

지하수 관정 오염지표수 유입방지를 위한 팽창 팩카그라우팅 방법

(환경신기술지정 제47호)

(주)지앤지테크놀러지 대표이사 조희남 ☎ 02-977-7123
dsgweac@chol.com www.pgu.co.kr

□ 기술개요

본 신기술은 지하수 관정에 유입되는 상층오염지표수를 차단하고 규정된 그라우팅 두께를 확보하기 위해 외부케이싱 하단에 팽창팩커를 설치하고 초속경시멘트액을 주입하여 차폐한 후 관정하부에 서부터 그라우팅액을 주입하여 양생하는 지하수 개발 및 지표하부 오염방지 공법이다.

□ 적용범위

1. 신규개발 지하수 관정
2. 수질오염된 지하수 관정의 수질 개선 복구

□ 기술의 특징

본 신기술인 팽카그라우팅 공법은 지표하부에서 유입되는 오염된 지표수를 차단하여 깨끗한 지하수만을 사용할 수 있도록 하는 지하수 오염방지 기술이다.

팽카그라우팅 공법은 신규로 개발되는 지하수 관정에 적용할 수 있을 뿐만 아니라 이미 오염이 된 지하수 관정의 수질을 개선시켜 복구가 가능한 공법이다.

수질이 오염된 지하수 관정의 경우 그 원인을 조사해 보면 오염방지시설이 제대로 되어있지 않아 오염이 되는 경우가 대다수이다. 또 이런 경우 개선 방법을 몰라 그대로 폐공시켜버리고 다시 지하수 관정을 개발하는 사례가 종종 발생되고 있는데, 이렇게 하다보면 경제적인 측면에서도 엄청난 손실이 있을 뿐 아니라 무분별한 지하수 관정 개발로 인한 자연훼손 등은 피할 수 없는 현실이다. 이에 당사는 이런 악순환을 방지하고자 팽카그라우팅 공법을 개발하였으며 현재 깨끗한 지하수 사용을 위하여 널리 보급하고 있는 중에 있다.

먼저 지하수 관정의 개발 과정을 살펴보면 암반선이 시작되는 부분까지 지표수의 유입이나 관정의 함몰을 막기 위해 외부케이싱을 설치하도록 되어있다. 외부케이싱을 설치하는 과정에서 굴착기로 외부케이싱을 암반선에 두들겨 박음으로 설치하다보니 외부케이싱의 끝단이 조금씩 휘게 되고 그 틈새로 오염된 지표수가 유입되어 암반선 하부에서 나오는 깨끗한 암반 지하수 또한 오염되고 마는 사례가 많이 발생하고 있다. 이러한 관정에 팽카그라우팅 공법을 적용시킴으로서 오염된 지표수는 차단하고 깨끗한 암반 지하수만을 안전하게 사용할 수 있는 것이다.

팽카그라우팅 공법의 적용방법은 먼저 오염된 지하수 관정의 양수시설(수중모터펌프 및 양수파이프)을 인양하고 수중카메라를 이용하여 관정내부에 CCTV 공내촬영을 실시한다. CCTV 촬영결과를 가지고 오염된 관정에 대한 전반적인 자료를 수집한 후 외부케이싱 설치심도보다 아래쪽에 예비팩커를

설치하여 지표수와 암반 지하수의 경계를 구분지어 예비조사를 실시하게 된다. 예비팩카의 원리는 팩카부분이 인체에 무해한 실리콘 고무재질로 되어있어 공기호스를 연결하여 상부에서 공기를 주입하게 되면 팩카부분이 팽창하여 공벽을 잡음으로서 예비팩카를 중심으로 위, 아래 경계를 나눌 수 있는 것이다. 이렇게 예비팩카를 이용하여 지표수와 암반 지하수의 경계를 두고 아래쪽 암반 지하수만을 가지고 양수시험을 실시하고 수질검사를 통하여 이 관정의 순수한 양수량과 수질을 파악할 수 있다. 그 결과 양수량도 충분하고 수질도 적합으로 판정이 나면 예비팩카를 인양하고 그 위치 그대로 본 팩카그라우팅유니트를 설치하여 그라우팅을 실시한다. 만약 예비팩카 설치 위치에서 만족할만한 결과를 얻지 못했을 경우 그 이하 심도에서 다시 재설치하여 조사를 실시하고 적정한 설치심도를 찾는 것이다. 이처럼 외부케이싱의 끝단보다 아래쪽 심도에서 팽창팩카를 이용하여 공벽을 잡아 하부로 가는 길을 막아주고 그 위치에서 지상까지 견실한 그라우팅을 실시하여 오염된 지표수가 관정으로 유입되지 못하게 막아주는 것이 바로 팩카그라우팅 공법인 것이다. 또한 그라우팅 과정에서는 그라우팅 호스를 이용하여 팽창팩카의 설치심도, 즉 하부에서부터 지상으로 그라우팅액을 충전시켜 오고 특히 그라우팅을 2단계로 분리하여 1단계로 초속경시멘트를 이용한 초벌그라우팅을 실시하고 2단계로 일반시멘트를 이용한 그라우팅을 실시하여 보다 견실하고 안전한 그라우팅을 실현할 수 있다. 여기서 1단계로 초속경시멘트를 이용하여 그라우팅을 실시하는 이

