

표준토양과 혼합토양의 수리특성 연구

이재민, 신상화*, 황주호*, 박주완**, 김창락**

(주)ACT, 대전광역시 대덕구 신일동 1688-5번지 벤처타운 장영실관 407호

경희대학교*, 경기도 용인시 기흥읍 서천 1

한국수력원자력(주) 원자력환경기술원**, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

imlee@actbest.com

중·저준위 방사성폐기물 처분시설 성능평가에 있어 토양의 불포화 수리특성 해석은 필수적이라고 할 수 있다. 국외의 경우 이미 불포화대 특성 자료의 데이터베이스를 이미 개발하여 활용하는 상태이나 현재 국내의 경우 포화대의 특성 평가는 비교적 많은 연구가 수행된 반면 불포화대 해석 연구가 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 국내 특성에 맞는 대표적인 불포화대에서의 이동특성자료의 실험법을 정립하고 특성 실험을 통하여 불포화대 매질 특성자료를 분석의 기초를 확보하고자 한다.

토양수분 특성 곡선을 구하는 기존 방법에서는 순차적인 평형 상태의 비흡착과 흡착 실험이 포함된다. 포화도에 따른 수리전도도는 정상상태 방법이 주로 이용된다. 그러나 이러한 기존 방법은 수리전도도를 구함에 있어 매우 시간이 많이 소요되는 단점이 있다. 최근 몇 년에 걸쳐 실험소요 시간이 짧고, 실험이 용이하고 비용이 적게 드는 간접적인 실험 방법이 개발되었다. 이러한 방법 중의 하나로서 유출량 변화 측정을 통한 역해석 모델링(inverse modeling)으로 인자들을 평가하는 방법이 있다. 본 연구에서는 모래, 실트, 점토의 표준 토양을 분류하여 그 수리특성을 분석하였으며 각각의 혼합비에 따른 수리특성 또한 실험을 통하여 분석하였다. 실험방법은 단일단계 유출량 실험법(one-step outflow method)을 사용하였으며 고분 봉토의 특성자료와의 비교를 수행하였다. 경상남도 산청군 생초면 어서리의 가야시대 산청 생초 고분군의 토양을 채취하여 분석하였다. 실험자료의 분석은 HYDRUS 1D 소프트웨어를 사용하였다. Hydrus-1D는 Simunek, Van Genuchten, Sejna에 의해 1998년에 개발되어 물의 이동, 열, 복합적인 용질의 이동 등을 1차원적으로 모의하는 프로그램이다. 흐름 방정식은 Richard 방정식을 이용한다.

표준토양을 얻기 위하여 모래는 체가름법에 의하여 #18체(공극 : 1.0 mm)를 통과한 토양을 분류하여 얻었으며 실트는 체가름법에 의하여 #200체(공극 : 75 μ m)를 통과한 토양을 분류하여 얻었다. 점토의 경우 제부도 갯벌의 해성점토를 채취하여 염분제거 후 #200 체를 통과한 토양을 분류하여 실험을 수행하였다. 해성점토는 유수에 의해 강이나 하천을 지나 파도가 심하지 않는 바다에 고요히 퇴적된 흙으로 입자가 가늘고 두께가 두꺼운 특징이 있다. 바다의 염분에 의해 영성하게 엉켜 먼모구조이며 간극비와 압축성이 크고 대단히 연약하여 가벼운 하중만 지지할 수 있다. 군산 이북쪽(서해)의 해성점토는 실트 성분이 우세하고 남해와 동해의 해성점토는 점토 성분이 우세하다고 알려져 있다. 실트와 해성점토를 SEM으로 분석하여 입자분포를 조사한 결과 실트의 경우 점토(입자크기 2 μ m)이하가 약 20%, 해성점토의 경우 약 28%였다. 표준토양과 표준토양을 일정 비율로 혼합한 혼합 토양에 대한 수리특성 실험을 수행하였고 가야시대 고분의 봉토의 수리특성과의 비교를 다음 그림4~6에 나타내었다.

