

원전 안전성관련 구조물 통합 D/B 시스템 개발 방향

Development of Integrated D/B System for the Safety-Related Structures in Nuclear Power Plant

조명석*, 송영철*, 이종석**, 최원성**

* 한전 전력연구원, 대전광역시 유성구 문지동 103-16

** 한국건설기술연구원, 경기도 고양시 일산구 대화동 2311

요 약

구조물 수명관리의 기본은 건설 및 운영 중 발생하는 제반 정보의 체계적인 관리로서 원전 안전성관련 구조물을 대상으로 일반사항, 구조/설계, 자재, 시공, 열화 및 보수 정보의 5개 D/B로 구성된 통합 시스템의 개발을 추진 중에 있다. 체계적이고 효율적인 시스템 개발을 위해서는 전반적인 시스템의 체계를 수립, 대상 구조물이 필요로 하는 D/B 항목의 도출 및 각종 운용 프로그램이 필요하게 된다. 운용 프로그램은 열화 및 보수자료 관리프로그램, 정밀점검자료 관리프로그램, 입력된 자료를 각종 옵션을 선택하여 필요한 자료만을 신속히 찾을 수 있는 검색 프로그램, 입력된 자료의 백업과 업데이트, 교환을 위한 자료관리프로그램 등이 포함되며, 이러한 통합 D/B 시스템의 개발은 원전 구조물의 안전성 향상 및 유지관리 업무에 진보적인 기술을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract

The integrated D/B System is developed for digitalizing the history of the safety-related structures of nuclear power plant. It have 5 database which are consist of Generals, Structural & Design, Materials, Construction, Aging and repair information D/B. For efficient operation of the system, we are to set up the outline of the system, find out data field for target structures, and develop utilities. Utilities will be the aging & repair data management program, the close examination management program, the data search engine with various options which help users to find the information quickly, and the data management program restoring, updating & exchanging input data. Development of the integrated D/B system of the safety-related structures will contribute to management of the structures of nuclear power plant with advanced technology

1. 서론

원전 구조물 건전성 평가시 직면하게 되는 가장 큰 문제점은 평가대상에 대한 발생시기, 진행상황 및 기타 관련자료 등의 미비로 인하여 정확한 원인규명과 향후 재발 방지대책 수립이 곤란하다는 점이다. 즉, 구조물 수명관리의 기본은 설계·시공 단계에서 생산되는 중요 자료 및 사용 중 발생할 수 있는 각종 열화현상 등에 대한 이력(history)관리로서, 안전을 최우선으로 하는 원자력발전소의 경우는 그 중요성이 더욱 크다 할 수 있다. 특히, 국내 가동 중 원전 안전성관련 구조물은 대부분이 콘크리트 구조물로서 재료의 특성상 발생하는 열화현상이 매우 복잡하고 여러 요인의 복합적인 작용에 의해 나타나므로 정확한 건전성 평가를 위하여는 체계적인 D/B 시스템의 개발 및 운용을 통한 신뢰성 있는 데이터의 제공이 필수적인 요소이다. 이러한 필요성에 따라 본 연구에서는 원전 안전성관련 구조물 건전성 평가시 기본 자료와 구조물 유지관리 도구로서 활용될 수 있는 설계·시공·유지관리분야를 포괄한 종합적 D/B 시스템의 개발 방향에 대해 논하고자 한다.

