

선삭가공에서 황삭 및 정삭용 절삭공구선정방법에 관한 연구

김 인 호*

A Study on Cutting Tool Selection Techniques for Rough and Finish Turning Operations

In-Ho Kim*

ABSTRACT

This paper presents a development of computer aided cutting tool selection techniques for rough and finish turning operations. The developed system, which is one of important activities for computer aided operation planning, firstly implements operation sequencing. Then, from relations of the size of machined area, recommended finishing allowance and maximum depth of cut, a main machining method is selected, a number of cut is calculated, cutting tools including toolholders and inserts are selected, and values for cutting parameters are determined. A cutting tool selection procedure is proposed for toolholders and inserts of ISO code in rough cutting, and some important parameters such as holder style, tool approach angle, tool function and its direction are described in detail. In order to demonstrate the validity of the system a case study is performed.

Key words : Operation planning, Tool selection, Toolholder and insert

1. 서 론

공정계획은 부품의 설계도면정보를 이용하여 생산 현장에서 요구되는 부품을 가공하기 위한 상세한 작업지시를 준비하는 활동으로서, 부품형상인식, 공작 기계의 선택, 공정 및 작업의 선정, 가공순서의 결정, 작업준비계획, 지그와 고정구의 설계, 절삭공구의 선정 및 절삭매개변수의 결정을 위한 작업계획, 공구경로의 생성 등과 같은 기능을 수행한다^[1]. 자동공정계획(Computer Aided Process Planning : CAPP)은 공정계획 전문가가 수행하는 공정계획의 기능들을 컴퓨터를 이용하여 수행하는 활동으로서, CAD와 CAM을 연결하여 생산시스템의 통합화를 실현시켜주는 중요한 역할을 한다. CAPP시스템은 지난 30여년 동안에 컴퓨터 기술의 급속한 발달에 힘입어 많은 연구가 진행되어 왔으며, 그 접근방법은 변성형(Variant), 창성형(Generative), 자동형(Automatic) 공정계획시스템의 3가지로 구분된다^[2]. 그 중 자동형 CAPP시스템을 개

발하기 위해 AI기술을 도입한 연구는 제한적이거나 경험많은 공정계획자들의 전문기술을 확보할 수 있게 되었고, CAD데이터를 공정계획모델에 전달하기 위하여 기하학적 모델로부터 제조특징형상들을 직접 인식할 수 있는 연구가 진행되어 왔으며, 거시적인 의사결정을 수행하는 공정설계(Process Design)의 자동화에 관한 분야는 많은 연구가 진행되어 왔다^[10,13]. 그러나 CAD와 CAM을 연결하는 CAPP시스템을 수행하기 위해서는 제조와의 연결을 위해 미시적인 의사결정을 수행하는 작업계획(Operation Planning)에 속한 기능들에 관한 연구가 필요하다^[14-17].

지금까지 연구되어 온 CAPP시스템 중 작업계획의 자동화에 대한 연구 결과들을 공구선정의 기능을 중심으로 살펴보면, Boogert^[18]는 공구관리기능의 분석, 설계 및 수행에 관한 연구를 하였으며, 이들을 기술적인 측면, 로지스틱 측면 및 전략적 측면으로 나누어서 공구자원들을 사용하는 방법을 제시하였다. 특히 기술적인 측면에서 공구구성요소의 선정, 공구조립부품들의 구성 및 상세한 가공 데이터들의 생성에 관한 의사결정을 수행하는 연구를 하였다. 노형민

*중신회원, 동명정보대학교 정보공학부

등¹⁹⁾은 공정계획 및 품질관리 기술개발에 관한 연구를 하였으며, 그 중 한 부분으로 작업설계 지원용 데이터베이스의 설계로서 선삭공구의 특성에 따른 데이터베이스를 설계하고 관리하는 모듈을 개발하였다. Nau와 Luce²⁰⁾는 가공할 공작물의 재료에 적절한 공구재료를 선정하도록 하지만 절삭공구의 다른 중요한 매개변수들을 선정하지는 않는다. Wright 등²¹⁾의 EXCAP은 공구선정방법을 사용하지 않고 단지 추천에 의해 하나의 작업에 적절한 한개 또는 두개의 공구를 선정하므로 공구의 능력들이 고려되지 않았으며, Iwata와 Fukuda²²⁾의 KAPPS시스템은 상세한 공구선정방법을 사용하지 않았고, 특히 절삭조건을 선정하는 단계가 공구선정보다 앞서서 수행되었다.

