

## 퍼스널 컴퓨터를 이용한 원자력발전소의 가동전·중 검사자료 관리 체제 전산화

송 순 자\* · 심 철 무\*

### PSI/ISI Data Management System by using Personal Computer in Nuclear Power Plant

S. J. Song and C. M. Sim

**Abstract** In nuclear power plants, nondestructive examinations(NDE) plays an important role in ensuring the integrity and reliability operation. As the number of plants and operational time increased, manual handling of voluminous data associated with PSI/ISI(preservice/in-service inspection) could result in many errors or mistakes in writing the examination plan or other reports. Several new approaches to process the data have been attempted and DBMS(Data Base Management System) has been well known concept with a faster and more accurate data processing. This paper proposes an application program, called NDTSYS designed with DBMS in micro computer. The program could be used for a tool to add new records to a data base, change existing records, delete records and request reports with the data base. It would be helpful to the user who manage the PSI/ISI data with minimal time and effort.

#### 1. 서 론

국내의 원자력 발전소의 건전성 확보 및 안전성과 신뢰성을 유지하기 위한 일환으로 원자력 발전소의 가동전 검사(Preservice Inspection : PSI)와 가동중 검사(Inservice Inspection : ISI)를 수행하고 있다. 이들 검사의 중요성과 결함 분석 및 데이터 처리의 중요성은 날로 증가되어 가고 있는 시점에 있어서 국내 원자력 발전소의 기수가 늘어나고 가동년수가 증가함

에 따라 엄청난 량의 원자력 발전소 가동전·중 부품 검사와 시험 데이터가 발생되고 있다. 이러한 데이터들을 수작업으로 처리하는데 대한 한계를 느끼기 시작하여 자료 저장과 자료처리, 보고서 작성 등을 처리할 수 있는 새로운 방법을 모색하기 시작하였다. 가동전·중 검사 자료와 관련된 자료 처리방법은 다음과 같은 필요 충분조건을 만족할 수 있어야 한다.

1. 다량의 자료를 효율적으로 관리.
2. 정기적인 요구사항을 지속적으로 유지.

\* 한국에너지연구소 비파괴시험연구실  
접수 : 1989년 9월 30일

- 3. 규제기관의 요구 충족.
- 4. 정보를 요구할 때 신속한 응답.
- 5. 각종 보고서 작성이 가능.
- 6. 가동 기간동안 ASME Sec. XI Program의 사용을 연속성 있게 유지.

위와같이 다양한 요구조건을 만족시키며 자료를 처리하는 목적은 가장 정확한 정보를 적시에 제공하여 유용한 의사 결정을 하도록 하는데 있다.<sup>9)</sup> 일반적으로 자료 처리시스템은 컴퓨터에 의해 수행되지만 반드시 컴퓨터에 의해서 수행되어야 하는 것은 아니다. 그러나, 오늘날 컴퓨터 기술의 눈부신 발전과 가격의 저렴화로 인해 정보처리 시스템을 전산화하는 것이 보다 편리하고 효율적이게 되었다. 특히 마이크로 컴퓨터의 출현에 따른 컴퓨터의 대중화와 기술혁신은 19C 산업 혁명 이후의 대량 생산체제와 비유할 만하여 학문적인 것 뿐만아니라 일상생활에 까지 그 기여도가 날로 증가되어 가고 있다. 더불어 이러한 자료 처리를 효과적으로 수행하기 위하여 Data Base System을 도구로 사용하는데 본 고에서는 마이크로 컴퓨터(IBM 16bit 호환기종)에서 사용되고 있는 Data base management system인 dBASE III Plus<sup>®</sup>를 이용하여 위의 요구조건을 만족시키는 가동전·중 검사에 대한 정보처리 방법을 소개하고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 정보 처리 시스템

#### 1-1. 정보 처리의 정의

정보 처리를 하기 위해서는 자료를 수집, 저장하여 컴퓨터가 운영할 수 있는 형태의 Data Base를 구축하여야 한다. 일상적인 Data Base의 한 예를 들어보면 전화번호부, 사전, 상품 카탈로그 등이 있다. 이러한

것들을 Data Base라고 하는 이유는 User가 원하는 정보를 어떤 Key에 의해 쉽게 찾을 수 있도록 정리 되어 있다는 것이다.

