

고준위방사성폐기물 처분을 위한 연구지역의 수리지질학적 예비모델 -연구지역의 Reference Pathway를 기준으로-

박경우, 김천수, 배대석, 김경수, 고용권, 김건영
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

woosbest@kaeri.re.kr

고준위방사성폐기물 처분장의 안전성 평가를 위한 수리지질환경 특성 규명은 지표 및 천부 지하 환경뿐만 아니라 심부환경이 포함된다. 실제로 고준위 방사성폐기물이 처분될 영역은 지하 500m이하의 심부 지하 영역으로 초점이 맞춰지며, 심부지질환경의 특성 규명은 고준위방사성폐기물 처분의 주요 과제가 된다. 고준위방사성폐기물 처분장의 부지규모에 대한 수리지질학적 모델 연구는 현재 원자력연구소에서 건설 중인 지하처분연구시설을 대상으로 정밀하게 조사되어 구축될 예정이며, 본 논문에서는 원자력연구소 부지 내에 심부지질환경 조사용 시추공에서 연구된 자료를 이용하여 지하수 유동에 대한 Reference Pathway를 제시하였다.

한국원자력연구소 부지 내에 심부지질환경 조사용으로 총 9개의 시추공이 굴착되었다. 연구지역의 단열 분포를 조사하기 위하여 초음파 주사검층을 실시하였으며, 조사 영상에서 나타난 단열의 폭을 구간별로 더하여 그 정도를 살펴보았다. 또한, 각 시추공에서 현장수리시험을 실시하여 높은 투수성 구간과 단열의 분포 자료와 비교해 보았다. 그 결과 단열의 분포와 수리전도도와는 예상했던 결과대로 높은 상관성을 나타내었고, 일부 구간에서 단열대가 연결되어 있음이 예측되었다. 그러나 YS-01번 시추공의 경우 100m 깊이에서 빈도가 높은 단열이 관찰되었으나, 특이하게 수리전도도는 낮게 측정되었으며, 오히려 단열이 적은 것으로 예상되는 250m와 400m 깊이에서 높은 수리전도도 값을 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 YS-06번 시추공의 자료에서도 확인할 수 있다. 이는 심부 지하수의 유동로가 단열의 빈도나 폭에도 상관성을 가지지만, 유로현상에 많이 지배받고 있음을 알려준다. Reference case의 3차원적 수리인자를 정의함에 있어, 단열의 연결성을 확인하여 수리투수성 구간을 규명하는 과정이 매우 중요하게 된다.

이를 위해 연구지역의 YS 시추공들의 양 끝에 있는 시추공과 중앙에 있는 시추공 3개(YS-01, YS-06, YS-07)를 선정하여 수리투수성 구간의 규명을 시도하였다. 연구지역의 시추공에서 수행한 현장수리시험 결과 YS-01번 시추공에서 16~26m, 240~251m, 394~403m, 484~495m 사이의 구간, YS-06번 시추공에서 40~69m, 88~98m, 184~194m, 262~272m 사이의 구간, YS-07번 시추공에서 244~253m, 382~391m 구간에서 투수계수가 높게 나타났다. 또한, 전체적으로 파쇄가 심한 지표 근처 부분에서 높은 투수계수를 볼 수 있다. 시추공의 투수성 구간에 대하여 초음파주사검층에서 조사된 단열의 방향성을 스테레오 망에 투영해 보았으며, 투영한 결과를 이용하여 연구지역의 예상 단열대에 대한 단면도를 작성해 보았다.

연구지역 시추공의 수위 관측결과 YS-02번 공과 그 주변의 시추공은 비슷한 고도를 가졌음에도 불구하고 YS-02, YS-02-1, YS-02-2번 시추공의 수위는 유사하지만, YS-03번 시추공의 수위는 1m 정도 낮은 값을 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 YS-02, YS-02-1, YS-02-2 시추공의 심도가 200m이나, YS-03번 시추공의 심도는 300m이기 때문에 지하 200m~300m 구간에 수두압력이 낮은 감압대가 존재하여 YS-03번공의 수위를 낮춰주는 것으로 판단되는데, 이는 다중패커시스템 설치 시추공(YS-1)의 수압 변화에서도 이미 예측된 결과이다. 수리시험 결과 YS-03번 시추공의 지하 250m 구간의 투수성은 매우 높으며, 초음파주사검층에서 대규모의 단열대는 존재하지 않으나, 개구성 단열 및 반개구성 단열이 존재하는 것으로 확인되었다. 지하수의 유동 방향은 단열이나 단열대 내부에 존재하는 지하수에 미치는 압력 및 단열의 기하학에 의해 영향을 받게 된

다. 심부영역에 존재하는 단열은 심부지하수가 천부영역으로 움직일 수 있는 방어벽 역할을 하기도 하며, 유동로 역할을 하기도 한다.

위의 연구결과를 종합하여 YS-01, YS-03 시추공을 중심으로 연구지역에서 다음 그림과 같은 2차원 단면의 수리투수성 구간을 그릴 수 있다. 또한, 2차원적인 수리투수대를 이용하여 Source의 위치에 따라 다음과 같은 세 가지 경우의 Reference pathway를 구할 수 있다. 첫째, A영역의 수두압력이 상부에 비해 높으므로 심부지하수는 감압대 방향으로 위로 흐르게 되며, 흐르는 도중에 단열을 만나서 단열 방향으로 빠른 속도로 퍼지게 된다. 단열로 퍼진 지하수는 다시 감압대 방향으로 흘러 감압대의 수리투수대를 만나면 투수성이 큰 수리투수대를 따라 천부영역으로 움직이게 된다. 둘째, B영역이 수리투수대와 연결된 영역이므로, 빠른 속도로 수리투수대를 따라 천부영역으로 움직이게 된다. 마지막으로 C영역의 수두압력이 하부 감압대에 비해 높으므로 지하수는 감압대 방향으로 서서히 흐르다가 감압대를 만나면 투수성이 큰 수리투수대를 따라 천부영역으로 움직이게 된다.

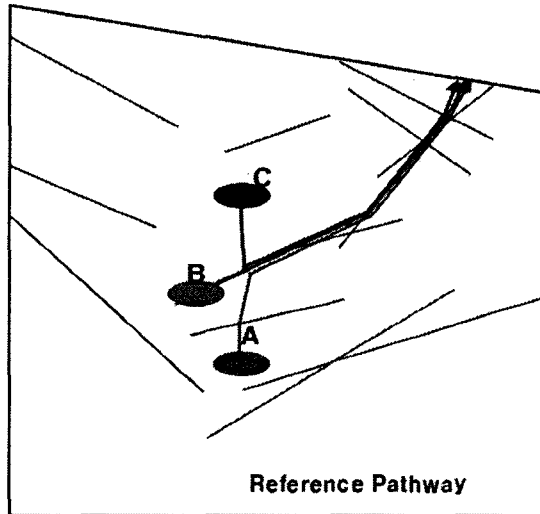


Fig 1. Reference Pathway of study site

연구지역의 시추공에서 조사된 현장측정자료를 이용하여 부지규모의 Reference Pathway를 세 가지로 도출하였다. 본 연구에서 제시된 Reference Pathway는 시추공의 단열 자료 및 수위자료, 깊이별 수두압 자료를 기준으로 제시된 예비 결론이며, 차후 연구지역에서 실시될 추적자 시험자료를 이용하여 이를 확인할 예정이다. 특히, 다중패커시스템을 적용한 깊이별 수두압 자료는 심부영역의 감압대 및 투수성 구간에 대한 연구에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.