이상을 살펴볼 때, 공구선정을 위해서는 부품의 중요한 기하학적 조건 및 가공기술적인 요인들과 함께 공구의 각 매개변수가 의미하는 공구의 능력을 충분히 고려하여 공구를 선정해야 함을 알 수 있다.

본 연구는 자동공정계획시스템의 개발에 관한 연구²³⁾의 한 모듈로써 회전형상부품을 대상으로 하며, 선삭가공을 위한 작업계획 중 황삭 및 정삭에서 절삭공구선정을 자동화하는 기법을 개발함이 주된 목적이다. 주요 내용으로는 작업계획시스템의 입력 및 출력정보와 함께 각 작업준비에서 수행되는 작업순서를 결정하고 주가공방법을 결정하며 절삭횟수를 계산한다. 그리고 황삭 및 정삭가공을 위해 절삭공구의 선정을 자동화하는 기법으로써, ISO 코드에 표현된 공구호출더와 인서트의 모든 매개변수들의 값을 부품형상 및 가공기술적인 요소들을 고려하므로써 선정하고, 절삭매개변수들의 값을 산정하는 기법들을 개발하였다. 소프트웨어는 Turbo-C를 개인용 컴퓨터 상에서 사용하였으며, 사례연구를 통해 유효성을 평가하였다.

2. 작업계획시스템

본 연구에서 개발한 작업계획시스템은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 부품서술 데이터베이스정보, 공정설계정보, 작업준비계획에 의한 결과들을 입력정보로 하고, 공작기계 및 공구의 능력, 추천절삭조건들을 제약조건으로 하여 작업순서, 주가공방법 및 절삭횟수를 결정하고 ISO코드에 따르는 절삭공구들을 선정하며 절삭매개변수들의 값들을 결정한다.

이 장에서는 작업계획의 여러 기능들 중 공구선정을 위해 필요한 작업순서의 결정, 주가공방법 및 절삭횟수의 결정에 대하여 연구하였다.

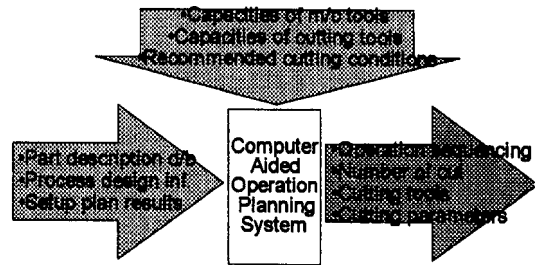


Fig. 1. Input and output for operation planning.

2.1 작업순서의 결정

작업순서를 결정하기 위해서 먼저 선삭가공되는 부품의 특성에 따라 나뉘어지는 부품윤곽형태를 인식하고 각 작업준비에서 가공할 표면들을 그룹화한 후 동일한 표면그룹에 속한 내부면 및 외부면들의 가공순서를 정한다.

2.1.1 부품윤곽형태 및 표면그룹

부품의 윤곽형태는 부품의 도면상의 중심선을 기준으로 윗부분의 윤곽들의 형태를 파악하는 것으로써 외부면들은 최대의 Y좌표값을 갖는 표면을 기준으로, 내부면들은 최소의 Y좌표값을 갖는 표면을 기준으로 윤곽형태를 파악한다. 즉, 부품을 구성한 표면들이 일정한 형태인지, 증가하는 형태인지, 감소하는 형태인지, 또는 이들을 혼합한 형태인지에 따라 Fig. 2와 같이 4종류의 형태로 분류하였으며, 이들은 표면들을 그룹화하는 정보로써 사용된다²⁴⁾.

부품을 구성한 표면들은 최대 또는 최소 직경인 표면을 기준으로 오른쪽 및 왼쪽에 존재하는 표면들로 분류할 수 있으며, 이때 외부면들 중 오른쪽에 존재하는 표면들은 ORSG(Outer Right Surface Group), 왼쪽에 존재하는 표면들은 OLSG(Outer Left Surface Group)의 두 표면그룹으로 분류하며, 내부면들도 동일한 방법에 의해 IRSG(Inner Right Surface Group) 및 ILSG(Inner Left Surface Group)의 두 표면그룹으로 분류한다.

부품의 윤곽형태와 표면그룹과의 관계를 살펴보면, 외부면들의 윤곽형태가 증가형이면 이들 표면은 최대 직경인 표면을 기준으로 왼쪽에 존재하므로

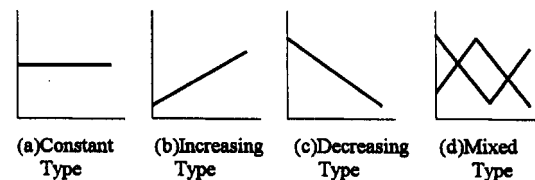


Fig. 2. Part profile type.

