

실시간 공정관리를 위한 공정모니터링 시스템 개발

이정환*[†] · 이승훈* · 오현옥**

*동의대학교 산업경영공학과 교수

** (주)부국산업

Development of a Process Monitoring System for Real-Time Process Control

Jung-Hwan Lee*[†] · Seung-Hoon Lee* · Hyun-Ok Oh**

*Dept. of Industrial and Management Engineering, Dongeui University

**Bu-Kook Industry co. Ltd.

This paper develops a process monitoring system for real-time process control. The practical case is studied on a small and medium marine equipment company. For business process reengineering of the company, we adopt an approach based on information engineering methodology, which consists of four stages : planning, analysis, design, and implementation. The system is developed for Client/Server environment. We discuss the constructing of hardware system for real-time process control at low cost. The developed system is composed of interrelated modules for item master and BOM management, process control, facility management, SQC and work report.

Keywords : Real-time Process Control, Monitoring System, POP

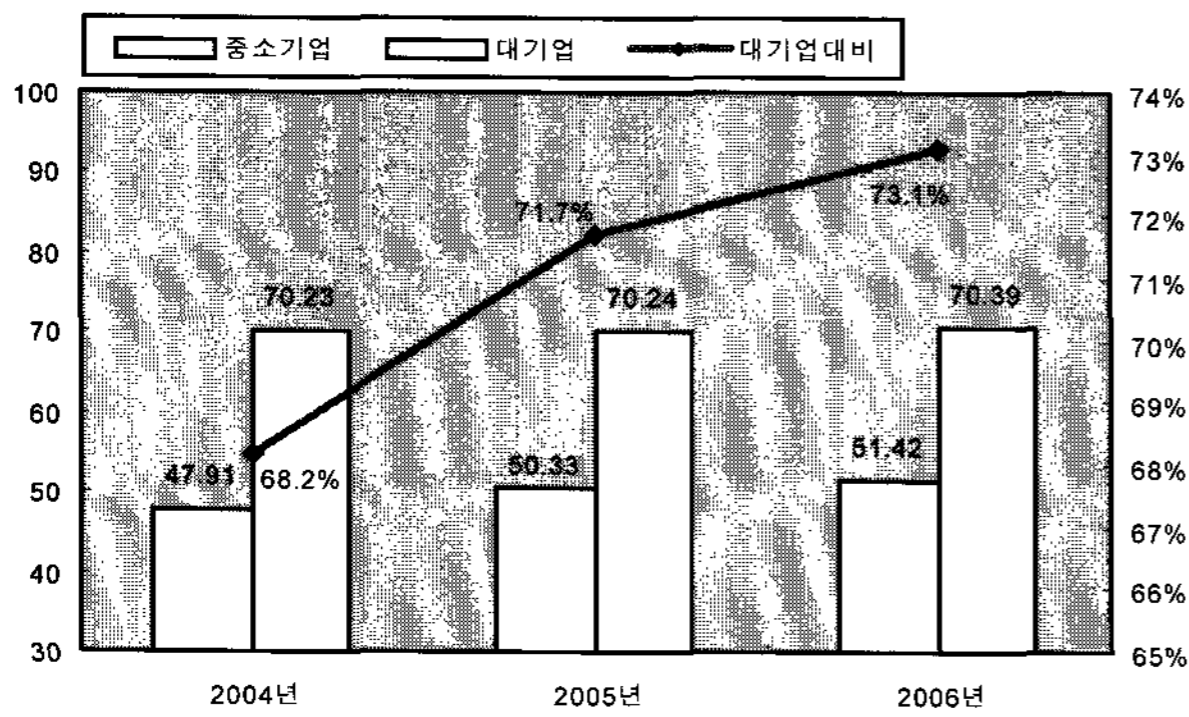
1. 서 론

최근 우리나라 중소기업의 상황은 1997년의 IMF때 보다 좋지 않다고 들 한다. 이러한 상황을 탈피하고자 경영 및 생산 정보화를 위한 각종 투자를 통하여 많은 성과를 이루고 있어, 정보화 도입 및 확대의 필요성에 대한 최고경영자의 및 임직원들의 인식은 상당히 높다고 생각한다. 그러나 정보화 투자를 위한 자금, 추진계획 수립, 조직 및 인력 등의 부족으로 중소기업의 정보화 수준이 대기업에 비해 낮은 것이 현실이다. <그림 1>은 연도별 중소기업 대비 대기업 정보화 수준 추세이다[9]. 2006년 중소기업의 정보화 수준평가 결과를 분석해 보면, 대기업 대비 73.1%로 지난해 71.7% 보다 1.4% 상승

하였다. 그러나 단기적 성과지표인 활용수준은 우수하나, 중장기적 효과지수는 미흡한 것으로 나타났다. 이는 경영성과와 연계되는 효과수준 보다는 시스템 도입 이후 업무적용 및 단순 활용을 통한 정보화 활용수준에 더 비중이 있음을 알 수 있다. 또한 정보화 수준이 가장 취약한 부분은 업무의 효과, 인력, 비용절감, 업무프로세스 향상 및 추진환경 등으로 나타났다. 특히 정보화를 위한 지속적인 투자결여(50.2%), 시스템 도입 및 유지비용 과다(45.7%) 및 정보화 전문인력 부족(45.4%)으로 가장 큰 어려움을 겪고 있었다. 그리고 경영자 및 임원진의 추진의지 부족(44.7%), 표준화 미비(41.0%) 및 활용능력 부족(40.9%)등도 정보화 추진 및 활용을 저해하는 요인으로 나타났다.

[†] 교신저자 jhlee@deu.ac.kr

※ 본 논문은 2005학년도 동의대학교 자체 학술연구비(2005AA149)의 지원을 받아 작성되었음.



<그림 1> 연도별 정보화 수준 추세

이와 같은 저해요인을 극복하기 위해서는 산학 컨소시엄을 통한 기술력 및 인력을 확보, 현 업무 프로세스 분석을 통한 비효율적인 요소 제거, 경영 및 생산 등의 각종 정보의 정확한 정보 수집 등이 필요하다[8].

본 연구에서는 중소 조선기자재 업체를 대상으로 하여, 생산 실적 정보를 실시간 수집하여 생산, 자재 및 영업 부서 등의 관련 부서에 실시간 정보를 제공하는 실시간 공정모니터링 시스템을 저가격으로 구축하는 방안을 제시하고자 한다.

조선기자재 산업은 선박에 탑재되는 주기관을 포함한 450~500종 제품을 공급하는 산업으로 기계, 금속, 전기, 전자, 화학, IT 산업 등이 관련된 복합 산업이라 할 수 있다[2, 3]. 이러한 조선기자재는 해상에서의 인명과 안전을 보장하기 위하여 국제협약에 의한 성능 및 품질 기준에 적합하여야 한다. 하지만 단위선박에 탑재된 기자재의 종류가 다양하고 소량으로 선박의 종류 및 선박의 유형에 따라 기자재의 요구사항 등에 많은 차이가 있어 표준화 및 규격화 등에 많은 어려움이 있다. 또한 다품종 소량생산 및 주문생산 형태의 수주로서 중소기자재 업체에서의 생산계획수립에 많은 문제점을 갖고 있다[1, 6, 7]. 이러한 상황에서 중소 조선기자재 업체에서 생산되는 제품이 엄격한 품질관리와 국제규격의 선급검사 등을 만족하여야 한다[4, 5]. 이러한 조선기자재의 현실적인 한계를 극복하기 위해서는 설계 및 도면 등의 제품 정보를 효율적 관리, 품질 확보, 고 효율의 생산성 및 신제품 개발에 적극 노력하여야 한다.

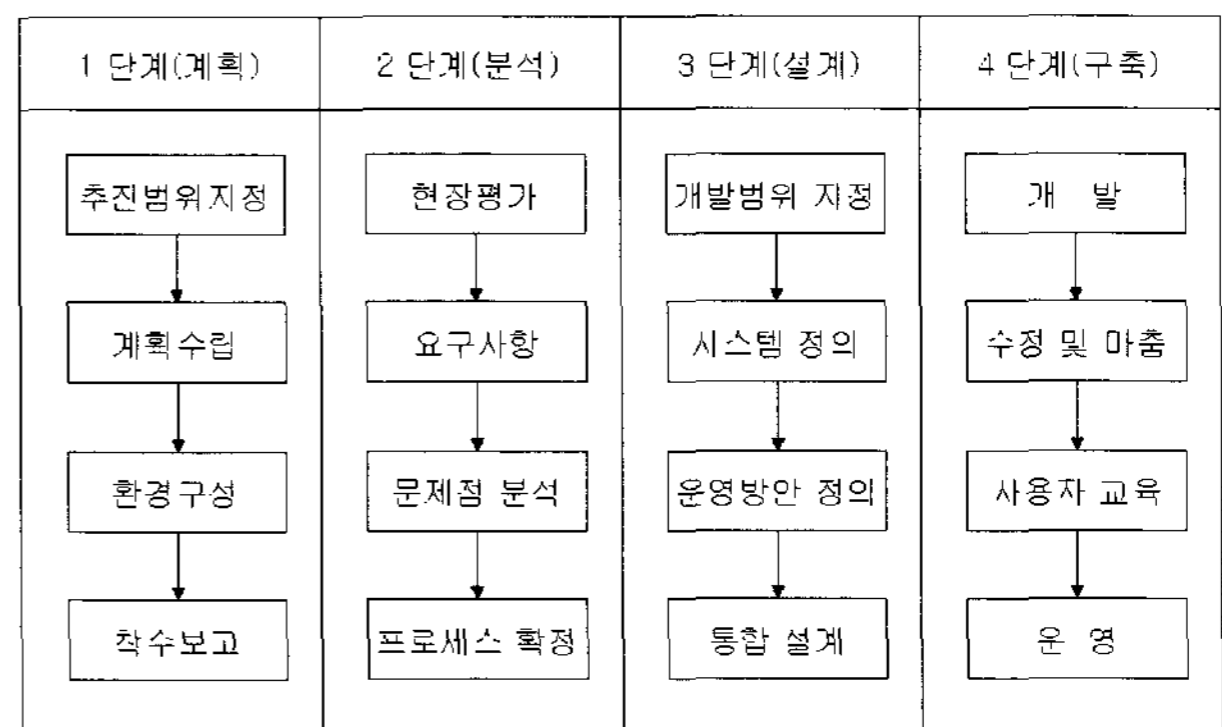
본 연구에서는 중소 조선기자재 업체 중에서 선박용 밸브(Valve)를 생산하는 업체를 대상으로 하였다. 밸브는 유체의 흐름을 조절, 차단하는 장치로서 용도, 규격, 재질 및 구조 등으로 구분되며, 유체흐름을 조절하는 소형밸브에서부터 석유화학, 정유 및 조선에 이르기까지 산업 전반에 다양하고 중요한 부품으로 사용되고 있다. 이러한 밸브류는 작동유체에 의해 반복적인 하중을 받고 있으며, 고온 및 극저온에서 사용되는 경우가 많아

주위환경, 재질 및 용도 등에 적합한 강도를 갖는 소재와 엄격한 생산방식 및 품질관리가 요구된다. 따라서 밸브 설계에서부터 제품 출하 때까지 최적의 상태를 유지하여야 한다. 이러한 생산 특성으로 제품에 대한 각종정보의 효율적인 관리와 생산 공정 및 제품분석을 통한 제품의 성능향상, 신제품 개발 등에 많은 어려움을 겪고 있어 제품의 공정진행 현황 및 품질현황의 실시간 관리가 절실히 필요하다.

그러나 중소 조선기자재 업체의 영세성, 낙후성 및 관리방법 등의 부족으로 생산 및 물류 표준화 등이 미비하고, 실시간 자재 및 생산정보 등이 부족하여 잦은 결품과 납기 지연 등이 발생하고 있었다. 따라서 본 연구에서는 생산 공정뿐만 아니라 자재 입고에서부터 출하까지의 전 공정 물류 분석을 통하여 생산현장에서 발생하는 각종 생산 정보를 실시간 수집하여 관리자 및 작업자에 제공함으로써 보다 합리적인 생산계획을 통하여 생산성 향상 및 원가절감을 실현할 수 있는 실시간 공정모니터링 시스템을 개발하고자 한다.

