

방사성폐기물 처분시설 2단계 표층처분시설의 방사성배수계통 설계

신무갑^{1*}, 나한정¹, 봉흥종²

¹한국전력기술(주), 경상북도 김천시 혁신로 269

²한국원자력환경공단, 경상북도 경주시 북성로 89

*mgshin@kepco-enc.com

1. 서론

원자력발전소를 포함한 원자력시설에서 발생하는 중·저준위방사성폐기물을 안전하게 격리시키기 위해, 경주시 방사성폐기물 처분시설은 10만드럼 규모의 1단계 동굴처분시설을 시작으로 단계별로 증설하여 총 80만 드럼의 처분용량을 계획하고 있다. 2단계 처분시설은 저준위 및 극 저준위 방사성폐기물을 처분하기 위해 200 L 드럼기준 25만 드럼(1차분: 12.5만 드럼)을 처분할 수 있는 용량을 가진 표층처분방식의 시설로 개발되며, 1차분 20개소의 처분고를 포함하여 지하점검로 및 Sump Pump Room과 지상지원시설 등으로 구성된다.

2단계 표층처분시설의 운영 중 및 부지 폐쇄전까지 처분고에서 발생할 수 있는 침투수, 지하점검로 및 지원시설 중 통제건물 등에서 발생하는 방사성 폐액을 수집, 저장하고 1단계 동굴처분시설 내 액체방사성폐기물처리설비로 이송할 수 있는 방사성 배수계통을 설계하였다. 방사성배수계통은 침투수 집수조를 포함한 각 집수조 및 집수조펌프, 관련 배관 및 밸브, 감시 및 시료채취조 등으로 구성되며, 1일 발생가능한 최대 강수 유입량을 기준으로 침투수집수조 용량을 산정하였다.

2. 본론

2.1 방사성배수계통 설계 개념

2단계 표층처분시설 운영 중 및 부지 폐쇄전까지 처분고에서 발생할 수 있는 침투수, 지하점검로 및 통제건물 등에서 발생하는 폐액을 수집 및 저장하고 액체 시료분석을 통해 방사성 오염폐액은 이동형방사성폐액탱크를 사용하여 1단계 동굴처분시설 내 액체방사성폐기물처리설비로 운반하여 처리한다. 시료분석 결과 소외 배출이 가능한 경우의 폐액은 방사선감시기 및 배수로를 통해 환경으로 배출시킨다. 방사성배수계통의 공정 흐름도는 Fig. 1과 같으며, 설비의 주요 사양은 Table 1과 같다.

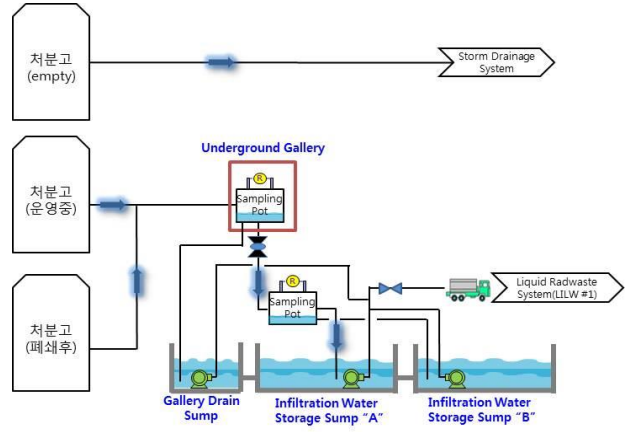


Fig. 1. Flow Diagram for Radioactive Drain System.

Table 1. Sump related for Radioactive Drain System

Item	Capacity	
침투수 집수조 "A"	125 ton	
침투수 집수조 "B"	125 ton	
점검로 집수조	5 ton	
통제건물 집수조	5 ton	
Item	No.	Capacity
침투수 집수조 "A" 펌프	2 Ea	75 gpm
침투수 집수조 "B" 펌프	1 Ea	75 gpm
점검로 집수조 펌프	1 Ea	30 gpm
통제건물 집수조 펌프	2 Ea	30 gpm
감시 및 시료채취조	27 Ea	

2.2 방사성배수계통 설계 특성

운영중인 처분고는 지붕이 있는 이동형 크레인으로 드럼을 취급하고, 처분이 완료된 처분고는 상부 콘크리트 슬래브 밀봉 및 뒷채움 후 제도적 관리기간 동안 강수 등 처분고로의 유입수의 양을 최소화하기 위해 처분덮개를 설치한다. 따라서, 처분고에서는 기본적으로 침투수의 유입을 최소화하도록 설계된다.

