

영천댐 도수로 터널과 관련된 수위변동 분석

함세영¹⁾, 이병대²⁾, 성익환¹⁾

1. 서론

철도, 고속도로, 도수로, 지하철, 대규모 지하 구조물 등을 건설하기 위한 터널 굴착시에 발생하는 지하수유동 변화는 터널의 안정성뿐만 아니라 터널주변의 환경(지하수 고갈, 지반침하, 생태계 변화 등)에 매우 중대한 영향을 미칠 수 있다. 특히, 터널이 지질구조대(단층대, 파쇄대, 균열대, 층리 등)를 통과하게 되면, 이 지질구조대를 따라서 주변의 지하수 유동이 터널쪽으로 향하고, 터널내로 다량의 지하수가 유출된다. 또한, 터널 굴착 도중에 실시하는 그라우팅이나 라이닝 등으로 인해서 자연적인 지하수 유로의 변화가 일어날 수 있다. 도수로터널은 각 댐과 댐을 연결하거나 댐과 저수지를 잇는 장대한 암반관로로서, 그 규모면에서도 지하 지질에 미치는 영향이 매우 광범위하다.

연구지역은 영천댐 도수로 터널 및 그 주변지역이다. 영천댐 도수로 터널은 금호강의 수질개선과 경북 동남부지역의 용수공급을 위하여 경북 안동시 임하면 임하리의 임하댐과 경북 영천시 자양면 충효리의 영천댐을 잇는 연장 33km의 도수로 터널로서 경위도상으로는 북위 36° 05' ~ 36° 33', 동경 128° 52' ~ 129° 05' 에 속한다.

연구지역의 지질을 보면, 터널의 북쪽으로부터 남쪽으로 중생대 백악기말의 관입암체에 속하는 화강암류, 경상누층군 하양층군(장기홍, 1977)에 속하는 퇴적암류로 구성된 일직층, 후평동층, 점곡층, 사곡층, 춘산층, 신양동층이 분포하고 있으며, 유천층군에 속하는 산성, 중성, 염기성화산암이 하양층군 퇴적암류를 뚫고 분출하였다. 그리고 백악기말의 불국사화강암류가 이들을 관입하고, 최상부에 제4기 충적층이 덮고 있다.

본 연구는 영천댐 도수로터널 굴착 및 강수량에 의한 주변 지하수공의 수위변동을 파악하고, 터널 굴착으로 인해서 하강한 지하수위의 회복 가능성을 정성적으로 분석하기 위한 것이다. 연구지역은 북쪽으로부터 안동지역, 청송지역 그리고 영천지역으로 구분하여 분석되었다. 이는 각 지역이 지질학적으로 비교적 뚜렷한 차이를 가지고 있기 때문이다. 즉, 안동지역에서는 화강암이 대부분을 그리고 퇴적암이 일부를 차지하고 있으며, 청송지역은 대부분 퇴적암으로 구성되어 있고, 영천지역에는 화산암이 우세하고 부분적으로 화강암이 분포하고 있다.

2. 지하수위 변동 분석

영천댐 도수로터널 공사로 인하여 주위 암반으로부터 터널내로의 지하수 유입이 일어났다. 터널내로의 지하수 유입은 인위적인 양수와 같은 효과로서 터널주변에 위치하는 지하수공의 수위가 급격하게 하강하게 되었다. 특히, 터널이 대규모 투수성 균열대를 관통하는 지역에서는 수위하강이 크게 일어나게 되었다.

안동지역, 청송지역 그리고 영천지역의 전체 관측공들에 대하여 각 공별 지하수위 변화 양상을 다항회귀분석하였으며 강수량 및 터널 굴착의 영향을 해석하였다. 그리고 각 공들을 강수량의 영향 여부, 터널 굴착의 영향 여부에 따라 구분하고, 수위변동의 경향성에 근거하여 장기적인 관점에서 수위 회복의 가능성을 검토하였다.

2.1 안동지역

안동지역(행정구역상으로 안동시 길안면 송사리일대)의 지하수위 변동 분석을 위해서 31개 관측공(AD1-2, AD1-3, AD1-4, AD1-5, AD1-6, AD1-7, AD1-8, AD1-9, AD1-10, AD2-1, AD2-2, AD2-3, AD2-4, AD2-5, NX-1, NX-2, NX-3, NX-4, NX-5, NX-6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)으로부터 1999년 1월부터 2000년 6월까지 한달 간격으로 측정된 수위자료를 이용하였다.

공별 최저 지하수위는 지표하 1.8m부터 49.4m까지이다. 다항회귀분석 결과, 터널 굴착의 영향을 많이 받는 지하수공일수록 계절적인 강수량에 따른 영향을 덜 받는 것으로 나타났다.

터널 굴착으로 인한 영향이 없거나, 미약하다고 판단되는 지하수공은 AD1-2, AD1-3, AD1-4, AD1-5, AD1-6, AD1-7, AD1-8, AD1-9, AD2-1, AD2-3, AD2-4, NX-3, NX-4, NX-5, NX-6, 1, 5, 6, 8, 9, 10, 11호공이며, AD2-5, NX-1, 2, 3, 7호공은 정도의 차이는 있으나 수위회복의 가능성이 있는 공들이다. 그리고, 수위회복의 가능성이 없는 공은 NX-2호공 뿐이다. 따라서, 안동지역에서는 대부분의 공들이 터널 굴착에도 불국하고 자연수위를 유지하거나 자연수위로의 회복 가능성이 크다.

