수주 산업에서의 작업지시 시스템

목학수* · 신현창*

Work-order System for Make-to-orders

Hak-Soo Mok · Hyun-Chang Shin

〈Abstract〉

The work-order performs an important role in make-to-order production. The development of work-order system in this production is more complex than work-order system in planing production. To construct work-order system, load of directors for work-order must be decreased, and production management between scheduling of master plan and current workshop conditions must be considered. In this study, we grasped troubles in present work-order system and flows of information for work order. Using these results are made database schemas and data flow diagrams for effective development of work-order system. And then, for successful establishment of work-order system and actual use of directors, we considered systematic and easy user-interface. For a case study, development procedures of work-order system are presented for plant factory.

Keyword : Make-to-order production (수주 산업), Work-order system (작업지시 시스템)

1. 서 론

국내 산업에서 중공업의 위치는 국가의 기간산업으로서 매우 큰 비중을 차지하고 있다. 그러나 국내외 수주 시장에서의 경쟁이 치열해지면서 국내 중공업 산업은 불필요한 요소를 제거하고 저비용, 고효율을 통한 가격 경쟁력의 향상과 연구개발을 통한 고 부과가치의 제품을 생산할 수 있는 능력을 배양함으로써 수주 산업에서의 시장 경쟁력을 확보해가야 하는 필요성이 커지고 있다. 이러한 경쟁력의 향상을 위해서는 제품 수주 단계에서부터 제품의 생산과 납기에 맞추어 고객에게 인도하는 단계에 이르기까지 체계적인 관리가 필요하게 된다. 제품 생산의 일정을 보다 정확하게 예측하고, 엄격하게 관리하기 위해서는 제품을 제작하는 현장의 상황과 정보를 정확하게 수집해야 한다. 이에 앞서 현실과 가장 가까운 작업지시가 이루어져야 하며, 작업지시 된 정보가 얼마나 충실하게 수행 되었는지를 알기 위한 피드백을 고려하여 작업지시가 이루어질 필요가 있다.

본 연구에서는 현실적이고 체계적인 작업지시 시스템을 구축하기 위하여, 상위 계획단계의 정보와 생산부내의 작업현장 상황을 적절히 조화시키며, 작업 관리자의 부하를 최소화하는 작업지시 시스템 개발을 목적으로 하고 있다. K 중공업에서의 상위 계획 단계는 크게 제품을 수주하는 A부서와 전체적인 사업을 관리하는 B부서와 제품 생산을 지원하는 C부서로 구성되어 있으며, 실제로 현장에서 제품을 제작하는 D부서가 있다. A부서에서 수주를 한 제품은 제작에 투입 할 수 있는 비용과 제품 인도기간이 명시되게 되며, B부서에서는 수주한 제품의 두 가지 정보를 이용하여 전체적인 제작 일정인 대일정계획 및 중일정계획을 작성하게 되고, 공사가 진행 중에 실제

* 부산대학교 산업공학과, 기계기술연구소

와 차이가 나는 계획들을 수정하게 된다. 그리고 C부서에서는 생산에 필요한 여러 부대 시설 및 B부서에서 내려온 계획을 더 구체적으로 나타내어 D부서에 내려주게 된다. 작업지시 시스템은 B부서의 일정계획과 C부서에 의해 부가되는 정보를 D부서의 최하위 작업관리자로 하여금 전체적인 일정계획을 고려하고 현재 타 작업자의 작업 진행상황과 작업 장소, 자재 투입현황, 장비, 작업자 등을 한눈에 파악하면서 작업지시를 할 수 있도록 개발되어야 한다.

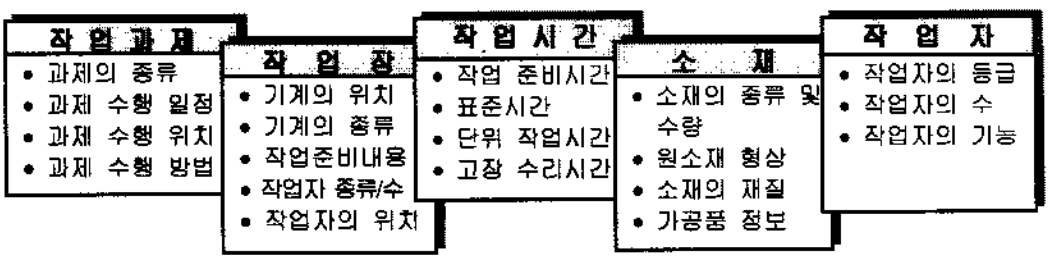
작업지서 시스템은 통합일정관리시스템 구축의 세부 과제로서 3차년도로 나누어 개발되었다. 개발 1차년도에는 통합일정관리시스템의 Master plan 수립에 관해서 연구가 진행되어 졌고[1] 97년 10월 현재는 통합일정관리시스템의 전반적인 흐름의 완결과 함께 현장에 사용될 시스템의 실전 배치를 위한 프로그래밍 단계에 있다[3]. 작업지시 시스템은 크게 작업지시 관련부분과 실적분석 관련부분으로 구성되어 진다. 작업지시 시스템을 개발하기 위해서 2개의 세부과제로 나누어 연구를 진행하였다. 작업지시 관련 세부과제는 작업지시 TFT(Task Force Team)에서 맡아 연구하였고, 실적분석 관련 세부과제는 실적분석 TFT에서 맡아 연구를 하였다. 본 논문은 작업지시 관련부분을 중점으로 시스템 구축 사례를 설명하겠다.

2. 작업지시 시스템

2.1 작업지시의 개념과 분류

작업지시라고 하는 것은 작업장에 있는 가공 및 조립을 위한 기계와 생산 장비에 일정한 소재, 부품, 부품군 등을 투입하여 작업자에 의해서 주어진 시간 내에 주어진 과제를 수행하도록 지시하는 것을 말하며, 작업지시 시스템을 구성하는 요소는 〈그림 1〉과 같이 작업장, 작업과제, 소재, 작업, 시간, 사람 또는 작업자 이다. 일반적인 작업지시는 제품을 생산하는 형태에 따라 그 형식이 조금씩 달라지게 된다.

가전제품 등과 같이 소품종 대량생산을 하는 제품은 주로 흐름 생산 라인을 가지고 있으며, 일정한 생산 시간과 주기를 가지고 있다. 그래서 일정계획이 용이하고, 생산 라인의 환경 변화가 심하지 않고 변화되더라도 이전 방식에 크게 벗어나지 않게 되므로 작업지시가 일정한 룰을 가질 수 있게 된다. 다품종 소량생산의 경우에는 최종 제품의 수가 많기 때문에 작업지시 및 관리가 복잡하며 제품 수요를 예측하는 것이 어렵게 된다. 다양한 제품을 생산하기 위해서는 공통적인 부품과 조립군 및 반 제품을 조합하게 된다. 작업지시는 예측된 최종 제품의 수요에 따라 각 라인에 대해서 행하여 지는데, 이 때 조립 라인의 변경도 함께 작업지시에 포함되어야 하며 제품의 종류에 따라 유연하게 대응할 수 있도록 고려 되어 제품 생산을 할 수 있게 하여야 한다. 두 경우 모두 판매될 제품을 미리 예측하여 생산하기 때문에 제품 및 부품의 재고를 유지하게 된다. 재고를 유지한다는 것은 고객이 요구할 때 바로 제품을 인도할 수 있음을 의미하며, 고객의 수요와는 어느 정도 독립적으로 제품을 생산할 수 있음을 의미한다. 반면 고객의 주문에 의한 수주 생산은 재고를 유지 할 수 없으며 고객의 주문이 있는 시점이 되어야 제품을 생산 할 수 있게 된다. 실제 제품 생산은 바로 이루어 지지 않으며 일정계획의 수립과 도면의 작성, 자재의 발주 등이 선행되어져야 한다. 또한 제품은 납기 기간 내에 제작되어 인도되어야 하기때문에 체계적인 작업지시가 보다 중요하게 된다. 작업지시의 초점은 생산 제품 뿐만 아니라 공수의 투입, 자재 정보, 도면 정보 등의 복합적인 요소와 선행 공정과 후행 공정이 고려되어져야 한다. 그리고 일정계획과 작업 진행률 간의 차이를 줄일 수 있도록 작업지시가 이루어져야 하며, 현장의 부하를 균등하게 할 수 있게 해야 한다.



