

파이로 시설에서의 물질 흐름 분석 및 MUF 불확도 계산을 위한 사용후핵연료 핵종비 입력 모듈 개발

서지선, 한보영, 송대용, 신희성, 김호동
한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045
sis2004@kaeri.re.kr

1. 서론

본 연구에서는 파이로 시설에서의 핵물질 흐름을 분석하고, MUF 불확도를 계산하는데 필요한 사용후핵연료의 핵종별 조성비를 ORIGEN Code [1]를 이용하여 생성하는 전산코드를 개발하였다. 여기서 생성된 사용후핵연료의 핵종별 조성비는 시설에 들어오는 사용후핵연료 집합체의 총 질량에 따른 핵종별 질량을 계산하는 데 사용되며, 이는 다시 핵종별 질량에 따른 질량(gram), 붕괴율(curie), 발열량(watt), 방사능 선량(mSv) 및 핵임계도를 계산하는데 사용된다. 또한, 공정의 특성에 따른 물질 흐름을 분석하고, MUF 불확도를 계산하는데 기초 데이터로 사용된다.[2]

본 전산코드를 사용하면 간단한 집합체 정보만 가지고 ORIGEN input/output file을 만들 수 있으며, output file에서 필요한 데이터만을 검색 및 추출하는 것이 가능하다.

2. 본론

본 전산코드는 크게 3가지 기능을 수행한다. 첫째는 엑셀파일로 저장된 집합체 정보를 입력받아 ORIGEN input 파일을 생성하는 기능, 둘째는 선택된 input file로 ORIGEN을 실행시켜서 output file을 생성하는 기능, 셋째는 output file에서 원하는 데이터를 검색하여 엑셀파일로 저장하는 기능이다. 전산코드의 기본 구조는 Fig. 1 과 같다.

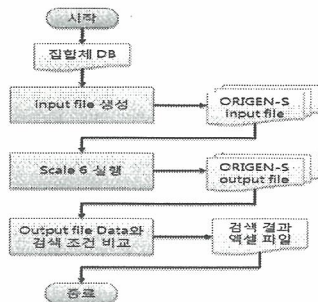


Fig. 1. Flow of the program

2.1 ORIGEN input/output File 생성

ORIGEN Code[1]를 실행시킬 수 있는 input file을 생성하기 위하여 필요한 사용후핵연료 집합체의 정보는 집합체 ID, Fuel Type, 초기 농축도, 연소주기, 운전기간, 냉각기간, 평균 연소도, Moderator 농도이다. 사용자는 이러한 사용후핵연료 집합체 정보를 특정한 형식을 갖춘 엑셀파일에 저장하고, input file 생성 시 저장된 엑셀파일을 선택한다. 데이터를 입력받은 전산코드는 저장되어 있는 집합체의 수만큼 ORIGEN input file 형식의 text file을 엑셀파일과 같은 폴더에 생성한다.

또한, 이렇게 생성된 다수의 input file을 이용하여 ORIGEN code simulation을 실행시켜 output file을 생성할 수 있다.

2.2 Data 검색 및 추출

ORIGEN output file은 데이터의 종류에 따라 다수의 블록으로 이루어진 text file이며, 이 데이터 중에서 사용자가 Fig. 2 와 같은 인터페이스를 통해서 원하는 데이터를 검색하여 엑셀파일로 저장하도록 개발하였다.

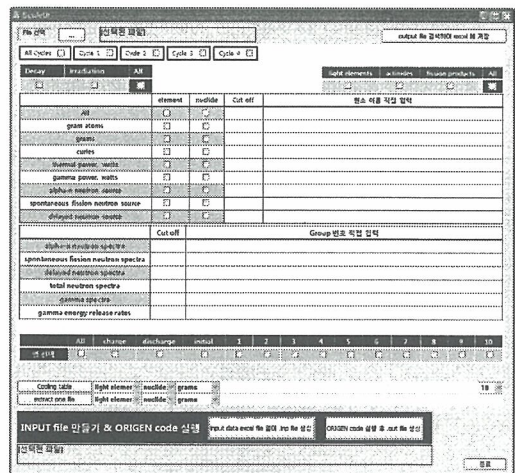


Fig. 2. User Interface of the program

사용자는 이 인터페이스를 이용하여 검색할 output file들을 선택하고 검색 조건을 결정하면 된다. 데이터를 검색하는 조건은 단순히 데이터 추출을 위한 것과 상호비교를 위한 것으로 나누어진다. 검색 조건을 입력받은 전산코드는 string 타입의 백터 변수에 검색조건들을 차례대로 저장하고, output file을 처음부터 끝까지 읽으면서 검색조건과 일치하는 키워드를 찾는 방식으로 데이터를 검색한다. 이 방법은 output file 하나당 한 번만 읽어서 원하는 검색조건에 데이터를 모두 찾을 수 있으며, 그 결과 검색속도를 빠르게 만든다.

