

원전 콘크리트 구조물의 열화관리시스템 개발

Development of Aging Management System for the Concrete Structure

조명석*
Cho, Myung Sug

방기성**
Pang, Gi Sung

송영철***
Song, Young Chul

Abstract

The personal-computer software program named SAMS(Structural Aging Management System) was developed for the concrete structure of NPP(Nuclear Power Plant). SAMS is constituted of three part, database system containing various inspection data, operation program for standard input/output of the inspection data, and application program for efficient operation of database system.

Using the SAMS, the field engineers can easily acquire the information about the various inspection data, repair and accidental histories of NPP structures. SAMS will contribute to the efficient maintenance of NPP structures.

1. 서 론

콘크리트 구조물에 발생하는 경년 열화(Aging) 현상은 매우 복잡하며 단일 요인에 의해서라기 보다는 여러 요인의 복합적인 작용에 의해 나타나므로 그 원인분석 및 평가에 어려움을 주고 있다. 특히 전력구조물의 경우 대부분이 철근 콘크리트 구조물로 이루어져 있어 사용년수가 증가함에 따라 발생 가능한 경년 열화현상에 대해 사전 예방측면의 대책을 강구함은 안전성 확보 측면에서 중요한 문제라 할수있다. 이를 위해서는 무엇보다도 설계·시공 및 운용단계에서의 각종 이력사항의 관리가 기본적인 요소라 할수 있으며 이에 본 논문에서는 "원전 안전성 관련 콘크리트 구조물의 열화에 관한 연구"에서 개발된 열화관리시스템(Structural Aging Management System : SAMS)의 구성 및 원전

* 정회원, 한국전력공사 전력연구원 선임연구원

** 정회원, 한국전력공사 전력연구원 일반연구원

*** 정회원, 한국전력공사 전력연구원 책임연구원

구조물의 유지관리체계에 대하여 기술 하고자 한다.

2. 원전 콘크리트 구조물의 유지관리 체계

원전 구조물의 유지관리 체계는 열화현상 검사의 표준 절차와 방법을 규정한 점검체계와 보수여부의 판정, 보수재 및 보수공법의 선정등 구조물의 보수에 관한 일반적인 기술정보 및 원칙을 기술한 보수체계, 그리고 획득된 열화현상 자료의 효율적인 관리를 위한 데이터베이스 시스템인 열화관리시스템의 세 분야로 구분할수 있으며 본 체계의 전반적인 흐름도는 그림 1과 같다.

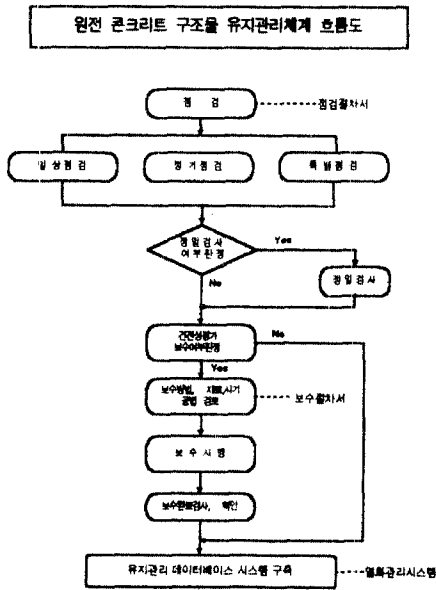


그림 1 원전 콘크리트 구조물 유지관리 체계 흐름도

3. 열화관리시스템 개발

본 시스템은 원전 안전성 관련 콘크리트 구조물의 점검과 유지관리, 보수 및 각종 이력 등의 제반 사항에 대한 입력 및 검색을 일선실무자들이 손쉽게 할 수 있도록 개인용 컴퓨터(P.C)로 전산화함으로써 신속한 현황 파악 및 유지관리 업무의 효율 극대화를 위하여 개발된 것으로서 앞절에서 기술한 점검 및 보수체계에 따라 획득된 자료를 바탕으로 한 데이터베이스의 구축, 자료의 입출력을 위한 화면구성 프로그래밍 및 효율적인 자료관리를 위한 각종 응용프로그램 개발등으로 기본방향을 설정하였다.

