

# 선반 가공자동화를 위한 공구관리 시스템의 개발<sup>+</sup>

김철한\* · 김은엽\* · 김광수\* · 김선호\*\* · 이춘식\*\*

## Development of a Tool Management System for Turning Machine<sup>+</sup>

Cheol-Han Kim\*, Eun-Yeob Kim\*,

Kwang-Soo Kim\*, Sunh-Ho Kim\*\* and Choon-Shik Lee\*\*

### Abstract

The efficient and economical use of an FMS presupposes a good capability : flexibility, reliability, maintainability and built-in quality assurance. One subsystem of an FMS, which often increases capability, is the tooling management. The main problems associated with tooling in an FMS are large variety of tools, many setups, insufficient use of presetted tools, tool condition control, tool shortages, errors in tooling data and maintainence. This paper presents a reseach on the development of a system which manages the tool data for the factory using NC turning machines. The tool information concerning each production stages of the indusry is studied in the CIM(Computer Integrated Manufacturing) view point.

### 1. 서 론

생산방식이 소품종 대량생산에서 다품종 소량생산으로 바뀌어감에 따라 NC 공작기계의 보급이 증가하게 되어 이로 인하여 고가인 NC 공작기계의 경제적 사용이 중요한 문제로 대두되었는데, NC 공작기계의 가동률에 가장 중요한 영향을 미치는

것이 공구의 효율적인 관리이다. 기존의 NC 가공 프로그램은 단순히 주어진 공작기계의 구동에 관련된 정보만을 갖고 있어서 사용 공구나 치구 등의 준비와 통제에 대해서는 별도로 처리해야만 한다. 더우기 이러한 정보는 생산활동의 여러 단계에서 공통적으로 필요한 경우가 발생되기 때문에 이를 위한 효과적인 정보처리의 필요성이 인식되며, 또

+ 본 논문은 한국기계연구소 지원으로 수행되었음

\* 포항공과대학 산업공학과

\*\* 한국기계연구소

한 날로 다양해지는 NC 공작기계, 공구 제조업체 그리고 공구 종류의 다양성을 고려해 볼때 체계적인 공구관리 시스템이 요청된다.

본 연구는 생산관리 정보와 기술정보를 동시에 처리하는 생산정책(production strategy)인 CIM (Computer Integrated Manufacturing)을 위한 공구관리 시스템(TMS: Tool Management System)의 개발에 관한 것으로 대상공구는 NC 선반공구로 제한하였다. 본 연구의 목적은 첫째 공구의 기술 정보와 관리정보를 동시에 포함하는 공구의 코드를 표준화하는데 있고, 둘째는 NC 프로그램 단계에서 공구준비에 대한 정보를 쉽게 알게 하여 NC 기계의 가동률을 높이게 하고, 셋째로는 경험에 의해 축적된 절삭조건을 체계적이고 정확하게 이용할 수 있게 하는데 있다.

## 2. 공구관리 시스템의 개요

### 2-1. 공구관리 시스템의 연구방향 및 기능

생산시스템의 통합화가 진행됨에 따라서 통합된 생산시스템이 원활하게 운용될 수 있는지를 가능케 하는 중요한 것으로서 공구관리 시스템이 등장하게 되어 많은 연구가 진행되고 있는데 이는 다음과 같이 4가지로 분류를 할수 있다.

- 1) Tool Flow Simulation
- 2) Tool Supply & Monitoring
- 3) Tool Selection
- 4) Tool Database & Control

본 연구는 생산시스템 측면에서 공구관리의 기능 및 그 수행에 관해 논의한 4)의 경우를 그 목적으로 두고 있다. 독립된 하나의 시스템이 아닌 전체 시스템의 일부로서 다른 시스템과 유기적인 관계를 고려한 경우로 Rhodes[1]는 FMS하에서의 Work Center에 기반을 두고, 생산품목, 배치시간, 공구 교환시간 등을 고려한 공구관리 시스템을 제안하

였으며, Carrie and Bititic[2]은 공구관리를 복잡한 Logistic Problem으로 간주하고 이에 따르는 공구 공급과 각 Level에 있어서의 Communication 문제를 다루고 있으며, Rankey[3]는 공구 데이터베이스를 설계하는데 있어서의 Data Structure를 제시하였고, Little, Kehoe and Al-muliki[4]는 통합생산 측면에서 공구관리 시스템을 구축할 경우 규모에 따른 공구관리 시스템을 제안하였고, 이철수[5]는 NC 기계의 효율적인 활용을 위해 NC 프로그래밍, 절삭성, 공구부하 등을 고려한 공구관리 시스템을 제안하였다. 이러한 공구관리 시스템의 주요 기능은 다음과 같다.

