

터빈/발전기 생산업체의 품질검사 관리시스템 개발

박창권

울산대학교 산업공학과

박주영

울산과학기술대학교 공업경영과

Development of a Quality Inspection Control System for a Turbine/Generator Production Industry

Chang Kwon Park

Dept. of Industrial Engineering, University of Ulsan

Joo Young Park

Dept. of Industrial Engineering, Ulsan College

Abstract

In order to intensify an enterprise competition, quality inspection controls are very important issue. An organization or division of a company hopes which to acquire the quality inspection information be updated in real-time with respect to shop floor.

In this paper, we develop a quality inspection control system for a Turbine/Generator production industry. The system comprises inspection scheduling module related to shop floor control (SFC) system, formal documentation control module, and formal inspection control module. In the quality inspection control system, ORACLE RDBMS is used for the database management system and ORACLE DEVELOPER 2000 is used for system development tool. The characteristic of this system is to support so it can enhance productivity and quality through inspection plans related to production scheduling.

1. 서론

21세기 무한 경쟁시대를 맞이하여 수주방식 생산업체의 경쟁력 강화를 위해서는 인력과 설비를 효율적으로 활용하고, 제품의 적기 인도를 달성하는 등 제품의 품질 경쟁력을 높이는 것이 필수적이다[임석현, 1996]. 그리고, 고객이 요구하는 품질 수준에 부합하기 위해서는 제품의 품질에 영향을 주는 변수, 즉 원자재 및 부자재의 품질, 설비의 성능, 측정장비의 검·교정, 관리자와 작업자의 훈련과 경험, 기술수준, 제품의 취급 및 보관방법, 작업현장의 작업환경 등에 대한 효율적인 관리가 무엇보다 중요하다[전영호와 이관석, 1995]. 따라서, 고객의 요구에 대해 부응하고, 기업 경쟁력 강화 등을 위한 품질관리의 역할도 다른 시스템에 비해 결코 뒤떨어져서는 안 된다. 좋은 품질의 제품을 생산하는 것도 중요하지만, 위에서 열거한 여러 변수들을 체계적으로 통제, 관리할 수 있는 품질관리 시스템이 절대적으로 필요하다. 품질관리의 업무 영역에도 전산화를 통한 업무의 표준화를 이루어 품질관리의 효율 향상과 신속하고 정확한 검사체제를 구축해야 한다[신완선과 조원양, 1997].

최근 생산현장에서의 컴퓨터 활용도가 높아짐에 따라 여러 가지 목적을 동시에 고려하는 품질관리 시스템이 요구되고 있다. 본 연구에서는 전형적인 수주방식의 특성을 갖는 발전소용 터빈과 발전기(Turbine and Generator: T/G)를 생산하는 업체를 대상으로 품질관리 업무의 효율을 높이기 위하여, 품질관리 업무의 체계화를 통해 이를 지원하기 위한 검사관리 시스템을 개발하고자 한다. 연구대상 업체는 업무의 표준화가 미흡하고, 많은 검사 항목에 대한 데이터 정리 및 분석의 효율성이 떨어지며, 품질관리 Point 및 관리방안이 제대로 설정되어 있지 않은 실정이다. 따라서 품질관리의 안정화를 위한 업무와 데이터관리 체계의 정립, 정보 공유를 위한 데이터베이스 시스템과 이를 분석할 수 있는 품질관리 시스템의 구축이 절실히 필요하다.

우선적으로 발전소용 터빈과 발전기 생산업체에 대한 품질관리 업무의 체계적인 분석을 통한 표준화와 데이터의 관리체계 및 검사체계를 확립하여, 품질검사 항목에 대한 많은 양의 데이터 관리에 필요한 데이터베이스 시스템을 구축한다. 그리고, 이에 대한 체계적인 분석을 통하여 통계정보를 제시하여 품질비용(quality cost)의 절감과 품질향상을 이룩하여 고객의 신뢰감을 증진시키고 기업의 경쟁력을 증대시키는 업무를 지원하기 위한 검사관리 시스템을 개발한다. 검사관리 시스템에 적용한 데이터베이스 시스템은 ORACLE RDBMS를 사용하며, 시스템 개발 도구로는 ORACLE DEVELOPER 2000을 사용하여 개발한다. 본 연구에서 개발한 검사관리 시스템은 단순 품질검사 활동을 발전시켜 정확한 데이터에 의해 공정의 상태를 확인하고 입고 및 출하 검사와 연계하여 신속한 품질 정보의 분석으로 최종 생산 제품의 품질향상은 물론 공정의 안정화를 통한 생산성 향상, 품질 개선 등을 이룰 수 있도록 한다.

다음 절에서는 본 논문의 연구대상 업체에 대한 업무 현황 및 문제점을 대하여 간략히 설명한다. 또한, 연구의 범위 및 내용을 정의한 후 검사관리 시스템을 개략적으로 설계한다. 3절에서는 검사관리 시스템을 구축하는데 필요한 정보를 일일검사와 통계관리로 나누고 정보의 입력과 검사계획 수립, 항목관리 등의 메뉴를 구성하여 현장

작업자가 쉽게 처리할 수 있도록 개발한 검사관리 시스템에 대하여 설명한다. 그리고, 마지막 절에서는 개발된 시스템에 대한 기대 효과 및 향후 과제를 기술한다.

