

LED를 이용한 수위측정장치 개발

Invention of Water level gage using Light Emitting Diode(LED)

김동구*, 김 원**, 이찬주***

Dong Gu Kim, Won Kim, Chan Joo Lee

요 지

우리나라 수위관측소에 설치되어 있는 수위표는 야간 시인성 부족으로 야간이나 우천시 수위관측을 수행하는데 있어 많은 어려움이 있다. 특히 유량측정 전후 수위관측이 반드시 필요하지만 야간일 경우 눈으로 확인하는 것이 쉽지 않다. 야간 수위관측시 시인성을 높이기 위해 일부 관측소에서 야광도료를 이용하거나 빛의 반사효과를 높인 수위표를 설치하는 등의 노력을 하고 있으나 그 효과는 크지 않다.

이에 본 연구에서는 야간 수위관측시 수위 식별이 어려운 문제를 해결하기 위해 첨단 소자인 LED(Light Emitting Diode)를 이용한 수위표를 개발하고 동시에 전류식 수위센서를 이용하여 자동 수위측정이 가능한 수위표를 개발하였다. 이는 기존의 눈으로 확인하는 수위표와 로거에 저장되는 수위측정장치를 하나로 통합한 것이며 주야간을 가리지 않는 탁월한 시인성과 정확한 수위측정 및 수위자료의 저장이 특징이다. LED는 최근 각광받고 있는 첨단 소자로서 각종 전광판 등에 다양하게 활용되고 있으며 전력을 크게 소비하지 않는 것이 특징이다. 또한 전기장치를 수중에 설치하는 것이므로 방수를 위해 실리콘을 이용하여 완벽 방수구조를 갖추었으며 홍수시 하천 유하물에 의한 파손을 방지하기 위해 내구성을 갖춘 구조로 설계 제작하였다.

LED를 이용한 수위표는 야간이나 홍수시 수위관측을 수행할 때 많은 장점이 있을 것으로 판단되며 저전력 구조로 상용전원을 이용할 수 없는 위치에서 태양열 전지판을 이용한 배터리 기반 시스템으로 구성할 수 있으므로 측정의 정확도, 활용도 측면뿐만 아니라 설치의 편리성 문제도 큰 장점을 가질 것으로 판단된다.

핵심용어 : LED(Light Emitting Diode), 수위표, 야간 수위관측

1. 서 론

LED 수위표는 기존 수위표의 야간 시인성 부족과 수위값 읽음의 오차를 줄이기 위해 수위표에 LED(Light Emitting Diode)를 부착하여 만든 새로운 개념의 수위표이다. 기존 수위표의 경우 눈으로 수위표의 눈금을 파악할 수 없는 야간이나 우천시 또는 수위 급변시 사실상 관측이 불가능하였다. 특히 홍수기 현장에서 유량측정을 수행할 경우, 수시로 변하는 수위를 바로 눈으로 관측해야 하는 기존 수위표는 활용이 거의 불가능하였다. 이런 면에서 평균 수위를 디스플레이 해줄 수 있는 LED를 이용한 수위표가 활용성이 높을 것이라 판단된다.

본 연구는 저전력의 LED 수위표 개발을 목표로 한다. LED 자체 전력 소비가 크지 않은 관계로 태양전지에 의한 충전으로 작동이 가능할 정도로 전력 소비가 크지 않다. 그러나 추후 수위표 부근의 결빙을 방지하기 위해 열선을 설치할 경우 상용전원의 필요성이 존재한다.

* 정회원 · 한국건설기술연구원 하천해안항만연구실 연구원 · E-mail : kimdg@kict.re.kr
** 정회원 · 한국건설기술연구원 하천해안항만연구실 책임연구원 · E-mail : wonkim@kict.re.kr
*** 정회원 · 한국건설기술연구원 하천해안항만연구실 연구원 · E-mail : c0gnitum@kict.re.kr

본 연구는 개념 자체가 복잡하지 않고 단지 LED를 이용하기 위한 전기적인 회로만 추가하여 수위표를 제작하기 때문에 매우 간단하게 시스템을 구성할 수 있다. 다만 전기장치를 물속에 장기간 설치해야 하므로 방수처리에 신경을 써야 한다.

2. LED 수위표 시스템 구성 및 특징

LED 수위표는 기존 수위관측 목자판의 규격을 그대로 이용하면서 눈금 부분과 숫자 부분을 발광되는 LED로 구성하여 수위에 따라 LED가 부분 발광 하게 하여 시인성을 높인 개발품이다. 그림 1과 같이 LED 수위표는 1m 길이를 기본 모듈로 제작하여 원하는 길이만큼 붙여서 사용할 수 있도록 구성하였다. 내부에 마이크로 프로세서를 장착하여 정확한 수위 인식, 평균 수위 계산, 디스플레이 등의 기능을 수행할 수 있고 프로그래밍도 가능하게 되도록 하였다. 전원은 기본적으로 태양전지를 이용하도록 하였으며 시스템 자체의 전력 소비가 크지 않은 관계로 상용전원을 이용할 경우 비용은 매우 적게 발생할 것이다.

다음은 시스템의 구성을 세부적으로 설명한다. 그림 1과 같이 크게 네 부분으로 나누어져 있는데 수위표 부분, 주 제어부, 전원부, 디스플레이부 순이다.

