

## 현장 시추공 히터시험을 위한 암반초기온도 예측

권상기, 김진섭, 조원진

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150

[kwonsk@kaeri.re.kr](mailto:kwonsk@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

한국원자력연구원 내에 위치하고 있는 지하처분연구시설(KAERI underground research tunnel, KURT)에서는 고준위폐기물 처분연구를 위한 시추공 히터시험이 실시되고 있다. 암반 벽면에 천공된 길이 3m, 직경 11cm의 히터공에는 5kw 용량의 히터가 설치되어 있으며 가열에 의한 암반에서의 온도 및 응력변화는 히터공 주변에 천공된 15개의 관측공에 설치된 온도, 응력센서에 의해 자동 기록되고 있다. 2007년 말 예비시험을 거쳐 2007년 12월 본 가동이 실시된 이후 히터의 온도를 단계적으로 서서히 상승시키고 있으며 2008년 4월 현재 히터의 온도는 85도이다. 현장 히터시험과 병행하여 온도, 응력의 변화를 하는 파악하기 위한 모델링 기법이 개발되고 있다. 현장 시험의 결과 해석 및 모델링 기법과의 비교를 위해서는 암반의 굴착 전 초기온도를 파악하여야 한다. 본 연구에서는 지하처분연구시설 주변에서의 초기온도를 예측하기 위해 실험실에서 측정된 심도에 따른 암반의 열전도도 변화와 대전지역의 대기 온도변화를 이용하여 KURT 주변 암반에서의 연간 온도변화를 평가하였다.

### 2. 초기온도 모델링

지하처분연구시설(KURT)은 산지에 위치하고 있으며 산세의 변화에 따른 영향을 고려하기 위해 주변의 지형을 모델링에 반영하였다. KURT에서 회수된 시추코어를 이용한 실험실 실험을 통해 암반의 열전도도를 측정하였으며 심도(Z)와 암반 포화 여부에 따라 열전도도(K)는 다음 식과 같은 변화를 보인다.

$$K(\text{wet}) = 0.0048 Z + 2.6782 \quad (\text{W/m}^{\circ}\text{K})$$

$$K(\text{dry}) = 0.0067 Z + 2.2929 \quad (\text{W/m}^{\circ}\text{K})$$

즉, 심도의 증가에 따라 열전도도는 증가하며 포화암의 열전도도가 건조된 암석의 열전도도에 비해 상대적으로 높게 나타났다.