Fig. 1에서 정보 처리 시스템을 개념적으로 도시한 것이다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 정보 처리 시스템은 어떤 응용 시스템의 내부적 운영과 외부적 상황에 관련된 과거, 현재 그리고 예측되는 미래 상황에 대해 정보를 제공해 주는 조직적인 방법으로서 계획, 설계, 업무 수행, 검색, 보고서작성 등과 같은 기능을 수행 하기 위하여 운영되고 있다.

어떤 기관에서는 그 기관의 긍정적인 목적달성을 위하여 필요한 업무들을 몇 개의 부서가 수행하도록 분할시킨다. 이러한 경우에 한 부서가 필요로 하는 정보를 제공하여 주는 정보 시스템의 일부를 응용시스템(application system, subsystem)이라 하고 이 응용 시스템을 구현하기 위하여 실제 기능을 수행하는 프로그램들을 응용프로그램이라 한다. 또한, 하나의 전문적인 목적보다는 여러 가지 광범위한 복합적인 목적을 위해 통합적인 기능을 수행하는 정보시스템을 의사결정 지원시스템(DSS : Decision Support System)이라 할 수 있다.<sup>9)</sup>

#### 1-2. 마이크로 컴퓨터의 Data Base Management 응용 프로그램

컴퓨터 기술의 혁신과 발전으로 마이크로 컴퓨터의 용량과 처리 속도가 불과 몇년 사이에 놀랄만큼 발전 되어 왔다. 또한 값싼 반도체의 개발로 상품의 대량 생산과 저렴한 가격으로 퍼스널 컴퓨터의 보급은 가히 폭발적 이라 할 수 있다. 이러한 마이크로 컴퓨터가 처음에는 일부 열성적인 컴퓨터 사용자들에 의해 고도의 프로그래밍 학습에 이용되어 왔었다. 이때 Ashton Tate 사가 개발한 초기의 Data Base인 dBase II가 보급되기 시작하면서 종래의 대형 컴퓨터시스템이 아니고서는 상상할 수조차 없었던 Data Base의 구축 및 처리를 쉽게 사용하도록 여러가지 기능을 제공하여 비전문가들이 자료처리에 직접 참여할 수 있도록 종래의 개념을 바꾸어 놓았다.<sup>6)</sup>

현재 우리나라에 많이 보급되어 있는 IBM 16bit 호환성 마이크로 컴퓨터에서 사용되고 있는 Data Base 응용 프로그램의 종류로는 dBase III Plus, dBase IV, Clipper, Lotus 1-2-3, SAS, Fox Base 등 여러가지가 있어

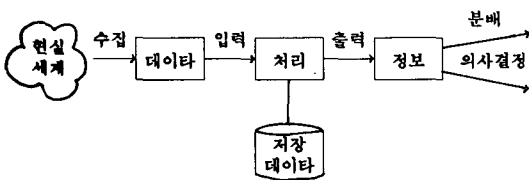


Fig. 1 Information processing system.

필요에 따라 선택하여 전문 프로그래머가 아닌 많은 사람들에게 또는 작업현장에서 손쉽게 DBMS(Data Base Management System)를 이용하도록 해주고 있다.

가동전·중 검사 자료처리에 이러한 응용프로그램 중의 하나인 dBase III Plus를 적용하여 프로그램을 작성하였다.

2. 업무분석

2-1. Preservice/Inservice Inspection(PSI/ISI)

가동전 검사(PSI)는 발전소 건설 후 상업운전에 전 ASME Sec. XI, 10 CFR 50, NRC, Reg. Guide, FSAR 등의 요건에 따라 검사를 수행하는 것을 말한다. 가동중 검사(ISI)는 가동중에 PSI에서 검사된 검사 부위들을 ASME Sec. XI의 가동 전·중 검사 계획에 따라 장기 가동중 검사 계획서를 작성하여 한 outage씩 검사한다.<sup>2)</sup> 이러한 가동전·중검사의 흐름을 Block Diagram으로 나타내 보면 다음과 같다.