2. 검사관리 시스템의 설계

2.1 시스템 현황 및 분석

본 연구의 대상 업체는 발전소용 터빈과 발전기(T/G)를 생산하는 공장으로 전적으로 주문에 의해 이루어지는 수주생산방식(Make-to-Order)의 특징을 갖고 있다. 일반적으로 한 번의 주문에 대해 주문량은 하나인 경우가 대부분이다. 생산되는 제품의 종류로는 스팀 터빈(steam turbine), 가스 터빈(gas turbine), 박용 터빈, 발전기 등이 있다. <표 1>은 터빈/발전기 공장에서 생산되는 주요 제품에 대한 nominal rating과 연간생산능력을 나타낸 것이며, 현재 생산하고 있는 제품을 7종류의 제품군으로 분류할 수 있다.

터빈/발전기 제품은 국내와 해외로부터의 주문에 의해 생산되어지며, 주문업체의 프로젝트 일정계획에 의해 납기가 결정되어지는 특징을 가지고 있다. 따라서, 정확한 납기 내에 고객이 요구하는 품질 수준에 부합하는 제품을 생산하여야 한다. 이러한 업체의 경쟁력 강화와 품질 향상을 위해서는 인력과 설비의 효율적인 활용, 제품의 납기 준수와 체계적이고 통합적인 생산관리 시스템 뿐만 아니라 생산된 제품의 품질 수준을 체계적으로 통제, 관리할 수 있는 품질관리 시스템이 절대적으로 필요하다.

< 표 1 > 생산 제품의 분류와 처리능력

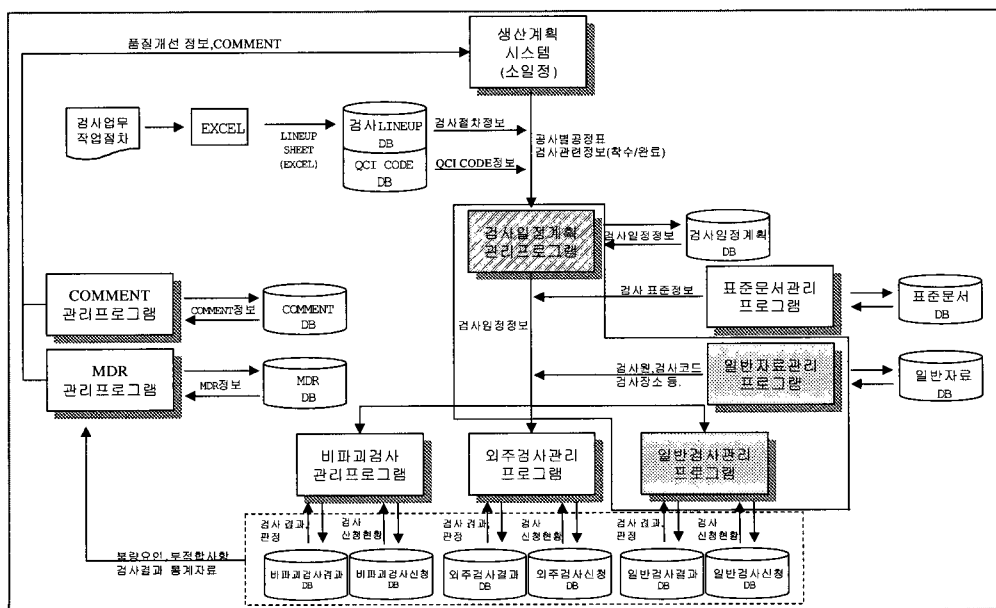
제 품 분 류		Nominal Rating	연간생산능력
Turbine	화력 및 원자력 발전소용 Steam Turbine	50MW ~ 1,300MW	3,000MW
	복합 화력 발전소용 Gas Turbine	50MW ~ 160MW	
	LNG 선박용 Steam Turbine	15.4MW ~ 36.7MW	
Generator	화력 및 원자력 발전소용 Generator	50MW ~ 1,300MW	4,000MW
	복합 화력 발전소용 Generator	50MW ~ 160MW	

다른 업무와 마찬가지로 품질관리 업무 영역에 대해서도 전산화를 통한 업무 표준화를 이루어 품질관리 업무의 효율 향상과 신속, 정확한 검사체제를 구축해야 한다.

그러나, 연구 대상인 터빈/발전기 생산업체는 축적된 관련 기술과 일관된 품질관리 기능이 취약하며, 생산관리 시스템을 비롯한 타 시스템과의 통합화를 위한 제반 기술도 부족한 상태이다. 이러한 생산업체의 상황에 대해 품질관리 시스템과 관련되어 다음과 같은 문제점들이 지적된다.

- 1) 품질관리 업무에 대한 업무 표준화가 미흡하다.
- 2) 많은 양의 검사로 인한 데이터 관리 및 분석의 효율이 떨어진다.
- 3) 품질 관리에 대한 관리 Point 및 관리 방안이 설정되어 있지 않다.
- 4) 품질관리 문서에 대한 효율적인 관리가 되지 않고 있다.
- 5) 품질관리 비용이 증가하고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 1) 품질관리 업무표준화를 통한 현행 업무 개선 및 품질관리 업무체계의 정립; 2) 제품의 품질을 통제하고 개선하기 위해 사용하는 검사 데이터에 대한 표준화를 통한 데이터베이스 구축; 3) 이를 효율적으로 분석하고 관리하기 위한 검사관리 시스템이 필요하다. 또한, 검사관리 시스템이라는 특수 목적에 적합하게 그래픽 사용자 인터페이스(GUI) 방식을 이용하여 검사공정에 대한 전용 관리시스템을 개발하여, 최종 사용자가 검사정보를 쉽고 유연하게 분석할 수 있도록 하여야 한다. 본 연구에서 분석한 터빈/발전기 생산업체의 품질관리 시스템은 생산관리 시스템과 많은 부분에서 연계되어 있으며, 품질관리 업무와 관련된 주요 내용들 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다.