OLSG에 소속하고, 감소형이면 ORSG에 소속한다. 외부면들의 윤곽형태가 혼합형이면 최대 직경인 표면을 기준으로 왼쪽에 존재하는 외부면들은 OLSG에, 오른쪽에 존재하는 외부면들은 ORSG의 두 그룹에 나누어 소속하게 된다. 내부면들은 최소직경인 표면을 기준으로 부품의 윤곽형태에 따라 외부면들과 유사하게 표면그룹에 소속하게 된다. 이때 최대 또는 최소 직경인 표면은 원통면의 여부, 부품의 윤곽형태, 가공 기술적인 고려사항, 내부면들의 관통유무에 따라 분류한 4종류의 표면그룹 중 하나에 포함된다.

2.1.2 작업순서의 결정

작업순서는 작업준비에서 완성이공되는 작업준비 횟수, 내부면의 유무, 최대직경인 원통면의 유무, 표면의 특징형상 및 정밀도 등에 영향을 받는다.

작업준비계획에서 적에 의한 가공방법 중 1회의 작업준비로 완성이공하는 경우는 부품윤곽형태가 일정형, 증가형 또는 감소형으로써 표면에 홈과 나사의 특징형상이 존재하면, 황삭, 정삭, 홈가공, 나사가공의 순서이며, 외부면과 내부면으로 구성된 경우는 구멍가공, 외부면 황삭 및 정삭, 외부면 홈가공, 내부면 황삭 및 정삭, 내부면 홈가공 및 나사가공, 외부면 나사가공의 순서이다.

2회의 작업준비로 완성이공하는 경우, 외부면그룹인 ORSG와 OLSG중 최대 원통면을 가진 표면그룹 또는 정밀하지 않은 표면을 가진 표면그룹들을 먼저 가공한 후 반대방향의 표면그룹들을 가공하는 작업순서를 갖는다. 이때, 각 표면그룹에 속한 표면들의 가공순서는 1회 완성이공시의 순서를 따른다.

3회의 작업준비로 완성이공하는 경우는 먼저 정밀하게 완성이공할 표면그룹들을 거칠게 가공하고, 이어서 반대방향의 표면그룹들을 완성이공하며, 마지막으로 거칠게 가공된 첫번째 표면그룹들을 완성이공하는 순서를 갖는다. 예를 들어 한 부품의 ORSG, OLSG에 속한 표면들의 다듬질정도 또는 치수공차가 매우 정밀한 경우는 3회의 작업준비로써 부품을 완성이공한다. 만일 ORSG에 속한 표면들이 더 정밀하다면, 1회의 작업준비에 의해 ORSG에 속한 표면들이 거칠게 가공되고, 다음의 작업준비로써 OLSG에 속한 표면들이 완성이공된다. 그리고 다시 작업준비를 한 후 ORSG에 속한 거친 가공면들을 정밀하게 가공함으로써 부품을 완성이공한다.

2.2 주가공방법 및 절삭횟수의 결정

외부면을 황삭가공할 때 여러번의 절삭횟수으로써 피삭부분을 원통가공 또는 단면가공에 의해 정삭여

유까지 가공하는 데, 본 연구에서는 이 경우에 선택되는 가공방법을 주가공방법이라 한다. 이때, 주가공방법의 선정은 먼저 각 작업준비에서 피삭부분의 정삭여유와 가로, 세로의 전체길이를 파악하고, 전체길이에서 정삭여유를 제외한 값을 추천된 최대절삭깊이로 나누어 절삭횟수들을 비교한다. 이 경우 절삭횟수가 최소인 가공방법이 주가공방법으로 선정되고, 아울러 절삭횟수가 결정된다. 따라서 최소절삭횟수를 갖는 주가공방법은 다른 가공방법에 비해 피삭부분을 적은 절삭시간으로 가공하며, 부품의 전체 가공시간이 줄어들게 된다.

3. 절삭공구 선정시스템

가공순서에 따른 각 작업에서의 주가공방법과 절삭횟수가 정해진 후, 최소 공구수의 사용을 위해 적절한 공구호출더와 인서트를 갖춘 절삭공구가 가공 기술적인 측면, 관련 문헌 및 공학적 규칙을 이용하여 선정되며^[24,25], 그 흐름도는 Fig. 3과 같다.