2. 시스템 개발 방향

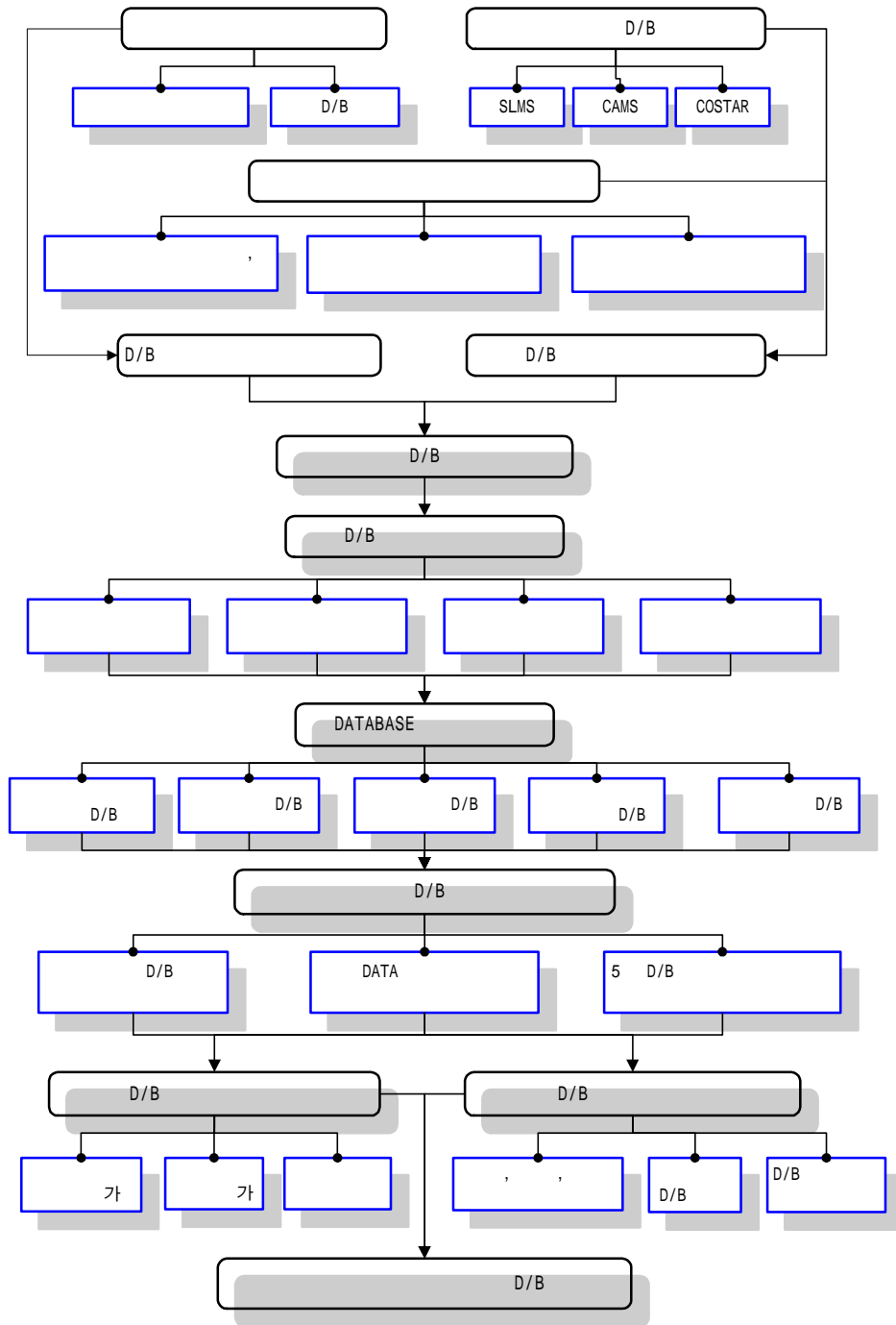
본 연구에서는 원전 안전성관련 구조물의 설계·시공 및 점검·보수자료 등에 관련된 각종 정보가 화면을 통하여 일정형식의 데이터로 입력되면 컴퓨터 내부에서 데이터들이 체계적으로 정리·보관되며 사용자가 필요시 다양한 양식으로 단말기, 프린터 등을 통하여 조회 또는 출력할 수 있도록 시스템을 구성하고자 한다. 이때 운용프로그램은 5개의 D/B 시스템 즉, 일반사항, 구조 및 설계, 자재, 시공, 열화 및 보수 정보 D/B와 연결하여 다양한 검색 및 활용이 가능하도록 구성한다.

본 시스템의 개발체계에 대한 플로우차트를 <그림 1>과 같이 나타내었다. 플로우차트에서 보면, 시스템의 완성을 위해서 대상 구조물의 특성 분석부터 D/B 체계의 확장까지 여러 단계를 거치게 된다. 이러한 단계를 크게 5단계로 분류하면 ①시스템의 개념설계 ② D/B 운용프로그램 개발 ③D/B 체계 구축 ④자료획득절차 및 D/B별 결합체계 수립 ⑤시스템의 개선 및 확장으로 나눌 수 있다.

(1) D/B 시스템 개념 설계

효율적인 자료의 입출력을 위하여 윈도우즈 환경하의 GUI (Graphic User Interface) 방식에 따라 시스템의 화면구성 프로그램을 작성한다. 화면구성을 위한 프로그래밍시에는 가능한 한 사용자의 편리를 위하여 시스템의 운용에 필요한 키(Key)를 최소화하고, 대부분의 기능을 화면에서 마우스 클릭을 통하여 실행시키는 것을 원칙으로 하였다.

