

국제공동연구 DECOVALEX-2019 소개

이창수^{1*}, 이재원¹, 김건영¹, 김경수¹, 박정욱²

¹한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

²한국지질자원연구원, 대전광역시 유성구 과학로 124

*leecs@kaeri.re.kr

1. 서론

열-수리-역학적 복합거동을 모사하기 위한 수치해석 기법은 여러 연구자들에 의해 개발되고 있으며, 이러한 수치해석 기법의 신뢰성을 향상시키기 위해 처분시스템을 모사한 실험실 및 현장시험 결과와 비교·검증하고 있을 뿐만 아니라 개발된 해석기법의 검증과 신뢰도 향상을 위해 DECOVALEX (DEvelopment of COupled models and their VALidation against EXperiments)와 같은 국제공동연구도 진행 중에 있다.

2. DECOVALEX-2019

1992년 DECOVALEX-I이 시작된 이래로 4년 단위로 새로운 프로젝트가 수행이 되어져왔다. DECOVALEX-II, -III을 거쳐 DECOVALEX-THMC, -2011, -2015가 수행되었고 현재 DECOVALEX-2019 (D-2019)가 진행 중이다. D-2019는 2016년 4월에 미국 Lawrence Berkeley National Laboratory에서 개최된 첫 번째 워크숍을 시작으로 총 7개의 Task에 대한 연구를 수행 중에 있다. D-2019는 2019년까지 4년간 약 1,200,000(USD)의 출자금으로 운영될 예정이며, 12개의 정식회원기관(Funding Organization, FO)인 ANDRA(프랑스), BGR/UFZ(독일), CNSC(캐나다), DOE(미국), ENSI(스위스), IRSN(프랑스), JAEA(일본), KAERI(한국), RWM(영국), SURAO(체코), SSM(스웨덴), TaiPower(대만)가 4년간 동일하게 분담금을 지급하기로 하였다. D-2019의 조직도는 Fig. 1과 같고 총 참여 기관은 FO와 연구기관(Research team)을 포함하여 2016년 8월 현재 총 29개 기관이다. 한국의 경우, 한국원자력연구원이 D-2011과 D-2015에 이어 D-2019의 정식회원기관과 연구기관으로 참여하고 있으며, 한국지질자원연구원은 D-2019부터 한국원자력연구원의 협력 연구기관으로 참여하게 되었다. 한편, 서울대 민기복 교수 연구팀이 스웨덴 원자력 규제기관인 Swedish Radiation Safety Authority

(SSM)으로부터 위탁을 받아 협력 연구기관으로 참여하고 있다. 본 논문에서는 한국원자력연구원과 한국지질자원연구원이 참여한 Task A, B, D에 대해 간략히 소개하기로 한다.

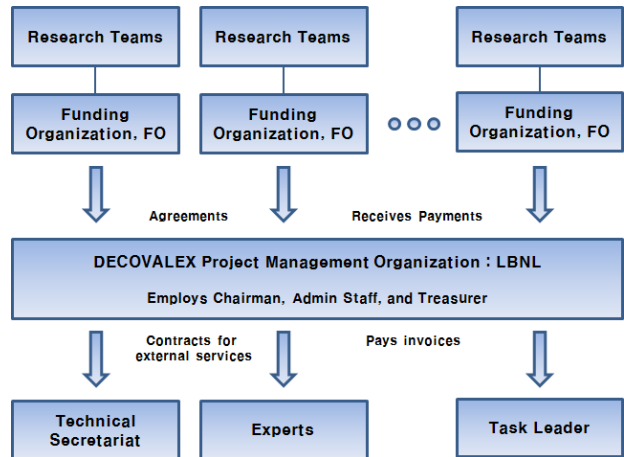


Fig. 1. DECOVALEX-2019 Organization.

2.1 Task A

한국원자력연구원에서 수행중인 Task A는 처분장 공학적 방벽의 주요 구성요소인 벤토나이트와 같은 저투수성 매질 내 가스 유동을 연구주제로 한다. 공식명칭은 ‘ENGINEER: modElling Gas INjection ExpERiments’이며, 총 8개의 연구기관이 참여하고 있다. Task A의 최종 목표는 저투수성 매질에서의 가스 축적에 의한 미소 파괴와 투수율 증가를 고려한 가스 유동을 모사할 수 있는 수치코드를 개발하는 데에 있다. 향후 개발된 수치모델을 영국 BGS에서 수행한 실내시험(Fig. 2)에 적용하여 실측 결과와의 비교를 통해 그 타당성을 검증할 예정이다.

2.2 Task B

한국지질자원연구원에서 수행중인 Task B는 ‘Fault Slip Test: Modelling the induced slip of a fault in argillaceous rock’으로 Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate(ENSI)이 제안하였고, 한국지질자원연구원을 포함해 6개의 연구기관이 참여하고 있다. Task B의 최종목표는 단층 내 유

체의 유입(주입)으로 인한 단층 활성화와 역학적 거동 및 유동특성의 변화를 모사할 수 있는 수치모델을 개발하는 데에 있다. 향후 개발된 수치모델링 기법을 스위스 Mont Terri URL의 현장시험(Fig. 3)에 적용하여 실측 결과와의 비교를 통해 그 타당성을 검증할 예정이다.