〈그림 1〉 작업지시 시스템의 구성

2.2 수주 생산에서 작업지시 시스템 개발 필요성

최근 우리나라가 OECD 가입으로 국제시장 뿐만 아니라 국내시장에서도 제품 수주 경쟁이 더욱 치열해지게 되었으며, 이런 제품 수주의 과열로 인하여 수주액의 하락과 납기기간의 단축 그리고, 고객의 요구가 다양화되어 다품종 소량 주문생산에 따른 제품의 복잡성이 증가하게 되었다. 현재 K 중공업을 위시한 우리나라의 중공업에서의 작업지시 형태는 숙련된 작업관리자의 경험과 개인의 예측에 의한 작업지시가 대부분을 이루고 있다. 숙련된 작업자의 경험을 통한 작업지시는 새로운 제품의 주문 생산에서 부족한 생산 정보로도 작업지시가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 제품의 종류와 형태가 다양해지고 생산 기간이 짧아짐에 따라 경험에 의한 작업지시의 한계로 각 단위 작업장의 작업 정보의 교류가 신속히 이루어지지 않고, 계획된 일정과 맞지 않는 비효율적인 작업지시로 인하여 상대적으로 제품 생산 기간이 증가하는 것 등과 같은 문제점들이 부각 되고 있다. 이런 문제점들을 해결하기 위하여 Computer Network System을 이용한 POP(Point Of Production) 시스템을 도입한 작업관리 등의 필요성이 생겨나게 되었다[5].

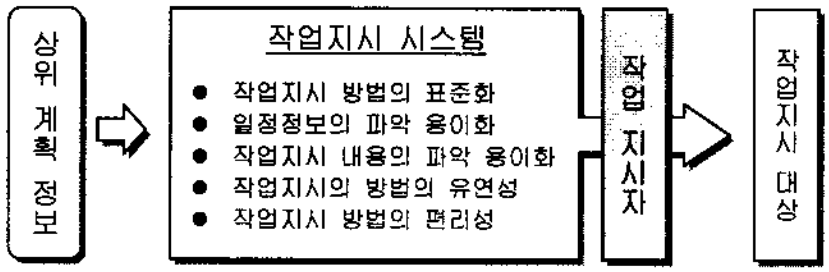
그러나 수주 산업의 특성상 한번 생산된 제품이 또 다시 생산된다는 보장이 없다. 이것은 제품 생산에 따른 여러 정보들을 축적해 놓고 다시 그 정보를 사용할 확률이 매우 적다는 것을 의미한다. 또한 과거에 생산된 제품과 유사한 제품을 생산하더라도 제품의 크기, 작업자의 상태, 작업의 방법 등의 여러 요인들로 인해 사실상 정확한 계획과 예측이 어렵게 된다. 예를 들면, 철판의 절단은 일직선으로 절단할 때, 곡선으로 절단할 때, 절단하는 판재의 두께에 따라 절단 시간이 달라 지게 되며 용접의 경우에도 용접 방향이 아래, 수직, 수평, 위 등 각 방향에 따라 용접 시간이 달라 지게 된다. 이런 문제들은 일정한 규칙에 의한 작업 지시 방법을 어렵게 하고 있다. 그래서 작업지시 시스템은 경험에 의한 작업지시의 방법들을 배제 할 수 없게 된다.

2.3 K 중공업의 작업지시 시스템의 문제점 및 개발 목표

현재까지 시행되고 있는 작업지시의 방법들은 일정한 체계하에서 이루어지지 않고 있다. 계획정보와 예산정보를 서류로 작성하여 해당 부서에 전달되고, 변경사항이 발생하면 전화를 이용하거나 사람이 직접 해당 부서로 가서 일들을 처리하고 있다. 부분적으로 전산화가 이루어져서 활용되고 있지만 상호 연계가 되지 못해 그 효과가 그리 크지 않으며, 개발된 환경이나 사용되는 Database 언어가 상이하고, 프로그램을 유지/보수 및 부분적으로 수정하는 것이 용이하지 못한 경우가 많이 있다(그림 2).

K 중공업에서 작업지시 시스템 구축은 프랜트 사업부를 대상으로 하고 있다. 프랜트 사업부는 발전설비, 열병합 발전설비, 산업용 보일러, 원자력설비, 환경설비, 소각설비, 집진설비, 석유정제설비, 중질유분해설비, 화학 및 석유화학설비, 해수 담수화 설비, 운반하역설비, 제철제강 설비, 시멘트설비, 송전설비 등 매우 다양한 설비들을 생산하고 있다. 작업지시 시스템의 목표는 〈그림 3〉과 같이 통합일정계획의 일정계획과 도면, 자재, 공수 정보를 이용하여 작업 지시자가 적절하게 작업지시를 할 수 있도록 작업지시의 표준화, 통합화, 유연성, 편리

〈그림 2〉 현행 작업지시 방법의 문제점



〈그림 3〉 작업지시 시스템 개발의 목표

성을 갖출 수 있는 시스템을 구축하는 것이다.

2.4 작업지시 시스템의 개발 방법

작업지시 시스템은 개발 목표의 달성과 함께, 작업 지시자에 의해 실제로 현장에서 사용할 수 있어야 한다. 현재 개발하고자 하는 작업지시 시스템이 지금까지 작업현장에서 사용되어온 작업지시 방법에 비해서 편리한 장점을 가지고 있어야 생산부서와 작업현장에서 사용되어지게 된다. 제품 제작에 관련된 상위 일정 정보를 관리하는 통합일정관리 시스템도 현장에서 작업지시 시스템을 외면하게 되면 그 효과가 반감되게 될 것이다.

작업지시 시스템의 성공적인 개발과 작업 지시자에 의해 사용되게 하기위해서는 다음과 같은 사항을 유의하여 개발되어져야 한다.

- 사용자 중심의 편의성을 갖춘 시스템 구축
- 작업정보의 신속한 입출력
- 작업현장의 상황을 충분히 고려한 정보 제공
- 일정계획 정보의 정확한 전달
- 일정계획 변경에 따른 신속한 Feedback
- 예외 상황에 따른 유연한 대처 방법 제공
- 충분한 입출력 단말기 확보

또한, 작업지시 시스템 사용자의 마인드를 확립하기 위하여 충분한 홍보와 교육이 뒤따라야 한다. 현재 K 중공업의 생산부와 작업지시를 하는 중간 관리 계층의 관리자들은 대다수가 컴퓨터 사용이 익숙하지 않기 때문에 기본적인 전산교육이 뒤따라 주어야 한다.