3.1 하드웨어 및 소프트웨어

열화관리시스템의 운용시 필요한 하드웨어 및 소프트웨어는 표 1과 같으며 필수적인 시스

표 1 하드웨어 및 소프트웨어 조건

구분	시스템 조건	
	최소 사양	권장 사양
하 드 웨 어	<ul style="list-style-type: none"> · IBM PC 80586 (75MHz) · 주기의 용량 : 16MB · 스캐너 : 300 dpi · CD ROM : 4배속 	<ul style="list-style-type: none"> · IBM PC 80586 (133MHz) · 주기의 용량 : 32MB · 스캐너 : 1200 dpi · CD ROM : 8배속
소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> · 운용체계 : Windows 95 · 프린터 및 스캐너 운용프로그램 	

템 조건으로서 PC 본체는 펜티엄급 이상으로 하여야 하며 주기억용량은 16MB 이상 확보되어야 한다. 또한 운영체제는 각 구조물별 사용수명(최소 40년) 동안의 방대한 화상자료(열화도)의 효율적 관리를 위하여 파일 이름을 24자까지 관리할 수 있는 Windows 95를 채택하였다.

3.2 데이터베이스 구축을 위한 시스템 분석

원전 구조물의 열화관리를 위한 대상자료는 구조물의 제원과 각종 점검자료 및 이력관리 자료등 이다. 따라서, 본 열화관리시스템에서는 데이터 조사 여건과 인력투입, 하드웨어 시스템과 개발 소프트웨어 Tool등 소요되는 노력과 경비를 감안하여 각 원자력발전소별로 제안된 열화관리 절차서의 제반 점검자료를 기본으로 하고 격납건물에 대한 가동중검사(In-Service Inspection : ISI) 자료 및 각종 이력자료를 해당 그룹내 항목이 구성 되도록 전체 데이터베이스를 구축하였다.

3.3 주화면의 구성 및 운용

열화관리시스템의 주화면은 그림 2에서 보는 바와 같이 발전소·호기·구조물 및 검사이력과 진단 시스템의 항목으로 구성되어 있으며 입출력 및 검색하고자 하는 항목을 선정함으로써 해당 부화면을 구동할수 있도록 설계되었다. 부화면의 구동을 위한 각 데이터의 항목은 사용 실무자들의 편의를 위하여 Pull-Down 메뉴방식에 따라 마우스로 Click 하여 선정할수 있도록 하였다.

3.4 부화면의 종류 및 구성

주화면의 메뉴에 따라 구동되는 부화면의 종류는 열화현상 점검절차에서 정의한 각종 점검(일상·정기·특별점검)과 구조물의 각종 이력사항 및 각 구조물별 제원등 재료적인 특성사항 관리를 위한 항목등으로 분류된다. 이상의 시스템 화면은 모두 구축된 데이터베이스 시스템으로의 효율적인 자료의 입출력을 위하여 윈도우 환경하의 GUI(Graphic User Interface) 방식에 따라 구성하였으며, 화면 구성을 위한 프로그래밍시에는 가능한 한 사용자들이 손쉽게 사용할수 있도록 운용에 필요한 Key를 최소화 하도록 하였다.