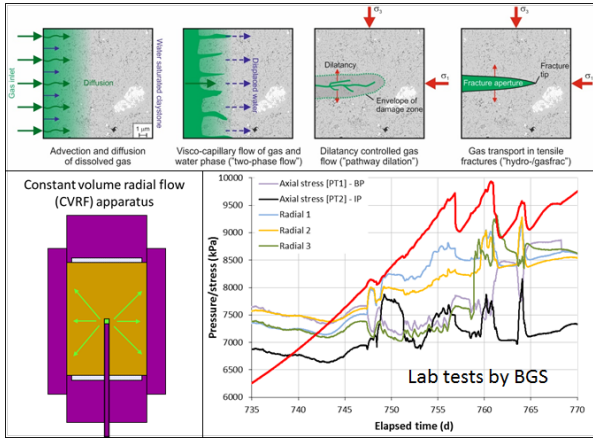


Fig. 2. Conceptual models and layout of Constant Volume and Radial Flow test.

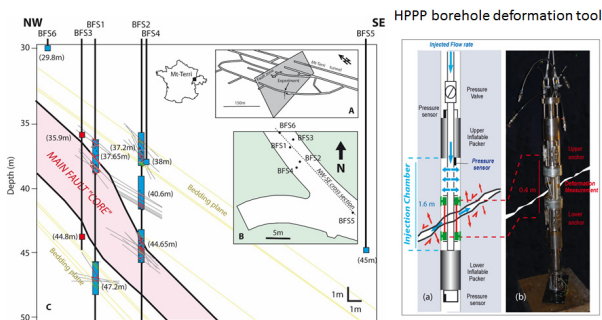


Fig. 3. Fault activation experiment setting and HPPP probe protocol.

2.3 Task D

한국원자력연구원에서 수행중인 Task D는 'INBEB: INteractions in Bentonite Engineered Barriers'으로 스페인 ENRESA가 제안하였고, 한국원자력연구원을 포함해 5개의 연구기관이 참여하고 있다. Task D의 연구 주제는 Fig. 4에 나타나 있는 스위스 Mont Terri rock laboratory에서 수행된 실규모 현장 시험(full scale in-situ test)인 EB 시험 (Engineered Barrier emplacement experiment) 과 Fig. 5에 나타나 있는 스위스 Grimsel Test Site에서 수행된 FEBEX 시험(Full-scale Engineered Barrier EXperiment in crystalline host rock)에 대한 수리-역학적(HM), 열-수리-역학적 (THM) 복합거동 모델링 기법개발이다.

3. 결론

DECOVALEX 프로젝트에서는 단순히 현장 및 실험실 실험 결과에 대한 정보 교환의 틀을 벗어나 동일한 문제에 대한 수치해석 결과를 상호 검증함으로써 보다 효과적인 해석기법의 개발을 하고 있다. 따라서 한국의 많은 방사성폐기물처분관련 연구자들이 다양한 Task에 참여하여 처분시스템의 신뢰도를 높이고 수치해석 기법 개발의 효율성을 더욱더 높이는 기회로 삼을 필요가 있을 것으로 판단된다.

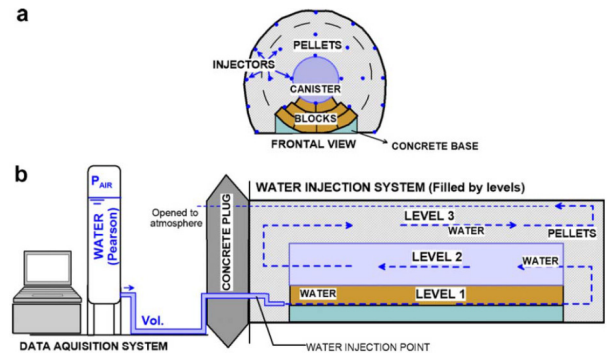


Fig. 4. Scheme of the hydration system.

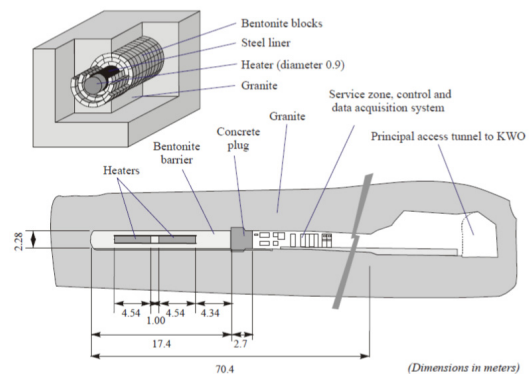


Fig. 5. FEBEX in-situ test layout.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획사업의 일환인 공학적방벽 성능향상 기술개발 과제(53344-16)로 수행되었습니다.