

전동기 제조업의 공정과 자재의 동기화에 관한 연구

송정수* · 김재균* · 이지형**

Synchronization of Production Operations and Material Supplies in the Electric Motor Manufacturing

Jungsu Song · Jaegyun Kim · Ji-Hyung Lee

〈Abstract〉

In manufacturing industries, one of the critical issues is to synchronize the sequence of production operations with materials needed at each operation to improve productivity. In order to solve this synchronization problem, we develop a code system entitled 'Work-Order-Number' for automated storage/retrieval systems(AS/RS) in this paper. The Work-Order-Number is designed for the purpose of integrating the engineering information, material handling, production and operations scheduling, point of production, and AS/RS systems. This paper implemented the Work-Order-Number in the electric motor manufacturing. The results of the implementation showed the reduction of the number of workers in material handling and cost-loss due to a late delivery.

1. 서 론

제조업에서의 자동창고(AS/RS: Automated Storage/Retrieval Systems)는 CIM(Computer Integrated Manufacturing)의 하부시스템으로 제품, 부품, 원자재, 재공품재고(WIP: Work in Process) 등의 입고 및 재고관리와 같은 물류관련 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 많은 기업에서 운영하고 있다. 자동창고와 관련된 연구는 자동창고 자체 시스템의 설계와 운용 부문[4,6,7,8,10,11,13]에 국한되어 있다. 반면 자동창고를 신규로 설치하여 운용하고자 할 때 발생하는 문제, 즉 자동창고와 연관된 설계정보, 자재정보, 생산계획, 작업계획, POP(Point of Production) 등의 타 시스템과의 연계에 대한 연구는 미흡하다.

제조업에서 CIM 체계 구축의 주요 목적은 단순화, 표준화 및 통합화에 의한 납기 단축, 품질 향상, 원가 절감 등 기업

전체의 생산성을 높이고 기업 외부의 환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 유연성을 확보하는 것이다. 이러한 측면에서 볼 때 자동창고가 단순히 자재 또는 제품의 입고 및 출고 기능만을 담당하는 독립적인 단위 시스템으로 운용되는 것보다 타 시스템과의 유기적인 관계를 위한 정보를 공유하여 생산시스템 전체의 효율을 높이고 운용되도록 하는 것이 필요하다. 특히 SFC(Shop Flow Control)를 위한 POP시스템과 자동창고를 중심으로 한 물류시스템 사이에는 작업을 수행하기 위해 이에 대응되는 자재의 적기공급 및 작업일정이 변경되었을 경우 이에 대응되는 자재 투입일정의 변경과 이로 인해 외부 하청업체의 납품일정 변경 등 공정의 상황에 따라 자재의 상황을 연계하여 동기화하는 것은 매우 중요하다.

본 논문에서는 수주생산을 하는 전동기 제조업에서 생산일정과 자재투입 시점의 불일치로 인해 발생하는 생산지연을 최소화하기 위하여 생산공정과 자재의 동기화 방법에 대한 사례

* 울산대학교 수송시스템 공학부

** 현대정보기술(주)

연구를 소개한다. 본 연구에서 다룰 주요 내용으로는 첫째, 자재코드만으로 인식하기 어려운 재공품재고와 Kit화 된 자재그룹의 경우 이의 자동창고 입고출고 방법을 제시한다. 둘째, 공정과 자재 및 도면을 연계하기 위한 자동창고 작업지시 코드체계 설계와 이의 연계방법을 제시한다. 셋째, 자동창고와 설계정보, 자재정보, 생산계획, 작업계획, POP 등의 타 시스템과의 연계를 위한 데이터 모델링과 Client/Server 환경하에 인터페이스 시스템을 개발하고 그 적용사례를 소개한다. 특히 기존의 분류 기능에 역점을 둔 GT(Group Technology) 기반의 코드체계[3,5]와는 달리 전동기 제조업에서의 생산공정, 자동창고 및 자재의 특성을 분석하여 이들의 연계를 위한 규칙(Rule) 기반의 설계방법을 제시한다.

2. 전동기 생산시스템의 특성

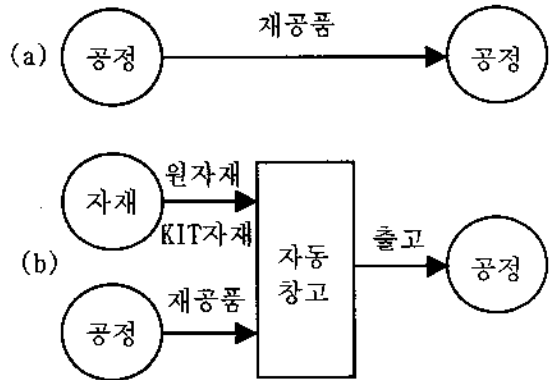
연구 대상업체는 용도, 제품특성, 용량 등의 조합에 의해 발생하는 약 오백만 개의 전동기 제품모델을 고객의 주문에 따라 개별 생산하는 방식으로 연간 약 일만 대를 생산하고 있다. 또한 고객의 주문에 따라 제품사양의 변화(특히 전기사양의 변화)가 심하여 동일 제품모델 내에서도 동일 사양을 갖는 주문이 없기 때문에 매 주문별로 제품 설계과정을 거쳐 제품을 생산한다.

이에 따른 전동기 생산시스템의 주요 특징[1]은 첫째, 각 주문별 제품의 설계특성이 모두 다르므로 각 주문별로 제품이 거처가는 부품가공경로(Routing), 같은 경로 내에서 거처가야 할 공정 그리고 같은 공정 내에서 수행해야 될 단위작업이 매우 다양하고 상이하다. 둘째, 주문별로 제품의 설계 내용의 변화로 인해 이를 생산하기 위한 작업방법과 자재사양이 달라진다. 따라서 작업자는 단위작업을 수행하기 위해서는 반드시 주문별로 적용되는 도면, 작업지침서 및 자재사양이 일치하는지 확인하고 작업을 수행하여야 한다. 셋째, 주문의 성격이 대부분 단납기이다.