- 1) Tool inventory control
- 2) On-line tool refurbishment(tool offset data Entry)
- 3) Tool location monitoring
- 4) Tool wear monitoring and tool life prediction
- 5) Tool scheduling
- 6) Tool supply(Manual or Automated method)

위의 기능에 추가하여 최근에는 기술관리라 할수 있는 공구선택에 관한 부분이 강조되고 있다. 즉 NC 프로그래머가 공구를 선택할 수 있는 기준(절삭방법, 피 절삭재의 재질, 공구의 형상)을 제시하면 알맞은 공구가 선택되어지도록 하게 하는 것이다. 위에서 설명한 내용을 기능별로 요약하면 그림 1과 같다.

### 2-2. 주변 시스템과의 통합을 위한 고려 사항

예전에는 공구관리 시스템이 독립적으로 사용되었기 때문에 시스템의 개발도 통합측면이 아닌 Stand alone으로 사용할 수 있도록 개발되었지만, 다품종 소량생산에 따른 정보교환의 증가와 CIM 시스템 구축으로 인하여 공구관리 시스템을 주변의 시스템과 연계하여 사용하고자 하는 추세에 놓여

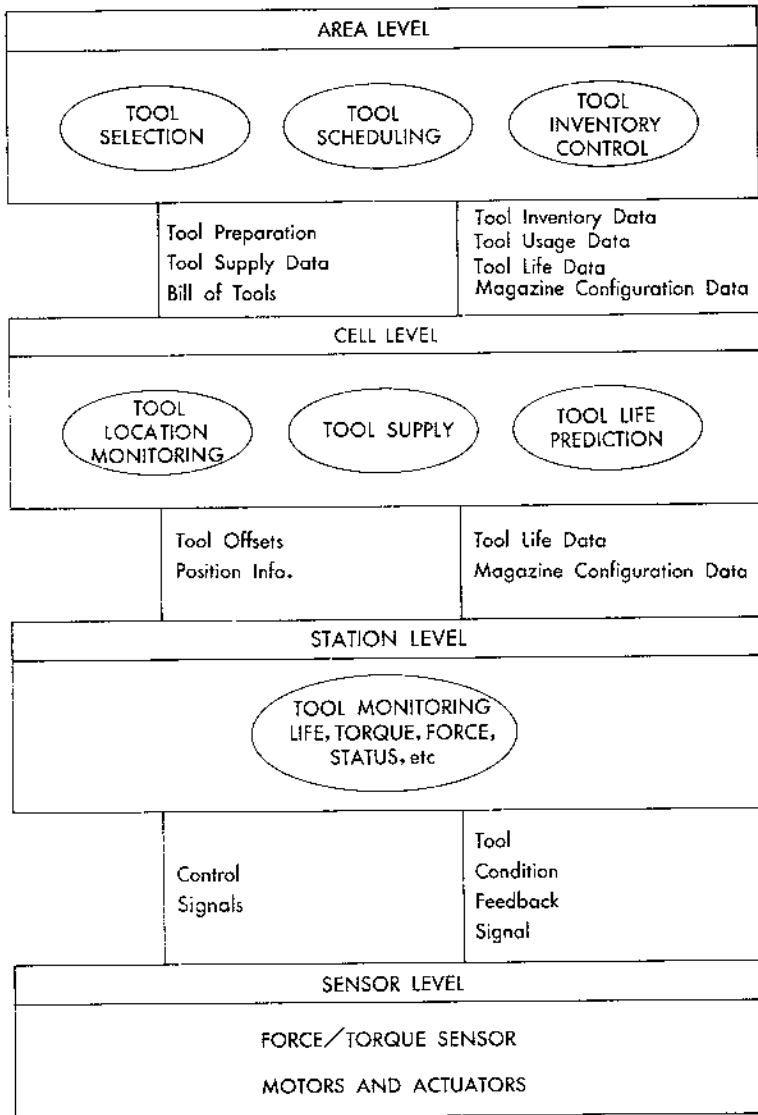


그림 1. 공구 관리시스템의 가능적 구조

있다. 즉 Application에 따라서 또한 공장의 Flow와 공작기계에 따라서 시스템의 통합이 이루어지므로 이때 주변 시스템과의 데이터 입출력이 용이하도록 공구 데이터베이스 설계시 고려되어야 한다.

