

FMS용 치공구 표준 DB 구축

김기범*, 김종호**

* 서울산업대학교 자동화공학과

** 서울산업대학교 금형설계학과

Abstract

Fixtures are divided into special purpose fixtures, modular fixtures and general purpose fixtures. In this paper, the database of modular fixtures for flexible manufacturing systems is established. Modular fixtures are classified into base plates, supporting elements, locating elements, clamping elements and accessories. Also the concept for the modular fixture design expert system is proposed.

1. 서론

고정구에는 전용고정구(special purpose permanent fixture), 모듈러고정구(modular fixture) 및 범용고정구(general purpose fixture)로 크게 나뉘어진다. 전용고정구는 특정 공작물의 제품사양을 만족하도록 제작되는 고정구이며, 소품종다량생산에 가장 적합한 고정구이다. 범용고정구는 바이스 등과 같이 다양한 공작물에 적용할 수 있으며, 다품종소량생산에 적합하다. 점차 가공기술이 발달하고, 공작기계의 자동화, 유연생산시스템(FMS), 컴퓨터통합생산시스템(CIM)으로 생산방식이 발전함에 따라 범용고정구와 같이 유연성이 뛰어나고, 전용고정구와 같이 가공정밀도가 우수한 모듈러고정구에 대한 관심이 커지고 있으며, 이를 기반으로 고정구 설계자동화가 시도되고 있다.

고정구의 설계자동화를 위하여는 요소부품 단위의 표준화가 선행되어, 표준을 기준으로 고정구 부품 데이터베이스를 구축하여야 한다. 일반적인 전용고정구의 경우에는 개별 경우마다 고정구를 제작하므로 표준을 제정하는 것이 불가능하며, 모듈러고정구의 경우에는 요소부품의 조립에 의하여 고정구가 완성되므로 유연생산시스템 및 컴퓨터통합생산시스템에 적용하는데 가장 적합하다.

모듈러고정구의 설계자동화를 위하여 Lim^[6]은 통합 고정구설계 전문가시스템을 구축하였으며, Darvishi^[5]는 고정구 선정 및 설계 전문가시스템을 개

발하였다. Lim의 연구는 일본의 IMAO사와 공동 연구를 수행하여 IMAO사에 적합하도록 구축되었으며, 간단한 각주형 부품만 적용할 수 있었다. Trappey^[3]는 고정구의 클램핑 위치선정 검증에 대하여 연구하였으나, 간단한 힘 및 모우먼트 평형조건을 수학적으로 계산하였으므로 실제 사용환경을 정확히 모델링하지 못하였다. 또한 고정구의 기하학적인 구조와는 관계없이 공작물에 대한 하중만을 고려하였다. Menassa^[1]는 고정구 클램핑 위치선정을 위한 최적설계방법을 제안하였으나, 강도계산을 위하여 유한요소해석법을 이용하므로써 모듈러고정구 설계를 신속히 지원하는 시스템을 구축하기에는 많은 문제점을 지니고 있다.

본 연구에서는 고정구 설계자동화의 기초가 되는 모듈러고정구 사용자표준을 설정하고, 실제 현장에서 사용할 수 있는 환경을 구축하였다. 또한 유연생산시스템에서 사용할 수 있는 모듈러고정구에 대한 데이터베이스를 구축하고, 모듈러고정구 설계전문가시스템의 개발을 위한 알고리즘 개발을 수행하였다.

2. 본론

2.1 유연생산시스템 및 모듈러고정구

유연생산시스템은 생산공정군, 물류시스템 및 생산지원공정군이 중앙제어시스템과 유기적으로 결합되어

미리 정의된 생산품목을 휴지시간없이 생산할 수 있는 시스템으로 정의된다. 유연생산시스템에서는 소품종다량생산의 효율성을 다품종생산시스템에 적용하기 위하여 생산계획, 일정계획, 공구계획, 자재소요량계획 모듈 등이 중앙제어시스템의 일부분으로 개발된다. 소품종대량생산방식과는 달리, 다양한 제품을 동시에 유연생산시스템에서 생산하기 위하여는 공구, 고정구, CAD/CAM 접속문제, 생산계획, 일정계획에 보다 발전된 기능을 요구하게 된다.

