

## APR+ 방사성 폐기물처리계통의 설계특성

이상섭, 문형근, 김성환

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1

[ssleeinkr@khnp.co.kr](mailto:ssleeinkr@khnp.co.kr)

### 1. 서론

해외 각국은 국가별 또는 원전별 방사성폐기물(방폐물) 관리정책에 따라 방폐물처리계통을 개선하고 있으나, 이러한 개선의 공통적인 내용은 작업자의 방사선 피폭저감, 방폐물 발생량 최소화, 계통 운전성, 신뢰성 및 안전성 향상 등을 목표로 하는 것이다.

본 연구는 원전 수출을 위한 한국형 고유원전을 개발 중인 APR+ 원전의 방폐물처리계통 설계 개발 현황 및 특성에 대하여 기술한다.

### 2. 본론

본 논문에서는 현재 건설 중인 신고리 3,4호기(APR1400)와 차별화되는 고체 및 액체 방폐물처리계통 중심으로 기술한다. 특히, APR+는 해외 경쟁노형 대비 상품성, 차별성 등을 고려, 고체 방폐물처리계통에 방폐물 발생량을 최소화시킬 수 있는 유리화설비를 적용하고, 액체 방폐물처리계통에 미래 신기술 수용성을 제고하기 위하여 이동형 설비를 적용할 예정이다[1].

#### 2.1 고체 방폐물처리계통

APR1400 대비 APR+의 고체 방폐물처리계통의 특성은 폐수지, 농축폐액 건조물, 가연성 건조폐기물 등의 폐기물을 유리화 처리하는 것으로 Table 1과 같이 요약할 수 있다. 유리화설비의 주요 설비는 방폐물을 유리화하는 용융로, 전처리 및 폐기물공급설비, 그리고 배기체 처리설비로 크게 구성된다.

Table 1. Comparison of Solid Radioactive Waste Treatment Systems

	APR+	APR1400
주처리 설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유리화설비</li> <li>- 유도가열식 저온용융로</li> <li>- 전처리 및 폐기물공급설비</li> <li>- 배기체 처리설비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐수지건조처리설비</li> <li>- 폐수지폴리머고화설비</li> <li>- 농축폐액폴리머고화설비</li> <li>- 건조 폐기물 압축기</li> </ul>

APR+ 유리화설비의 용융로는 기술성 및 인허가성을 고려, 울진 5,6호기에 설치, 운영 중인 유도가열식 저온용융로(Cold Crucible Induction Melter)를 적용할 예정이다. 방폐물처리계통에 유리화설비가 적용될 경우, 호기당 발생하는 방폐물 발생량은 연간 약 42% 수준으로 크게 낮아질 것으로 예상된다.

Table 2. Comparison of Radioactive Waste Arisings

(단위 : 드림/년·호기)

폐기물	유리화설비 운영 전	유리화설비 운영 후	비고
가연성 잡고체	135	4	유리화 적용
비가연성 잡고체	99	99	
폐수지	15	1	유리화 적용
폐필터	1	1	
농축폐액	10	3	유리화 적용
슬러지	5	2	유리화 적용
2차 폐기물	0	1	
합계	264	111	

#### 2.2 액체 방폐물처리계통

울진 5,6호기 건설 이후, 국내 원전의 액체 방폐물처리계통은 표준형원전 설계개선사업을 수행하는 과정에서 일부 대형기기를 포함하는 원심분리설비에 대한 운영 편의성 향상과 국내원전 자체 방사성폐액 방출기준 강화로 액체 방폐물처리 성능 향상이 요구되어, 신고리 1,2호기 및 이후 건설원전의 액체 방폐물처리계통 주처리설비로 역삼투압(Reverse Osmosis)처리설비를 적용하는 것으로 결정되었다[2].

APR+의 액체 방폐물처리계통은 신고리 3,4호기와 유사하게 역삼투압처리설비를 주처리설비로 할 예정이다. 상이한 사항은 고체 방폐물처리계통에 유리화설비가 도입됨에 따라 농축폐액건조처리 이후의 폴리머고화설비를 배제한 점이다. 특히, 액체 방폐물처리설비는 신기술로의 대체가 활발하게 일어나고 있으므로, APR+의 액체 방폐물

처리계통은 미래 기술 도입에 대한 유연성을 확보할 수 있도록 폐액을 단순 수집하는 탱크류 등을 제외한 주처리설비를 모두 이동형으로 구성할 예정이다.

