

수자원-P1 창원시 대산면 강변여과수 취수지역의 수리적 특성

함세영*, 이효민, 김광성, 정재열, 우윤정, 오윤영, 김형수¹
부산대학교 지질학과, ¹한국수자원공사 수자원연구소

1. 서론

창원시에서는 낙동강물을 취수하여 정수처리한 후 수돗물로 이용하고 있다. 그러나 낙동강물이 상류로부터의 각종 오염원에 노출되어 그 오염정도가 갈수록 높아지고 있다. 따라서 창원시에서는 안정적인 수돗물 수질을 확보하기 위하여 낙동강물을 낙동강변의 사질층을 통과시켜 간접 취수하는 강변여과수 취수 방법을 도입하여 시행하고 있다. 강변여과수 취수 과정에서 오염물질과 부유물질 등은 강변의 사질층을 통과하면서 제거된다. 현재 창원시 대산면 갈전리지역에는 시험용 정수시설이 설치되어 2,000m³/day가 취수되고 있으며, 앞으로 1단계 상수도 확장공사 사업이 완료되면 취수량이 일일 60,000m³/day으로 늘어날 것이다.

본 연구는 창원시 대산면 갈전리의 강변여과수 취수지역의 수리적 특성을 규명하기 위하여 취수지역내에 있는 7개 취수정(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7호정)에 대해서(Fig. 1) 한 개 양정과 그 외 관측정들의 수위를 측정하여 투수관계수와 저류계수를 구하고, 취수정의 개별적인 수리적 특성과 취수정들간의 수리적 특성 차이를 알아내고자 하였다..

2. 연구지역의 지질

연구지역 일대의 지질은 하위로부터 중생대 백악기 유천층군의 화산암류(팔용산응회암, 주산안산암질암)를 기반암으로 하고, 이들 상위에 제 4기 충적층이 부정합으로 피복하고 있다(주식회사 삼중엔지니어링, 1999). 팔용산응회암은 일동, 상리, 상남, 죽동부락의 야산 일원에 분포되어 있으며, 주로 녹회색응회암으로 구성되어 있다. 풍화면은 백색을 띠며, 응회질이암, 세일, 이암 및 사암을 협재하고 있기도 한다. 응회암은 탈유리화된 유리질 암편 및 담회색 암편을 함유하는 니질의 기질 가운데 화산암류의 각상암편 또는 석영, 장석들이 들어 있다.

주산안산암질암은 안산암, 반암, 조면암질안산암을 포함하며, 연구지역의 외곽 산계에 비교적 광범위하게 분포하고 있다. 본 암은 암갈색 내지 암회색을 띠며, 장석, 각섬석 등의 반정을 함유하고 있다. 조직은 반상조직, Pilotaxitic조직, 조면질 조직 등 다양하게 나타나고 있다.

충적층은 사행하고 있는 낙동강 본류와 지류 변에 주로 분포하고 있으며, 범람원 기원의 하성층으로 대부분 모래, 자갈, 실트의 호층으로 구성되어 있다. 본 층은 상당한 폭과 두께를 갖고 있으며, 대부분 경작지로 이용되고 있다.