< 그림 1 > 품질관리 시스템 구성

터빈/발전기 생산업체의 품질관리시스템의 주요 내용중에서 검사관리시스템은 특히 생산계획시스템과 직접적으로 연계되어 생산계획시스템에서 수립된 공사별 부품별 단위작업별 일자별 착수 및 완료 일정을 기반으로 관련되는 검사정보를 추출하여 검사 일정계획을 수립한다. 검사일정계획에 따라 일반검사 관리에서는 검사신청, 현황조회, 신청서 출력, 검사결과 입력, 검사 이력조회, 검사결과 분석을 한다. 그리고 검사에 관련된 각종 code, comment, 부적합 사항, 통계결과 분석 등을 일반자료관리, COMMENT 관리, MDR 관리, 표준화관리, 비파괴 검사관리, 품질정보관리에서 데이터베이스를 기반으로 화면에서 조회하여 관리하도록 한다. 본 연구에서 개발하는 검사관리 시스템의 구성은 <그림 1>에 진하게 표시된 영역에 해당되며, 빗금 친 영역이 핵심 부분이다. 검사관리 시스템의 구성 요소별 세부기능 설명은 <표 2>와 같이 나타낸다.

< 표 2 > 품질관리 시스템 구성 요소별 세부기능

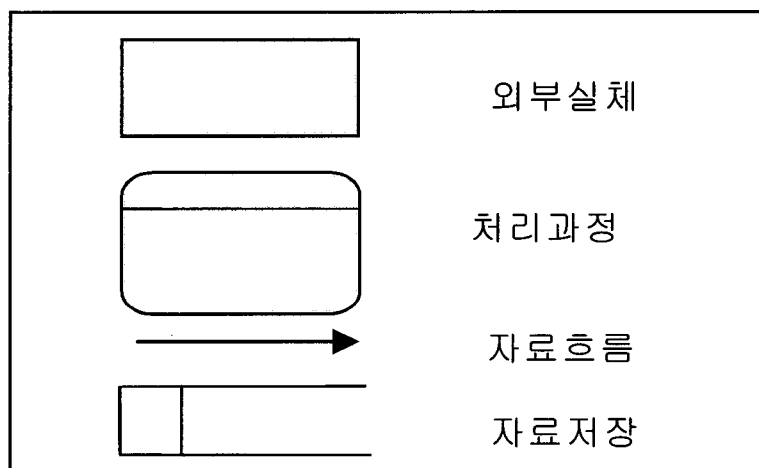
기능		기능 설명
검사일정관리		- 시스템과 연동한 검사일정계획수립
일반 검사 관리	일반검사신청	- 일반검사신청 - 검사신청현황 - 검사신청서 출력 - 검사결과 입력
	검사현황관리	- 검사일정관리 - 검사이력관리 - 일일검사 실적관리
	통계관리	- 부서별 결과 - 공사별 결과 - 검사종류별 결과 - 부품별 결과
	항목(code)관리	- 공사별 검사/미검사 항목 - 검사종류 관리
일반자료관리		- 검사관련 각종 CODE관리
COMMENT관리		- 검사관련 각종 COMMENT관리
MDR관리		- 사내 부적합 사항, FEEDBACK관리
표준화관리		- 문서관리 - 각종 사내외 규정관리
비파괴검사관리		- 비파괴검사관리
품질정보관리		- 품질정보관련 통합운영 프로그램 - 통계결과분석

2.2 시스템 설계

기업활동의 주요 기능들을 정보기술을 적절히 이용하여 기업내의 정보의 효율적인 교환을 통한 통합을 이루어냄으로써 변화에 신속하고 체계적으로 대응할 수 있다. 통합은 부문별 상호 연결성과 호환성이 유지되어야 하며, 이를 위하여 품질관리 시스템을 구성하는 모든 활동들의 기능과 다른 활동과의 연관관계 및 정보의 흐름이 명확하게 파악되어야 한다. 이러한 기능적 모형을 표현하기 위한 분석방법으로 구조적 분석법(Structured Analysis and Design Method)의 프로세스 모델링과 데이터 모델링을 이용하였다.

먼저, 프로세스 모델링은 시스템 내부의 구조, 프로세스, 데이터에 관한 상호 작용을 정의하고 각 기능간의 흐름과 정보의 흐름을 표현하고 계층적인 구조로 모형화해 나가는 방법이다. 본 연구에서는 터빈/발전기 생산업체의 검사관리 업무에 대한 프로세스 분해도와 자료흐름도로 나타낸다. 다음으로 데이터 모델링은 자료흐름도를 참조하여 필요한 데이터 항목을 추출하고 프로세스와 데이터간의 정합성을 체크하여 모형화하는 방법이다.

