

국산 벤토나이트 완충재의 팽윤압 측정

이지현*, 이민수, 최희주, 최종원

*과학기술연합대학원대학교(UST), 대전광역시 유성구 과학로 113번지

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

ezhyeon@kaeri.re.kr

I. 서론

고준위폐기물처분장에서 완충재는 지하 처분공과 처분용기 사이의 공극을 최소화하고, 주위 암반의 균열을 메워, 지하수나 핵종의 이동을 억제하는 역할을 한다. 완충재가 밀봉역할을 제대로 하기 위해서는 팽윤능이 커야하지만, 다른 한편으로는 처분용기와 주위 암반에 과도한 부하를 주지 않도록 팽윤압이 적정하게 유지되어야한다. 본 연구에서는 국내 고준위처분장의 완충재로 고려되고 있는 경주산 국산 벤토나이트의 팽윤압을 측정하고, 그 특성을 관찰하였다.

II. 실험

1. 팽윤 원리

벤토나이트는 몬트모릴로나이트(montmorillonite)를 주 구성성분으로 하고 석영(quartz), 장석(feldspar), 불석(zeolite), 탄산염(carbonate), 철산화물(iron oxide), 유기물(organic matter) 등을 부구성광물로 하는 점토이다. 물과의 접촉 시 벤토나이트의 팽윤특성은 몬트모릴로나이트에 의해 결정된다. 몬트모릴로나이트(montmorillonite)는 스멕타이트(smectite)를 그룹명으로 하는 점토광물로서, 2개의 SiO₂ 사면체 엽상면 사이에 알루미늄(또는 철, 마그네슘)을 갖는 Al(OH)₂ 팔면체 엽상면이 끼인 단위입자들이 집적된 형태로 존재한다.

벤토나이트의 중간층에서 발생하는 전하의 불균형으로 인하여 벤토나이트 각층의 모서리는 양성(+), 표면은 음성(-)이 존재하는 양극성이 띄게 되며, 이 양극성으로 인하여 물분자를 끌어당겨 흡착하게 되며 이 물분자는 다시 더욱더 많은 물분자를 끌어당기게 되어 벤토나이트 층간의 공간으로 물분자가 흡착, 판구조로 되어 있는 벤토나이트 구조가 하우스 구조로 변화하게 되어 부피가 증가한다.[1]

2. 재료 및 물질

벤토나이트는 우리나라 경주 지방에서 산출된 벤토나이트 원광을 건조, 분쇄한 다음 200 메쉬 ASTM 망체를 통과시킨 분말을 압축하여 사용하였다. 벤토나이트의 팽윤특성 규명을 위해 실험에 사용된 물은 증류수(distilled and deionized water)였다.

3. 실험 장치

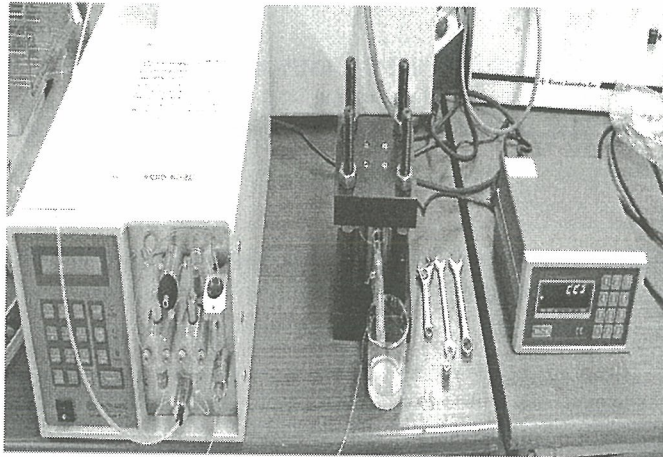


그림 1. 팽윤압 측정 장치

팽윤압 측정에 사용되는 실험 장치는 크게 팽윤장치, 수공급 펌프, 팽윤압 출력장치로 구성된다. 또한 온도 조건의 변화를 위해 팽윤장치를 온도 조절이 가능한 항온챔버 내에 설치하였다. 팽윤장치는 압축벤토나이트를 내부식성 티타늄 금속용기에 넣고 물을 공급하여 팽윤하도록 하였으며, 팽윤된 벤토나이트가 외부로 나가지 못하도록 티타늄 필터를 상하면에 장착하였다. 벤토나이트 팽윤에 의해 형성된 팽윤압은 상단에 설치된 Load cell에서 감지된다. 수공급 펌프는 고압용 HPLC 펌프로써 팽윤장치 밑면의 수로를 통해 100psi의 수압으로 물을 공급한다. Load cell에서 감지된 압력은 팽윤압 출력장치를 통해 수동으로 읽는다. 사용된 시편은 직경 30mm, 높이 10mm 압축 블락 2개로서 팽윤장치 내부 부피에 대해서 1.6g/cm³의 건조밀도를 가지도록 삽입하였다. 한편 나열된 팽윤압 측정 장치 사진을 그림 1에 나타내었다.

4. 결과

그림 2는 상온에서 압축 시료의 시간에 따른 팽윤압 변화를 나타낸 것이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 압축시료의 팽윤압은 물과 접촉한지 얼마 지나지 않아 급격히 증가하며 피크를 보이다가 일정 시간이 경과한 뒤로는 거의 일정한 값에 도달하였다.

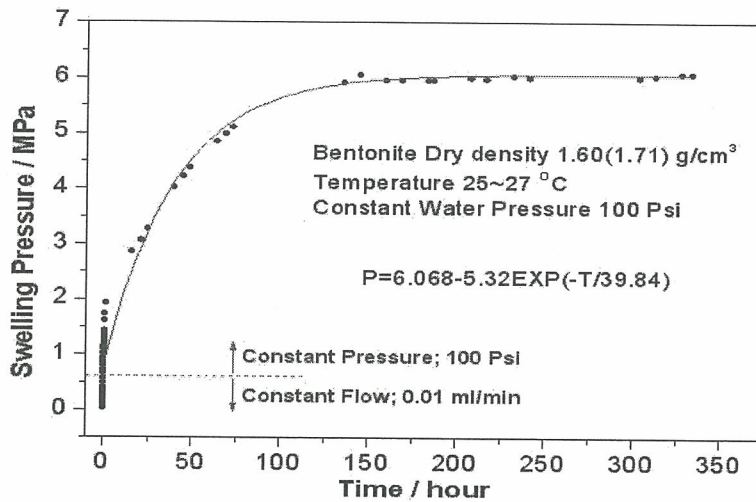


그림 2. 시간에 따른 팽윤압 변화

III. 결론

경주산 국내 벤토나이트가 물과 접촉하여 상온에서 6MPa의 충분히 높은 벤토나이트의 팽윤압이 작용하는 것을 실험으로 알 수 있었다. 이러한 벤토나이트의 팽윤 특성이 상온 외에 온도 변화에 따라 그 특성이 어떻게 변화하는 지에 대해 평가한다면, 앞으로 고준위폐기물처분장 개념 설계에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Hideo Komine, "Simplified evaluation for swelling characteristics of bentonites", Engineering Geology 71 (2004) 265-279