주문별 개별생산을 하는 제조업의 경우 생산성을 높이기 위해 고려해야 될 가장 중요한 문제 중 하나는 작업과 이에 대응되는 자재와의 동기화 문제이다. 이 동기화 문제를 구체적으로 표현하면 각 주문별로 작업자가 수행해야 할 각 공정의 단위작업과 이에 대응되는 도면과 자재가 일치되도록 정보시스템으로 연계하여 작업자가 효율적으로 작업할 수 있는 환경을 만드는 것이다. 만일 작업과 자재의 동기화가 이루어지지 않으면 실제로 빈번하게 발생하는 작업일정의 변경에 대

응되는 자재의 수급 조정이 불가능하게 되어 전체적인 생산시스템의 JIT 체계를 구축하는 것이 매우 힘들어지게 된다.

전동기의 생산공정과 물류흐름과의 관계를 살펴보면 <그림 1>과 같이 두 가지의 경우가 발생한다. (a)의 경우는 단순한 선행공정에서 작업한 재공품재고가 직접 후행공정으로 연결되는 경우를 나타내며, (b)의 경우는 외부에서 조달하여 자재가 자동창고에 입고되어 공정에 투입되는 경우와 선행공정에서 작업이 완료된 재공품재고가 자동창고에 입고되었다가 후행공정으로 출고되는 경우를 나타내고 있다.



<그림 1> 생산공정과 자동창고 간의 관계

(a)의 경우는 공정과 자재를 동기화 시키는데 별 다른 문제를 발생시키지 않는다. 그러나 (b)의 경우는 공정과 자재의 동기화를 위해서는 다음과 같이 발생하는 문제들이 선결되어야 한다. 첫째, 선행공정에서 완료된 재공품재고가 자동창고를 경유한 후 후행공정으로 가는 경우 주문별로 자동창고에 입고되는 재공품재고를 공정과 연계하여 식별할 수 있는 기능이 반드시 있어야 한다. 즉, 선행공정에서 특정 주문에 해당하는 작업이 완료되어 재공품재고가 자동창고에 입고되었다가 후행공정으로 출고될 경우 다른 주문의 중간제품 재고와 구분이 되어 선행공정에서 입고시켰던 바로 그 재공품재고가 출고되어야 한다. 만일 이러한 구분이 안될 경우에는, 재공품재고의 유실에 의해 대체 자재의 발생 및 재발주로 인한 관리공수의 증가, 재발주에 의한 납기지연, 불량 발생 등의 문제점들이 발생하며 이로 인해 시스템 전체적으로 생산성 감소 및 비용 증가의 요인이 된다.

둘째, 외자 입고의 경우는 자재코드와 Bar Code 시스템을 활용하여 자동창고의 입고가 가능하다. 그러나 출고할 경우 출

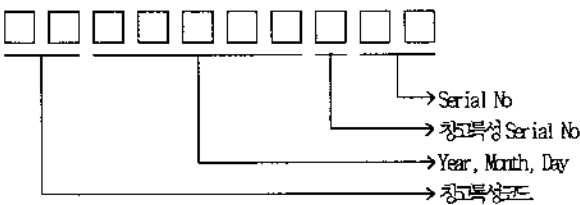
고되는 각각의 자재가 원래 계획된 용도, 즉 특정 주문의 단위작업으로 정확하게 출고될 수 있는 창고 작업지시가 필요하다.

셋째, Kit화 작업은 입고된 자재들 중 한 조립공정의 한 단위작업에 여러 개의 자재가 필요할 경우 출고 작업의 효율을 높이기 위하여 특정 주문의 단위작업에 소요되는 자재들을 사전에 그룹화하여 자동창고에 입고시켰다가 그 단위작업을 할 때 즉시 출고될 수 있도록 하는 사전 작업이다. 이 경우도 특정 주문의 단위작업을 위하여 Kit화 된 자재가 자동창고에 입고 출고 될 경우 타 주문을 위해 Kit화 된 자재와 구분할 수 있는 기능이 필요하다.

따라서 주문별 생산일정에 따라 필요한 정확한 양의 자재를 적시적소에 투입하기 위해서는 자동창고에 입고 출고 되는 모든 자재가 각 주문별로 도면-자재수량 및 수량-단위작업-단위작업의 작업일정에 대한 정보를 연계시킬 수 있는 코드체계가 필요하다. 특히 연구 대상업체의 경우처럼 제품공제고 및 Kit화 된 자재그룹을 별도로 인식할 수 있는 코드체계가 없는 경우, 이러한 자동창고 작업지시 코드체계를 활용하여 작업일자에 요구되는 도면정보와 자재정보를 실시간으로 제공할 뿐만 아니라 자동적으로 제품공제고를 추적할 수 있으므로 효율적인 자동창고의 운용을 통한 물류 자동화를 실현할 수 있다.

3. 자동창고 작업지시 코드의 설계

공정과 자재의 동기화를 위한 자동창고 작업지시 코드는 작업계획에서 생성된 정보로부터 자동창고의 작업지시와 작업준비의 확인, 그리고 작업지시 및 완료의 확인을 수행할 수 있는 코드체계이다. 이 작업지시 코드는 <그림 2>와 같이 문자형 10자리로 구성되어 있고, 자동창고의 특성에 따른 입출고 될 단위작업, 작업일정, 그리고 자동창고 작업지시 코드들간의 식별을 위한 일련번호를 포함하고 있다.