유는 지상까지 그라우팅액을 주입했을 시 그 하중을 팽창팩카 부분이 전부 견딜 수 없기 때문이다.

위와 같이 팩카그라우팅 공법을 적용시켜 수질개선도 가능하지만 처음 지하수 관정을 개발할 때 본 공법을 적용한다면 보다 안정적이고 깨끗한 지하수를 사용할 수 있을 것이다. 이미 제주도에서는 특별법으로 지정하여 팩카그라우팅 공법을 적용시키지 않고서는 지하수 개발이 불가하도록 시행하고 있기도 하다.

팩카그라우팅 공법의 특징을 요약하자면 아래와 같다.

1. 예비팩커를 사용하여 상층오염지하수와 암반 지하수를 구분하여 개발
2. 암반 지하수만의 채수량과 수질을 확인 후 개발 시행-오염 사전예방
3. 신규 개발 관정 적용시 수질오염을 지속적으로 예방
4. 수질오염진행 관정의 수질 개선 복구
5. 차수용 시멘트(그라우팅 재료)의 하부충진으로 견실한 그라우팅
6. 시공깊이에 장애를 받지 않고 계획심도까지 그라우팅(96m 시공실적)
7. 규정된 그라우팅 두께(5cm)를 균일하게 실현
8. 대구경굴착 후 소구경 굴착시(예; 14인치굴착후 10인치 굴착)에도 정확한 중심 맞춤실현
- 견실한 그라우팅 가능
9. 밀폐형 덮개장치 설치로 상부보호공의 자유로운 규격 설정 가능(크린맥)

□ 공법의 인증 및 공식추천. 수상현황

- 환경부 환경신기술 제47호
- 건설교통부 건설신기술 제286호
- 특허청 특허등록 제0334451호
- 2006 건설교통부 지하수업무수행지침서 오염방지공법으로 등재
- 제주도 특별법에 오염방지공법으로 고시
- 2007 환경부장관 표창 외 다수

□ 팩카그라우팅공법의 시공순서

[신규지하수개발 적용]

1. 지하수 탐사(전기탐사작업-해당 경우) 및 착정위치 결정
2. 시추공 착정(D150mm)
3. 대수성시험팩카(예비팩카) 설치 및 인양
4. 그라우팅 깊이까지 확공 착정 (D350mm)
5. 암반대수층 이하까지 확공굴착 (D250mm)
6. CCTV 촬영 및 녹화
7. 팩카그라우팅 유니트, 외부케이싱 설치 (D250mm)
8. 초속경시멘트 초벌 그라우팅
9. 팩카그라우팅 차수벽시공
10. 심정CCTV 촬영
11. 심정펌프설치 및 수질검사

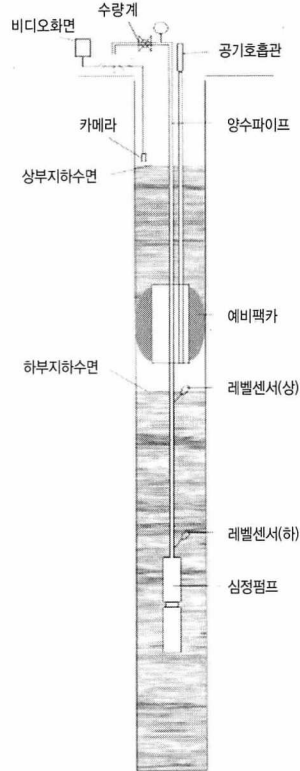
□ 팩카그라우팅공법의 시공순서

[수질오염지하수관정 수질개선복구 적용]

1. 지하수 관정 내부 우물자재 인발
2. 관정 내부 CCTV 촬영 및 녹화
3. 대수성시험팩카(예비팩카) 설치 및 인양
4. 팩카그라우팅 유니트, 외부케이싱 설치 (D250mm)
5. 초속경시멘트 초벌 그라우팅
6. 팩카그라우팅 차수벽시공
7. 심정CCTV 촬영
8. 심정펌프설치 및 수질검사

□ 팩카그라우팅공법의 시공모습

○ 예비팩카 설치도



○ 팩카그라우팅 설치도