2. 업무 프로세스 분석

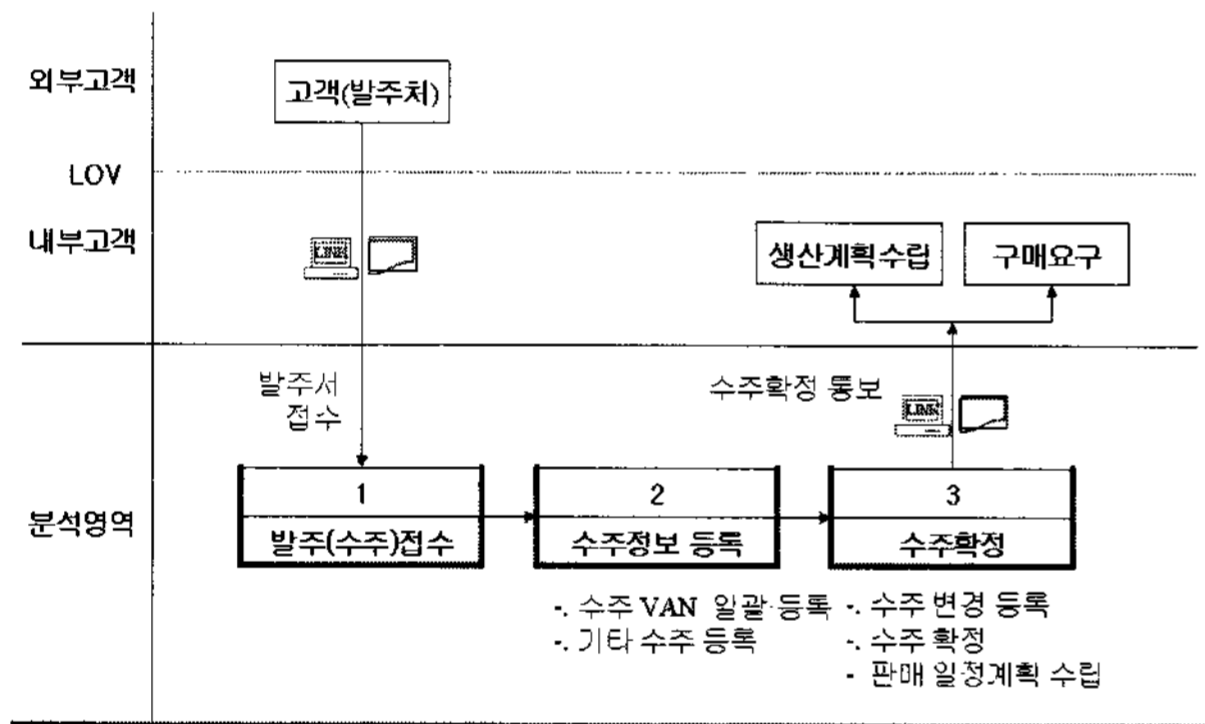
본 연구의 시스템 개발 단계는 정보공학 방법론을 기초로 하여 <그림 2>와 같이 계획단계, 분석단계, 설계단계 및 구축단계로 나누어 전개하였다[10]. 1단계는 계획수립 및 확정단계로서 프로젝트 목표 및 범위, 전체 일정계획 등을 수행하였다. 2단계는 업무분석 단계로서 현장평가 및 사용자의 요구사항을 분석하여 개발 프로세스를 확정하였다. 3단계는 업무분석한 결과를 토대로 시스템을 설계하는 단계로서 보다 구체적인 개발 범위와 시스템 정의를 통하여 향후에 보다 성공적인 시스템 운영을 위해 운영방안 등을 정의하여 통합 시스템 설계를 수행하였다. 마지막 단계인 4단계는 시스템 구축 단계이다. 본 단계에서는 사용자 중심의 시스템 구축이



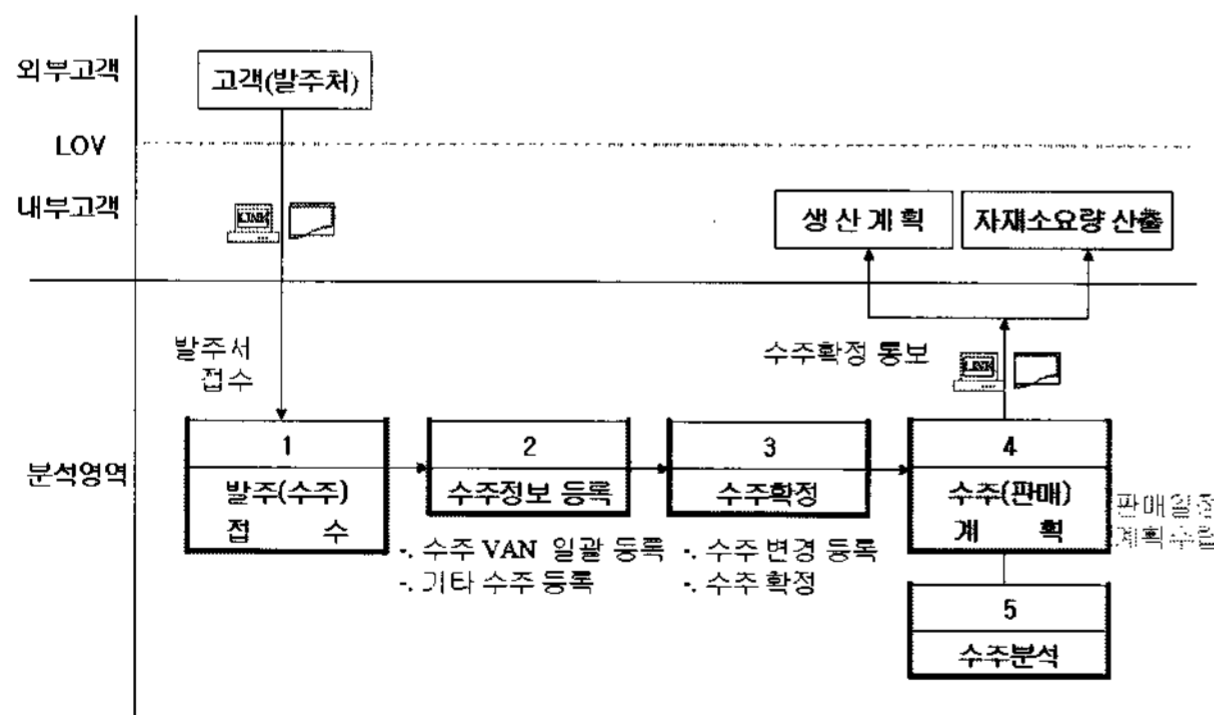
<그림 2> 시스템 개발 단계

가장 중요하다. 만약 개발 완료 후 사용자가 불편함을 느낀다면 아무리 좋은 시스템일지라도 지속적으로 운영될 수가 없을 것이다. 또한 성공적인 운영을 위해서 사용자교육을 반드시 실시하여야 한다. 위와 같이 시스템 개발 단계에 따라서 업무분석을 통한 문제점 파악, 개선 방안 도출 및 업무표준을 위한 프로세스를 정의하여 시스템을 구축하였다.

본 연구에서의 업무 프로세스 분석 방법으로는 현업에서 이해 할 수 있는 용어를 사용하여 업무활동행위를 도식화하는 MOT(Moments of Truth) 방법과 AS-IS 방법을 이용하여 분석하였다. 그리고 업무분석 범위로는 고객으로부터의 발주주문접수 및 납품계획 수립, 자재소요량 산출, 자재발주 및 자재수불 등을 관리하는 자재부분, 생산계획 수립, 작업지시 및 생산실적 등을 관리하는 생산부분으로 크게 세 분야로 나누어 분석하였다. <그림 3>과 <그림 4>는 개선 전과 개선 후의 영업프로세스이다.



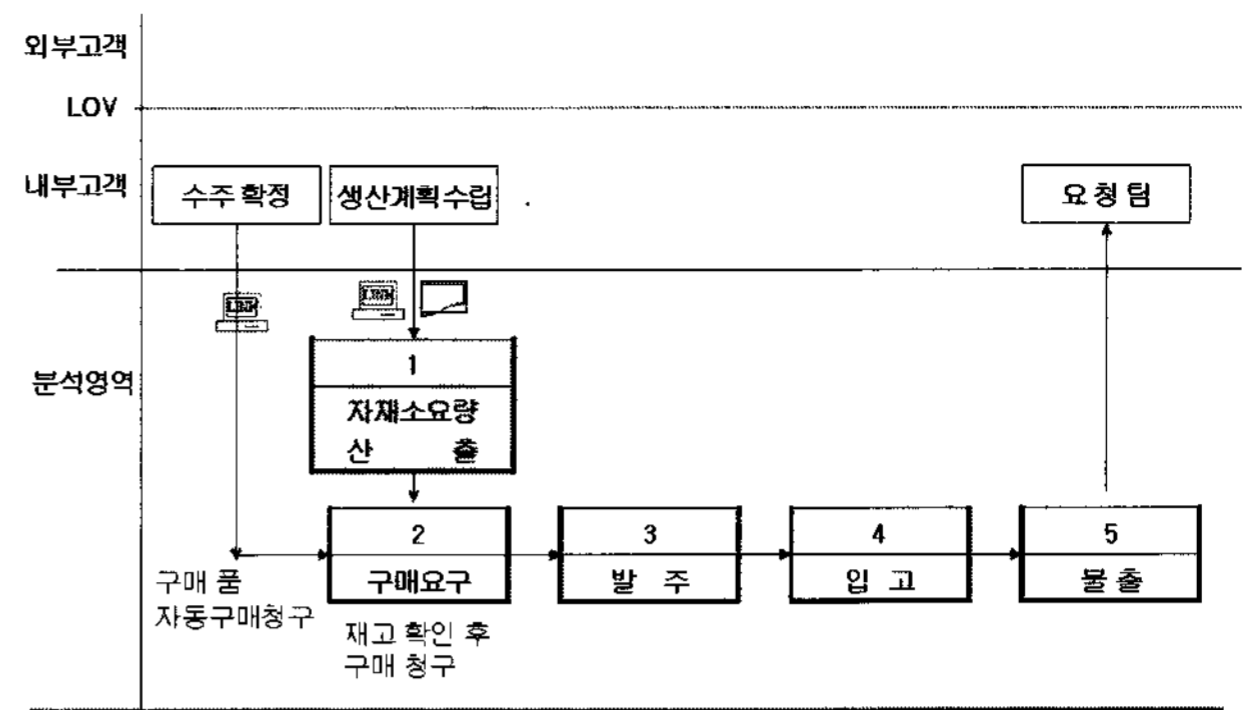
<그림 3> 개선 전 영업프로세스



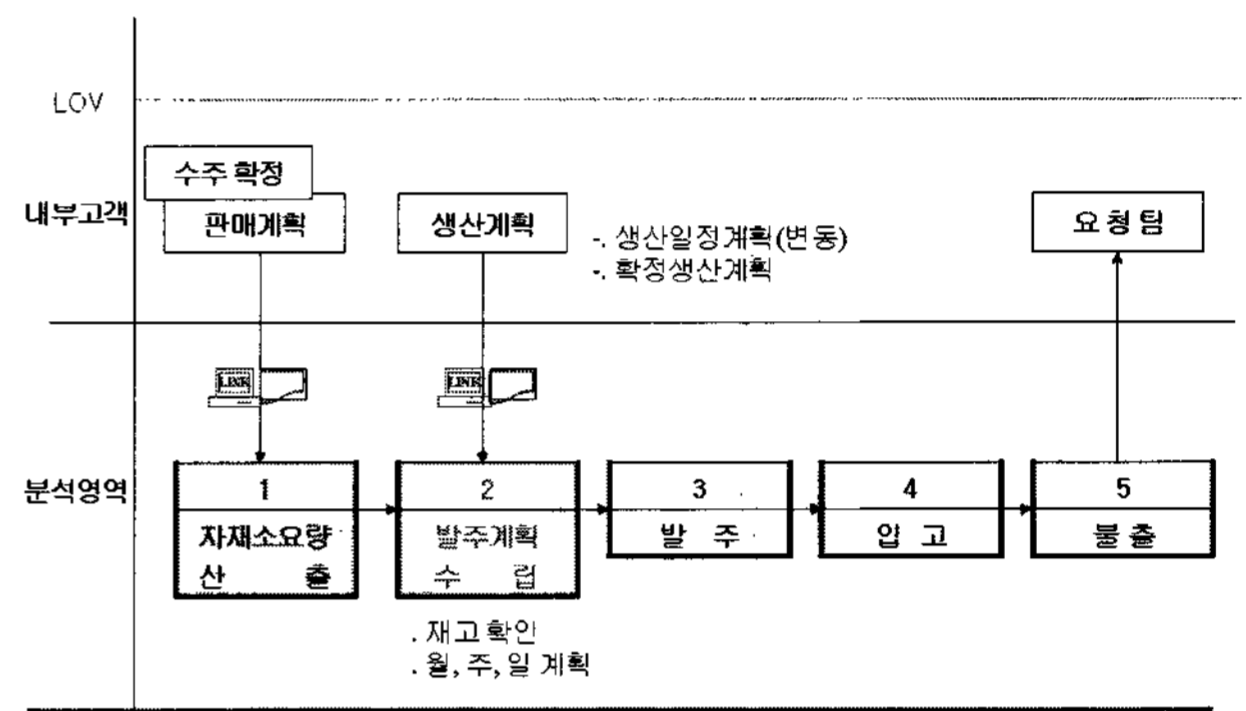
<그림 4> 개선 후 영업프로세스

<그림 5> 및 <그림 6>는 개선 전과 개선 후 자재 프로세스이다.

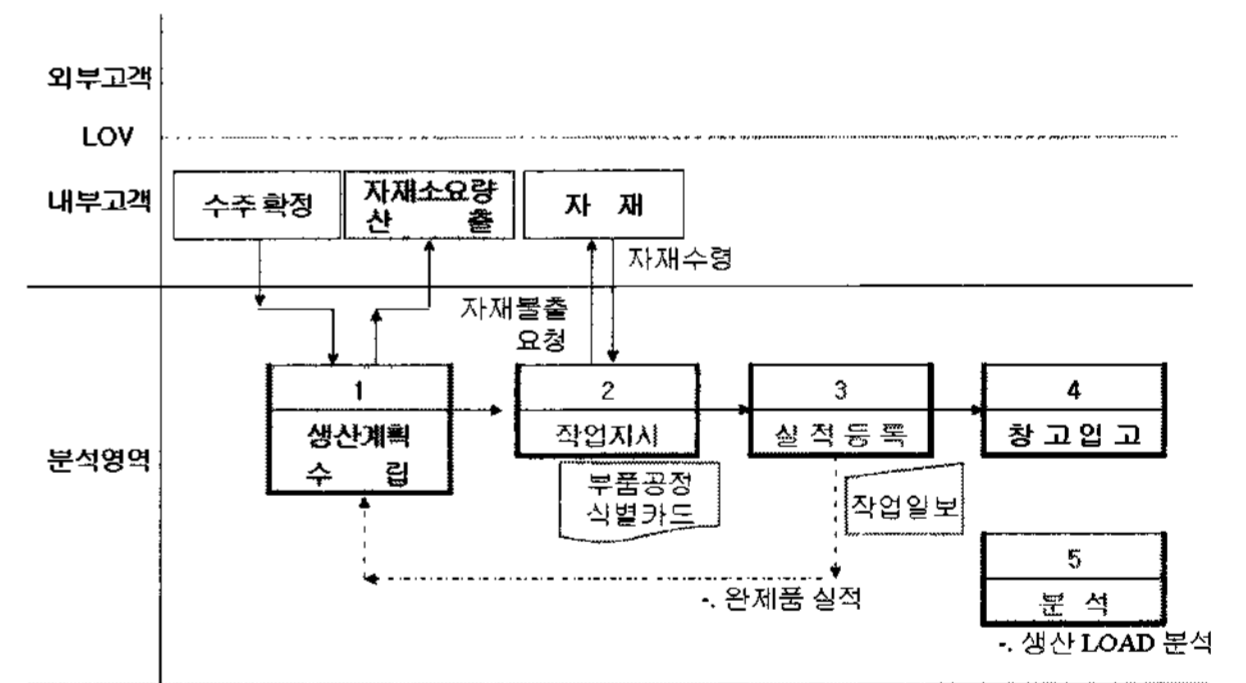
<그림 7> 및 <그림 8>은 개선 전과 개선 후 생산 프로세스이다.