공구 데이터베이스를 이용하는 주변 시스템은 크게 나누어서 Scheduling and Production Management System, NC Programming System, Tool Ins-

pection and Presetting System 등으로 공구가 직간접으로 관련되어 있는 시스템이다. Scheduling and Production Management System에서는 공구의 재고, 기계에 위치한 공구 및 Tooling의 종류, 공구의 구매계획 등이며, NC Programming System에서는 공구 및 재료의 절삭정보와 사용가능 여부(수명, 재연마) 등이며, Tool Inspection and Pre-

ting System에서는 공구의 형상정보 등이다. 이를 도식화하면 그림 2와 같다. 본 시스템은 NC Machine을 기준으로 하는 선반가공용 Cell 중심의 공구 관리시스템으로 공장 중심의 시스템의 기능을 포함하여 위의 고려사항을 만족할 수 있도록 설계되었다.

### 3. 시스템의 개발

#### 3-1. 데이터베이스 설계

생산 시스템 전체에서 공구의 Data flow을 분석한 후 각 Entity의 관계와 속성(attribute)를 분석하고 Normalization을 거쳐서 각 Relational Table을 결정하여 설계하였다[6]. 공구의 재질은 일반적으로 피삭재의 재질에 의해서 결정되고, 이때 각 공구는 그 재질에 따라서 절삭속도, 이송속도, 절삭깊이 등의 절삭성 데이터가 경험 및 실험식 또는 메이

커의 Data Handbook에 의해서 결정된다.

그림 3은 피삭재의 재질을 이루는 속성들(재질면, 경도, 열처리)의 관계를 Entity-Relationship Diagram으로 나타낸 것으로 Metcut Machining Data Handbook의 내용을 Database화 하여 피삭재 재질마다 각자의 고유번호(serno)을 갖게 한 것이다. 공구의 형상 및 절삭방법은 피삭재의 형상, 가공정도에 따라서 결정되므로 공구를 선택하기 위해서는 위에서 언급한 절삭방법, 공구재질, 공구형상에 관련된 정보가 필요하다.

#### 3-2. 공구코드의 표준화

공구를 선택할 경우, 가공물의 형상에 따라 공구의 형상이 정의되지만 실제 가공에 가장 큰 영향을 미치는 절삭성 향상 및 최적의 절삭조건을 산출하기 위한 공구의 절삭성 데이터는 일반적으로 작업자의 경험에 의하게 된다. 그러나 공구의 수

