

사출금형 생산을 위한 분산관리형 공구관리 시스템의 개발

정태성*, 양민양#, 변철웅**

The Development of Distributed Tool Management System tailored for Injection Mold Production

Tae Sung Jung*, Min Yang Yang# and Chul Woong Byun**

ABSTRACT

An effective tool management system is one of the keys to maximizing the benefits of a computer integrated manufacturing (CIM). Tool management systems, however, are often tailored to the requirement of a highly automated system. Therefore, a different approach is needed for small and medium sized mold shops. This work deals with the implementation of tool management system for milling operations in small and medium sized CIM environment of injection mold production. In this paper, a distributed management approach is proposed for efficient tool management in relatively small machining shops in mold industry. And the design and the functions of the developed system are described.

Key Words : Distributed tool management (분산관리형 공구관리), CIM (컴퓨터 통합 생산), Tool management software (공구관리 소프트웨어), Tool classification (공구 분류), Database (데이터베이스)

1. 서론

급변하는 현대 사회 속에서 제조업의 경쟁이 점차 치열해 지고 있으며, 제품의 수명 주기가 급속히 단축되고 있다. 이로 인해 금형 산업 또한 제작 기간의 단축, 원가 절감, 품질 향상의 요구를 지속적으로 받고 있다.

이에 따라 생산 시스템에서 정보(information)의 효율적인 통제는 기업 경쟁력 향상의 중요한 부분이 되었으며, 정보화 기술의 급속한 발전에 힘입

어 CIM (Computer Integrated Manufacturing) 시스템과 같이 생산 활동의 여러 단계에서 필요한 정보를 효과적으로 관리하기 위한 정보화 시스템의 구축이 가속화되고 있다. 전사적 정보화를 추구하는 컴퓨터 통합 생산 체제에서는 일정관리, 공정관리, 회계, 구매, 재고관리, 인사관리 등 생산 시스템을 구성하는 요소 시스템들 사이의 유기적인 연계성이 요구된다. 특히, 공구관리 업무는 제품설계 및 공정계획 같은 엔지니어링 부문과 일정계획, 재고관리 등을 담당하는 생산관리 부문이 긴밀히 연결

199 2002년 4월 18일 접수
* 한국과학기술원 기계공학과 대학원
교신저자, 한국과학기술원 기계공학과
E-mail myyang@kaist.ac.kr Tel. (042)869-3264
** 한국생산기술연구원

되어 있어 그 중요성이 날로 증대되고 있다.¹

공구관리는 제조 공장에서 가장 중요한 물류 관리 업무 중 하나로 공구관리 업무의 목표는 적기에 적절한 공구를 적정한 장소에 적량 공급하는 데 있다. 조사에 따르면 절삭가공을 주 업무로 하는 실제 공장에서 치공구, 소모품, 스페어 부품을 포함한 연간 공구 투자 예산은 설비 유지를 위한 예산의 7~12 배에 달한다고 하며, 잘못된 공구관리는 시스템적 손실을 야기하는 주요 원인으로 기계 가동률, 제품의 품질과 생산 원가 등에 직접적인 영향을 미친다.^{2,3}

그러나, 대부분의 중소기업 생산 라인에서 공구관리는 여전히 현장 작업자의 관리 영역으로 간주되고 있으며, 공구실의 주요 업무는 재고 관리에만 국한되어 있을 뿐 실질적인 공구 관리는 기계 관리자에 의해 행해지고 있어 체계화된 정보 공유가 이루어지지 못하고 있는 것이 현실이다.

이는 정보화 시스템의 부재와 공구 매거진(tool magazine) 등 자동화 요소를 갖추지 못한 나후된 생산 시설, 협소한 작업 공간 및 수주 산업의 비 반복적 생산 특성으로 인해 공구의 보관, 운반 등에 필요한 자동화가 어렵기 때문이다.

따라서, 국내 금형 산업의 경쟁력 향상을 위하여 기존에 개발된 공구관리 체계를 금형 산업의 여건에 맞도록 보완하고, 이를 지원할 수 있는 공구관리 시스템의 개발이 요구된다. 본 연구에서는 모든 공구 요소를 공구실에서 집중 관리하는 방식

과는 달리 공구실과 작업 현장에서 분산 관리하는 형태의 공구관리 체계를 적용함으로써 금형 공장 등 다품종 소량 생산의 중소기업 생산 라인에 적합한 공구관리 시스템을 개발하였다.

2. 공구관리 시스템의 설계

2.1 시스템의 구성

공구관리 시스템의 기능은 공구에 관한 정보의 흐름과 실물 공구의 보관 및 이동, 사용에 관한 흐름을 제어하는 것이라 할 수 있다.

공구관리 시스템에서 공구 정보의 직접적인 조회 및 변경을 요하는 업무 부서는 크게 공구실, CAM 실, 구매과, 작업장 등으로 나눌 수 있으며, 업무의 성격에 따라 필요로 하는 정보의 내용과 시스템에서 제공하여야 하는 기능이 다르다.

Fig. 1 는 본 연구에서 구현된 공구관리 시스템의 개략적인 구성을 보여 준다.