통계적으로 고정구에 대한 투자비는 전체 유연생산시스템에 대한 투자비의 약 20%를 차지하며^[6], 전용고정구를 사용한다면 생산품목에 따라 별도의 고정구를 제작하여야 하므로 생산품목이 늘어남에 따라 고정구에 대한 비용은 증가할 것이다. 또한 전체 시스템 투자비의 절감을 위하여 팰릿 및 자동창고 랙(rack)의 수에 제한을 받으므로, 고정구의 수는 팰릿의 수보다 많게 되며, 시스템내에 사용하지 않는 고정구 보관장소가 추가로 필요하게 되며, 물류의 자동화라는 측면에서 볼 때 좋지 않은 영향을 미치게 된다.

그러므로, 유연생산시스템과 같이 다품종소량생산을 목적으로 하는 생산시스템은 모듈러고정구와 같이 생산품목에 따라 장착, 탈착하여 작업공간을 줄일 수 있고, 재사용이 용이한 조립식 고정구가 바람직하다.

2.2 모듈러고정구분류

모듈러고정구는 레고 장난감과 같이, 생산품목에 따라 여러 개의 부품을 조립하여 필요한 고정구를 완성하는 것으로서, 고정구의 재활용성이 뛰어나므로 공간 절약 및 경비절감 효과로 인하여 점차 사용이 증대되고 있다. 모듈러고정구는 바닥판(base plate)위에 모듈러고정구 요소를 조립하며, 바닥판은 구멍고정방식(grid hole system), T홈방식(T slot or Tenon-slot system) 및 고정핀방식(Dowel pin system)으로 나뉘어진다. T 홈방식은 베이스플레이트의 강도가 우수하고, 공작물을 지지할 수 있는 자유도가 크다는 장점이 있으며, 구멍고정방식은 세밀한 구멍위치로 인하여 공작물 클램핑이 간단하고 재제작이 용이하다는 장점을 지니고 있다. 이러한 이유로 모듈러고정구 공급업체에서는 각 업체마다의 표준에 따라 자체 방식의 모듈러고정구 요소부품을 제작, 판매하고 있으며, 사용자측에서는 다른 방식과의 호환성이 보장되지 않으므로 사용목적에 따른 혼용이 불가능하게 된다. 모듈러고정

구의 표준이 제정되어 서로다른 장점을 가진 요소부품의 혼용이 가능한 것이 바람직하나, 현재 고정구관련 표준이 없으므로 사용자는 여러 업체의 제품을 사용할 수 있는 시스템을 구축하여야 한다.

2.3 모듈러고정구 분류 code

데이터베이스에 요소부품을 체계적으로 입력 및 관리하기 위하여 다음과 같이 크게 5개 부분으로 분류하였다.

1. 베이스플레이트(base plate)
2. 지지요소부품(supporting element)
3. 위치결정요소부품(locating element)
4. 고정요소부품(clamping element)
5. 기타(accessories)

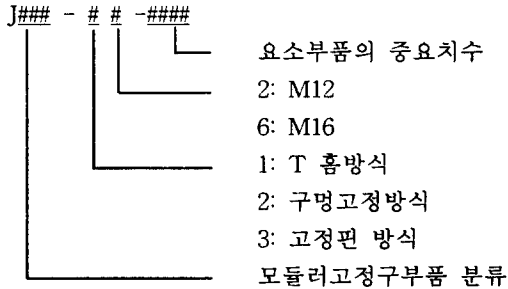
5개 부분으로 분류하고, 세부 요소부품들은 각각 기능에 따라 5개 부분내에 세분화시켰다. 현재 국가 및 국제 표준이 없으므로, 세부 요소부품의 분류는 독일, 일본 및 미국의 우수한 모듈러 고정구업체의 표준을 수용할 수 있는 구조로 이루어졌다. 본 표준을 기준으로 타 시스템에의 적용이 가능하도록 데이터베이스 관리시스템(Data Base Management System) 및 개발툴은 상용시스템을 이용하여 개발하였다. 또한 분류되지 않은 새로운 모듈러고정구 요소부품의 등록을 위하여 분류 code는 중간중간에 여유공간을 두었으며, 데이터베이스 운영자는 새로운 분류 code를 첨가할 수 있다.