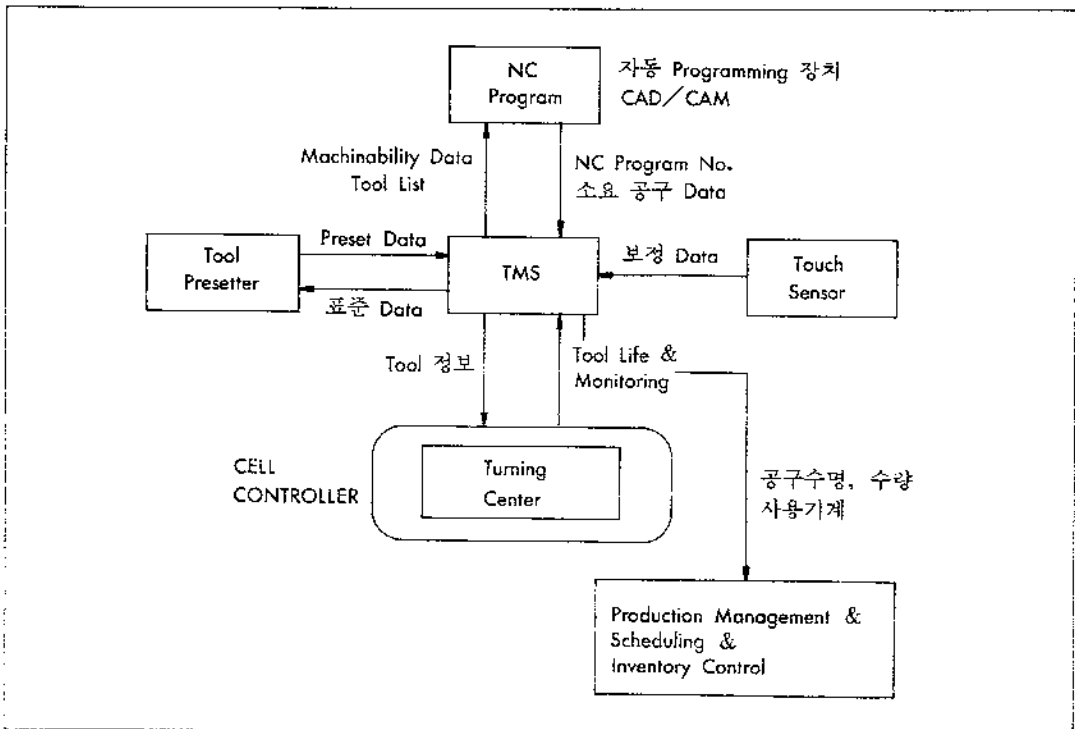


그림 2. 통합측면에서의 공구 관리시스템

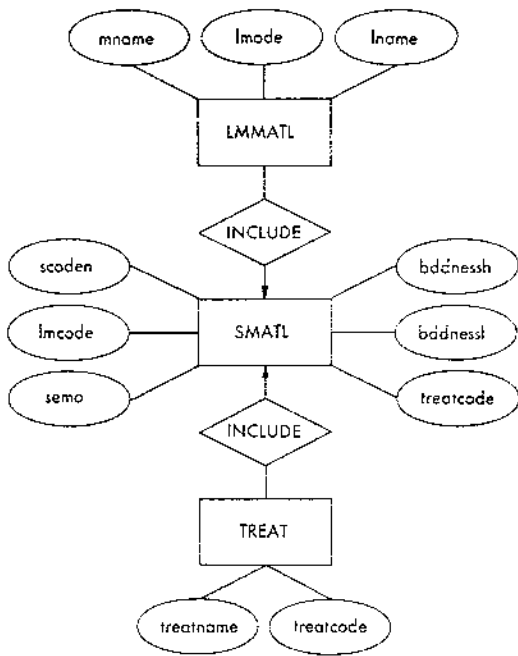


그림 3. E-R Diagram for Workpiece Material.

및 재질이 상당한 정도로 다양해지기 때문에 경험만으로는 한계가 있다. 그러므로 공구 database를 구축하여 공구를 선택할 때 작업자로 하여금 보다 정확한 정보를 얻도록 해야 한다. 이 경우 공구 database를 구축하는데 가장 큰 문제점은 원하는 공구를 택할 수 있도록 primary key를 정의하는 것

이다. 공구를 사용하고 있는 업체의 입장에서 볼때 공구는 메이커마다 그 정하는 기준에 따른 오더코드, 재질코드, 제품코드, 절삭정보를 가지고 있기 때문에 메이커마다의 전체의 정보를 알지 못하는 경우, 선택에 혼란을 가져오게 된다.

따라서 본 연구에서는 각 메이커가 제공하는 정보를 관리하여 사용자로 하여금 메이커에 관계없이 공구를 택할 수 있도록 모든 공구를 나타내는 코딩 시스템을 제안하였다. 공구를 정의하는 기준을 ISO에서는 공구의 형상을 가지고 그림 4와 같이 코드를 정의하였는데, 이 코드로서 공구의 형상 정보는 정의되지만 절삭에 관한 정보는 알 수 없다. 따라서 절삭에 관한 정보를 내포하고 있는 또다른 공구의 code가 요구된다.

이러한 코드에는 공구의 재질, 절삭방법 등 공구가 가지고 있는 형상 이외의 정보를 포함하여야 한다. 그러나 공구의 재질은 메이커에서 정하는 기준에 따라서 메이커 고유의 코드가 정의되어 있으므로 이를 하나의 코드로 표현할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 메이커의 재질코드를 대신할 대체 코드를 정의하고, 이에 따라 각 메이커 코드를 본 연구에서 제안한 코드로 mapping할 수 있도록 database를 설계하였다. 즉 메이커가 가지고 있는 코드 체계와 1:1 대응할 수 있는 코드 체계를 정의하여 사용자로 하여금 이 코드 체계를 사용하여 모든

