

방사화학분석 인프라구축을 위한 방사화학분석실험실 설계요건 개발

정가희*, 송규민, 고병욱, 정은경, 박승철

한국수력원자력(주) 중앙연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 70

*kaheejeong@khnp.co.kr

1. 서론

방사성폐기물 처분장 준공('14.12) 및 본격 운영에 따른 방사성폐기물 처분인도 시 요구되는 방사능농도 평가가 요구된다. 또한 고리 1호기의 해체 결정('15.6)으로 원전해체 시 단계별 발생하는 다량의 폐기물에 대한 방사화학분석 수요가 증가할 것으로 보인다. 하지만, 국내 방사화학분석 전문기관이 부족하여 급증하는 분석 수요를 적기에 처리·처분함이 어려운 실정이다. 이에 중앙연구원에서는 방사화학분석 실험실 및 분석장비 등 인프라를 구축하고, 자체 분석기술을 확보하여 방사성폐기물처분 및 원전해체사업의 원활한 진행에 기여하고자 한다. 본 논문에서는 방사화학분석 실험실 구축을 위한 배치도와 설계요건을 소개한다.

2. 본론

2.1 분석핵종 및 수요

방사화학분석 실험실에서 분석할 핵종은 원안위 고시 제2015-004호[중저준위 방사성폐기물 인도규정]의 핵종규명 규정에서 요구하는 핵종들이다 (Table 1)[1]. 원전운영 분석시료는 척도인자의 주기적 검증을 위한 시료를 기준으로 약 100개 시료에 대해 규제기관 및 한국원자력환경공단에서 요구하는 20~30개 핵종을 분석한 값으로 매년 약 3,000건에 해당된다. 원전해체에서는 사전특성조사, 중간특성조사, 방사성폐기물조사 단계로 나눌 수 있고, 각 단계에서 요구되는 시료수와 시료 당 분석이 요구되는 핵종에 따른 분석수량은 Table 2와 같다.

Table 1. Relevant critical radionuclides for decommissioning

구분	핵종
필수규명	^3H , ^{14}C , ^{55}Fe , $^{58,60}\text{Co}$, $^{59,63}\text{Ni}$, ^{90}Sr , ^{94}Nb , ^{99}Tc , ^{129}I , ^{137}Cs , ^{144}Ce , 전알파
인수기준알파	$^{238,239,240,241}\text{Pu}$, ^{241}Am , $^{242,244}\text{Cm}$
감마방출	^{51}Cr , ^{57}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{65}Zn , ^{95}Zr , ^{95}Nb , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{125}Sb , ^{134}Cs

Table 2. Demand of radiochemical analysis

[단위 : 천 건수/년]

연도	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25
원전운영	3	3	3	3	3	3	3	3	3
원전 해체	A	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	2.25	4	4
	B	-	-	-	-	-	-	0.25	0.5
합계	3.25	3.5	3.5	3.5	3.5	5.25	7.25	7.5	7.5

* K-DCP('15.8)기준 (safe store 5년, 해체제명 6년, 부지복원 2년)

2.2 설계요건

분석핵종 및 수요를 감안하여 방사화학분석실험실을 다음과 같이 설계하였다.

2.2.1 평면도

중앙연구원 방사화학분석실험실은 Table 3과 같이, 총 면적 544.0 m²에 일반실험실(지상2층)과 방사성동위원소 취급시설(지상3층)로 구성되어 있다. 각 실험실은 국내 방사화학분석 전문기관의 실험실 벤치마킹과 분석장비 특성, 시료처리 및 분석절차를 검토하여 Fig. 1과 같이 배치하였다. 이를 바탕으로 건축물 구조설계, 소요전기량, 배기체 및 폐기물 처리설비의 설계요건을 개발하였다.