데이터베이스에 표준 code로 분류되었다면, 뒤에 언급할 모듈러고정구 입력시스템을 이용하여 개별 요소부품을 등록시킨다. 모듈러고정구 요소부품을 구입할 경우, 함께 CAD 파일이 공급된다면 파일을 입력시스템에 등록시킬 수 있으며, 사용자가 요소부품의 도면을 작성하여야 할 경우에는 델파이를 이용하여 작성하여야 한다. 만약 사용자가 사용하고 있는 CAD 시스템에서 도면을 작성하려면, 전용 소프트웨어를 개발하는 것이 바람직할 것이다.

각 요소부품의 분류 code를 이용하여 완성된 모듈러고정구를 조립한 후에는 전체 모듈러고정구를 등록시켜, 추후 재활용을 준비하여야 한다. 그러므로 완성된 고정구에 대한 code도 설정되어야 하며, 공작물의 번호에 대응되는 정보가 DB에 저장되어 있어야 한다.

만약 예전에 설계된 모듈러고정구를 재활용하기 위하여는 공작물에 대한 군분류기법(Group Technology)을 이용하여 특정 공작물을 가공하기 위한 모듈러고정구 정보를 DB로부터 불러오게 된다. 모듈러고정구를 컴퓨터통합생산시스템에 도입하기 위하여는 입력시스템 뿐만 아니라 관리시스템을 개발하여야 하며, 모듈러고정구 관련시스템의 개발을 위하여는 표준이 절대적으로 필요하다.

모듈러고정구 요소부품을 다음과 같이 분류하였다.



BASE ELEMENTS (J700 ~ J749)

MOUNTING PLATE	(J701-)
MOUNTING PLATE(M12/16)	(J702-)
ROUND MOUNTING PLATE	(J703-)
PLATFORM TOOLING PLATE	(J704-)
MOUNTING ANGLE BASE ELEMENT	(J710-)
MOUNTING ANGLE(M12/M16)	(J711-)
SINGLE BOX-TYPE, ANGLE(M12/M16)	(J720-)
DOUBLE BOX-TYPE ANGLE(M12/M16)	(J721-)
CUBE(M12/M16)	(J730-)
WINDOW TOOLING BLOCK	(J740-)

2.4 고정구설계전문가시스템

모듈러고정구를 사용하여 절삭가공을 수행할 경우, 설계요구사항을 만족하도록 모듈러고정구 요소들을 조립하여 모듈러고정구를 완성한 후, 시험절삭을 하여 설계요구사항을 만족하는 가를 검사한다. 검사에 합격하였을 경우, 완성된 고정구는 추후 사용을 위하여 사진과 함께 사용된 요소들의 목록이 작성된다. 공작물에 대한 절삭작업이 완료된 후에는 새로운 제품가공

MOUNTING PLATE(J701-16)

A1×A2	C	D1	D3	L1	L2	L3	L4	N	Z1	Z2	
A1	세로 너비					D1	마운팅 홀 직경				
A2	가로 너비					Z1	중심에서 부터의 T-SLOT 행수				
L3, L4	중심에서 마운팅 홀까지 가로/세로 거리					Z2	중심에서 부터의 T-SLOT 열수				
L2	T-SLOT 폭										

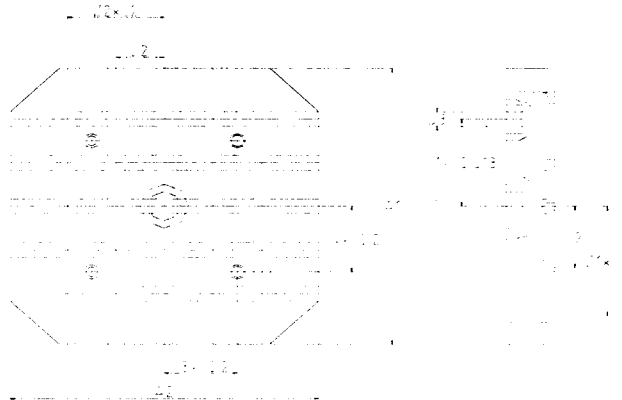


그림1. Base Plate에 대한 DB구조예

을 위하여 모듈러고정구를 해체하여 고정구 요소부품별로 참고에 보관된다. 이와 같은 방법으로 모듈러고정구를 조립하고 사용하며, 통상 모듈러고정구를 제작하는데 수일이 소요된다. 기존의 전용고정구를 제작하는 데에는 수주일이 소요되므로 모듈러고정구를 사용함으로써 제작에 소요되는 시간을 대폭 줄일 수 있다.