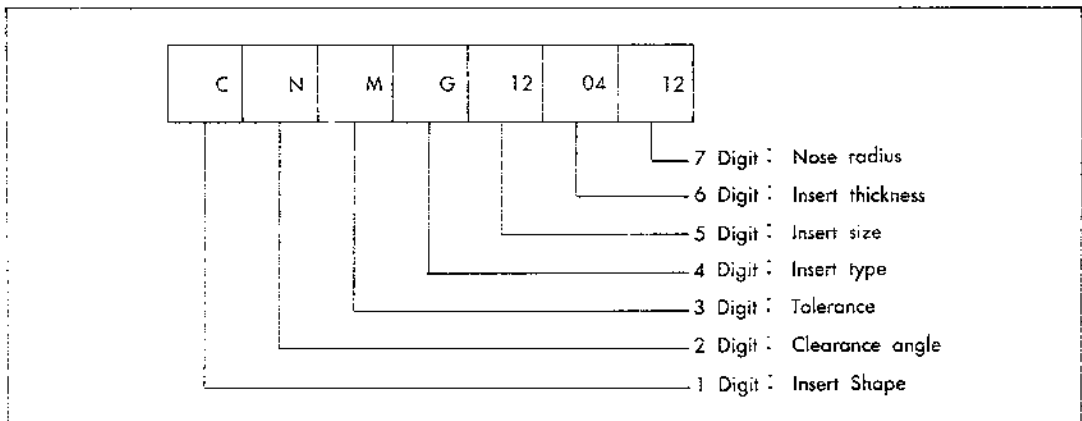


그림 4. ISO Tool Shape Code.

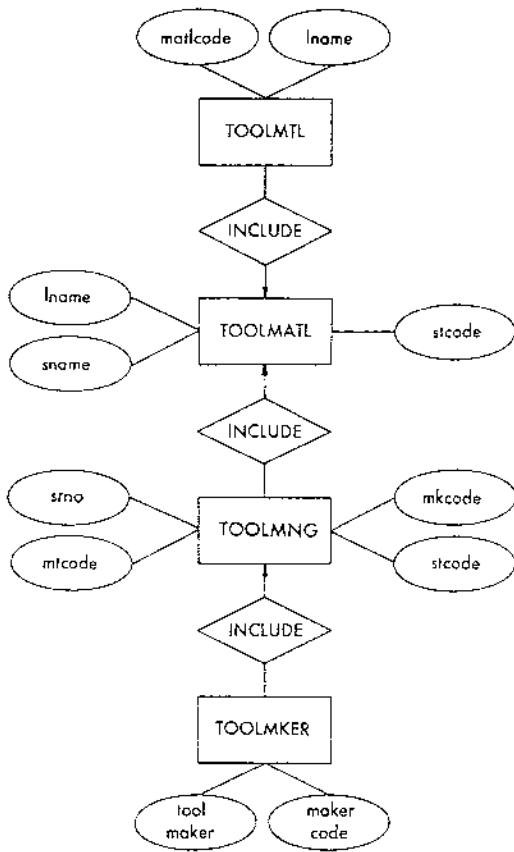


그림 5. E-R Diagram for Tool Material.

메이커의 재질코드를 관리할 수 있도록 하였으므로 end user는 메이커들의 재질코드 규정에 관계없이 재질을 선택하고 결정할 수 있다.

그림 5는 메이커 재질코드와 제안한 재질코드와의 관계를 나타낸 Entity-Relationship Diagram으로서 TOOLMTL은 대분류의 공구 재질명(lname)과 그에 해당하는 코드(matlcode)를 나타내고, TOOLMATL은 공구재질의 대분류(lname)와 소분류(sname), 그리고 이들로 구성된 공구재질 제안 코드(stcode)를 나타내며, TOOLMKER는 공구 메이커(tool-maker)와 공구 메이커 코드(maker-code)를 나타내며, TOOLMNG는 메이커 코드(mkcode), 메이커 재질코드(mtcode), 동일 메이커에서 제공하는 동일 재질에 관한 일련번호(srno), 그리고

제안한 대체 코드(stcode)로 구성되어 있다.

그림 6은 이러한 table들의 관계를 생성하는 화면으로 모든 것은 pop-up menu에 의해서 결정되므로 key-in에 의한 실수를 마연에 방지할 수 있다.

이렇게 하여 정의된 재질 코드와 절삭방법들을 포함하는 하나의 표준 코드와 ISO의 형상 코드를 합하면 공구가 가지고 있는 모든 특성을 포함하는 코드 체계를 구축할 수 있으므로 사용자는 이 코드 체계로부터 실제 절삭에 필요한 공구의 정보를 얻을 수 있다.