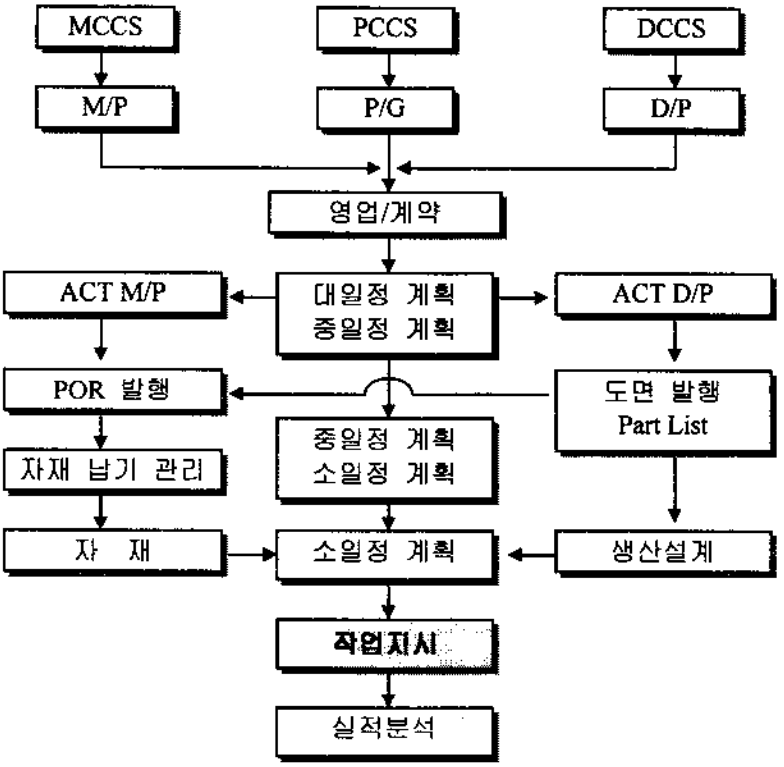
작업지시 시스템의 구축은 전산실에 있는 메인 컴퓨터를 서버로 두고 생산부서의 PC들을 클라이언트로 두는 클라이언트/서버 시스템을 기본으로 개발한다. 서버가 되는 메인 컴퓨터에는 일정계획정보와 예산정보, 실적정보 등의 데이터를 두게 되며, 부서의 PC는 사용자에 따른 데이터 접근 권한을 부여하여 사용하게 된다. 작업지시 시스템의 주 프로그램은 생산부 내에 있는 PC에서 사용할 수 있도록 개발되며, 사용자 중심의 GUI(Graphic User Interface)기능을 갖춘 OS인 Windows 95 또는 Windows NT4.0을 기반을 두게 된다. 프로그램은 Visual Basic과 ODBC(Open DataBase Connectivity)기능을 이용하여 메인 컴퓨터의 Oracle Database 프로그램과 연계하여 생산부의 PC간에 자료를 공유할 수 있게 개발한다.

3. 작업지시 시스템 구축의 단계적 방법

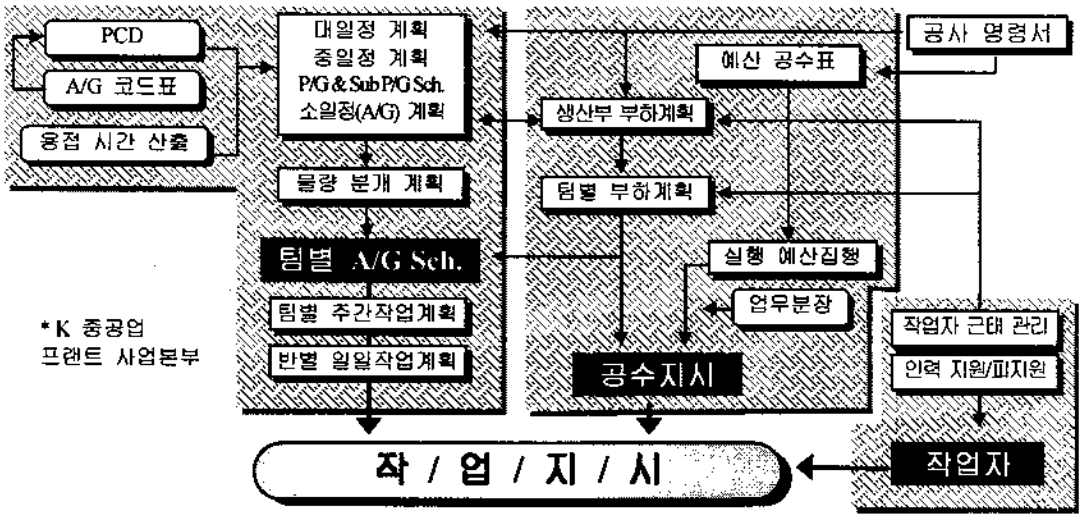
수주산업의 통합일정관리 시스템은 여러 세부 과제로 나눠지는데 작업지시는 세부 과제로써 〈그림 4〉와 같이 통합일정관리 시스템의 주요 업무들과 연관성을 가지고 있다.

3.1 작업지시 정보의 흐름 분석

작업지시 정보의 흐름은 크게 계획정보와 비 계획정보로 나누어진다. 계획정보라고 하는 것은 작업형태, 재조기간, 작업장소 등의 여러 변수에 따라 생산에 투입되거나 작업을 제어하기위해 작업 이전에 예측하는 정보를 의미한다. K 중공업에서의 계획정보는 〈그림 5〉와 같이 일정계획, 공수지시, 작업자 정보로 나누어 진다. 일정계획은 제품을 수주할 때의 납기기간을 기본 틀로 하는데, 먼저 설계 및 자재 구입의 생산 준비 기간과 제품을 제작하는 제작기간으로 나눈다. 일정과 자재, 도면 등의 복합적인 정보에 의해 B부서에서 통합일정계획 시스템을 통해 대 일정계획, 중 일정계획, 소 일정계획으로 세



〈그림 4〉 통합일정관리 시스템의 주요업무 시스템 연계



〈그림 5〉 작업지시를 위한 계획 정보의 흐름

분화하여 일정 정보를 생성한다. 생성된 일정정보에 작업지시를 용이하게 하기위해 C부서에서 PCD(Process Control Diagram;공정관리도)와 표준 A/G List (Activity Group List 생산현장의 기본단위인 A/G Code System의 List로 작업지시를 위한 정보전달기준)를 작성한다. 마지막으로 생성된 소 일정계획은 D부서에서 주간 작업 계획과 반별 일일 작업계획으로 작업 현장에서 작업지시를 위해 사용된다.

수주 산업에서는 비용을 산출하고 예산을 편성하는 기준으로 M/H(Man Hour)를 사용하고 있다. 공수 예산을 편성하기 위해서는 먼저 예산 공수표의 작성이 필요한데, 이 때는 수주받은 제품의 작업 성격을 분석하여 부하계획을 작성하여야 한다. 생산부 부하계획과 예산 공수표가 작성되면 각 팀별로 부하계획이 수립되고 실행 예산집행서가 작성되어 업무분장을 통해 각 작업장에 할당되게 된다. 업무분장은 생산부에 소속된 팀별마다 수행되는 작업의 형태에 따라 백분율로 표시되어 각 작업장에 예산을 할당하는데 이용된다. 정확한 부하계획을 수립하기 위해서는 작업자의 근태 관리와 인력의 자원/피지원 상황을 정확하게 파악하고 계획할 필요성이 있다. 작업자에 관련된 정보는 작업지시에서 작업에 투입될 수 있는 공수를 결정하는데 중요한 역할을 한다.

