

제목 : 방사성 폐기물 처분시설의 공학적 방벽에 대한 실증실험시설 연구동향

작성부서	1차분류	2차분류	자료 유형	① 연구보고서 ② 중장기연구계획서 ③ 연구 프로젝트 ④ 기타
구조교량 연구실	토목구조	구조재료 기술		

작성자 : 김도겸 연구위원

키워드 : 시멘트, 방사성폐기물, 공학적방벽

1. Grimsel 실증 실험시설

현재 스위스는 Nagra시에 방사성폐기물 처분 시설 관련연구를 수행하는 그림셀 실증실험시설 (Grimsel test site)을 운영 중에 있다. 이 연구시설은 스위스 중부의 화강암 암반내 지하 450m 깊이에 위치하고 있으며, 1983년에 동굴형태 (carven type) 터널 굴착을 시작으로 1995년, 1997년, 2000년 3차례에 걸쳐 터널을 확장하고 총 연장 약 1Km에 달하는 방대한 연구시설을 구축하였다. 이곳에서는 스위스, 스페인, 독일, 미국, 일본, 대만, 핀란드, 프랑스, 유럽연합 등이 참여하는 국제공동연구단을 중심으로 20년 이상 지질, 지구물리, 수리, 암반 및 핵종이동과 관련한 다양한 실험과 연구가 수행되고 있다.

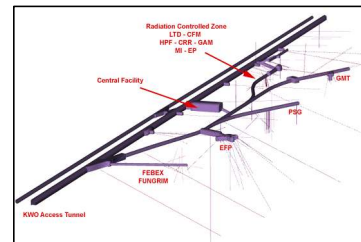
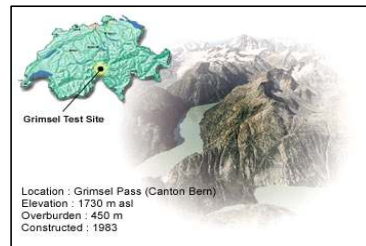


그림 1 그림셀 실증 실험실 개념도

2. 시멘트 장기특성 연구

2.1 목적

그림셀 실증실험시설에서는 총 6 Phase에 대한 연구를 수행하고 있으며, 이중 콘크리트 재료 연구 분야로는 시멘트 장기특성 연구(LCS ; Long-term Cement Studies)가 있다. 이 연구는 중·저준위 방사성 폐기물 처분시설에 건설되는 공학적 방벽(Engineered Barrier)에 대한 장기열화(Aging)를 예측하기 위하여 진행되는 것으로, 실험실연구-모델링-실증연구가 유기적으로 결합된 연구체계를 구성하여(그림 2 참조), 콘크리트 및 시멘트 수화물의 장기반응성 및 열화에 대한 기초자료를 만들어 내고 있다.

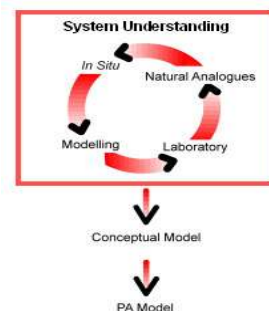


그림 2 연구 체계 구성

방사성 폐기물의 처분은 일반적으로 천연방벽(암반)과 공학적 방벽(콘크리트)

의 다중방벽개념을 적용하고 있으며, 공학적 방벽은 방사성 폐기물에서 발생하는 오염물질의 생태계 유출을 억제하고 처분시설 내로의 지하수 침입을 방지하는 핵심적인 역할을 수행하기 때문에 그 수명은 중·저준위 방사성폐기물 처분시설의 안전성평가에 있어서 핵심적인 입력변수가 된다. 공학적 방벽은 콘크리트로 제작되기 때문에 수리전도도는 매우 낮지만 지하처분 개념 하에서 처분시설 주변 지하수와의 반응을 피할 수 없기 때문에 장기간의 콘크리트-지하수 반응에 의해 열화가 진행되어 주위 생태계로의 핵종 유출을 야기할 수 있다. 따라서 장기간에 걸친 공학적 방벽과 지하수와의 반응, 특히 콘크리트-지하수 반응 및 이로 인한 콘크리트 방벽내 시멘트계 물질의 물리·화학적 변화특성을 예측할 수 있는 지화학 모델의 개발이 필수적으로 요구된다.

2.2 연구주제

연구 주제 별로 살펴보면, 실증실험 연구, 데이터베이스 확보, 열역학 모델링, 실험실연구 수행 등의 4가지로 구분할 수 있다. 실증실험연구의 경우에는 HPF (Hyperalkaline Plume in Fractured Rock) 연구를 통하여 경계조건과 수리구배에 대한 과학적인 해석을 시도하고 있으며, 보통포틀랜드시멘트뿐만 아니라 저알칼리시멘트에 대한 다양한 핵종들과의 반응성 분석 및 장기열화손상에 관련된 다양한 실증실험을 실시하고 있다. 이러한 연구의 결과는 현존하는 열역학 데이터베이스의 확보 및 수정에 활용된다. 여기서 열역학 데이터베이스란 시멘트 수화물이 장기적으로 변화하는 특성을 열역학적 평형상태를 고려하여 구성된 열역학 모델에 의해 해석될 수 있도록 제공되는 기초자료를 의미한다. 열역학 모델링 연구는 처분시설내 공학적 방벽의 열화(aging)과정을 해석하는 것으로 자연 상태에서는 수십년 동안의 열화과정을 실험하기에도 무리가 있으므로 축진실험 등의 실험실연구를 통하여 얻은 결과를 토대로 열역학 모델링을 실시하여 약 2만년까지의 열화과정을 해석하게 된다.

2.3 실증실험 방법

borehole에 시멘트 페이스트 혹은 콘크리트를 설치하여 지하수와의 반응에 따른 변화 특성을 분석하고, 지하수 흐름방향에 추가적인 borehole을 설치하여 지하수 시료를 채취한 다음, 처분시설 주위의 지구화학적 특성변화를 분석한다.

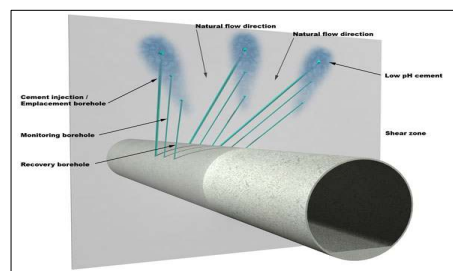


그림 3 실증 실험 개념도

관련(참고)사이트 : <http://www.grimself.com/index.php>

출처 : <http://www.grimself.com/gts-phase-v/hpf/hpf-introduction>

<http://www.grimself.com/gts-phase-v/febex/febex-i-introduction->