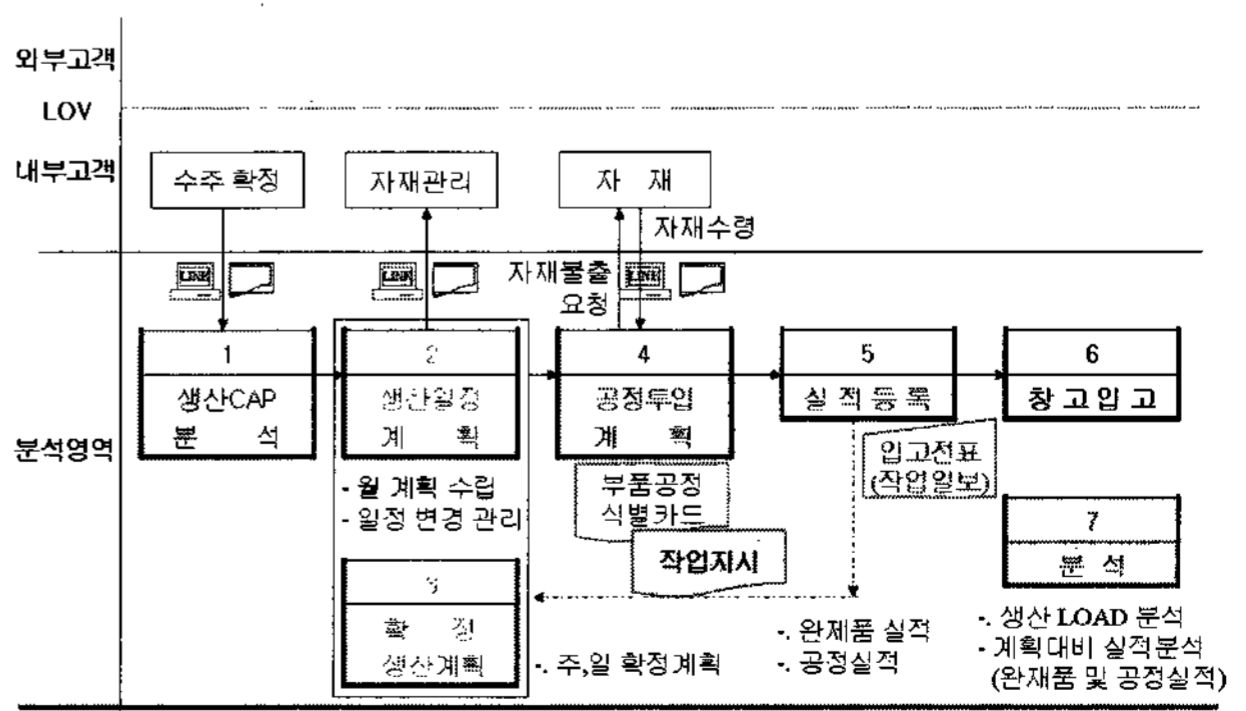
<그림 5> 개선 전 자재 프로세스



<그림 6> 개선 후 자재 프로세스

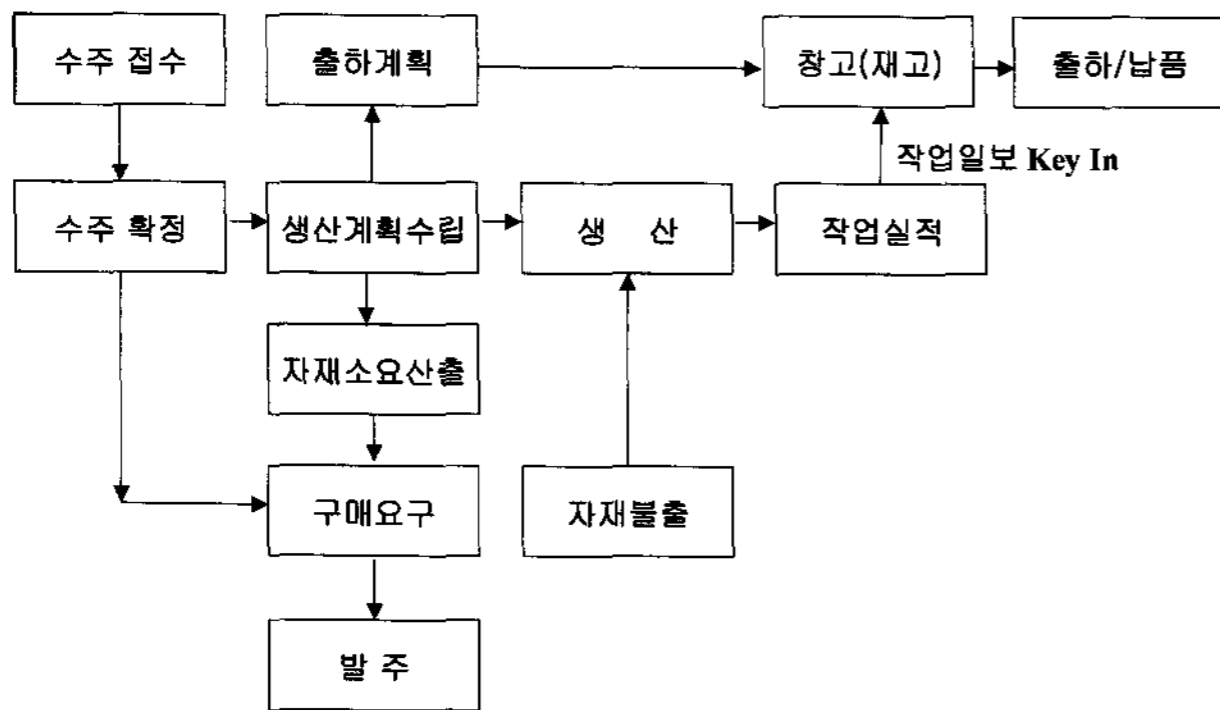


<그림 7> 개선 전 생산 프로세스

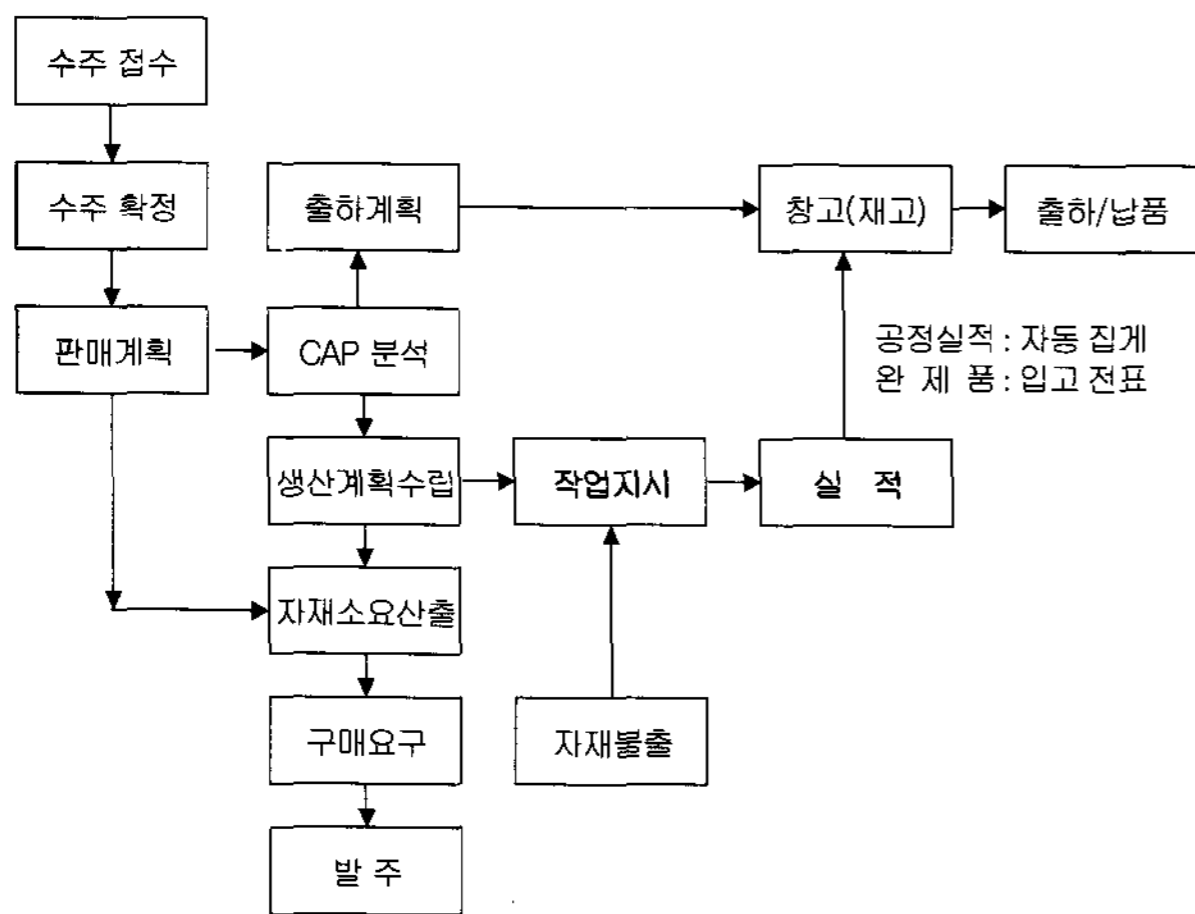


<그림 8> 개선 후 생산 프로세스

각 부분별 분석을 종합하여 <그림 9>에서 <그림 10>로 전체 업무를 재설계하였다. 즉, 개선 전에는 수주로부터 판매계획 및 생산 능력분석 등을 수행하지 않아 합리적인 생산계획 수립에 어려움이 있었다. 또한 작업일보에 의한 수작업으로 공정실적 집계 등의 각종 생산정보의 입력 오류 및 누락 등이 발생하고 있었다. 따라서 실시간 생산정보 수집을 위해 업무 표준 및 작업표준 등을 재 정의하여 수주에 의한 판매계획, 생산능력 분석 및 공정실적을 집계할 수 있는 프로세스로 재설계 하였다.



<그림 9> 개선 전 업무 프로세스



<그림 10> 개선 후 업무 프로세스

3. 실시간 공정모니터링 시스템 개발

본 연구에서 개발한 실시간 공정모니터링 시스템은 크게 하드웨어와 소프트웨어로 구분할 수 있다. 하드웨어는 Server 용 컴퓨터, 단말기 및 Network 등으로 구성되어 있다. <표 1>은 하드웨어 주요 개발 내용이다.

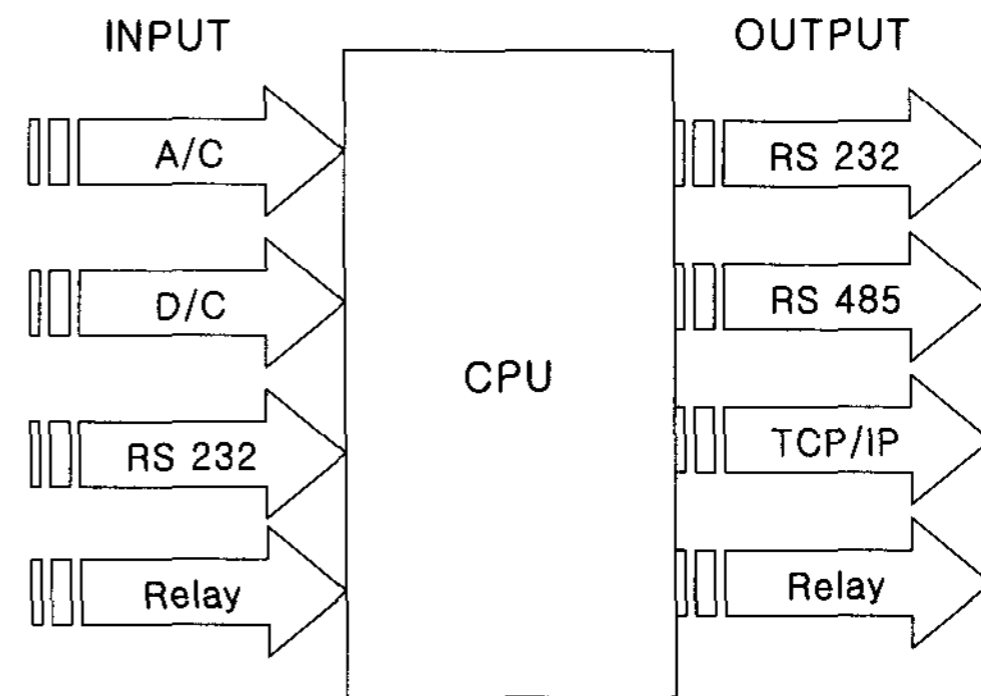
Server 용 컴퓨터는 일반 범용 PC를 사용하였다. 그리고 단말기의 메인보드는 CPU, 입력, 출력 및 전원으

로 구성되어 있다. 단말기 CPU는 CB220을 사용하여 양방향 I/O 및 프로그램, 데이터 등의 메모리기능을 지원하고 있다.

