사용후핵연료 전주기 이력관리 데이터베이스 시스템 구축(I)

김용덕*, 홍순관, 정성환
한국수력원자력(주) 중앙연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 17
*yongdkim@khnp.co.kr

1. 서론

정부의 고준위폐기물 관리 기본계획이 지난 2016년 7월에 수립됨에 따라 원전의 습식저장조내에 저장되어 있는 사용후핵연료를 건식저장 시설로 운반 및 저장하는 방안이 제시되었다. 이에 따라 원전 부지내 또는 중간 건식저장시설의 건설 및 운영이 예상되고 있다. 사용후핵연료를 습식저장조에서 건식저장시설로 취급, 운반 및 저장하는 일련의 과정에서 사용후핵연료의 안전한 관리와 관리주체간 인도/인수 기준 및 요건을 만족하기 위해서는 사용후핵연료 전주기 이력관리 데이터베이스가 필수적으로 요구된다. IAEA에서는 사용후핵연료 관리에 대한 safety case 구축[1]을 권고하고 있으며, 미국 DOE는 원전 사업자들이 각기 관리하고 있는 사용후핵연료 관련 정보를 효과적으로 관리하기 위한 표준양식(GC-859)[2]을 개발하여 활용중이다. 한편, 국내에서는 그동안 여러 기관에서 각 기관의 목적에 맞는 사용후핵연료에 대한 데이터베이스 구축을 시도해 왔지만 사용후핵연료에 대한 설계, 제조, 운전 및 저장이력을 통합적으로 관리하는 사용후핵연료 전주기 이력관리 데이터베이스는 기관간 정보보안 및 자료연계성 부족 등으로 인해 구축되지 못했다. 본 연구에서는 이를 위한 첫 번째 단계로서, 핵연료의 설계, 제조, 운전 및 습식저장 프로세스를 포괄하는 경수로 사용후핵연료 전주기 이력관리 데이터베이스 구축을 위한 자료목록을 도출하고 데이터베이스 시스템 기본설계를 완성하였다.

2. 본론

2.1 데이터베이스 항목 도출 및 설계

IAEA TECDOC-1519[1] 및 DOE 표준양식 GC-859 등을 참고하여 이력관리 데이터베이스로 관리해야할 항목을 도출하고 이를 관계형 구조를 갖는 테이블로 설계하였다. 이들 관계형 테이블들은 AR저장조 운영자, AR저장소 운영자, 과도사건 또는 비정상적인사건, 동위원소구성요소, 물리적제원, 물리적특징, 방사학적성질, 연료 관리자, 연료 설계자, 연료제조자, 열출력, 원자로운영자, 임시저장고상태, 장전데이터, 재고, 후행핵시절의 최종운영자, 총방사능, 특별고려사항, 하드웨어 테이블로 구성된다. Fig. 1은 이력관리 데이터베이스 테이블 사이의 구조를 나타낸 Fig이다.

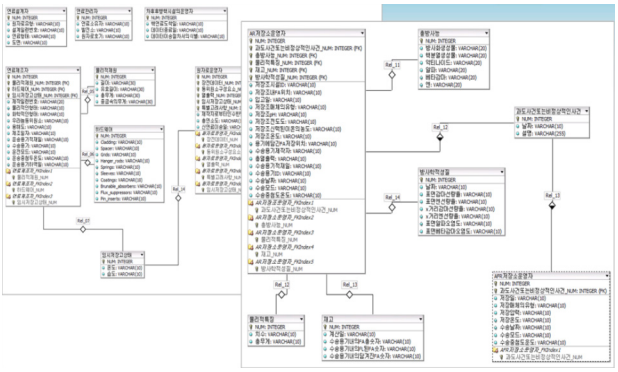

Fig. 1. Table Structure Database for the Integrated Spent Fuel Life-cycle Database.

Fig. 2. Table Data and Chart Graph for Spent Fuel Burnup.

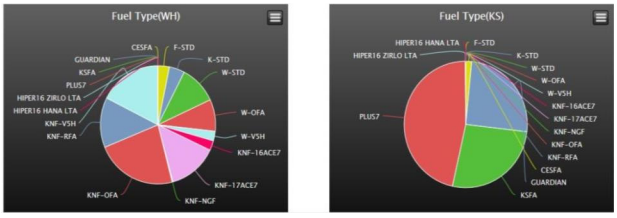

Fig. 3. Chart Graph for Spent Fuel Assembly Type.

2.2 사용후핵연료 데이터베이스 시스템 GUI

사용후핵연료 이력관리 데이터베이스 시스템 GUI는 사용후핵연료 종류별, 연소도별, 냉각기간별 등 다양한 형태의 자료를 통계적으로 볼 수 있도록 개발되었으며, Table의 형태와 파이 그래프 및 3축 그래프 등 다양한 형태의 데이터를 통계적으로 구현하여 사용자가 쉽게 파악하고 데이터를 추출할 수 있도록 제공한다. 몇가지 예로서, Fig. 2 는 사용후핵연료의 연소도별로 정리되어 보여주는 화면이며, Fig. 3은 핵연료 종류별 사용후핵연료 통계 데이터를 나타낸 파이그래프이다.

2.3 사용후핵연료 설계 및 제조데이터

사용후핵연료 전주기 이력관리 데이터베이스에는 현재 습식저장조내에 저장되어있는 여러형태의 핵연료 집합체 설계 제원 데이터들이 이미지 형태와 함께 데이터베이스 시스템내에 구축되어 있다. Fig. 4는 ACE7 17x17 핵연료 집합체에 대한 도면 및 제원을 나타낸 Fig이다.

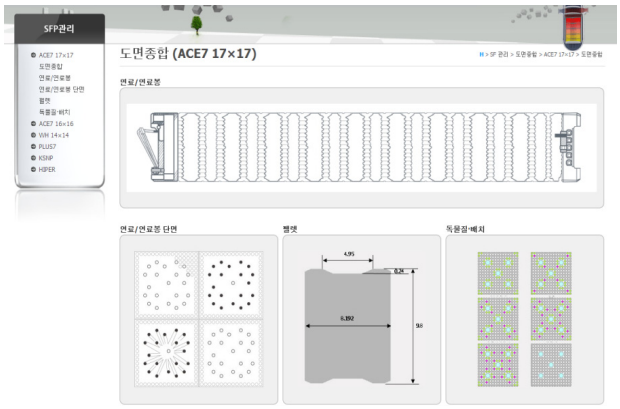

Fig. 4. Design Parameter of Specific Fuel Assembly Type (ACE7 17x17).

3. 결론

사용후핵연료의 안전한 관리와 관리주체간 인도/인수 기준 및 요건을 만족하기 위해서는 사용후핵연료 전주기 이력관리 데이터베이스가 필수적으로 요구된다. 본 연구에서는 이를 위한 첫 번째 단계로서, 핵연료의 설계, 제조, 운전 및 습식저장 프로세스를 포괄하는 경수로 사용후핵연료 전주기 이력관리 데이터베이스 구축을 위한 자료목록을 도출하고 데이터베이스 시스템 기본설계를 완성하였다.

4. 참고문헌

[1] “Data Requirements and Maintenance of Records for Spent Fuel Management: A Review", IAEA TECDOC-1519 (2006).

[2] "Nuclear Fuel Data Survey Form GC-859", US DOE (2013).