선삭가공을 위한 절삭공구의 선정에 있어서 특히 황삭가공은 거의 모든 절삭가공에서 수행되는 작업이므로 ISO코드에 정의된 각 매개변수들 중 황삭가공을 위해 필요한 매개변수의 값을 결정하는 상세한 공구선정기법을 기술하고, 정삭, 홈가공 및 나사가공을 위한 공구선정기법은 간단히 기술한다.

3.1 공구호출더 및 인서트

NC공작기계의 절삭가공에서 선삭용 바이트의 주류를 이루며 사용되는 인덱서블 인서트 형식의 절삭공구의 기하학적인 매개변수들은 ISO코드에 정의되어 있다^[24]. ISO코드에 따르면 선삭용 공구호출더는 9자리수의 매개변수를 갖고 인서트는 7자리수의 매개변수를 갖는다. 그리고 공구호출더의 10번째 자리수와 인서트의 8,9,10번째 자리수는 제작자의 의도

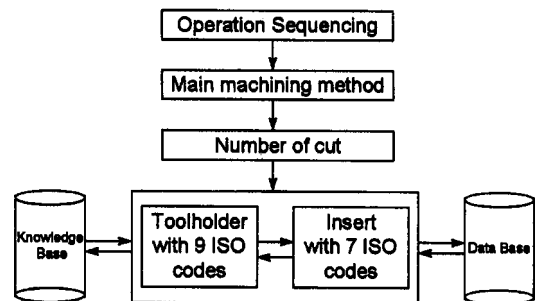


Fig. 3. Flow for toolholder and insert selection.

에 따라 형상지정, 절삭날조건, 이송방향을 나타내는 보조자릿수로서 추가로 사용되기도 하는 데, 본 연구에서는 이러한 자릿수의 의미를 제외하였다. 반면에 외부선삭용 공구호울더인 경우에는 ISO코드 외의 추가 정보로서 공구선정에 유용한 데이터들인 공구의 가공기능, 호울더비용, 제작회사명을 추가하였고, 내부선삭용 공구호울더에는 최소가공지름, 호울더비용, 제작회사명을 추가하였다. 인서트 관련 데이터에는 칩브레이크형상, 인서트재질 및 비용, 절삭날 수 및 제작회사명에 관한 정보를 추가하여 13자릿수로 구성된 데이터베이스를 구축하였다. Table 1은 외부 및 내부선삭용 공구호울더를 위한 데이터베이스를 보여주고 있다.

3.2 절삭공구의 선정절차

선삭가공용 절삭공구들은 Table 1과 같은 데이터베이스의 형식에 따라 절삭공구파일에 저장된다. 그리고 최소공구수의 사용을 기준으로 하여 공구선정에 필요한 각 매개변수의 적절한 값들을 결정하는 규칙들을 구축한 후, 이들을 사용하여 공작기계의 사양, 공구와 피삭재간의 기하학적 조건, 기술적 조건 및 추천매개변수의 값을 만족하는 공구를 선정한다. 이때 선정된 공구가 여러 개인 경우는 공구호울더 및 인서트의 비용을 비교하여 가장 적은 비용의 공구를 선정하도록 하였다.

공구선정에 있어서 공구호울더와 인서트의 각 매개변수의 값들을 결정하는 데 중요한 영향을 미치는 요소들을 살펴보면, 우선 외부면 절삭용 공구는 공구의 가공기능에 따라 축방향과 반경방향의 가공 중 어느 한 방향의 가공을 수행하거나 또는 이들 양방향의

가공을 모두 수행할 수 있다. 인서트를 클램핑하는 시스템은 C, P, M, S의 4가지 형식이 있다. 황삭가공인 경우 추천되는 형식은 P, M, S이며, 이들 중 P가 우선순위를 갖는 데, 이는 P 클램핑시스템이 다른 클램핑시스템보다 단단한 클램핑 형식이며 칩의 흐름이 무난하기 때문이다. 공구호울더 유형에 따라 정해지는 공구접근각(Tool Approach Angle : TAA)의 범위는 추가공방법의 종류에 따라 다르게 계산되는데, 이는 추가공방법이 원통가공인지 또는 단면가공인지에 따라 공구접근각의 기준면이 다르기 때문이다.

예로써 Fig. 4(a)와 같이 추가공방법이 원통가공인 경우는 수평면을 기준으로 공구가 이송할 때의 날끝과의 사잇각인 공구접근각은 반시계방향이며, Fig. 4(b)와 같이 단면가공이 추가공방법인 경우는 수직면을 기준으로 시계방향이 공구접근각이다.