또한, 안전성관련 구조물 통합 D/B 시스템을 지원하여 화면조회, 출력, 검색, 도형 및 그래픽 처리 등으로 사용자의 의사결정에 도움을 주는 각종 운용프로그램을 작성하며,



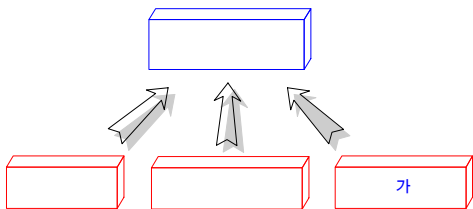
<그림 1> 통합 D/B 시스템 개발 체계

이러한 운용 프로그램으로서는 자료검색 프로그램, 자료교환 프로그램, 열화 및 보수자료 관리프로그램, 정밀점검자료 관리프로그램 등이 있다.

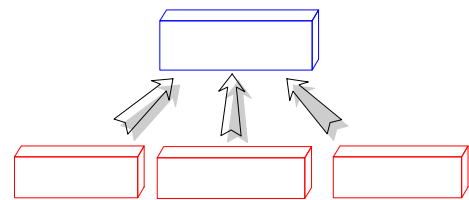
1) 시스템 개발 목표

원전 안전성관련 구조물 통합 D/B 시스템은 3가지 개발 목표를 가지고 있다. 첫째, 시스템의 실용화, 둘째, 운용의 편의성, 셋째, 미래대비형 시스템이다.

이 중 가장 역점을 두어야 할 부분은 시스템의 실용화라고 할 수 있다. 즉, 현장 실무자들이 사용하기 어렵다면 그 의미를 상실하게 된다. 이를 위해서 본 시스템은 먼저 현장 실무자들의 구조물 유지관리에 대한 애로사항을 적극적으로 반영하고, 시스템 개발팀에는 원전 현장점검의 경험이 풍부한 연구자를 포함하도록 한다. 또한 개발시 충분한 가상 운용을 거쳐 현장에 실제 적용할 때의 시행착오를 최대한 줄이도록 노력할 예정이다.

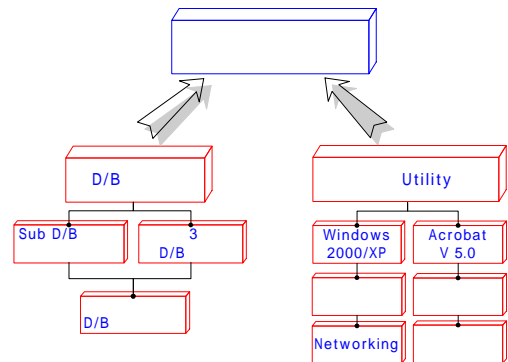


<그림 2> 실용적인 시스템



<그림 3> 운용이 편리한 시스템

운용의 편의성 차원에서는 화면에 출력되는 자료를 텍스트뿐만 아니라 그래픽화면으로도 출력하여 운용자의 편의를 높이고자 한다. 즉, 어떤 부재에 균열이 발생하였을 때 이를 텍스트 형식으로만 저장하고 출력하는 것이 아니라, 정확한 좌표에 의해 그래픽 화면으로 보여 주어 시각적인 효과를 높이고자 한다. 또한, 입력 및 수정 등을 담당하는 열화자료관리 프로그램과 입력된 자료를 가장 효율적이면서 빠르게 필요한 부분만을 검색하여 볼 수 있는 검색프로그램을 설치가 필요하다.



<그림 4> 미래의 수요를 충족시키는 시스템

본 시스템은 미래대비형으로 구성될 것이다. 이것은 현 상태뿐만 아니라 미래에 발생할 수 있는 수요를 적극적으로 반영할 수 있을 것이다. 국내 원전은 계속적으로 추가 건설이 이루어지고 있으며, 이러한 신규 호기들 또한 구조물 유지관리를 위한 체계적인 자료관리가 필요하게 될 것이다. 결국 본 시스템 새로운 형식의 구조물이나, 방대해지는 자료에 대한 대비가 필요하게 된다. 따라서, D/B의 확장성은 시스템의 활용성 측면에서 중요한

요소가 될 것이다.