2.2 청송지역

청송지역은 행정구역상으로 청송군 현서면, 안덕면 일대이다. 1사갱, 2사갱 주위 및 현서면 소재지 일대의 총 133개 시추공에 대하여 1997년 1월부터 2000년 6월까지 한달 간격으로 지하수위를 측정 한 결과, 터널 굴착으로 인한 공별 최저지하수위는 지표하 2.3m부터 236.1m까지 매우 다양한 분포를 보여주고 있다. 따라서, 청송지역에서는 위치에 따라 터널 굴착의 영향을 크게 받는 곳과 영향을 적게 받는 곳이 있음을 알 수 있다.

터널 굴착의 영향을 받지 않고 자연적인 지하수위를 보이는 것으로 판단되는 지하수공은 CS2, CS34, CS36, CS47, CS49, CS57, CS65, CS74, CS77, CS101, CS105, CS130, CS131, CS146, A, B, C, c, D, d, E, e, f호공이며, 그 외 공들은 모두 터널 굴착의 영향을 받고 있는 것으로 판단된다. 터널 굴착의 영향을 받고 있는 공들 중에서 CS1, CS3, CS4, CS20, CS26, CS40, CS51, CS58, CS64, CS70, CS87, CS96, CS132, CS133, CS134, CS140, CS145, CS151, CS162, CS166, CS167, CS168, A-3, A-4, A-5, F, h-3, h-7, KSG, KIWh호공은 어느 정도 수위회복 가능성이 있는 것들이다. 그 외의 공들은 수위하강이 매우 크게 일어나서 자연적으로는 수위 회복의 가능성이 없는 공들로 판단된다.

2.3 영천지역

연구지역은 영천시 자양면 보현리, 충효리 일대이며, 관측공은 마을 우물 5개공(YCW-1, YCW-2, YCW-3, YCW-5, YCW-6호공), 지하수 관정 3개공(YCW-4, YCW-7, YCW-8), 시험시추공 23개공(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, JY-1, JY-2, JY-3, JY-4, JY-5, JY-6) 및 1995년 절골, 유산마을 지하수유동 조사시 굴착된 6개의 시험시추공 중 3개공(1호공, 2호공 및 3호공임. 1호공은 그 당시 B-3, 2호공은 B-2, 3호공은 B-5호공에 해당됨) 등 총 34개공이다. 1999년 1월부터 2000년 6월까지 한달 간격으로 지하수위를 측정 한 결과, 관측공들의 최저 지하수위는 지표하 1.3m에서 83.2m로 다양한 분포를 보여주고 있다.

영천지역에서 터널 굴착의 영향을 받지 않고 자연적인 지하수위를 보이거나 과거에는 굴착의 영향을 받았으나 수위가 회복된 것으로 판단되는 지하수공은 1, 2, P, Q, YCW-1, YCW-2, YCW-3, YCW-4, YCW-5, YCW-6, YCW-8, JY-1, JY-2, JY-3, JY-4, JY-6호공이다. 이들 공은 풍수기와 갈수기의 강수량 변화에 따라 일년 주기의 지하수위 변동을 보여주고 있다. 그러나, 그 외의 공들(3, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, YCW-7호공)은 터널이 굴착된 5년이 경과한 시점에도 굴착의 영향을 받고 있는 공들이다. 지금까지의 분석자료로 볼 때, 앞으로 수위가 회복될 가능성이 없는 공들은 3, C, E, G, H, J, M. O호공이며, 어느 정도 수위가 회복될 가능성이 있는 공들은 A, B, D, F,

I, K, L호공이다.

3. 결론

영천댐 도수로터널 굴착 및 강수량에 의한 주변 지하수공의 수위변동을 파악하고, 터널굴착으로 인해서 하강한 지하수위의 회복 가능성을 정성적으로 분석하였다. 영천지역에서는 전체 지하수공의 약 반 정도가 터널 굴착으로 인해서 지하수위가 하강하였다. 청송지역에서는 위치에 따라 터널 굴착의 영향을 크게 받는 곳과 영향을 적게 받는 곳이 있으며, 많은 공들은 수위하강이 매우 크게 일어나서 수위 회복의 가능성이 없는 공들로 판단된다. 안동지역에서는 대부분의 공들이 자연수위를 유지하거나 터널 굴착의 영향을 비교적 작게 받아서 자연수위로의 회복 가능성이 크다. 따라서, 안동지역에서 터널 굴착으로 인한 지하수위 변동이 가장 작게 나타나며, 그 다음이 영천지역이며 그리고 터널굴착의 영향을 가장 많이 받고 있는 지역은 청송지역이다.

4. 참고문헌

장기홍, 1977, 경상분지 상부 중생계의 층서 퇴적 및 지구조. 지질학회지, 13, 76-90.

주요어 : 영천댐, 도수로 터널, 수위변동, 강수량

- 1) 부산대학교 지구환경시스템학부
- 2) 한국지질자원연구원 환경지질연구부