그림 7은 본 연구에서 제안한 절삭성 data를 위한 표준 코드가 형성되는 과정이며, 그림 8은 이 표준 코드가 가지고 있는 내용들을 나타낸 것이다.

### 3-3. 시스템의 구성 및 기능

본 연구에서 개발된 공구 관리시스템은 크게 공구 데이터베이스, 절삭공구 선택, 공구 일반관리 등으로 구분될 수 있으며, 각각은 개개의 성격에 따라서 다음과 같이 여러개의 작은 모듈로 구성되어 있다.

#### 1) 공구 데이터베이스

- 공작 기계관리: 공작기계의 사양을 등록 관리하고 공작기계의 종류 및 Feedrate, Speed, 바닥의 고착여부 등을 관리한다.
- 피삭재 재질에 따른 공구재질 선택: 가공하고자 하는 피삭재의 재질에 따라 공구의 재질을 선택하는 부분이다.
- 공구 재질 등록: 공구에 관련된 재질과 메이커의 정보를 등록한다.
- 공구 등록: 공구는 두가지의 성격을 갖는 코드의 조합으로 이루어졌는데, 이는 형상을 정의하는 ISO CODE와 본 연구에서 제시한 공구 기준코드로 구성되어 있는데 이 코드를 생성한다.
- 공급업체 관리: 공구를 공급하는 업체에 관한 정보로 해당 공구와의 거래시에 필요한 정보를 관리하는 부분이다.