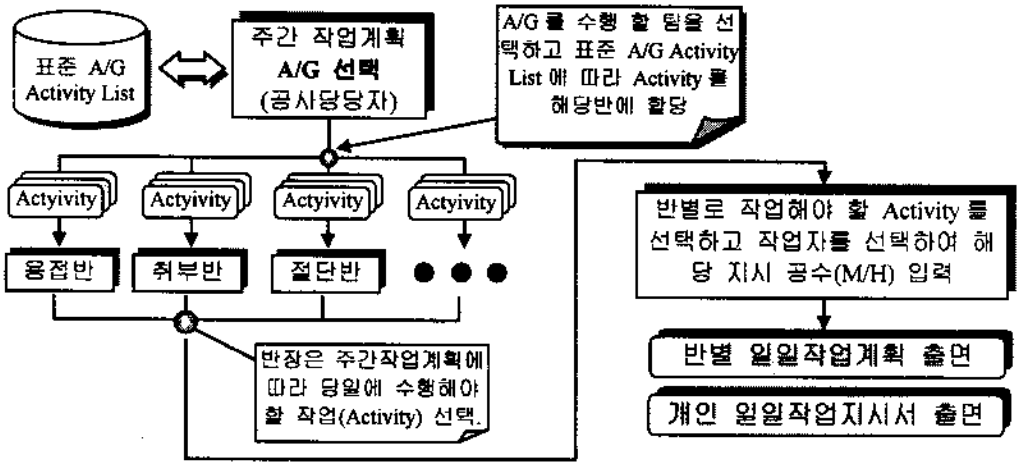
한편, 작업지시에는 계획정보뿐 아니라 비 계획정보도 중요한 역할을 한다. 비 계획정보는 계획정보의 수립을 위한 기초 정보가 되거나 작업지시를 위한 선행 정보가 된다. 비 계획정보는 크게 작업장비, 보조장비, 작업장, 도면정보, 자재정보 등이 있다.

3.2 작업지시의 절차

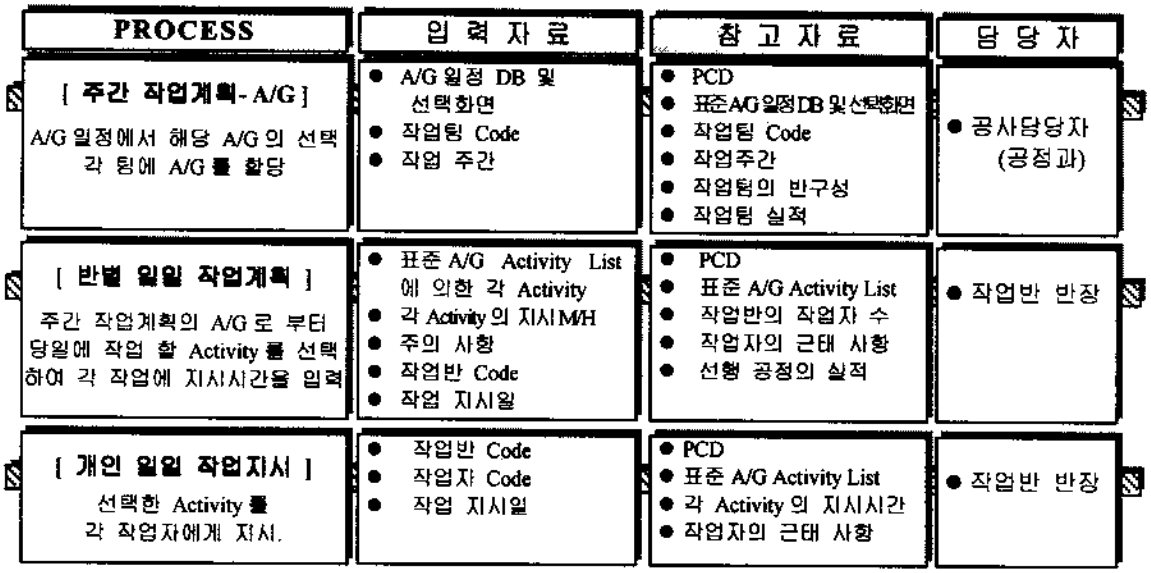
현행 작업지시 방법의 문제점과 요구사항을 만족하고 효과적인 작업지시 시스템을 구축하기위해 〈그림 6〉과 같이 작업지시의 흐름을 나타내었다. 작업 지시자는 작업지시 대상 주간 이전에 소 일정계획의 A/G 일정계획에서 필요한 A/G를 선택하여 주간 작업계획을 수립한다.

선택된 A/G들은 표준 A/G Activity List에 따라 각 작업반에 Activity로 할당되어 필요한 시점에 반별 일일작업계획과 개인 일일 작업지시서가 출면된다. 주간 작업계획에 포함된 A/G는 반드시 해당 주간에 모두 완수되어야 할 필요는 없다. 경우에 따라서는 A/G가 여러 주간에 걸쳐 수행될 수 있으며, 수행되지 못한 A/G는 다음 주간으로 이월될 수도 있다. 또한 주간 작업계획에 포함되지 않은, 예를 들면 긴급 주문에 의한 우선 순위가 높은 작업과 같은 계획에 포함되지 않은 작업을 지시 할 수도 있게 해야한다. 즉, 주간 작업계획에 포함된 모든 A/G는 수행될 필요가 없다. 주간 작업계획의 역할은 프랜트 사업본부의 많은 A/G 작업들 중에서 해당 작업팀이 수행해야 할 작업들을 선택할 수 있게 하는 것으로, 선택된 A/G는 그 주간에 작업할 확률이 높은 것들로 구성된다. 주간 작업계획을 바탕으로 반별 및 개인별 일일 작업지시가 이루어진다.

작업지시의 단계는 주간 작업계획, 반별 일일 작업계획, 개인 일일 작업지시로 나누어진다. 이러한 단계에서의 각 단계별 Process, 입력자료, 참고자료 및 담당자에 대해서는 〈그림



〈그림 6〉 작업지시 시스템의 흐름



〈그림 7〉 작업지시 시스템의 단계별 입력자료

7)에 나타내었다. 여기서 반별 일일 작업계획과 개인 일일 작업지시는 같은 시점에서 수행되어지는 것으로 개인 일일 작업지시를 반별로 모아 놓은 것이 반별 일일 작업계획이 되는 것이다. 그래서 두 단계에서 중복된 입력자료가 존재하는 것이다.

