

사용후연료 종합관리 DB시스템 개발 연구

이용석, 이병철
(주)미래와도전

A Study on the Development of Nuclear Spent Fuel Database System

Lee Yong Suk, Lee Byung Chul
Future and Challenge Tech

Abstract - 본 연구에서는 국내 원자력발전소에서 발생하는 사용후연료의 저장, 이송, 연소 이력을 국가 차원에서 종합관리하기 위한 DB 시스템을 구축하기 위한 DB 기본설계 작업을 수행하였다. DB 기본설계를 위하여 사용후연료 관련 해외 DB 현황조사 및 저장이력 관련 pilot DB 시스템 설계 작업을 수행하였다. 향후 사용후연료 저장이력 뿐 아니라 이송, 설계/제작, 연소이력 등을 포함한 자료수집 및 가공, DB 시스템 및 입력화면 설계 작업을 수행하여 인터넷으로 사용후연료 관리상태를 확인할 수 있는 종합 DB 시스템을 구축할 예정이다.

1. 서 론

1998년 9월 제249차 원자력위원회는 국가 방사성폐기물관리대책의 일환으로 2008년까지 방사성폐기물 처분시설을 건설·운영하며, 2016년까지 사용후연료 중간저장시설을 건설·운영한다는 계획을 발표하였다. 이러한 사용후연료 관리시설의 효율적인 설계 및 운영을 위해서는 국내 사용후연료의 수량·특성·관력이력 등에 관한 종합적인 정보의 확보가 전제되어야 하며 국내에서 발생된 사용후연료의 안전관리에 대한 책임은 궁극적으로 정부에 있음을 고려할 때, 안전관리에 필수적인 정보를 정부 차원에서 통합적으로 관리할 필요가 있다.

이에 따라 본 연구에서는 국내 사용후연료의 저장, 이송, 설계/제작, 연소 특성 등을 종합관리하기 위한 DB 시스템을 구축하기 위하여 1차적으로 사용후연료 관련 해외 DB 현황조사 및 저장이력 관련 pilot DB 시스템 설계작업을 수행하였다.

2. 본 론

2.1 사용후연료 관련 해외 DB 시스템 현황 분석

사용후연료 관련 해외 DB 시스템으로는 미국의 DOE 주관 사용후연료 및 방사성폐기물 관련한 CID (Central Internet Database) 시스템, 민간기관인 NAC International 주관 Fuel-Trac DB 등이 구축되어 사용중이다. 대부분 주기적으로 사용후연료 관리에 대한 보고서가 발간되고 있으며, 각 DB 시스템의 특성을 요약하면 다음과 같다.

2.1.1 Central Internet Database (미국)

미국 내 각 주에서 발생하는 사용후연료 및 방사성폐기물 관련 DB 시스템으로서 다음과 같은 개별 DB로 구성되며 정부기관인 DOE에서 관리하고 있다.

- 환경관리 통합정보 시스템
- 시설관리 시스템
- 핵물질 재고량 데이터베이스
- 오염방지 데이터베이스
- 유해물질 방출 재고량 데이터베이스
- 매장 초우라늄 폐기물 데이터베이스

2.1.2 ISNFDS (미국)

미국 내 각 주에서 발생하는 사용후연료 상세 데이터베이스로서 저장방식, 핵연료 종류, 저장중인 캐니스터, 저장용기 규격 등이 저장되며, 약 250종의 핵연료 종류에 대한 정보를 포함한 통합시스템이다.

2.1.3 Fuel-Trac (NAC International)

민간회사인 NAC International에서 각국의 핵연료 주기 관련 정보를

수집하여 운영되고 있는 DB로서 다음과 같은 개별 DB로 구성되어 있다.

- 원자로핵연료주기계획 DB
- 신연료 DB
- 사용후연료 DB

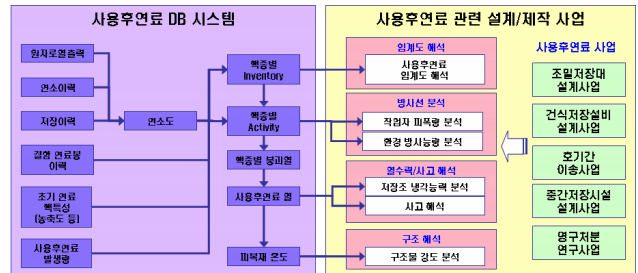
2.1.4 Minitel 안전관리 DB공개 시스템 (프랑스)

폐기시설을 포함한 원자력주기설비에 대한 환경자료 및 안전관리 등의 정보를 일반대중에게 공개하는 시스템이다.

2.2 사용후연료 저장이력 pilot DB 시스템 설계

2.2.1 사용후연료 DB 시스템 기본 구성도 설계

사용후연료 DB 시스템의 구축을 위하여 우선 기본적인 시스템 구성도 설계를 수행하였다. 사용후연료 DB 시스템이 향후 사용후연료 관련 조밀저장대 설계, 건식저장설비 설계, 호기간 이송 사업 등에 활용하기 위하여 임계도 분석, 방사선 분석, 열수력/사고해석, 구조분석 등에 필요한 기본 입력자료를 제공할 수 있도록 그림 1과 같이 구성하였다.