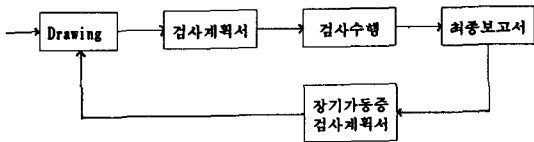


Fig. 2 PSI/ISI block diagram.

원자력 발전소 가동전 검사의 검사데이터는 약 3000 point 이상이며 각 point당 1개 혹은 최대 16개 까지의 세분화된 검사 방법이 적용되어 실제 수집되는 검사 데이터는 약 7200 record에 달한다. 전 검사 부위를 검사하는 가동전 검사의 데이터는 향후 수행되는 ISI의 기본자료가 될 뿐만 아니라 발전소의 수명이 다할 때 까지 중요한 데이터를 제공하게 된다. Fig. 2 에서 볼 수 있듯이 가동전·중 검사자료 처리는 일정한 업무를 정기적 주기로 처리하고 있으며 PSI때 수집된 데이터가 향후 수행될 ISI에서 정기적으로 이용되고 있다. 따라서 이처럼 반복적, 대량의 데이터 발생, 신속성 요구, 정기적 자료발생, 자료의 장기적 사용을 하는 자료들을 Data Base화 한다면 업무의 효율과 신뢰도를 높여 나갈 수 있을 것으로 사료된다.

2-2. hardware/Software 구비요건

퍼스널 컴퓨터로 가동전·중 검사에 관련된 자료를 처리하기 위해서는 최소한 다음과 같은 환경을 설정해야 한다.<sup>6),7),8)</sup>

- 1) IBM XT, AT 혹은 호환 기종
- 2) 256K BYTE 이상 Memory
- 3) 360K BYTE Floppy Driver 2개  
(Hard Disk있는 경우 Driver 1개)
- 4) 132 Col. Printer
- 5) MS-DOS 2.0 이상
- 6) dBase III Plus
- 7) KERMIT(자료 전송 프로그램)

3. 가동전·중 검사 자료 처리 시스템 설계(NDTSYS)

신 시스템 설계는 현장에서 그날 발생하는 자료는 그날 처리한다는 기본 원칙을 두고 사용자 입장에서는 코우드, 출력, 입력설계를 하고 컴퓨터의 관점에서는 File 설계와 Process 설계를 한다.<sup>10)</sup>

3-1. Code 설계

검사 데이터의 분류나 대조, 확인, 검색 등을 빠르고 정확하게 하기 위하여 ASME Sec. XI과 보고서에서 코우드를 설정 명확히 설계한다.

1) ASME Sec. XI Category, Item

Category : B-A Reactor Vessel Welds  
C-A Pressure Vessel Welds

Item : B1.10 Shell Welds, Vol.  
C1.10 Shell Circumferential Welds,  
Vol. :

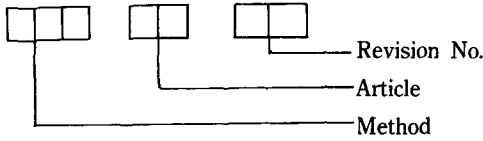
2) Reference No.



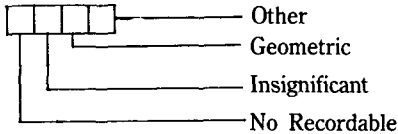
3) System

RC : Reactor Coolant System,  
PRZ : Pressurizer System

4) Procedure No.



5) Result



3-2. 출력설계

정보 처리시스템의 궁극적인 목적은 출력 정보를 얻기 위해서 라고도 말할 수 있는데 가동전·중 검사시에 필요한 출력물들은 수작업으로 기 출간 되어온 것들과 동일한 양식으로 설계한다.

- 1) 계획서
- 2) 최종 보고서
- 3) 일일 보고서
- 4) 검색 보고서

3-3. 입력 설계

가동전·중 검사에 관련된 자료 입력의 기본원칙은 될 수 있는 한 정보의 발생장소인 현장에서 자료입력을 수행하고 동시에 정보처리를 할 수 있도록 설계한다.

