

☒ 응용논문

## 생산효율화를 위한 설비보전관리 지원시스템에 관한 연구

A Study on the Equipment Maintenance Management Support System  
for Production Efficiency

-설비보전정보시스템을 중심으로-

송 원섭\* 1)

Song, Won Seop

### Abstract

This study deals with the schemes of design, plan and operate maintenance management support systems and with the engineering approach for the solutions to build the maintenance management for the production efficiency. Maintenance Management Information System(MMIS) is the task that must focus on machinery historical data and planned maintenance action. Also the efficient supporting system in a maintenance management is achieved by database which is based on process of machinery's failure history. Designing method of maintenance management information system, maintenance modules are consisted of six factors ; machinery's historical data, lubrication control, check sheet, repair work, availability report, and performance report(control board and detailed reports), and then operators can rapidly utilize data in work place. In the implementation of designed model, program coding has been developed by Visual Basic 3.0. Data insertion, deletion and updating which perform menu screen is implemented by reading data from database. Implementation model based on LAN environment and related data is stored in Microsoft DBMS.

#### 1. 연구목적

노동장비율의 증가추세에 따른 설비생산성향상 등 기업경쟁력 강화를 위한 여러가지 전략 중 설비보전향상을 통한 생산효율화는 기업의 절실한 과제가 되고 있다. 여기서 생산효율화의 의미는 설비생산성향상 측면에서 시간가동율, 성능가동율, 양품을 등을 고려한 설비의 생산종합효율을 의미하며 이를 향상시키기 위하여 낭비의 요소인 잠재된 생산로스(loss)를 근원적으로 파악하여, 고장재발방지 대책과 아울러 전반적으로 보전효율을 높일 수 있는 방안이 요구되고 있다. 생산자동화가 개별자동화에서 전체 공장설비를 집적화로 하는 고도의 자동화단계로 진행됨에 따라서 이를 지원하는 설비관리시스템에도 새로운 변화가 요구된다. 생산기술 또는 아무리 좋은 자동화설비가 설치되었다고 해도 이를 지원하는 보전기술이 따라주지 못한다면 자동화설비의 효율을 기대할 수 없기 때문이다. 따라서 설비자동화를 추진할 때는 먼저 설비보전체계 또는 지원체계의 정비가 우선 이루어져야 한다. 지원시스템을 계획하는 데는 인력

1 \* 한국표준협회 경영컨설팅부 부장

요소, 필요정보, 요구되는 최소응답시간, 시스템 사용자의 경험, 기존 예비품과 지원조직 등을 고려하여야 한다. 이러한 지원시스템을 효율적으로 운영하기 위해서 필수적으로 요구되는 것이 기술적 지원체제, 그리고 설비가동실적을 자동적으로 처리하는 컴퓨터활용 등 보전관리 정보시스템의 도입이라 할 수 있다.

본 연구에서 다루는 설비보전 정보시스템은 설비 이력관리 및 계획보전활동에 비중을 두고 추진해야 할 업무로서 설비고장현상의 기록 및 각종 측정기록의 전산화를 통해 보전정보를 검색, 분류, 정리함으로써 설비보전관리에 효율적인 지원체계를 이룰 수 있도록 하였다.

