

## 발전정지사례 분석정보시스템의 데이터베이스 설계

박근옥, 이정운  
한국원자력연구소

### 요 약

국내 원자력발전소에서 발생한 발전정지 사건사례를 분석한 결과로써 획득한 고장원인, 문제점, 유사한 문제점 재발방지 방안 등의 분석정보를 효과적으로 공유하기 위한 발전정지사례 분석정보 시스템을 개발하고 있다. 이 시스템의 기반구조인 관계형 데이터베이스 파일들은 입력작업 지원 분류정보, 발전정지 사례분석정보, 검색작업 지원정보 등의 저장을 위한 세가지 파일 그룹으로 나눌 수 있다. 각 그룹의 파일간에 정의된 상관관계성을 기반으로 발전정지사례 분석정보시스템의 입력, 검색, 출력작업이 수행된다. 시스템의 사용자는 제공되는 메뉴를 사용하여 관심있는 주제별로 데이터베이스에 저장된 발전정지사례 분석정보를 검색하고 출력할 수 있다.

### 1. 서 론

원자력발전소에서 발전정지가 발생하면 현장 운전원들이 고장의 원인을 분석한후 종합정리하여 문서로써 보고하고 있다. 보고된 문서들은 취합되어 매년 발전정지 사례집으로 발간되며[1], 각 발전소 또는 관련 조직에 배포된다. 이 사례집은 유사한 발전정지 사건의 재발방지 대응방안 수립, 설계개선 사항 도출, 다각도의 운전경험검토 등에 유용하게 사용될 수 있는 자료이다. 그러나, 책자 형태로 배포되고 있는 사례집을 활용하여 유용한 어떤 정보를 추출하려할 경우, 임의의 장소에 보관된 사례집의 입수, 개별적인 사건사례 내용의 검토, 특정 사건의 발생과정에 대한 이해 등 적지 않은 노력이 요구된다. 또한, 사건사례집의 내용이 기기 및 설비의 고장 위주로 기술되어 있어 발전소 종사원과 관련된 문제점(예:인적오류의 유형과 원인)을 도출하려할 경우, 운전 작업자들과 발전소 구성요소들간의 상호작용 등에 대한 재분석이 필요한 실정이다.

이와 같은 부가적인 노력이 요구되는 이유는 여러가지로 해석할 수 있겠으나, 크게 두가지로 귀착시킬 수 있다. 첫째, 사례집의 구성이 현장에서 보고된 개별적인 문서를 단순히 취합시킨 책자형태로 관련 조직에 배포 및 보관되고 있기 때문에 활용도가 낮다. 둘째, 사례집에 수록된 내용이 기기고장, 이상상태 변화 등에 주로 집중되어 있어 발전정지와 관련한 운전 작업자의 활동내용을 일목요연하게 파악하기 어렵다. 본 연구는 이와 같은 문제점을 해소시키고, 과거의 발전정지 사건으로부터 얻은 운전경험을 효과적으로 공유하기 위하여 데이터베이스 기반의 발전정지 사례

분석정보시스템 개발을 수행하고 있다[2]. 그림 1은 개발중인 시스템의 전반적인 개념구조를 보인 것이다.

## 2. 발전정지사례 분석정보시스템의 입력자료

사례집에 수록된 발전정지 사건에 “Retrospective Analysis Procedure”(이하 사례분석절차)를 적용시켜 획득한 분석결과를 분석정보시스템의 입력자료로 사용한다. 모두 7단계로 구성된 사례분석절차는 원자력발전소를 구성하는 요소(운전작업자, 설비 및 기기, 주변환경)들 간의 상호작용 내용을 기반으로 발전정지 사건의 발생과정과 원인, 문제점 등을 분석한다[3]. 즉, 발전정지사건 발생시 수행되었던 작업내용의 재구성과 단위사건으로의 분할, 단위사건에 대한 상호작용 경로 및 내용과약, 정상적 운전의 장애가 된 단위사건의 선별, 선별된 단위사건에 대한 인적오류 개입성 판별, 인적오류의 유형분석, 원인분석, 사례분석 결과정리 등의 각 단계를 통하여 표 1과 같은 유형으로 구성되는 발전정지사례 분석정보를 얻는다. 이 정보가 관계형 데이터베이스를 기반으로 구축한 분석정보시스템의 입력자료로 사용된다. 표 1에서와 같이 사례분석절차를 적용하여 취득한 정보는 크게 요약정보와 상세정보로 구분할 수 있다. 요약정보는 발전정지사건 발생개요, 현안 문제점 분석, 유사사건의 재발방지를 위한 문제점 해소방안, 특기사항 등의 정보로 구성되어 있다. 상세정보는 발전정지사건이 진행되었던 일련의 과정을 시간순으로 상세하게 나열한 분석정보(작업내용, 상호작용 경로 및 내용, 문제점 등)를 담고 있다.