<표 1> 하드웨어 주요 개발 내용

구분	주요 사양	
컴퓨터	Intel 3.2 GHz/1GMB GeForce 6200	
단말기	CPU	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 프로그램 메모리 지원 ◦ 외부 인터페이스 지원
	입/출력	<ul style="list-style-type: none"> ◦ TCP/IP ◦ RS232 and 485 ◦ Relay
	전원	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Input : AC 85V~264V ◦ Output : 24V, 0.7V

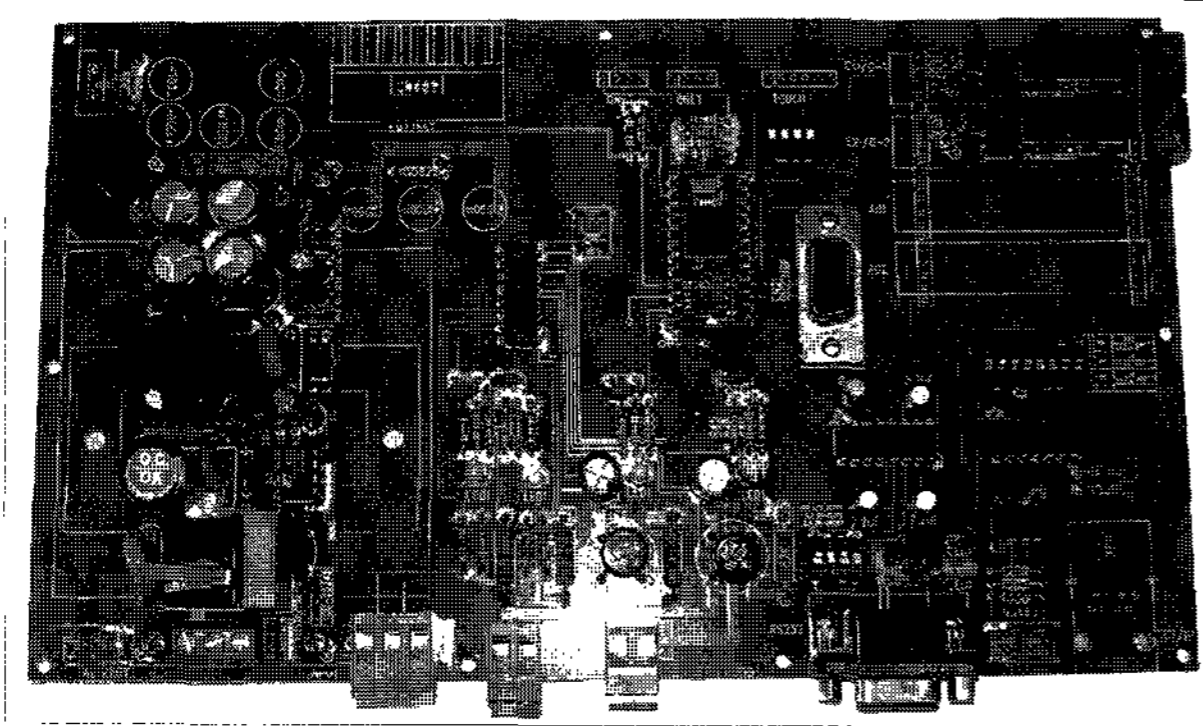
단말기의 입력 및 출력의 역할은 Server 컴퓨터로부터 각종 생산정보를 수신하고, 현장에서 발생하는 각종 생산정보를 실시간 수집하여 Server 컴퓨터로 전송하는 기능을 수행한다. 이러한 입력장치(단말기)는 A/C 및 D/C 릴레이, TCP/IP 및 RS-232 통신포트로 구성되어 있다. 데이터 전송을 위해서 릴레이 및 덩(DIP)스위치를 사용하여 RS-232, RS-485 및 TCP/IP 등으로 자유롭게 변경이 가능하도록 개발하였다. <그림 11>은 통신보드의 기본 구성도이다.



<그림 11> 통신보드 기본구성

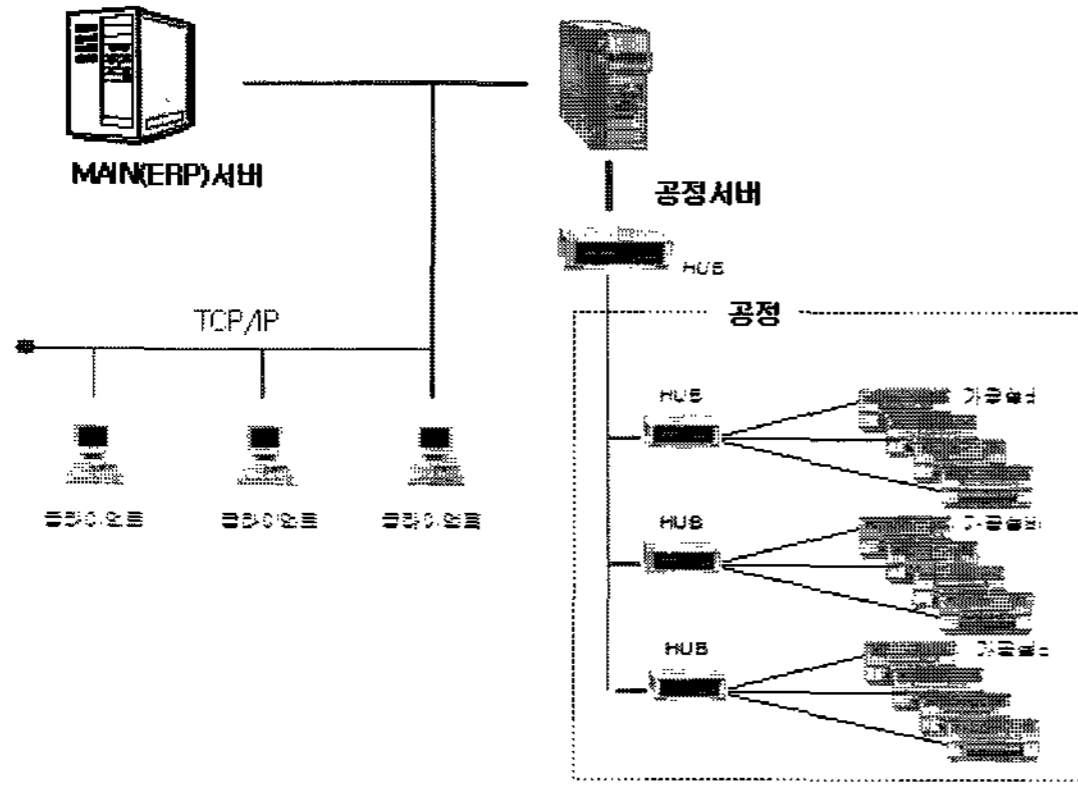
전원부에는 정전압 회로와 회로보호 및 오동작 방지를 위하여 포토커플러(photocoupler)를 이용하여 회로를 구성하였다. 포토커플러는 빛을 이용하기 때문에 잡음에 강하고, 시스템을 구성하는 장치 간의 전류를 절연할 수 있으며, 각 장치마다 접지가 가능하다. 또, 장치 간의 결합용량이 작기 때문에 출력 쪽의 신호가 입력 쪽으로 되돌아가는 일이 없는 등의 장점이 있다. 이 때문에 전기회로 및 단말기 등을 포토커플러를 매개해서 결합하면, 전원전압의 차이나 기계 등에서 발생하는 잡

음에 신경을 쓸 필요가 없어 회로설계가 쉬워진다. <그림 12>는 본 연구에서 제작한 단말기의 메인보드이다. 이 메인보드의 회로기판은 시중에서 저가로 구입할 수 있는 제품이며, 이 기판위에 앞서 언급한 부품들을 장착하여 완성하였다. 그리고 단말기 케이스는 시중에서 쉽게 구입할 수 있는 산업용 플라스틱 케이스를 이용하였다.



<그림 12> 단말기 메인 보드

또한 생산정보 수집을 위한 Network 구성은 <그림 13>과 같이 구축하였다.



<그림 13> Network 구성

본 연구에서 개발한 소프트웨어는 각종 코드 및 공통 정보 등을 관리하는 기준정보관리 모듈, 작업지시 및 공정실적 관리 등을 하는 공정관리 모듈, 실시간 현장 모니터링 및 실적 관리하는 모니터링 모듈, 생산일보 및 공정불량 및 재공 등을 분석하는 현황분석 모듈, 설비의 금형교환 주기 및 금형관리를 위한 설비관리 모듈, 공정에서 발생하는 각종 품질정보를 수집하여 분석하는 SPC 모듈, MIS 및 ERP 등의 생산정보를 단말기 송신 및 단말기에서 상위 시스템으로 수신하는 MIS 자료

연계 프로그램 등으로 구성하였다. 그리고 자료 수집을 위한 통신모듈을 개발하였다. <표 2>는 소프트웨어 주요 개발 내용이다. 본 연구에서의 소프트웨어는 MS Visual Basic 6.0을 이용하여 개발하였다.

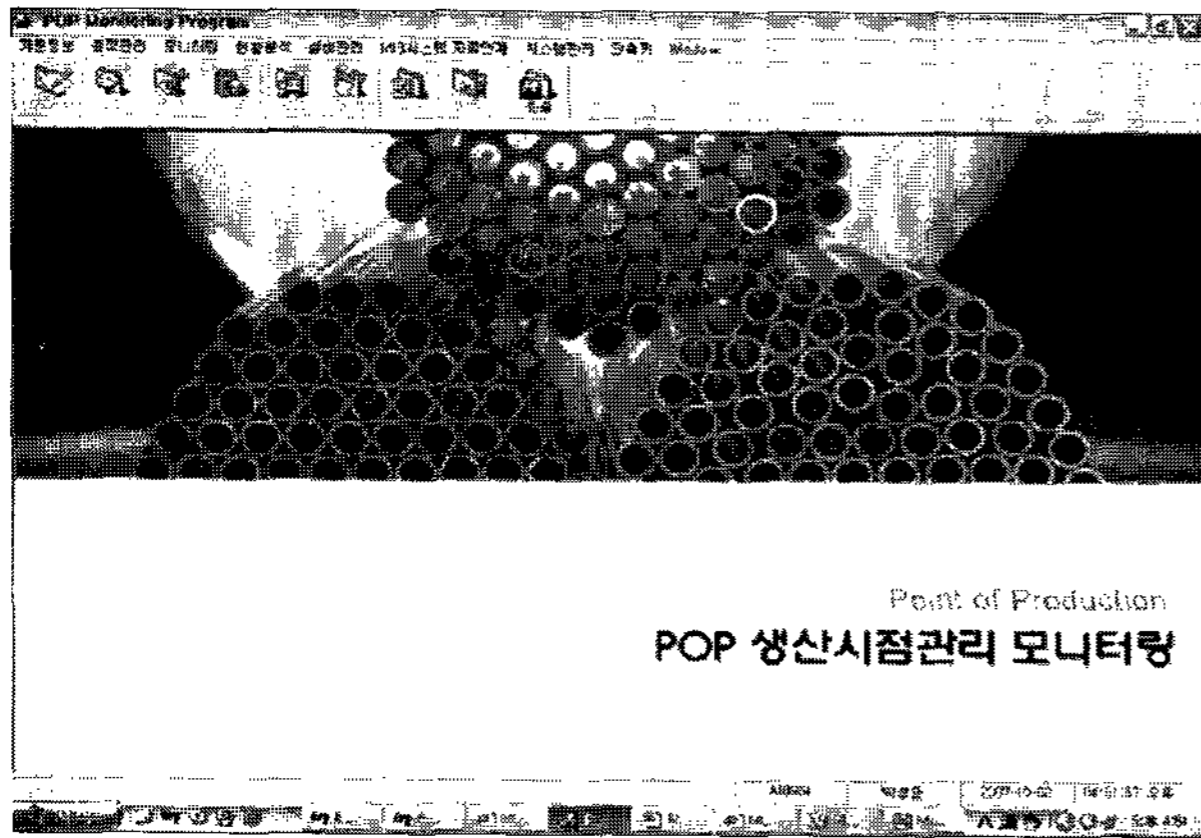
<표 2> 소프트웨어 주요 개발 내용

구분	주요내용
기준정보 관리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 코드관리 ◦ 품목 Mater 및 BOM 관리 ◦ 품목공정 관리 등
공정관리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 작업시작 및 생산실적 관리 ◦ (비)가동 및 불량 관리 등
모니터링	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 실시간 현장 모니터링 ◦ 설비 및 공정별 실적관리 ◦ (비)가동 및 불량 관리 등
현황분석	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 생산일보 분석 ◦ 공정불량 분석 ◦ 재공관리 등
설비관리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 설비금형 교체 및 내역 관리
SPC	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 관리도 ◦ 공정능력분석
MIS 자료연계	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 실시간 자료 수집 ◦ Down Load(작업지시 등) ◦ Up-load(공정 실적 등)
통신	<ul style="list-style-type: none"> ◦ TCP/IP ◦ RS-232 및 485

