

## 국내 지하처분연구시설(KURT)에서 현장용질이동 시험: 균열특성 조사 및 현장용질이동 시험 장치

이재광, 백민훈, 손우정  
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045  
jkleel@kaeri.re.kr

### 1. 서론

심지층에 처분된 고준위 방사성폐기물로부터 핵종들이 유출될 경우 처분장의 인공방벽을 거쳐, 주변의 지하 암반층을 통해 생태계로 이동할 수 있다. 특히 유출된 핵종들은 암반 균열을 통해 지하수의 다양한 이동경로를 따라 이동한다. 따라서 암반 균열에서 용질의 이동 및 지연현상에 대한 이해는 방사성폐기물 처분의 장기 안전성 측면에서 매우 중요하다. 이러한 취지로 지난 2006년도에 고준위방사성폐기물의 심지층 처분에 대한 현장실증연구 및 필요한 요소기술의 확보를 위하여 소규모 지하처분연구시설(KURT)이 한국원자력연구원 부지 내에 건설되었다. 본 연구에서는 지하 처분연구시설에서 현장 용질이동 시험을 수행하기 위한 예비단계로 실험을 시추공 시추 및 균열 특성을 조사하였으며, 현장 용질이동 시험 장치를 설계하여 설치 및 시운전 하였다.

### 2. 시추공 특성조사 및 현장용질이동 실험 장치 설치

KURT 현장용질이동 실험을 위하여 지하처분연구시설에서 실험에 적절한 지하수 유동이 예측된 지역에 총 6개의 시험공을 시추하였다. 6개의 시추공 중에서 실험에 적당한 지하수 유동(약 600 mL/min)이 있는 용질이동공 3-1 및 3-2에서 잘 발달된 절리면을 확인할 수 있었다. 또한 방향성, 발달상태 및 충전상태 등의 기반암의 불연속면 특성을 파악하기 위하여 BIPS (Borehole Image Processing System, RG-VIDEOLLOGGER2)을 이용한 시추공 영상촬영을 수행하였다. 시추공 특성조사 결과 용질이동공 3-1 및 3-2에서는 7.5 m 이상의 깊이에서 파쇄절리가 관찰되었으며, 수압시험 및 영상촬영 결과 용질이동공 3-1(깊이 : 9.32 m)과 용질이동공 3-2가 (9.86 m) 서로 연결성이 높음을 확인하였다.

Table 1. 용질이동공에 대한 불연속면 특성

용질이동공 3-1			용질이동공 3-2		
시추깊이 (m)	절리간극 (mm)	절리형태	시추깊이 (m)	절리간극 (mm)	절리형태
7.65	-	B	8.04	-	B
7.80	2	A	8.21	-	B
7.97	2	A	8.51	2	A
8.18	-	B	8.73	-	C
8.52	-	B	9.00	-	C
9.12	-	B	9.27	4	A
9.32	3	A	9.44	-	B
9.53	-	B	9.86	3	A
9.70	-	C	9.94	-	B
9.86	-	B	10.08	2	A
10.71	-	B	10.28	-	C

A: 파쇄절리, B: 미세절리, C: 엽리, 맥

KURT의 암반단열을 통한 현장 용질이동 시험을 위하여 현장 용질이동 실험장치(IMS: In-situ

Migration System)를 개발하여 설치 및 시운전을 실시하였다. 장치는 주입부와 유출부, 그리고, 분석부로 나뉘며, 주입부는 추적자를 일정 유량으로 주입하며 추적자 reservoir, water analyzer, 시료 주입펌프, 압력게이지 등으로 구성되었다(Fig. 1 참조). 유출부는 토출 펌프, 지하수 함유 가스 제거 유닛, 실시간 지하수 측정셀, fraction collector 등이 포함되어 있으며, 분석부에서는 실시간으로 측정 데이터를 입력할 수 있도록 구성하였다. 실시간 지하수 측정셀에서는 pH, 온도, 산화 환원전위, 용존산소, 그리고, 전기전도도 등이 실시간으로 측정 및 기록되도록 하였다. 이 장치를 이용하여 두 개의 시추공 사이에 연결된 균열면의 지하수 흐름을 따라 이동하는 용질이동 시험이 진행되고 있으며, 향후 다양한 용질을 이용한 용질이동 및 지연특성 연구를 수행할 예정이다.