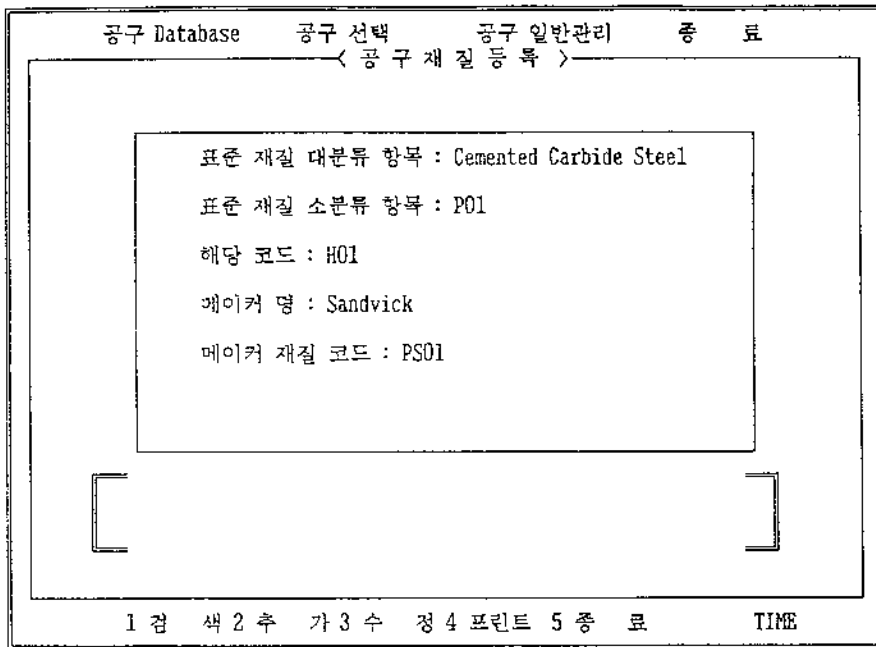


그림 6. 공구재질 등록

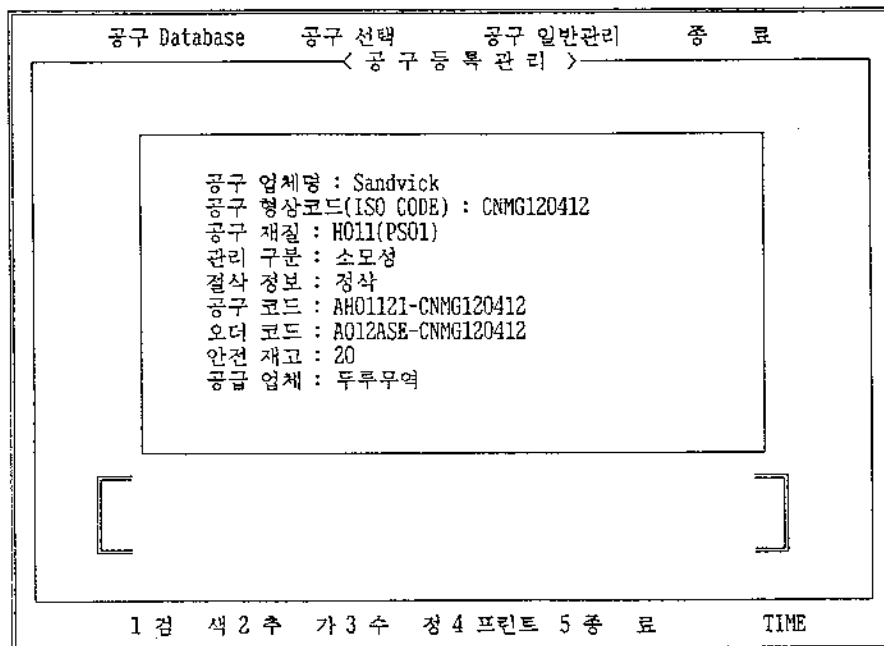


그림 7. 공구등록 관리

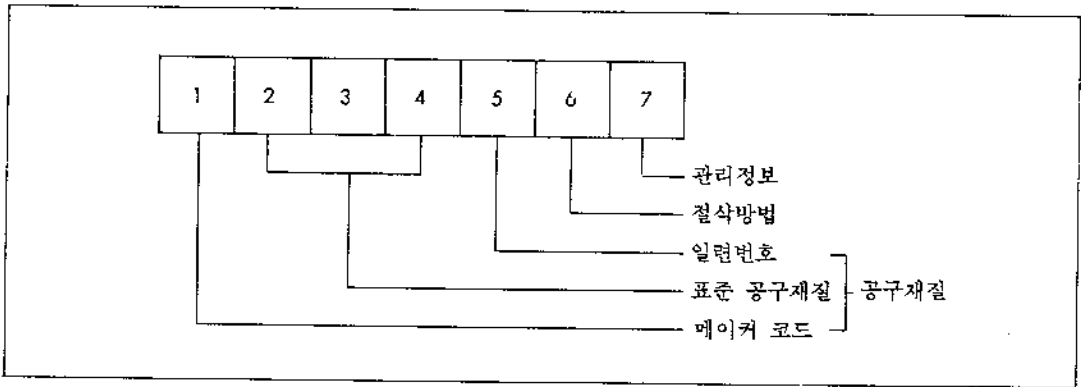


그림 8. 공구 기준코드의 구성

2) 절삭공구 선택

- 절삭공구 선택 : 사용하고자 하는 기계번호, 부품번호, 프로그램 번호, 공구형상, 피삭재의 정보를 근간으로 해서 원하는 공구를 선택하여 등록, 수정하는 부문이다.
- 절삭공구 수정 : 절삭공구의 선택후에 선택된 공구에 관한 절삭성 데이터를 수정 관리하는

부문이다.

3) 일반관리

- 공구 구매관리 : 공구의 구매에 관계된 부문으로 구매에 필요한 모든 정보를 관리한다.
- 공구 입고관리 : 공구의 입고에 관계된 부문으로 입고지연 등 입고에 관계된 모든 정보를 관리한다.

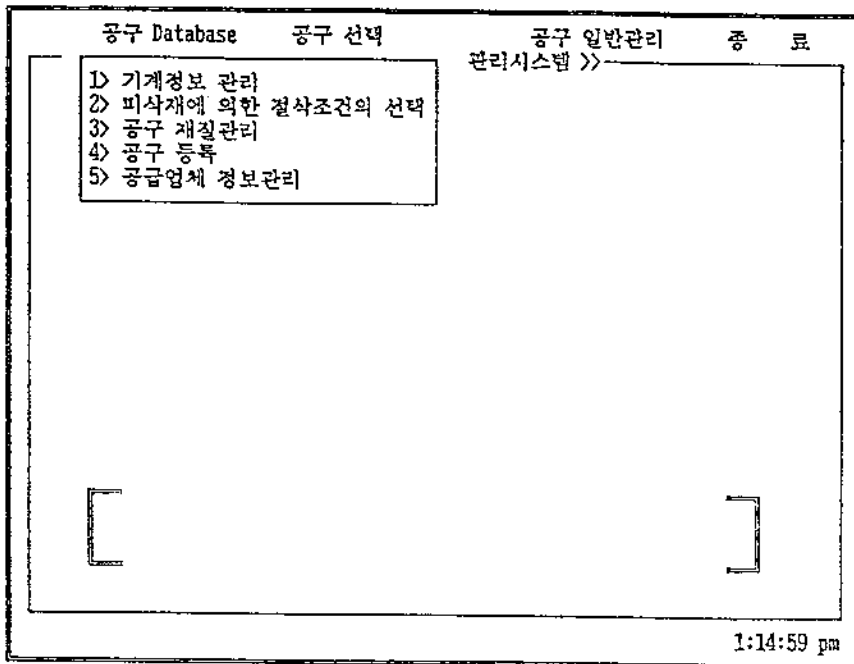


그림 9. Main Menu.