## 2. 설비보전관리의 프레임워크

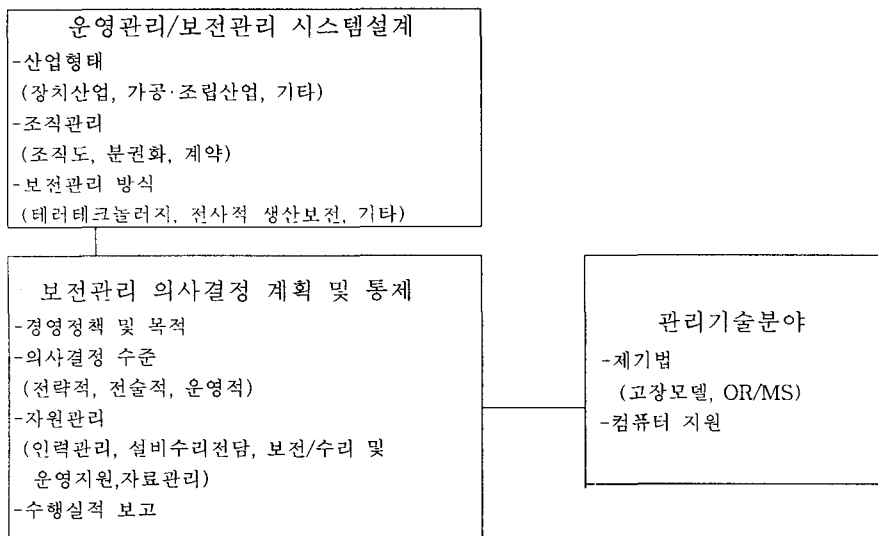
설비보전관리에 대한 연구는 일반적으로 수리적 접근(mathematical approach)과 기술적 접근(engineering approach)으로 구분할 수 있다. 전자는 최적보전정책을 목표로 하여 설비고장형태(failure behaviour)에 수리적 내지는 확률적 분석을 기반으로 하며, 후자는 설비설계기술, 진단기술, 대책기술 등 주로 현장중심의 설비보전활동에 대한 측면에 관심을 두며 대표적인 연구로서 Geraeds는 고장현상이 공정변화과정과 밀접한 관련성이 있는바 이에 대하여 설비변화에 영향을 받는 보전조치(maintenance action)의 기본적 의사결정규칙을 제시하였으며[1], Kelly는 산업체를 대상으로 보전계획 설정을 위한 접근법[2], Nowlan과 Heap는 신뢰성중심보전프로그램(reliability centered maintenance program)설계에 대한 방법론을 다루었으며[6] 본 연구는 기술적 접근에 관점을 갖고 보전시스템 구축방법을 다루었다.

Pintelon & Gelders[7]는 보전관리시스템 프레임워크(frame work)를 <그림 1>와 같이 제시하였다. 운영관리(operation management) 및 보전관리시스템설계 측면은 산업형태에 따라 보전조직과 보전방식의 분류를 하고 있으며, 보전관리의사결정(maintenance management decision making)의 계획 및 통제는 관리자가 수행하여야 할 보전관리 정책과 목적, 설비 보전을 위한 의사결정 수준레벨(전략적, 전술적, 운영적 측면), 효율적 의사결정을 수행키 위한 자원관리(보전인력, 수리실, 보전기록 자료), 수행실적 보고를 다룬다. 특히 보전기술분야(신 수리기술 또는 통제기법 같이 보전을 개선할 수 있는 기술적인 문제에 관한 연구)와 보전설계분야(보전성과 고장행위를 개선하기 위한 장비설계에 있어서 새로운 기술적 성취를 결합)와 같이 보다 더 기술적인 보전이론과 방법론의 제시가 필요하다. 그리고 관리기술분야(management tool kit)는 보전관리자가 의사결정지원에 이용가능 하도록 고장해석 및 컴퓨터 지원 등을 다룬다. 보전관리에 대한 컴퓨터 활용면의 상호작용시스템의 기능적 특성을 살펴보면 (1)생산계획, 자원할당 및 일정계획 (2)보전기술적 지원관리 (3)보전비용 및 보전예산보고서 작성 (4)보전 데이터 수집 및 보전기록정보 등 4개 분야로 나뉘어진다. 보전활동과 관련한 데이터처리장치의 활용은 보전의 신뢰성에 중요한 역할을 제공하며, 보전관리에 있어 컴퓨터 지원은 장비이용성 측면에서 효과가 높으며 MRO(maintenance, repair and operating supplier)보관관리의 향상 즉, 예비품 이용가능성에 대한 정확한 정보와 재고수준 감축을 위한 부품의 상호체크와 기술적 데이터와 보전 기록정보의 이용가능성 향상 그리고 보전수행도보고서 작성이 용이하다.

그리고 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어와 근거리통신망(LAN) 등 정보통신기술의 비약적인 발전은 기업내의 정보처리능력뿐만 아니라 기업간 혹은 기업과 고객, 공급자간의 신속한 정보전달이 가능하게 되었다. 이러한 급속한 정보기술의 발전은 생산시스템에도 다양한 변화를 요구하고 있다. 어떻게 고도의 신기술을 도입하는가 라는 문제가 제기되면서 생산시스템의 개량, 보전분야에 대한 전사적인 차원에서 개선활동이 요구되고 있다. 설비생산성향상과 관련된 경쟁력 강화를 위한 여러가지 전략중 보전관리(maintenance management)의 효율화는 기업의 절실한 과제로 부각되고 있다.[5] 보전관리의 목적은 생산제품에서 요구하는 품질과 수량확보를 위

해 생산설비 운용조건의 이용도를 최대화 하는데 있다. 이를 위해서 기업은 인적조직, 보전정책 및 보전업무가 통합된 경영정보시스템관점에서 관리기법이 요구된다. 설비보전의사결정은 신속하게 행해져야 하며, 부적절한 의사결정은 보전관리활동에 있어서 가용자원이나 조치에 적절하지 않은 정보가 제공될 수 있다.[4] 따라서 의사결정을 위한 정보의 효용성을 향상시키고 조치에 대한 시간적 지연을 감소시킬 필요가 있다.

