

자연구배 추적자 시험에 의한 수리인자 해석

이은용, 이영동*, 조성일

한수원(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1

*지오택건설탄트(주), 경기도 군포시 당정동 522번지 SK벤티움 102-804

eylee@khnp.co.kr

단열암반 내 지하수의 평균선형유속을 지배하는 유효공극률과 용질의 분산특성은 추적자 시험을 이용하여 정량적으로 해석할 수 있지만 암반 내 불규칙적으로 분포하는 단열의 특성 때문에 시험결과를 정확히 해석하기는 쉽지 않다. 이러한 불확실성이 큰 단열암반의 추적자 시험결과 신뢰도를 향상시키기 위한 연구가 국내외적으로 활발히 이루어지고 있다. 문상호 외(2001)에 의하면, 다양한 추적자시험법 중 자연구배 추적자시험(natural gradient tracer test)에 의한 분산지수의 신뢰성이 가장 높은 것으로 보고되었고, 단공주입양수 추적자시험(single well injection withdrawal tracer test)에 의한 단열암반 내 수리분산 연구와 분산지수 추정(강동환, 2006; 강동환외, 2005; 차장환 외 2003)과 2정주입 추적자시험에 의한 이송-확산 방정식과 모멘트 해석결과 비교연구(박경우, 2003)가 수행된 바 있다. 본 연구에서는 1개의 주입공(SS-6)과 2개의 관측공(SS-6-1, SS-6-2)을 이용하여 연속주입법과 순간주입법에 의한 자연구배 추적자시험 해석결과를 비교하였다. 연구지역의 지질은 중생대 백악기 화강섬록암으로, 추적자 시험 전 공내점층으로 단열분포 상태를 파악하였고 수압시험, 간섭시험, 유향측정을 통해 수리특성을 파악하였다. 시험구간의 수리전도도는 3.79×10^{-7} m/sec이고 주 유동방향은 226.7 ~ 238.9°로 해석되었다. 추적자는 조사지역인 주입공과 관측공의 초기 전기전도도 값이 150 ~ 158 μ S/cm로서 비교적 낮게 나타나고 수소이온농도(pH)는 6.5이상으로 Rhodamine WT의 농도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되어(김정우 외, 2004), NaCl과 Rhodamine WT를 사용하였다. 주입량은 주입구간에 가압이 걸리지 않는 최적의 양인 분당 4l를 유지하면서 연속주입하였고 관측공의 농도가 추적자의 초기농도(C_0)의 각각 73%(SS-6-1), 57%(SS-6-2)에 도달하였을 때 주입을 정지하고 관측공의 농도회복을 관찰하는 순간주입 상태로 유지하였다. 추적자 주입 후 관측공의 수직적 특성을 파악하고자 자동측정장치(CTD diver)를 이용하여 심도별 전기전도도 값을 측정하였고, 시험구간인 GL. 59m에 EC, 수온, 수위를 측정할 수 있는 CTD diver를 설치하여 1분간격으로 측정하였다. 또한 현장에서 측정된 전기전도도 값의 신뢰도를 확보하기 위하여 일정 간격 샘플러를 이용하여 지하수 시료를 채취한 후 휴대용 EC 측정기를 이용하여 전기전도도를 측정하였다. 추적자 시험결과 산출된 경과시간에 대한 추적자의 농도변화를 이용하여 Breakthrough Curve를 작성하고, CATTI(Computer Aided Tracer Test Interpretation) 프로그램을 이용하여 유효공극률과 분산지수를 해석하였다. 분석결과 연속주입 상에서 종분산지수(αL)는 1.0 ~ 1.25m, 유효공극률(nf)은 0.07 ~ 0.068이고(Fig. 1), 순간주입 상에 의한 종분산지수(αL)는 1.8 ~ 15.0, 유효공극률(nf)은 0.065 ~ 0.0149로 해석되었다. 이러한 시험방법에 따른 차이는 해석 시 표준곡선과 현장자료의 편차에 의한 것으로 사료되며 순간주입법 보다는 연속주입법에 의한 해석결과가 좀 더 표준곡선에 일치하므로 신뢰도가 높은 것으로 판단된다.