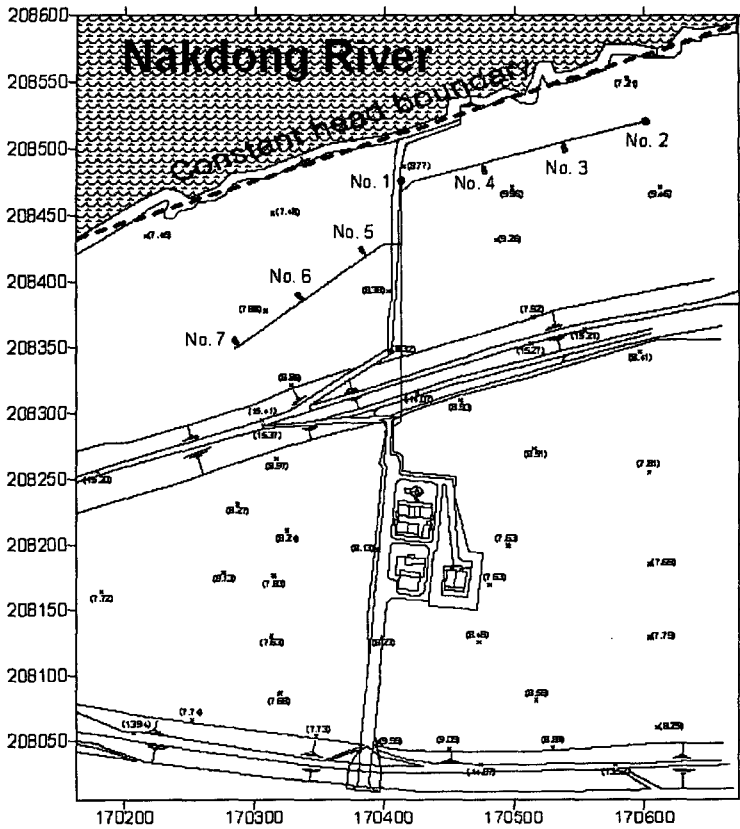


Fig. 3. Site of the study area.

갈층이 주대수층을 이루고 있다(주식회사 삼중엔지니어링, 1999). 3, 4, 5, 6, 7호정은 2000년에 개발되었으며(동아건설, 대덕공영, 2000), 각 취수정의 지하지질은 Table 1과 같다.

Table 1. Geology of the pumping wells.

Pumping well	Geology				
	Sandy layer(m)	Sandy Gravel layer(m)	Sandy later(m)	Weathered zone(m)	Total depth(m)
No.1	28.5	13.5	6.0	2.0	48.0
No.2	30.0	14.0			44.0
No.3	28.5	17.5		2.0	48.0
No.4	28.0	16.0		4.0	48.0
No.5	34.2	6.3		7.3	47.8
No.6	31.5	10.5		6.0	48.0
No.7	29.0	10.5		6.5	48.0

양수시험은 2002년 3월 28일에 실시되었다. 양수시험에서는 4호정을 양수정으로 하고

3. 양수시험분석

취수정(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7호정)은 낙동강으로부터 45 ~ 110m 떨어져 있다 (Fig. 1). 취수정의 지질은 상부에는 충적층이 아주 두껍게 분포하고 지하 약 48.5 ~ 54.0m 이하에서 기반암이 나타난다(주식회사 삼중엔지니어링, 1999). 시추암편에서 확인한 기반암은 중생대 백악기 유천층군에 속하는 팔용산용회암으로 판단된다(김남장, 이홍규, 1964).

1호정과 2호정의 인접부에 위치하는 시추공에 의하면, 본 역의 지하지질은 상부에서 하부로 모래층, 모래자갈층, 모래층 그리고 연암으로 구성되어 있다. 이 중에서 모래자

나머지 공들은 관측공으로 이용하였다. 양수량은 양수초기에 $104\text{m}^3/\text{hr}$ 였으나 양수시간이 경과하면서 양수량이 줄어 양수종료시인 43분에는 $93\text{m}^3/\text{hr}$ 였다.

본 연구지역은 하천에 인접하고 있으므로 양수시험분석을 위해서는 일정수두경계조건을 고려하여야 한다. 일반적으로 일정수두경계조건을 고려하기 위해서는 일정수두경계를 중심으로 경계의 반대편에 양수정과 동일한 거리에 주입정이 위치하는 영상정 방법을 적용한다(Charbeneau, 2000). 따라서, 본 연구지역에서도 영상정 방법을 적용하였다. 그리고 토출밸브를 완전히 열어 놓은 상태에서 측정하였으므로 시간에 따라 양정고가 낮아짐으로 양수량이 감소하는 것을 고려하기 위하여 단계적으로 양수량을 바꾸는 방식으로 양수 시험분석을 실시하였다.