4. 시스템 운영

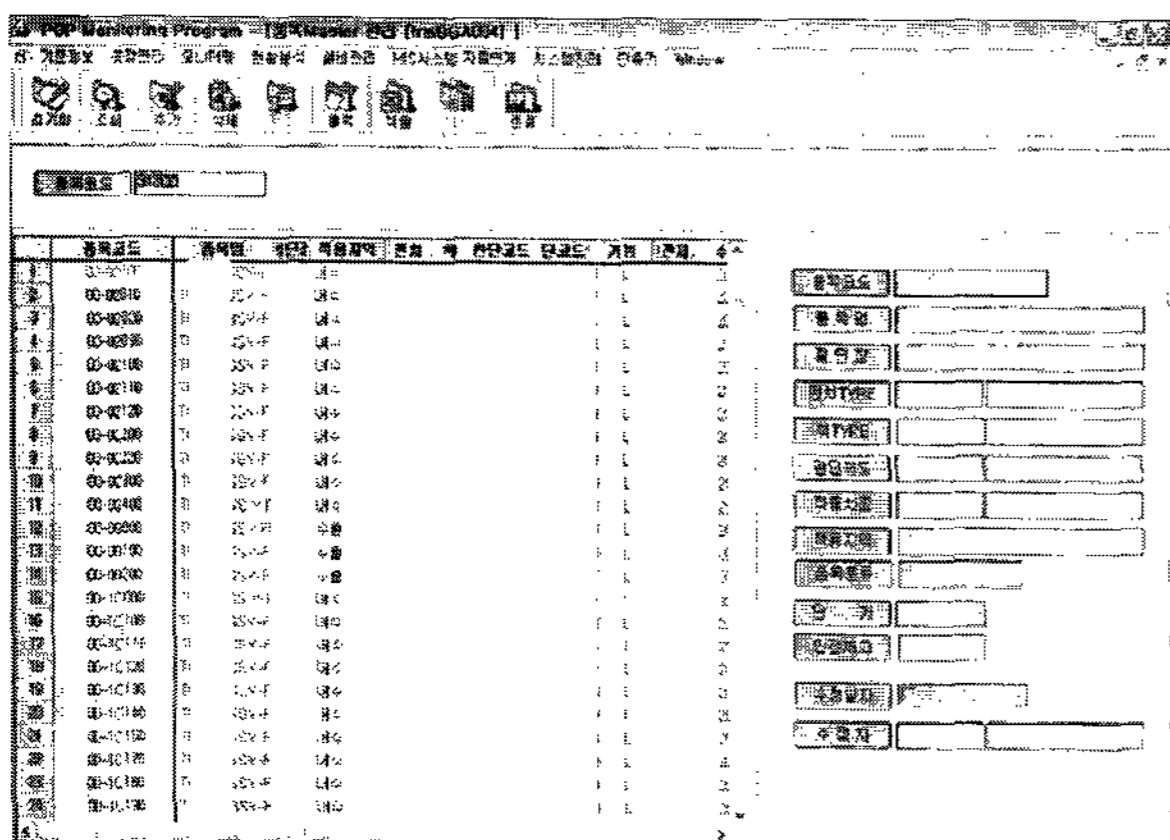
본 장에서는 본 연구에서 개발한 실시간 공정모니터링 시스템의 주요 기능에 대하여 설명하기로 한다. 먼저, 수주에 의한 판매계획, 생산능력 및 재고분석을 통하여 생산계획이 수립된다. 이러한 생산계획에 의거 공정별, 설비별, 작업자별 작업지시가 이루어지며, 작업자는 작업지시에 의해 작업하게 된다. 이때 생산설비의 릴레이 등의 출력 신호를 설비에 부착된 통신보드에서 수집하여 실시간으로 공정서버로 전송되어 진다. 또한 작업 중에 불량이 발생하게 될 경우 작업자가 불량원인 코드 및 수량을 입력할 수 있도록 하였다. 공정서버에 수집된 정보를 통하여 생산실적, 진도관리, 재공품관리, 생산흐름 추적, 라인별 상태, 불량내역, 설비 바이트 교환주기 및 (비)가동율 등을 실시간 분석 할 수 있다. 공정서버에 저장된 자료가 MIS 및 ERP 등의 시스템과 연계할 수 있도록 생산실적, 설비(비)가동, 불량자료 및 설비관리 파일 등으로 구축하였다. 그리고 통계적 공적 관리 기법을 적용하여 SPC 시스템을 추가 하였다. 이러한 각종 분석 자료를 통하여 납품 지연, 결품 방지, 과

잉생산 및 긴급생산 등을 사전에 예방 할 수 있도록 설계하였다. 시스템의 구성 기준정보, 공정관리, 모니터링, 현황분석, 설비관리, MIS 시스템 자료연계, 시스템관리, 단축키 및 Window 등 9개의 주 메뉴로 구성되어 있다. <그림 14>는 본 연구의 시스템 초기화면이다.



<그림 14> 초기화면

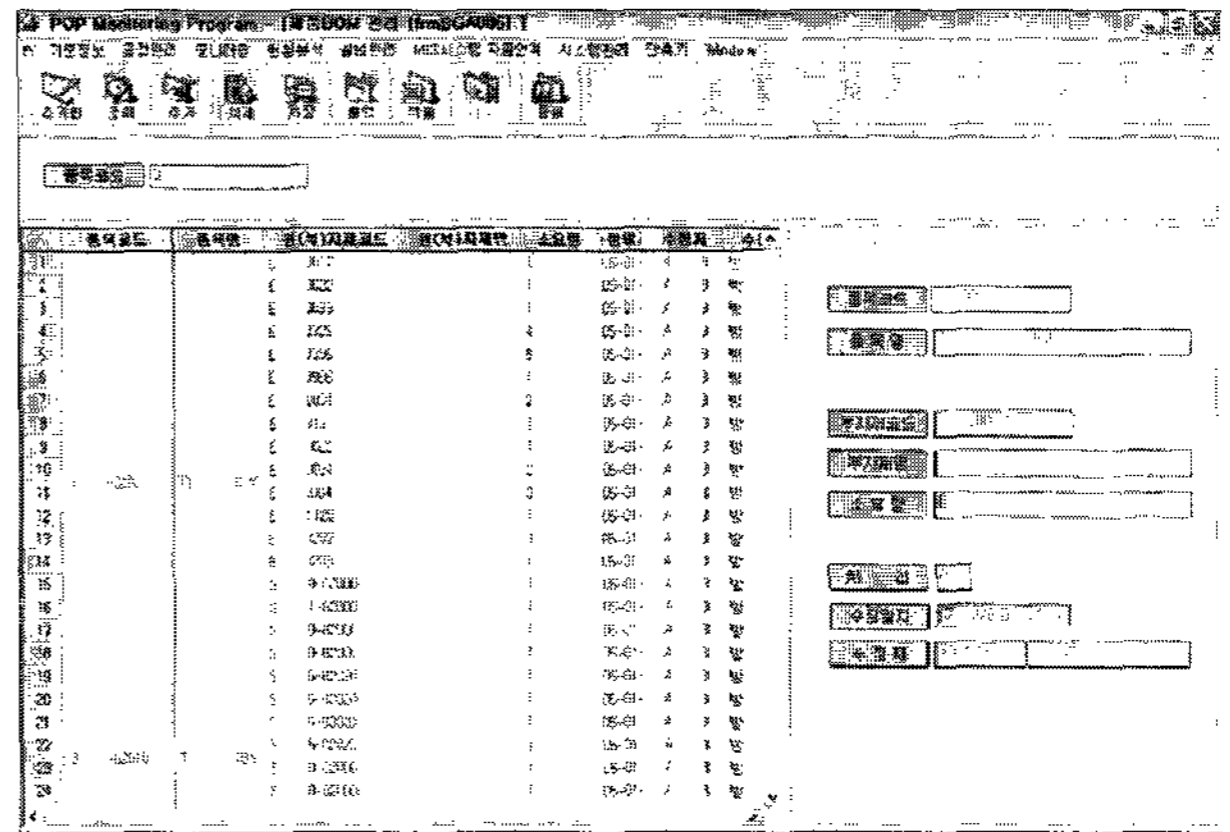
기준정보관리 모듈은 공통코드 및 사원번호 관리, 품목 및 자재 Master 관리, 제품 BOM 및 품목공정 관리, 작업공정서 관리 및 출력 그리고 공정투입계획서 관리 및 출력 등의 서브모듈로 구성되어 있다. <그림 15>는 생산을 위한 제품에 관한 정보를 등록 관리하는 품목 Master 관리 화면이다. <그림 16>은 생산 제품에 대한 BOM 관리 화면이다. 그리고 <그림 17>은 작업순위 및 공정정보를 품목코드와 연계하여 관리하는 품목별 공정 관리 화면이다.



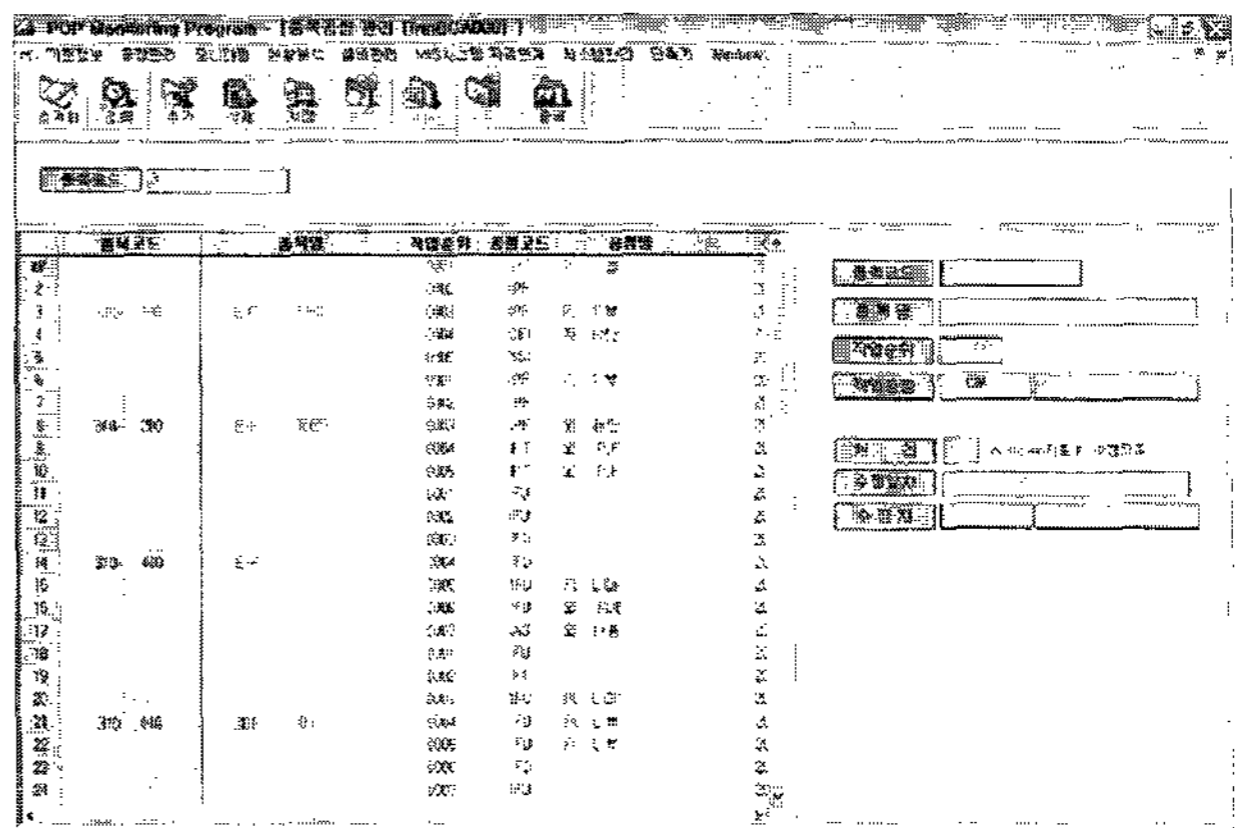
<그림 15> 품목 Master 관리 화면

공정관리 모듈은 작업시작, 생산실적, (비)가동 및 불량 등을 등록 관리하는 기능을 수행 한다. <그림 18>은 작업시작 시간과 종료 시간 및 작업시간 수정 등을 관

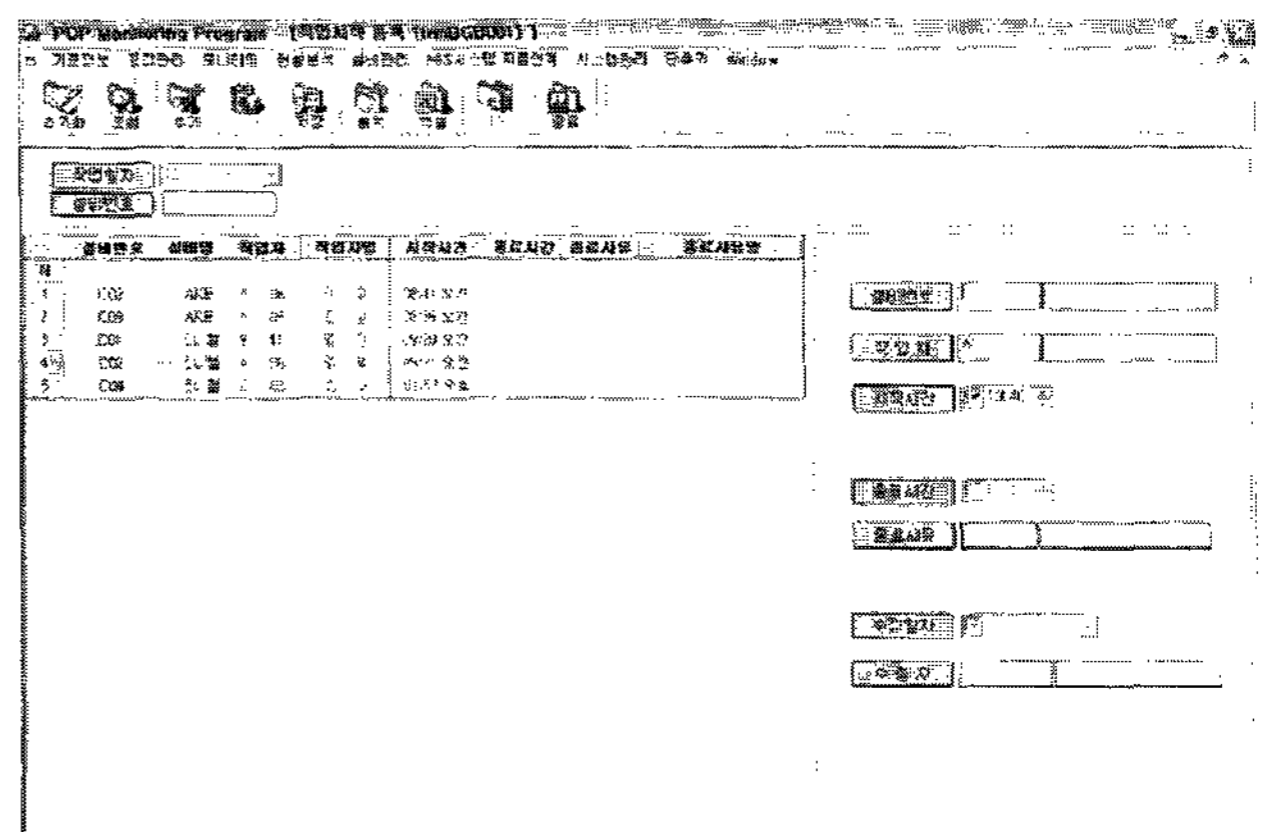
리하는 작업시작 등록 화면이다.