또한 출력정보의 정확도는 입력정보에 의해서 결정되어 진다고 할 수 있으므로 결함이 있거나 변경되는 검사자료는 그 자료와 관련된 모든 자료를 즉시 수정·보완하도록 한다.

- 1) PSI/ISI : 26item/1 record/227Byte
- 2) Transducer : 6item/1 record/ 38Byte
- 3) Examiner : 7item/1 record/ 53Byte
- 4) Resolution : 10item/1 record/ 53Byte

3-4. File 설계

가동중 검사를 수행할 경우 가동전 검사의 검사 데이터와 장기 가동중 검사계획서의 활용 빈도가 높으므로 가동전 검사자료와 장기 가동중 검사 계획서를 한 File로 병합하여 Master File로 설계하고 매 outage마다 발생하는 가동 중 검사자료는 Transaction File로 처리하도록 한다.

- 1) Master file : 가동전 검사, 장기가동중 검사 계획서 자료

1 Unit : 1.6M Byte/7200 record

전호기 : 1.6m X 8호기 = 12.8M Byte

FIELD	FIELD NAME	TYPE	LENGTH	REMARKS
1	SUM	Character	6	PRIMARY KEY
2	SYSTEM	Character	6	ALT KEY
3	IDNO	Character	20	ALT KEY
4	ITEM	Character	15	ALT KEY
5	CATG	Character	6	ALT KEY
6	LINE	Character	20	ALT KEY
7	FIG	Character	3	ALT KEY
8	COMPDES	Character	25	ALT KEY
9	METHOD	Character	7	ALT KEY
10	PROC	Character	9	ALT KEY
11	RESULT	Character	7	ALT KEY
12	CAL	Character	6	ALT KEY
13	BDATE	Character	8	ALT KEY
14	ADATE	Character	8	ALT KEY
15	INSP 1	Character	10	ALT KEY
16	INSP 2	Character	10	ALT KEY
17	OUTAGE	Character	6	ALT KEY
18	TR	Character	7	ALT KEY
19	INST	Character	7	ALT KEY
20	CAL SHNO	Character	6	ALT KEY
21	EX SHNO	Character	6	ALT KEY
22	RMKS	Character	1	-----
23	REMARKS	Memo	10	-----
24	RESOL SHT	Character	6	ALT KEY
25	WEDGE	Character	6	ALT KEY
26	CNF NO	Character	5	ALT KEY
** TOTAL **			227	

Fig. 3 Input format for PSI/ISI.

- 2) Transaction file : 가동중 검사 자료
  - 1 outage : 105K Byte/460 record
  - 전호기 : 105K X 8호기 = 840K Byte
- 3) 전호기 interval 메모리 사용량
  - 1 interval : 840K X 9 outage (10년) = 7.5M Byte
  - 4 interval : 7.5M X 4 interval (40년) + 12.8M = 42.8M Byte

3-5. Process 설계

NDTSYS를 구성하고 있는 program은 Fig 4 에서 볼 수 있듯이 Maintenance, Report, Query, Utility, Help 등 5개의 모듈로 구성되며 컴퓨터를 다뤄본 경험이 별로 없는 User들을 위해 다음과 같은 특징을 갖도

록 설계한다.

- 1) 이해, 사용이 쉽게 ; 시스템을 사용하는데 특별한 컴퓨터 지식, 경험이 필요 없음
- 2) Menu-Driven 방식
- 3) 입력을 위한 빈 화면 표시
- 4) Prompt 제공
- 5) 전 호기의 자료 저장과 처리
- 6) Back-up기능 제공
- 7) 각 모듈의 분리 수행 가능

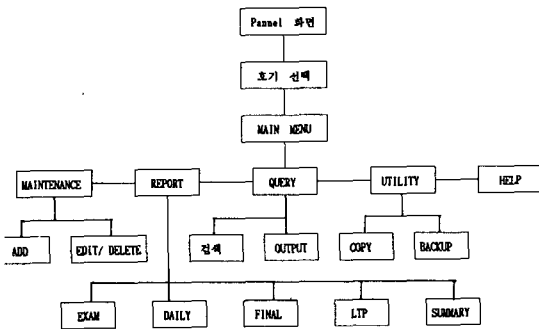


Fig. 4 NDTSYS program block diagram.