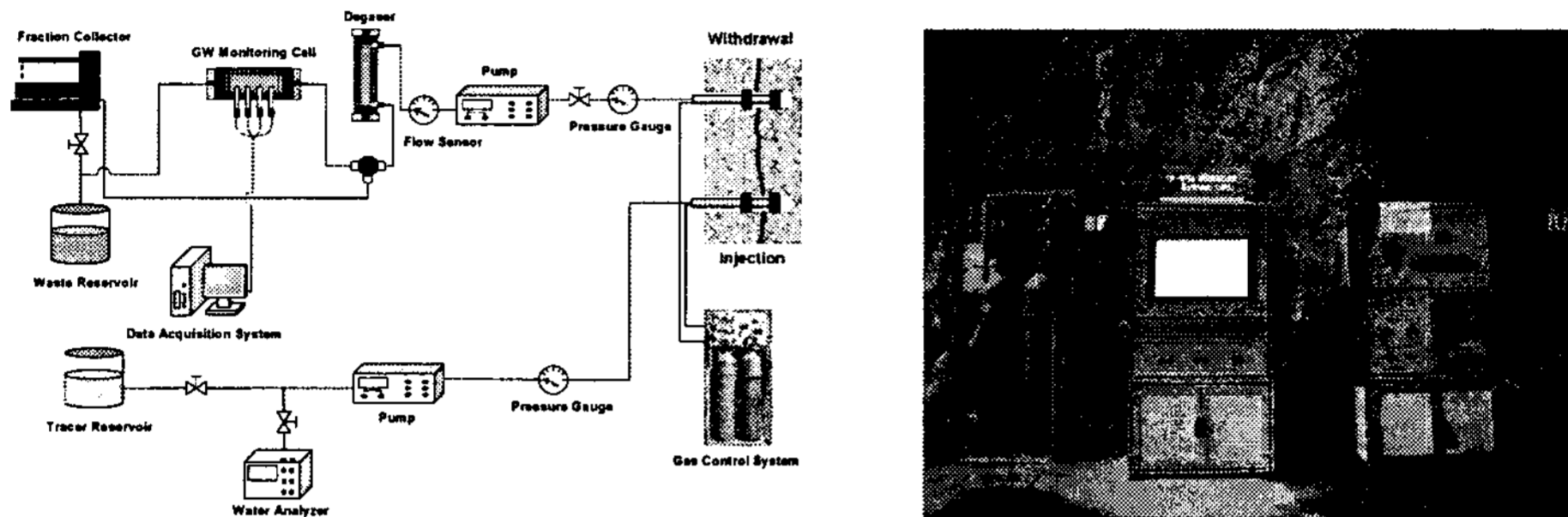


Fig. 1. 현장 용질이동 시험장치 및 구성도

### 3. 결론

지하연구시설 내에 현장 용질이동 실험을 위한 시험공을 시추하고 시험공의 균열특성 분석 및 지하수 유동특성에 대한 기초실험을 수행하였고, 현장 용질이동 실험장치를 설치하고 시운전하였다. 향후 다양한 수착성 및 비수착성 용질을 이용한 다양한 용질이동 시험을 수행하고 관련된 용질이동 모델 개발을 통하여 방사성폐기물 처분의 현장 실증연구를 수행해 나갈 계획이다. 또한, 균열면에 존재하는 이차광물과 지하수 등의 상호작용을 분석함으로써 용질이동의 지연현상을 규명할 예정이다. 이러한 연구들을 통하여 방사성폐기물 처분의 안전성 평가자료 구축 및 모델들에 대한 현장 실증 연구를 통하여 안전성평가의 신뢰성을 확보할 수 있을 것으로 기대한다.

### 사사

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발 중장기계획사업의 일환으로 수행되었습니다.