<그림 16> 제품 BOM 관리 화면

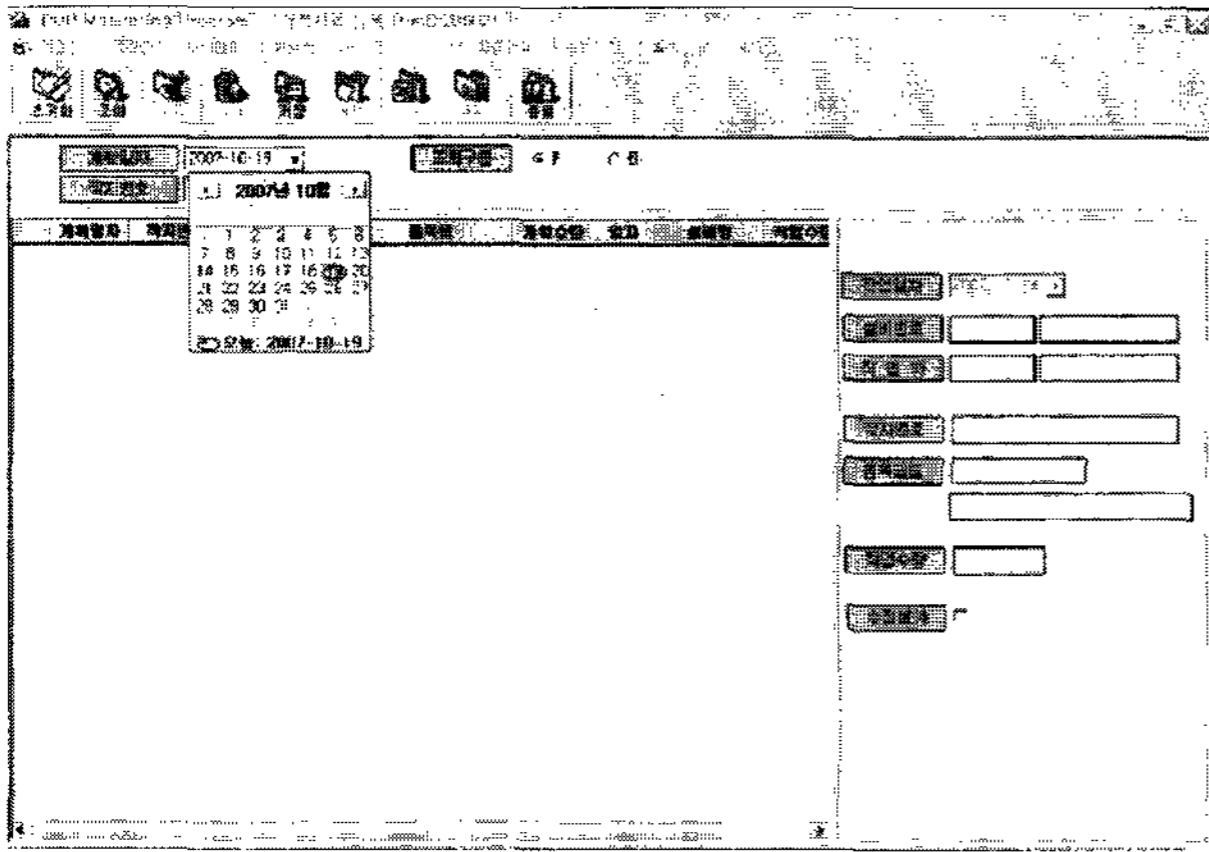


<그림 17> 품목별 공정관리 화면



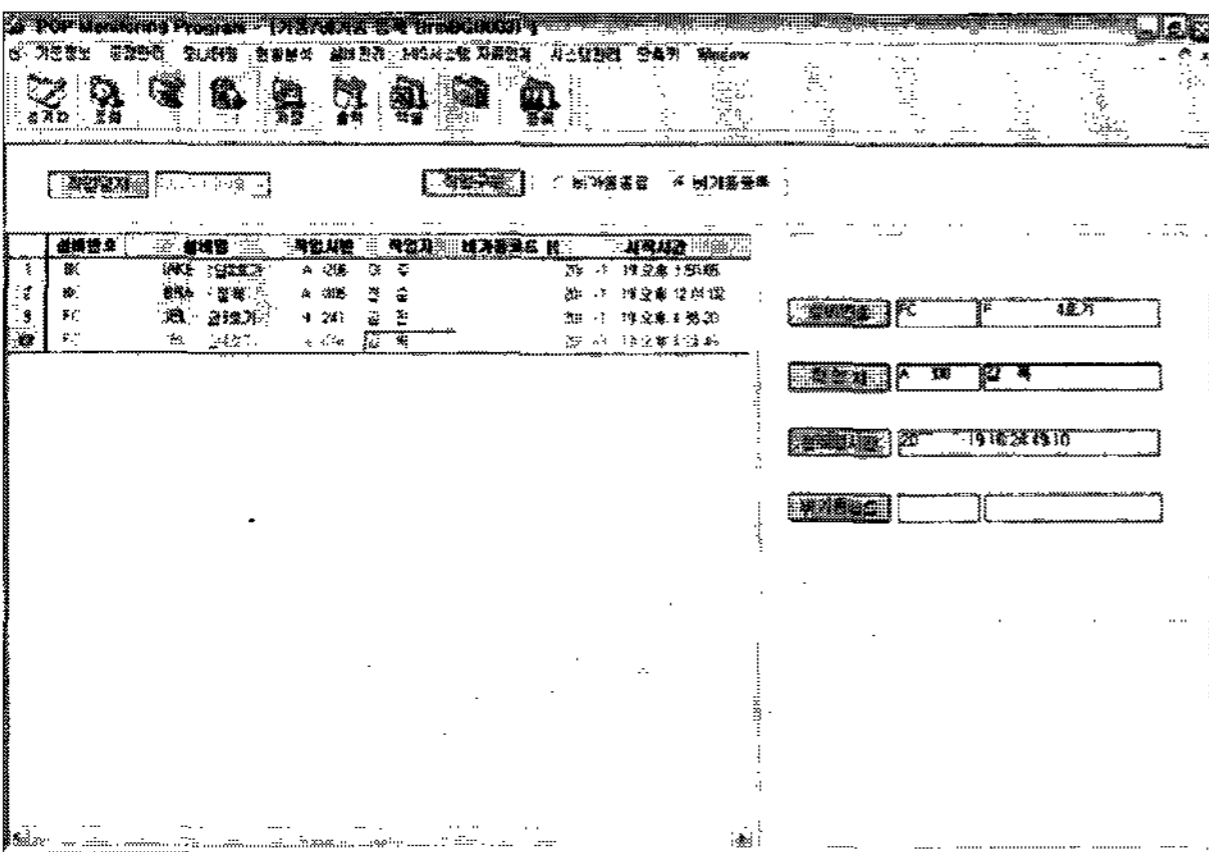
<그림 18> 작업시작 등록 화면

<그림 19>는 생산실적 등록 화면으로 시스템 에러 및 기타 원인으로 생산실적 정보가 실시간 수집되지 않을 경우를 예상하여 직접 생산실적을 등록할 수 있도록 하였다.

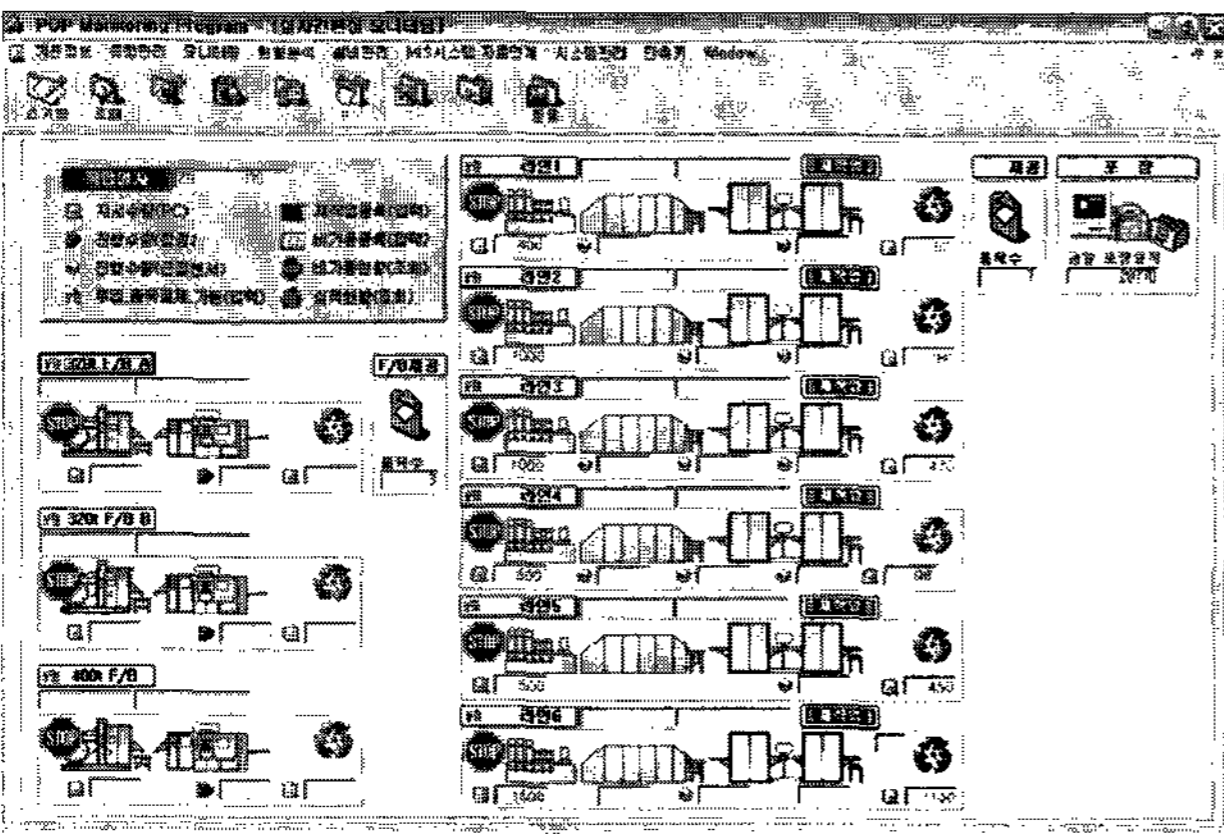


<그림 19> 생산 실적 등록 화면

<그림 20>은 설비의 가동 및 비가동 시간을 등록하는 화면이다. 비가동시 비가동 원인을 코드화 하여 등록하면 비가동 원인 코드와 비가동 시작 시간이 저장된다. 그리고 비가동 원인이 해제되어 다시 가동할 때에는 작업구분의 비가동 종료 버튼을 누르면 해제된다.



<그림 20> 가동/비가동 등록 화면



<그림 21> 실시간 현장모니터링 화면

모니터링 모듈은 실시간 현장설비 모니터링을 비롯하여, 작업자 현황, 공정별, 설비별 실적 등을 모니터링할 수 있는 기능을 갖고 있다. <그림 21>은 실시간 현장 모니터링을 수행하는 화면으로 공정별 계획대비 실적 및 불량현황을 쉽게 파악할 수 있으며, 설비의 가동 및 비가동 상태를 즉시 파악할 수 있다.

<그림 22>는 작업지시에 따른 생산실적을 관리하는 화면으로 실시간으로 계획대비 실적을 조회할 수 있다.

