

서해안 ○○매립지역에서의 조석에 의한 지하수 유향의 변화 해석.

오삼주*¹, 서기황¹, 송무영¹, 진병택²

¹충남대학교 지질환경학과 (ssams78@cnu.ac.kr)

²노두지반 기술사사무소

주요어 : 매립지, flowmeter, 조석, 해성퇴적층, 풍화대층

1. 서론

본 연구지역인 ○○매립지는 약 15m의 해양점으로 덮여진 간척지였으며, 서해에 의한 조수간만의 차가 심한 지역으로서 조석의 영향을 크게는 9m 이상 받는 지역이다 (김윤영 등, 2003).

조석에 의한 영향으로 내륙지역 및 해안지역에서 지하수위의 변화에 대한 연구가 시행되었으며, 지하수위 관측자료를 분석하여 조석에 의한 영향을 확인하였다. 대수층은 강우, 증발산, 대기압, 조석 그리고 양수 등 자연 및 인위적인 조건 변화에 반응하며, 지하수위 변화양상은 자연 및 인위적 조건 변화에 대한 대수층의 반응 결과로 볼 수 있다. 이 중에서 조석에 의한 지하수위 변화는 해안지역뿐만 아니라 내륙지역에서도 자주 관찰되는 특징들 중의 하나로 잘 알려져 있다(이봉주 등, 2004).

2. 연구방법

대수층의 수리적 특성은 일반적으로 추적자시험이나 impeller 방식의 flowmeter를 이용하여 분석되어 왔다. 그러나 추적자시험은 구간별로 packer를 설치해야 하는 불편함이 있고, impeller 방식의 flowmeter는 2~10ft/min 정도의 비교적 빠른 유속을 측정하는데 유용하지만, 수평 흐름을 측정하는데는 어려움이 있다(김구영 등, 2005). 열추적을 이용하는 기술 외에도 전자기 방법을 이용하는 유향 유속기도 발표된 바 있다(Molz and Young, 1993). 본 연구는 heat-pulse 방식의 수평 유향, 유속검층을 이용하여 매

립지 내 해성퇴적층과 풍화대에서의 지하수의 유향과 유속을 측정하여 각 지점에서의 지하수의 유동특성을 알아보고, 조석에 의한 지하수 흐름의 변화를 살펴보았다.

2. 본론

본 연구지역인 서해안 일대 ○○매립지에 15지점을 선정하여 시험시추공을 시추하였다. 각 시험시추공마다 상부 해성퇴적층과 하부 풍화대층에서 지하수 유향유속을 측정하였다. 연구지역의 지하수의 흐름방향은 자북을 기준으로 220~270° 방향이 주를 이루며, 평균유속은 9.3ft/day로 나타난다. Fig. 1.은 flowmeter로 측정된 지하수의 유향 유속을 지형고도자료(DEM, Digital Elevation Method)에 도시한 것이다. 각 측정 지점마다 상부와 하부의 두가지 자료가 있으며, 상하부의 유향이 유사한 시험시추공(4, 5, 6, 10, 12, 15)과 다른 시험시추공(1, 2, 3, 7, 8, 13)으로 구분된다. 즉, 같은 위치라 하더라도 각 측정 지점마다의 지형, 지질적 요인에 의해서 지하수의 유향 유속이 다르게 나타난다. Fig. 2는 각 암종별로 지하수의 유향유속 측정 데이터 분석의 결과이다.