<그림 2> 자동창고 작업지시 코드

코드의 첫째 자리는 자동창고의 특성을 나타내며 <표 1>과 같다. 원자재는 Bar Code 시스템을 활용하여 입고를 수행하고, 자동창고 작업지시 코드는 단지 출고를 위해서만 필요하다(예, 코어(Core) 1.5톤 자동창고). KIT화 자재 입고는 KIT화와 동시에 출고를 위한 자동창고 작업지시 코드가 필요하다. 그리고 제품공제고는 입고된 모두에 대해서 자동창고 작업지시 코드가 필요하다.

<표 1> 자동창고 특성코드의 정의

창고명/코드	코아 1.5	코아 3	코일	중형 샤프트	중형 PART	중형 조립품	대형 PART	원자재 샤프트
단위작업코드	G43	C16	W18	G14	G56	G33	A34	M16
공정특성코드	RB	RC	RA	RG	RE	RF	RD	RH
창고 특성 코드	KIT				S		V	
	입고		B		D		F	
	출고	L	N	Q	R	S	T	V
								X

<표 2> 단위작업, 라우팅, 그리고 자동창고 간의 관계

명	자동창고		입고		출고	
	단위작업 코드	선행공정의 단위작업코드	라우팅 코드	후행공정의 단위작업코드	라우팅 코드	
코아 1.5	G43				G11	RD
					G41	SI
코아 3	C16	C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27, C28, C29	C13	SC	C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27, C28, C29	SC, RC
					C41	RC
					C44, C45, C46	SC
코일	W18				W11, W12, W13, W14, W15, W17	SW, RW
					G41	SI
중형 샤프트	G14	G21, G22		RD	G13	RD
					G54	TA(RD)
중형 PART	G56				G54	TA
					G32	FR
중형 조립품	G33	G42			SI	TA(SI)
					G53	
대형 PART	A34				A31, A32, A33	TA
원자재 샤프트	M16	M11, M12, M13, M14, M15		SF	C41	RC, RG
					M11, M12, M13, M14, M15	SF

〈표 3〉 제품, 라우팅, 그리고 자동참고 간의 관계

구 분		입 고				출 고			
참고구분	제품구분	ROUTING	비고	ROUTING	비고	ROUTING	비고	ROUTING	비고
코아 1.5	중형					SI		FD	
코아 3	대형(농형)	SC		RC		SC		RC	
코일	대형					SW		RW	
	농형					SW			
	중형					SI			
중형사프트	중형	RD	1			RD	2	TA(RD)	3
중형 PART	중형	KIT				TA			
중형조립품	중형	SI		FR		SI		FR	
대형 PART	대형(농형)	KIT				TA			
원자재 사프트	대형(농형)	SF	4			TA(SF)	5	TA(RG)	6

1. 재입고 2. 다이캐스팅 출고 3. 조립용 출고
 4. 가공후 재입고 5. 가공용 출고 6. 적층용 출고

〈표 4〉 자동참고 작업지시 번호 생성을 위한 표

참고명	코드			라우팅 코드						코드			일련번호	
	단위작업	참고특성	단위작업	입고		출고				중공정코드	중공정코드	작업조코드		
				입고	출고	중형	대형	대형	농형					중형
대형 PART	A34	V1	A31			TA			TA		R210		9A2	1
대형 PART	A34	V1	A32			TA			TA		R210		E10	2
대형 PART	A34	V1	A33			TA			TA		R210		E20	3
코일	W18	Q1	W11			SW	RW		SW		R050	R140	D10	1
코일	W18	Q1	W12			SW	RW		SW		R050	R140	D10	2
코일	W18	Q1	W13			SW	RW		SW		R050	R140	9A1	3
코일	W18	Q1	W14			SW	RW		SW		R050	R140	9A2	4
코일	W18	Q1	W15			SW	RW		SW		R050	R140	9A2	5
코일	W18	Q2	W17			SW	RW		SW		R050	R140	9A1	1
코일	W18	Q3	G41							SI	R060		9A5	1
코아 1.5	G43	L1	G11							RD	R170		F10	1
코아 1.5	G43	L2	G41							SI	R060		9A5	1
중형사프트	G14	D1	G21			RD					R170		9A5	1
중형사프트	G14	D1	G22			RD					R170		9A5	2
중형사프트	G14	R1	G13							RD	R170		F10	1
중형사프트	G14	R2	G54							TA	R210		9A5	1

코드의 3-7번째 자리는 작업계획에서 수립된 단위작업별 계획일자를 반영한다(예, 1997년 5월 19일은 70519로 표기). 코드의 9-10번째 자리는 1-8번째 자리까지 동일한 자동참고 작

업지시 코드가 존재하기 때문에 이들의 식별을 위한 일련번호이다.

코드의 2번째와 8번째 자리에 대한 이해를 돕기 위하여 우

선, <표 2>의 단위작업, 라우팅, 그리고 자동창고 간의 관계를 살펴보면 자동창고를 중심으로 입출고 단위작업은 매우 다양하다. 한 예로서, 코아 3톤 자동창고 자체의 단위작업코드는 C16이고, 선행공정의 단위작업 C13(Punching), C21(Auto Notching) - C29(Manual Notching)들 중 입의의 단위작업에서 가공된 재공품재고가 자동창고로 입고되어 후행공정의 C21 - C29, C41(Heating Oven), C44(Stator 적층, 400톤) - C46(Stator 적층, 100B)들 중 입의의 단위작업에서의 불출지시에 의해 출고된다.

다음으로, <표 3>의 제품, 라우팅, 그리고 자동창고 간의 관계를 살펴보면 제품에 따라 경유하는 자동창고 및 라우팅이 다양하다. 한 예로서, 중형 전동기는 코아 1.5톤, 코일(Coil), 중형 Part, 중형 조립품, 중형 샤프트(Shaft)의 자동창고를 경유한다. 한편, 자동창고에 따라 살펴보면 코일 자동창고의 경우, 출고되는 라우팅이 대형 전동기의 경우에는 SW(Stator 권선제작), RW(Rotor권선제작)이고, 중형 전동기의 경우에는 SI(Stator 권선조립)이며, 농형 전동기의 경우에는 SW이다.