작업번호	작업명	작업시간	작업지시	비가동코드	작업시간
1	1501	210	ASS		406
2	1502	210	ASS		406
3	1503	210	ASS		406
4	1504	210	ASS		406
5	1505	210	ASS		406
6	1506	210	ASS		406
7	1507	210	ASS		406
8	1508	210	ASS		406
9	1509	210	ASS		406
10	1510	210	ASS		406
11	1511	210	ASS		406
12	1512	210	ASS		406
13	1513	210	ASS		406
14	1514	210	ASS		406
15	1515	210	ASS		406
16	1516	210	ASS		406
17	1517	210	ASS		406
18	1518	210	ASS		406
19	1519	210	ASS		406
20	1520	210	ASS		406

<그림 22> 작업지시별 생산수량 화면

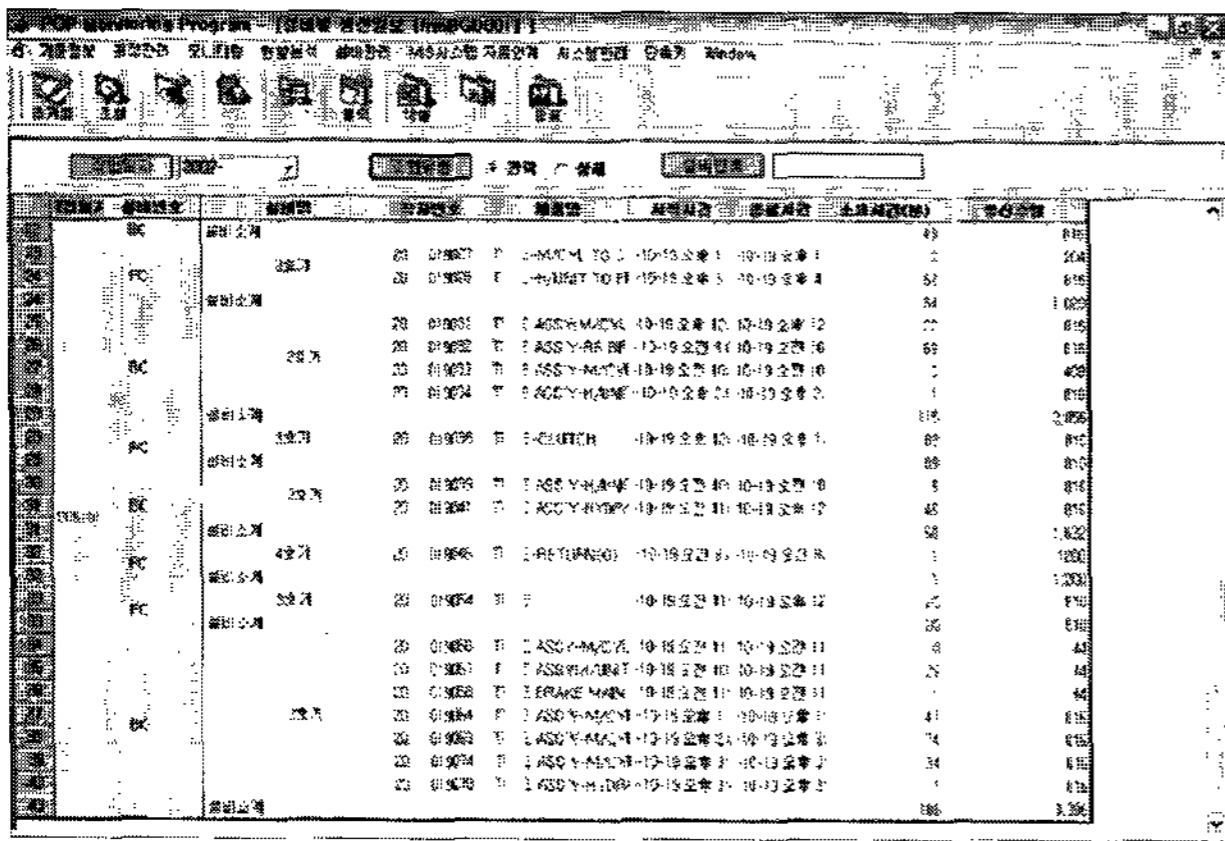
<그림 23>은 설비별 생산 실적 화면으로 실시간 설비별 작업지시 대비 생산수량을 확인할 수 있다.

작업번호	작업명	작업시간	작업지시	비가동코드	작업시간
1	1501	210	ASS		406
2	1502	210	ASS		406
3	1503	210	ASS		406
4	1504	210	ASS		406
5	1505	210	ASS		406
6	1506	210	ASS		406
7	1507	210	ASS		406
8	1508	210	ASS		406
9	1509	210	ASS		406
10	1510	210	ASS		406
11	1511	210	ASS		406
12	1512	210	ASS		406
13	1513	210	ASS		406
14	1514	210	ASS		406
15	1515	210	ASS		406
16	1516	210	ASS		406
17	1517	210	ASS		406
18	1518	210	ASS		406
19	1519	210	ASS		406
20	1520	210	ASS		406

<그림 23> 설비별 실적 조회 화면

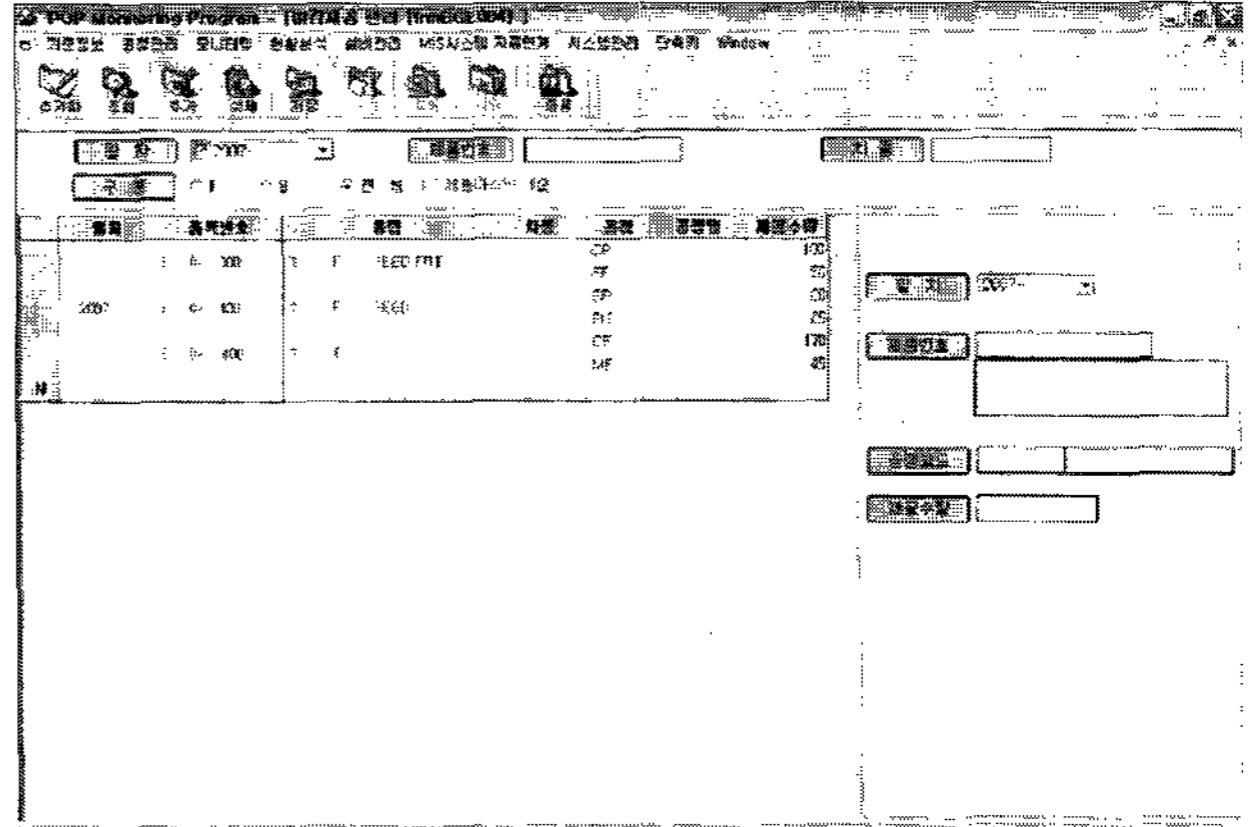
현황분석 모듈은 설비별, 공정별 및 작업지시별 생산일보 관리, 공정불량 현황, 마감 및 시점제공 등의 현황을 분석할 수 있는 기능을 갖고 있다. <그림 24>는 설비별 생산일보 화면이다.

<그림 25> 및 <그림 26>은 공정불량 현황 화면이다. 특히 <그림 26>은 공정불량을 4M으로 분석하여 정보를 제공해준다.

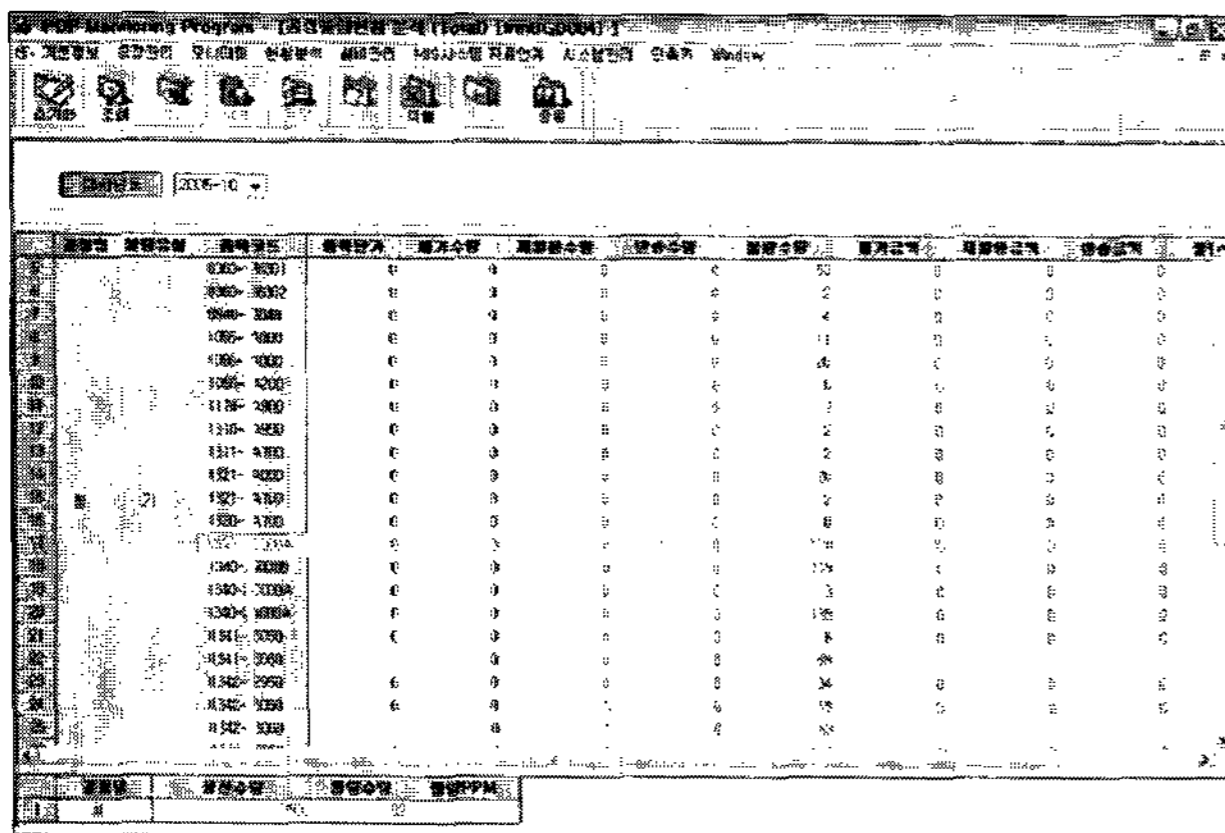


<그림 24> 설비별 생산일보 화면

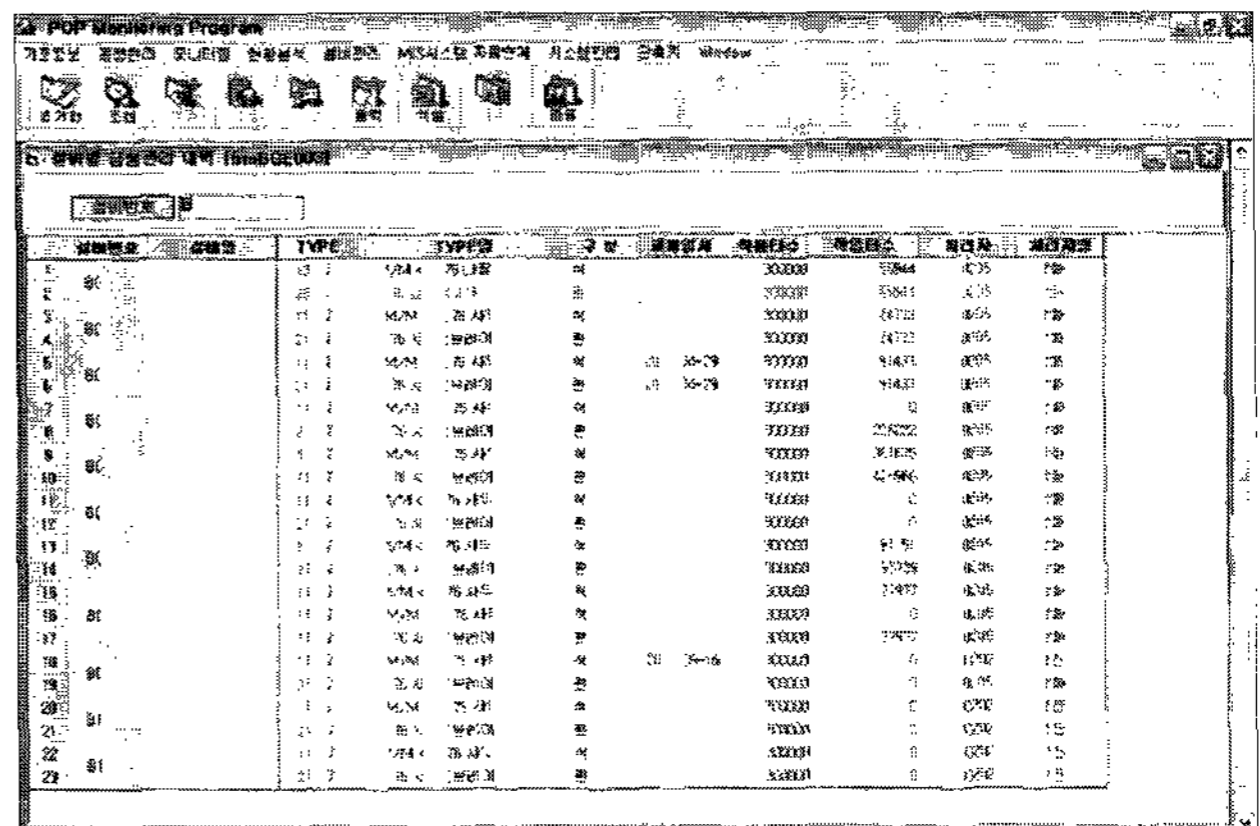
하는 기능을 갖고 있다. <그림 28>은 설비별 금형관리 내역화면으로 설비에 따른 금형 교체 일자, 교체 주기 및 향후 교체 기간 등을 예측 할 수 있는 조회 화면이다.