<그림 1> 보전관리시스템의 프레임워크



### 3. 보전정보시스템의 구축

보전정보의사결정은 신속하게 이루어져야하며 부적절한 의사결정은 보전관리활동에서 가용자원이나 조치에 적절치 않는 정보가 제공될수 있다.[4] 보전정보시스템(MMIS: maintenance management information system)은 보전기능의 중요성을 부각시킴으로 기업은 설비보전개발에 관심을 갖게 되었다. 초기의 컴퓨터적용은 회계관리와 재고관리를 중점으로 한 업무개선활동에서 MMIS는 작업순서관리와 일정계획과 같은 의사결정지원시스템의 특성을 포함하고 있으며, 보전관련문헌의 내용도 하드웨어의 선정과 MMIS소프트웨어를 개발부문에 중점적으로 다루었다. 그리고 전형적인 MMIS시스템과 별도로 컴퓨터는 보전관리에서 CBM(상태기준보전 방식)과 인공지능(AI) 그리고 전문가시스템(expert system)과 관련하여 적용될 수 있다. 보전정보시스템 구축을 위한 기본적인 구성요소와 기능을 기술하면 다음과 같다.

#### 1) 보전관리시스템의 운영을 위한 문서화

설비보전관리시스템 운용을 위한 정보흐름을 원활히 하기 위해 요구되는 문서화는 컴퓨터를 매체로 수행하는 것이기 때문에 전산화를 실행해서 시스템운용과 문서화 요구를 정확히 파악할 필요가 있으며 이는 수 작업에서 전산화작업으로 단계적으로 진행하는 것이 중요하다. 예방보전시스템은 작업지시 시스템에 정보를 공급하며, 작업지시시스템은 다시 작업통제시스템에 입력을 제공한다. 이러한 정보의 흐름을 매개하는 중요문서가 작업지시(work order)이다. 또한 공무관리시스템이 효율적으로 운용되기 위해서는 정보베이스에 있어서 설비요원들이 필요로 하는 기술적 자료, 작업시방, 예비품 기록, 문서와 매뉴얼의 정보를 손쉽게 찾아볼 수 있도록 설계되어야 한다. 이러한 정보

베이스의 설계에 기본적으로 필요한 것이 설비목록번호 또는 코드이다

2) 설비보전정보 베이스

설비보전관리 전산화효과에 대한 평가는 정보베이스설계에 좌우된다 해도 과언이 아니다. 정보베이스는 전산화를 함으로써 기존의 수 작업에 비해서 가장 효율적으로 관리되는 분야이기 때문이다. 효율적인 정보베이스를 구축해서 관련 설비요원들이 업무 추진시 신속하게 정보를 이용해서 합리적으로 업무를 추진할 수 있도록 지원해 줄 수 있느냐가 관건이다.

3) 보전기술택 자료

설비목록정보를 확장한 것으로 기존 매뉴얼에서는 단위공정별로 자료가 분류되는 것이 보통이며, 복잡한 경우 전기, 기계, 계기 등으로 세분되기도 한다. 이것을 데이터 베이스화로 구축하여 보전요원이 필요시기에 즉시 정보를 제공하는 것이다.

(1) 예비품 기록

단위공정의 설비목록코드에 의한 모든 예비품 및 재고품에 대하여 긴급시에 유용한 정보로써 유사 또는 동종의 부품위치를 파악할 수 있다. 어떤 경우는 오직 재고품코드만을 설비관리 시스템에서 알려주며, 자세한 정보는 저장품관리시스템에 일임하고 있는 경우도 있다.

(2) 매뉴얼과 도면기록

설비도면기록은 설계자와 사용자 도면번호를 설비목록번호와 대응해서 목록을 작성하는 것이다. 도면은 보통 마이크로필름이나 원본도면을 보관하며, 컴퓨터를 이용하여 도면번호나 그 보관장소 등을 알려주는 것이 보통이며 매뉴얼도 유사하다.

