

정상상태에서 Sulfid 물질 이동에 의한 구리용기의 수명 예측

권선주, 황용수

한국원자력연구소, 대전 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150)

sjkw@kaeri.re.kr

지하 처분장에 사용 후 핵연료의 최종 저장에 관한 스웨덴 KBS-3 해석에서 구리용기 수명은 지하수에 있는 sulfide에 의한 균일부식과 점부식으로 추정된다[2, 3]. 본 연구에서는 물질이동 해석을 이용해 구리용기의 수명을 추정하였다. 이를 위해 전기회로의 저항개념으로 물질이동을 표현하였고 각 방벽들에서의 물질이동은 저항의 함수로 표시하였다([1]). 물질이동계수를 나타내는 Peclet number는 높을 때와 낮을 때의 두 가지로 구분하였다. Peclet number가 높을 때는 단열을 통한 물질이동이 지배적이며 Peclet number가 낮을 때는 암반을 통한 물질이동이 지배적이다. Peclet number가 높을 때 단열을 통한 물질이동은 boundary layer theory으로 분석되며 Peclet number가 낮을 때는 prolate spheroid analysis[5]로 분석될 수 있다. 수학적 해석의 방법론은 Chambré[4, 5, 6]가 개발한 정상상태에서의 물질이동계수를 사용하였다.

각 단열로부터 구리에 도달하는 sulfide의 비율은 물질이동계수와 지하수 안의 sulfide의 far-field 농도의 곱으로 나타낼 수 있다([3]). 점부식률은 균일부식의 약 5~25%임을 이용하면 점부식률을 추정할 수 있으므로 여기서는 sulfide가 구리용기를 일정하게 부식함을 가정하고 용기수명을 예측하였다.

단열폭에 영향을 받는 공극속도의 경우에 단열폭이 1mm 보다 작으면 Peclet number 가 작다. 따라서 유속이 느려 sulfide 물질이동률은 암반의 확산저항에 의해 주로 제어된다. Fig. 1에서 단열폭이 1mm 보다 크게 되면 유속은 증가하여 단열을 통한 물질이동에 제어되어 sulfide물질이동률은 증가함을 알 수 있다. Fig. 2는 단열폭의 변화에 따른 용기 수명을 측정을 나타낸 것으로 단열폭이 1cm 인 경우에서도 약 7×10^6 년 이상인 것으로 예측되었다. 따라서 알려진 자료에서의 구리용기는 충분한 안전성을 갖고 있음을 확인하였다. 계산에 필요한 데이터는 해외자료를 이용하였다([2, 3]). 그림에서 data1은 공극속도가 단열폭에 무관한 경우이고 data2는 단열폭에 영향을 받는 경우를 나타내었다.