공구접근각과 부절입각은 클램핑면을 기준으로 가공면의 위치와 윤곽형태, 방향각 그리고 공작물 고정구와 가공면과의 충돌예방의 조건에 의해 그 범위가 정해진다. 여기서는 하나의 예로써 추가공방법이 원통가공이고 클램핑면을 기준으로 가공할 표면들이 우측에 존재할 때, 가공면의 방향각(Surface direction Angle : SA)의 크기에 따라 공구의 작업방향, 공구접근각 및 부절입각의 범위를 결정하는 과정을 기술한다. 단, 가공면의 방향각은 가공면의 시작점과 끝점에서 접선방향벡터를 우측방향의 수평면을 기준으로 시계방향으로 측정된 각을 의미한다.

가공면의 윤곽형태가 감소형이면 오른쪽 작업방향의 공구들 중 선택하며, 이때 가공면의 방향각이 90도 이상인 표면이 있으면 최대의 가공면의 방향각보다 큰 범위의 공구접근각을 가진 공구를, 그렇지 않으면 공작물 고정구와 가공면, 생크의 폭의 관계에 의해 그 범위가 정해진다(Fig. 5(a)).

가공면들의 윤곽형태가 증가형인 경우, 모든 가공면의 방향각이 270도 이상이면 오른쪽 작업방향의 공구이고, 270도 이하인 표면이 하나라도 있으면 원

Table 1. Toolholder database for external/internal turning

Code	Toolholder			
	Description for External Turning	D	Description for Internal Turning	D
1	Serial number	I	Serial number	I
2	Clamping system	C	Type of bar	C
3	Insert shape	C	Bar diameter	I
4	Holder style	C	Tool length	C
5	Clearance angle	C	Clamping system	C
6	Hand of tool	C	Insert shape	C
7	Shank height	I	Bar style	C
8	Shank width	I	Clearance angle	C
9	Tool length	C	Hand of tool	C
10	Cutting edge length	I	Cutting edge length	C
11	Tool function	I	Min. machining dia.	I
12	Holder cost	I	Holder cost	I
13	Manufacturer	C	Manufacturer	C

(Note) DT: Data Type, I: Integer, C: Character

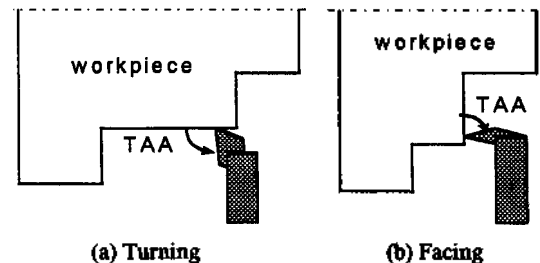


Fig. 4. Tool approach angle for main machining method.

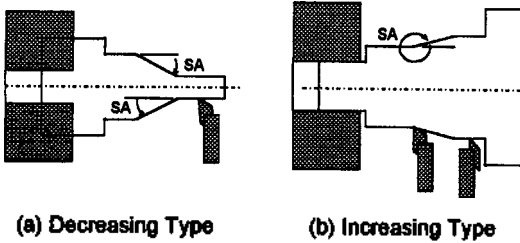


Fig. 5. Surface direction angle for part profile types.

쪽 작업방향의 공구이며, 이때 공작물 고정구와 가공면, 생크의 폭의 관계에 의해 공구의 접근각과 부절입각의 범위가 정해진다(Fig. 5(b)).

이상과 같이 공구선정에 필요한 정보들을 근거로 하여 황삭가공을 위한 절삭공구의 선정절차는 다음과 같다.

[단계 1] 피삭재 재질의 가공에 적합한 인서트 재질을 결정한다.

[단계 2] 공구들의 가공기능들을 고려하여 주가공 방법에 적절한 공구들을 선택한다.

[단계 3] 황삭가공에 적절한 클램핑시스템을 선정한다.

[단계 4] 공구터릿에 적합한 생크높이, 폭 및 공구 길이를 갖는 공구들을 선정한다.

[단계 5] 부품윤곽형태, 클램핑면, 가공면들의 방향각을 고려하여 공구의 작업방향, 공구접근각 및 부절입각의 범위를 구한다.

[단계 6] 절삭깊이와 공구접근각을 만족하는 절삭날의 범위를 구한다.

[단계 7] 이송에 따른 노즈반경($r \geq (f/0.8)$)과 날두께의 범위를 구하고, 각종 범위를 만족하는 공구들을 선정한다.