4) 보전작업계획과 통제의 문서화

비 전산화된 보전작업계획 및 통제시스템에서 사용되는 문서와 작업계획보조기구는 다음과 같다.

(1) 작업지시서

수행될 작업에 대한 구체적인 지시문으로 여기에 포함되는 정보는 다음과 같이 요약할 수 있으며 이들 정보들은 일반적으로 작업 시방서에 기입되어 있다. 작업지시서는 경우에 따라서는 작업요청서, 일정계획문서, 작업분배문서와 그것을 보관할 경우 이력기록 또는 작업완료보고서 등으로 그 응용범위는 광범위하다.

(가) 계획에 관한 정보

- (a)설비목록번호, 공정내역의 위치
- (b)작업을 청구한 인적사항
- (c)작업내역과 표준시간
- (d)작업시방과 코드번호
- (e)작업요구일과 우선 순위
- (f)요구된 정비공과 협조현장감독
- (g)요구된 예비품의 예비품 번호와 창고위치
- (h)특수공구와 운반구
- (i)안전절차 코드번호
- (j)도면과 매뉴얼번호

(나) 통제정보

- (a)작업형태와 정비공에 대한 코스트 코드
- (b)비가동시간

- (c)실제보전작업시간
- (d)고장원인과 결과
- (e)보전조치

(2) 작업요청서

작업이 실시되도록 요청하는 문서로서 대개의 경우 생산부서에서 공무관리부서로 작업을 요청하는 문서로 경우에 따라서는 작업지시서로 이용되는 경우도 있다. 이것에 포함되는 정보는 요청자 인적사항, 설비번호, 설비내역, 작업내역, 결합, 우선 순위, 요청일자 등이다.

(3) 보전작업 카탈로그

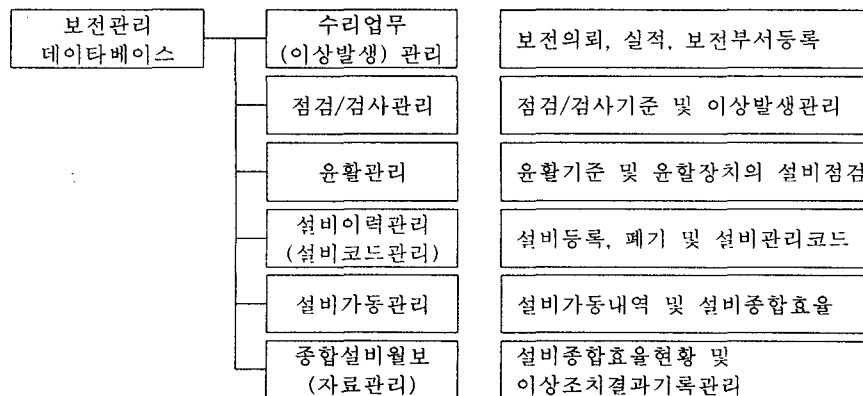
앞서 기술한 바와 같이 예방보전 또는 수리작업의 작업시방서의 파일로써 설비보전관리에서 요구되는 문서들을 정보 데이터베이스에서 저장할 경우 이러한 파일의 형태로 저장되어 보관 되므로써 필요한 경우 빠른 시간내에 사용할 수 있도록 하는 것이다.

(4) 보전작업 계획판 (planning board)

예방보전작업을 계획하기 위해서 사용되는 바 차트(bar chart)수리작업계획작성은 1주일이 1단위로 표시되어 12주까지 표시가 가능한 작업지시판이 사용되며 작업지시를 적절히 배분하도록 하는 것이다.

보전지원시스템을 운영하기 위한 보전관리정보시스템의 설계방법은 <그림 2>와 같이 보전관리의 대상을 6개 보전모듈 즉 설비이력관리, 점검관리, 운할관리, 수리업무관리, 가동관리, 종합 월보관리 등으로 나누어 각 모듈을 통해 작업현장으로 부터 입력되는 데이터를 오퍼레이터와 관리자가 즉시 검색하여 신속한 조치를 내릴 수 있게 하였다. 프로그램설계는 비주얼베이직(visual basic) 3.0으로 설계하였고, 데이터저장은 Micro Soft사의 액세스 DBMS가 사용되었으며 LAN 환경을 기본으로 고려하였다. 비주얼베이직의 메뉴화면에서 이루어지는 데이터 삽입, 삭제 및 갱신 작업과 검색은 데이터베이스에 저장되어 있는 데이터를 읽으므로써 수행된다. 또한 지식베이스에 기초한 설비보전진단시스템에서 설비상태와 관련된 사항은 보전정보시스템의 해당 모듈로 자동으로 저장되어 설비이력정보를 지원토록 접근하였다. 보전관리시스템은 의사결정과 행동이 취해지기 전에 다양하고 정확한 데이터의 입력이 요구된다. 설비보전관리정보시스템의 구축을 위해 선행되어야 할 문제는 시스템에서 요구되는 정보를 파악하고 정보의 흐름을 분석하는 것이다.