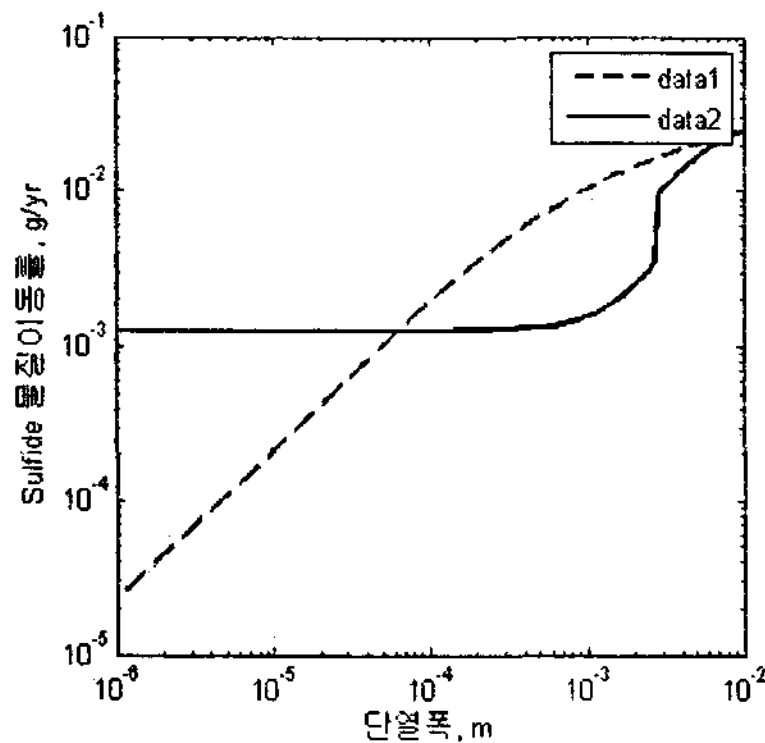


Fig. 1. 단열폭의 변화에 따른 Sulfide 물질이동

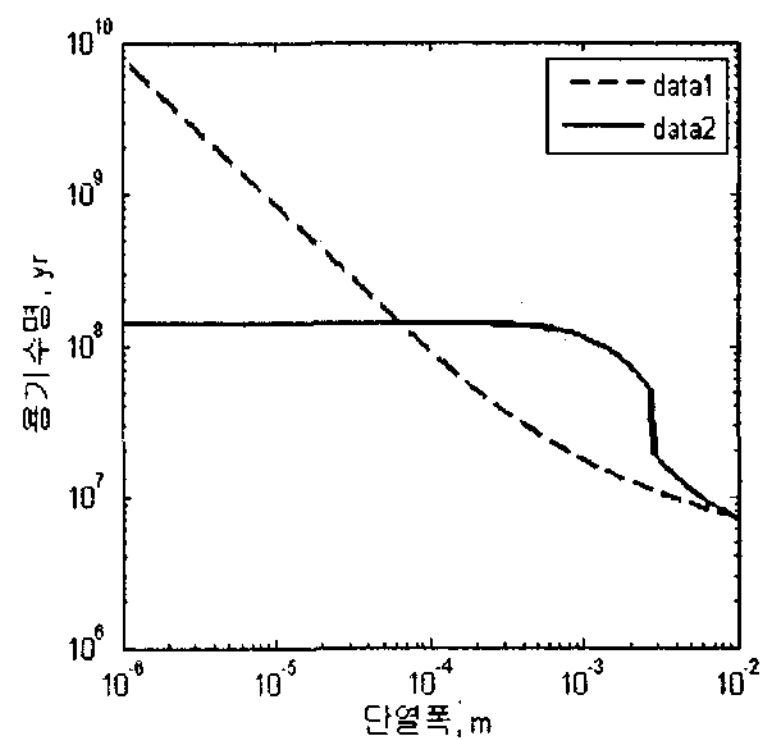


Fig. 2. 단열폭의 변화에 따른 용기수명

REFERENCES

- [1] Youngsoo Hwang, "Transport of contaminants in Geologic media: Radioactive waste in Salt, Corrosion of Copper and Colloid Migration", Ph. D. Dissertation. University of California, Berkeley, 1995.
- [2] Swedish Nuclear Fuel-Supply Co/Division KBS, "Final Storage of Spent Nuclear Fuel -KBS-3", Stockholm, 1985
- [3] G. Andersson, a. Rasmuson, and I. Neretnieks, "Migration Model for the Near Field, Final Report", KBS 82-24, Royal Institute of Technology, Stockholm, 1982.
- [4] P. L. Chambré, T. H. Pigford, Y. Sato, A. Fujita, H. Lung, S. Zavoshy, and R. Kobayashi, "Analytical Performance Models", Report LBL-14842, Vol. II, University of California, Berkeley, 1982.
- [5] P. L. Chambré et al, "Mass Transfer and Transport in a Geologic Environment", LBL-19430, University of California, Berkeley, 1985
- [6] P. L. Chambré, the work of P. L. Cahmbré is presented in the Chapter 4 of Ph. D. theses of C. Kang, University of California, Berkeley, 1989.
- [7] J. Andersson, Swedish Nuclear Inspectorate(SKI), private communication, 1989.