공구실은 공구 측정기(tool presetter), 공구 연삭기, 공구 보관 시설 등을 갖추고 있다. 운영자는 공구의 치수 정보와 사용 이력, 예약 여부, 보유량 등의 정보를 관리하며, 이러한 정보는 CAM 실, 구매과 등 관련 부서에서 조회할 수 있다. 공구의 측정 정보는 RS-232C 통신 기능을 통해 공구 측정기로부터 공구 데이터베이스에 자동 입력되도록 하여 작업자의 잘못된 수치 입력으로 인해 발생하는 오류를 최소화하였다.

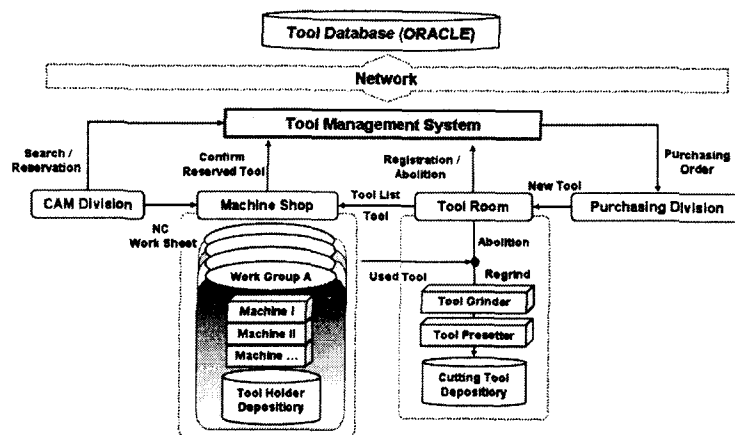


Fig. 1 Architecture of tool management system

CAM 실에서 NC 작업을 위하여 예약된 공구 정보는 전산망을 통해 공구실로 연락되며, 공구실에서 준비된 공구는 사용될 기계로 이동된 후 작업장에서 보관하고 있는 공구 홀더와 조립되어 기계에 장착된다. 작업이 끝난 공구는 분해되어 다시 공구실로 이동되며, 연삭 후 재등록되거나, 폐기된다.

2.2 정보 흐름의 제어

효율적인 공구관리 시스템의 개발을 위해서는 공구관리 제반 업무에 대한 BPR(business process reengineering)을 통하여 정보를 공유하는 업무 부서들 간의 연계 및 일정관리, 재고관리 등 타 업무 지원 시스템들과의 정보 흐름을 정형화하여야 한다.

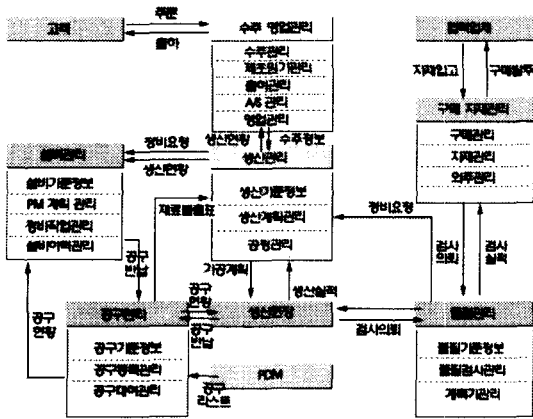


Fig. 2 Business process of injection mold company

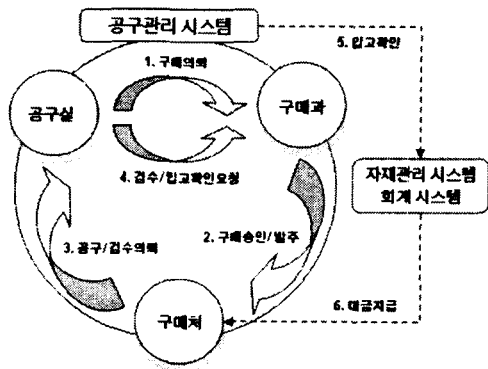


Fig. 3 Tool purchasing process

본 연구에서는 공구관리에 관련된 업무와 각 부서별 상호 관련성을 크게 다음의 네 가지 업무 프로세스((business process)로 나누어 정리하였다.

- 1) 구매관리 프로세스
- 2) 재고관리 프로세스
- 3) 예약관리 프로세스
- 4) 특수 공구의 제작관리 프로세스

구매관리 프로세스는 공구의 구매와 관련된 업무를 지원하고, 재고관리는 사용 중인 공구의 이력, 사용 위치, 현재 상태 등을 관리하며, 예약 관리 프로세스는 NC 코드 작성시 예약된 공구의 반출, 반입에 관련된 사항을 처리한다. 또한, 사출금형 업체의 경우 가공물의 형상에 따라 만들어 사용하는 특수 공구의 비중이 높으므로 이를 위한 프로세스를 따로 두었다.

Fig. 2 는 본 공구관리 시스템의 적용 대상인 사출금형 제조업체의 일반적인 업무 프로세스를 보여 주고 있으며, Fig. 3 은 개발된 시스템에서 지원하는 구매관리 프로세스를 간략히 표시한 것이다.

2.3 공구 흐름의 제어

밀링 가공에 사용되는 공구는 크게 작업물과 접촉하여 가공을 수행하는 절삭공구(cutting tool)와 공작기계에 이를 고정하는 홀더(holder)로 구성되며, 일반적인 공구관리에서 공구는 이들이 조립된 툴링(tooling) 상태를 의미한다. 따라서, 기존의 공구관리 시스템에서는 조립된 상태의 공구가 작업장과 공구실 사이를 이동하게 되며, 모든 공구 요소(tooling component)들이 공구실에서 통합 관리되기 때문에 공구의 등록 및 폐기, 조립과 분해, 측정 등 전반적인 정보의 통제 및 관리가 공구실을 중심으로 이루어진다.