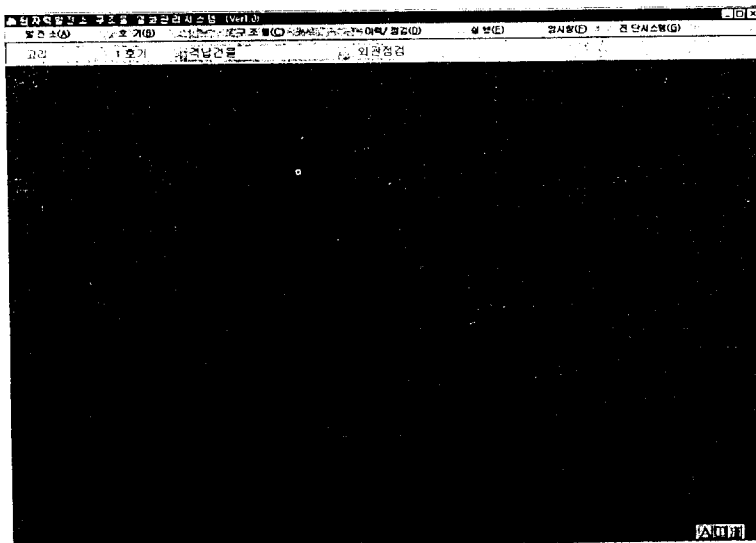


그림 2 열화관리시스템의 주화면

3.5 운영프로그램의 개발

1) 검색 프로그램

데이터베이스 시스템에 근간한 자료관리 프로그램에서는 입력된 자료의 효율적인 관리를 위한 검색 프로그램이 필요하게 된다. 본 열화관리시스템에서는 그림 3에서와 같이 자료 그룹별로 총괄표 라는 검색프로그램을 개발하여 그룹별 해당항목을 점검일자, 점검구역별 및 격납건물의 경우 텐돈번호별로 입력자료에 대한 검색이 이루어지도록 작성하였다.

2) 출력 프로그램

열화관리시스템에 입력된 자료를 해당 항목별로 출력이 가능하고, 특히 격납건물에 대한 가동중 김 사시 얻어지는 사용년수에 따른 포스트텐션링 계통의 유효인장력 및 텐돈의 인장검사 기록과 원자력 발전소 구조물의 수명관리를 위한 콘크리트의 염화물량 및 중성화 깊이 측정 기록등은 시간이력에 따 른 변화추이가 중요 요소이므로 그래프 형식으로 출력할수 있도록 출력 프로그램을 작성하였다.

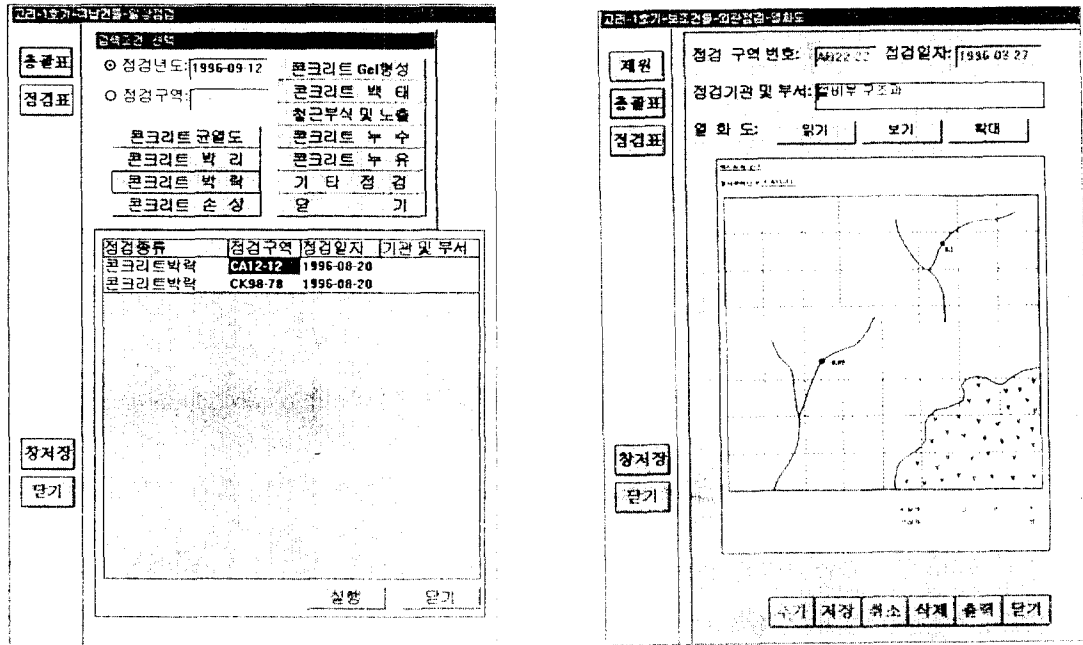


그림 3 열화관리시스템의 검색화면

3) 진단시스템

구조물에 발생한 열화현상을 간단한 현장 점검을 통하여 1차적인 열화 요인을 도출함으로써 실무담당자들의 의사 결정에 도움을 줄수 있도록 열화 요인 진단시스템을 개발하여 열화관리시스템에 접목 시켰다. 본 진단시스템에서는 열화요인을 구조적 요인, 재료적 요인, 시공적 요인 및 환경적 요인의 총 29가지로 분류하였으며 열화현상은 콘크리트의 균열 및 품질상태, 철근의 부식, 사용환경등과 같은