[단계 8] 추천한 인서트여유각, 공차, 형식에 맞는 인서트를 선정한다. 선정된 공구수가 하나이면 단계 11로, 그렇지 않으면 단계 9로 간다.

[단계 9] 작은 접근각, 짧은 절삭날의 길이, 큰 노즈반경 등의 규칙에 따른 우선순위를 부여한 후, 절삭공구를 선정하고, 선정된 공구수가 하나이면 단계 11로, 그렇지 않으면 단계 10으로 간다.

[단계 10] 공구호울더와 인서트의 절삭날당 비용을 비교하여 가장 저렴한 공구를 선정한다.

[단계 11] 멈춘다.

정삭가공을 위한 공구선정은 황삭가공의 경우와 유사한 접근방법을 따르지만 가공 기술적인 문제, 넓은 홈가공의 유무 등에 의해 규칙의 적용에 변형을 요한다. 우선 원통가공과 단면가공 기능을 모두

가진 공구들을 선정하며, 표면다듬질정도 및 이송값의 관계에 따라 정해지는 노즈반경과 인서트 두께의 범위를 만족하는 공구호울더와 인서트를 선택한다. 홈가공을 위해서는 최대 폭을 갖는 홈용 공구의 크기와 부품에 존재하는 홈의 폭을 비교하므로써, 나사가공은 나사피치 및 나사의 존재하는 위치 등을 고려하여 선정된다.

4. 사례연구 및 고찰

개발한 시스템의 유효성을 평가하기 위하여 Fig. 6과 같은 도면이 사용된다.

CAPP시스템의 한 모듈인 작업계획시스템은 부품서술 데이터베이스가 생성되고, 다른 모듈들이 순차적으로 실행된 후, 마지막으로 실행된다. 작업계획의 실행에서 공구선정을 위한 절차를 살펴보면, 입력정보로는 사용자와의 대화에 의해 부품의 일반정보가 입력되고, 각 표면의 기하학적 형상정보, 기술정보 및 특징형상정보가 저장된 부품서술 데이터베이스 정보, 공정설계의 결과정보, 그리고 작업준비방법 및 작업준비횟수가 저장된 작업준비의 결과정보들은 데이터파일로서 입력된다^[2].

이러한 입력정보와 공구선정을 위한 단계 1, 2, 3 및 4로부터 인서트 재질은 P20, 외부원통 및 단면가공을 위한 공구호울더, P타입의 클램핑시스템이 선정된다. 그리고 ISO 코드의 4,5,6번째 매개변수들의 값은 25,25,M으로 선정된다. 단계 5,6,7의 결과는 공

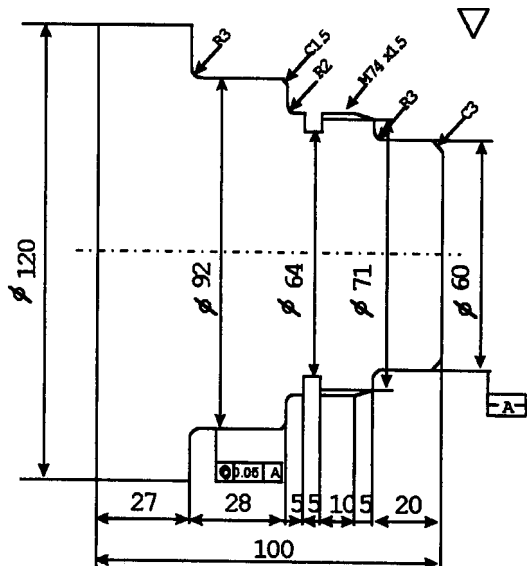


Fig. 6. Part drawing.

Table 2. Route sheet

Route Sheet							
Part No.: TP01		Hardness: 170		Date: 7/24/97			
Part Name: Test Piece 1		Material Size: $\phi 120 \times 104$		Designer: Kim In Ho			
Material: SM45C		Material Hole: $\phi 0$					
No	Operation Description	Nc	Toolholder	Insert	Cutting Speed (m/min)	Depth of Cut (mm)	Fccdrate (mm/rev)
Setup (ML)-Chucking style1							
10	Outer Rough cut (Sn3-9, 13-19)		PCLNR2525M12	CNMM120408			
	Facing (Sn19)	1			100	3.80	0.30
	Turning (Sn3-9, 13-18)	7			100	5.00	0.40
20	Outer Finish cut (Sn3-9, 13-19)	1	PCLNR2525M12	CNMM120408	100-140	0.20	0.20
	Facing (Sn19)						
	:						
	:						
30	Outer Grooving (Sn10, 11, 12)		GVGX2525RE	GVXGR6350S	80		0.15
40	Outer Threading (Sn20)		THCER2525M16	TH16ER15	100	3.00	0.30