신규 호기가 기존에 구축된 D/B 구조와 호환이 되지 않을 수 있으므로, 각 호기별로 D/B 체계에 대한 메뉴를 편집할 수 있는 프로그램을 독립적으로 개발할 예정이다. 또한, 1개 호기를 대상으로 실제로 D/B를 구축·운영하여 시행착오를 겪은 후 기타 호기의 D/B 기반을 예측하는 것도 한 방법이 될 수 있을 것이다.

미래대비를 위한 또 한가지 방법은 최신 운용 유틸리티를 적용하는 것이다. 최신의 OS 상에서 구동이 되어 시스템의 안전성을 향상시키고, 기타 최신 외부 유틸리티를 적극 활용하여 지속적으로 업그레이드하는 것이다.

2) 시스템 개발의 기본 Concept

원전 안전성관련 구조물 통합 D/B 시스템은 3가지의 기본 Concept을 가지고 개발될 것이다. 첫째, 기존의 현장에서 실시하고 있는 유지관리 활동을 포용하는 것, 둘째, 구조물의 건전성 평가를 지원할 수 있는 것, 셋째, 현행 원전 구조물의 점검 절차서의 개선을 전제로 설계하는 것이다.

기존의 구조물 유지관리 활동을 포용하는 것은 현재까지 이루어진 설계, 시공, 구조물 유지관리 등에 의해 누적된 자료들을 엄선하여 활용할 수 있도록 향후의 통합시스템이 최적의 상태로 운용될 수 있도록 D/B의 구조를 설계하는 것이다.

구조물의 건전성 평가를 지원한다는 것은 통합 시스템 자체로서도 중요한 의미가 되며, 통합 시스템의 활용도를 더욱 높일 수 있게 된다. 만일 통합적인 D/B 구축 단계에서 구조물의 건전성 평가시 필요한 data field를 확보하지 않는다면 통합 시스템의 대폭적인 개선이 불가피하게 될 것이다.

또한, 현행 원전 구조물의 점검 절차서의 개선을 전제로 설계를 하는 것은 현재까지의 유지관리 활동을 포용하여 현재의 유지관리 활동을 시스템화하는 것에 만족하는 것이 아니라 최선의 통합 시스템을 구축하기 위해 필요한 경우 현행 구조물 점검절차서에서 불필요한 부분은 수정·삭제하여 통합시스템에서 불필요한 부분을 없애며, 꼭 필요한 부분은 절차서의 개선·개정을 유도하여 최적의 유지관리 활동이 시스템 내에서 가능하도록 해야 한다는 것이다.

3) 자료의 입력 형식

자료전산화를 위해 필요한 자료의 형태는 다양하게 나타난다. 일반문서, 도면, 절차서, 점검보고서 등 대부분의 자료가 서지형태로 되어 있으며, 이러한 형태의 자료를 전산화하는 가장 빠른 방법은 이들 자료를 화상 자료나 PDF(Portable Document Format)화 하여 입력하는 것이 될 것이다. 그러나, 본 D/B 시스템에서 가장 주요한 역할을 하는 열화 및 보수 D/B는 이러한 화상자료나 PDF 형식의 입력자료만으로는 운용하기가 어렵다. 따라

서, 구조물의 열화상태나 보수상태를 디지털화, 그래픽화하여 사용자에게 보다 편리한 업무를 수행할 수 있도록 할 필요가 있다. 이를 위하여 본 프로그램에서는 PDF, 화상자료와 같은 Sub-D/B를 위한 입력방식 외에 직선형, 영역형의 좌표형 입력 방식을 적용하였다.

직선형 입력 자료로서는 주로 균열, 백태, 균열보수 부위, 철근노출 등이 되며, 이들은 각각 열화의 시점과 종점을 XY좌표로서 입력하게 된다.

영역형 입력 자료는 망상균열과 같은 영역형의 열화현상이나, 덧씌우기, 패치 등과 같은 보수부위 등의 좌표를 입력할 때 사용된다.