<그림 2> 보전관리시스템 데이터베이스 모듈구성



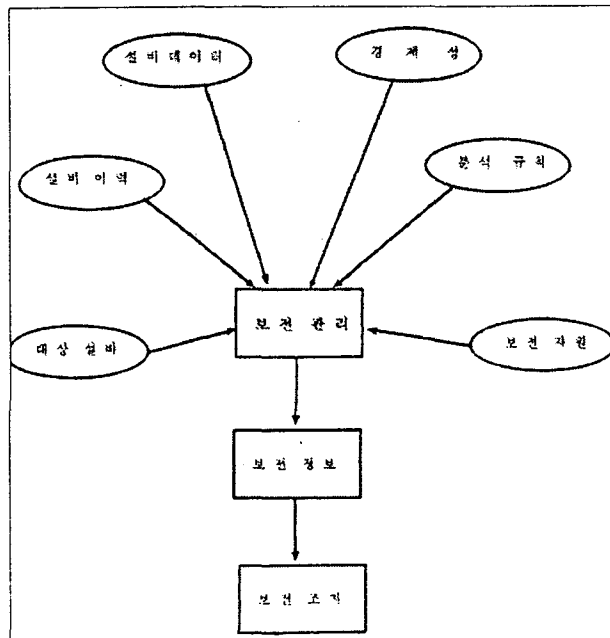
#### 4. 보전관리 정보시스템의 구성요소

보전관리정보시스템을 성공적으로 달성하기 위해서는 다음과 같은 구성요소가 요구된다.  
 <그림 3 참조>

- (a) 관리대상 설비선정
- (b) 설비신규투자 및 보수작업의 경제성분석
- (c) 보전을 요하는 설비자산목록
- (d) 설비점검 자료
- (e) 설비이력에 관한 자료
- (f) 가용자원(인력,재료)
- (g) 상기요소간의 상호관계와 자원의 효율적인 활용

보전관리시스템구축의 성공과 실패에 관건이 되는 부가적인 요소는 주어진 상황에서 (a)-(f)의 요소를 적용하고 검토하는데 소요되는 시간이라 할 수 있다[3]. 자료흐름속도가 늦다면 위의 6가지 요소가 반영되는 정도와 실제적인 사례에서 취해야할 행동을 결정하는데 시기가 적절하지 않으면 대부분의 보전관리활동은 충분한 데이터를 확보하지 못한채 행해지는 경우가 발생한다. 따라서 이러한 시간적요소와 데이터확보의 미흡함을 해소하기 위해서는 보전관리시스템정보화가 요구된다고 할 수 있다. <그림 3>은 앞에서 제시한 6가지 요소들이 보전관리기능에 의해 균형을 이루고 있음을 보여준다. 보전관리기능을 수행하므로써 얻어지는 주요 산출물은 효과적이고 효율적인 행동이 취해질 수 있도록 유용한 정보가 생성되어야 한다.

<그림 3> 보전관리정보시스템의 연관요소



설비보전관리정보시스템의 수행을 성공적으로 완수하기 위해서 필요한 두가지 관점을 지적하면 다음과 같다.

- (1) 첫번째 측면

- (a) 보전관리에 관한 요구사항의 수집과 분석
  - (b) 설비에 관한 자료
  - (c) 환경적제약조건 고려
  - (d) 이익대 비용분석
- (2) 두번째 측면
- (a) 보전관리를 위한 새로운 보전조직의 구조개발
  - (b) 실행과 시험