(Note)Nc: Number of Cut, Sn I: Surface number I, ML: Material Left

구의 가공방향은 오른쪽방향, 공구접근각은 90도 보다 큰 각, 부절입각은 0도 보다 큰 각, 절삭날 길이는 7.5 보다 큰 값을, 노즈반경과 두께는 각각 0.5와 4보다 크거나 같은 값을 갖는 공구들을 선정한다. 단계 8의 결과, 공구호울더와 인서트는 PCLNR-2525M12, CNMM120408이 선정됨을 알 수 있다. 시스템의 최종 결과는 Table 2와 같이 상세한 작업명, 절삭횟수, ISO코드의 공구호울더와 인서트 그리고 절삭매개변수의 값을 제공하는 작업지시서이다.

본 연구결과와 유효성을 확인하기 위해 사례연구

의 출력결과인 작업지시서의 데이터를 생산현장의 공정설계 전문가와 인터뷰를 하여 검증을 받았으며, 주어진 데이터를 이용하여 실제 가공을 수행하므로써 Fig. 7과 같은 원하는 부품을 얻을 수 있었다.

이때 가공에 사용된 기계는 CNC선반이며, 베드상의 스윙 640 mm, 가공길이 및 직경 630×300 mm, 주축회전수 20-3150 rpm, 주축용모터 15Hp, 최대공구취부수 12개 및 유압척외경 254 mm의 사양을 갖는 기계이다.

5. 결 론

CAPP시스템의 한 모듈인 작업계획시스템에서 절삭공구를 자동으로 선정하는 기법을 개발하였다. 개발된 시스템은 선행 모듈인 부품서술정보, 공정설계 정보 및 작업준비계획의 결과정보들을 입력정보로 하여 작업순서를 결정하며, 추가공방법과 절삭횟수를 결정한다. 그리고 선삭가공에서의 공구선정 특히 황삭 및 정삭가공을 위한 상세한 공구선정방법으로써 ISO코드에 따른 공구호울더와 인서트의 각 매개변수들 중 가공기술적인 요소와 관련이 있으며 공구선정에 중요한 영향을 미치는 매개변수들을 활용하여 공구를 선정하는 방법을 제안하였으며, 사례연구를 통하여 시스템의 유효성을 평가하였다. 향후 대량부품의 확장, 각 모듈들의 독립성, NC계획 등에 관한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Kiritsis, D., "A Review of Knowledge-Based Expert

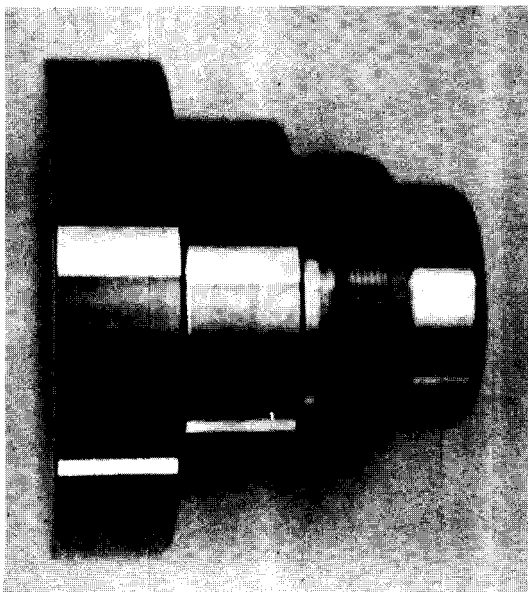
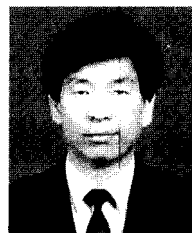


Fig. 7. Machined part.

