한국지하수토양환경학회 추계학술대회
2001년 9월 21-22일 전 주 대 학 교

Bentonite Pellet을 이용한 정호내부 그라우팅

김무진, 함세영, 황한석*

부산대학교 지질학과
**(주)삼중엔지니어링*
sjeng@unitel.co.kr

요 약 문

지하수 개발·이용을 위한 정호심도는 지속적으로 증가하는 추세이다. 이에 따라 보다 깊은 심도에서 또는 특정한 대수층에서의 대수성시험 및 오염방지를 위한 그라우팅 기술이 필요하다. 기존의 팩커기술이 이를 기술적으로 만족시키고 있지만, 일반적인 정호에서는 경제성과 공정의 복잡성 때문에 적용이 보편화되어 있지 않다. 그러나 bentonite pellet을 이용하여, 간단하고 경제적으로 이 문제를 해결할 수 있다.

key words : bentonite pellet, 그라우팅, 오염방지

1.서론

1970년에서 1997년까지 창원시에서 개발된 지하수 개발·이용 시설 중 자료출처가 분명한 3,239공에 대한 심도 분석 결과 50.0m를 초과하는 시설의 비율은 1970년대 13.5%, 1980년대 63.0%, 1990년대 78.8%로 증가되는 경향을 보이고 있다.

지하수는 그 부존특성으로 자유면대수층과 피압대수층으로 구분할 수 있다. 충적층, 매립층의 층후, 천공장비의 능력 및 양수시설의 설치위치를 고려할 때 50.0m를 초과하는 시설은 피압대수층을 주수원으로 하는 시설로 보는데 무리가 없을 것이다. NAPL 등의 오염물질의 거동특성을 고려할 때 피압대수층은 오염에 대해 상대적으로 안전한 특성을 가지므로 상부 대수층을 차단하는 그라우팅 기술이 필요하다.

지하수법, 먹는물관리법에서는 자유면대수층에서의 정호 오염 가능성을 줄이기 위해 정호보호케이싱과 그라우팅 기술을 제시하고 있다. 그리고 조사연구를 위한 정호 시설에서는 팩커기술을 사용하여 대수층을 선택적으로 양수하는 기술이 사용된다. 그러나 전자의 경우 일반화되었지만 지반조건에 따라서 제한이 있으며, 기존정호에 대하여는 적용하기 어렵다. 후자의 경우 공정의 복잡성과 경제적인 이유로 일반화되지 못하고 있는 실정이다. 그러므로 보다 간단하고, 경제적인 방법으로 이 문제를 해결하기 위한 대안으로 bentonite pellet을 이용하는 기술을 소개코자한다.

본 기술은 인천 LNG생산기지의 Deep Well 공사에서 적용된바 있으며, 설계·시공 단계의 관련회사는 한국가스공사, TGE, OBAYASI, 삼성물산(주), (주)대우건설 임을 밝혀둔다.

2.본론

지표의 오염물질 유입방지, 자유면대수층에서 오염된 지하수 유입억제를 위해서 케이싱

및 그라우팅을 이용한 기술이 적용되고 있으며, 제한적으로 시험 연구 목적으로는 특정한 대수층에서 양수를 위하여 신축성이 양호한 고무 또는 유사 재질의 패커가 사용된다. 이 방법들의 특성은 다음과 같다.

① 케이싱과 지반사이를 그라우팅하는 기술
개요:
- 케이싱 구경보다 큰 구경으로 지반을 굴착한다.
- 굴착된 상태에서 케이싱을 삽입한다.
- 케이싱과 지반사이 공간을 시멘트밀크 주입한다.
장점:
- 케이싱이 정호완성 후 지반의 붕괴를 막는다.
- 시멘트밀크가 지표오염물질의 직접적인 유입을 차단한다.
단점:
- 시멘트밀크가 경화되는 시간동안 천공이 불가능하다.
- 지반의 자립도가 약한 경우 케이싱 삽입전 공벽이 붕괴되어 충분한 심도까지 시공할 수 없는 경우가 있다.