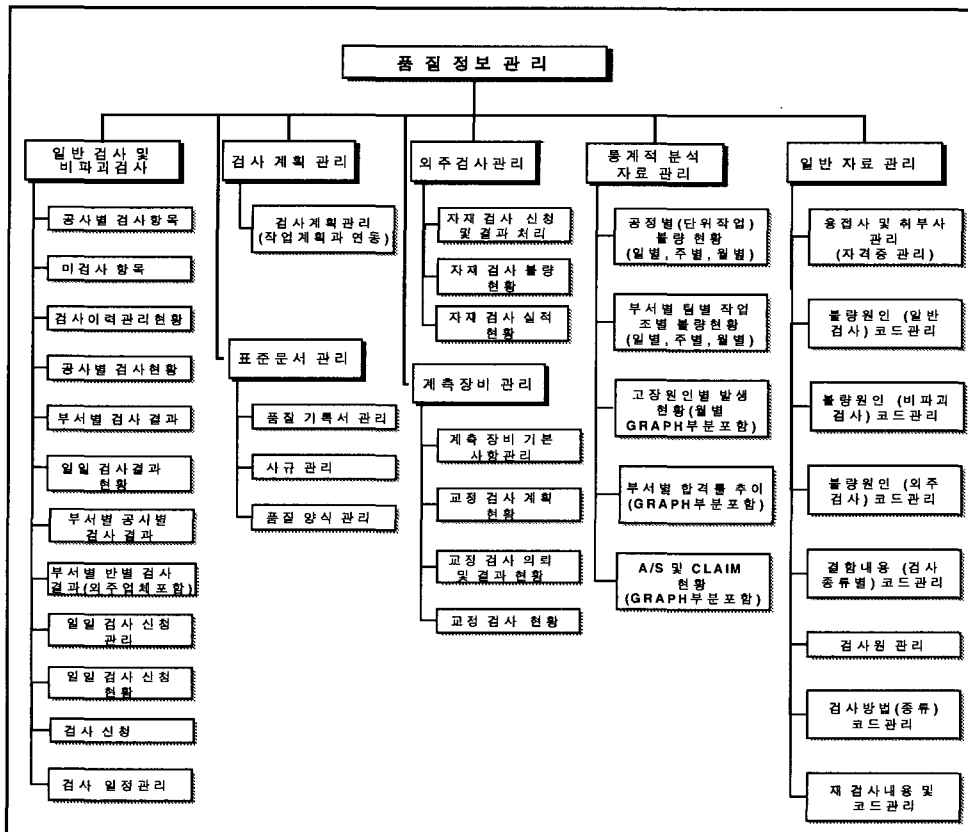
자료흐름도는 시스템 내에서의 자료 또는 정보의 흐름을 나타냄으로써 업무의 절차 및 시스템의 기능을 분석하고 사용자가 요구하는 시스템을 정의할 수 있는 시스템 모형화 도구이다. 즉, 시스템 분석과정에서 얻어진 자료를 바탕으로 시스템을 보다 구체적으로 기술하기 위한 도구로써, 대상 시스템이 무엇을(What) 하기 위한 것인가를 중점적으로 표현하기 위한 명세화 도구이다. 자료흐름도는 기본적으로 <그림 2>와 같이 외부실체(External Entity), 처리과정(Process), 자료흐름(Data Flow), 자료저장(Data Store)의 네 가지 기호를 사용하여 시스템을 개념적, 논리적으로 모형화 한다 [이영환, 1997; Whitten et al., 1989].



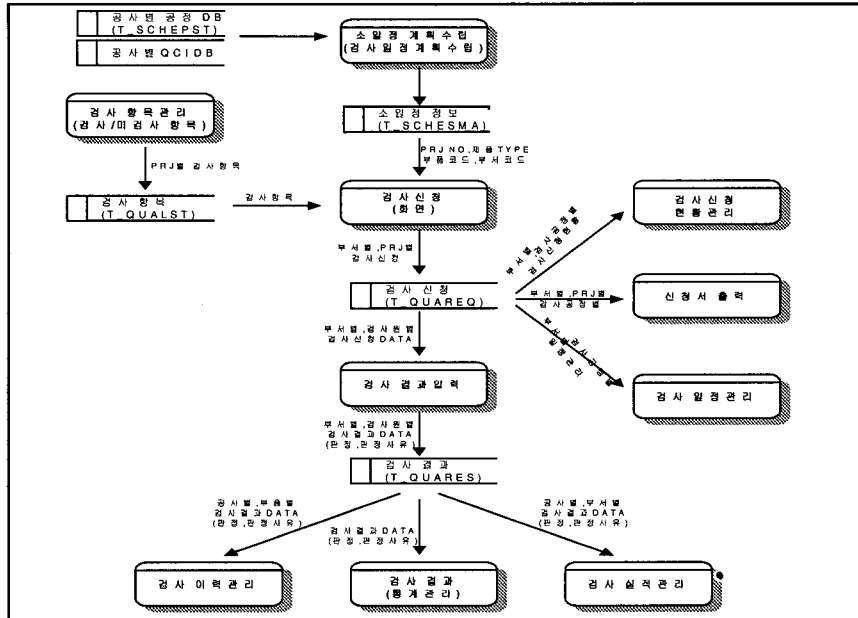
< 그림 2 > 자료흐름도 기호

외부실체는 시스템에 입력되는 자료의 출처(Source)와 시스템에서 만들어진 정보의 종착지(Sink)를 나타낸다. 즉, 대상 시스템의 범위를 나타낸다. 처리과정은 입력된 정보를 이용하여 출력으로 바꾸기까지의 처리과정을 나타낸다. 하나의 처리과정은 단계적으로 세분화하여 상호 연결관계를 표현한다. 자료흐름은 시스템 내에서 오가는 데이터의 종류와 흐름관계를 나타낸다. 자료 저장소는 필요한 데이터를 저장해 놓은 파일(File)이나 데이터베이스, 장부 등을 나타낸다. 전체 시스템을 표현하려면 프로세스를 계층적으로 분할하여 상위단계에서는 추상화 된 정보만을 나타내고 하위단계에서 자세한 정보흐름을 표현하는 것이 자료 자료흐름도의 상세화 과정이다.

