

## 처분공 내 완충재블록 배치 및 유동특성

이재완, 임진규, 조원진, 권상기

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

jolee@kaeri.re.kr

### 1. 서론

고준위폐기물처분장에서 완충재는 공학적방벽시스템의 중요한 구성요소 중 하나로서, 주위 암반으로부터의 지하수 유입을 최소화하고, 지하수에 의해 용해된 핵종이 폐기물로부터 유출되는 것을 저지하며, 외부의 역학적 충격으로부터 폐기물과 처분용기를 보호하는 역할을 한다.

우리나라는 2002년에 고준위폐기물 처분기술개발 2단계 연구결과로서 기준처분시스템을 제안한 바 있다. 이 기준처분시스템의 설계개념에 따르면, 처분폐기물은 처분용기 (disposal container)에 넣은 후 처분터널 바닥에 굴착하여 만든 처분공 (borehole)에 정착시키고, 처분용기와 처분공의 암반 벽 사이에는 완충재 (buffer)를 설치하도록 되어 있다. 완충재 물질로는 국산벤토나이트의 사용을 고려하고 있으며, 방벽성능 향상과 제작 및 설치 시 작업성을 감안하여 블록형태로 만들어 설치할 계획이다. 이와 관련하여, 한국원자력연구원은 공학적 규모의 완충재블록의 성형물터를 개발하고 최적 블록제작조건을 제안 한 바 있다[1].

본 연구에서는 이전 연구에서 제안된 최적제작 조건으로 만들어진 완충재블록을 이용하여 처분공 내 완충재블록 설치 시 문제점과 블록을 통한 유동특성을 분석하고자 하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 벤토나이트 완충재블록

본 연구에서 완충재블록 제작에 사용된 벤토나이트는 경주벤토나이트이다. 경주벤토나이트는 Ca-형 벤토나이트로서, 몬토릴로나이트 70%, 장석 29%, 석영 ~1%의 구성비율을 하고 있다. 화학조성은 대부분  $\text{SiO}_2$ 와  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 가 차지하였고,  $\text{CaO}$ 는  $\text{NaO}$ 보다 높은 구성비율을 나타내고 있다. 그리고 벤토나이트 완충재블록 제작을 위해서 원광은 건조분쇄 한 후 200 메쉬 ASTM 망체를 통과시킨 벤토나이트 분말을 사용하였다. 완충재블

록 제작에 사용된 벤토나이트의 수분함량은 15 wt.%였다. 완충재블록은 한국원자력연구원에서 개발된 성형물터와 최적제작조건 및 방법을 사용해서 3지 형태 (A-형, B-형, C-형)가 제작되었다.

#### 2.2 완충재블록 배치모형

처분공 내 완충재블록의 배치는 그림 1와 같이 처분공 단면의 약 1/3크기 모형을 만들어 블록을 설치하였으며, 블록의 취급 및 설치방법 등을 점검하였다. 설치는 안쪽에서 바깥쪽으로 C-형, B-형, A-형 순으로 진행되었다. 설치작업은 C-형과 B-형은 별 어려움이 없었으나, A-형은 남은 작업공간이 협소하여 다소 주의가 필요하였다. 블록 취급 시 파손 방지와 블록의 설치 작업의 편의성을 위해서 압착식의 블록 취급장비의 개발이 필요할 것으로 생각되었으며, 또한 각 블록은 가장 자리의 한쪽에 오목형 홈을 파고 그 반대쪽 가장 자리에 볼록형 돌출부를 만들어 설치 시 블록과 블록 간의 위치 선정 및 연결을 손쉽게 할 수 있도록 설계할 필요가 있음을 확인할 수 있었다.

#### 2.3 블록을 통한 유동특성

완충재블록의 유동특성실험은 그림 2의 실험장치를 이용해서 수행하였다. 이 실험장치는 내경 75 cm x 높이 4.25 cm SUS 실린더, 육안으로 유동흐름의 관찰이 가능한 폴리카보네이트판 (polycarbonate plate) 뚜껑, 습도 및 압력 측정 센서, 지하수 공급시스템 등으로 구성된다. 완충재블록은 안쪽에서 바깥쪽 순으로 설치하였으며, 블록과 실린더가 접하는 실린더 벽면에는 부직포 (두께 1.8 mm, 200g/m<sup>2</sup> geotextile)로 라이닝 (lining) 처리를 하고, 외부 저장탱크로부터 구멍을 통해 블록 안으로 들어오는 지하수가 실린더 둘레면에서 골고루 분산되게 하였다. 습도센서와 압력센서는 반경 12 cm, 25 cm의 위치에 2개씩 설치하되 서로 겹치지 않게 적당한 간격을 두었으며, 센서와 블록, 블록과 블록, 블록과 실린더 사이에 생긴 틈새에는 벤토나이트 분말을 넣고