2.2.1 단순 데이터 추출을 위한 조건 검색

output file의 모든 데이터에 대한 검색이 가능하며, 검색조건은 cycle 번호, Irradiation/Dacay, light elements/actinides/fission product, elements/nuclide, 원소 이름(all 검색 가능), 에너지 그룹 번호 그리고 데이터의 종류 등이 있다. 데이터의 종류에는 원소별로 데이터가 나오는 gram atoms, grams, curies, watts (thermal power), watts (gamma power), alpha-n neutron source, spontaneous fission neutron source, delayed neutron source 와 에너지 그룹별로 데이터가 나오는 alpha-n neutron spectra, spontaneous fission neutron spectra, delayed neutron spectra, total neutron spectra, gamma spectra, gamma energy release rates 가 있다. 모든 조건은 복수선택이 가능하다.

사용후핵연료의 핵종별 조성비를 결정하기 위하여 필요한 핵종별 질량 데이터를 검색하는 조건은 “마지막 주기 - Decay - light elements & actinides & fission product - nuclide - grams - all” 이다. Fig. 3 은 검색결과에 한 예이다.

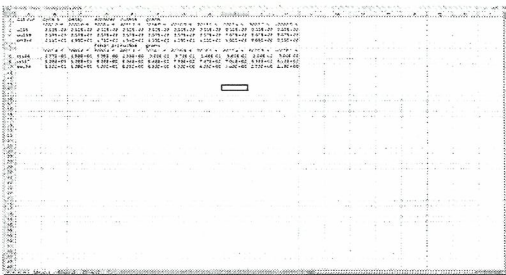


Fig. 3. The results from data search

2.2.2 상호비교를 위한 데이터 검색

데이터간의 상호비교가 의미 있다고 여겨지는

2가지 경우에 대한 검색 기능을 추가로 개발하였다. 하나는 한 집합체의 모든 Cycle에 걸쳐서 Irradiation day에 따른 data들을 검색 및 저장하여 그 변화를 비교하기 쉽도록 하였다. 하나의 output file을 선택한 후, 비교하고자하는 원소의 이름과 데이터 타입(grams, curies, watts)을 결정하면 해당 원소에 대한 결과를 확인할 수 있다. 또 다른 경우는 다수의 output file에서 Cooling time 데이터를 비교하는 것이다. 이 검색결과를 통해서 연소도, 초기 농축도, 냉각기간에 따른 원소별 grams/curies/watts를 확인할 수 있다. Fig. 4 에 검색결과에 예가 나와 있다.

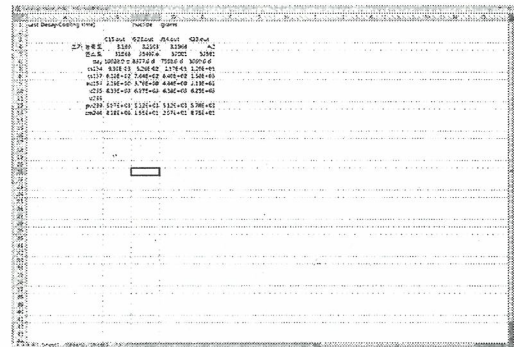


Fig. 4. The results from data search

3. 결론

본 프로그램은 파이로시설에서의 물질 흐름 분석 및 MUF 불확도 계산 프로그램에 하나의 입력 모듈로 사용될 것이다. 이 모듈을 통하여 사용후핵연료의 핵종별 조성비에 대해서 좀 더 실제에 가까운 데이터를 얻을 수 있으며, 전체 프로그램의 결과데이터인 파이로시설에서의 물질 흐름 분석 및 MUF 불확도 계산 결과의 신뢰성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

4. 참고문헌

[1] I.C. Gaauld, O.W. Hermann, "ORIGEN-S", 2005.
 [2] 한국방사성폐기물학회, 2009년 추계학술발표회 논문요약집, pp.390-391, 2009.