이와 같이, 제품, 단위작업, 라우팅, 그리고 자동창고 간의 관계가 매우 복잡하여 본 논문에서 제시한 자동창고 작업지시 코드의 필요성이 대두된다. 코드의 2번째와 8번째 자리를 부여하기 위하여 <표 4>를 작성하였다. <표 4>에서 자동창고 특성의 열이 코드의 첫번째와 두번째 자리에 해당되고, 일련번호의 열이 코드의 8번째 자리에 해당된다.

4. 인터페이스 시스템 설계

지금까지 설명한 자동창고 작업지시 코드를 이용한 상위 시스템과의 인터페이스를 위한 자료흐름을 기능분석 도구인 자료흐름도(Data Flow Diagram)(2)를 사용하여 나타내면 <그림 3>와 같다. 생산계획이 수립되면 프로젝트(Project: 주문 제품의 인식코드) 번호, 단위작업코드, 그리고 라우팅 코드의 정보를 이용하여 자동창고 작업지시 코드를 고유하게 부여한다. 작업계획에서는 생산계획에서 수립된 단위작업별, 일자별 계획을 토대로 도면정보와 자재정보를 검토하여 실제로 작업 가능한 작업지시를 위한 작업정보를 관리한다.

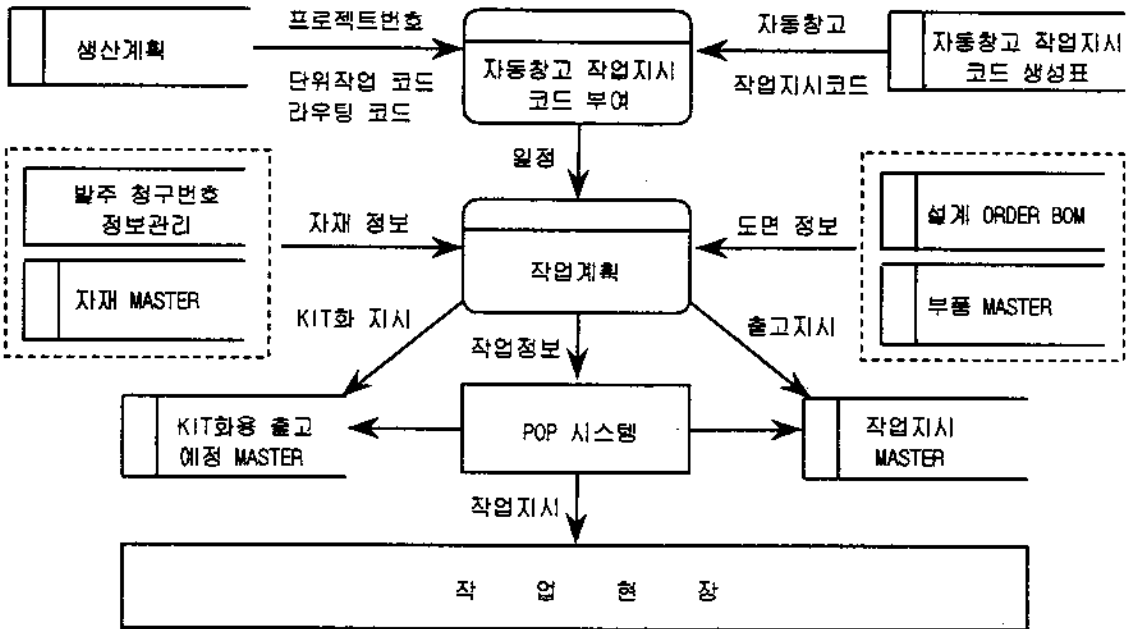
또한, 각 창고별 KIT화 작업지시와 출고 작업지시를 위해 구성된 KIT화용 출고 예정 MASTER DB와 작업지시 MASTER DB를 생성한다. POP 시스템은 작업계획, KIT화

용 출고 예정 MASTER DB, 그리고 작업지시 MASTER DB의 정보를 통해 자동창고를 원활히 운영하는 기능을 담당한다.

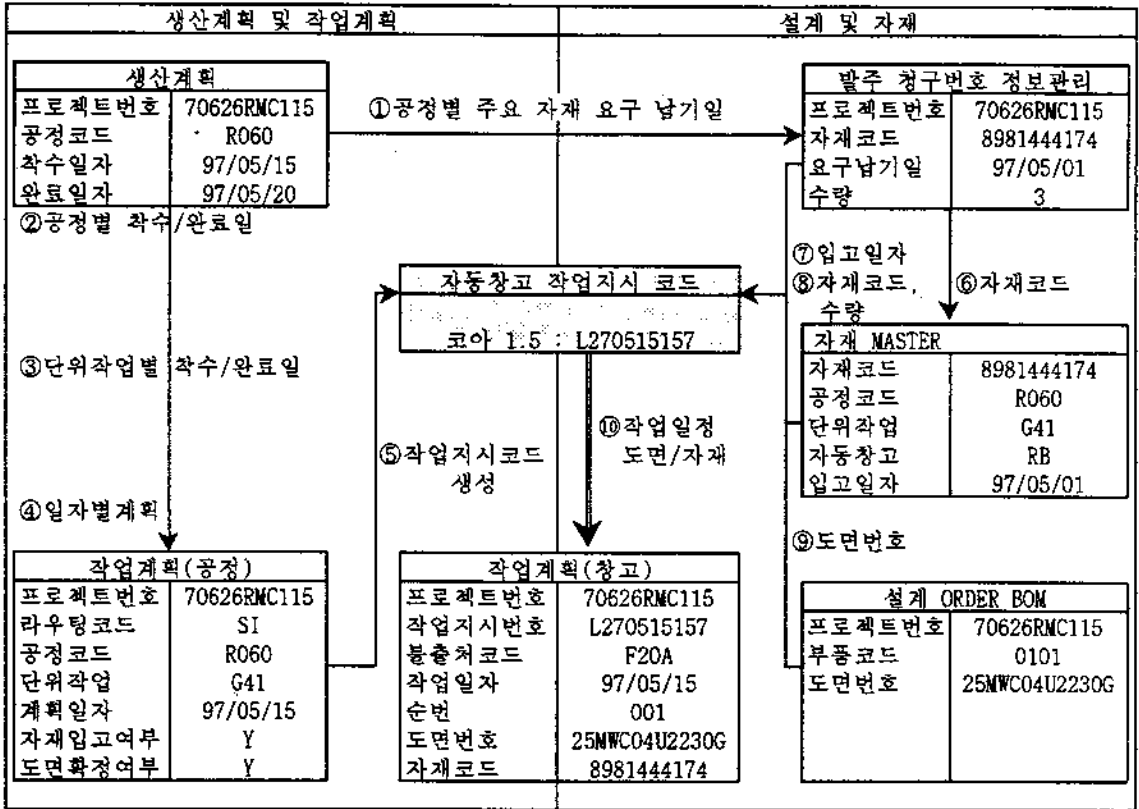
<그림 3>의 자료흐름도에 근거하여 실제 자료의 예제를 통한 자동창고 작업지시 코드의 역할을 나타내면 <그림 4>와 같다.