이러한 공구실 중심의 관리 체계는 자동화, 무인화를 실현하기 위한 것으로 NC 프로그램 작성시 조립된 상태의 최종 치수를 미리 알 수 있으므로 공구 세팅 오차를 줄일 수 있고, 작업 현장에서의 작업 준비 시간을 크게 단축할 수 있는 장점이 있다. 또한, 공구 외곽의 넓은 여유 공간을 이용하여 바코드(barcode) 등을 부착할 수 있으므로 자동 인식 장치의 구현이 용이하다. 특히, 근래에

들어서는 공구의 상세 이력 관리와 정확한 수명 예측을 위해 메모리 칩을 이용하는 등 고기능화 단계에까지 이르렀다.³⁻⁵

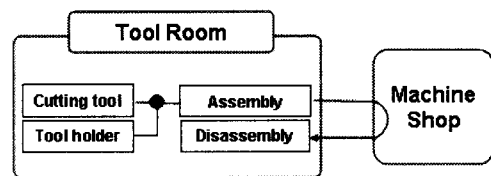
그러나, 공구를 조립된 상태로 관리하기 위해서는 공구의 조립, 운반, 보관 설비를 갖추는데 많은 시설 투자가 필요하다. 게다가, 사출금형 업체의 경우 수시로 변하는 생산품에 유연하게 대응할 수 있는 자동화 시설까지 갖추어야 하므로 국내 산업 여건상 공구실 중심의 공구관리 체계를 그대로 적용하기는 어려운 실정이다. 이러한 이유로 중소기업의 생산 라인에서는 공구가 중요한 생산 요소임에도 불구하고 적절한 기술 지원이 따르지 못하고 있다.

한편, 최근 조사된 바에 따르면 금형 제작에 있어서 사용되는 공구의 종류와 수량이 이전에 비하여 크게 감소된 것으로 나타났는데, 이는 공작 기계의 고속화와 작업 방식의 변화에 따른 공정의 감소, 하이스(HSS) 공구의 사용량 감소 및 초경, 인서트형 공구의 사용량 증가가 주 요인으로 보여진다.

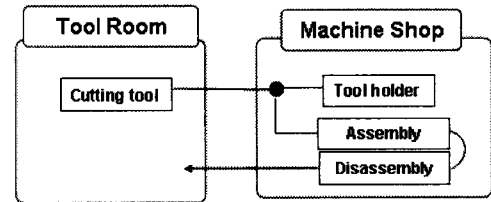
일례로 2001 년 조사에 의하면 국내의 J 금형사의 경우 19 인치 TV 금형의 상원판 가공에 공구 종류로는 약 10 여종, 개수로는 약 30 개의 공구가 소모되는 것으로 나타났는데, 이는 이전에 동일한 작업을 위해 공구 종류로는 20 여종, 수량으로는 50 개의 공구가 소모되던 것에 비하여 현격한 차이를 보이는 것이다. 특히, 주목할 만한 것은 주로 황삭 공정에서만 사용되던 인서트형 공구가 근래에는 정삭에서도 그 활용도가 높아지면서 전체 공구 사용의 약 70%를 차지하고 있는 것과 점차 가공의 정밀도가 중요해 짐에 따라 어댑터 등을 조립하여 사용하는 경우보다는 가공 깊이에 따라 전용 홀더를 사용하는 비중이 증가하고 있는 것이다. 이러한 변화는 곧 공구실에서의 공구 측정 및 조립의 중요성이 이전에 비해 상대적으로 감소한 것을 의미한다고 할 수 있겠다.

본 연구에서 공구관리 시스템은 개발 단계부터 사출금형 산업의 특성과 공구 사용도 변화를 감안하여 공구 요소를 작업장과 공구실에서 분할 관리하는 방식을 체계적으로 지원할 수 있도록 설계되었다. Fig. 4 는 공구실 중심의 공구관리 시스템과 분산관리형 공구관리 시스템을 도식화한 것이다.

본 시스템에서는 효과적인 작업 공정과 생산 관리를 위해 공작물의 이동에 따른 기계의 배치, 가공물의 크기, 사용 홀더의 규격 등을 기준으로 작업장 내의 기계를 몇 개의 그룹(group)으로 분류하였고 그룹 내에서 공유할 수 있는 공구 요소는 작업장에서 관리하도록 하였다. 또한, 수시로 제원(specification)의 수정이 필요한 절삭공구류는 공구실에서 보관하도록 하였다.



(a) Centralized tool management



(b) Distributed tool management

Fig. 4 Type of tool management system

분산관리 방식은 기존에 비하여 공구의 운반 및 조립 등에 필요한 인적, 공간적 비용을 줄일 수 있어 소규모의 생산 라인에 적용이 용이하다. 또한, 공구 요소를 조립되지 않은 상태로 개별 관리하기 때문에 공구의 사용 가능 조합이 증가하여 보유하여야 하는 홀더와 어댑터의 수가 감소하고, 공구의 사용 효율을 높일 수 있다.