- Systems for Process Planning. Methods and Problems", *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, Vol. 10, pp. 240-262, 1995.
2. Chang, T.C., *Expert Process Planning for Manufacturing*, Addison-Wesley Publishing Company, 1990.
 3. Rasch, F.O., "IPROS: A Variant Process Planning System", *Proc. of 19th CIRP Int. Seminar on Manufacturing Systems*, pp. 157-160, 1987.
 4. Zhang, H.C. and Alting, L., "Introduction to an Intelligent Process Planning System for Rotational Parts", *Advances in Manufacturing System Engineering*, ASME PED-Vol. 31, pp. 15-26, 1988.
 5. Li, J., Han, C., and Ham, I., "CORE-CAPP: A Company-Oriented Semi-Generative Computer-Automated Process Planning System", *Proc. of 19th CIRP Int. Seminar on Manufacturing Systems*, pp. 219-225, 1987.
 6. Eversheim, W., and Schneewind, J., "Computer-Aided Process Planning-State of the Art and Future Development", *Robotics & Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 10, No. 1/2, pp. 65-70, 1993.
 7. van Houten, F.J.M. and Kals, H., "Strategy in generative planning of turning processes", *Annals of the CIRP*, Vol. 35, pp. 331-335, 1986.
 8. van't Erve, Generative Computer Aided Process Planning for Part Manufacturing, Ph. D. Thesis, University of Twente, 1988.
 9. Ham, I., "Computer-aided process planning: the present and the future", *Annals of the CIRP*, Vol. 37, pp. 591-601, 1988.
 10. Elmaraghy, H.A., "Evolution and Future Perspectives of CAPP", *Annals of the CIRP*, Vol. 42, No. 2, pp. 739-751, 1993.
 11. Zhang, H.C. and Alting, L., *Computerized Manufacturing Process Planning Systems*, Chapman & Hall, 1994.
 12. Joshi, S. and Chang, T.C., "Feature extraction and feature based design approaches in the development of design interfaces for process planning", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-15, 1990.
 13. van Houten, F.J.A.M., PART: A Computer Aided Process Planning System, Ph. D. Thesis, University of Twente, 1991.
 14. Park, M.W., and Rho, H.M., "Generation of Modified Cutting Condition Using Neural Network for an Operation Planning System", *Annals of the CIRP*, Vol. 45/1, pp. 475-478, 1996.
 15. Rho, H.M., Geelink, R., van't Erve, A.H. and Kals, H.J.J., "An Integrated Cutting Tool Selection and Operation Sequencing Method", *Annals of the CIRP*, Vol. 41/1, pp. 517-520, 1992.
 16. Cecil, J., Mayer, R. and Hari, U., "An integrated methodology for fixture design", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 7, pp. 95-106, 1996.
 17. Young, H.T. and Tsai, D.H., "An Integrated Expert Operation Planning System with a Feature-Based Design Model", *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, Vol. 9, pp. 305-310, 1994.
 18. Boogert, R.M., Tool management in Computer Aided Process Planning, Ph. D. Thesis, University of Twente, 1994.
 19. 노형민 외, 공정계획 및 품질관리 기술개발에 관한 연구, 한국과학기술연구원, 통산산업부, 과학기술처, 1997.
 20. Nau, D.S. and Luce, M., "Knowledge representation and reasoning techniques for process planning: extending SIPS to do tool selection", *Proc. of 19th CIRP Int. Seminar on Mfg. Systems*, pp. 91-98, 1987.
 21. Wright, A.J., Darbyshire, I.L., Park, M.W. and Davics, B.J., "Excap and Icap: knowledge-based systems for process planning components", *Proc. of 19th CIRP Int. Seminar on Mfg. Systems*, pp. 309-313, 1987.
 22. Iwata, K. and Fukuda, Y., "Know-how and knowledge assisted production planning system in the machining shop", *Proc. of 19th CIRP Int. Seminar on Mfg. Systems*, pp. 287-294, 1987.
 23. 조규갑, 김인호, "선삭공정에서 CAD인터페이스된 자동공정계획시스템개발에 관한 연구(II): 작업준비 계획의 자동화", *대한산업공학회지*, 제 18권, 제 1호, pp. 155-167, 1992.
 24. Sandvik Coromant, *Turning Tools and Inserts*, Sandvik, Sweden, 1990.
 25. Hinduja, S. and Barrow, G., "SITS-A Semi-Intelligent Tool Selection System for Turned Components", *Annals of the CIRP*, Vol. 42, No. 1, pp. 535-539, 1993.



김 인 호

1985년 부산대학교 공과대학 기계설계 공학과 학사
 1988년 부산대학교 일반대학원 기계공학 석사
 1992년 부산대학교 일반대학원 기계공학 박사
 1992년 ~ 1995년 부산대학교 기계기술연구소 전임연구원
 1996년 ~ 현재 동명정보대학원 정보공학부 로봇시스템공학과 전임강사
 관심분야: CAPP, 생산시점관리(POP) 시스템, CIM, Design for Manufacturing and Assembly