다져서 공극을 최소화 하였다. 설치가 끝난 후 블록의 평균 수분함량과 건조밀도는 각각 13.5%, 1.54 kg/m<sup>3</sup> 이었다. 그리고 실험실의 온도는 25℃를 유지하였다. 지금까지 블록 유동실험은 약 80일 동안 진행되었으며, 얻어진 실험결과 중 블록 내 습도변화와 압력변화의 일례를 각각 그림 3과 그림 4에 나타내었다. 실험결과를 분석한 결과, 완충재블록의 재포화와 그에 따른 블록 내 압력변화는 아주 느리게 진행되었으며, 최종적인 블록의 유동특성 결론을 얻기 위해서는 실험기간을 더 연장하여 추가적인 데이터의 확보가 필요할 것으로 생각되었다.

### 3. 결론

완충재블록의 취급 시 파손 방지와 설치 작업의 편의성을 위해서는 압착식의 블록 취급장비의 개발이 필요하고, 각 블록의 가장자리 한쪽에는 서로 짝을 이루도록 양·음극의 홈을 만들어 블록과 블록 간의 연결을 손쉽게 할 필요가 있었다. 처분공 모형의 완충재블록 유동시험에서 완충재블록의 재포화와 그에 따른 블록 내 압력변화는 아주 느리게 진행되었으며, 최종적인 블록의 유동특성 결론을 얻기 위해서는 실험기간을 더 연장하여 추가적인 데이터의 확보가 필요할 것으로 생각되었다.

### 4. 참고문헌

- [1] 이재완 등, “고준위 폐기물 처분장 완충재블록 연구: 공학적 규모 (I),” KAERI/TR-3981/2009, 한국원자력연구원 (2009).

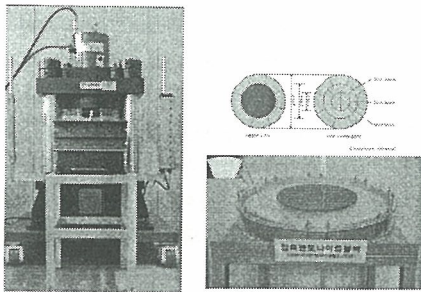


Fig. 1. 완충재블록 제작장치 및 처분공 단면 1/3크기의 블록 배치모형

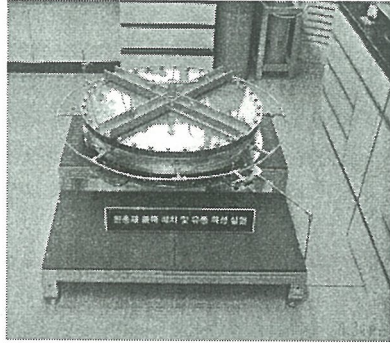


Fig. 2. 완충재블록 유동특성 실험 장치

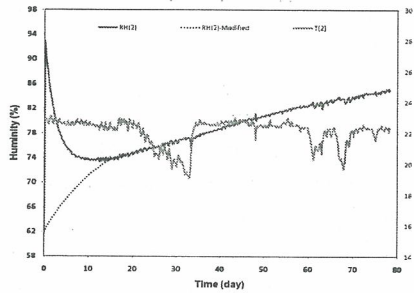


Fig. 3. 완충재블록 유동특성실험에서 바깥쪽 센서의 습도변화

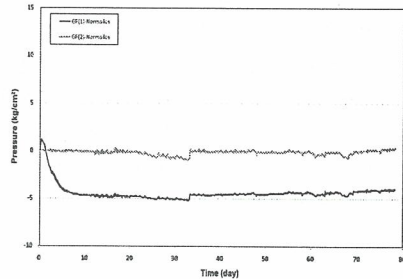


Fig. 4. 완충재블록 유동특성실험에서 안쪽과 바깥쪽 센서의 압력변화