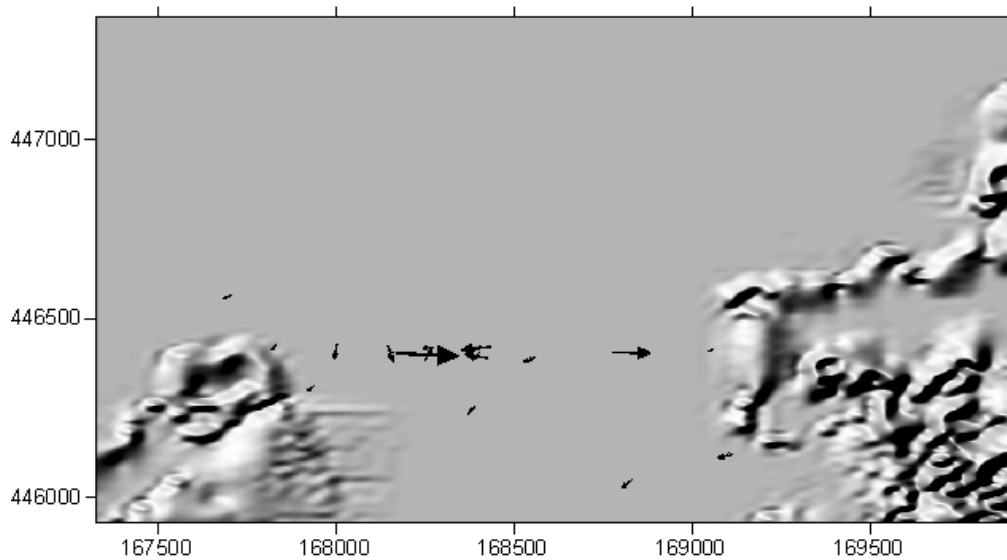


Fig. 1. Direction of the groundwater flow measured by flowmeter logging.

구분	항 목	범 위	평 균	Rose Diagram
전 체	Depth (Gl.-m)	3 ~ 18.0		
	Flow Rate (ft/day)	0.5 ~ 41.1	9.3	
	Flow Rate (cm/sec)	1.50E-02 ~ 1.80E-04	3.30E-03	
	Flow Angle (Degree)	28.5 ~ 301.5	주방향 : 245	
해 성 퇴 적 층	Depth (Gl.-m)	3 ~ 12.0		
	Flow Rate (ft/day)	0.6 ~ 23.0	7.6	
	Flow Rate (cm/sec)	8.11E-03 ~ 2.12E-04	2.69E-03	
	Flow Angle (Degree)	44.0 ~ 280.4	주방향 : 250	
풍 화 토 층	Depth (Gl.-m)	6.5 ~ 18.5		
	Flow Rate (ft/day)	0.5 ~ 41.1	8.6	
	Flow Rate (cm/sec)	1.45E-02 ~ 1.76E-04	3.03E-03	
	Flow Angle (Degree)	28.5 ~ 301.8	주방향 : 220	
풍 화 암	Depth (Gl.-m)	6.7 ~ 23.0		
	Flow Rate (ft/day)	0.7 ~ 3.08	1.30	
	Flow Rate (cm/sec)	3.56E-03 ~ 8.11E-04	1.50E-03	
	Flow Angle (Degree)	220.4 ~ 281.2	주방향 : 240	

Fig. 2. Result of the flowmeter logging.

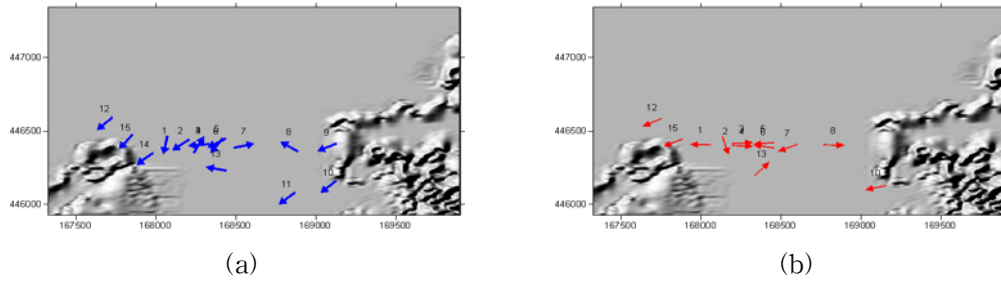


Fig. 3. Direction of the groundwater flow in the weathered zone(a) and marine deposits(b).

Fig. 3. 는 하부 풍화대층(a)과 상부 해성퇴적층(b)의 지하수의 유향을 분리하여 나타낸 것이다. 하부 풍화대층은 지하수의 유향이 대체적으로 고지대에서 저지대인 육지에서 바다쪽으로 흐르고 있음을 알 수 있다. 이는 연구지역의 광역선구조 분석 결과인 N32E~N45E의 범위와 유사함을 알 수 있다. 상부 해성퇴적층은 지하수의 유향이 일정하지 않고 E 또는 W 방향으로 대변된다. 이는 연구지역내 상부 해성퇴적층에서의 지하수의 유동이 조석에 영향을 받고 있다는 것을 암시한다.