터빈/발전기 공장의 검사관리 시스템 개발을 위하여 시스템의 구조와 시스템을 구성하는 각 기능들간의 관련성을 자료흐름도와 업무에 대한 프로세스 분해도를 각각 <그림 3>과 <그림 4>와 같이 정리된다. 품질관리 시스템의 전체 구성은 일반검사 및 비파괴검사, 검사계획관리, 외주검사관리, 통계적 분석 자료관리, 일반자료관리로 구성되며, 각 기능의 세부기능과 각 기능들간의 자료흐름을 나타낸다.



< 그림 3 > 검사관리 프로세스 분해도



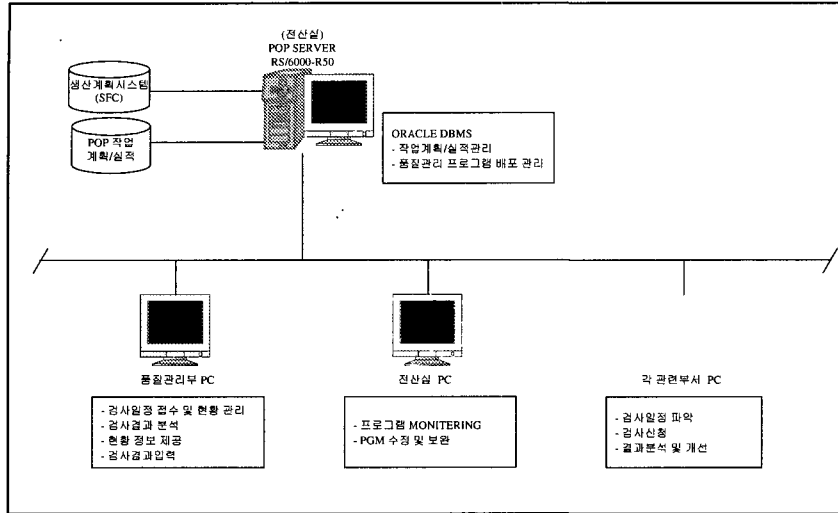
< 그림 4 > 검사관리 자료흐름도

3. 검사관리 시스템 구현

3.1 시스템 구성 환경 및 기능

본 연구의 시스템 구성은 서버/클라이언트 환경을 기본으로 하며, <그림 5>와 같이 나타낸다. 하드웨어 구성은 서버는 IBM RS/6000이고, 클라이언트는 펜티엄이며, 네트워크 프로토콜은 TCP/IP이다. 소프트웨어 구성은 서버에는 관계형 데이터베이스 기반의 ORACLE RDBMS를 사용하고, 클라이언트에는 Windows 기반의 ORACLE DEVELOPER 2000으로 구성된다.

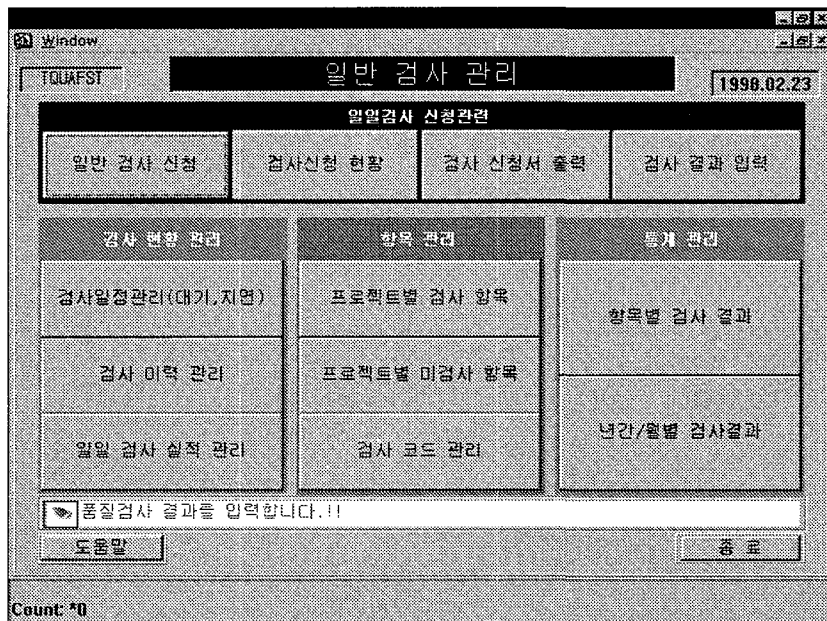
생산계획시스템과 연계된 검사관리 시스템의 기능으로는 생산관리(SFC) 시스템과 연동한 검사 일정계획, 검사일반관리, 검사이력과 실적 조회, 검사결과 분석, 검사항목 관리, 검사관련 각종 COMMENT관리, 검사코드관리 등이 있다. 먼저, 검사일정계획관리 기능은 생산관리 시스템과 연계되어 검사종류별로 프로젝트별 부품별 검사일자를 조회하여 검사일정계획을 수립한다. 검사일반관리는 검사일정계획에 따라 일반검사 신청을 하고 검사 신청서를 출력하고 검사결과를 입력하는 기능이며, 검사현황관리는 현재까지 신청된 상황을 조회하고 현재까지 수행된 검사에 대한 이력과 검사 실적을 조회하는 기능이다. 통계관리는 부서별 공사별 검사종류별 부품별로 조회 및 분석을 하는 기능이다. 검사항목관리는 프로젝트별 검사항목과 미검사 항목을 조회하고 검사 코드의 등록 및 삭제 관리를 한다.