3.3 Database Table Schema

작업지시 시스템을 구축하기 위해서 자세한 프로세스 흐름구조에 대해서 알아보고, 개념적 논리 DB Schema를 구축

Table 명 : [공사별]_DAY_SCH
Key : PRJNO, ITCODE, EQCODE, PGCODE, SPGCODE, AGCODE, ACTNAME, WORKDATE, MANCODE, COUNT
Description : 일일 작업 계획 Table

NO	Field Name	Data Type	Key	비 고
1	PRJNO	Text (6)	Y	공사 번호
2	ITCODE	Text (2)	Y	ITEM 번호
3	EQCODE	Text (5)	Y	장치 코드
4	PGCODE	Text (5)	Y	P/G 코드
5	SPGCODE	Text (1)	Y	Sub P/G 코드
6	AGCODE	Text (3)	Y	A/G 코드
7	AGTYPE	Text (3)		A/G 타입 (표준 A/G Activity List 를 참조)
8	ACTNAME	Text (5)	Y	Activity 약어 명 (화면에 출력은 Text 로)
9	WORKDATE	Date	Y	실제 작업일
10	WORKMH	Number (7.2)		일일 지시시간 및 실제 소요 M/H
11	PCLASS	Text (6)		작업반 코드 (여기에 생산부, 작업팀 포함)
12	MANCODE	Text (7)	Y	작업자 사번
13	NOTE_1	Text (1)		주의사항 코드 (1)
14	NOTE_2	Text (1)		주의사항 코드 (2)
15	NOTE_3	Text (1)		주의사항 코드 (3)
16	NOTE_4	Text (1)		주의사항 코드 (4)
17	NOTE_5	Text (1)		주의사항 코드 (5)
18	HDEPT	Text (5`		지원한 부서
19	COUNT	Integer	Y	일련 번호 (작업의뢰 Table 의 일련번호)

〈그림 8〉 Table Schema의 예 ([공사별]_DAY_SCH)

하여 작업지시에 사용될 DB의 Table들을 정의하였다[4]. 작업지시에 관련된 Table은 주간 및 일일 일정계획의 기본이 되는 Actual A/G 일정Table과 이를 보조해주는 Table과 임시 Table 등 여러 종류의 Table이 필요하게 된다. Table Schema에는 Field Name, Data type, Size, Key 설정 여부와 Field에 대한 설명을 담고 있다. 〈그림 8〉은 일일작업지시서의 Table Schema인 [공사별]_DAY_SCH를 예로 나타낸 것이다.

3.4 작업지시 입력 DFD (Data Flow Diagram)

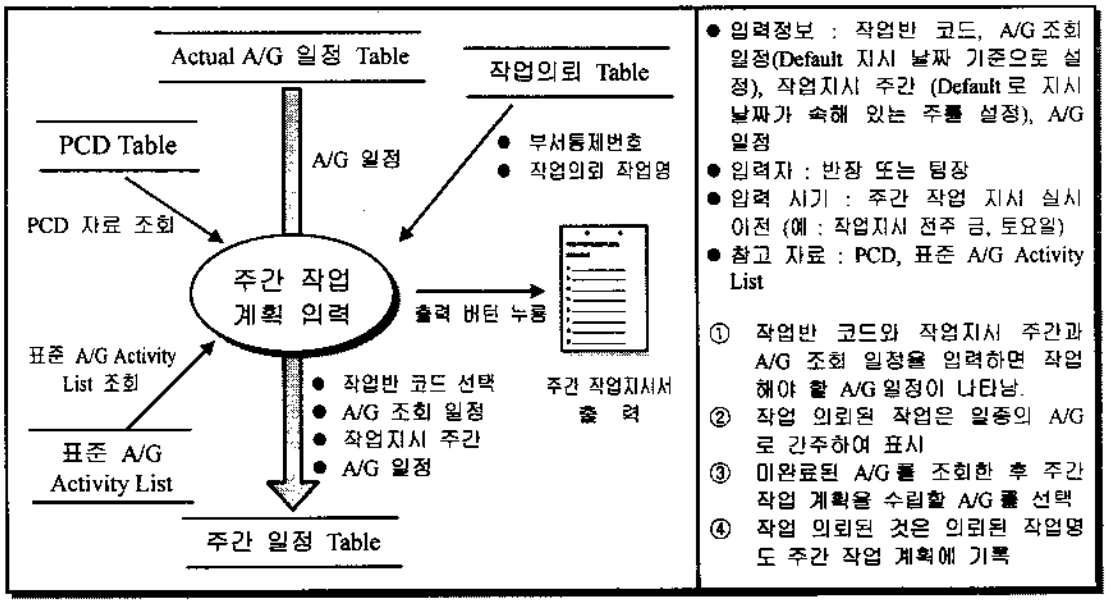
작업지시에 관련된 Table들간의 관계를 DFD를 이용하여 나타내었다. 그 종류는 주간 작업계획 입력 DFD, 작업별 작업지시 입력 DFD, 개인별 작업지시 입력 DFD, 지원 명단 입력 DFD, 작업의뢰 입력 DFD 등이 있다. 〈그림 9〉는 주간 작업계획 입력 DFD를 보여주고 있다. 작업지시의 방법은 작업별 작업지시와 개인별 작업지시로 나누었는데, 작업별 작업지시는 각 작업장에서 수행해야 할 Activity들을 작업자들에게 할당하는 방식이고, 개인별 작업지시는 작업자 개인에게 해당 Activity들을 지시하는 방식이다. 본 연구에서는 두 방식을 병행함으로써 더욱 유연한 작업지시를 할 수 있게 하였다.

4. 작업지시 시스템의 구축과 적용

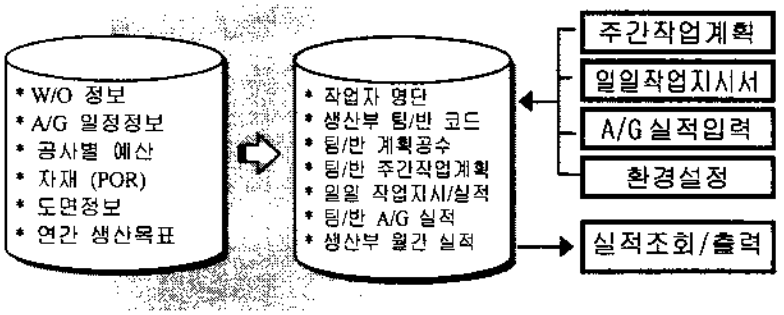
4.1 작업지시 시스템의 구성

작업지시 시스템의 구성은 크게 작업지시 관련부분과 실적분석 관련부분으로 이루어 진다.

작업지시 관련부분은 작업지시를 위해 행하는 전반적인 자료 입력 등을 행하는 것이고, 실적분석 관련부분은 작업이 이루어진 후 Activity나 A/G별 작업의 완료 및 진행 여부를 출력하는 것이다. 본 연구에서 개발하고자 한 작업지시 시스템의 대략적인 구성은 〈그림 10〉과 같다. 이 시스템에서 선택할 수 있는 메뉴는 일정, Part List, PCD 등의 자료를 조회하는 항목과 예산공수를 입력할 수 있는 항목, 작업지시를 할 수 있는 항목, 실적 입력 및 환경설정 항목으로 나누어져 있다.