- ① ~ ④: 생산계획에 의한 공정과 단위작업에 대한 착수 및 완료일(②,③)이 계산되고, 일자별 계획(④)과 작업계획이 수립된다. 작업계획에 의한 작업지시가 POP을 통해 전달되며, 작업 실시 후, 작업실적을 생산계획에 반영하여 계획수를 수립한다. <그림 4>에서 표기된 ①은 생산계획 수립의 결과인 프로젝트(주문제품의 인식코드; 70626RMC115)의, 공정(R060; STATOR 권선조립)의, 착수/완료일자(97.5.15/97.5.20) 및 공정에 소요되는 주요자재(8981444174)의 Lead Time(2주)을 고려한 자재 요구 납기일(97.5.1)이다.
- ⑤: 자동창고 작업지시 코드 설계에 의해 생성되는 코드 (L270515157) 이다.
- ⑥: 발주 청구번호 정보관리 DB는 프로젝트 번호, 발주 청구번호, 자재코드, 자재 요구 납기일, 수량 등의 정보를 포함하고, 자재 MASTER DB는 발주 청구번호 정보관리 DB에서 발주된 자재들에 대한 입고일자(97.5.1), 자재가 출고될 공정의 단위작업(G41; STATOR 권선), 자재가 입고될 자동창고(RB; 코아 1.5톤 자동창고) 등의 정보를 포함하고 있다. 자재코드는 발주 청구번호 정보관리 DB와 자재 MASTER DB를 연결하는 역할을 한다.
- ⑦ ~ ⑨: 본 논문에서 설계한 코드체계에 의해 각 자동창고 별로 전달해야 하는 단위작업별 소요 자재(⑧; 8981444174), 입고일자(⑦; 97.5.1), 수량(3 EA) 및 도면(⑨; 25MWCO4U2230G) 정보이다. 여기서 도면정보는 별도의 도면연결코드를 부품코드와 연계하여 얻을 수 있다.
- ⑩: 자동창고 작업지시 코드를 통해, 생산계획에서 수립한 (① ~ ④) 생산 조립일정과 도면 및 자재정보(⑦ ~ ⑨)를 연계함으로써 작업현장의 생산 조립일정에 맞는 정확한 자재 투입 시점을 반영할 수 있다.

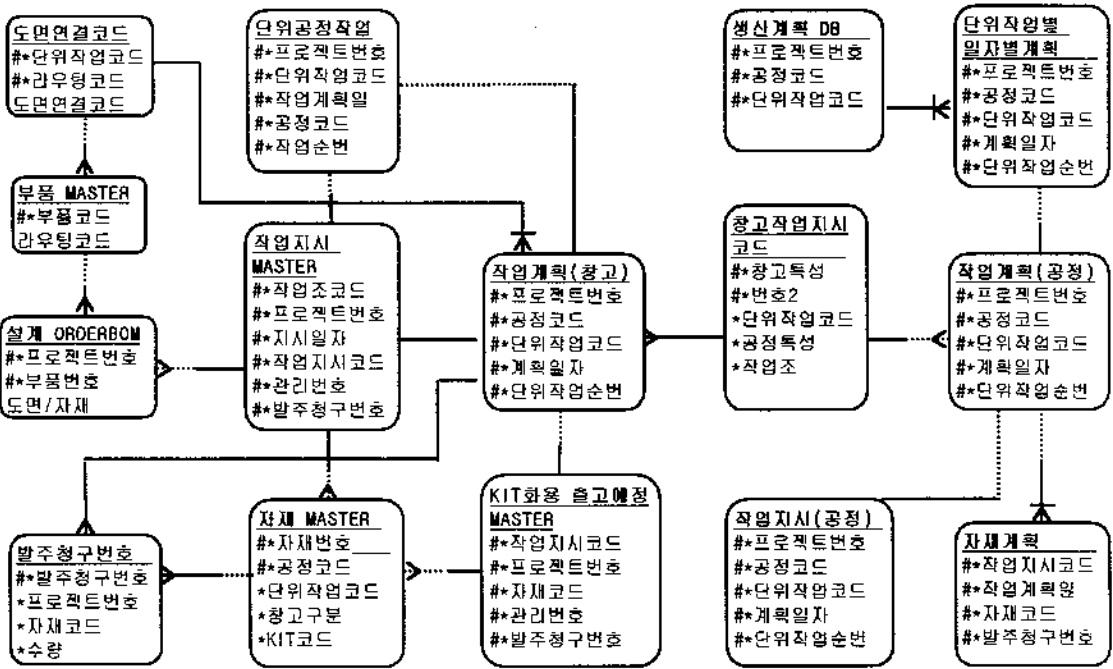
자동창고 작업지시 코드를 이용하여 설계정보, 자재정보, 생산계획, 작업계획, POP, 자동창고 시스템을 연결하기 위한, 논