또 다른 입력자료로서 표 2와 같은 분류정보가 사용된다. 이 정보는 사례분석 정보시스템의 데이터베이스 입력작업을 편리하게 수행하게 하고, 시스템의 사용자가 데이터베이스를 고속 검색할 수 있게 할 목적으로 고안된 것이다. 분류항목들중 4개 항목(발전정지와 관련된 하위계통, 운전작업자 문제, 설비 및 기기의 문제, 사건 특기사항)에 대한 세부항목을 구성하기 위하여 1978년부터 1992년 동안에 국내 원자력발전소에서 발생한 발전정지사례 보고자료[1]의 내용을 검토하였다. 검토과정에서 발전정지에 직접적으로 관련된 하위계통, 운전작업자가 잘못된 작업내용, 고장 또는 이상상태를 발생시킨 주요 기기 및 설비, 안전주입 또는 계통파급 등과 같은 특기할만한 고장정지 사건내용 등을 추출하고, 이 결과들을 취합하여 표 2와 같은 분류정보를 구성하였다. 발전정지사례 분석정보시스템에 임의의 사례분석 결과자료(표 1의 내용)를 입력시킬 때, 입력자는 표 2의 세부항목들중 해당하는 항목정보를 같이 입력하게 된다.

## 3. 데이터베이스 화일의 설계

발전정지사례 분석정보시스템에 대한 입력, 검색, 출력작업을 수행하기 위하여 표 3과 같이 구성되는 데이터베이스 화일들을 설계하였다. 화일들은 분류, 사례분석, 검색지원, 암호등록, 인덱스 등의 정보를 갖는 4개 그룹으로 구분할 수 있다. 분류 데이터베이스 화일 그룹은 발전정지와 관련된 발전소, 하위계통, 문제점 등의 식별을 위한 데이터를 포함하는 3개의 화일들로 구성되어 있다. 각 화일들중 발전소 식별 화일은 데이터베이스 필드값으로 국내 원자력발전소의 호기 이름을,

하위계통 화일과 문제점 식별 화일은 표 2의 세부항목에 해당하는 텍스트들을 저장하고 있다. 사례분석 데이터베이스 화일 그룹은 사건목록, 요약 분석정보, 상세 분석정보의 3개 데이터베이스 화일로 구성되어 있다. 사건목록 화일은 필드값으로 발전정지 사건의 제목, 발생 및 복구일시 등에 대한 일반정보를, 요약 분석정보 화일 및 상세 분석정보 화일은 표 1에 해당하는 사례분석정보를 저장하고 있다.

검색지원 데이터베이스 화일 그룹은 발전정지와 관련된 발전소, 하위계통, 발생년도, 운전작업자의 문제점, 기기 및 설비의 문제점, 특기사항 등을 주제별로 검색할 수 있도록 6개 화일들로 구성되어 있다. 각 화일들의 데이터베이스 필드는 고속 검색이 가능하도록 단순한 값을 갖는 2개 필드(사건 식별자, 분류 식별자)로 구성되어 있다. 사건 식별자 필드는 다수의 발전정지사례들을 상호간 유일하게 식별할 수 있도록 할당된 값을 저장한다. 값의 할당은 사례분석정보의 입력시점에서 입력자에 의하여 결정된다. 분류 식별자 필드는 특정한 발전정지사례가 표 2의 분류항목중 어떤 항목에 해당하는 가를 식별할 수 있는 값을 저장한다. 즉, 입력자가 어떤 사건에 대하여 표 2의 세부항목을 선택하여 입력하면, 그에 대응하는 특정 숫자값이 분류 식별자 필드에 저장된다.

암호등록 데이터베이스 화일은 권한이 없는 사용자가 발전정지사례 분석정보시스템의 데이터베이스에 접근함을 방지하기 위하여 설계되었다. 따라서, 암호등록 화일에 등록되지 않은 사용자는 시스템을 사용할 수 없다. 인덱스 데이터베이스 화일은 검색에 성공한 발전정지사례들을 식별하기 위한 정보(사건 식별자)를 검색지원 데이터베이스 화일에서 추출하여 저장시킨후, 검색결과와 출력처리에 사용할 목적으로 설계되었다.

