

차폐팩키(Protection Packer)를 이용한 지하수 심정의 역 주입 방향식 그리우팅 방법 연구

조희남, 임승태*

(주)지앤지테크놀러지, * (주)지오콘
(e-mail : ggpgu@hanmail.net)

<요약문>

지표하부 상층 오염지하수의 침투로 인한 암반 지하수의 오염을 방지하기 위하여 지하수 개발과정에서 반드시 지표하부 지하수 오염방지를 이행하도록 지하수법에 규정하고 있다.

널리 알려진 지표하부 오염방지 공법으로서는 팩카그라우팅 공법(Packer Grouting Method), 트레미 공법(Tremie Method)과 브레든 헤드 공법(Bradenhead Method)이 있다.

그러나, 현재 대다수의 지하수 개발 현장에서는 단순히 강관을 굴착공에 억지박음함으로써 지표하부 오염방지에 가름하는 사례가 다반사이며 깊은 심도의 경우에도 종래 공법으로는 한계를 가질 수밖에 없는 실정이었다. 따라서, 본 연구에서는 차폐 팩키(Protection Packer)를 이용하여 고, 저심도의 어느 지하수 심정에서나 용이하게 역주입 방향그라우팅이 가능한 여건이 될 수 있도록 시공 사례를 통해 연구를 수행하였다.

Key words : 차폐팩키, 팩카그라우팅공법, 차수벽, 지표하부 오염방지

1. 서 론

토양오염이 심각해지면서 오염된 지표수로 인한 지하수의 오염 역시 함께 심해져 가고 있는 추세이다. 한 예로써 민방위 비상급수시설의 경우 1970년대에서 1980년대에 개발이 이루어 졌던 지하수 심정의 대체적인 심도들은 20~40m 정도였으며 당시에는 먹을 수 있는 수질 수준이었던 것으로 보인다. 그러나 인천시의 예를 보면 심도가 얇은 모든 지하수 심정들은 일반세균, 대장균 질산성 질소, 증발잔유물, 탁도, 색도, 등으로 인해 오염된 상태로 확인되어 지고 있다. 이러한 현상은 점차 오염의 유발인자가 점차 깊은 심도까지 미쳐지고 있다는 것을 나타내고 있으며 특히 비고결암층인 풍화암대 층에서 일반적으로 나타나고 있는 현상이라 할 것이다. 지하수 오염 인자들에 대한 조사를 위해 인천시의 협조를 얻어 이미 오염된 지하수 심정을 대상으로 하여 33개소를 현장조사와 수질검사결과에 대해 분석하였으며 그 결과를 그림1에 표시하였다.

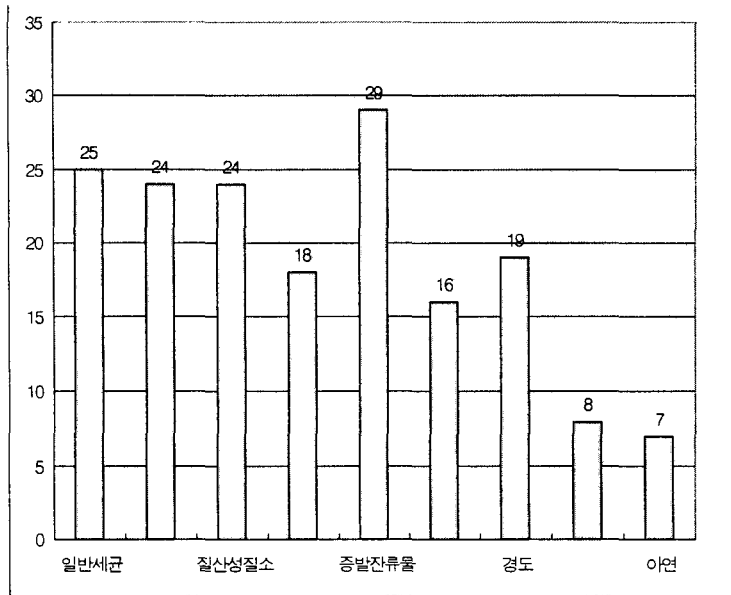


그림 1. 오염인자별 지하수공 현황

수질 오염인자 중 빈도수가 가장 높았던 것은 증발잔류물로서, 기준치 500mg/L를 초과한 공수는 무려 29개공이었으며 그 뒤를 일반세균(25공), 대장균(24공), 질산성 질소(24공)로 이어지고 있었다. 이러한 오염인자는 모두 지표하부 상층 오염지하수의 영향에 의해 오염이 유발되었음을 나타내주고 있는 것으로서 지표하부 오염방지의 당면성과 중요성을 말해주고 있다. 따라서, 지표하부 지하수 오염방지 방법들에 대하여 개선하고 유명무실한 종래의 방법을 탈피하여 건설한 오염방지를 실현함으로써 맑고 깨끗한 암반대층 지하수의 오염을 예방하고 위생적인 식수원인 지하수를 보전 할 수 있도록 관련 공법을 시행 사례를 통해 연구발전 시켜나가고자 한다.

2. 오염방지 방법에서의 요구되는 조건

지하수 심정의 지표하부 오염방지 방법에서 요구되는 조건을 정리하여 보면 다음과 같다.

