

고준위 폐기물 처분장 건설을 위한 최적 환기 시스템 설계에 관한 연구

윤찬훈, 김진, 최희주*

인하대학교, 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교

*한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

yo0940@hanmail.net

1. 서론

국내 에너지의 장기적인 수요상황을 볼 때 원자력 발전의 비중이 확대되는 것은 불가피 하므로 환경 친화적인 사용 후 핵연료의 관리 및 고준위 폐기물의 처분방안의 마련은 원자력의 개발만큼이나 중요하다. 즉, 폐기물의 양, 고준위 폐기물에서 발생하는 고열, 방사성에 의한 독성 등을 대폭 감축시킬 수 있는 환경 친화적인 관리 시스템이 절실히 필요하다. 그중에서도 고준위 폐기물에 의한 고열 및 방사성에 의한 독성은 최적의 환기시스템의 도입을 통한 친환경적 해결 및 완화가 가능하며, 처분장의 계획 단계부터 환기시스템이 적용된다면 환경 친화적인 처분장의 건설이 가능할 것이다. 이에 본 연구에서는 방사성 폐기물의 효율적인 관리 및 저장을 위하여 최적 환기시스템을 적용한 처분장 설계를 목적으로 여러 환기시스템 설계도안을 비교·분석하였다.

2. 본론

2.1 이론적 배경

처분장의 환기적인 측면에서의 최적 설계안을 완성하기 위해서는 기본적으로 갱도의 저항을 줄이고 발생하는 압력손실을 최소화 하여 신선한 공기의 효율적 분배가 가능한 설계가 이루어져야 한다. 선정된 도안에서 소요환기량을 선정한 후 설계상의 갱도 단면적, 길이, 표면 거칠기등 관련되어지는 인자들을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션 과정을 통해 최적 환기 네트워크가 완성된다. 환기 시스템에서 공기의 흐름은 거의 정상 난류로 간주되어지며 갱도 내 마찰손실을 계산하기 위해서는 식 1의 Atkinson Equation이 사용된다.

$$P = R \cdot Q^2 \text{ (식1)}$$

P : 갱도 압력손실 [N/m² = Pa]

R : 저항 [N · S²/m⁸]

Q : 환기량 [m³/s]

그리고 갱도의 저항은 식 2와 같이 표현 된다.

$$R = \frac{KP(L+L_e)}{A^3} \text{ (식 2)}$$

R : 갱도 저항 (N*s²/m⁸)

P : 주변장 (m)

L : 갱도 길이(m)

L_e : Equivalent Length(m)

A : 갱도 단면적(m²)

K : Friction Factor(kg/m³)

2.2 폐기물 처분장 도안 설계

폐기물에서 발생되는 열 제거에 적합한 소요환기량을 바탕으로 다양한 환기시스템 회로를 설계하여 최적 설계 도안을 도출하고자 하였다. Table 1.의 처분장 설계조건을 바탕으로 여러 도안들을 검토하고, 각각의 장단점을 비교·분석하여 한국형 폐기물 처분장 설계를 위한 여러 도안들을 제안하였다.

Table 1. Design Condition

| 2만톤처분시 | Metal | Monazite | SAP | Fly ash |
|----------------|--|----------|-------|---------|
| 저장위치(m) | 200m | 500m | 200m | 200m |
| 발열량(kW/tunnel) | × | 38 | 5,174 | 6,523 |
| 터널수 | 2 | 16 | 1 | 1 |
| 환기필요성 | × | ○ | ○ | ○ |
| Shaft | 4개(직경 5~6m) : Air intake, Return, 사람통로, 폐기물통로 | | | |
| 기타 | 각 터널간의 거리 40m | | | |

2.3 환기시스템 회로 디자인

200m Level에 저장되는 SAP, Fly ash는 고발열 폐기물로서, 환기시스템 설계시 가장 중점을 두었다. 이에 따라서 Ait Intake수직갱은 200m Level터널로만 집중시키도록 설계하였다. 또한 500m Level의 Monazite는 저발열 폐기물이므로 사람이동통로 및 폐기물 이동통로를 최대한 활용

한 환기시스템 설계를 주목적으로 하였다. CASE1의 경우 세 개의 수직갱을 가능한 한곳으로 집중시킴으로서 굴착을 용이하게 설계하였으며, CASE2의 경우는 Return 수직갱을 정 중앙에 배치하였다. 두 경우 모두 Bleeder가 존재하지 않는 500m Level의 환기는 Duct를 사용한 강제 환기를 기본 개념으로 설계하였다.

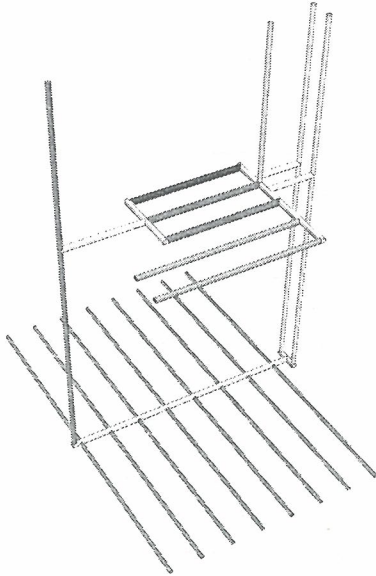


Fig. 1. Ventilation system design of CASE1

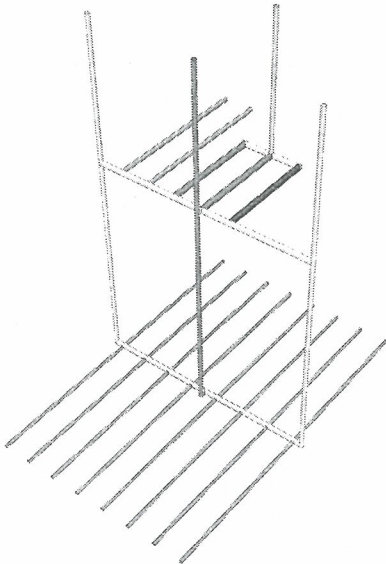


Fig. 2. Ventilation system design of CASE2

3. 결론

본 연구에서는 한국형 고준위 폐기물 처분장 건설에 있어 환기적 관점으로 여러 환기시스템을 비교·분석하고, 처분장에 적합한 설계안을 선정하였다. 향후 선정된 도안과 굴착 시나리오를 바탕으로 고준위 폐기물에 대한 열 저감 환기와 공사중 환기의 최적 방안에 대한 수행이 이루어질 계획이다.

4. 참고문헌

- [1] 한국형 고준위폐기물 처분시스템, 한국원자력연구원 기술보고서, pp.38-165, 2008.
- [2] Jin Kim, Sang-Ki Kwon, "Ventilation System Strategy for a Prospective Korean Radioactive Waste Repository", Journal of the Korean Radioactive Waste Society Vol.3(2), pp.135-148, 2005.
- [3] Office of Civilian Radioactive Waste Management (OCRWM), "Yucca Mountain Project; Yucca Mountain Science and Engineering Report", DOE, USA, 2002.
- [4] Malcolm J. Mcpherson, "Subsurface Ventilation and Environmental Engineering" pp.209-240, 1993.