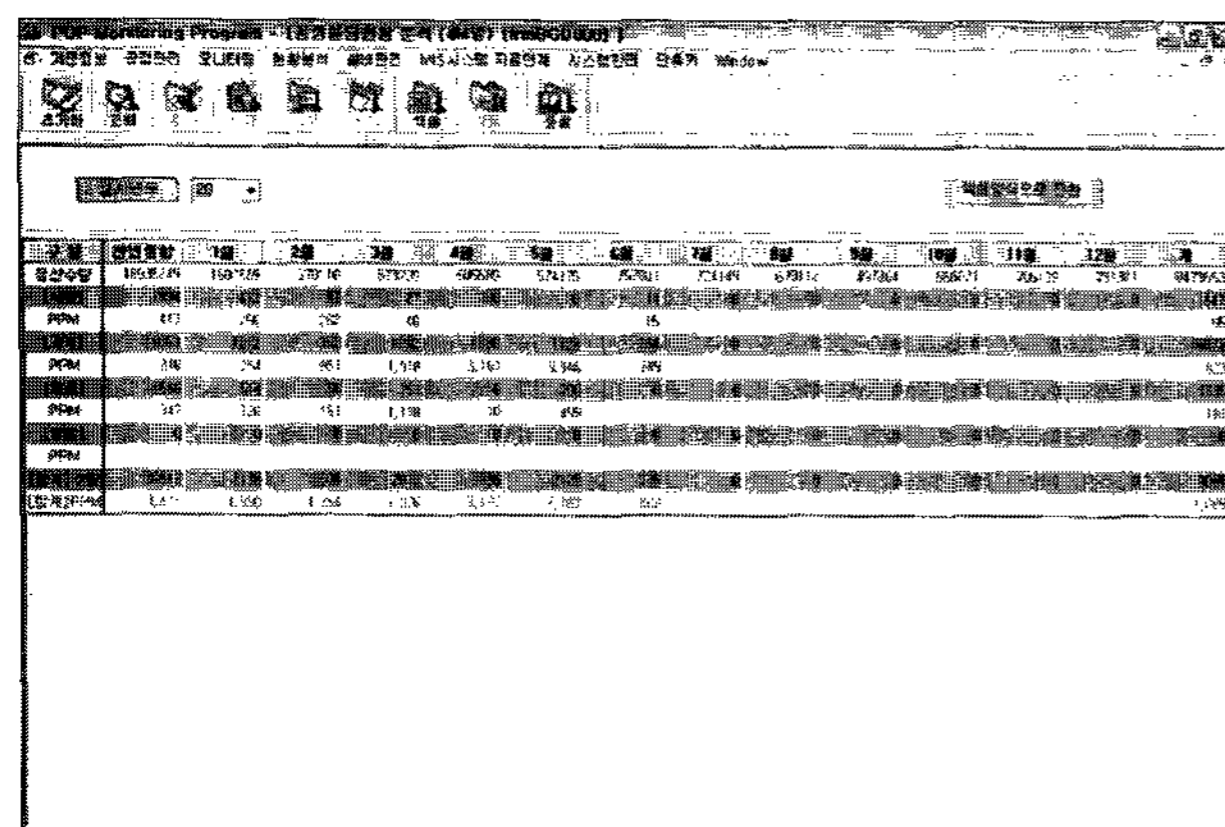
<그림 27> 마감 재공관리 화면



<그림 25> 공정불량현황 화면



<그림 28> 설비별 금형관리 내역 화면



<그림 26> 공정불량 4M 분석 화면

<그림 27>은 마감 재공관리 화면으로 생산 당일 결산처리하게 되면 공정별 재공품 현황 등을 조회 할 수 있는 화면이다.

설비관리 모듈은 금형이력 및 설비별 금형 교체관리 등을 관리하는 곳으로 설비별 금형관리는 설비에 필요한 금형사양 및 금형 사용횟수 및 교환 주기 등을 관리

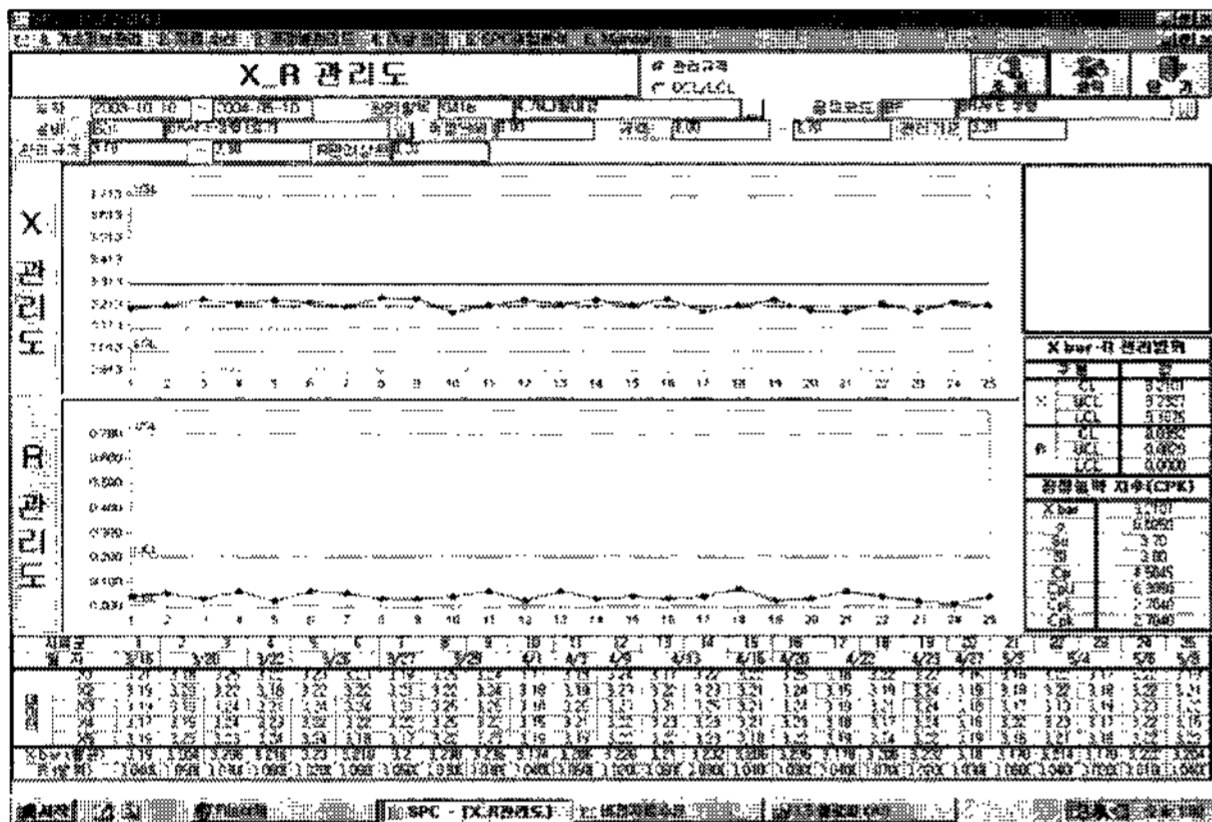


<그림 29> 공정정보 수신 화면

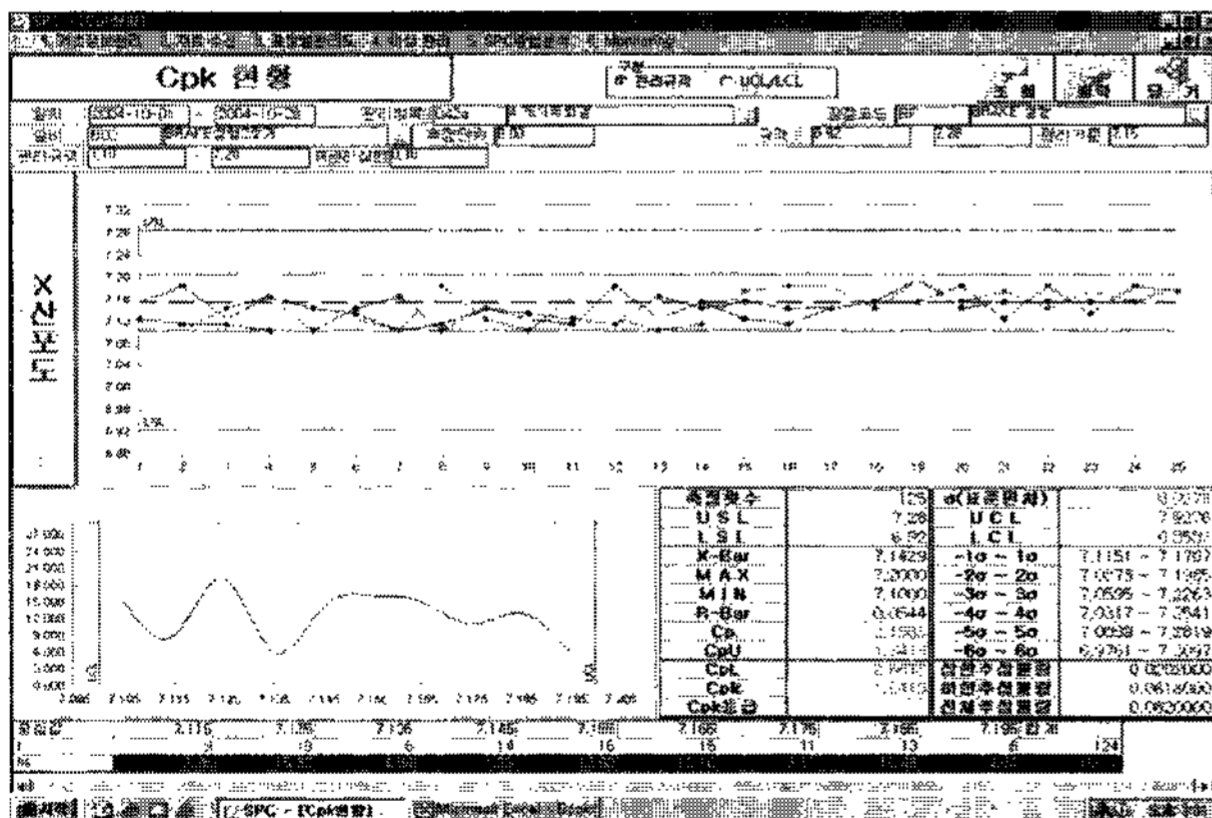
그리고 MIS 시스템 연계 화면으로 MIS 및 ERP 시스템과의 보다 효율적인 정보 활용을 위한 메뉴이다. 이 메

뉴에는 Server 컴퓨터와 단말기 간의 자료 교환을 위한 Down 및 Up Load 등을 할 수 있다. <그림 29>는 MIS에서 단말기로 공정정보를 수신하는 화면으로 기초정보 및 설비별 작업자, 설비별 작업지시 정보 등을 현장 단말기로 전송 할 수 있다.

SPC 모듈은 제품의 산포를 관리를 위한 관리도 작성 서버모듈과 공정능력분석 서버모듈로 구성되어 있다. 이 모듈은 Montgomery[11]의 관리도 및 공정능력분석 절차를 이용하여 프로그램하였다. <그림 30>은 관리도를 일자별 조회할 수 있는 화면이다. 그리고 <그림 31>은 공정능력분석결과(Cpk) 조회 화면이다.



<그림 30> SPC의 관리도 출력 화면



<그림 31> SPC의 공정능력분석 화면

5. 결 론

현재 산업 현장에서 많이 사용되고 있는 생산정보 수

집용 단말기 및 PLC는 상당히 고가이며, 운영에 제약이 많아서 전문가가 아니면 커스터마이징하기 어렵다. 그리고 상용화된 실시간 공정관리용 시스템은 소프트웨어 및 하드웨어 비용 등이 중소기업에서는 상당한 부담이 되고 있다. 이에 본 연구에서는 실시간 공정모니터링을 위한 시스템을 상대적으로 저가 구축하는 방안을 논의하였다. 먼저, 데이터 송수신을 위한 단말기 제작 방법과 하드웨어 구축 방법에 대하여 논의하였고, 실시간 공정관리를 위한 소프트웨어 구성 방법에 대하여 논의하였다. 본 연구에서 개발한 시스템에서 지원되는 통신 프로토콜은 산업현장에서 사용되고 있는 TCP/IP, RS-232, RS-485 및 릴레이 기능 등을 지원하고 있어 그 활용범위가 넓을 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] 제민권, 옥영석; “수주생산환경에서의 일정계획시스템 개발 : 조선기자재 업체”, 대한산업공학회 2003 추계학술대회 발표논문집, 평창휘닉스파크 : 430-434, 2003.
- [2] 이상태; “조선기자재 산업의 실태분석과 발전방향”, 대한조선학회지, 41(1) : 33-47, 2004
- [3] 김영주; “첨단 기자재 및 관련기술”, 대한조선학회지, 41(2) : 35-46, 2004.
- [4] 박성영; “중소 조선기자재 업체의 자재추적관리 시스템 개발”, 석사학위논문, 동의대학교, 2004.
- [5] 김호균, 배창욱, 박성영, 김승철, “멤브레인 생산업체를 위한 자재추적관리 시스템 개발”, 동의대학교 정보통신연구지, 6(2) : 2005.
- [6] 이정현; “조선기자재 조달 시스템에서의 실시간 정보공유를 위한 프로세스 재설계”, 석사학위논문, 부산대학교, 2006.
- [7] 서준용, 김재균, 고재문; “수주생산방식에서 생산정보시스템 설계방법에 관한 사례연구”, 산업공학, 12(4) : 514-521, 1999.
- [8] 배상윤; “중소기업 정보화의 실제적 목표와 접근”, 산업경영시스템학회, 28(4) : 41-47, 2005.
- [9] 양해진; “2006년 중소기업 정보화 수준평가 결과보고서”, 2006.
- [10] Frinkelstein, C.; Information Engineering, Computer World, 1991.
- [11] Montgomery D. C.; Introduction to Statistical Quality Control, 5th Edition, John Wiley and Sons, 2004.