- 1) 지하수법에 적합한 차수벽 구조를 형성할 수 있을 것.
- 2) 하부에서부터 그라우팅이 되어 공극이 없는 건설한 그라우팅이 실현될 수 있을 것.
- 3) 경제성이 있을 것.
- 4) 암반대수층 지하수의 유무에 따른 공사비의 손실이 발생되지 않을 것.
- 5) 그라우팅 시공 심도의 예측과 확인이 가능할 것.

위 조건들을 충족할 수 있는 공법으로서는 근래 개발된 팩카그라우팅 공법이 있다 하겠으나 장비를 가지고 있는 지하수 개발 업체들로서는 이를 별도의 공종으로 하여 전문업체에게 위탁 시행하는 문제점을 가지고 있었다.

3. 차폐팩커 (protection packer)를 이용한 그라우팅 공법

차폐팩커(protection packer)를 이용한 그라우팅 공법은 이러한 문제점을 해결하기 위해 개선된 방법으로서 특정 장비를 보유한 업체가 용이하게 지표하부 오염방지를 실행할 수 있도록 한 것이다. 본 공

법의 특징은 암반대수층 지하수를 확인 후 그라우팅을 진행하는 특징을 가지고 있어 암반대수층 지하수 유무에 따른 공사비의 사장 우려가 전혀 없는 특성을 가지고 있다.

본 공법의 시공사례를 살펴보면 다음과 같다.

가. 공정의 순서

- 1) 지하수 탐사 또는 시추공 조사
- 2) 암반 대수층 지하수 확보
- 3) 공내 CCTV 검층 촬영
- 4) 차폐팩커(Protection packer) 설치 및 차폐그라우팅
- 5) 그라우팅용 케이싱 삽입 설치
- 6) 그라우팅용 고압팩커 설치
- 7) 그라우트 시멘트 주입
- 8) 가온양생(급속한 작업일정이 필요 경우)
- 9) 차폐팩커 (Protection packer) 구간 재 굴착 및 에어써징.
- 10) 우물자재 및 이용시설 설치

나. 시공 사례

다수의 시공사례 중 본 사례연구는 동해시 W-1공을 선정하였다.

그라우팅 시공 심도가 116M에 이르는 깊은 심도였으며 그라우팅 시공심도가 깊어질 수 밖에 없는 이유는 비고결암층이 깊은 지질적 특성으로 인하여 케이싱이 94M를 넘는 깊이로 삽입되었으나 지표층으로부터 유입되는 수질성분을 확인하였기 때문이었다.

일차 공내 CCTV 검층 촬영을 하여 공내 공벽상태와 암반 대수층 파쇄대를 확인하였다. 그후 차폐팩커(Protection packer)를 116M에 설치한 후 초속경 시멘트를 주입하여 빠른 시간내에 급결이 이루어지도록 하였다. 초벌 그라우팅 바다심도를 확인한 결과 114M였으며 이 상태에서 그림2와 같이 케이싱 끝 부분인 94M에 고압 그라우팅 팩커를 설치하고 그라우팅 펌프를 가동하여 그라우팅액을 압밀하였다.

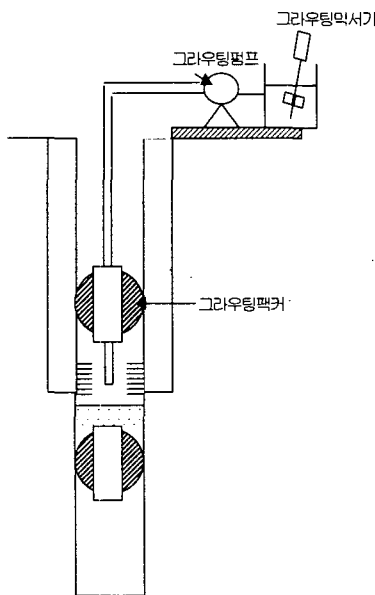


그림 2. 차폐 팩커 그라우팅 방법

주입이 완료된 그라우팅 시멘트를 3일 양생한 후 측정 장비를 사용하여 그라우팅 구간을 재 굴착하였으며 그라우팅 시공심도 94M에서부터 116M까지는 전혀 지하수에 젖은 상태의 슬라임이 올라오지 않은 상태에서 차폐팩커(Protection packer)를 관통한 순간에서야 암반지하수와 연결된 지하수가 에어 콤푸레샤의 압력에 의해 외부로 분출하게 되었다.

측정로드를 이용하여 지하수 심정 바닥부분까지 에어써징을 마친 후 지하수 이용시설을 설치하여 공사를 마무리 하였다.

4. 결론

본 차폐팩커 (Protection packer)를 이용한 그라우팅 공법은 측정 장비를 가지고 있는 지하수 개발업체가 용이하게 시행할 수 있는 지표하부 오염방지 공법이다. 특히 그라우팅 시공 심도가 일반적으로 20-30M에 이르는 얇은 경우에는 누구나 손쉽게 적용하여 시행

할 수 있는 공법이라 할 것이다.

본 차폐 팩커 그라우팅공법이 궁극적으로 현재 만연하고 있는 백강관을 억지박음한 불법적인 지하수 오염방지 방법을 억지하고 경제적이며 효율적인 오염방지 공법으로 자리 매김 되어지길 기대하고 있다.

참고문헌

- 1) 과학기술처, 지하수 오염방지 및 음용화 기술연구(서울지역) 보고서, 1997
- 2) 건설교통부(한국수자원공사), 지하수 업무수행 지침서, 2003
- 3) 임승태 폐기방치공의 발생원인 분석 및 대책연구, 2003