

국제공동연구 DECOVALEX-2011 연구 현황

권상기, 김진섭, 조원진
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045
kwonsk@kaeri.re.kr

1. 서론

지하심부 암반에 건설되는 고준위폐기물 처분장 주변에서 예상되는 열-수리-역학-화학적(THMC) 거동에 대한 이해는 처분장의 안전성 확보에 필수적이다. 장기간의 안전성이 요구되는 처분 환경에서의 THMC 연성 거동에 따른 영향을 정확히 파악하기 위해서는 물리, 화학, 역학, 수리, 생물학과 같은 여러 분야에 대한 통합적 이해가 필요하며 이를 표현할 수 있는 새로운 수학 모델과 컴퓨터 모델링 기법의 개발이 필요하다. 이를 위해 심지층 처분을 고려하고 있는 세계 각국에서 실험실 실험, 현장실험을 바탕으로 다양한 수학 모델과 모델링 기법이 제안하고 있다. 예측기법의 신뢰도와 기술개발의 효율성을 높이기 위해 각국에서 제안된 모델과 해석 기법에 대한 전문가 상호검증과 관련 경험 공유, 대규모 현장 및 실험실 실험 결과의 공유 필요성이 부각되었으며 이를 위해 국제공동연구인DECOVALEX (DEvelopment of COupled models and their VALidation against EXperiments) 프로젝트가 추진되었다. 1992년 DECOVALEX-I 이 착수된 후 현재까지DECOVALEX-II, DECOVALEX-III, DECOVALEX-THMC이 수행되었으며 2009년 현재 DECOVALEX-2011(D-2011) 가 추진 중에 있다. 연구결과 발표 및 상호비교를 통한 검증을 위해 매년 2회의 워킹샵이 개최되며 2008년에는 영국 Oxford 와 일본 Horonobe URL에서 정기 워킹샵이 개최되었다. 2009년 4월 경주에서 개최된 제 3차 워킹샵에는 10여개 국가에서 40여명의 전문가가 참석하여 연구성과를 공유하였다.

2. D-2011 추진 현황

D-2011 에서는 다음 3가지 Task 에 대한 연구가 수행되며 8개국(스웨덴,핀란드,영국,프랑스,체코,일본,중국,한국)이 참여하고 있다.

o Task A(HMC processes in argillaceous rocks: the ventilation experiment): 스위스 점토질암에 건설된 Mont-Terri URL에서 수행된 환기 영향 시험으로 1.3m 직경의 소형 터널에서 환기에 따른 암반의 HMC 영향에 대한 해석을 실시한다. 터널 벽면에서의 거리/위치에 따른 상대습도, 암질변화, 화학적 변화를 예측하고 실측값과 비교한다.

o Task B(Pillar stability and fracturing near excavation rock surface): 스웨덴 Aspö URL에서 실시된 팽윤압, 붕괴열, 지반응력, 굴착영향이 고려된 열-역학적 현장시험을 대상으로 하며 온도, 응력, 변위, 균열발생 관찰 결과를 이용한 TM 해석기법을 검증하게 되며 최종적으로 처분공에서의 장기 THM 거동을 예측한다.

o Task C(HMC studies of single fractures and fracture networks): 균열망에 따른 HMC 영향을 평가하는 모델링과 함께 체코의 Bendrichov 수로터널과 실험실 실험에서 얻어진 자료를 바탕으로 현장 HMC 해석 기법을 개발한다.

표 1 은 각 Task 에 참가하고 있는 기관을 보여준다. 한국은 스웨덴 Task B 에 참여하고 있으며 다른 Task 에 대한 추가적인 참여도 고려하고 있다.

표 1. DECOVALEX-2011 Task 별 참가기관

Task	Research topic	Participant organization
Task A	HMC processes in argillaceous rocks: the ventilation experiment	CAS(China), ISRN(France), JAEA(Japan),NDA(UK)
Task B	Aspo pillar stability test	CAS(China),JAEA(Japan),KAERI(Korea), Posiva(Finland),SKB(Sweden), TUL(Czech)
Task C	HMC studies of single fractures and fracture networks	CAS(China),NDA(UK),SKB(Sweden),TUL(Czech)

3. Task B 연구 결과

스웨덴 Aspo URL에서 수행된 대규모 pillar stability test 현장시험에서 측정된 현장 자료를 기반으로 지하 암반에서의 열-역학적 파괴거동을 예측하는 Task B에는 한국원자력연구원을 포함한 6개 기관이 참여하며 다음과 같은 단계별 목표를 두고 있다.