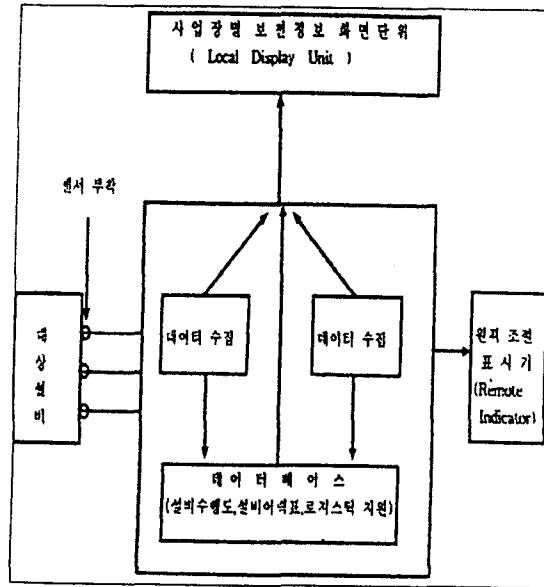
첫번째 측면은 시스템의 분석단계라고 할 수 있다. 먼저 시스템에 의해 관리될 대상을 선정하는 것이다. 예를 들어, 설비의 가용도를 최대화하거나, 비용과 맨파워를 최소화시킨다는가에 대한 목적을 명백히 규명해야 한다는 것이다. 두번째 단계로 조직과 설비의 운영상태를 결정하는 것이다. 이것은 보전관리시스템과 설비운영에 관계되는 설비보전관리데이터를 컴퓨터모형을 통해 어떻게 관리되는지를 조사하는 것이다. 이 단계에서 결정가능한 각 데이터요소의 상세수준에 대해서 감도분석이 가능하다. 세번째 단계는 환경적제약에 관한 문제이다. 요구되는 반응시간척도, 가용도수준과 자동데이터 수집에 관한 정도를 검사한다 수행계획의 두번째 측면으로 실제적인 설계와 관계되는 문제와 필요한 하드웨어와 소프트웨어의 고찰로 볼 수 있으며 다음과 같은 사항을 다룬다.

- 단계 1) 새로운 보전관리시스템에 대한 작업순서, 조직, 소프트웨어와 하드웨어를 구체적으로 선정도는 개발.
- 단계 2) 보전관리시스템의 실제적인 설계와 도입을 수행하고 적절한 테스트를 수행.

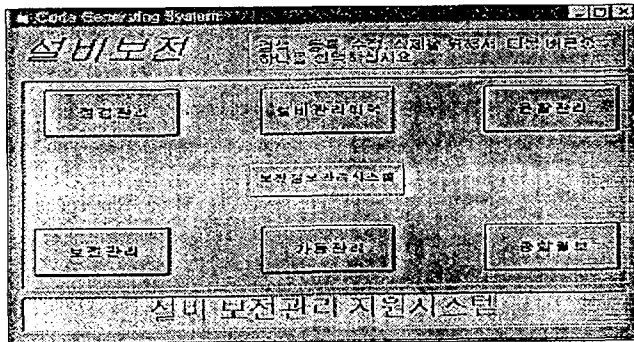
<그림 4>는 일일 업무운영부문의 실제모형과 수행기능을 보여준다. 지역적으로 떨어져있는 데이터분석뿐만 아니라 단말기를 통해 전반적인 설비운영상태를 중앙컴퓨터와 통신연결에 의해 관리할 수 있다. 중앙컴퓨터기능은 운영부문의 작업과 보전관리에 관련된 모든 정보데이터베이스가 연결되어 통합되므로써 보전관리가 신속하고 정확하게 이루어질 수 있다. 이러한 기능은 광범위하게 사용되고 있는 데이터베이스운영시스템(DBMS)에 의해 관리될 수 있으며, 어떤 데이터베이스시스템을 사용할 것인가는 앞에서 언급한 조직의 요구사항에 따라 변경될 수가 있다.

설비보전정보시스템은 6개 모듈로 작성되며, 각 모듈별로 관리항목을 등록하고 검색, 수정, 삭제할 수 있도록 설계되었다. 설비보전정보시스템의 운영소프트웨어는 visual basic 3.0을 이용하여 동작하도록 개발되어졌다. 따라서 마우스를 통해 입출력이 가능한 GUI(graphic user interface)방식으로 구현된다. 여기서 설비이력관리모듈에 대한 운영은 단계별 화면제시에서 보는바와 같이 설비와 부품의 검색과정을 보여주고 있다. 단계 1에서는 보전관리지원시스템 초기 실행화면이 나타나게 되고, 설비관리이력모듈로 들어가면 단계 2와 같은 설비이력관리모듈에 대한 대분류 검색화면이 나오게 된다. 여기서 대분류 항목의 명령을 실행시키면, 단계 3에서와 같이 대분류검색항목이 기계부품, 철강, 토목, 건축, 배관재, 전기, 계전으로 나타나게되며 이 부분에서 전기, 계전부분을 선택한 출력화면을 보여주고 있다. 대분류중에서 전기, 계전항목을 선택할 경우 단계 4에서 해당항목에 대한 중분류 리스트가 나오게 된다. 여기서 모터류(motors)항목을 선택하게 되면, 단계 5에서 대분류와 중분류 선택항목을 확인하게 되며 단계 6에서 품목리스트중 모터류 기타를 선택했을 때 단계7에서 품명에 해당되는 각 설비의 특성들이 나오게 된다. 이렇게 각 설비의 이력에 대한 변동사항이 발생될 경우는 단계 7과 같이 설비코드별로 설비이력사항에 대한 변동사항들을 수시로 확인 및 갱신이 가능하다.