54개의 항목으로 세분화 하였다. 아울러 열화요인별로 고유한 현상이라 판단되는 항목에 대해서는 가중치를 설정함으로써 본 시스템의 신뢰도를 높였다

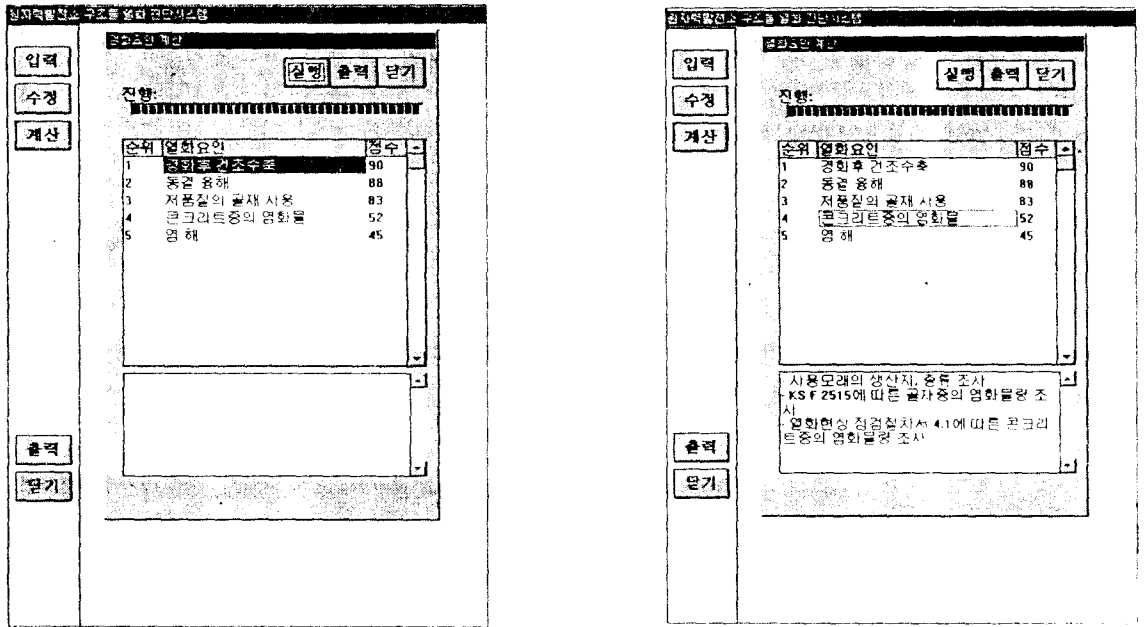


그림 4 진단시스템의 적용 예시

4. 결론 및 활용방안

콘크리트 구조물에 발생하는 경년 열화현상에 대한 정확한 원인 규명 및 대책수립을 위해서는 무엇보다도 지역성(Locality)에 따른 이력사항(History)의 관리가 전문가적 판단을 위해 매우 중요한 요소이다. 이러한 관점에서 원자력발전소 콘크리트 구조물의 경년 열화현상에 대한 이력사항을 체계적으로 관리할 수 있는 열화관리시스템의 개발은 국가기간산업인 전력사업의 사회적 신뢰성 확보 측면에서 매우 중요한 성과라 할수 있다. 아울러 본 시스템에서 지속적으로 축적될 데이터는 가동중인 원전에 대한 효율적인 수명관리 방안 수립 및 콘크리트 구조물의 잔존수명 예측 분야 등의 연구시 기본 자료로 유용하게 이용될 것으로 사료된다.

● 참고문헌 ●

1. 전력연구원, "원전 안전성 관련 콘크리트 구조물의 열화에 관한 연구", 1996
2. 전력연구원, "열화관리시스템 User's Manual", 1996