### 2.3 방폐물처리설비 배치 계획

APR+ 방폐물처리설비는 APR1400과 동일하게 양호기 사이에 위치한 복합건물에 배치될 예정이다. Figure 1은 신고리 3,4호기 기준, 복합건물 지상배치로 폐기물저장고, 트럭베이, 기체 방폐물처리계통(GRS; Gaseous Radwaste System), 액체 방폐물처리계통(LRS; Liquid Radwaste System) 등의 배치를 보여주고 있다. APR+에서는 이동형 액체 방폐물처리설비의 장점을 높이기 위하여 각각의 독립된 구조물에 분산, 배치되어 있는 단위 모듈들을 하나의 공간에 통합, 배치하는 방안을 검토 중이며, 향후 신규 설비로 대체되는 상황을 고려, 각 모듈들을 스킵드화 할 예정이다. 또한 필요시 설비 해체 및 반출이 용이한 구조로 설계할 예정이다.

유리화설비는 복합건물 일정구역에 수 개층으로 연결, 배치되되, 방폐물처리계통의 폐기물 이송을 고려하여 트럭베이 인접지역에 Figure 2와 같이 배치할 예정이다.

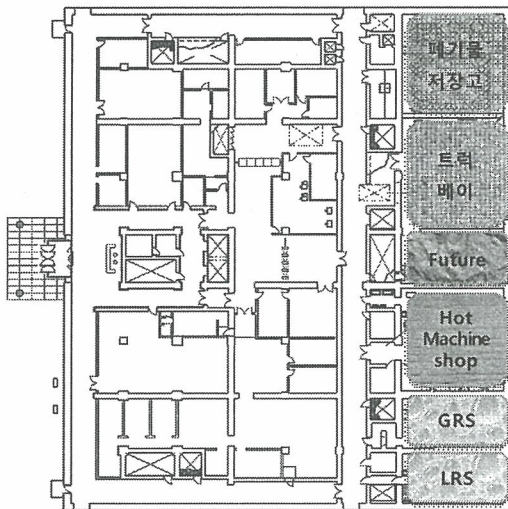


Fig. 1. Compound Building General Arrangement of Shin-Kori Unit 3&4 (EL 100')

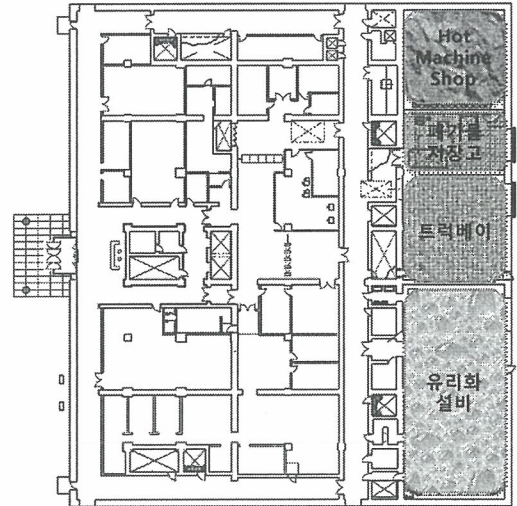


Fig. 2. Compound Building General Arrangement (Draft) of APR+ (EL 100')

### 3. 결론

우리나라는 1990년대 중반부터 방폐물의 유리화 기술개발과 실증설비 건설 및 시험을 거쳐 상용설비를 올린 5,6호기에 설치하여 성공적으로 운영 중인 상태이다.

한국 고유의 수출노형으로 개발 중인 APR+의 고체 방폐물처리계통 주처리설비로 유리화설비 채택은 고화체의 안전성을 제고하고 원전 방폐물 발생량을 획기적으로 저감시킬 수 있으므로, 해외 경쟁원전 대비 차별화, 특화된 시설확보로 APR+의 경쟁력 제고에 크게 기여할 것으로 예상된다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 지식경제부 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

### 5. 참고문헌

- [1] 한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, APR+ 방폐물처리계통 설계추진방안 검토 보고서, 2010.
- [2] 한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, APR+ 주요설계 추진방안 검토 보고서, 2009.