〈그림 1〉 사용후연료 DB 시스템 기본 구성도

2.2.2 사용후연료 DB 시스템 개발지침 개발

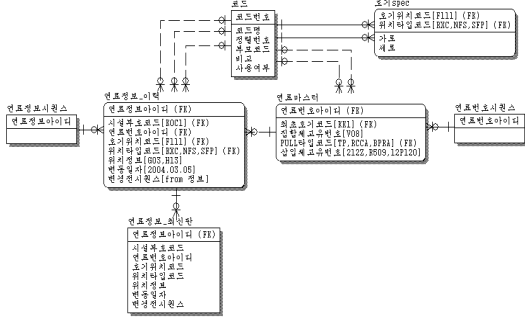
사용후연료 DB 시스템 개발을 위해서는 시스템에 대한 일반적인 지침, 기본적인 구성, 기능 및 입출력 요건을 설정해 두는 것이 필요하므로, DB 시스템 개발지침을 개발하였다. 개발지침의 핵심항목은 분야별 요건 사항으로 예를 들어 DB 시스템의 입출력 요건은 일반요건, 입력요건, 출력요건으로 구성되며, WEB 관련 기술요건을 제외한 사용후연료 DB 시스템의 기능요건을 요약하면 표 1과 같다.

〈표 1〉 사용후연료 DB 시스템 기능요건 항목

	기능요건 항목
일반요건	○ HW/SW 요건 ○ 보고서 출력기능 ○ 타 기관과의 연계성 등
입력요건	○ 정보자료 입력 ○ 자료갱신 주기 및 방법 ○ 검증방식 등
출력요건	○ 보고서 출력형태 ○ 검색 요건 ○ 사용자 관리 요건 등

2.2.3 전문가 수요조사 및 ER diagram 초안 설계

사용후연료 DB 시스템이 개발될 경우, 본 DB 시스템의 주 사용자로 예상되는 사용후연료 설계, 제작, 운영, 연구 사업 관련 전문가에 대한 수요조사를 실시하였다. 전문가 수요조사 결과를 토대로 DB 시스템의 기본변수를 선정하였으며, 데이터 변수간의 연관관계 표현을 위한 그림 2와 같은 ER diagram을 개발하였다.



<그림 2> 사용후연료 저장이력 ER diagram (예)

2.2.4 사용후연료 저장이력 pilot DB 시스템 설계

전문가 수요조사 및 ER diagram 설계결과를 바탕으로, 사용후연료 저장이력에 대한 1차 pilot DB 시스템을 설계하였다. DB 시스템은 사용후연료 ID, 위치, 변경일자 등을 그림 3과 같은 입력창에 텍스트로 입력할 수 있도록 하고, 자동적으로 원자로 또는 사용후연료 저장조 내 핵연료 위치가 그림 4와 같이 그래픽 형태로 나타나도록 구성하였다. 추후 사용자 편의성을 위하여 사용자가 해당 핵연료를 선택하여 클릭하면 핵연료의 상세 설계정보, 저장/이송이력 등이 나타나도록 할 예정이다.

화면매뉴얼

Phase	작업명	작성일자	작성자
Activity	문서 번호		Version
Output			
Sub system			

1. 해당 데이터에 대한 수정은 Insert 창부 탭의 Cell에 한해서만 일어 나다.

수정할 값을 더블 클릭하면 탭이므로 전환하며 수정 후 Enter Key 또는 다른 셀의 클릭에 의해 수정이 완료 된다.

날짜의 경우 from의 날짜보다 늦을 수 없으며, 저장소의 위치는 현재 중 핵연료의 값만 들어갈 수 있다.

UPEN, TOOL, N.F.E, RCC CHANGE, FUTURE에 대한 부분은 아직 처리해주시지 않겠다.

2. 정확한 고유번호로 Data를 새로 추가할 수 있다. 단, 정확한 집합체 고유번호 (ex: KKA10)가 아닐 경우 찾을 수 없다는 경고 메시지가 나온다.

<그림 3> 사용후연료 저장이력정보 입력화면 (예)

화면매뉴얼

Phase	작업명	작성일자	작성자
Activity	문서 번호		Version
Output			
Sub system			

1. 호기위치를 선택한 후 Map 버튼을 누르면 팝업은 곧 선택한 호기위치가 해당되는 Map 위치가 열린다.

2. 열린 Map페이지에는 RXC를 디폴트로 보여주며, SFP, NFE의 위치를 각각의 저장소 위치(해당 Map)를 볼 수 있다.

3. RXC Map에서 90도 회전 버튼을 클릭하면 가로, 세로와 같이 바뀐 데이터가 보여지며 다시 90도 회전 버튼을 클릭하면 처음 상태로 돌아간다.

4. 셀에 마우스를 갖다 댈면 셀에 해당하는 상세정보를 Tooltip으로 보여준다.

<그림 4> 사용후연료 저장이력정보 출력화면 (예)

3. 결 론

국내 원자력발전소에서 생산되는 사용후연료 관리시설의 효율적인 설계 및 운영을 위해서는 국내 사용후연료의 수량·특성·관리이력 등에 관한 종합적인 정보의 확보가 전제되어야 하며 국내에서 발생된 사용후연료의 안전관리에 대한 책임은 궁극적으로 정부에 있음을 고려할 때, 안전관리에 필수적인 정보를 정부 차원에서 통합적으로 관리할 필요가 있다.

본 연구에서는 국내 사용후연료의 저장, 이송, 설계/제작, 연소 특성 등을 종합관리하기 위한 DB 시스템을 구축하기 위하여 1차적으로 사용후연료 관련 해외 DB 현황조사 및 저장이력 관련 pilot DB 시스템 설계작업을 수행하였다. 향후 본 pilot DB 시스템의 보완 작업 및 사용후연료의 이송, 설계/제작, 연소 특성에 대한 DB 시스템 설계 작업을 추가로 수행할 예정이다.

[참 고 문 헌]

[1] Donna L. Hale, "A Comprehensive Database for the DOE Spent Nuclear Fuel Program", 21 Annual National Energy and Environmental Quality Division Conference
 [2] Steven P. Henline, "Integrated Spent Nuclear Fuel Database System", DOE Spent Nuclear Fuel Challenges and Initiatives