< 그림 5 > 품질검사관리 시스템 구성

3.2 시스템의 개발 및 적용

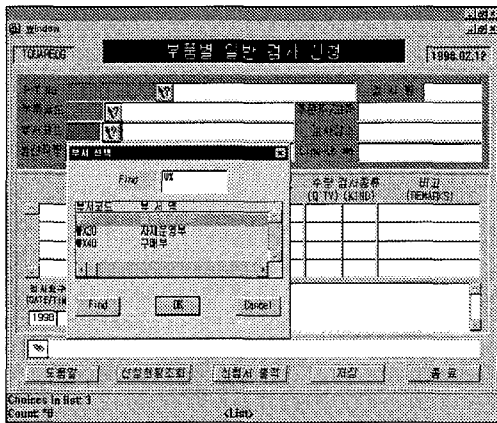
검사관리의 메인 메뉴는 <그림 6>과 같이 각 서브 메뉴가 나오는데 사용자가 작업하고자 하는 항목을 선택하도록 구성되어 있다. 서브메뉴는 그림에서와 같이 일일검사 신청관련 메뉴, 검사현황관리 메뉴, 항목관리 메뉴, 통계관리 메뉴로 구성되어 있다.



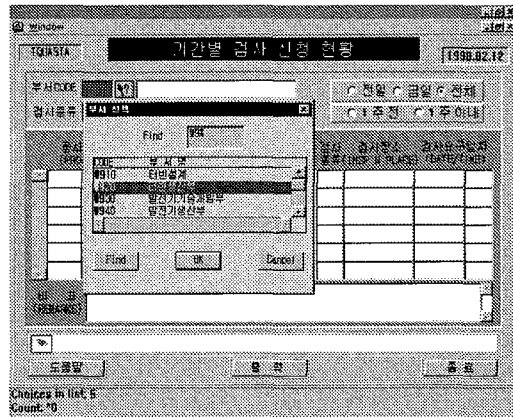
< 그림 6 > 검사관리 메인 메뉴

(1) 일반검사관리

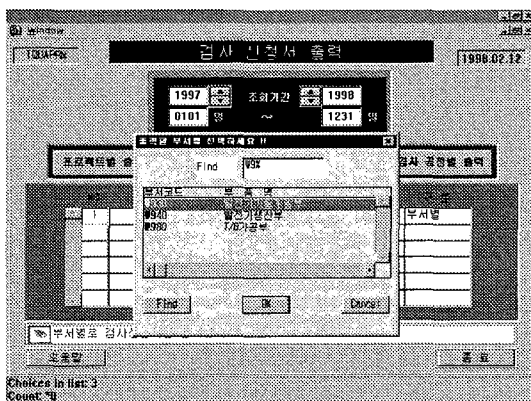
서브 메뉴 중 일반검사 신청 메뉴를 선택하면 <그림 7>과 같이 일반검사 신청 화면이 표시된다. 이 화면에서는 검사일정계획에 따라 프로젝트별 부품별로 검사 정보를 입력하여 검사 신청을 하게 된다. 검사 신청 후 검사신청 현황 조회를 하면, <그림 8>과 같이 부서별 검사종류별 기간별로 검사신청 현황 정보를 조회할 수 있다. 그리고 검사 신청서 출력은 <그림 9>, <그림 10>과 같이 특정기간에 대해 프로젝트별 검사공정별로 출력할 수 있다.