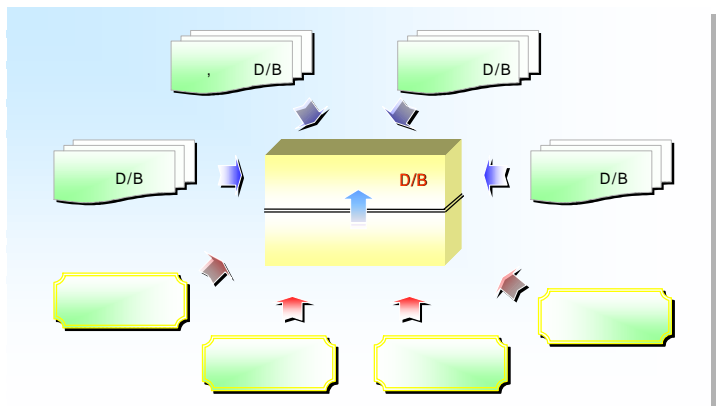
화상자료는 직선형, 영역형 등의 열화입력 방식으로 현장 상황을 나타내기 어렵거나, 추가로 상세한 열화상태를 얻기 위하여 입력되는 자료 형태이다.

PDF(Portable Document Format)는 윈도우나 맥킨토시, 유닉스, OS/2 등 어떤 타입의 컴퓨터 시스템 환경하에서도 전송과 읽기가 가능하도록 지원되는 포맷이다. 자체 압축기능을 포함하고 있어 작은 파일 사이즈의 문서로 만들어 저장할 수 있다. 또한 On-line 환경이나 Off-line 환경에서도 여러 전송 수단을 통하여 문서정보의 공유 및 전송할 수 있는 등의 여러 장점을 가지고 있는 파일 포맷이다. 따라서, 본 시스템에서는 각종 절차서 등 양적으로 큰 자료를 관리하는 방안으로 PDF 형식의 입력방식을 사용하기로 하였다.

4) D/B 결합체계

본 통합 시스템은 대상 구조물의 현황, 제원 등으로 구성되는 일반 사항 D/B, 설계코드, 도면 등으로 구성되는 구조 및 설계정보 D/B, 시멘트, 골재, 철근 등 구조물에 사용된 재료에 대한 자료로 구성되는 자재정보 D/B, 각종 시방서, 절차서, 부적합사항 보고서 등으로 구성되는 시공정보 D/B, 구조물의 각종 특별점검 및 정기점검 등으로 조사된 구조물의 열화 및 보수자료 등으로 구성된 열화 및 보수정보 D/B로서 모두 5개의 D/B로 구성되어 있다. 본 D/B 시스템은 그 제목에서도 알 수 있듯이 안전성관련 구조물의 열화에 관련된 모든 자료를 효율적으로 관리하여 안전성관련 구조물의 유지관리에 도움을 주는 것을 목적으로 한다. 이들 D/B 중에서 열화 및 보수 D/B가 가장 주요한 D/B가 되며, 나머지 4개 D/B는 열화 및 보수 D/B를 지원하는 Sub-D/B로서의 체계를 갖추게 된다.

프로그램이 구동되면 기본적으로 열화 및 보수 D/B를 관리할



<그림 5> D/B 결합체계

수 있는 상태가 되며, 사용자의 필요에 따라 Sub-D/B로 접근하는 방식이 된다.

본 열화 D/B 시스템은 효율적인 자료관리를 위하여 자료 검색 프로그램, 열화 및 보수 자료 관리프로그램, 정밀점검자료 관리프로그램, 자료관리 프로그램을 각각 독립적인 모듈로서 개발하여 이용하는 운용프로그램을 가지게 된다. 운용프로그램에 대한 자세한 사항은 아래의 (2)절에서 언급하기로 한다.

(2) 통합 D/B 운용 프로그램

1) 열화 및 보수자료 관리프로그램

열화 및 보수자료 관리프로그램은 본 통합 시스템에서 현장에서 점검된 열화자료의 입력과 출력, 수정 등을 담당하는 프로그램으로서 기본정보, 자료 입력창, 자료 수정창, 제어창을 가져야 하며, 각각의 창이 수행할 개략적 기능은 다음과 같다.

① 기본 정보창

기본정보창은 현재의 관리 대상구조물 및 부재에 대한 기본적인 정보를 보여주기 위한 것으로 준공일, 설계강도, 피복두께, 방위, 대상부재의 특징 등이 정보항목으로 이용될 수 있다.

② 자료 입력창

자료 입력창은 콘크리트의 열화 및 보수자료를 입력하는 창으로서 현장에서 구조물 점검결과로서 발생하는 자료를 수치적으로 입력할 수 있는 창이다. 수치적으로 입력된 자료는 화면에 XY 좌표축을 가진 그래픽화면으로 표현하여 시스템 운용자에게 시각적인 효과를 줄 수 있다. 기타 세부기능으로는 열화현상에 대한 관리번호 부여, 열화유형 선택, 점검일 입력, 특별관리 대상 여부 등이 될 수 있다.