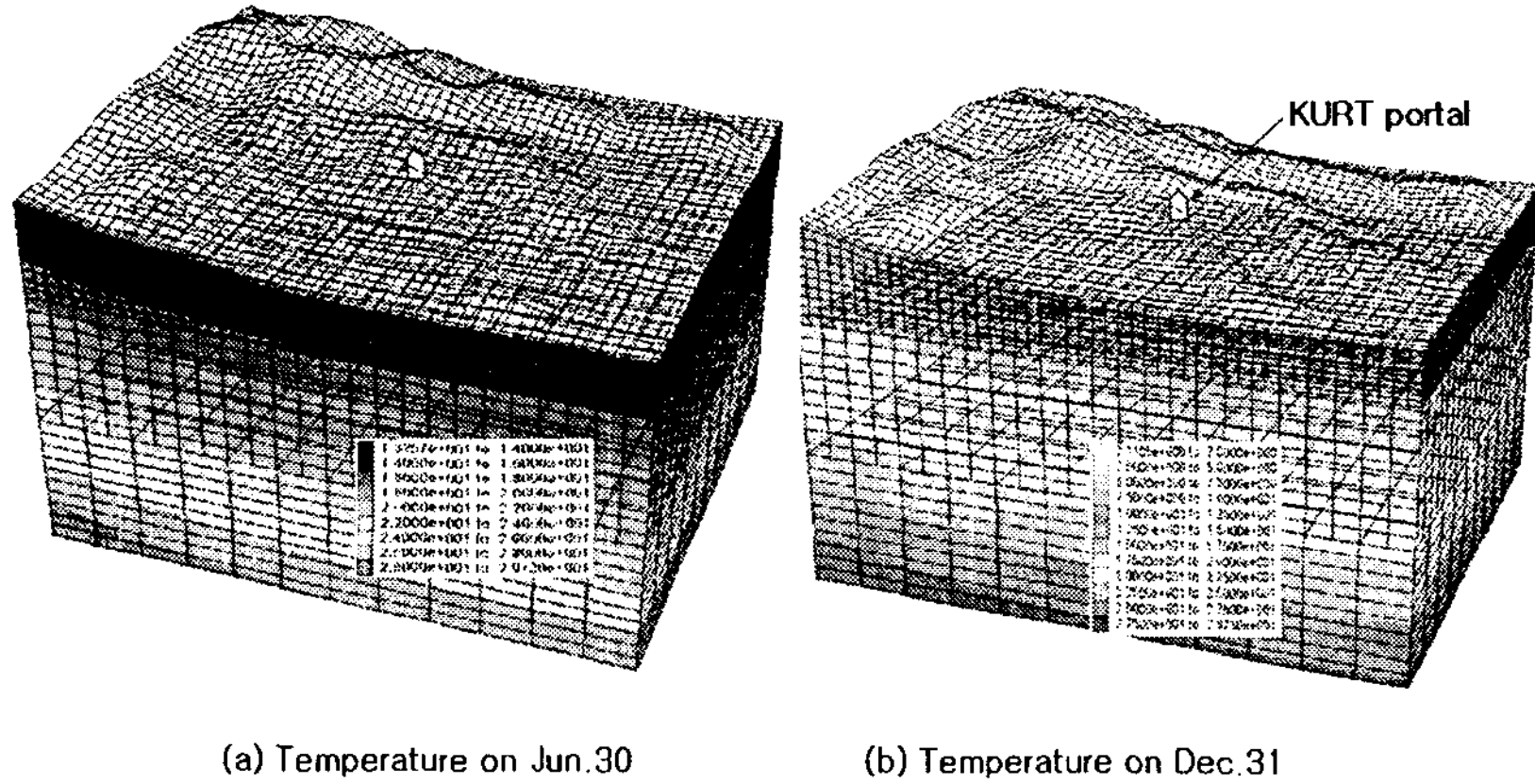
3차원 해석코드인 FLAC3D 를 이용한 모델링에서는 KURT의 굴착 전 수직시추공에서 관찰된 지하수위를 고려하여 지표면에서 18m 하부는 포화암의 심도에 따른 열전도도 변화를, 상부는 건조암의 심도에 따른 열전도도 변화를 가지는 것으로 가정하였다. 지표면에서의 온도 변화에 따른 심도별 연간 온도 변화를 추정하기 위해 2007년 대전 지역의 대기온도 변화를 이용하였다. 지표면과 공기접촉을 통한 대류열전달을 현상을 반영하기 위해  $10 \sim 50 \text{W/m}^2\text{k}$  사이의 대류열전달계수(heat convection factor)를 사용하여 모델링을 실시하였다. 지열구배(geothermal gradient)는 유성지역에서 측정된 지열구배를 고려하여  $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  를 사용하였으며 지표면의 초기온도는 연간 평균기온인  $13.5^{\circ}\text{C}$  로 가정하였다.

### 3. 연구 결과

그림 1 은 KURT 주변에 대한 모델링을 을 통해 얻어진 6월과 12월의 온도분포를 보여준다. 그림 2는 대전지역에서 측정된 대기온도 변화와 모델링에서 계산된 지표면과 지하 11m 지점에서의 연간 온도변화를 보여준다. 열전도계수에 따라 약간의 차이가 있으며 지표면과 암반의 최대

최소 온도 도달 시점에 차이가 나타남을 알 수 있다. 대기 온도의 변화에 의해 암반에 가까운 지점에서는 상대적으로 큰 영향을 받음을 알 수 있다.

터널 벽면에서 가까운 지점의 경우 환기시스템에 의한 외부 공기의 유입이 시험구간 암반의 온도 변화에도 영향을 줄 수 있는 것으로 판단된다. KURT에서 실시되는 현장 히터시험의 경우 벽면에서 비교적 가까운 1-3m 지점에서 실시가 되므로 환기 시스템이 시험구간 암반의 온도변화에 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있다. 처분시스템의 설계 시에 환기시스템에 의한 처분공과 처분터널 주변에서의 암반온도 변화를 고려하는 것이 필요할 것으로 판단된다.