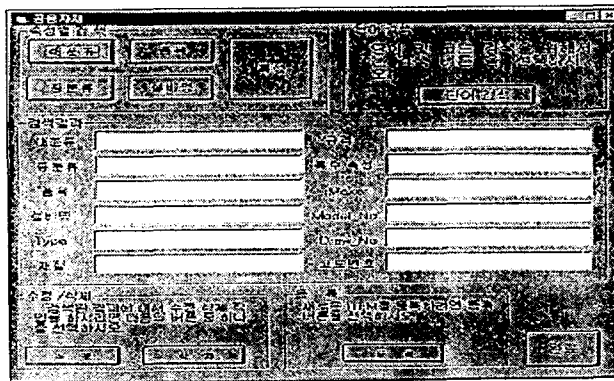
<그림 4> 생산현장의 보전데이터 수집과정



단계 1 : 보전관리지원시스템 소프트웨어 초기실행 화면

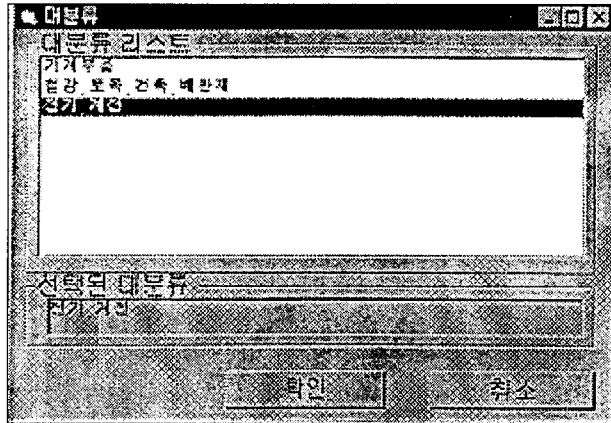


단계 2 : 설비이력관리모듈에 대한 대분류 검색화면

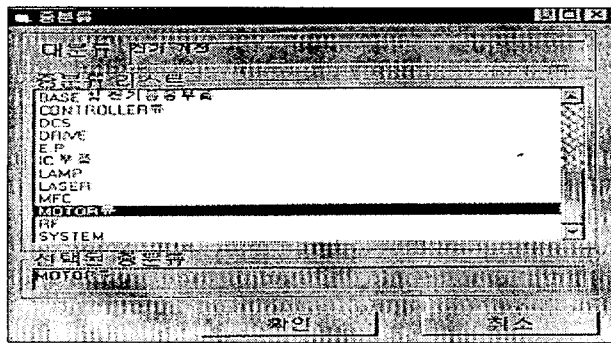




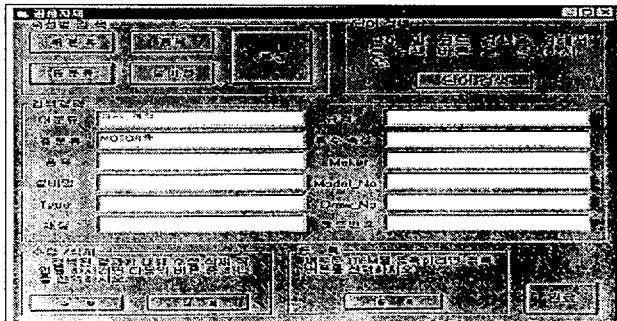
단계 3 : 대분류검색과정에서 전기 및 계전리스트 선택화면



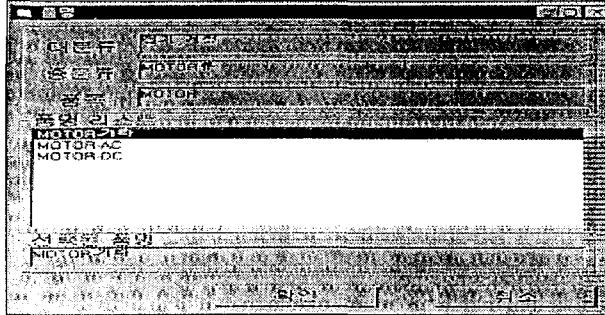
단계 4 : 중분류항목중 모터(motor)의 선택화면



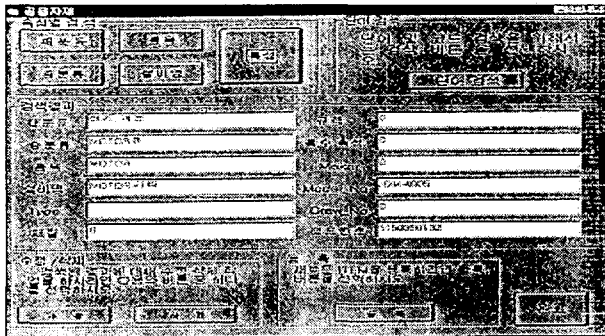
단계 5 : 모터류 선택화면



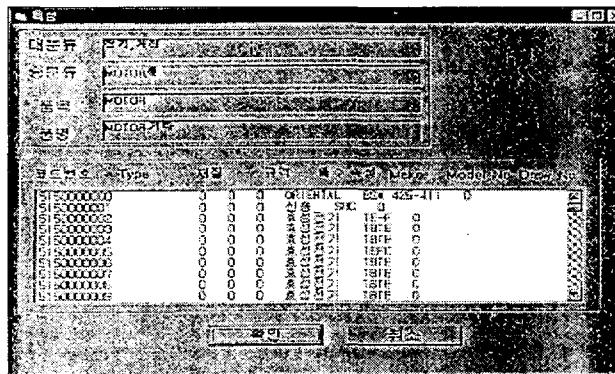
단계 6 : 품목에서 품명리스트 선정화면



단계 7 : 품명리스트별 각설비의 선택화면



단계 8 : 설비코드별 이력사항 등록, 수정 및 삭제화면



## 5. 결론

본 연구는 생산효율화를 위한 설비보전관리 지원시스템인 설비보전관리정보시스템(MMIS)에 대하여 다루었다. 설비계획, 운영 및 보전을 연계한 설비보전 정보시스템은 의사결정과정에서 신속하고 정확한 정보의 획득이 가능하며, 아울러 전사적 차원의 통합된 정보전산화시스템이 운영될 수 있다. 본 연구는 설비보전에 대한 데이터를 관리할 수 있는 전산화된 설비보전 지원정보시스템을 제시하였으며 비주얼 베이직(Visual basic 3.0)을 이용하여 시스템이 구현되

도록 개발하였다. 그리고 설비이력관리모듈에 대한 검색기능을 대분류,중분류 등으로 관련된 설비의 수정, 삭제, 신규등록 등을 효율적으로 관리할 수 있도록 하여 생산현장에서 보전업무의 온 라인화에 활용할 경우 그 효과가 높을 것으로 기대된다. 