그러나, 분산관리 방식의 공구관리 시스템에서는 자동 인식 장치의 적용이 어려워 자동화 단계로의 이전이 곤란하며, 매우 짧은 공구 교환 주기를 필요로 하는 경우 이에 대응하기 어렵다.

따라서, 본 연구에서의 공구관리 시스템은 중소기업의 생산 현장에 적용 가능한 관리 체계를 구축하는데 중점을 두고 있다. 또한, 일반적인 금형 가공에서 공구당 일회 가공 시간은 상당히 긴 편이기 때문에 개발된 시스템에서의 공구 교환 주기는 일일 2 회로 하였다.

2.4 데이터베이스의 설계

공구 데이터베이스는 네트워크(network)로 연결된 중앙 데이터베이스의 한 부분으로 구축되었으며, 생산 시스템을 구성하는 요소들 간에 데이터 입출력이 용이하도록 통합성을 고려하여 설계되었다.

공구관리 시스템에서 관리하는 데이터는 그 성격에 따라 공구분류 정보, 공구상태 정보 및 예약, 구매와 관련된 프로세스 정보 등으로 나눌 수 있다.

공구분류 정보는 공구의 종류에 따라 달라지는 형상 정보, 표준 치수, 용도 등을 관리하며, 공구등록 정보 테이블에는 관리코드(identification code)와 분류코드(classification code)의 연결 관계 및 정확한 실제 치수, 사용 이력, 관리 위치 등 관리 코드에 따라 달라지는 자료를 저장하였다. 또, 프로세스 정보에는 재고량, 예약 정보 등 기타 관리에 필요한 자료를 저장하였다.

구현된 공구관리 시스템의 데이터베이스는 총 39 개의 테이블(외부 참조 테이블 7 개 포함)로 이루어졌으며, 자주 사용되는 검색 조건은 가상 테이블인 뷰(view)로 지정하여 조회가 용이하게 하였다.

2.5 공구 분류의 표준화

날로 증가하는 공구 제조업체와 공구 종류의 다양성을 고려해 볼 때 새로운 공구에 대해 신속히 대응할 수 있는 체계적이고 표준화된 분류법은 공구관리 시스템의 성능을 결정하는 중요한 요소이다. 그러나, 밀링용 공구는 그 종류가 다양하고 형상에 따라 관리하여야 하는 중요 치수 정보들이 다르므로 통일된 분류가 어렵다.^{6,7} 본 시스템에서는 다양한 형태의 공구를 체계적으로 관리하기 위하여 공구 종류별로 표준 형상을 정의함으로써 공구 정보의 자료 구조를 통일하였다.

하나의 절삭공구를 관리하는데 필요한 정보는 형상, 치수, 절삭조건 등 기술적인 것과 분류코드(classification code), 관리코드(identification code), 예약 상태, 가공 이력 등 관리적인 것으로 나눌 수 있는데, 이 중 형상 정보는 CAM 시스템과의 연계되어 있어 정보의 호환성이 매우 중요하다.

개발된 시스템에서는 CAM 시스템 및 자재관리 시스템과의 연계를 고려하여 관리 대상 공구를

크게 엔드밀(endmill), 커터(cutter), 인서트 공구(insert tool), 어댑터(adaptor), 홀더(tool holder), 자작 공구용 자재(stock), 기타 부품(part)의 여섯 가지로 구분하였다. 또한, 인서트 공구는 팁 홀더(tip holder)와 인서트 팁(insert tip)으로, 어댑터는 어댑터 척(adaptor chuck)과 콜릿(collet)으로 세분하였으며, 각 종류별로 표준 형상을 정의하였다

또한, 공구의 표준형상에 따라 종류별로 여러 특징 형상을 정의하고 사용자가 공구의 분류 작업 시 공구의 형상과 자료 구조를 특징 형상의 조합으로 나타내도록 함으로써 공구분류를 단순화하고, 사용 목적에 따라 임의로 만들어 사용하는 공구를 포괄적으로 관리할 수 있는 확장성을 부여하였다. Fig. 5 는 본 연구에서 정의한 엔드밀의 표준 형상이다.

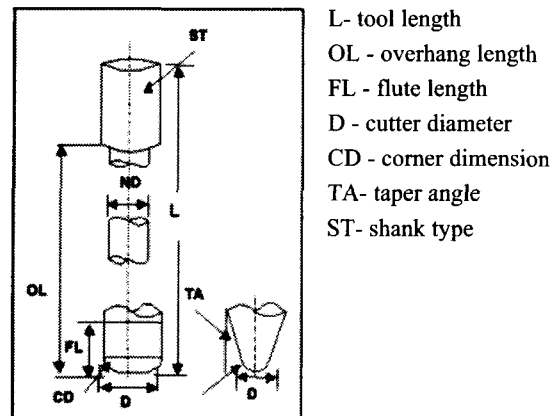


Fig. 5 Standard shape of cutting tool

공구를 요소 별로 분산 관리하기 위해서는 각 요소 간의 조립성을 빠르고 신속하게 판별할 필요가 있다. 조립성 측면에서 밀링용 공구 요소는 크게 커터류, 공구 홀더류, 어댑터류 등으로 구분되며 각 요소 간의 조립 관계는 Fig. 6 과 같이 표시될 수 있다. 본 연구에서는 공구 요소간의 조립성 평가에 고려하여야 하는 부위를 몇 가지 규격화된 형상과 치수로 표준화하였다. 또한, 공구 분류코드에 공구 요소간 연결부 형상을 중요 정보로 포함시켜 공구 검색 시 조립에 필요한 홀더와 어댑터의 조합을 빠르게 찾을 수 있도록 하였다.