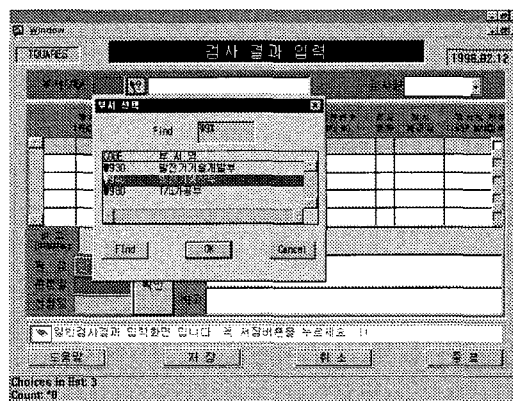
< 그림 7 > 부품별 일반검사 신청



< 그림 8 > 기간별 검사신청 현황



< 그림 9 > 검사 신청서 출력

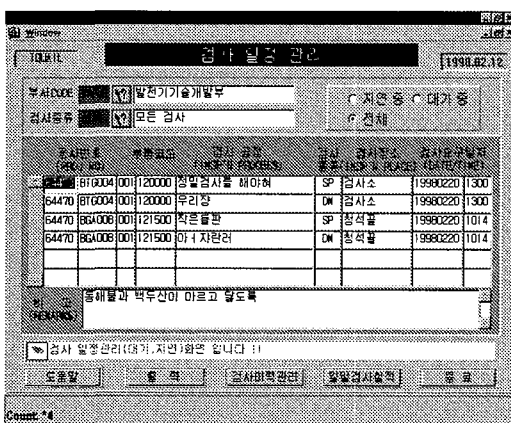


< 그림 10 > 검사결과 입력

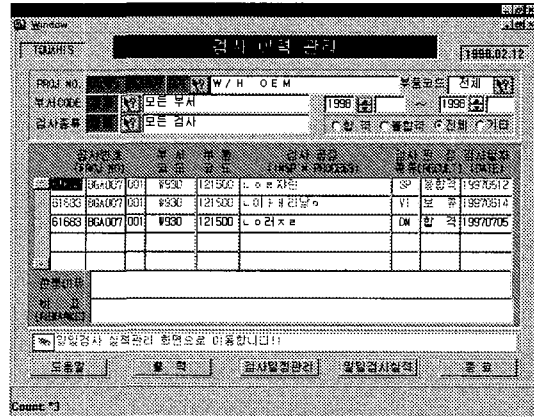
(2) 검사현황관리

검사현황관리 서브 메뉴는 <그림 11>, <그림 12>, <그림 13>과 같이 검사일정현

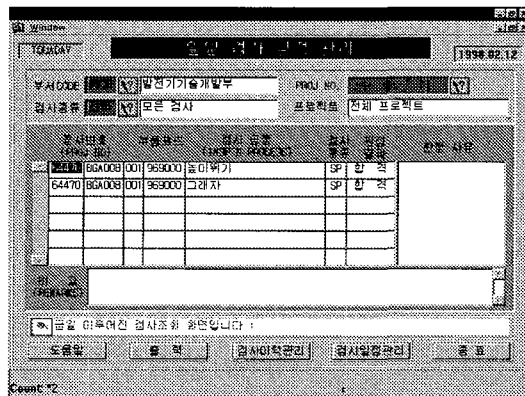
항과 검사이력관리, 일일검사 실적관리로 구성되어 있다. 검사일정관리는 프로젝트별 검사일정을 조회하며, 검사이력관리는 기간별 검사종류별 프로젝트별 검사이력을 관리하는 화면이며, 일일검사 실적관리는 검사 실적정보를 관리하는 화면이다. 각 화면 별로 출력 버튼을 선택하면 관련 자료를 출력할 수 있다.



< 그림 11 > 검사 일정 관리



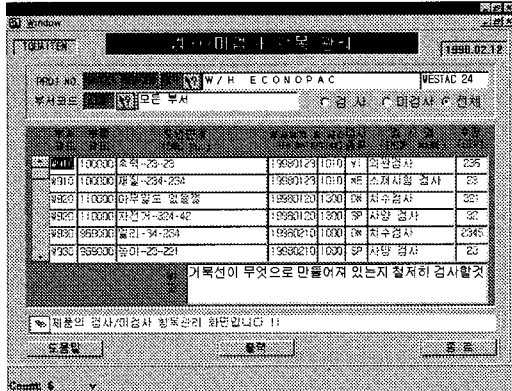
< 그림 12 > 검사 이력 관리



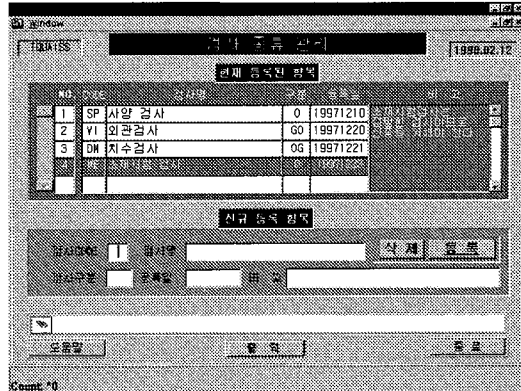
< 그림 13 > 일일검사 실적관리

(3) 항목관리

항목관리 서브메뉴는 프로젝트별 검사/미검사 항목관리, 검사코드로 구성되어 있다. 프로젝트별 검사/미검사 항목관리는 <그림 14>와 같이 프로젝트별 검사항목과 미검사 항목을 조회하며, 검사코드관리는 <그림 15>와 같이 등록된 검사 종류를 조회하고, 신규 검사를 등록하는 화면이다



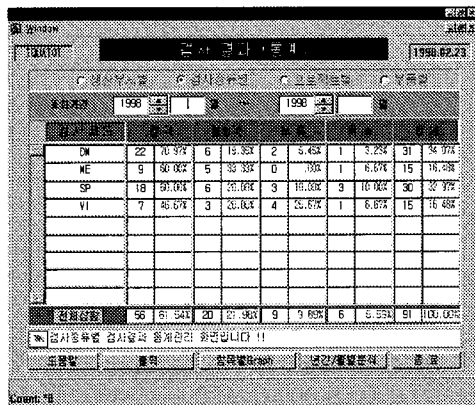
< 그림 14 > 검사/미검사 항목관리



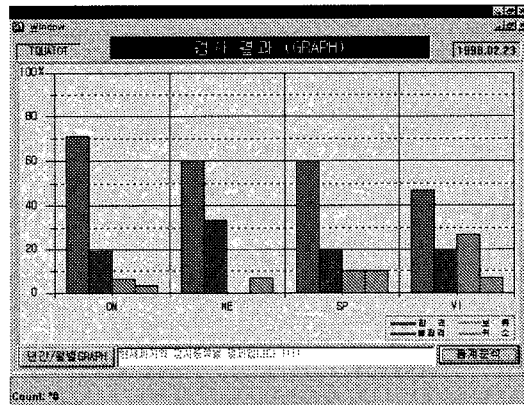
< 그림 15 > 검사종류관리

(4) 통계관리

통계관리 서브메뉴는 <그림 16>, <그림 17>, <그림 18>, <그림 19>와 같이 부서별, 검사종류별, 프로젝트별, 부품별로 검사 결과에 대한 통계 정보를 관리하며, 연간, 월별 통계정보를 관리한다. 텍스트는 물론 그래프로 정보를 표현하여 사용자에게 정보를 손쉽게 제공하도록 하였다.