③ 자료 수정창

자료 수정창은 기존에 입력된 자료를 수정할 수 있는 창으로 수정가능 항목은 자료입력창에서 입력한 모든 자료항목이 된다.

④ 제어창

입력된 열화자료를 더욱 효율적으로 관리하기 위한 기능을 가지며, 대상 부재 세부 이력관리, 열화현상의 개별 이력관리, 조건별 화면출력, 부분확대 기능, 프린터출력 등 여러 가지 특수기능이 해당된다.

2) 정밀점검자료 관리프로그램

콘크리트 구조물에서 수명관리란 안전성과 소요성능을 유지하면서 경제성을 고려한 최적수명까지 구조물을 활용하는데 요구되는 제반 기술활동이라 할 수 있으며, 지금까지 일반적으로 사용해 온 유지관리와는 달리 능동적이고 미래 지향적인 성격이 강한 의미라 할 수 있다. 즉, 유지관리는 현 상태 유지 측면의 수동적 의미가 강한 반면, 수명관리는 현 상태는 물론 미래의 건전성 확보를 대상으로 하며, 이러한 수명관리의 개념은 구조물

의 사용기간 동안 뿐 만이 아니라 설계 및 시공단계에 까지 적용되어야 할 포괄적인 개념이다. 정밀점검자료는 현 상태의 유지관리나 건전성 평가에 큰 영향을 미치지만 더불어 향후의 건전성까지 예측할 수 있는 자료가 된다는 점에서 단순한 유지관리 보다는 구조물의 수명관리에 가까운 것으로 그 중요도가 크다고 할 수 있다. 이러한 정밀점검자료 항목으로는 깊이별 염분함유량, 중성화 진행 깊이, 비파괴 압축강도, 부등침하, 자연전위값, 초음파속도 등이 있으며, 본 프로그램은 이 항목들에 대해 경과기간에 따른 추이를 검토할 수 있도록 측정값을 그래프로 출력하여 화면에 출력할 수 있도록 할 것이다. 또한, 각 항목들에 대해 연차별 혹은 점검시기별로 입력할 수 있도록 정밀점검 결과값이 계속적으로 누적되어 미래의 건전성을 예측할 수 있는 자료가 될 수 있도록 하고자 한다.

3) 열화자료 검색 프로그램

본 시스템은 모든 열화자료를 수치 및 문자 데이터로 기록·관리하므로 다양한 항목에 대해서 열화자료를 검색할 수 있게 된다. 열화자료를 효율적으로 신속히 필요한 부분만을 검색하여 관리할 수 있게 하기 위해서는 <표 1>과 같은 검색항목과 검색옵션이 필요할 것으로 예상된다. 다만, 이들 검색항목들은 열화 및 보수자료 관리프로그램에 의해 입력된 자료에 국한될 것이며, 기타 Sub-D/B들은 목차에 의한 검색 방식을 적용할 것이다.

4) 자료관리프로그램

본 시스템은 국내 원자력발전소의 안전성관련 구조물을 대상으로 구조물의 이력 및 열화자료를 관리한다. 이러한 D/B의 관리에 있어 각 원전사이트에서는 호기별로 관리가 필요하겠으나, 사용 주체에 따라서 전국의 원전을 전체적으로 관리할 필요도 있을 것이다. 그러나, 본 시스템은 보안문제로 인하여 LAN망이나 인터넷상에 시스템을 노출시키지 않으므로 각 원전사이트에서 발생하는 D/B 자료들을 호기별, 구조물별로 분리하여 이를 다른 사이트 혹은 통합 관리 주체에 전송시켜야 하며, 또한 전송 받은 자료를 시스템으로 안전하게 병합시킬 수 있는 기능도 있어야 한다. 이를 위하여 본 시스템에서는 자료관리 프로그램을 운용프로그램으로서 개발하고자 한다.

<표 1> 자료검색 항목 및 검색옵션

검색항목	검색 옵션
원자력발전소	울진, 월성, 영광, 고리
호기	1, 2, 3, 4
부재그룹	외벽, 내벽, 슬래브, 보, 기둥
열화유형	일반균열, 망상균열, 보수, 백태, honeycomb, 모르타보수, 철근노출, 박리, 기타현상
특별관리대상	○, ×
보수여부	○, ×
열화 길이	직접 입력
열화 폭	직접 입력
열화의 위치	직접 입력
정밀점검여부	○, ×
점검일자	○년○월○일~○년○월○일

(3) 열화 및 보수 D/B

열화 및 보수 D/B는 대상 구조물에 발생된 열화를 육안 및 정밀점검에 의해 조사하여 얻은 자료를 열화 및 보수자료 관리프로그램으로 D/B화한 것이다.

