 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 지름 및 공구날의 수만을 고려하였다.

수평 엔드밀(Flat end-mill)은 황삭 가공에 불 엔드 밀(Ball end-mill)은 정삭가공에 많이 사용되는 공구이므로써, 공구형상 결정시 추가적으로 가공형상을 함

게 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), 날당 이송 f_z 등의 값들을 가지고 다음 식에 의하여 주축 회전수 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 유폴제를 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. 3~6은 절삭조건 지적결정 시스템(IDCC)을 이

용하여 실제로 절삭조건을 결정하는 예를 나타내었다.

Fig. 3~5은 최적의 절삭조건 결정을 위한 선택창으로서, Fig. 1의 블록다이어그램의 전개방식과 같이 첫 번째단계에서는 가공기 종류(Machine type)와 피삭재의 재질(Material)을 선택하게 된다.

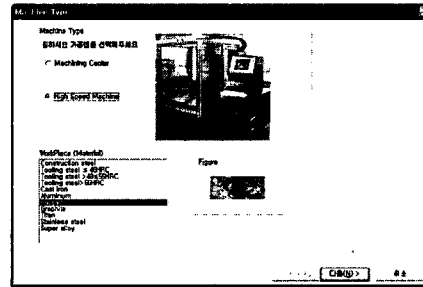


Fig. 3 Machine type and material

두 번째 단계에서는 가공하고자 하는 제품의 형상(Shape information)과 절삭가공 방법(Cutting method)을 선택 한다.

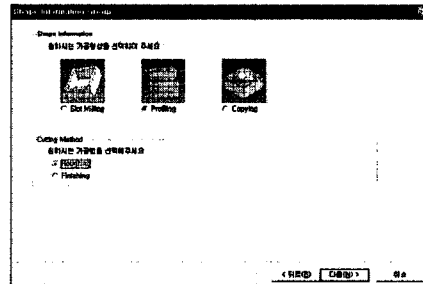


Fig. 4 Shape information and Cutting method

마지막 단계로써 공구형상(Tool type), 공구날 지름(Milling cutter diameter) 및 엔드밀 절삭날의 수를 선택한다.

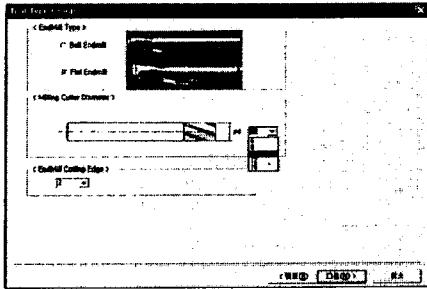


Fig. 5 Endmill type, cutter diameter and number of cutting edge

Fig. 6은 출력값으로 앞의 세단계에서 선택된 값들을 DB에서 최적의 절삭조건을 산출하여 반경방향 절삭깊이 ae (Radial width of cut), 축방향 절삭깊이 ap (Axial depth of cut), 절삭속도 V_c (Cutting velocity), 날당이송 f_z , 주축 회전수(RPM), 이송속도(feedrate), 절삭유제(Coolant)를 출력한다.

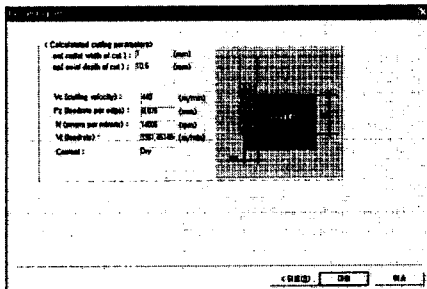


Fig. 6 Out window of result report

3. 결론

본 연구에서는 CNC 가공에서의 일반적인 고려사항들을 고찰하고, CAM 작업의 초기단계에서 엔드밀의 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] 강성남, 허용정, "사출성형제품 부형상의 지적 설계에 관한 연구," 한국정밀공학회지 제18권 제8호, pp. 164-173, 2001
- [2] 김성진, 정영훈, 조동우, "절삭력 추종을 위한 이송속도 최적화 시스템에 관한 연구," 한국정밀공학회지 제20권 제4호, pp. 214-222, 2003
- [3] 황준, 정의식, "환경 친화적 기계가공 기술에 관한 연구," 한국정밀공학회지 제19권 제3호, pp. 72-79, 2002
- [4] 김경균, 강명창, 이득우, 김정석, "볼 엔드밀을 통한 자유곡면의 가공에서 절삭방향에 따른 가공성 평가," 한국정밀공학회지 제18권 제2호, pp. 84-89, 2001