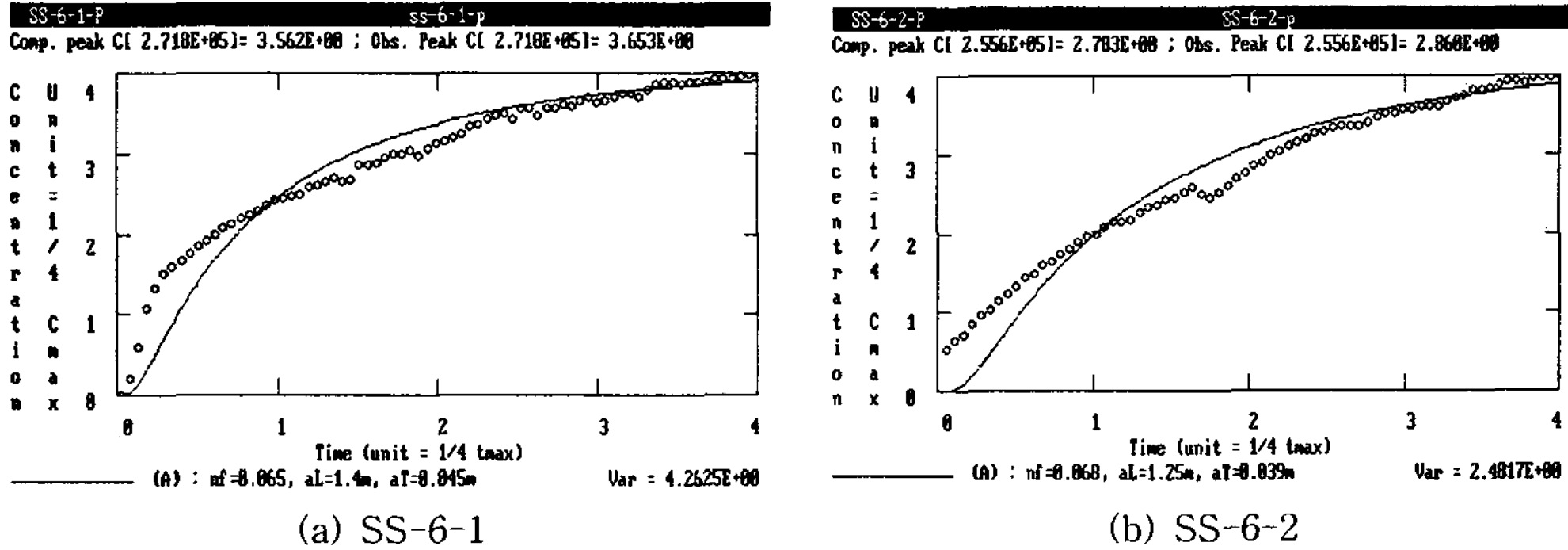


Fig. 1. The results obtained from continuous injection method.

참 고 문 헌

1. 강동환, 2006, 추적자시험을 이용한 단열암반층과 토양층에서 수리분산특성 연구, 박사학위논문, 부경대학교, 148p.
2. 강동환, 정상용, 김병우, 2005, 단공주입양수 추적자시험을 이용한 폐기물매립장 주변의 침출수 확산 연구, 한국지하수토양환경학회 춘계학술발표회, pp.105~109.
3. 김정우, 이진용, 천정용, 이명재, 김형수, 이강근, 2004, 형광추적자 Rhodamine WT의 측정농도에 영향을 주는 요인 고찰, 지질학회지 40권 4호 pp.331~340.
4. 박경우, 김경수, 배대석, 김천수, 조성일, 2003, 비흡착성 추적자시험에 의한 단열대의 수리파라미터 해석, 대한지질공학회 2003년 정기총회 및 학술발표회, pp.139~145.
5. 차장환, 배광옥, 이강근, 2003, 파쇄 암반대수층에서 Push-pull Tracer Test의 현장 적용사례, 한국지하수토양환경학회 춘계학술대회, pp.268~271.