

## Cyprus 종합 처분안전해석 정보 시스템 개발

황용수, 한지용, 정미선

한국원자력연구원 핵연료주기전략연구팀 대전시 유성구 덕진동 150

[yshwang@kaeri.re.kr](mailto:yshwang@kaeri.re.kr)

고준위 방사성폐기물 처분 연구 사업은 1997년부터 원자력중장기연구의 일환으로 추진되어 왔다. 방사성폐기물 처분 연구 사업의 어려움 중의 하나가 연구개발 및 사업에 소요되는 기간이 길어 중간에 자료가 유실되거나 품질 보증 사례 문안들이 유실되어 유용한 연구 결과가 실제 사업에 이용되지 못하는 사례가 발생한다.

1997년 원자력중장기연구개발사업의 일환으로 고준위방사성폐기물처분연구가 착수된 후 우리나라에서도 오랜 기간 동안 수행될 연구 사업의 결과를 어떻게 잘 기록 보존할 수 있는가에 대한 본격적인 논의가 시작되었다. 미국의 예를 분석한 결과 모든 데이터를 material과 parameter 두 가지로 분류하는 방법이 실제 사업에 적용된 것을 파악하고 연구자들의 관습을 고려 방벽별로 크게 데이터 분류 체계를 구분하고 그 하위 단계에서 material과 parameter로 데이터의 속성을 상세 분류하는 방법을 채택하게 되었다.

분류 체계가 완성되고 난 후의 작업은 이러한 체계를 손쉽게 사용하기 위한 방법론을 개발하는 것이었다. 이를 위해서는 웹을 기반으로 하는 시스템을 구축하여 anytime, anywhere에서 접근 가능한 데이터베이스를 만들기로 하였다. 또한 프로그램의 자유로운 배포와 사용을 위해서는 프리웨어들과 연구소가 사이트 라이선스를 가지고 있는 SQL 프로그램을 사용하였다.

다음과제인 품질 보증 체계 확립을 추진하기 위해 먼저 미국, 영국, 스웨덴 등 해외 여러 나라의 처분 안전해석 관련 품질 보증 체계를 조사한 결과 미국 US 10CFR50 Appendix B에 나와 있는 품질 보증 체계가 표준으로 사용될 수 있음을 확인하고 미국 샌디아 연구소에서 10CFR50의 18개 기준을 처분 연구 사업에 적용하기 위해 개정된 사례를 적용하기로 하였다. 처분 연구사업용으로 개발된 품질 보증 체계는 품질보증의 5대 요건인 T2R3( transparency, traceability, reproducibility, retrievability, review) 기능이 있고 일반적인 연구사업의 5단계인 계획, 실행, 결과물 문서작성, 내부 검토 및 외부 검토 단계에서 모두 사용 가능하였다.

다만 이러한 품질 보증 체계는 유감스럽게도 모두 종이 문서 형태로 작성되어 보관되고 있어 WIPP 인허가에 필요한 각종 품질 보증 기록을 보관하는 방의 크기가 엄청난 규모이고 이를 전달하는 인력도 상주해야 하는 불편이 있었다. 이를 해소하면서 입력 데이터와 품질 보증 기록을 연결하는 방안에 대한 솔루션으로 품질 보증 시스템도 웹 기반 프로그램으로 개발하였다. 실제 연구 현장에서 연구원들이 보다 친숙하게 품질 보증 시스템을 사용하기 위해서 연구소에서 사용하고 있는 일련의 평가 코드들에 대해 customized된 품질 보증 기록서들을 개발하였다. 가령 지하수 유동 해석을 위해 Connectflow라는 코드를 사용할 경우 이 코드의 주요 입력 및 결과 자료들을 요약해 어떤 입출력 파일들을 기록 보존하고 그 위치를 어떻게 명기해야 하는가, 사용한 OS와 컴퓨터 시스템의 사양은 무엇인가 등을 기록하게 하는 품을 개발하였다.

입력 데이터베이스와 MASCOT-K와 같은 평가 코드를 연결하는 방안을 모색하면서 한편으로는 근본적인 접근 방안으로 웹 기반 체계를 이용해 안전해석에서 가장 기초가 되는 사건 수목(Features, Events, and Processes)도와 시나리오를 연계 개발하는 방안을 찾게 되었다. 각 단위 사건인 FEP과 방사성핵종들이 부식된 처분 용기로부터 유출되어 공학적, 천연 방벽 등을 거쳐 최종적으로 인간 생태계로 유입되는 시나리오들과의 “투명한” 연결성이 부족한 점을 개선하기 위해 bottom-up 방식으로 개개의 FEP들로부터 시나리오가 구성될 수 있도록 개발하였다.

먼저 기존의 FEP 리스트를 보완하고 이러한 FEP들에 대한 내외부 전문가 의견 수렴을 통해 KAERI FEP 목록을 확정된 후 이들 FEP 중 유사성을 가지는 FEP들을 그룹별로 분류하였다. 이

렇게 그룹화된 FEP들로부터 시나리오를 개발하기 위해 Rock Engineering System이라고 부르는 행렬(matrix)을 이용한 관계 표현법을 사용하였다. 이러한 배열과 시나리오를 결정하는 특정 FEP(SDF)들을 연계하니 특정 SDF로 인해 생기는 시나리오들이 도출되었다. 또한 이런 시나리오들이 복잡하므로 이들 시나리오들을 몇 개의 부시나리오(sub-scenario)로 나누어 비전문가들도 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

이와 같이 각 전문 분야별 업무가 전체 시나리오 및 부 시나리오별로 도출이 되자 AMF(Assessment Method Flowchart) 개발이라는 부가적인 수입도 거둘 수 있게 되었다. 즉 도출된 과업들을 어떻게, 누가, 어떤 데이터를 사용해 평가할 수 있는가에 대한 흐름도를 작성할 수 있게 되었다.

향후에는 기존의 CYPRUS를 평가에 직접 활용할 수 있도록 확장할 예정이다. 이를 위해 연구소가 개발한 확률론적 다차원 처분 안전 해석 코드인 MDPSA의 전&후처리 프로세서를 CYPRUS에 연결 중에 있고 전처리 프로세스에서 입력 데이터들을 불러 올 수 있게 시스템을 개발 중이다. 또한 K-URT에서 측정된 단일 및 수리 정보 등이 온라인 상으로 입력될 수 있도록 시스템을 개발할 예정이다.

#### 감사의 글

본 연구는 과학기술부가 과학재단을 통해 지원하는 국가 중장기 원자력연구개발사업의 일환으로 추진되었습니다.