

초정밀 지하수위 측정용 센서 개발에 관한 연구(II)

이부용, 박병윤

대구효성가톨릭대학교 환경과학과

1. 서론

지하수 관리의 항목은 지하수위, 수온, 전기전도도, pH를 조사하게 되어있다. 이들 요소 중 지하수위는 지하수 양수량을 결정하는 중요한 측정 항목이다. 그리고 강수량과 연계하여 지하수위 변동을 조사하여 지하수의 특성을 파악하는데 중요한 역할을 한다. 따라서 그 측정에 있어서 높은 정확성이 요구된다. 그러나 현재 수위 변화를 측정하는 대부분의 센서는 대기압 보정을 필요로 하는 압력식 센서이다. 장기간 관측시에는 보정을 하여 사용해야 하는 불편함이 따른다. 그리고 자연수위가 깊은 관정인 경우 센서선의 무게만도 40kg이 넘어 설치 및 관리에 불편함이 매우 많았다.

본 연구에서는 지하수의 관리의 중요 항목인 지하수위를 대기압 보정없이 측정을 할 수 있는 심정용 지하수위 측정용 센서를 개발하며, 센서의 제작에서도 국산화를 달성하는 것이다. 측정에 있어서도 기존의 센서 보다 더 정밀한 정확도 0.1%이하(10m 수위 변동측정에 $\pm 0.5\text{cm}$ 이하의 오차)가 되는 초정밀 센서를 개발하여 실험실 검정과 야외에서의 비교관측을 실시하는데 그 목적이 있다.

2. 기존의 측정 방법

지하수위 측정은 지표면으로부터 지하수면까지의 거리를 측정하는 것으로 얇은 것은 수십미터에서 깊은 것은 사오백미터에 달한다. 이러한 수위의 측정법에는 여러 가지가 사용되고 있는데 보편적으로 많이 사용되고 있는 방법들은 다음과 같다.

2.1 압력 방식

지하수위 변동에 따른 수압의 변동을 측정하여 그 측정 값을 수위의 값으로 환산하여 지하수위를 측정하는 방식이다. 현재 이 방식이 세계적으로 가장 많이 사용되고 있으며, 우리나라에서도 가장 많이 사용되고 있는 보편적인 측정 방식이다. 그러나 이 측정 방식은 대기압의 영향을 받을 수 있어 정확한 측정에는 대기압 보정부가 별도로 부착되어야 하는 문제점이 있다.

2.2 플로트 방식

지하수면의 상승과 하강에 따라 움직일 수 있는 부력체를 가르다란 줄로 연결하여 수위의 변화에 따라 부력체가 같이 움직일수 있게하여 줄의 움직임으로부터 수위의 변동을 측정하는 방식이다. 이 방식은 압력식이 개발되기 이전에 많이 사용된 측정방식이며, 지금은 절대 수위 측정이 요구되는 하천에 주로 많이 사용하고 있다. 대기압의 영향은 없으나 설치 및 운영에 다소 어려움이 있다.

2.3 기포 방식

직경이 작은 관을 지하수 내부에 넣고 이 관의 한쪽 끝에서 압축공기를 불어넣어 압축공기의 압력과 수압이 평형을 이루는 압력값을 구하여 이 값으로부터 지하수위를 측정하는 방식이다. 일부의 지하수와 하천수에 사용하고 있으나 구조가 복잡하여 널리 사용되지는 않고 있다.

2.4 초음파 방식

소리가 전달되는 속도를 이용하여 측정하는 방식으로 100미터이내의 비교적 얇은 관정에 사용을 하고 있으며, 대기압과 온도의 영향을 보정하게 되어 있다. 이 방식은 위의 측정법과는 달리 센서와 물이 서로 접촉하지 않는 것이 특징이다.

3. 새로운 수위 측정 방식과 비교관측

3.1 새로운 측정 방식

새로운 측정 방식은 기존 압력센서의 문제점인 대기압의 영향과 수면에서의 충격으로부터 센서 수명 단축의 문제점을 개선한 것이다. 측정방법은 수면에 잠긴 부력체의 부력 변화량을 측정하여 이 값으로부터 수위 변화량을 측정하는 방식으로 현재 한국, 일본, 미국에 특허 출원중이다.

3.2 실내의 검정자료

30미터의 수위 변동을 측정할 수 있는 센서를 제작하여 실내에서 전구간의 보정을 할 수가 없어 0에서 90cm까지의 범위에 걸쳐 검정하였다. 횟수는 5회며 1회 검정에는 약 2시간이 소요되었다. 측정자료를 표 1에 나타내었다.

보정 구간 90cm 구간내에서는 $\pm 0.5\text{cm}$ 이하의 아주 정확한 측정값이 나왔으며, 5회 측정값의 평균에서는 $\pm 0.2\text{cm}$ 이하의 더욱더 정확한 값이 되었다. 실내 검정을 통하여 본 센서의 사용에 문제점이 없는 것으로 밝혀졌다.

본 센서의 출력신호의 측정에는 Campbell 21X Datalogger를 사용하여 측정하였다.

3.3 비교관측

비교관측은 98년 5월 11일부터 6월 10일 까지 약 1달간 하천(공번 : D-31)에서 관측을 하였다. 이곳은 해안가와 인접하여 조석의 영향이 있는 곳이다.

제작된 센서의 비교관측결과 기존의 압력식 수위 센서와 잘 일치하였으나, 일부의 구간에서는 변동의 폭에 차이가 있었다. 그러나 그 차이는 대기압의 변동이 압력식 수위 측정센서에 영향을 준 것으로 사료는 되나 이 문제에 대해서는 지속적인 연구가 필요하며 추후 로 꼭 풀어야 할 과제로 생각된다.

표 1. 센서의 실내 검정 자료.

참값(cm)	1차 (cm)	2차 (cm)	3차 (cm)	4차 (cm)	5차 (cm)	평균(cm)
10	10.1	9.8	9.8	10.3	10.0	10.0
20	19.8	19.9	19.9	20.1	19.7	19.9
30	29.9	29.9	29.9	29.8	29.8	29.9
40	39.7	39.9	39.7	40.5	40.1	40.0
50	50.0	49.7	50.0	50.0	49.9	49.9
60	60.1	59.8	59.8	60.0	60.3	60.0
70	70.2	70.1	70.2	70.4	70.1	70.2
80	79.9	79.6	80.0	80.2	80.1	79.9
90	89.9	89.6	89.6	90.5	90.2	90.0

참 고 문 헌

- 이부용, 박병윤, 0.1mm급 우량계 개발에 관한 연구, 대구효성가톨릭대학교
 응용과학논문집, 5, 93-97, 1997.
 이성철, 정밀계측공학, 동명사, 362-367, 1995.
 Robert,G.S., Instrumentation, Levis Publishers, 1989.