열화 및 보수 D/B에서는 자료를 체계적으로 관리하기 위하여 대상 구조물을 각 부재 그룹의 구조적인 역할을 기준으로 몇 개의 구역으로 세분한다. 즉, 대상 구조물을 외벽, 내벽, 슬래브, 보, 기둥의 부재그룹으로 나눈 후 다시 외벽 A면, B면, C면. 슬래브 100ft, 125ft... 등으로 세분하여 데이터를 저장하게 된다. 열화 및 보수 D/B에서 자료관리는 다음과 같다.

① 열화자료

본 시스템은 운용 프로그램인 열화 및 보수자료 관리프로그램에 의해 각종 자료가 입력되면 실시간으로 화면에 열화도를 좌표화하여 출력하게 된다. 이것은 입력되는 모든 열화 및 보수자료가 수치좌표를 가지도록 디지털화되어 있기 때문에 가능하다.

각 열화자료가 수치좌표를 가지고 좌표화되어 화면에 출력됨으로 인해 사용자는 열화의 길이, 방향성, 발생위치 등을 정확하고 편리하게 확인할 수 있게 된다.

② 보수자료

보수자료 관리는 구조물에 발생된 열화가 보수된 경우 이에 대한 세부정보를 시스템에 관리하고자 하는 것으로, 보수정보 기본창과 세부사항창으로 나눈다.

보수정보 기본창은 보수작업의 시공사, 시공방법, 보수재료, 보수일자, 보수전 현황 등을 간단히 작성하게 하며, 세부사항창은 보수재료에 관한 세부항목을 각 재료의 일반적 특성, 물리·화학적 특성, 내구특성 등의 측면에서 기록할 수 있게 한다.

③ 자료 관리창의 레이어화

레이어는 도면의 특정 부분에 관계되는 도면요소를 가질 수 있어, 이들 모든 도면요소의 Visibility(가시성)를 총괄적으로 조절할 수 있게 한다. 즉, 화면에 원하는 내용만을 선별하여 출력할 수 있게 하는 것이다. 이러한 기능을 이용하여 본 프로그램에서는 기본 바탕화면에 구조물의 형태를 나타내는 구조도 레이어, 열화 및 보수 상태를 보여주는 열화 상태 레이어, 선택적으로 화면에 출력하는 제어 레이어 등을 설계하고자 한다.

(4) Sub-D/B 프로그램

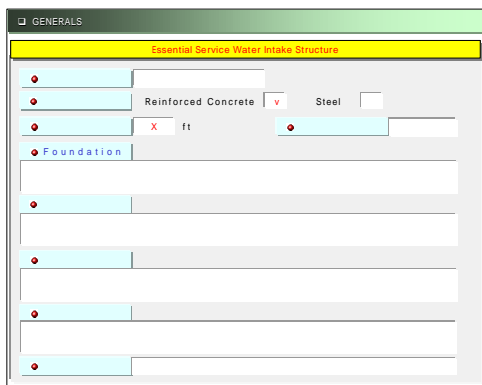
Sub-D/B는 대상 안전성관련 구조물에 대한 전반적인 정보를 제공하고 발전소 건설을 위한 착수시점에서부터 설계, 시공, 준공 및 상업운전 단계까지의 기록들과 각종 시험 및 검사 등의 자료를 확보하여 D/B화함으로써 관련자료의 체계적이고 효율적인 관리를 도모하며, 이들 자료를 바탕으로 열화 및 보수정보 D/B를 지원한다.

본 Sub-D/B 프로그램은 일반사항, 구조·설계, 자재, 시공정보 D/B의 4개 분야로 구성되며 대상 구조물에 대한 기본적인 정보를 제공하고 구조물의 설계, 시공과 관련한 기준,

도면, 부적합사항, 문제점 및 개선사항 등을 입력 관리한다.

1) 일반사항 D/B

일반사항 D/B는 대상 구조물의 일반적인 내용에 관한 정보를 제공하며 제원, 구조형식 등의 기본적인 사항을 입력하여 관리한다. D/B는 현황, 제원, 구조형식 등으로 구성되며 자료는 항목별로 해당 내용을 입력하는 방식으로 관리한다.