Table 3. Rooms of radiochemical laboratory

층별	용도	면적(m ²)
지상 1층	폐기물저장탱크실	(면적제외)
지상 2층	일반실험실	40.0
	보건물리실	56.0
	전전처리실	40.0
	전처리실(1)	50.0
	전처리실(2)	36.0
지상3층	방사능계측실	90.0
	고체화특성실험실	108.0
	폐기물저장실	40.0
	공용면적(화장실, 복도, 계단, 홀 등)	84.0
	합계	544.0

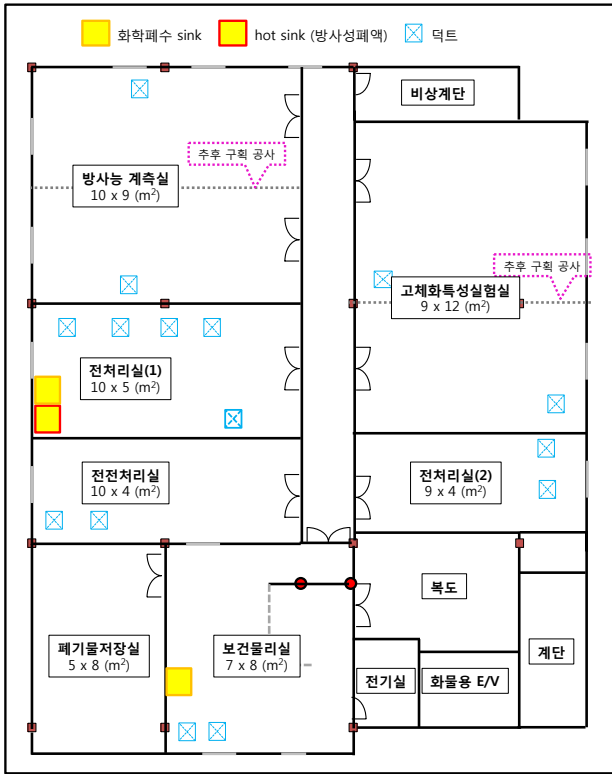


Fig. 1. Floor plan of radiochemical laboratory.

2.2.2 건축물 구조설계

건축구조물의 구조설계에 적용되는 설계하중에 건축물의 구조체 자체의 무게뿐만 아니라 각종설비 등의 중량에 의해 지속적으로 작용하는 고정하중 1 ton/m^2 을 반영하였다. 이는 분석장비의 크기와 중량을 검토한 결과, 일부 분석장비의 최대 하중을 반영한 것이다. 실험실의 천장고는 3,000 mm, 실험실 벽은 SGP(Steel Gypsum Panel)판넬에 외벽마감은 시멘트 몰탈, 두께는 200 mm로 반영하였다. 바닥 마감 재료는 내화학성 등에 효과적이고 방수 효과에 탁월한 에폭시 도료를 사용할 계획이다.

2.2.3 소요 전기량

향온·향습, 분석장비, UPS 등 기타 전기소요용량을 고려하여 상세설계에 반영된 소요전력량은 최대 100 kW이다.

2.2.4 배기체처리설비

배기체처리설비는 실험 중 발생할 수 있는 화학약품 및 방사성 물질의 외부유출을 방지하기 위한 것으로, '전단필터 → HEPA 필터 → 활성탄 필터'로 구성되며 KOLAS 인증기관으로부터 성능을 검증받을 계획이다. 이는 방사성동위원소 사용시설 인허가를 위한 방사선안전보고서에 포함되는 설비이다. 방사화학분석실험실 면적 약 450 m^2 에 대한 처리

요건으로 배기체처리설비 풍량을 약 20,000 CMH (Cubic Meter per Hour)으로 결정하였다.

2.2.5 폐기물처리설비

실험 중 발생하는 폐액은 hot sink를 거쳐 저수조에 일정기간 보관 후 자체처분 및 위탁처분을 결정할 계획이다. 이를 위해 방사성폐액저수조(5 ton×2개)와 화학폐수저수조(5 ton×2개)를 설치한다.

3. 결론 및 향후계획

방사화학분석실험실은 분석장비 특성, 시료처리 및 분석절차 등에 따라 크게 7개의 방으로 나누어 배치하였다. 아울러 건축물 구조설계, 소요전기량, 배기체 및 폐기물 처리설비의 설계요건을 개발하고 상세설계를 완료하였다. 방사화학분석실험실은 '1년 10월에 준공할 예정이며, 이후 방사화학분석을 위한 분석장비 구축 및 분석기술 확보가 진행될 예정이다.

4. 참고문헌

- [1] "중·저준위 방사성폐기물 인도규정" 원자력안전위원회고시 제 2013-29호, 2013.7.24.
- [2] "건축구조기준" 국토교통부고시 제 2016-317호, 2016.5.31.