- Stage 1 : 실험실 자료의 Calibration과 터널 굴착에 따른 역학적 거동 예측
- Stage 2 : 처분공 2.5m, 4.1 m 심도에서의 소성발생 예측
- Stage 3 : 처분공에서 발생하는 소성대의 심도와 폭을 예측
- Stage 4 : Destress 를 위한 slot 을 시추함에 따른 암반의 거동을 예측
- Stage 5 : 자연균열이 부근에 존재하는 수직 처분공에서의 장기 THM 거동을 모사.

Fig. 1 은 Aspo pillar stability test 개요도이다. 실험을 위해 7.5m 높이의 터널과 직경 1.75m, 길이 6.5m 의 수직공을 두 개 굴착하였으며 다양한 측정장치를 이용하여 온도, 응력, 변위, 파괴발생, 음파 발생을 측정함으로써 터널 및 처분공 굴착, 팽윤압, 방사성붕괴열이 암반에 미칠 영향에 대해 평가하였다. 각 참가 기관은 실험실 및 현장에서 얻어진 압축 및 암반물성을 사용하여 해석을 실시한 뒤, 특정 지점에서의 해석결과를 보고하였다. Fig.2 는 경주에서 개최되었던 제 3차 workshop에서 발표된 각 참가 기관의 연구결과 중 일부를 비교하여 보여준다. Fig.2(a) 는 암석코아에 대한 단축압축시험에 대한 모델링 비교 결과 이며 Fig.2(b)는 히터공에서 가열이 됨에 따른 주변 관측공에서의 온도 변화를 예측한 결과이다.

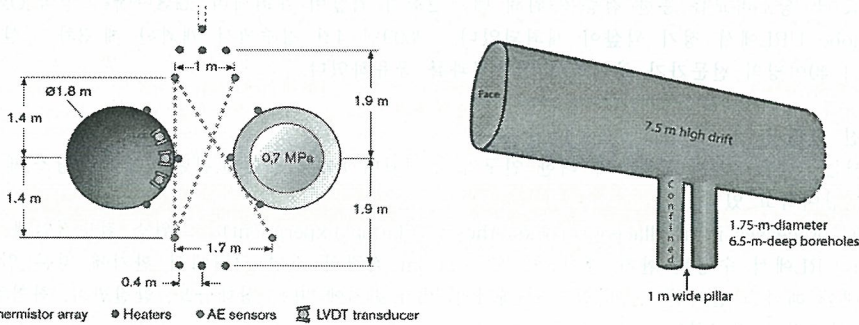
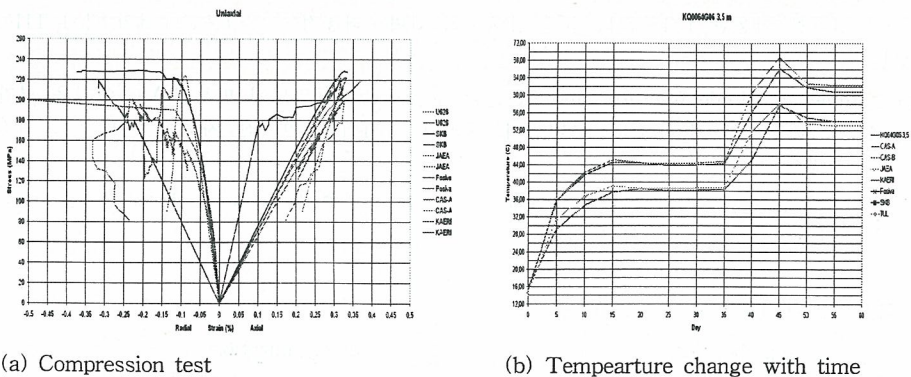


Fig.1 Aspo pillar stability test for Task B



(a) Compression test (b) Temperature change with time

사 사
본 연구는 교육과학기술부의 원자력 중장기 연구개발 사업의 일환으로 수행되었음.