조석에 의한 지하수의 유향의 변화를 알아보기 위하여 3개의 시험시추공(1, 8, 13 지점)을 선정 24시간 측정을 실시하였다. 13번 지점에서는 상부 해성퇴적층(심도 12m)과 하부 풍화대층(심도 23m)을 측정하였다. 하부 풍화대층에서의 지하수 유향은 242.7~272.6°의 범위이며, 유속은 2.7~5.1fit/day의 범위이다. 하부 풍화대층에서는 조석에 의한 지하수의 유향의 변화를 찾을 수 없다. 상부 해성퇴적층에서의 지하수의 유향은 67~349°이며, 유속은 0.9~8.2fit/day의 범위이다. 상부 해성퇴적층에서는 조석과 지하수의 유향이 역의 상관관계를 보이고 있다. 상관성 분석결과 상관식은 $y=-1.9165x+43.468$ (y는 해수면 높이, x는 지하수 유향), 상관계수는 0.4483으로 나타난다.

8번 지점에서는 상부 해성퇴적층(심도 5.5m)에서 24시간 지하수의 유향을 측정하였다. 지하수의 유향은 89.4~99.7°이며, 유속은 2.7~3.3fit/day의 범위이다. 8번 지점에서는 조석에 의한 지하수 유향의 변화를 찾을 수 없다.

1번 지점에서는 상부 해성퇴적층(심도 5.5m)에서 24시간 지하수의 유향을 측정하였다. 지하수의 유향은 92~305°이며, 유속은 3.4~4.5fit/day의 범위이다. 13번 지점의 상부 해성퇴적층과 마찬가지로 조석에 의한 지하수 유향의 변화가 보이며, 역의 상관관계를 가지고 있다. 상관성 분석결과 상관식은 $y=-2.4703x+1005.1$ (y는 해수면 높이, x

는 지하수 유향), 상관계수는 0.6136으로 나타난다.

3. 결론

본 연구는 서해안 일대 ○○매립장에서의 조석에 의한 지하수의 유향변화를 알아보았다. 연구지역내 15개의 지점을 선정하여 지하수 유향유속을 상부 해성퇴적층과 하부 풍화대층을 구분하여 측정하였다. 측정결과 하부 풍화대층의 지하수의 유동은 연구지역내 광역 선구조인 N45E의 범위와 유사하게 나타나며, 시간에 따라 지하수 유향의 변화가 없다. 즉, 연구지역 일대의 조석이 지하수 유향에 영향을 끼치지 않고, 지질학적인 요인에 의해서 지하수의 유향이 결정된다. 상부 해성퇴적층에서는 각 측정 지점마다 지하수 유향의 변화가 보이며, 조석과의 영향을 확인하기 위하여 24시간 측정을 실시한 결과 1번 지점과 13번 지점에서 지하수 유향이 조석과 역의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 상관식은 각각 $y=-1.9165x+43.468$, $y=-2.4703x+1005.1$ (y 는 해수면 높이, x 는 지하수 유향)이며, 상관계수는 각각 0.4483, 0.6136으로 나타났다. 반면 8번 지점에서는 조석에 의한 지하수 유향의 변화가 없는 것으로 나타났다.

참고문헌

김윤영, 이기철, 정형재, 2003, 서해안(화성시)에서 조석영향을 이용한 대수층의 수리 지질학적 특성 연구, 지질학회지 제 39권 제 3호, p. 385~390.

이봉주, 고기원, 문상호, 박윤석, 임무택, 2004, 지하수위 조석 변동 특성에 근거한 해수유입 진단, 지질학회지 제 40권 제 1호, p. 53~64.

김구영, 성현정, 김태희, 박기화, 박윤석, 고기원, 박원배, 우남철, 2005, 제주도 동부 해안대수층에서의 수평 유향 유속 검증자료 해석, 한국지하수토양환경학회 춘계학술발표회.

Molz, F.J., and Young, S.C., 1993. Development and application of borehole flowmeters for environmental assessment : The Log Analyst, v.34, n.1, p.13~23