<그림 6> 일반사항 D/B 화면출력 예



<그림 7> 구조 및 설계정보 D/B 화면출력 예

2) 구조 및 설계정보 D/B

구조 및 설계정보 D/B는 대상 구조물에 적용된 설계기준과 특성, 주요 설계도면 등을 입력하고 사용자가 간단한 검색 기능을 이용하여 원하는 자료를 쉽게 검색하여 찾아볼 수 있도록 하여 구조물의 설계 제특성 파악이 용이하게 한다. 또한, 본 D/B에서 관리되는 설계도면 등의 설계자료는 열화 및 보수 D/B에서 구역도 작성시 활용되게 하며 필요시 시공자료 및 현장검사자료와 비교 검토할 수 있도록 한다. 자료는 항목별로 해당 내용을 입력하는 방식, PDF 파일형식으로 입력하는 방식 및 문자로 입력하는 방식으로 관리한다.

3) 자재 D/B

자재정보 D/B는 대상 구조물에 사용된 건설자재에 대한 내용을 수록하여 자재의 사용 현황을 파악하고 건설재료인 철근과 콘크리트의 구성자재에 대한 자료를 확보하여 사용재료의 기초적인 정보를 제공할 수 있도록 하였다.

또한, 각 재료에 대해 제시된 관련기준을 파악하고 이에 따른 시험방법 및 시험결과 자료를 입력하며 대상 구조물에 적용된 배합설계와 관련된 자료를 관리한다.

자재정보 D/B의 구성은 시멘트, 골재, 혼화재료, 배합설계, 철근 및 기타항목으로 되며 자료는 항목별로 해당 내용을 입력하는 방식 및 문자로 입력하는 방식으로 관리한다.

4) 시공 D/B

시공정보 D/B는 구조물 시공에 대한 일반적인 내용을 수록하여 시공 당시의 환경조건 및 콘크리트 타설 등의 시공현황을 파악하고 시공시에 발생된 문제점 및 조치사항 등의 자료를 관리하여 열화자료 분석시 적절한 정보를 제공할 수 있도록 한다.

시공정보 D/B의 구성은 시방서/절차서, 작업현황, As-built Schedule, 부적합사항 및 기타항목으로 되며 자료는 항목별로 해당 내용을 입력하는 방식, PDF 파일형식으로 입력하는 방식 및 문자로 입력하는 방식으로 관리한다.

3. 결론

설계·시공 단계에서부터 운영 중 발생하는 각종 열화현상 등에 대한 이력(history)관리를 전산화하기 위하여 일반사항, 구조 및 설계, 자재, 시공정보, 열화 및 보수정보 D/B의 5개 Sub-D/B로 구성된 안전성관련 구조물 통합 D/B 시스템의 개발 방향에 대해 상세히 기술하였다. 이러한 D/B들의 운용에 필수적인 자료검색 프로그램, 콘크리트 및 철골 열화자료 관리프로그램, 정밀점검자료 관리프로그램 등의 운용프로그램들이 개발 중에 있다. 또한, 자료의 입력 방법으로 직선형, 영역형, 화상자료, PDF 형식과 같은 다양한 방식을 채택하여 효율적인 자료 입력 및 저장, 관리를 추구하고 있다.

본 시스템의 개발이 완료되면 원전 안전성관련 구조물의 수명관리에 큰 도움이 될 것으로 기대되며, 시스템 개발 후 대상 원전을 선정하여 실질적인 D/B를 구축함으로써 전 원전에 확대 보급할 할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 지원 한국원자력연구소의 연구비에 의하여 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 전력연구원, “원전 안전성 관련 콘크리트 구조물의 열화에 관한 연구”, 1996
2. 전력연구원, 한국건설기술연구원, “원전 콘크리트 구조물 잔존수명 예측에 관한 연구”, 1999
3. 한국전력공사, “월성 1,2 및 울진 1,2호기 안전성 관련 구조물 특별점검”, 1999
4. 영광원자력본부, “영광원자력 5,6호기 건설기록지”, 1998
5. EPRI, “Concrete Structures Aging Reference Manual for Nuclear Power Plants”, 1998
6. ORNL, “Structural Aging(SAG) Program Five-Year Plan”, 1989
7. NRC, “Nuclear Plant Aging Research(NPAR) Program Plan”, 1991