#### 4. 검색 및 출력 처리

데이터베이스에 저장된 사례분석정보를 편리하게 검색할 수 있도록 검색 인터페이스가 제공된다[4]. 사용자는 검색 인터페이스상에 제공되는 아이콘 버튼(Icon Button) 메뉴를 선택함으로써 발전소 호기, 년도별 기간, 하위계통, 기기 및 설비 문제점, 운전작업자 문제점, 특기사항 등의 관심 주제별로 발전정지사례를 검색할 수 있다. 각각의 아이콘 버튼을 선택하면 표 2의 세부분류 항목을 데이터베이스화한 내용이 Popup 메뉴 형태로 검색 인터페이스에 추가로 제공된다. 사용자가 검색을 희망하는 주제들을 선택하고 검색을 시작하면, 그림 1에서와 같이 검색 알고리즘이 검색지원 데이터베이스 화일 그룹들중 해당하는 화일들의 필드에 접근하여 검색을 수행한다. 만약에 사용자가 검색메뉴에서 다수의 검색 주제를 선택하였다면, 그에 대응하는 검색지원 데이터베이스 화일들의 분류 식별자 필드에 대한 반복적인 접근이 이루어진다. 검색에 성공하면 검색지원 데이터베이스 화일의 사건식별자 필드로부터 검색 주제에 해당하는 발전정지사례를 식별할 수 있는 값이 추출되고, 인덱스 데이터베이스 화일에 저장된다. 이 화일은 사례분석 데이터베이스 화일의 특정 레코드들에 대한 접근 정보를 포함하고 있다. 즉, 데이터베이스 화일간의 Link Relationship 정보를 갖는다.

출력 처리는 출력 메뉴 제어 알고리즘과 출력 인터페이스에 의하여 수행된다. 출력 메뉴 제어

알고리즘은 인덱스 데이터베이스 화일에 저장된 사건식별자 필드 값을 사용하여 사례분석 데이터베이스 화일의 특정 레코드에 접근하는 기능을 가지며, 사용자로부터의 출력 요구를 받아들여 발전정지사례 분석정보를 출력 인터페이스상에 제공한다. 출력 인터페이스는 사례목록, 분석개요, 상세내용의 3개 메뉴 그룹으로 구성되어 있다. 사례목록 메뉴는 보고된 발전정지 사건 제목, 발생 호기 및 일시 등의 정보를 출력한다. 사례목록에 제시되는 발전정지사례들중 임의의 사례에 대한 분석개요 정보를 열람할 수 있도록 목록들에 대한 열람 버튼이 제공된다. 사용자가 열람 버튼을 선택하면, 분석개요 메뉴가 활성화되고, 표 1의 (A)에 해당하는 분석정보가 출력된다. 분석개요 메뉴는 발전정지가 발생한 일련의 과정을 시간순서별로 출력시키는 상세내용 열람 버튼을 제공한다. 상세내용 열람 버튼을 선택하면 표 1의 (B)에서 보여지는 분석정보가 출력된다. 사용자는 3개의 출력 메뉴 그룹들을 상호간 전이하면서 분석정보를 열람할 수 있다.

## 5. 결론

발전정지사례 분석정보를 효과적으로 활용하기 위하여 데이터베이스를 설계하였다. 사용자는 검색 및 출력 인터페이스를 사용하여 관심있는 주제별로 발전정지사례를 검색할 수 있으며, 해당 사례에 대한 분석정보를 얻을 수 있다. 현재, 발전정지사례 분석정보시스템의 데이터베이스 설계가 완료되었으며, 데이터베이스에 저장된 자료를 편리하게 검색하고 출력시키기 위한 인터페이스 설계보완 작업이 진행되고 있다. 이 작업은 발전정지사례 분석정보시스템의 효율성과 설계요건을 도출하기 위하여 1995년 12월에 고리연수원에서 현장 운전작업자 25명을 대상으로 설문조사한 결과를 반영하기 위한 일환으로써 수행되고 있다. 또한 사례분석정보를 데이터베이스에 정확하고 편리하게 입력시키기 위한 입력 인터페이스 설계를 진행하고 있다. 이 작업이 완료되면, 데이터베이스에 저장된 발전정지사례 자료를 활용하여 발전정지와 관련된 각종 통계 분석처리를 수행할 수 있는 알고리즘을 개발할 계획이다.