〈그림 3〉 상위시스템과의 인터페이스 자료흐름도



〈그림 4〉 자동참고 작업지시 코드의 역할



※ 각 entity에서 그림에서 제시되지 않은 나머지 attribute의 내용은 생략

〈그림 5〉 Interface System ERD

리적 관계를 ERD(Entity Relationship Diagram)[12]로 표현한 면 〈그림 5〉과 같다.

5. 시스템의 구현

공정과 자재의 동기화를 실현하기 위해서, 본 논문에서 'H' 전동기 제조업체를 대상으로 〈그림 6〉와 같이 IBM ES/9672를 호스트(Host)로 하여 Client/Server 환경에서 구현되었다.

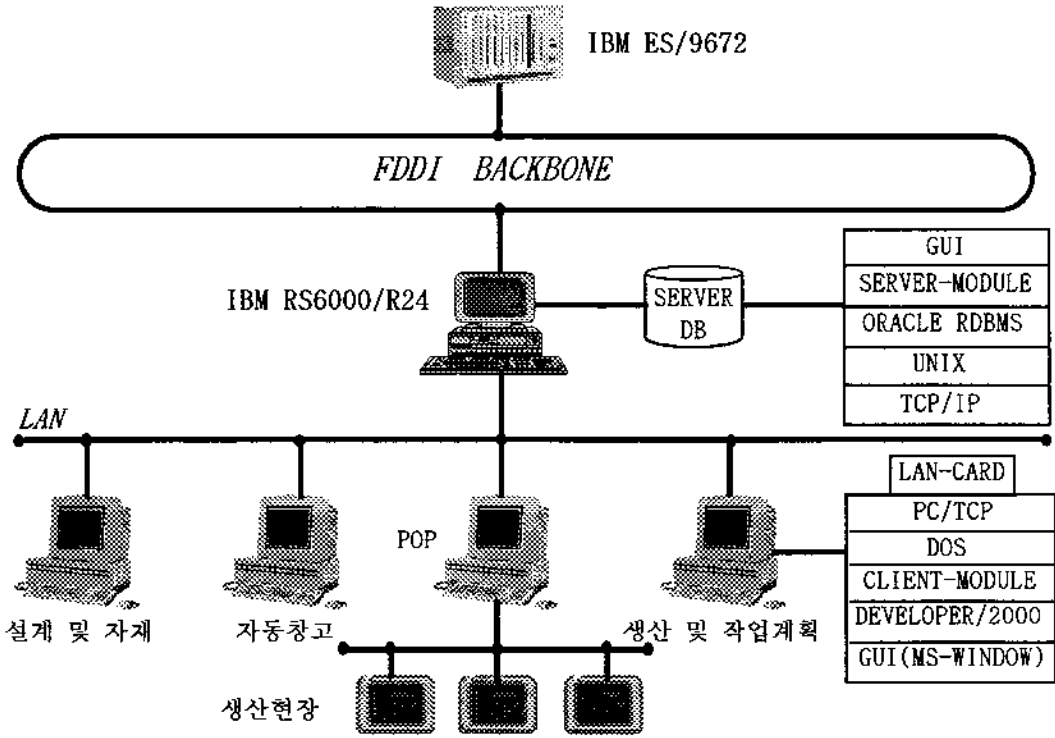
서버 DBMS(Database Management System)로 관계형 데이터베이스(Relational DB)를 채택한 Oracle을 사용하였고, 데이터 전송과 인터페이스 설계를 위해 SQL*Net, C, PRO*C, SQL, PL/SQL, Developer 2000을 사용하였다.

특히, 다품종 소량생산을 하는 전동기 제조업체에서의 물류 자동화를 위해 자동창고 시스템은 다음과 같은 관점에서 설계되었다: (1) 자재관리 및 이송에 관련된 인원을 최소화 한다; (2) Bar Code 시스템을 활용하여 효율적인 입고작업 및 수작업으로 인한 데이터 오류를 최소화 한다; (3) 서버(IBM

RS6000/R24)와 각 MHC(Material Handling Computer)를 연결하여 필요한 데이터를 실시간으로 통신 및 조회한다; (4) 자동창고의 특성 및 후공정간의 관계를 고려하여 자동 물류 시스템을 최대한 적용한다; (5) 자재 출고시, 서버로부터 받은 작업계획에 의해 출고 및 후공정으로의 자재 이송이 자동으로 행하여지도록 한다; 그리고 (6) 외주발주 및 납기의 효율적인 관리가 가능하도록 운영방안을 설계한다.

이를 구현하기 위한 자동창고 시스템은 서버, 9개의 자동창고, 그리고 자동 물류시스템으로 구성되어 있다[9].

서버와 각 자동창고의 MHC는 연결되어 있어, 실시간으로 생산계획과 입출고 및 자재 재고현황 등을 주고 받을 수 있고, 자동 물류시스템에 의해 후공정으로의 자재를 필요한 시점에, 필요한 양만큼, 정확한 작업 장에 무인으로 이송할 수 있다.