#### 4. 가동전·중검사 자료처리 시스템의 수행

컴퓨터를 이용한 신 시스템을 도입, 수행하기 위해서는 컴퓨터 도입에 따른 다음과 같은 평가를 한 후 도입, 수행하여야 한다.<sup>10)</sup>

- 1) 증가 요소
  - a. 직접적 효과
    - 계획서, 보고서 작성 등의 노력 경감
    - 사무 비용의 절감
    - 가동전·중검사 자료관리의 노력 감소
    - 능률의 향상과 Speed Up
  - b. 간접적 효과
    - 관리 방식의 합리화 (예측, 계획, 판단의 신속화, 최적화)
    - 사무의 표준화(입, 출력 형식 지정)
    - 신속한 계획서, 보고서 출력으로 Service 향상
    - 자료의 정확성에 따른 신뢰성 증가

#### 2) 감소 요소

- a. 컴퓨터 도입에 따른 일시적 경비 증가
  - b. 컴퓨터 사용에 따른 소모품비 등
- 이상과 같은 평가를 거친 본 퍼스널 컴퓨터를 이용한 가동전·중 검사 자료처리 시스템을 올진 2호기 가동전 검사(PSI)에 도입하여 수작업과 병행 수행하므로써 다변수에 대한 Test와 에러수정을 거쳐서 보다 완벽한 기능을 수행할 수 있도록 보완하였다.

#### 5. 기대 효과 및 발전 사항

퍼스널 컴퓨터를 이용한 가동전·중 검사자료 처리의 기대 효과로는

- 1) Portable .
- 2) real time 처리
- 3) 컴퓨터에 경험이 없는 사용자가 쉽게 이용
- 4) 자료 검색 용이
- 5) 원전 수명기간 동안 일관성있는 자료 관리 등이 있다.

향후 발전 사항으로 지금까지는 문자화되는 자료만을 처리 대상으로 하였으나 Graphic Tool을 이용한 iso-metric drawing을 작성하여 보고서 작성과 관련된 자료 전체를 전산화 할 수 있을 것으로 사료된다. 그리고, 작성시에 최선의 방법으로 작성된 program일지라도 눈부신 발전을 거듭하고 있는 Hardware와 Software의 개발로 본 시스템의 환경보다 더 나은 환경을 가진 응용프로그램들이 나올 것이라 기대되며 자료처리를 위해 수집, 저장된 데이터들은 Data Transfer를 이용하여 어떠한 환경에서도 사용이 가능하므로 철저한 유지, 보수가 필요할 것이다.

### Ⅲ. 결 론

퍼스널 컴퓨터를 이용한 가동전·중 검사자료 처리, 시스템을 구현하기 위하여 업무분석, 설계, Test, 수행하면서 얻어진 결론은 다음과 같다.

- 1) 원자력 발전소의 건전성과 안전성을 유지하기 위해 수행하는 가동전·중 검사자료의 조직적인 관리와
- 2) 신속하고 정확한 계획서, 보고서 출력으로 신뢰도를 향상시키며

3) 원전 수명기간 동안 ASME Sec. XI 등 적용문서의 일관성을 유지하고

4) 빠른 자료 검색으로 검사업무의 예측, 계획, 수정, 수행을 용이하게 하여 가동전·중 검사의 효율화를 꾀할 수 있게 되었다.

References

1. 원자력발전소의 가동 안전성 연구, KAERI, 1987.
2. ASME Boiler and Pressure Vessel Code XI Rule for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Co-

mponent, 1986.

3. 고리 3호기 가동전 검사 계획서, KAERI, 1984.
4. 고리 3호기 가동전 검사 최종 보고서, KAERI, 1984.
5. 고리 3호기 장기 가동중 검사 계획서, KAERI, 1984.
6. Ashton Tate, "dBase III Plus".
7. IBM Disk Operating System(DOS) Manual.
8. KAERI-KERMIT User's Manual, KAERI, 1986.
9. Date, C. J., "An Introduction to Data Base Systems", Vol. II, Addison-Wesley, 1982.
10. 양해술, "System Analysis Design Structured Design", 정익사, 1987.