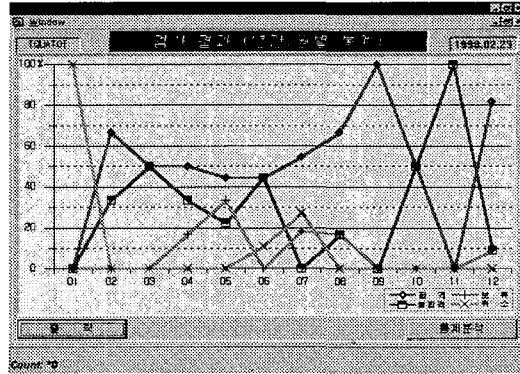
< 그림 16 > 검사결과(통계)



< 그림 17 > 검사결과(GRAPH)

연월	검사건수	불량건수	재작건수	재검건수	합계
199701	0	0	0	0	0
199702	2	1	0	0	3
199703	1	1	0	0	2
199704	3	2	1	0	6
199705	4	2	3	0	9
199706	4	4	0	1	9
199707	6	0	2	3	11
199708	4	1	1	0	6
199709	4	0	0	0	4
199710	1	0	0	0	2
199711	0	1	0	0	1
199712	9	1	1	0	11
합계	30	14	12	5	65

< 그림 18 > 월별 검사결과 통계



< 그림 19 > 월별 검사결과 GRAPH

4. 결론

본 연구에서는 수주방식을 따르는 발전소용 터빈과 발전기 생산업체의 품질관리 업무를 체계적인 시스템 설계 및 개발 방법론을 적용하여, 사용자에게 검사관련 각종 정보를 데이터베이스에 저장하여 관리할 수 있는 품질검사 관리시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 생산계획 시스템과 연계되어 검사일정정보를 관리함으로써, 체계적인 검사일정계획을 수립할 수 있도록 하였다. 또한, 검사신청, 검사결과 입력 등을 통해 검사신청현황, 일일검사 실적관리와 같은 이력정보와 프로젝트별 검사/미검사 항목 정보를 제공하고, 검사코드 등록 및 조회를 통한 검사항목관리와 부서별, 검사종류별, 프로젝트별, 부품별로 검사 결과에 대한 통계 정보를 관리하여 사용자가 정보를 쉽게 등록, 조회, 분석할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 개발한 품질검사 관리시스템을 실제 터빈/발전기 생산업체에 적용하여 얻어진 가시적인 효과는 다음과 같다.

- 품질관리 업무의 체계화와 검사관련 관리항목의 코드체계화를 통한 업무처리 능력의 향상과 소요시간이 단축되었다. 예를 들어, 하루 이상 소요되었던 검사계획 수립이 실시간으로 가능하게 되었다.
- 시스템 적용 이전에는 품질관리 부서의 업무 중에서 검사항목의 분석에 대부분의 시간이 소요되었으나, 검사항목의 통계적 분석이 실시간으로 처리되어서 검사업무 처리와 연계한 업무가 원활하고 신속하게 처리되었다.
- 이러한 검사항목의 통계적 분석과 검사정보의 데이터베이스 관리를 통하여 문제예방 능력이 강화되었다. 특히, 품질정보의 통계분석을 통하여 고객의 요구사항을 미리 파악, 관리함으로써 고객에 대한 신뢰도가 향상되었다.
- 또한, 업무처리에 대한 분석과 표준화를 통하여 전사적인 품질경영 종합시스템의 구축에 필요한 기반을 제공하였다.

본 연구에서 개발한 시스템에 포함된 다양한 기능들은 품질관리 시스템을 관리하는 구성원이 직면하는 업무에 대해 최대한의 지원을 할 수 있으며, 품질관리 업무의 체계화를 통해 관련 정보를 데이터베이스 시스템화 함으로써, 품질경영 종합시스템 구축에 필요한 기반을 제공하였다.

참고문헌

- [1] 신완선, 조원양(1997), “검사시스템 설계를 위한 컴퓨터 그래픽에 근거한 대화형 의사결정 지원시스템의 개발,” 품질경영학회지, 제25권, 제4호, pp. 168-184.
- [2] 이영환(1997), 정보시스템 분석·설계 및 구현, 법영사.
- [3] 임석현(1996), 생산·운영관리, 삼영사.
- [4] 전영호, 이관석(1995), “ISO 9000시리즈 인증을 위한 품질정보 데이터 베이스 구축,” 품질경영학회지, 제23권, 제1호, pp. 64-73.
- [5] Whitten, J.L., Bentley, L.D., and Barlow, V.M.(1989), *Systems Analysis and Design Methods*, IRWIN, Inc., Boston.