〈그림 6〉 시스템 구성도

6. 적용사례

본 논문에서 고려한 시스템이 어떻게 운영되는지를 예를 들어 설명한다. 생산계획을 통해 수립된 결과는 〈표 5〉와 같다. 자동창고 작업지시를 위해서 단위작업별, 일자별계획에 의해 수립된 작업계획의 프로젝트, 단위작업, 라우팅에 따라 〈표 6〉과 같은 자동창고 작업지시 코드를 부여한다. 이 작업지시 코

드는 POP 시스템을 통하여 자동창고로 작업지시를 할 때, 각 자동창고별 입출고 방식에 맞는 도면 및 자재정보를 연계시킨다.

자동창고 작업지시는 〈그림 7〉과 같이 POP 시스템의 화면을 통하여 이루어진다. 이 때에 입출고되는 단위작업에 대해서 반드시 불출처 코드에 불출 위치를 선정하고, 작업순서와 작업일자를 지정해 주어야 한다. POP 시스템에서의 자동창고

〈표 5〉 생산계획의 예

수주번호	70626RMC115											
납기일	1997-06-05											
부품가공경로	RD				FR		SI		TA			
공정	R170				R090		R060		R180		R210	
공정 시작예정일	5/19				5/13		5/15		5/23		5/23	
단위작업	G11	G12	G13	G21	G31	G32	G41	G42	G51	G53	G54	G55
단위작업 시작예정일	5/19	5/20	5/21	5/22	5/13	5/13	5/15	5/20	5/23	5/23	5/25	5/27
가공시간(M/H)	0.5	1.4	1.8	2.2	2.4	0.2	21.1	6.4	1.3	1	8	8

〈표 6〉 자동창고 작업지시 코드 부여의 예

자동 창고	창고작업 지시번호	입고		출고	
		단위작업	라우팅	단위작업	라우팅
코아 1.5	L170519158			G11	RD
	L270515157			G41	SI
중형사프트	Q370515165			G41	SI
	D170522159	G21	RD		
	R170520165			G12	RD
중형PART	R270525166			G54	TA(RD)
	S170525167			G54	TA
중형조립	F170513170	G32	FR		
	F270520156	G42	SI		
	T170523168			G53	TA(FR)
	T270523169			G53	TA(SI)

《KIT 작업》								
작업자번호: S170620167				Project No: 70826RC115				
작업여유: [Y]				판타No 001				
작업종 912								
번호	자재번호	자재명	소요량	AST	BST	CST	DST	결정
1	2311180811		1					[Y]
2	2311228600		1					[Y]
3	2313042000		1					[Y]
4	2333606387		1					[Y]
5	2847017000		1					[Y]
6	4366440178		1					[Y]
7	9115140133		1					[Y]
HELP F9:MENU 화면								
MEG.								

〈그림 8〉 KIT화 작업 화면

1997/05/30 작업계획 조회 및 지시 14:02

작업종 430-9-H3 단위작업코드 A31 인원 작업계획일 1997/05/30

순	프로젝트번호	건	M/H	MC/H	종류	상황	지시일	잔여량	계속종M/H	534.1
2	7-PM-027-002	3	15.6	0.0	TA	지시대기	05/28	0	계속종MC/H	0.0
3	7-PM-027-003	3	15.6	0.0	TA	지시대기	05/28	0	표준M/H	0.0
4	7-PM-131-001	3	20.0	0.0	TA	지시대기	05/28	0	별지M/H	0.0
5	7-PM-131-002	3	20.0	0.0	TA	지시대기	05/28	0	특별MC/H	0.0

프로젝트명 [한솔무연(주) / 상해공장선] 구역/사양 750KW 4P 6300V 50HZ TE 위치이동

배치작업자 1 L65454044*STD0000

수량 3 중공경 R210 출근 17 배치잔액 배치수량

총M/H 96 생산량 예정량 투입식 이형량 품절이

인사P기의 갯수는 0 개입니다.

프로젝트지시 단위/ 일자연경 인사작업자배치 지재조회 금지사항 이 건

자료 25개 검색

〈그림 7〉 작업계획 조회 및 지시

작업지시에 따라 입고출고에 대한 작업을 하게 된다.

자동창고가 어떻게 운용되는지에 대해서는 한 예로서 중형 조립품 자동창고의 경우를 살펴본다. 중형 조립품 자동창고는 중형 전동기의 조립부품을 보관하며 전체 390개의 방(Cell)을

갖고 있다.

입고요청은 Bar Code에 의해서 일어나고, 입고준비는 입고 예정 파일을 검색하여 이루어진다. MHC의 입고 작업지시에 의해서 적체된 Pallet는 입고 Conveyor Station으로 이동되고,

《조립출고》						
순번	작업조	Project No	작업지시번호	RACK관리번호	KIT일자	결정
1	912	7022RMC15	SI70220167	01-01-01	1	97/03/22 [Y]
결정 : Y = 작업실행 허가, N = 작업실행 보류						
HELP F9:MENU 화면						
MSG.						

〈그림 9〉 조립 출고 화면

Stacker Crane에 의해서 지시된 위치로 이동함으로써 원자재에 대한 입고작업이 완료된다. 다음으로, MHC가 KIT화 작업지시에 의해서 출고할 내용을 서버로부터 받아 정리하면, Picking 순서대로 해당 Pallet은 Stacker Crane에 의해서 Picking Station으로 이동된다. 작업자는 별도의 Conveyor에 대기 중인 후공정 공급용 Pallet에 〈그림 8〉와 같이 KIT화 시킨다. 그 후, 완료 버튼을 누르면 Stacker Crane에 의해서 지정된 위치에 저장되며, KIT화 작업이 완료된다.

KIT화 된 자재는 저장상태로 있다가 후공정에서의 불출요청이 들어오면 〈그림 9〉의 화면에서 확인한 후, 저장된 Rack에서 Stacker Crane에 의해서 이동되어 후공정의 지정된 불출처로 출고된다.

지금까지 설명한 자동창고 작업지시 코드를 이용하여 공정과 자재의 동기화를 실현하기 위해 구현된 인터페이스 시스템의 구축전후를 비교하면 〈표 7〉과 같다.