(a) Temperature on Jun.30

(b) Temperature on Dec.31

Fig. 1. Temperature distribution around the KURT

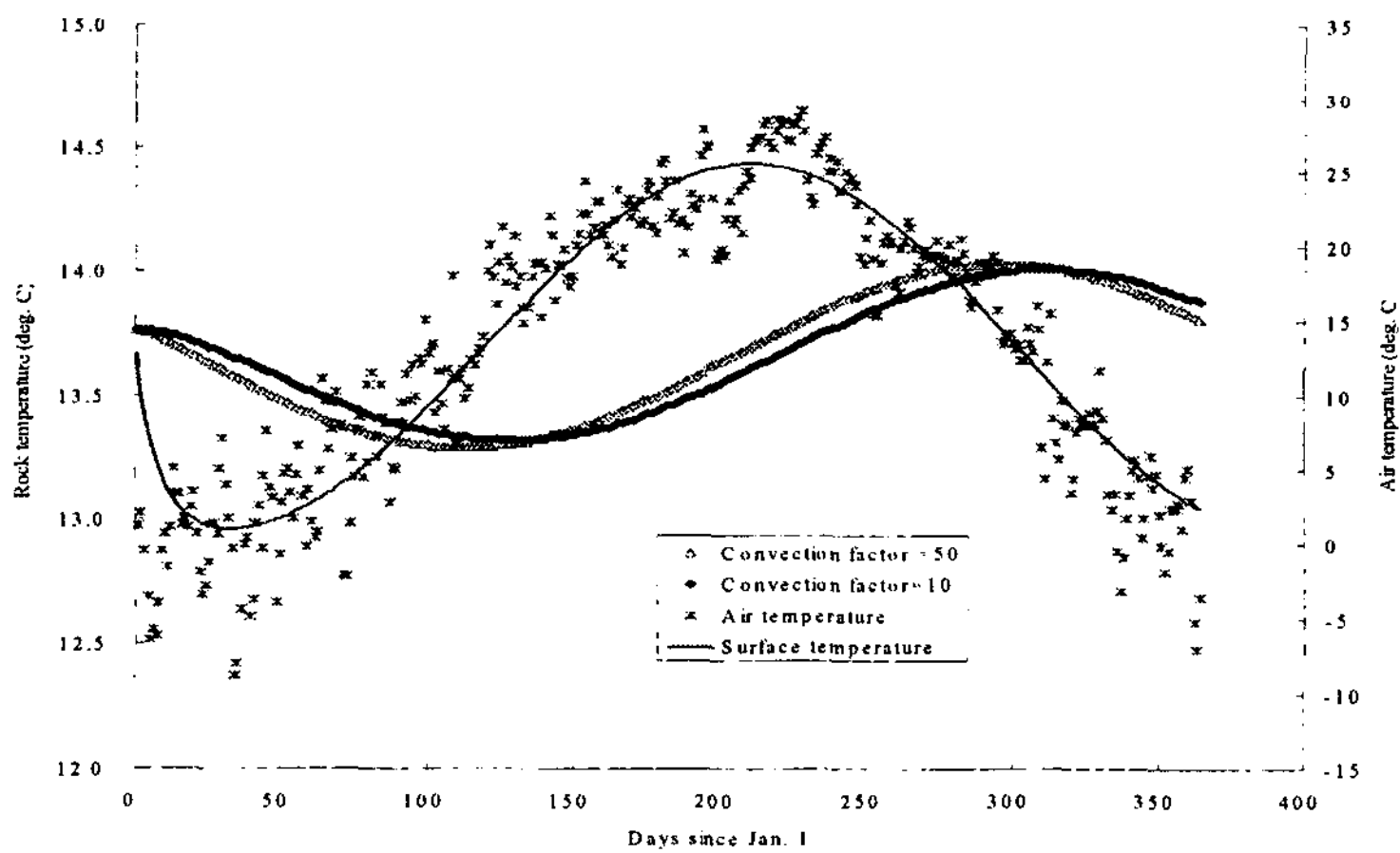


Fig. 2. Rock and air temperature variation with time