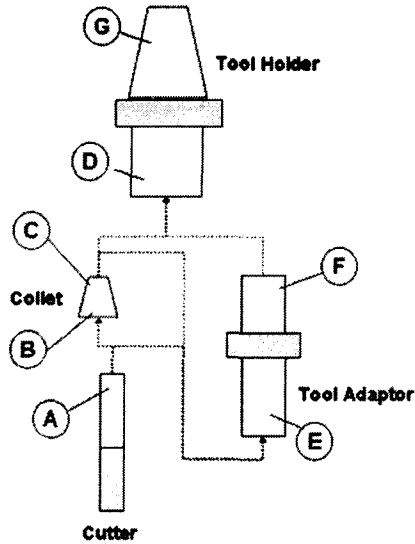


Fig. 6 Layout of tooling system

2.6 공구장 보정 장치

공구의 길이, 직경 등과 같은 치수 정보는 가공물의 품질에 직접적인 영향을 미치므로 정확성이 요구된다. 그러나, 본 연구에서 개발된 시스템의 경우 관리 기법의 특성상 조립된 상태의 공구 길이를 NC 프로그래머가 미리 알 수 없고, 이로 인해 공구가 교체될 때마다 NC 작업자가 작업 원점을 보정해야 하는 번거로움과 세팅(setting) 오차가 발생하게 된다. 따라서, 분산관리 방식의 공구관리 시스템을 생산 현장에 구축하기 위해서는 작업자에 의한 세팅 오차를 방지할 수 있는 부가적 장치가 필수적이다.

본 연구에서는 공구장(tool length) 측정 시스템을 이용하여 분산관리 방식의 단점을 보완하였다. 공구장 보정 장치는 공작기계에 장착된 공구의 길이와 직경을 센서로 측정하여 가공 원점을 자동으로 보정하는 장치이다. 현재 몇 가지의 제품이 출시되어 있으며, 본 연구에서는 접촉식 센서를 이용하는 Renishaw 사의 TS27R 제품을 사용하였다.

3. 공구관리 시스템의 구현

3.1 시스템의 개요

앞서 2 장에서 살펴본 바와 같이 공구관리 시

스템에서 관리하는 정보와 직접적으로 연계되어 있는 회사 내의 업무 조직은 공구실, CAM 실 등 생산 관련 부서와 구매 및 재고 관리 부서로 구분할 수 있다. 본 연구의 공구관리 소프트웨어는 각 부서에서 필요한 기능을 정리하여 공구실 관리용, 구매 관리용, 예약 관리용의 독립적인 3 개 모듈로 구성하였으며, 이들 사이의 업무 프로세스 및 정보는 네트워크로 연결된 데이터베이스를 중심으로 공유되도록 하였다.

개발된 밀링용 공구관리 시스템은 IBM PC 기반의 Windows 환경에서 구현되었으며, 공구 데이터베이스를 구축을 위해 관계형 데이터베이스(relational database)인 오라클(Oracle)을 이용하였다. 또, 공구 정보의 변경, 조회에 관한 사용자 인터페이스(user interface) 기능을 위하여 Visual Basic 을 사용하였고, 저장된 데이터는 크리스탈레포트(Crystal Report)를 통하여 사내의 문서 규격에 맞게 문서와 그래프로 출력하였다.

본 연구에서 구현된 시스템은 풀다운 메뉴(pull down menu), 아이콘 메뉴(icon menu), 팝업 메뉴(popup menu) 등 윈도우즈의 표준 그래픽 인터페이스(GUI)를 지원하여 사용자에게 쉽고 빠른 작업을 환경을 제공한다. 또한, HTML 형식의 온라인 도움말(on-line help)을 지원하여 사용자 편의 기능을 향상시켰다.

공구의 형상 도시 기능에서는 사실적인 형상 표현과 자료의 등록 및 수정을 용이하게 하기 위하여, 기존에 주로 사용되던 AutoCAD 화일 형식이 아닌 JPEG 등 표준 그래픽 형식을 지원하도록 하였다.

3.2 시스템의 주요 기능

3.2.1 공구실 운영 모듈

공구실 운영 모듈은 공구실에서 사용되는 시스템으로 크게 공구분류, 공구등록, 재고관리, 예약관리의 네 가지 기능으로 구성되며 각각은 작업장, CAM 부서, 구매과와 연계된 세부 기능이 있다.

공구분류 기능에서는 표준 공구분류 트리(tool classification tree)를 구성하고, 각 공구 요소의 제원을 입력하며, 공구 분류에 필요한 각종 표준 규격을 관리한다. 구현된 시스템에서는 계층 구조의 분류 방식을 지원하여 다양한 공구를 쉽고 빠르게 분류할 수 있도록 하였다. 또한, 공구 트리에서 동

일한 특징 형상 및 용도를 가지는 공구들은 그룹 (group)으로 지정하여 공구 검색이 용이하도록 하였으며, 그룹 내에서는 제원을 상속 받도록 하여 분류 작업 시 자료 입력을 줄일 수 있도록 하였다. Fig. 7 은 공구를 트리 구조로 분류하고 주요 치수와 제조사, 구매처, 가격 등 제원을 입력하는 모듈을 보여 준다.