예전에 사용한 후 해체된 모듈러고정구를 다시 제작하기 위하여는 고정구요소부품 목록 및 사진이 이용되며, 이전 고정구의 정밀도를 만족하도록 재조립하기 위하여는 작업자의 숙련된 기술이 필요하게 된다. 또한 방대한 사진 및 목록자료를 보관하고 관리하는 작업이 요구되므로 모듈러고정구 사용에 있어서 장애물이 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여는 공작물에 대한 CAD(Computer Aided Design) 도면과 함께 모듈러고정구에 대한 CAD 도면을 함께 관리하는 것이 바람직하다. 사진자료 및 목록에 비하여 CAD 도면에는 정확한 치수데이터 및 위치데이터가 기재되므로 재조립시에 작업자에게 정확한 작업지침이 될 수 있다.

모듈러고정구를 CAD에서 구축하고 관리하기 위하여는 모듈러고정구 요소부품에 대한 데이터베이스가 미리 구축되어 있어야 한다. 사용자는 새로이 구입한 요소부품에 대한 표준코드번호, 치수자료, 그래픽자료, 무게 등에 대한 자료를 입력하기 위하여 고정구 입력시스템이 필요하며, 파라메트릭(Parametric) 설계기법을 이용하여 각각의 치수자료에 따라 모듈러고정구의 도면이 직접 생성될 수 있도록 하였다.

모듈러고정구의 강도는 선정된 각 요소부품의 강도에 따라 결정되며, 공작물의 도면 및 절삭조건의 입

력자료를 기준으로 계산된 절삭력에 대하여 지지할 수 있는 능력을 의미한다. 요소부품에 대한 데이터베이스에 있는 개별강도에 대한 자료를 기준으로 조립된 모듈러고정구의 강도를 계산할 수 있으며, 이를 위하여 모듈러고정구 강도계산 시스템이 필요하다.

강도를 만족하는 모듈러고정구를 완성하였을 경우, 공작기계의 스피들 및 공구의 형상에 따라 가공부위에 대한 공구의 접근이 불가능한 경우가 있으므로 이를 미연에 방지하여 주는 모듈러고정구 간섭검증시스템이 필요하다. 모듈러고정구 설계전문가시스템의 전체 구조는 그림2와 같다.

(5) 고정구 입력시스템

모듈러고정구를 CAD에서 구축하고 관리하기 위하여는 모듈러고정구 요소부품에 대한 데이터베이스가 미리 구축되어 있어야 한다. 상업용 CAD 시스템에서는 모듈러고정구를 설계하는 기능을 개발하고 있으며, 모듈러고정구 생산업체에서도 모듈러고정구를 판매함과 동시에 사용자가 이용하고 있는 CAD 시스템에 입력할 수 있는 모듈러고정구 요소부품 CAD 파일을 제공하고 있다. 예를 들어 일본의 IMAO 및 독일의 Heinrich KIPP Werk는 모듈러고정구와 함께 CAD 파일을 제공하고 있다.

사용자가 새로 구입한 모듈러고정구 요소부품의 CAD 데이터를 고정구설계시스템에 접속시키기 위하여는 고정구 표준 DB에 요소부품에 대한 표준코드번호, 치수자료, CAD 도면, 무게 등에 대한 자료를 입력하여야 한다. 모듈러고정구 요소부품을 등록시키기 위하여는 표준도면이 함께 모니터에 출력되어 시각적