(본 연구는 과학기술처에서 시행하는 원자력연구개발사업으로 수행되었음)

## 참고문헌

- [1] 원자력발전소 발전정지 사례집(1978년-1992년 발간 자료), 한국전력공사.
- [2] KAERI/RR-1490/94, 이정운외, 인적행위분석기법개발, 한국원자력연구소, 과학기술처, 1994년.
- [3] B.S. Sim, J.W. Lee and G.O. Park, "A Study on Erroneous Actions occurred under Rotating Shift System of Korean Nuclear Power Plants", Halden Reactor Workshop Meeting on "Studies of Operator Performance during Night Shifts", Feb. 1996.
- [4] 박근욱, 이정운, "국내 원전 발전정지사례 분석정보 제공시스템 사용자 인터페이스 설계", 한국원자력학회, '95 추계학술대회 논문집, 1995. 10.

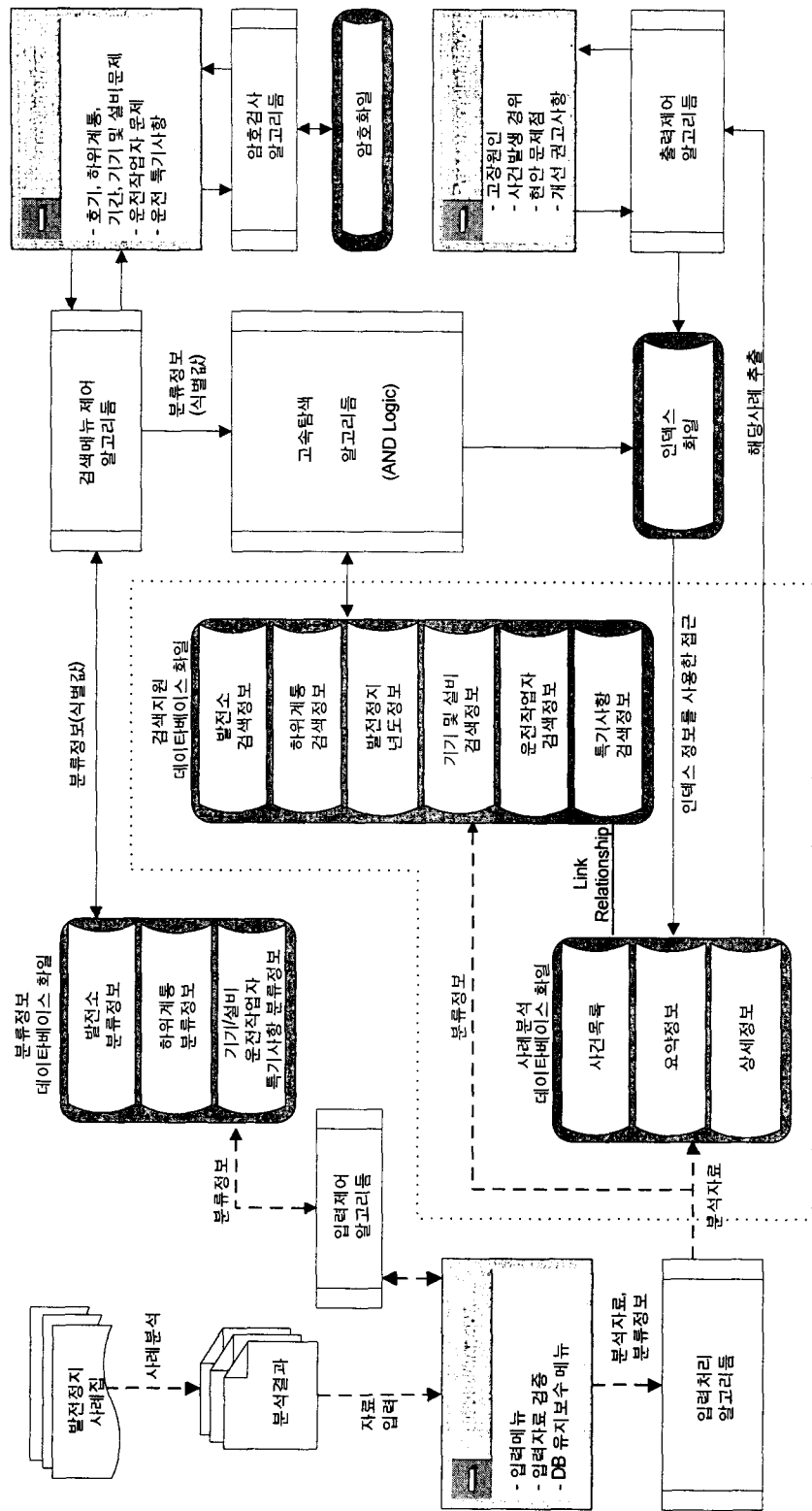


그림 1 발진정지사례 분석정보시스템의 데이터베이스 구성