공구등록 기능은 공구실 보관 공구관리 부분과 작업장 보관 공구관리 부분으로 나뉘고, 관리 코드(identification code)의 부여 및 공구실 보관 공구에 대한 치수 보정과 가공 이력, 사용 위치 등 공구상태를 점검하기 위한 세부 기능들로 구성된다.

지름 12mm 이하의 소형 공구는 수명이 짧아 일회 사용 후 폐기되는 경우가 대부분이다. 따라서, 개발된 시스템에서는 이러한 일회성 공구는 불출 관리에 중점을 두고, 지름 12mm~50mm 의 중대형 공구와 인서트 공구에만 관리 코드를 부여

하여 사용 이력을 관리하였다. 관리 대상 공구는 작업 후 공구실로 회수되어 재연삭 후 치수 보정 작업을 거치며, 사용 횟수, 가공 시간, 재연삭 회수, 파손 원인 등의 이력 정보를 가진다. 이러한 기록은 데이터베이스화 되어 주기적으로 공구 구매 정책을 결정하는 자료로 활용되도록 하였다.

작업 중 파손이 없을 시, 관리 대상 공구의 폐기 기준은 재연삭으로 인한 20% 이상의 직경 감소 또는 15 회 이상의 재연삭을 원칙으로 하였으며, 작업장에 배치된 홀더류는 6 개월 주기로 점검하여 교체하였다.

본 시스템의 재고관리 기능을 통하여서는 구매와 공구의 보유 현황, 입출고 현황에 대한 조회 및 분석을 수행할 수 있다. 또한, 예약관리 기능에는 CAM 실에서 예약된 공구에 대한 입출고 관리 기능과 자체 제작하여 사용하는 특수 공구들에 대한 업무 지원이 포함되어 있다.

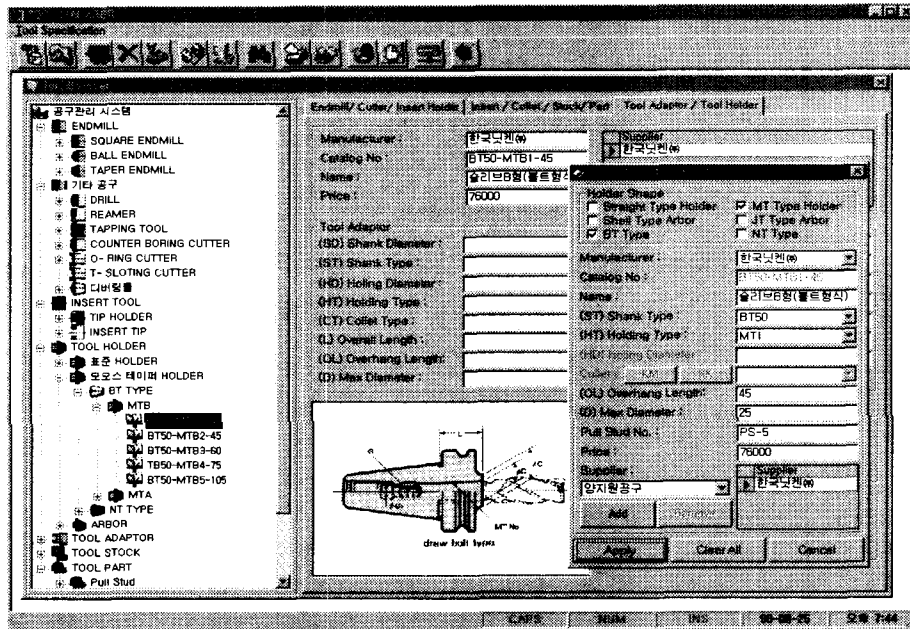


Fig. 7 Module for tool classification

3.2.2 구매 관리 모듈

구매관리 모듈은 상위의 회계 및 자재관리 시스템과 연계되어 있으며, 공구의 구매처와 거래처 별 단가 등 회계 정보의 관리 및 구매 관련 업무 프로세스를 지원한다. 또한, 일정 주기 마다 공구의 사용량을 분석하는 기능과 자재관리 시스템과 연계된 자동 발주 기능을 통하여 항상 적정한 재고 보유량을 유지할 수 있도록 하였다.

Fig. 8 은 기간별로 소비된 공구의 종류 및 수량, 금액을 분석한 예를 표시한 것이다.

3.2.3 검색, 예약 관리 모듈

공구예약 모듈에는 NC 프로그래머가 공정관리 시스템으로부터 부여 받은 공정 순서에 따라 NC 작업 계획을 작성하고, NC 작업에 필요한 공구를 검색, 예약하는 기능이 포함된다.

일반적으로 금형 가공에 있어서 공구 홀더 선정에 가장 중요한 고려 사항은 가공 영역의 깊이에 따른 공구의 전체 조립 길이와 가공 시 간섭을 피할 수 있는 공구 홀더의 직경이다. 따라서, 기존

에 수기로 오가던 작업 지시서에는 CAM 작업자가 간섭을 피할 수 있는 공구의 세팅 길이와 공구 홀더의 직경 등을 표시하였으며, NC 작업자는 이를 보고 적당한 공구 홀더를 선택하였다. 본 시스템에서는 작업 지시서의 작성시 NC 프로그래머가 작업에 필요한 어댑터와 홀더를 지정하도록 하여 작업 준비 시간을 줄이고 분산관리 방식에서의 단점을 보완할 수 있도록 하였다.