- 공구 수불관리: 공구실과 공작기계 사이의 공구의 수불에 관계된 정보를 관리한다.
- 공구 재고관리: 공구의 재고에 관계된 정보를 관리하여 공구의 현 재고 및 안전 재고 등을 파악하여 공구의 부족을 미연에 방지한다.

#### 4. 실행 예

관계형 데이터베이스 관리시스템(Relational DBMS)인 FoxPro를 사용하여 IBM PC상에서 시스템을 개발하였으며, 화면의 모든 메뉴는 커서에 의해서 움직여지고 해당 모듈로 이동이 되면 해당 모듈의 서브메뉴가 화면에 나타나게 된다.

그림 9는 Main menu로서 공구 데이터베이스, 공구선택, 공구 일반관리, 종료 등의 Sub menu로 분기가 가능하다. 그림 10은 피삭재의 재질에 의한 절삭조건을 결정하는 화면으로 경험 또는 실험식이나 공구 메이커의 Data Handbook에서 주어진 공구재질과 피삭재 재질을 입력하여 절삭공구를 선택할 때 피삭재의 재질에 따른 공구 재질을 결정하는 부분이다. 사용기계가 지정되면 지정된 사용기계내의 주어진 사양을 참조로 하여 공구형상 코드와 피삭재의 재질 및 절삭조건에 의해 화면상에 리스트된 절삭공구를 선택하는 부분이다. 여기서 피삭재 재질과 공구 재질과의 관계가 성립되어진다. 또한 그림 11은 사용하고자 하는 기계번호, 부품번호, 프로그램 번호, 공구형상, 피삭재의 정보를 근간으로 해서 원하는 공구를 선택하여 등록, 수정을 하는 부분이다.

#### 5. 결 론

CIM 시스템의 운용을 위해서는 다양한 정보가 필요하며 필요한 때에 필요한 정보를 신속 정확하게 제공받을 수 있어야 한다. 본 논문은 기업의 생산 활동을 제품설계, 공정설계, 생산계획 및 생산관

리의 제단계로 구분하여 각 단계에서 공구와 관련된 정보의 내용을 검토 분석하였으며 개발된 시스템의 구성을 논하였다. 이 시스템의 특징은 공구를 선택하는 기준이 되는 모든 정보를 공구 기준 코드와 ISO 코드로 집약하여 이 두 코드의 조합으로 이루어진 공구코드로 모든 선반용 공구의 기술 및 일반관리를 가능하게 한 것이다. 언어는 관계형 구조(relation data structure)를 갖는 FoxPro를 사용하였고, 하드웨어는 IBM PC를 이용하여 개발하였다. 수치제어 선반, 바이트, 선삭조건 등에 한하여 본 시스템을 제한하였지만 다양한 공작기계, 절삭공구, 절삭조건 등을 포함하여 확장한다면 실시간 사용에 더욱 더 효과적으로 사용될 수 있으므로 이에 따르는 부가적인 개발이 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] J.S. Rhodes, Jr., "FMS Tool Management System," Proc. 86 Conf. on Flexible Manufacturing System, CASA/SME, 1986.
- [2] A.S. Carrie and UMS. Bititci, "Tool Management and Its Implications for Material Flow," Advanced Information Technology for Industrial Material Flow Systems, pp.331-351.
- [3] P. Ranky, The Design and Operatio of FMS, IFS(publications), pp.59-150, 1983.
- [4] D. Little, D.F. Kohe and Al-Maliki, "Tool Management: The Key Issues for Integrated Manufacture," Proc. 7th Inct. Conf. on Flexible Manufacturing Systems, pp.53-68, Sept. 1988.
- [5] 이철수, NC 기계의 효율적인 활용을 위한 공구 관리시스템 개발, MS Thesis, KAIST, 1985.
- [6] C. Fleming and B. Von Hale, Handbook of Relational Database Design, Addison-Wesley, 1989.