

고준위폐기물 처분터널 내 효율적인 환기시스템에 관한 고찰

Study on the effective ventilation system in high-level waste disposal tunnel

윤찬훈†† · 최영철* · 김진섭*

Chan-Hoon Yoon, Young-Chul Choi and Jin-Seop Kim

Key Words : high level waste(고준위폐기물), heat removal(열제거), ventilation efficiency(환기효율)

ABSTRACT

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. 이에 본 연구에서는 방사성 폐기물의 효율적인 관리와 저장 및 열제거를 위하여 최적 환기시스템을 적용한 처분장 설계를 목적으로 여러 환기시스템 설계안을 비교·분석하였다. 분석결과, 8가지 중 case 4(병렬회로)와 case 6(혼합 Diagonal 회로)의 환기효율이 우수한 결과를 나타냈으며, 이와 같은 연구를 통해 환경 친화적인 처분장의 건설이 가능할 것이다.

결정하여야 한다. 환기를 통한 환경 친화적인 처분장은 우선 처분되는 폐기물의 안전성을 향상 시키는 데 큰 역할을 할 것이다. 그리고 작업원의 직업병 및 건강장해의 예방이 가능하며, 업무 만족도 역시 상승할 것이다. 또한 최적 환기시스템을 통해 과설계를 방지하여 환기설비 비용을 절감할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 방사성 폐기물의 효율적인 관리 및 저장을 위하여 최적 환기시스템을 적용한 처분장 설계를 목적으로 여러 환기시스템 설계도를 비교·분석하였다. 연구 결과를 통해 폐기물 처분장의 최적 환기시스템을 구축함으로써 미래 지향적 원자력 개발에 한 걸음 더 나아갈 수 있을 것이라고 판단된다.

기 호 설 명

- P : 갱도 압력손실 [pa]
- R : 저항 [$N \cdot S^2/m^8$]
- Q : 환기량 [m^3/s]
- K : 마찰계수 [kg/m^3]
- P : 주변장 [m]
- A : 터널 단면적 [m^2]
- L : 터널길이 [m]
- L_e : 등가길이 [m]

1. 서 론

미래 국내외 에너지 수급에 있어 주된 역할을 하게 될 원자력을 개발함에 있어서 불가피하게 발생되는 중, 저준위 및 고준위 폐기물들을 친환경적으로 안전하게 관리 및 저장하기 위한 최적 환기시스템을 마련하고 그에 따른 고준위폐기물 처분장의 도안을

2. 연구내용

2.1 기본이론

처분장의 환기적인 측면에서의 최적 설계안을 완성하기 위해서는 기본적으로 터널의 저항을 줄이고 발생하는 압력손실을 최소화 하여 신선한 공기의 효율적 분배가 가능한 설계가 이루어져야 한다. 선정된 도안에서 소요환기량을 선정 후 설계상의 터널 단면적, 길이, 표면 거칠기 등 관련되어지는 인자들

† 윤찬훈; 한국원자력연구원
E-mail : yoon0940@naver.com
Tel : (042)868-8773, Fax : (042)868-8055
* 한국원자력연구원

을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션 과정을 통해 최적 환기 네트워크가 완성된다. 환기 시스템에서 공기의 흐름은 거의 정상 난류로 간주되어지며 터널 내 마찰손실을 계산하기 위해서는 식 1의 Atkinson Equation이 사용된다⁽¹⁾.

$$P = R \cdot Q^2 \quad (\text{Eq. 1})$$

그리고 갱도의 저항은 식 2와 같이 표현 된다.

$$R = \frac{KP(L + L_c)}{A^3} \quad (\text{Eq. 2})$$

2.2 연구방법

폐기물에서 발생하는 열 제거에 적합한 소요환기량을 바탕으로 다양한 환기시스템 회로를 설계하기 위해서는 우선 폐기물의 상세 정보를 기본으로 하여야한다. Table 1은 설계시 고려해야할 폐기물의 정보와 저장에 필요한 터널의 개수를 보여주고 있다.

Table 1 waste information

Waste	①	②	③
Depth(m)	200m	200m	200m
Heat(kW/tunnel)	700kW	600kW	330kW
Number of tunnel	16	9	2
Interval of tunnel	40m		

각 폐기물에 대한 정보를 바탕으로 MVS. Inc사에서 개발된 VnetPC를 이용하여 연구하였다. 본 프로그램은 지하공간 내 통풍로의 저항, 면적, Fan의 위치와 특성곡선등을 이용하여 팬 작동지점, 공기량, 저항 등 종합적인 환기네트워크 해석이 가능하다. 해석을 위해 우선, 폐기물에서 발생하는 열 제거에 적합한 유량을 기본으로 여러 환기회로(직렬, 병렬, Diagonal⁽²⁾, 혼합회로)를 조합하여 8 case의 방사성 폐기물처분장 도안을 결정하였다. 그리고 운용비용, 굴착비용, 터널저항 및 환기회로 구성의 용이성을 기준으로 2가지 최적 도안을 도출하였다. 직렬회로의 경우 가장 구성하기 쉬우나 회로의 저항이 크게 증가하여 환기효율이 떨어진다. 그리고 병렬회로의 경우는 구성이 복잡해질 수 있으나 회로 저항이 크게 줄어 운용비용의 저감효과가 뛰어나다.

3. 결 론

해석결과, case 4와 case 6의 처분장 도안의 환기 효율이 우수하였다. case 4는 병렬회로시스템으로서 굴착비용이 비교적 증가하지만 전체 회로 저항 및 환기기 운용비용이 크게 감소하여 가장 효과적인 결과를 보였다. 그리고 case 6은 혼합 Diagonal 회로 시스템으로서 굴착비용이 적으며 회로 내 공기조절기(Regulator)를 통해 회로 내 저항 조절이 가능하며, 비상사고 시 효과적인 대응을 할 수 있다.

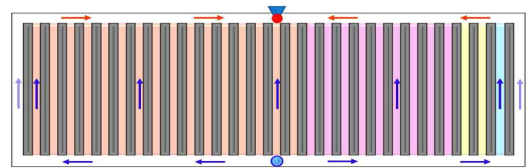


Figure 1 optimal design #1(case 4)

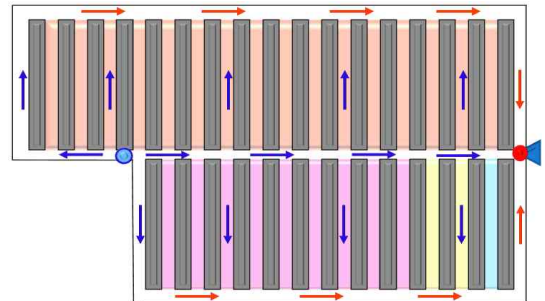


Figure 2 optimal design #2(case 6)

참 고 문 헌

- (1) Malcolm J. Mcpherson, 1993, Subsurface Ventilation and Environmental Engineering, pp.209-240.
- (2) Jongak Choi, Chanhooon Yoon, Jin Kim, 2009, An Experimental Study on the Change of Air velocity with Respect to the Location and Size of Regulators for Diagonal Ventilation System, Journal of Korean Society for Rock Mechanics, Tunnel & Underground Space, Vol.19(1), pp.1-8.