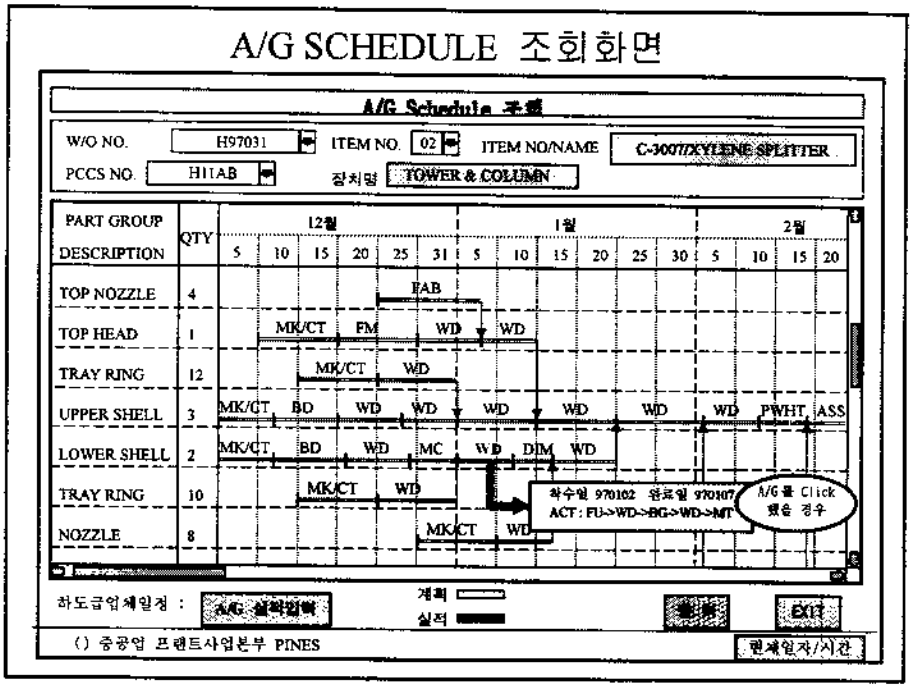
〈그림 9〉 주간 작업계획 입력 DFD



〈그림 10〉 작업지시 시스템의 구성도

4.2 자료 조회

원활한 작업지시를 하기 위해서는 기본적인 자료 조회가 선행되어야 하며 작업지시를 위한 정보 입력 시에도 필요한 자료를 조회할 수 있게 해야 한다. 그러나 작업지시에 관련된 모든 정보를 전산화하고 조회할 수 있게 한다면 여러 가지 편리한 점도 있겠지만, 자료 구축의 초기 투자가 크고 정보의 변동에 따라 정보를 갱신해야 하는



〈그림 11〉 A/G 일정계획 조회의 예

유지비용도 가중될 것이며, 메인 컴퓨터의 기억공간을 많이 차지하고 검색하는 시간도 증가하게 된다. 그리고 자료 조회를 위한 정보들이 변동하게 되면 그에 따라 즉각적인 자료 갱신이 있어야 하는데 그렇지 않다면 자료의 효용성이 떨어지거나 자료를 축적하는 의미를 상실하게 될 수도 있을 것이다.

본 시스템의 개발에서 자료 조회의 대상이 되는 자료는 작업지시에 필요한 자료이거나 이용성이 많은 자료와 변동사항이 적고 사용 빈도가 높은 자료 등으로 구성되었다. 자료 조회에 사용되는 자료는 A/G 일정계획, 팀/반별 A/G 일정계획, P/G(Part Group:생산계획과 관리의 기본단위인 P/G Code System으로 생산계획을 위한 정보전달의 기준) 일정정보, PCD 정보, 예산 관련 정보, 표준 A/G Activity List, 업무 분장, 작업자 정보 등과 같다. 〈그림 11〉은 A/G 일정정보를 조회하는 화면의 예를 보여주고 있다. 일정정보 조회 화면은 공사를 나타내는 W/O(Work Order) No., Item No., PCCS(Production Classification and Coding System;정보관리의 기본단위인 장치분류 Code System) No.에 해당되는 부분을 선택함으로써 관련된 A/G의 일정정보를 보여준다. 일정을 나타낼 때는 A/G들 간의 선후행 관계를 나타내고, 계획과 실적 그래프를 서로 다른 색으로 구분하여 나타낸다. 화면 중에 있는 임의의 계획 A/G 그래프를 마우스로 클릭하면 계획 착수일, 계획 완료일, Activity List를 보여주고, 실적 A/G 그래프를 클릭하면 실착수일, 실완료일, 투입 공수를 보여준다. 팀/반별 A/G 일정계획도 동일한 방법으로 표시된다. P/G는 설비별 장치를 생산단위로 맞게 적당한 크기로 나눈 단위로 P/G 일정정보는 P/G별로 도면발행일, 자재 투입일, 작업 착수일, 작업 완료일을 계획과 실적으로 나누어 표시해주며, 실적에는 실제 투입된 공수를 표시한다. PCD는 일종의 공정관리도로서 검사(▽)와 가공(○)기호를 이용하여 P/G 또는 Sub P/G단위로 A/G순서를 나열하여 나타낸 것이다. PCD는 일정정보가 포함되어 있지 않고 단순히 작업의 선후행 관계 만을 표시하여 나타낸다.

4.3 예산 공수 입력

공수 입력에는 목표공수와 예산공수의 입력이 있는데 목표공수는 연간 본부 목표공수와 이에 따른 생산부 월별 목표공수가 있고, 예산공수에는 공사별 예산공수와 생산팀 예산공수가 있다. 예산공수는 수주 받은 한 공사당 소요되는 예산의 한도 내에서 결정된다. 공사에 소요되는 생산부 부하계획과 팀별 부하계획에 따라 생산부 예산공수와 실행 예산집행서를 작성하는데 공사별 예산공수는 수주된 공사의 예산공수를 ITEM (공사를 구성하는 단위) / PCCS 별로 분개하여 입력을 한다. 항목은 제관/조립/전기/가공/도장/포장 6개의 항목으로 분류하고 추가공수의 입력이 가능하게 한다. 공사별 예산공수의 출력자료는 공사예산표와 추가사유별 예산공수 집계표가 있다. 이렇게 분개된 예산은 생산팀별로 예산이 다시 분개되게 되며, 업무분장을 통해 각 반별로 작업 형태에 따라 예산공수가 분개 되어 진다.

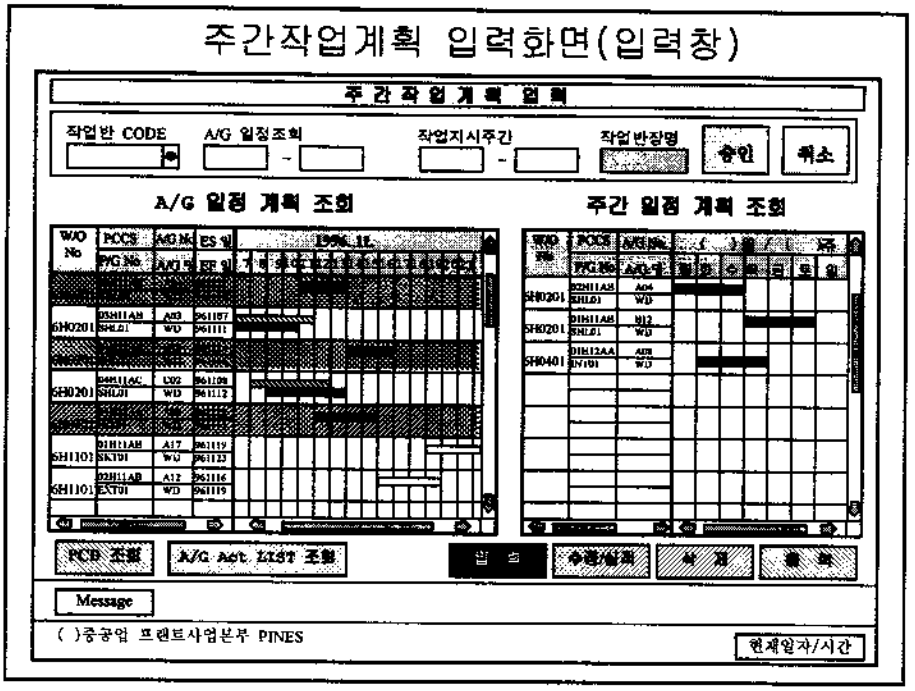
4.4 작업계획 및 지시 입력

작업계획 및 지시는 주간 작업계획, 일일 작업지시, 작업의뢰가 있고 일일 작업지시는 작업별 작업지시, 개인별 작업지시가 있다.

