

# Influence of seasonal ventilation variation on salt rock deformation

Yongho Yoo<sup>1)</sup> · Sangki Kwon<sup>2)</sup> · Jin Kim<sup>3)</sup>

## 1. Introduction

Over recent decades, the physical and mechanical properties of rock salt have been studied extensively because rock salt is being considered as the host rock for an underground nuclear waste repository. Natural salt deposits are usually considered as the best rock for permanent disposal of nuclear waste, because of their unique properties and conditions. Laboratory and field observations indicate that the deformational behavior of rock salt is highly dependent on stress and temperature. Because of the strong dependency of deformation on stress and temperature, most constitutive equations for rock salt are mainly functions of stress and temperature. The influence of temperature on the deformational behavior of rock salt was investigated by many researchers mostly in laboratory condition.

The ventilation system is for the control of thermal environment due to the radiation from the emplaced disposal nuclear wastes must be performed in the disposal place of nuclear waste necessarily. In this study, the displacement feature for the influence of seasonal temperature variation and the ventilation effect were investigated at rock salt from the WIPP(Waste Isolation Pilot Plant) site.

## 2. Main Subject

WIPP은 New Mexico의 Carlsbad에서 동쪽으로 약 35mile 정도에 위치해 있다. 이 기지는 미국의 방위 프로그램에 의해 발생된 저준위 핵폐기물의 심지층 처리를 위한 것이므로, 미국의 Department of Energy에 의해 후원된 연구프로젝트이다. 저장소는 지하 650m 하부의 두터운 암염층에 위치하고 있으며, 건설 작업이 시작된 1983년부터 지하 환기를 위한 다양한 활동들이 수행되어 왔다.

방사성 폐기물 처분장에서의 환기는 복잡한 환기 네트워크에 필요 환기량을 적재 적소로 배분해야 하는 문제와 동시에 심부화 및 처분 폐기물에 의해 방사되는 열을 냉각시켜야 하기 때문에 매우 필수적이라 하겠다. 더욱이 계절별 외기 온도의 변화는 입기되는 공기에 직접적인 영향을 미치게 되기 때문에 갱내의 기상 변화에 매우 밀접한 관계를 가지게 된다. 암반에 대한 열전도율은 암반의 열적 특성과 아울러 암반과 공기의 온도차에 비례하게 된다. 또한, 입기 온도에 대한 영향의 정도는 입기 수갱 인접 부근에서 가장 크며, 거리가 멀어질수록 그 영향정도가 감소하게 된다.

환기 네트워크를 구성하여 환기량 시뮬레이션을 수행함과 동시에 계절별 입기 온도의 변화에 따른 갱내 기상의 변화를 관찰한 후, 다시 이러한 갱내 온도 변화에 따른 암염암반의 온도 변화를 예측하여 보았다. 시뮬레이션에 적용된 WIPP의 세 영역중 저장지역(Storage Area)을 위주로 환기 네트워크를 구성하였으며, 시뮬레이션에 사용한 입기 외부 온도는 그 지역의 월평균 온도를 사용하였다. 또한, 4개의 주 수갱중 주 배기수갱(Exhaust Shaft)을 제

1) 인하대학교 지구환경공학부 박사과정(g2001233@inhavision.inha.ac.kr)

2) 한국원자력연구소(kwonsk@nanum.kaeri.re.kr)

3) 인하대학교 지구환경공학부 조교수(jinkim@inha.ac.kr)

외한 3개의 수갱은 모두 입기로 작용되며, 주 입기 수갱은 신설된 입기 수갱(Air Intake shaft)이 담당하였다.

### 3. Conclusion

#### 계절별 온도변화에 따른 암염암반의 온도 변화

예상했던 바와 같이 입기 온도가 증가 되면 암반의 온도도 증가하는 경향을 보였다. 겨울철과 여름철의 계절 변화 따른 외기 입기 온도가 16℃~36℃의 변화를 보임에 따라 암염 암반의 온도는 25℃~34℃의 변화를 보였으며, 실측한 결과와 매우 유사한 경향성을 보이고 있다.(Fig. 1) 이는 실측한 암반온도와 비교 해 볼 때 평균 약 3.5℃정도의 차이를 보이고 있으며, 이러한 오차는 simulation 입기온도가 측정 당시의 외기 온도가 아닌 월평균기온을 사용하는등의 가정사항에 기인하는 것으로 판단된다.

#### 환기량의 영향

저장지역(Storage Area)의 필요환기량을 68.43 m<sup>3</sup>/s로 정하여 이보다 50% 감소시킨 경우, 150% 증가시킨 경우, 200% 증가시킨 경우등 3가지 경우에 대한 계절별 환기량의 변화에 대한 영향정도를 비교하여 보았다. 그 결과 입기 온도가 암반의 온도보다 낮은 경우에는 환기량이 증가할수록 암반의 온도는 낮아지나, 입기 온도가 암반의 온도보다 높은 경우에는 환기량이 증가하면 오히려 암반의 온도가 증가함이 예측 되었다. 예를 들어 가장 무더운 7월의 경우 환기량 50%의 감소는 암반 온도 1.3℃의 감소 효과를 보이며, 환기량 200%의 증가는 0.2℃의 증가를 보인다. 또한, Fig. 2에서 보는 바와 같이 계산되어진 필요 환기량 68.43 m<sup>3</sup>/sec 보다 작으면 갱내 온도 및 암반의 온도에 영향 미치나, 필요 환기량을 넘어서게 되면 온도에 그리 큰 영향을 보이지 않아서 온도를 제어하기에는 한계를 보이게 되며, 온도 제어를 위한 Air conditioning등의 별도의 장치가 필요할 것으로 판단된다.

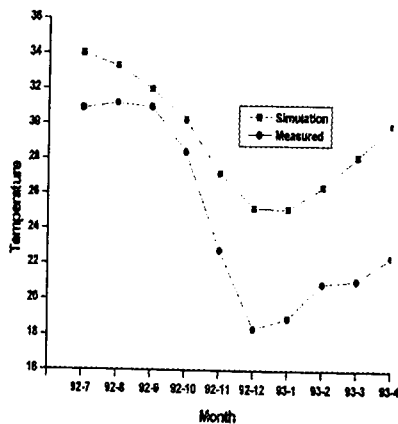


Fig. 1 Simulation result vs. measured temperature

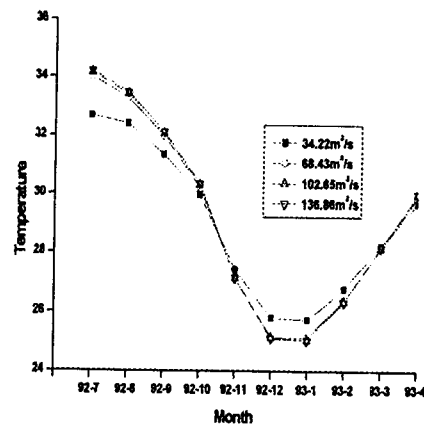


Fig. 2. Temperature change for ventilation rate variation