

연백지구에서 BZC200CA형시추기를 리용하여 지하초염수 취수추공을 완공하기 위한 한가지 방법

김룡흥, 리룡길

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 지적하시였다.

《지질탐사사업에서 주체를 철저히 세워야 우리에게 절실히 필요한 지하자원을 더 많이 찾아내고 그것을 효과적으로 리용하여 경제의 자립성을 더욱 강화할수 있습니다.》

(《김정일선집》 제14권 증보판 499~500페이지)

우리 나라 서해안일대에서 지하초염수자원을 효과적으로 개발리용하는데서 나서는 중요한 문제의 하나는 지역의 지질학적조건과 시추설비의 기술적특성에 맞게 지하초염수를 채취하기 위한 추공구조를 설계하고 합리적인 시추방법을 적용하는것이다. 최근 몇해동안 우리 나라 서해안의 귀성, 광량만지역들에서 여러가지 종류의 시추기들을 리용하여 비교적 얕은 깊이에 있는 지하초염수를 개발하기 위한 시추는 진행되었지만 함초염수층이 상대적으로 깊은 곳에 있는 경우 취수추공을 완공하기 위한 합리적인 방도에 대해서는 연구되지 못하였다.

우리는 연백지구의 지질조건과 시추기(《BZC200CA》)의 기술적특성을 고려하여 지하초염수 취수추공을 완공하기 위한 합리적인 시추방법에 대하여 연구하였다.

1. 연구지역의 간단한 지질

연구지역은 지체구조적으로 평남요곡지의 남서부에 위치한 연안—배천돌출대와 안악—신천돌출대의 남쪽끝부분에 놓여있다. 연구지역에는 주로 랑림층군의 편마암과 혼성암, 석회암들이 발달되어있고 제3기층은 봉대산주변의 일부 구역에 놓여있으며 제4기층은 연구지역 해안대의 전반에 넓게 분포되어있다.

일반적으로 해안대지하초염수자원은 제4기층이 두껍고 해침—해퇴퇴적구조를 갖춘 지역들에 주로 분포되어있다.[1, 3]

연백지구에서 진행한 시험시추에 의하여 확정된 제4기층의 자름면은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 제4기층은 자갈층을 기저로 하고 그위에 모래층과 점토층의 호층으로 이루어져있는데 기반암인 랑림층군의 편마암위에 부정합적으로 덮여있다. 지구물리탐사자료에 의하면 함초염수층은 기반암위에 놓여있는 조립모래 및 자갈층으로서 두께는 평균 15m이며 다른 지역들에 비하여 비교적 깊은 위치에 놓여있다.

자름면	두께/m	지층
	1	표토
	5	점토
	4	조립모래, 자갈
	3	점토
	2	분사질모래
	15	조립모래, 자갈
		편마암

그림 1. 제4기층의 자름면

2. 취수추공구조설계

추공구조를 어떻게 설계하는가 하는것은 추공굴진속도를 높이고 추공건설원가를 낮추는데서 중요한 의의를 가진다.[2] 일반적으로 추공구조는 추공의 목적을 실현할수 있게 구조가 간단하면서도 시추속도를 높이고 시추원가를 줄일수 있도록 설계하여야 한다.

연구지역에서 지하초염수를 취수하기 위하여서는 비닐보벽관을 평균 30m 깊이까지 안전하게 내려놓아야 한다. 이전에는 직경이 159mm인 강철보벽관을 기반암까지 내린 다음 비닐보벽관을 그 안에 넣어 자기 위치까지 내리고 강철보벽관을 뽑아내는 방법을 리용하였다. 그러나 우리는 연구지역 제4기층의 지질학적특성과 시추기의 기술적특성을 고려하여 값비싼 강철보벽관을 리용하지 않는 수직취수추공구조를 설계하였다.(그림 2)

강철보벽관을 리용하지 않고 추공을 완공할수 있는 조건은 다음과 같다.

① 연구지역 제4기층이 무르기때문에 굴진하기 쉬운것이다.

② 연구지역 제4기층에 진흙과 감탕이 많이 포함되어있기때문에 일정한 점성을 가지는것이다. 즉 막장공구가 빠른 속도로 추공구간을 돌파하면 추공벽이 일정한 시간동안은 무너지지 않는다는것이다.

③ BZC200CA형시추기는 굴진속도가 빠르고 권양기의 견인능력이 매우 크며 막장공구를 통과하는 시추용액의 량을 쉽게 조절할수 있다는것이다.(표 1)

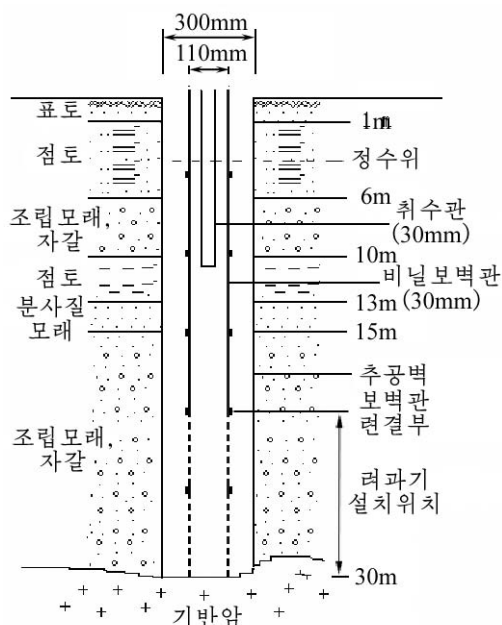


그림 2. 연구지역 취수추공구조

표 1. BZC200CA형시추기의 몇가지 기술적특성

지표	특성값
뚫음깊이/m	200
최대뚫음직경/mm	500
회전판회전속도/(r·min ⁻¹)	6.7, 10, 17, 43, 63, 108
주권양기최대당김력/kN	180
보조권양기최대당김력/kN	120
시추탐부재능력/kN	180
시추탐높이/mm	10 200
추관 주추관/mm	108×108×6 000
추관 주관/mm	89×10×4 500
류량/(L·min ⁻¹)	600, 850
압력/MPa	3, 2
흡수관직경/mm	127
배수관직경/mm	64