4.4.1 주간 작업계획 입력

주간 작업계획은 Actual A/G 일정계획으로부터 작업 일정을 팀/반의 주간 또는 월간 등 일정한 작업 주기 내에 포함시켜 하나의 Table로 만들어 작업지시를 할 수 있게 하는 기본 틀의 역할을 한다. 즉, 여러 공사의 수많은 일정 계획 정보 가운데 일부분을 선택하여 미리 설정함으로써 일일 작업지시 시에 수행할 작업을 쉽게 선택하여 작업지시를 할 수 있게 하는데 목적이 있다.

주간 작업계획의 입력은 〈그림 12〉의 예에서 보여지는 것 같이 먼저 작업반 코드와 조회 일정, 작업을 지시할 주간을 선택함으로써 미 완료된 A/G를 선택한다. 이 때 작업이 미 완료된 A/G는 현재 작업이 진행중인 것과 작업이 시작되지 않은 것을 구별하여 표시한다. 작업계획을 위해 선택된 A/G는 ES(Earliest Start Date)일과 EF(Earliest Finish Date)일을 참고로 하여 일정을 조정하고 막대의 크기를 조절함으로써 작업일 수를 조정한다. 주간 작업계획의 입력은 원칙적으로 작업이 시작되기 이 전에 일 주일에 한번 작성하는 것을 원칙으로 하지만 필요에 따라 수정될 수 있다. 그리고 주간 작업계획은 일정의 재조정이나 실적입력 등에는 이용되지 않고 단순하게 일일 작업지시를 더 쉽게 할 수 있게 하는 임시 일정계획의 역할만을 하게 된다.

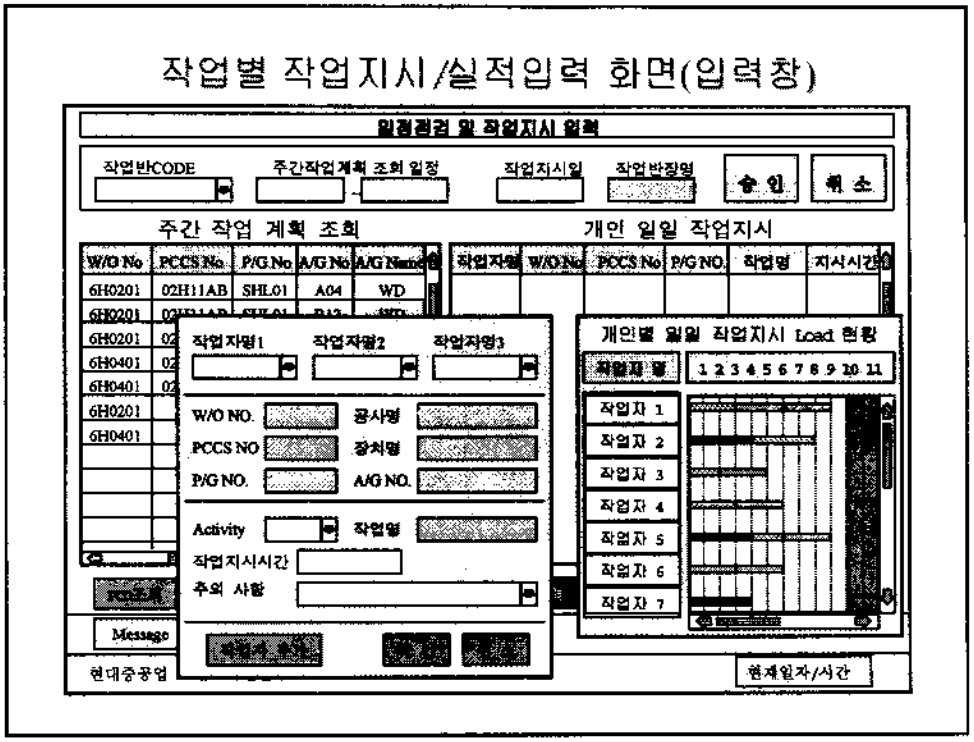


〈그림 12〉 주간 작업계획 입력 화면

4.4.2 일일 작업지시

일일 작업지시는 수행할 A/G를 중심으로 작업자에게 할당하는 작업별 작업지시와 작업자를 중심으로 A/G의 Activity 들을 할당하는 개인별 작업지시로 나누어진다. 작업별 작업지시는 주간 작업계획 Table의 일정 데이터를 기본으로 수행된다. 주간 작업계획의 일정이 화면에 보여지는데 작업 지시자는 당일에 수행하고자 하는 A/G를 마우스로 선택하여 〈그림 13〉과 같은 화면이 나타난다. 선택된 A/G의 Activity에 작업을 수행할 작업자를 할당할 수 있는데 보통 한 작업에 1-3명이 할당된다. 화면에서와 같이 작업자는 3명까지 선택할 수 있는데 경우에 따라서는 3명을 넘는 작업자가 필요할 때가 있다. 이 때는 '작업자 추가'를 선택하여 4명 이상의 작업자를 할당한다. 이렇게 작업을 할당하다 보면 작업자들에게 부하가 균등하게 이루어 지지 않을 수 있고, 부하를 균등하게 하려고 한다면 작업 지시자가 지시사항을 일일이 기억해야 하는 불편이 발생될 것이다. 작업지시 시스템에서는 〈그림 13〉의 화면 오른쪽에 있는 개인별 일일 작업지시 Load 현황을 보여줌으로써 작업 지시자로 하여금 작업자들에게 할당된 작업의 부하에 대한 평준화를 쉽게 할 수 있도록 지원해주게 된다. 개인별 일일 작업지시 Load 현황을 보여주는 창에서의 막대 그래프는 각 A/G별로 다른 색으로 나타내며, 지시한 시간 만큼의 크기를 가지고 지시한 순서에 따라 막대 그래프가 연결되어 나타난다. Load 현황 창의 배경은 기본 시간, 연장, 잔업, 야간 작업에 따라 다른 색으로 표시되므로 막대 그래프가 정상 근무시간을 초과했는지 아니면 아직 정상 근무시간에 미달하는 작업자가 있는지를 한 눈에 파악할 수 있게 한다.

작업별 작업지시가 주간 일정계획을 바탕으로 작업지시를 수행한다면 개인별 작업지시는 주간 일정계획에 포함되어 있지 않는 A/G나 도비/운송 등 간접작업이나 근태/비작업을 포함하여 작업지시를 할 수 있게 한다. 개인별 작업지시의 대상은 교육, 출장 등의 근태사항이 있거나, 공사나 A/G일정에 포함되지 않는 자재 운반, 작업장 청소 등의 간접 작업을 수행해야 할 작업자이다. A/G일정에 포함되어 있지 않은 모든 작업/비작업들은 W/O No.와 PCCS No.를 미리 정한 특수 코드를 주고, P/G와 A/G의 코드는 생략한다. 그리고 각각에 Activity 코드를 할당하게 하여 모든 작업지시를 일관된 형태를 유지하게 하였다.



〈그림 13〉 작업별 작업지시 입력 화면

4.4.3 지원 명단 및 작업의뢰 입력

지원/피지원은 각 작업장에 인력사용의 불균형이나 작업의 부하가 상대적으로 서로 달라 작업 부하가 큰 작업장에 남는 인력을 지원하거나 피지원 받는 것을 의미한다. 지원명단은 일시적으로 작업할 부서의 코드를 넣게 되며 이 때는 일정 기간 동안 피지원 받은 부서에 임시로 소속된 상태가 되어 작업지시 할 때도 반영되어 나타난다. 지원자의 명단을 작성하거나 삭제하는 것은 전적으로 지원할 부서에 권한을 두어 상호 혼란과 충분한 사전 협의를 할 수 있게 하였다.

