

## 차세대관리 종합공정 실증시설 기준선원 비교 평가

조일제, 국동학, 권기찬, 구정희, 정원명, 이원경, 유길성, 윤지섭  
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
 hyilje@kaeri.re.kr

차세대관리 종합공정 실증시설에서 취급할 사용후핵연료의 기준 사양은 U-235농축도 3.5 w/o, 연소도 43,000 MWd/tU, 냉각기간 10년으로서, ORIGEN-2 코드를 이용하여 계산된 결과값을 기준으로 ACP 공정 설계 및 시설이 개발되었다. 현재 차세대관리 종합공정을 실증하기 위한 inactive 시험이 수행 중이며, 추후 사용후 핵연료를 대상으로 공정 시험을 수행할 예정이다. 또한 차세대관리 종합공정 시설을 Scale-up하기 위한 개념 연구가 진행 중이다.

사용후핵연료를 이용한 차세대관리 종합공정 실증 시 공정자료를 정확히 평가하기 위해서는 화학분석시험을 통한 분석이 필수적이거나, 여건상 모든 물질을 분석할 수 없는 형편으로서, 많은 부분을 핵종량 분석코드에 의존할 것이다. 따라서 본 연구에서는 핵종량 분석코드에 많이 사용되는 ORIGEN-2코드와 SCALE5.0에 포함되어 있는 ORIGEN-ARP(ORIGEN-S)을 이용하여 현재 차세대관리 종합공정의 기준선원에 대하여 비교 분석 하였다. 표 1은 악티나이드 원소들에 대한 핵종량과 방사능의 비교표이며, 표 2는 주요핵분열생성물에 대한 핵종량과 방사능의 비교표이다. 우라늄 1톤, 냉각기준 10년을 기준으로 비교하였다. 핵종량 및 방사능량의 총합은 두 코드간 차이가 없었으며, 대부분 핵종은 10% 내외의 결과값을 보였다. 그러나 핵종량에서는 넵티늄(Np237) 및 큐름(Cm244), 방사능량에서는 큐름(Cm242, Cm243, Cm244)의 상대오차가 15%이상 생겼으며, 핵분열 생성물의 경우 Sn, Sb, Te, Pm, 및 Eu 원소가 큰 편차를 보였다. 특히 ORIGEN-2의 경우 몇가지 핵분열 생성물에 대해서는 decay data 또는 decay tree에 오류가 있는 것으로 확인되었다.

**Table 1** 악티나이드 원소의 핵종량 (g/tU) 및 방사능량(Curie/tU) 비교결과 (우라늄 1톤기준)

원소	SCALE5 (ORIGEN-ARP)	ORIGEN-2	상대오차	원소	SCALE5 (ORIGEN-ARP)	ORIGEN-2	상대오차
u234	175.4	166.2	5.25	u237	2.2	2.202	0.68
u235	5625.0	5114	9.08	np239	38.9	37	4.96
u236	4860.0	4617	5.00	pu238	3909.0	4382	-12.10
u238	933600.0	933700	-0.01	pu239	318.1	353.5	-11.13
np237	581.1	698.8	-20.25	pu240	625.2	619.8	0.86
pu238	228.1	255.9	-12.19	pu241	92630.0	89750	3.11
pu239	5125.0	5685	-10.93	am241	2015.0	1954	3.03
pu240	2753.0	2719	1.24	am243	38.9	37	4.96
pu241	895.6	870.8	2.77	cm242	6.0	12.22	-104.18
pu242	819.4	708.1	13.58	cm243	24.0	29.37	-22.53
am241	587.2	569.2	3.07	cm244	3838.0	4383	-14.20
am243	195.0	185.5	4.87				
cm244	47.4	54.16	-14.29	u	4.0	3.906	1.86
				np	39.4	37.57	4.57
u	944300.0	943500	0.08	pu	97480.0	95110	2.43
np	581.1	698.8	-20.25	am	2068.0	2021	2.27
pu	9822.0	10240	-4.26	cm	3868.0	4426	-14.43
am	782.8	756.3	3.39				
cm	50.7	58.63	-15.62				
Total(g)	95550	95530	0.02	Total(Ci)	10350.0	10160	1.84

Table 2 주요 핵분열생성물의 핵종량 (g/tU) 및 방사능량(Curie/tU) 비교결과 (우라늄 1톤기준)

원소	SCALE5 (ORIGEN-ARP)	ORIGEN-2	상대오차	원소	SCALE5 (ORIGEN-ARP)	ORIGEN-2	상대오차
se	6.96E+01	7.25E+01	-4.25	h	3.60E+02	4.14E+02	-15.02
br	2.56E+01	2.75E+01	-7.54	kr	5.91E+03	6.21E+03	-5.06
kr	4.50E+02	4.57E+02	-1.62	sr	7.57E+04	7.27E+04	3.90
rb	4.39E+02	4.50E+02	-2.55	y	7.57E+04	7.28E+04	3.90
sr	9.75E+02	9.79E+02	-0.43	zr	1.51E+00	2.32E+00	-53.65
y	5.84E+02	5.80E+02	0.72	nb	5.92E-01	9.85E-01	-66.35
zr	4.39E+03	4.67E+03	-6.38	ru	8.33E+02	7.82E+02	6.11
mo	4.31E+03	4.34E+03	-0.72	rh	8.33E+02	7.82E+02	6.11
tc	1.00E+03	9.84E+02	1.74	ag	2.82E-01	2.95E-01	-4.68
ru	2.91E+03	2.96E+03	-1.48	sn	5.59E+00	1.28E+00	77.15
rh	5.91E+02	5.33E+02	9.73	sb	8.30E+02	1.53E+03	-84.43
pd	1.93E+03	2.01E+03	-3.88	te	2.02E+02	3.73E+02	-84.34
ag	1.16E+02	9.96E+01	13.88	cs	1.19E+05	1.17E+05	1.68
cd	1.37E+02	1.66E+02	-20.96	ba	1.05E+05	1.02E+05	3.04
sn	6.87E+01	1.18E+02	-71.47	la	2.54E-10	1.23E-10	51.42
sb	1.18E+01	2.47E+01	-110.55	ce	1.96E+02	1.90E+02	3.51
te	6.07E+02	6.40E+02	-5.49	pr	1.99E+02	1.92E+02	3.71
i	2.91E+02	3.05E+02	-4.71	nd	2.14E-09	2.17E-09	-1.26
xe	7.08E+03	7.08E+03	-0.04	pm	1.39E+04	9.58E+03	31.26
cs	3.09E+03	3.00E+03	2.72	sm	4.03E+02	4.06E+02	-0.79
ba	2.31E+03	2.34E+03	-1.39	eu	4.70E+03	9.13E+03	-94.36
la	1.57E+03	1.58E+03	-1.09	tb	1.00E-12	1.25E-12	-24.53
ce	3.16E+03	3.09E+03	2.00				
pr	1.44E+03	1.45E+03	-0.28				
nd	5.24E+03	5.27E+03	-0.65				
pm	1.50E+01	1.03E+01	31.23				
sm	1.10E+03	1.09E+03	1.00				
eu	1.79E+02	2.02E+02	-12.88				
gd	1.86E+02	1.96E+02	-5.49				
Total(g)	4.43E+04	4.47E+04	-0.97	Total(Ci)	4.05E+05	3.95E+05	2.37