② 고무 또는 유사재질의 팩커를 사용하여 그라우팅하는 기술
개요:
- 천공 완성된 정호에 대하여 내부케이싱을 설치한다.
- 패커를 내부케이싱과 천공된 지반의 틈을 사이로 적절한 심도까지 내린다.
- 팩커에 압축공기 등을 주입 팽창시킨다.
- 지상에서 팩커까지 시멘트밀크를 주입한다.
장점:
- 천공 완료후 지반조건을 감안하여 충분한 심도 까지 그라우팅할 수 있다.
단점:
- 팩커 재질에 의한 환경오염 가능성이 있다.
- 별도의 기계장치 및 자재가 소모되어 경제성이 떨어진다.

상기 ①기술의 경우 대부분의 정호에서 적용되고 있으나 천공후 케이싱 삽입시 까지 지반의 자립성이 약한 모래 또는 자갈을 함유한 지층에서는 충분한 심도까지 적용할 수 없는 취약성을 가지고 있다. 특히 기존정호에 대해서 적용하는 데는 한계가 있다. 정호 외부 그라우팅이 지반조건과 기술상의 문제로 충분한 효과를 나타내지 않을 경우 정호 내부에서 그라우팅이 필요하다. 상기 ②의 기술은 정호내부에서 대수층 구간을 제외한 충분한 하부 심도까지 시멘트밀크를 주입할 수 있으나 별도 기계장치 필요 및 재료의 특수성으로 경제성이 확보되지 못한 실정이다.

기존의 정호 설계도면 또는 시방서에는 정호 외부에서 오염물질 차단, 또는 온천수의 수온 증대를 목적으로 상부의 대수층 차단을 목적으로 내부케이싱(일반적으로 PVC재질) 및 스트레나를 설치후 여과재(모래 또는 자갈)를 내부케이싱과 지반사이에 공간에 필요한 심도까지 충진 후 시멘트밀크 등의 불투수성 재료로 그라우팅 하는 방법을 규정하고 있다. 그러나 실제로는 여과재의 공극이 크기 때문에 그라우팅 재료가 충진재로 유실되어 투수성을 급격하게 저하

시키게 된다. 이를 방지하기 위해 현장에서는 종이, 점토 등을 삽입하여 그라우팅 재료의 유실을 막는 경우가 있었다.

'Bentonite pellet을 이용한 정호내부 그라우팅' 기술을 적용할 경우 상기 ②의 기술과 같은 효과를 가지면서 부가적인 기계장치를 사용하지 않고 그라우팅 재료의 유입을 차단할 수 있다. bentonite pellet은 통상적으로 상용되는 powder 형태의 bentonite 생산과정의 반제품 또는 완전한 구형의 제품이 유통되고 있다. bentonite pellet은 여과재보다 입경이 크기 때문에 공극 내부로 침투되지만 즉시 침투되지 않으며, 물과의 반응에서 팽창되면서 투입량에 비례하여 층을 형성하게 된다. bentonite 층이 안정되면 그라우팅 재료를 주입하여도 bentonite층 하부로 유입되지 않는다.

야외에서 적용한 결과 bentonite Pellet은 약 20분 경과후부터 안정화되며, 24시간이상 경과후에는 완전한 효과를 나타낸다. 그러나 bentonite는 고결상태는 아니므로 안정후 인위적으로 교란시켜서는 안된다. Bentonite 층의 층후는 약2.0m 이상이 되도록 하였다. 이 결과는 해수유입 정호의 지표하 50.0m 심도에서 적용하였다.

본 기술이 일반화되기 위해서는 bentonite pellet이 안정화되는데 필요한 시간과 적절성 등에 대한 연구가 필요하다.

3. 결론

1) bentonite pellet을 이용한 정호 내부 그라우팅 기술은 기존의 정호그라우팅 방법을 대체 또는 보조할수 있는 간단하며, 경제적인 방법이다.

2) 본 기술은 지표로부터 오염물질 차단, 오염된 상부 지표수의 정호 내 유입차단, 온천수의 온도 확보를 위한 상부대수층 차단효과를 가지며, 개발중인 정호 뿐아니라 기존 정호시설에 대하여 적용할 수 있다.

3) 야외에서 적용하는 순서는 ①정호 굴착, ②내부케이싱(우물자재, 스트레나포함) 설치 ③여과재투입 ④bentonite pellet 투입 ⑤그라우팅재료 주입 순이다.

4. 참고문헌

1) 황한석 외, 지하수부존량조사, 1998, 창원시.