작업을 수행할 때에 열처리 등 해당 작업장에서 수행할 수 없는 특수한 작업이 포함되어 있는 경우가 생기는데 그 작업이 수행할 수 있는 작업장에 작업을 의뢰해야 할 필요가 생긴다. 작업의뢰의 정보는 작업의뢰명, 타작업팀 코드, 작업일자, 공수코드를 사전에 입력해야 한다. 이 때는 각 작업장마다 분배된 예산이 있기 때문에 사전에 일정과 공수에 대하여 협의한 결과를 입력하는 것이다. 사전에 입력된 작업 의뢰분은 해당일 작업지시 때에 작업코드로 표시되고 작업지시를 수행할 수 있게 한다.

4.5 작업지시 시스템의 운영 방안

시스템의 운용은 작업지시 계획, 생산부 예산공수, 작업지시의 보조정보에 관련된 목적, 적용 범위, 업무 관련도, 운영절차, 입/출력 자료 현황 및 사용 권한에 대해서 명시해 주어야 한다. 통합된 시스템을 사용하는 사용자가 많기 때문에 시스템에서 사용 범위와 입력, 수정, 추가, 삭제 등의 접근 권한을 제약해주어야 한다. 운영 절차는 작업부서, 운영 시점, 관련자료, 운영 방법 및 절차 등을 명시 하였다. 〈그림 14〉에서 (a)는 작업지시 계획의 운영절차를 보여주고 있고, (b)는 작업지시 계획의 입/출력 현황 및 사용 권한을 나타낸 것이다.

본 시스템의 성공적인 운영을 위해서는 시스템의 운영방안을 각 부분의 담당자들이 잘 숙지해야 한다. 이를 위해서는 Windows 시스템의 기본적인 사용법 교육, 작업지시 시스템의 홍보, 알기 쉬운 매뉴얼의 작성이 필요로 한다. 그러기 앞서 사용자로 하여금 편리한 인터페이스를 보장하는 시스템과 계속적인 수정 보완 작업이 선행되어야 할 것이다.

항목	세부항목	작업부서	운영시점	관련자료	운영방법 및 절차
주간 작업 계획	Sch. 작성및 수정	생산부의 해당 팀/반	첫 작업지시일 이전	A/G 일정계획	A/G 일정을 조회하여 해당 작업 지시 기간동안의 일정을 입력하고 수정
	Sch. 조회	생산부의 해당 팀/반	등록 후 수시		해당 팀에서 일일작업지시를 위해서 조회할 수 있음
	Sch. 삭제	생산부의 해당 팀/반	주간작업기간 종료후 일정기간 후		주간작업계획의 기간이 지난 후 일정한 시점이 지나면 팀/반장에 의해 삭제
일일 작업 지시	작업지시 입력	생산부의 해당 팀/반	작업지시일 오전 또는 전날	주간작업계획 A/G 일정계획	팀/반장이 주간작업지시에 있는 일정을 참조로 개인별/공사별 작업지시를 입력함
	작업지시 수정	생산부의 해당 팀/반	작업지시 이전 또는 실적 입력시	일일작업지시	잘못된 작업지시나 또는 실적입력시 실제 작업한 공수를 수정
	작업의뢰 입력	생산부의 해당 팀/반	작업지시일 이전		작업 팀/반장은 해당 팀에서 작업이 어려운 작업을 작업의뢰 부서에 미리 협의하고 의뢰
	지원/피지원 입력	생산부의 해당 팀/반	지원/피지원 이전		지원/피지원자가 발생하면 지원 피지원 형태과 수를 입력

a. 운영절차

항목	세부항목	화면 출력	인쇄 (A4)	운영방법 및 절차				
				부서 (담당자)	초기입력	수정	추가	삭제
주간일정계획	주간일정계획 정보	●	●	생산부 (팀/반장)	●	●	●	●
	PCD 조회	●		해당 생산부				
일일 작업지시	A/G activity List 조회	●		해당 생산부				
	공사별 작업지시	●	●	생산부 (팀/반장)	●	●	●	●
	개인별 작업지시	●	●	생산부 (팀/반장)	●	●	●	●
	개인별 작업지시 현황	●		생산부 (팀/반장)				
	작업의뢰	●		생산부 (팀/반장)	●	●	●	●

b. 입/출력 현황 및 사용권한

〈그림 14〉 작업지시 계획의 운영 방법

5. 결 론

본 연구의 대상인 K 중공업의 프랜트 사업부는 전형적인 수주산업의 특징을 가지고 있다. 본 연구에서는 수주 산업에서 가장 중요한 작업자 관리를 효율적으로 하면서 효과적인 작업지시를 수행하는 시스템을 개발하였다. 먼저 작업지시의 문제점과 작업지시를 위한 정보의 흐름을 파악하였다. 그리고 작업지시 정보의 효율적인 흐름에 중점을 둔 DB Schema를 설계하였고, 이에 따른 정보 입력 절차를 DFD 형식으로 나타내었다. 시스템 개발에 있어서는 사용자 편의성, 상황변화에 따른 시스템의 유연한 대처, 기존 방법보다 이점을 가진 시스템 개발을 목표로 작업 지시 시스템을 개발하였다.

작업 지시 시스템은 작업 지시자를 위한 주간, 반별 작업지시서를 발행하고, 현장의 작업자에게 일일 작업지시를 발행하기 위하여 일정 계획과 작업자 부하 계획을 고려하였다. 작업지시 시스템의 구축은 전산실에 있는 메인 컴퓨터를 서브로 두고 생산부서의 PC들을 클라이언트로 두는 클라이언트/서브 시스템을 기본으로 개발하였다. 서브가 되는 메인 컴퓨터에는 Oracle Database를 기반으로 한 작업지시 DB를 구축하였고, 클라이언트 시스템은 각 생산부의 PC에서 사용할 수 있도록 Windows 95환경에서 Visual Basic과 ODBC(Open DataBase Connectivity) 기능을 이용하여 구축하였다.

【참 고 문 헌】

[1] 김유일, 이경근, 목학수, 김진수, 고창성, 문일경, "K 중공업 통합관리시스템 구축을 위한 Master Plan 수립", 산업공학, 8 권 2호, pp. 77-94, 1995

[2] 목학수, 신현창, "통합관리시스템(PINES)의 작업지시 시스템에 관한 연구", K중공업 프랜트 사업본부 보고서, 1997

[3] 문일경, 이종혁, 최상진, 이수연, "중공업 통합생산관리시스템 개발 사례", 산업공학, 10권 3호, 대한산업공학회, pp. 223-236, 1997

[4] 신기태, 박남규, 박주석, 박진우, "제조 데이터베이스 설계에서의 뷰 통합방안", 경영과학, 11권 3호, pp. 87-102, 1994

[5] 日本 POP 研究會 編, CIM을 겨냥한 實戰POP 시스템 構

築 매니얼, 성광문화사, pp. 91-94, 1990

목학수(睦鶴洙)
1979년 부산대학교 기계설계학과 공학사
1981년 한국과학기술원 기계공학과 공학석사
1986년 독일 RWTH Aachen 대 공학박사
현 재 부산대학교 산업공학과 교수
관심분야 조립자동화, 조립 및 분리를 위한 설계 등

신현창(申鉉唱)
1996년 동서대학교 산업공학과 공학사
1998년 부산대학교 산업공학과 공학석사
현 재 부산대학교 박사과정 재학중
관심분야 조립자동화, 생산공학 등

97년 12월 최초접수, 98년 3월 최종수정