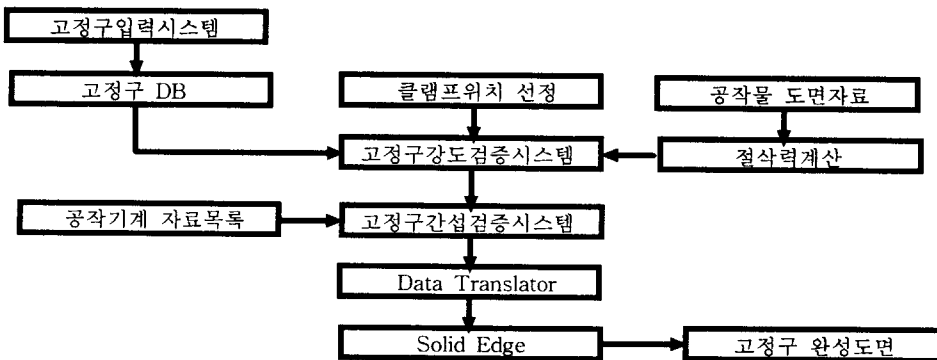


그림2. 고정구설계 전문가시스템 구성도

으로 확인하는 기능이 요구되며, 패러메트릭 설계기법을 이용하여 각각의 치수자료에 따라 모듈러고정구의 도면이 직접 생성될 수 있어야 한다. 또한 치수데이터 각각의 의미를 사용자가 입력하기 위하여는 입력화면에 치수데이터의 의미를 알려주는 기능이 필요하며, 기존 고정구 수량 및 번호를 조회하는 기능이 추가되어야 한다. 이러한 요구사항을 만족하는 모듈러고정구 입력시스템의 개발은 고정구설계 전문가시스템의 기초가 되는 모듈이며, 그림3과 같이 입력시스템의 초기 모델을 개발하였다.

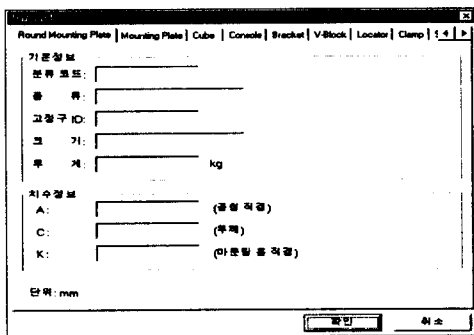
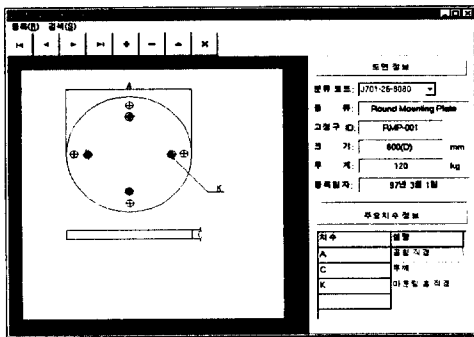


그림3. 모듈러고정구 입력시스템 초기화면

3. 결론

(1) 고정구설계 자동화를 위하여 모듈러고정구를 중심으로 표준화 규격에 대한 연구를 수행하였으며, base element, supporting element, positioning element 및 clamping element로 분류하여 규격을 정하였다.

(2) 모듈러고정구 설계전문가 시스템의 도입을 제안하였으며, 전문가시스템의 기초가 되는 모듈러고정구 입력시스템을 개발하였으며 개발될 전문가시스템의 구조를 제시하였다.

참 고 문 헌

1. R. J. Menassa, W. R. DeVries, "Optimization Methods Applied to Selecting Support Positions in Fixture Design", *Journal of Engineering for Industry, ASME*, Vol. 113, pp412-418, 1991
2. Y-C. Chou, V. Chandru, M. M. Barash, "A Mathematical Approach to Automatic Configuration of Machining Fixtures: Analysis and Synthesis", *Journal of Engineering for Industry, ASME*, Vol. 111, pp299-306, 1989
3. Amy J. C. Trappey, C. Richard Liu, "An Automatic Workholding Verification System", *Robotics & Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 9, No.4/5, pp321-326, 1992
4. Soo Hong Lee, M. R. Cutkosky, "Fixture Planning with Friction", *Journal of Engineering for Industry, ASME*, Vol. 113, pp320-327, 1991
5. A. R. Darvishi, K. F. Gill, "Expert System Rules for Fixture Design", *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 28, No. 10, pp1901-1920, 1990
6. Lim Beng Siong, T. Imao, H. Yoshida, etc, "Integrated Modular Fixture Design, Pricing and Inventory Control Expert System", *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 30, No. 9, 2019-2044, 1992
7. Carr Lane Mfg. Co., "Jig and Fixture Handbook", Carr Lane Mfg. Co., 1992