7. 결 론

본 논문에서는 전동기 제조업체의 공정과 자재의 동기화를 위한 자동창고 작업지시 코드체계 개발과 이를 이용하여 설계 정보, 자재정보, 생산계획, 작업계획, POP, 그리고 자동창고 시스템을 연계시켜주는 인터페이스 시스템을 설계하였다.

본 논문의 적용사례 결과를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 작업지시 전에 자동창고 작업지시 코드를 부여하고, 이를 이용하여 설계와 자재의 정보를 연계하여 보다 효율적으로 자동창고 시스템을 운용할 수 있도록 하였다.

둘째, 자동 물류시스템에 의해 후공정으로의 자재를 필요한 양만큼, 적시적소에 무인으로 이송이 가능하게 되었다. 그 결과 각 자동창고별로 자재관리 및 이송에 소요된 관리공수가 이전보다 절반으로 감소되었다. 그리고 생산 조립일정에 따라 정확한 시점에 소요자재가 투입됨에 따라 연간 생산능력이 향상되고, 또한 생산지연이 감소되어 납기지연에 의해 발생하는 손실비용이 줄었다.

마지막으로, 자동창고 작업지시 코드를 통하여 공정과 자재의 동기화 뿐만 아니라, 주문된 제품이 출하되기까지 물류의 흐름을 추적할 수 있게 되었다.

【참 고 문 헌】

[1] 송정수, 김재균, 이재만, “전동기 제조업의 지식기반 공정 계획 지원시스템에 관한 연구,” 산업공학, 11권, 2호, 1997.

〈표 7〉 시스템 구축전후의 비교

항 목	시스템 구축전	시스템 구축후
시스템 활용	자동창고 시스템이 설계/자재/생산계획 /작업계획/POP 등의 상위 시스템과 연계되지 않아 부분적으로만 활용	자동창고 작업지시 코드를 통한 상위시스템과의 인터페이스 시스템의 구현으로 자동창고 시스템의 활용 향상
재공품재고	재공품재고 관리의 미비	재공품재고 관리의 가능
입출고 관리	자재의 입고, 출고 그리고 재입고에 대한 관리 기준 미비	체계적인 관리를 위한 자재의 입고, 출고 그리고 재입고의 분류 체계 확립
문제 자재	문제 자재에 의한 공정 진행의 이상 발생시 문제점 사전 검토 및 조치 불가능	자재지연으로 인한 공정진행의 이상 발생시 자동적으로 자재운 영부/구매부로 통보 가능

[2] 신기태, 서효원, 김진영, "개방형 통합생산시스템의 구조 설계를 위한 기능분석," 산업공학, 8권, 3호, pp.97~110, 1995.

[3] 유명관, 정봉주, 박성근, "반도체 지능형 코드관리 시스템," 95 대한산업공학회 추계학회 논문집, pp.492~495, 1995.

[4] 이문규, "이동 랙(rack) 자동창고의 주행시간 분석," 대한산업공학회지, 21권, 2호, pp.195~206, 1995.

[5] 이춘식, "자동차 산업의 부품/모듈 번호체계 현황과 개선 방안," 산업공학, 9권, 2호, pp.174~189, 1996.

[6] 임상규, "등급별 저장방식 자동창고에서의 평균 이동시간과 등급할당," 대한산업공학회지, 22권, 2호, pp.179~188, 1996.

[7] 임석철, 김용진, "복수운반형 자동창고," 대한산업공학회지, 21권, 2호, pp.239~254, 1995.

[8] 조민호, "Inter-loop Stocker 자동물류시스템," 산업공학, 10권, 1호, pp.57~65, 1997.

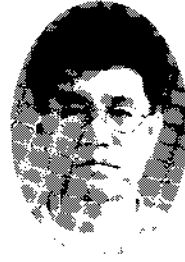
[9] 조지운, 정수원, 권봉재, 김권태, "유연 생산을 위한 통합 물류 시스템의 개발 및 구축," 96 대한산업공학회 추계학회 논문집, pp.175~179, 1996.

[10] 황 학, 김대범, 송창용, 이현용, 송준엽, 임준목, "자동창고시스템을 위한 시뮬레이터 개발," 산업공학, 8권, 4호, pp.129~144, 1995.

[11] Hausman, W. H., Schwarz, L. B., and Graves, S. C., "Optimal Storage Assignment in Automatic Warehousing Systems," Management Science, Vol.22, No.6, pp.629~638, 1976.

[12] Oracle, Data Modeling & Database Design, Oracle, 1992.

[13] Rosenblatt, M. J., Roll, Y., and Zyser, V., "A Combined Optimization and Simulation Approach for Designing Automated Storage/Retrieval Systems," IIE Transactions, Vol.25, No.1, pp.40~50, 1993.



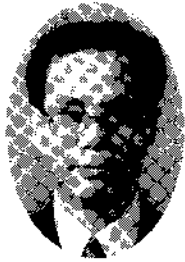
송정수(宋正守)

1990년 울산대학교 산업공학 학사
 1992년 건국대학교 산업공학 석사
 현 재 울산대학교 수송시스템 공학부 박사과정
 관심분야 생산정보관리시스템, 공정관리, DATABASE APPLICATION 등



김재균(金在均)

1979년 인하대학교 산업공학 학사
 1981년 한국과학기술원 산업공학 석사
 1992년 한국과학기술원 경영과학 박사
 현 재 울산대학교 수송시스템 공학부 교수
 관심분야 CIM, PDM, DB 응용, 정보표준화, WEB APPLICATION, 통신망 설계 등



이지형(李志亨)

1996년 울산대학교 산업관리공학 석사
 현 재 현대중공업(주) 정보개발 3부 파견 근무
 관심분야 생산정보관리시스템 DATABASE 응용