NC 프로그래머는 공구 종류, 형상, 치수 등 다양한 메뉴 방식으로 공구를 검색할 수 있으며, 조립된 공구의 최소 길이, 최대 홀더 직경 등을 지정하면 작업 그룹 내에 보관하고 있는 홀더 중 사용 가능한 공구 홀더를 찾을 수 있다. 또한 조립시 공구 길이가 적당하지 않을 경우 조립성을 고려하여 가공에 필요한 어댑터를 추가 검색할 수 있다. 동일 조건을 만족시키는 몇 가지 경우의 수가 발생할 때는 NC 프로그래머의 판단에 따라 공구 조합이 선정되도록 하였다.

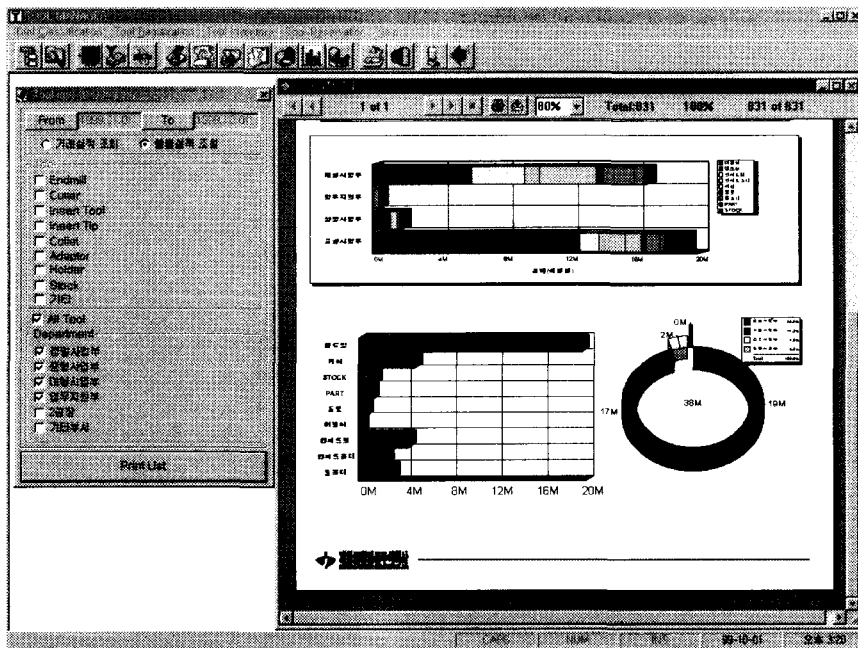


Fig. 8 Module for analysis of tool usage

Fig. 9 는 개발된 시스템에서의 공구 예약 및 사용에 관한 프로세스를 도시한 것이다. 선택된 공구의 형상 정보는 CAM 시스템의 공구 목록(tool library)으로 자동 변환되도록 하여 공구관리 시스템과 CAM 시스템간의 통합성을 높였다. 공구 목록 자동 생성 기능은 Unigraphics 의 API 를 이용하여 개발하였다.

Fig. 10 은 본 시스템의 공구 검색 및 예약 기능을 보여 주고 있으며, Fig. 11 은 예약된 공구 목록이 CAM 시스템의 공구 목록으로 변환된 것을 나타낸다.