설비보전에 대한 정보시스템을 구축함으로써 보전관리업무의 통합화가 가능하며 기존 보전시스템에서 발생하는 데이터 처리 소요시간의 지연과 부정확한 정보발생을 제거함으로써 효율적으로 보전업무를 처리할 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] Geraerds, W. M. J., "The cost of downtime for maintenance :Preliminary consideration, Maintenance Management International, 5, 1985. pp. 13-21.
- [2] Kelly, A., "A Review of the maintenance documentation and computers", Maintenance Management International, 4, 1984b. pp. 251-267.
- [3] Krause, B. D., A Computer assisted maintenance management system., Maintenance Management International, 4, 1984. pp. 181-192.
- [4] Linda Jo Dolny and Ronald L. De Hoff., Maintenance Information Management System -strategic maintenance decision, Maintenance Management International, 5, pp. 31-40, 1985.
- [5] Mann, L., 1. Maintenance Management. Revised edition, publ.:D.C. Heath Co., Lexington, MA, 1983.
- [6] Norwlan, F. S. and H. F. Heap, Reliability centered maintenance, Commerce, res no:A566-759, 1978.
- [7] Pintellon L. M. and Gelders L. F., "Maintenance management decision making", European Journal Operational Research, Vol. 58, 1992, pp. 301-317.