

## KURT 모암의 단열망 모델

김경수, 조성일, 이주형, 임원목, 류시원  
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
 kskim@kaeri.re.kr

### - 연구 배경 및 목적

KURT 내에서 이루어지는 각종 현장시험연구에는 지질, 수리지질 및 지구화학적 기초자료가 경제조건으로 요구된다. 모암에 분포하는 단열의 대부분은 지체구조적인 성인에 의한 것으로 그 크기가 다양할 뿐만 아니라 지하수 유동로로서의 역할도 그 유무가 확연하다. 본 연구는 KURT의 지질 관련 기초자료 확보 연구 중 단열분포특성의 조사 및 해석을 위해 수행되었다.

### - 조사 방법 및 결과

단열조사는 굴착단계에서 터널 단면(6 m x 6 m)에 대하여 매일 발파 후 양 벽면, 천장부 및 막장면에 대하여 이루어졌다. 기재 척도는 1:50, 양 벽면 바닥으로부터 3 m 이상 또는 단열, 천장부에서는 2 m 이상인 단열을 조사대상 기준길이(cut-off length)로 설정하였다. 지질학적인 정보 외에도 단열에 관한 기재 파라미터는 주향/경사, 풍화도, 투수성, 거칠기 및 충전광물 등이다.

터널 전체 길이 265 m (진입터널 180 m, 회차구간 10 m, 좌우 연구터널 75 m) 구간에서 조사된 단열의 수는 739개다 (그림 1). 국지 소규모 단열대로 분류될 수 있는 구조는 진입터널 45 m 지점의 0.5 m 폭을 갖는 단층, 67 m, 112 m, 115 m, 120 m, 138 m 지점에 교차하는 폭 0.2 ~ 0.7 m 규모의 암맥, 좌측 연구터널의 17 m와 27 m 지점에서 교차하는 폭 0.3 ~ 0.6 m 규모의 암맥, 그리고 우측 연구터널의 42.5 m 지점에 교차하는 1.5 m 폭의 암맥이다. 이들 국지 단열대는 지하수의 유동 현상을 보이지 않는다. KURT 터널 내에서 확인된 투수성 구조는 모두 단일 단열이다. 모두 11 개의 투수성 단열이 확인되었는데, 이 중 주요 투수 구조는 진입터널에서는 105 m 지점의 단열로서 유입량 2 l/min, 좌측 연구터널에서는 4 개의 단열이 밀집하여 있으며 이 구간에서는 약 2.7 l/min의 지하수가 유입된다.

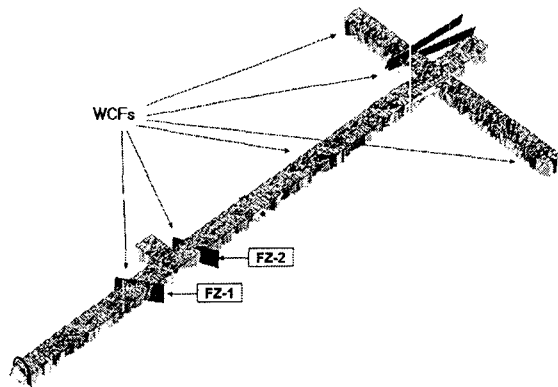


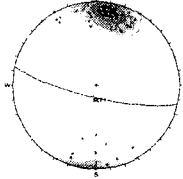
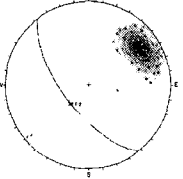
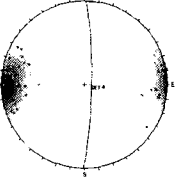
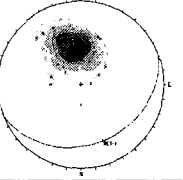
그림 1. KURT 단열 분포도

### - 자료 분석

전체 조사된 단열은 3개 조의 고경사 절리군과 1개 조의 저경사 절리군으로 분류된다. EW 방향의 Set 1과 NE 방향의 Set 2는 전체 단열의 70% 이상을 차지한다. 방향성 자료는 Fisher 분포함수를 따르고, 단열 크기는 대수정규분포를 따른다. 단열 반경은 Set 1이 5.7 m로 가장 우세하게 발달되어 있고, 저경사 절리군의 크기가 가장 작다. 11 개 투수성 단열은 4 개 절리군에 모두 해당되는데 특히 Set 2와 Set 4에 집중되는 경향을 보인다 (표 1).

현장 조사자료에 대한 통계적 분석을 거쳐 각 단열조별 확률밀도함수와 단열망 모델에 요구되는 입력인자를 도출하였다. FracWorks를 이용한 단열망 모델링은 투수성 단일 단열을 포함하는 전체 단열은 확률론적으로 모사하고, 국지 소규모 단열대는 결정론적으로 모사하였다.

표 1. 조사된 단열자료의 분석

	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
				
Proportion (%)	36	35	15	14
Dip direction/dip	193/78	232/65	91/83	158/29
Fisher <i>k</i>	18.5	25.4	21.8	8.26
Simulated fracture <i>r</i> (m)	5.7±1.0	5.2±1.7	4.8±1.6	4.2±1.7
Intensity ( $P_{11}$ )	0.84	0.83	0.34	0.33

- 결론 및 향후 계획

KURT 터널에서 조사된 단열은 4 개 조의 방향군을 갖는 것으로 분류할 수 있으며, 국지적 소규모 단열대에 해당하는 단층 및 암맥은 지하수 유동로로서의 뚜렷한 역할을 보이지 않는다. 터널 조사 구간에서의 확인된 지하수의 주 유동로는 투수성 단일 단열인 것으로 확인되었지만, 터널 하부의 지하 영역과 터널 외곽부 영역에서에 대한 조사자료가 보완된다면 국지적 단열대들의 투수 특성을 판단하는데 유익할 것으로 본다. 현재 KURT의 좌측 연구터널에는 200 m 심도의 3" 직경의 시험공이 설치되어 있으며 2007년부터는 심부 시험공에서 단열의 투수성 시험이 이루어질 계획이다. 이 수리시험 결과를 통하여 본 연구에서 구축된 단열망 모델의 교정과 지하수유동 수치 해석 연구가 진행될 예정이다.