해성점토의 차수능이 제일 좋음을 알 수 있고 모래와 점토의 혼합비가 3:7, 7:3의 경우도 고분봉토에 비해 차수능이 우수함을 알 수 있다. 혼합비 9:1의 경우는 모래 입자간의 공극을 점토가 충분히 채우지 못함으로 인해 모래와 유사한 수리 특성을 나타내었고 혼합비 7:3의 경우 모래 입자간의 공극을 점토가 적절히 메워줌으로 차수능을 향상시킨 것으로 판단된다. 또한 수리혼합비에 따라 실트와 유사한 수리특성을 보유함을 알 수 있다. 일반적으로 #200체를 50%이상 통과하는 토양을 점토로 간주하며 본 연구에서 사용한 표준 실트의 경우 #200체를 100%이상 통과한 토양이

다. 적정 혼합비에 따라 점토와 유사한 차수 특성을 보유할 수 있음을 알 수 있었다.

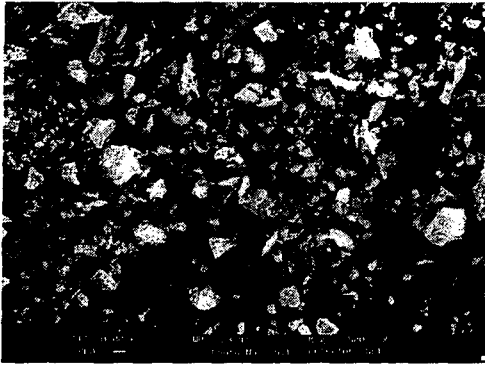


그림 1. 실트 SEM 분석

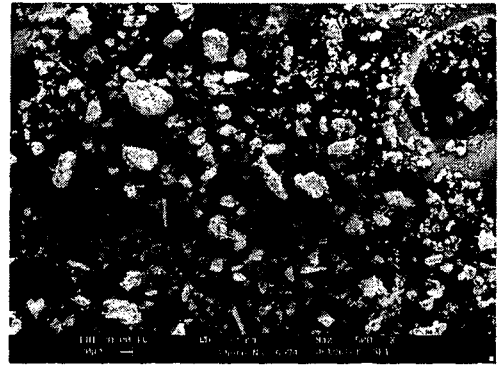


그림 2. 해성점토 SEM 분석

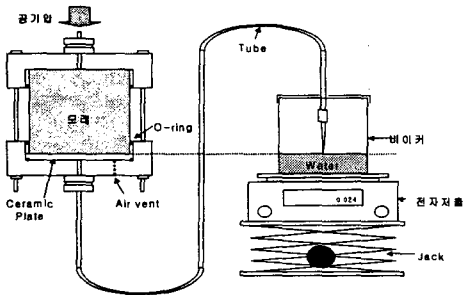


그림 3. 불포화 수리전도도 실험장비 구성도

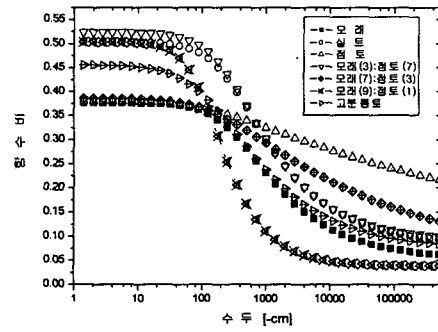


그림 4. 수두-함수비 비교

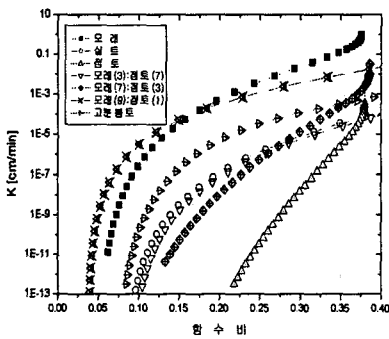


그림 5. 수두-수리전도도 비교

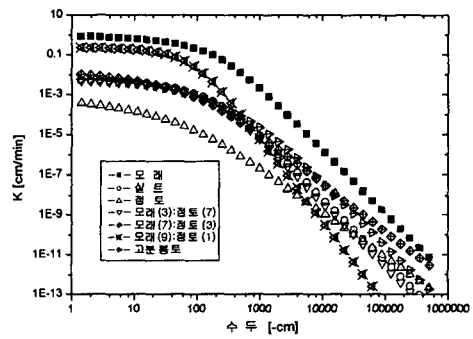


그림 6. 함수비-수리전도도 비교