이 지역의 대수층은 자유면대수층이므로 Newman(1975) 식을 이용하여 양수시험 분석을 실시하는 것이 원칙이나 본 지역에서는 대수층의 포화대 두께(38.8m)에 비해서 수위하강이 40cm 미만이고, 양수시간 30분 이내에 수위가 안정되므로 Theis 식을 적용하였다. 이때 대수층의 두께는 일정한 것으로 가정하였다. 본 지역에서 대수층의 두께는 모든 관측정(1, 2, 3, 5, 6, 7호정)의 안정수위와 대수층의 심도간의 거리의 평균값으로 하였다. 그리고 양수정(4호정)에는 Papadopoulos-Cooper(1967) 식을 적용하여 우물저장효과를 고려하였다.

양수시험분석결과 관측공 1, 2, 3, 5, 6, 7호정 중에서 5, 6, 7호정은 수위하강이 불규칙하여 분석에서 제외하고 1, 2, 3호정 자료만으로 투수량계수와 저류계수를 구하였다. 계산결과 1, 2, 3호정의 투수량계수와 저류계수는 각각 $6.29 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{sec}$ 와 6.41×10^{-4} , $1.25 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{sec}$ 와 7.17×10^{-4} , $5.55 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{sec}$ 와 5.24×10^{-4} 이다. 그리고 양수정(4호정)의 투수량계수와 저류계수는 각각 $8.63 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{sec}$ 와 1.23×10^{-6} 이다. 양수정의 저류계수는 우물저장효과뿐만 아니라 우물손실효과 그리고 유효반경의 불확실성으로 인하여 실제값보다 과소평가된 것으로 보인다. 양수시험결과로 볼 때 불과 60 ~ 70m 정도 떨어진 공들 간에서 수리상수값의 차이가 난다는 것은 본 지역의 퇴적층이 불균질하다는 것을 의미한다.

4. 결론

창원시 대산면 갈전리의 강변여과수 취수지역에서 양수시험을 실시하여 투수량계수와 저류계수를 구하였다. 투수량계수와 저류계수를 구하기 위해서는 낙동강을 일정수두경계로 하고 양수경과시간에 따른 양수량 변화도 고려하였다. 자유면대수층에는 원칙적으로 Neuman식이 적당하지만, 본 지역에서는 대수층의 두께에 비하여 수위하강이 작고 양수 경과 30분이내에 수위가 안정되므로 Theis 식을 적용하였다.

1, 2, 3호정의 투수량계수와 저류계수는 각각 $6.29 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{sec}$ 와 6.41×10^{-4} , $1.25 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{sec}$ 와 7.17×10^{-4} , $5.55 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{sec}$ 와 5.24×10^{-4} 이고, 양수정(4호정)의 투수량계수와 저류계수는 각각 $8.63 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{sec}$ 와 1.23×10^{-6} 이다. 이와 같이 서로 60 ~ 70m 정도 떨어진 공들 간에서 수리상수값의 차이가 난다는 것은 본 지역의 퇴적층이 불균질하다는 것을 의미한다.

사 사

본 연구는 21세기 프런티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 3-4-1)에 의해 수행되었다. 연구비를 지원해주신 프런티어 사업단과 현장 조사에 협조해주신 대산면 갈전리 강변여과수 취수장의 창원시 현장사업소 관계자께 감사드린다.

참 고 문 헌

- 김남장, 이흥규, 1964, 한국지질도 영산도폭(1:50,000), 국립지질조사소, 31p.
- 동아건설, 대덕공영, 2000, 읍면지역 상수도(대산정수장계통) 취수정 설치공사 보고서, 28p.
- 주식회사 삼중엔지니어링, 1999, 창원시 대산면 상수도 취수정 설치공사 지하수영향조사 보고서, 71p.
- Charbeneau, R. J., 2000, Groundwater Hydraulics and Pollutant Transport, Prentice Hall, 593p.
- Newman, S. P., 1975, Analysis of pumping test data from anisotropic unconfined aquifers considering delayed gravity response, Water Resources Research, 11, 329-342.
- Papadopoulos, I. S. and Cooper, H. H., 1967, Drawdown in a well of large diameter, Water Resources Research, 3(1), 241-244.