각 처분고에는 침투수의 유입 여부를 감시하기 위한 감시 시료채취조가 설치된다. 감시 및 시료채취조는 처분고별로 20개, 처분열별로 6개 및 감시 및 시료채취의 편의성을 위해 주점검로 내의 1개로 구성된다. 발생한 침투수는 모두 침투수 집수조 "B" 또는 "A"(추후증설시)로 유입되며, 침투수 집수조 "B"의 침투수 및 점검로 집수조의 배수폐액은 각

각의 집수조 펌프를 통해 배수되도록 하며 유입되는 양이 많을 경우 연결로를 통해 침투수 집수조 "A"에 Overflow되도록 설계된다.

침투수 집수조 "A"에 수집된 침투수 및 배수폐액은 액체 시료분석 후 방사선감시기 및 배수로를 통해 환경으로 배출시킨다. 시료분석 결과 소외 배출이 불가능할 경우 방사성폐액은 1단계 동굴처분시설 내 액체방사성폐기물처리설비로 이송하기 위해 이동형방사성폐액탱크를 사용하여 운반한다.

2.3 집수조 용량 산정

2.3.1 침투수 집수조 용량

침투수 집수조 용량은 다음의 인자 및 가정사항을 고려하여 산정되었다.

- 처분고 1개 면적 [20 m x 20 m]=400 m²
- 실측된 일일 최대 강수량: 516.4 mm/day
- 1.2의 안전여유도(Safety Margin) 반영
- 이동형 크레인(Movable Crane Structure)의

지붕 유실 시 1일 최대 강수량 고려
따라서, 1개 처분고에 유입되는 최대 침투수량은
 $0.5164 \text{ m/day} \times 400 \text{ m}^2 = 206.56 \text{ m}^3/\text{day}$ (1)

이며, 안전여유도를 고려한 침투수 집수조 용량은

$$206.56 \text{ m}^3/\text{day} \times 1.2 = 247.8 \text{ m}^3/\text{day} \rightarrow 250 \text{ m}^3/\text{day} \quad (2)$$

으로 산정되었다. 다만, 침투수 집수조는 운영 및 보수를 고려하여, 총 요구되는 용량 대비 각각 50%의 용량(125 ton)을 가지는 침투수 집수조 두 개로 설치한다.

2.3.2 점검로 및 통제건물 집수조 용량

약 5 톤(ton)의 용량을 가지는 이동형방사성폐액탱크를 사용하여 방사성배수계통에서 발생한 폐액을 1단계 동굴처분시설 내 액체방사성폐기물처리설비로 이송하여 처리된다. 통제건물은 대부분이 비방사성 관리 구역이며, 단지 작업자로부터 발생하는 인체 제염수만 방사성배수계통으로 유입된다. 또한 점검로에 설치된 배수로에서 발생하는 폐액만 점검로 집수조에 유입되므로, 점검로 집수조 및 통제건물 집수조에 유입되는 폐액량은 많지 않을 것으로 판단된다. 따라서 점검로 집수조 및 통제건물 집수조의 용량은 이동형방사성폐액탱크의 용량

과 동일하게 각각 5 톤(ton)으로 결정하였다.

2.4 집수조 펌프 용량 산정

2.4.1 침투수 집수조펌프 용량

침투수 집수조펌프 용량은 다음의 인자 및 가정사항을 고려하여 산정되었다.

- 작업자 운전시간: 8 hours/day
- 1.1의 설계여유도(Engineering Margin) 반영
따라서, 침투수 집수조펌프 용량은

$$33,021 \text{ gal}/[8(\text{hr}) \times 60(\text{min})] = 68.8 \text{ gpm} \quad (3)$$

$$68.8 \text{ gpm} \times 1.1 = 75.6 \text{ gpm} \rightarrow 75 \text{ gpm} \quad (4)$$

으로 산정되었다.

2.4.2 점검로 및 통제건물 집수조펌프 용량

점검로 및 통제건물 집수조펌프 용량은 다음의 인자 및 가정사항을 고려하여 산정되었다.

- 집수조 내 모든 폐액을 이동형방사성폐액탱크로 이송하는 시간: 1 hour
- 1.1의 설계여유도(Engineering Margin) 반영

따라서, 점검로 및 통제건물 집수조펌프 용량은

$$1,320 \text{ gal}/[1(\text{hr}) \times 60(\text{min})] = 22 \text{ gpm} \quad (5)$$

$$22 \text{ gpm} \times 1.1 = 24.2 \text{ gpm} \rightarrow 30 \text{ gpm} \quad (6)$$

으로 산정되었다.

3. 결론

2단계 표층처분시설에 설계된 방사성배수계통은 이동형 크레인의 지붕 유실 시 1일 최대 강수량을 수용할 수 있으며, 방사성 오염폐액은 이동형방사성폐액탱크를 사용하여 1단계 동굴처분시설로 이송하여 처리하도록 충분한 용량으로 설계되었다.

4. 참고문헌

- [1] M.G. Shin and H.J. Na, System Description of Radioactive Drain System for LILW #2, KEPCO-ENC (2015).
- [2] H.J. Na and M.G. Shin, Disposal Facility Operating Plan , KEPCO-ENC (2015).