그림 2에서 보는바와 같이 취수추공의 깊이는 평균 30m이며 전구간을 직경이 300mm인 제4기층 전용추정으로 굴진한다. 그리고 길이가 5m이고 직경이 110mm인 6개의 비닐보벽관을 연결하여 기반암까지 내린다. 제일 밑에 놓이는 보벽관의 5~10m 구간에 러파기를 설치한다.

3. 취수추공완공방법

강철보벽관을 리용하는 회전진동식시추방법 이 방법은 지하수개발에서 일반적으로 리용하는 방법의 하나로서 우점은 비닐보벽관을 안전하게 필요한 깊이까지 내릴수 있다는것이다. 6개의 시험시추를 진행한데 의하면 이 방법의 부족점은 시공이 복잡하고 속도가 매우 느리며 값비싼 강철보벽관을 리용하는것이다. 또한 비닐보벽관을 내리는 동안에 강철보벽관이 감탕에 밀착되기때문에 비닐보벽관을 내린 후 강철보벽관을 끌어올리는것이 매우 힘든것이다. 그러므로 이 방법은 권양기의 견인능력이 약한 일반시추기들에서는 리용하기 힘들다. 특히 강철보벽관의 편결부나사홈이 파괴되는 경우에는 엄중한 사고를 일으킬수 있다.

강철보벽관을 쓰지 않는 회전식시추방법 이 방법의 기본내용은 굴진속도가 빠른 시추기의 성능을 리용하여 짧은 시간동안 추공구간을 돌파한 다음 추공벽이 붕괴되기 전에 비닐보벽관을 내려놓는것이다. 시추용액으로 바다물을 리용하는데 시추용액순환통로에 있는 발브를 리용하여 막장공구안으로 들어가는 용액의 량을 조절한다. 이 방법에서 중요한것은 추정직경을 합리적으로 설정하고 시추용액의 량을 잘 조절하는것이다. 그것은 시추용액의 량에 따라 추공벽의 붕괴정도와 붕괴시간이 결정되기때문이다. 추정의 직경과 시추용액의 량을 변화시키면서 시험시추를 진행한데 의하면 추정의 직경을 300mm로 하고 시추용액의 량을 200~250L/min정도로 하는것이 가장 합리적이다. 막장공구가 추공구간을 돌파한 후 일정한 시간이 지나 추공벽이 붕괴되면서 변화되는 추공직경은 표 2와 같다.

표 2. 시간에 따라 변화되는 추공직경

지층	지층두께/m	추공직경/mm				
		초기	10min 후	30min 후	60min 후	90min 후
표토층	1	310	310	310	305	300
점토층	5	300	280	240	200	120
조립질모래, 자갈층	4	320	290	260	230	210
점토층	3	300	260	210	140	100
분사질모래층	2	310	270	230	200	170
조립질모래, 자갈층	15	320	260	220	200	160

표 2에서 보는바와 같이 추공직경은 시간이 흐를수록 천천히 좁아지는데 점토층이 가장 무르기때문에 빨리 붕괴된다. 또한 심부에 놓이는 지층일수록 높은 압력을 받기때문에 빨리 붕괴된다. 그러므로 추공직경이 100mm이하로 되는 90min동안에 비닐보벽관을 내려놓아야 한다. 이 방법의 우점은 시공이 간단하고 속도가 빠르며 비닐보벽관을 안전하게 필요한 깊이까지 내리면서도 강철보벽관을 리용하지 않는것이다. 또한 권양기의 견인능력이 약한 일반시추기들에서도 이 방법을 적용할수 있다는것이다.

연구지역에서 강철보벽관을 쓰지 않는 회전식시추방법을 적용하여 16개의 시험시추를 진행한데 의하면 보통 1개 추공을 완성하는데 40min~1h정도 걸리며 성공확률은 90%이상이다.

맺는 말

연구지역의 지질학적조건과 시추설비의 기술적특성을 고려하여 합리적인 시추방법을 적용한다면 함초염수층이 비교적 깊은 곳에 있는 경우에도 강철보벽관을 리용하지 않고 취수추공을 짧은 시간동안에 완공할수 있다.

참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 59, 3, 152, 주체102(2013).
- [2] 김기목 등; 시추공정설계, 김책공업종합대학출판사, 26~28, 주체96(2007).
- [3] 赵娟 等; 海洋地质动态, 20, 5, 9, 2004.

주체103(2014)년 5월 5일 원고접수

**A Method to Complete Underground Brine Intake Boring using
the Drilling Machine Type “BZC200CA”
in the Yonbaek District**

Kim Ryong Hung, Ri Ryong Gil

We suggested a method to complete the underground brine intake boring by the reasonable adjustment of a diameter of the drilling bit and the quantity of drilling fluid without using the steel casing.

If we apply suitable drilling method considering the technical properties of drilling machine and the geological condition of the district, we can complete the underground brine intake boring in a short time, though there is relatively a brine layer in the deep location.

Key words: underground brine, boring, drilling machine