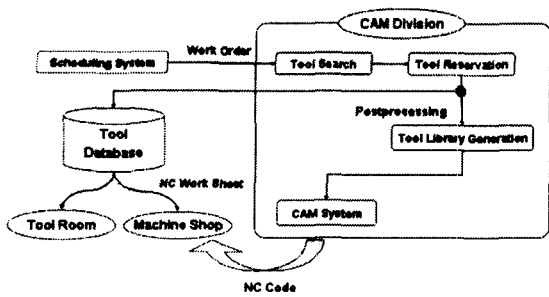


Fig. 9 Tool reservation process

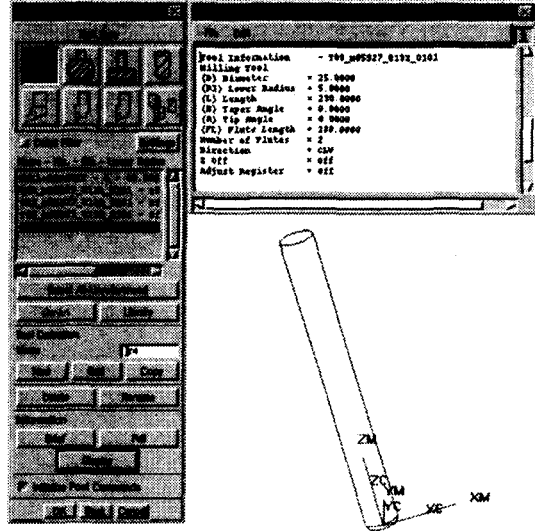


Fig. 11 Tool library generation in CAM system

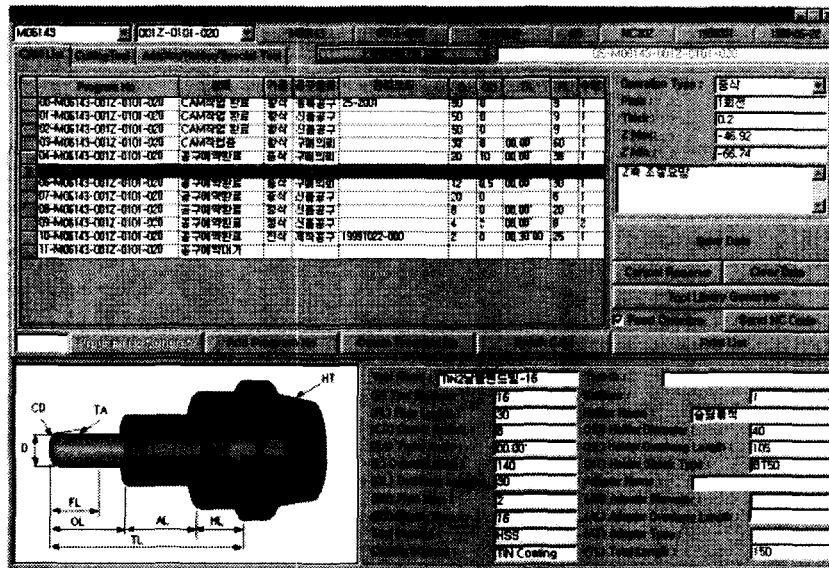


Fig. 10 Module for tool selection and reservation

4. 결론

오늘날의 시장 경제 체제에서 정보의 중요성이 날로 심화됨에 따라 정보화 시스템의 구축은 기업의 생존 전략으로서 필수 불가결한 요소가 되었다.

본 연구의 공구관리 시스템은 사출금형 업체와 같이 여건상 자동화 생산 라인을 구성하기 어려운 곳에서 CIM 시스템의 운용에 필요한 공구 정보를 체계적으로 관리할 수 있도록 하기 위한 것이다. 개발된 시스템에서는 공구 요소들을 공구 실과 생산 현장에서 체계적으로 분할 관리하도록 함으로써 공구관리 시스템의 도입에 필요한 초기 자본의 투자 규모를 최대한 축소하여 공구관리 시스템의 현장 적용성을 높였다. 따라서, 본 연구를 통하여 사출금형 업체와 같은 중소기업 생산 현장의 CIM 도입을 촉진하며, 공구에 대한 자본 투자 효율을 높일 뿐 아니라, 생산성 및 가공 품질 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 시스템은 1996.12- 1999.10 까지 실시된 G7 첨단생산시스템 개발 사업의 지원으로 구축되었으며, 2 년여의 현장 테스트를 통하여 그 효용성이 입증되었다. 그러나, 개발된 공구관리 시스템은 관리적인 측면에 중점을 두고 있으며 공구관리의 역할 중 중요한 부분인 절삭조건 선정 및 공구 수명 관리에 대한 기능이 부족하다. 밀링용 공구의 최적 절삭조건 부여 및 공구 수명 예측을 위한 많은 연구가 있었으나 사출금형 업체의 경우 가공 형상에 따라 사용되는 공구의 종류가 많고, 가공 방식이 다양하여 절삭 실험 등을 통해 얻은 표준 절삭조건을 데이터베이스화 하는 것은 산업 여건상 실용성 측면에서 부족하다. 따라서, 향후 생산 현장의 경험을 효율적으로 수집하여 절삭조건 데이터베이스로 구성할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하며, 이러한 부분이 보완된다면 더욱 효율적인 공구 관리가 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 이재원, 이용표, 김광만, "CIM 지원을 위한 선반 공구관리 시스템 'TOOLMAN-I'에 관한 연구," 대한기계학회지, Vol. 12, No. 5, pp. 1092-1096, 1988.
2. Eversheim, W. and Kals, H. J. J., et al., "Tool management : the present and the future," Annals of CIRP, Vol. 40, No. 2, pp. 631- 639, 1991.
3. Gruver, W. A. and Senninger, M. T., "Tooling management in an FMS," Mechanical Engineering, Vol. 112, No. 3, pp. 40 - 44, 1990.
4. Aoyama, H., Kishinami, T. and Saito, K., "A method of tool management based on an intelligent cutting tool," Journal of the Advanced Manufacturing Engineering, Vol. 1, No. 4, pp. 210-216, 1989.
5. 구평희, 이승우, 이재종, "FMS 에서의 공구관리에 관한 연구," 대한산업학회지, Vol. 24, No. 1, pp. 61-76, 1998.
6. Eversheim, W., Jacobs, S. and Wienand, L., "Structure and application of a universal company independent data bank for tools," Annals of CIRP, Vol. 36, No.1, pp. 321-325, 1987.
7. 이재원, 김광만, 이용표, 강무진, "CIMS 를 위한 밀링 공구관리 시스템 'TOOLMAN-II' 의 개발," 대한기계학회지, Vol. 17, No. 9, pp. 2264-2270, 1993.
8. 이석희, 이형국, "선반공정용 공구관리 시스템의 개발," 대한기계학회지, No. 17, No. 4, pp. 832-834, 1993.
9. Nikken Tool Handbook.
10. Korea Tungsten Tool Handbook.
11. YG-1 Tool Handbook.
12. 이철수, "NC 기계의 효율적인 활용을 위한 공구 관리 시스템 개발," 석사학위논문, 한국과학기술원, 1985.