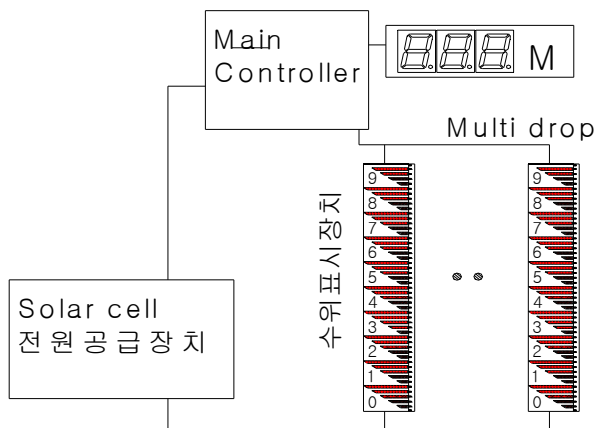


그림 1. 시스템 개략 구성도

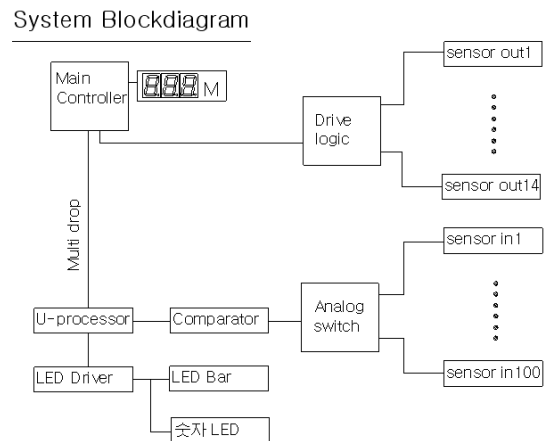


그림 2. 시스템 제작을 위한 다이어그램

표 1. 시스템 기능에 따른 성능 평가

기능	평가 기준	결과
LED 발광	주야간 LED 발광에 의한 가시거리	주야간 가시거리 20m
수위자동인식	수위 변화에 따른 인식	해상도 1cm, 수위 급변시 이전 10분 측정 평균값 표시 가능 마이크로프로세서를 이용한 다양한 프로그래밍 가능
방수 기능	전기장치 보호를 위한 완전 방수	실리콘에 의한 전자기판 1차 방수, 외부 몰딩에 의한 2차 방수로 구성
내구성	하천 유해물 충돌에 대한 내구성 온도 변화에 따른 내구성	수위표 전면을 내충격성, 내열성, 내한성이 강한 PC(Poly carbonate)로 제작
저전력 구조	사용 최대 전력(결빙방지 장치 미부착시)	소비 전력 10W이하(모듈 1기)

3. 시스템의 현장 적용

개발된 LED 수위표의 적용성을 평가하기 위해 3개 지점에 설치하였다. 괴산 시험하천의 2개소와 안양천 신정수위관측소에 설치하여 수위를 정기적으로 비교하면서 평가하고자 하였다. LED 수위표를 시험 설치한 현장의 현황은 표 2와 같다.

표 2. 현장 설치 현황

	지점명	위치	측정방식	부착형식	하천 조건	측정 개시
1	수전교 (괴산)	충북 괴산 칠성 외사 (달천 괴산댐 하류)	수직측정	교각 부착	주기적인 댐방류가 있는 조절하천	2008년 8월
2	대수보	충북 괴산 칠성 송동리 (달천 괴산댐 하류)	경사측정	제방 부착	주기적인 댐방류가 있는 조절하천	2008년 11월
3	오금교 (신정)	서울 양천 신정동 (안양천)	수직측정	교각 부착	평저수기 안정된 도시하천	2009년 2월

특히 달천 대수보 지점은 LED 수위표를 경사식으로 설치하여 측정의 적용성을 평가해 보았다. 수위표의 경사식 설치는 수위측정의 민감도를 증가시켜 보다 정확한 수위측정이 이루어질 것으로 판단된다. 안양천의 신정관측소와 비교하기 위해 오금교 교각에 설치한 LED 수위표는 교각과 기초에 걸쳐 수위표를 설치할 경우를 고려하여 2단으로 분리하여 설치 운영하여 보았다.

4. 현장 적용 결과 분석

4.1 달천 수전교(괴산) 지점

달천 수전교 지점은 괴산 시험하천을 운영하면서 다수의 수위계가 설치되어 있는 곳으로 한강홍수통제소의 괴산수위관측소 지점이다. 기존 압력식, 기포식 수위계를 비롯하여 영상수위계도 설치되어 있어 수위 자료의 다양한 비교가 가능하다. 이 지점은 거의 매일 발전방류가 이루어지는 하천으로 수위곡선의 상승과 하강시 LED 수위표의 수위측정 반응을 판단하기 좋은 지점이다. 본 지점에 설치한 LED 수위표는 1m 모듈을 기본으로 총 5개 모듈로 5m 높이로 설치하였다.

그림 3에서 보듯이 다수의 비교 수위계가 설치된 위치에 LED 수위표를 추가로 설치하였으며 현재 수위를 알리기 위한 전광판도 추가로 설치하였다. 수위 알림판은 최대 100m 지점에서 식별이 가능한 크기로 제작하였으며 전광판 추가로 인한 전력 공급을 위해 상용전원을 이용하고 있다. LED 수위표의 기본 설계에



그림 3. 교각의 LED수위표와 교량 난간의 수위알림판

서는 수위알림판 없이 태양전지판을 이용한 전원공급으로 수위표시와 측정이 가능하도록 하였다. 따라서 상용전원 공급이 어려운 위치에서는 태양전지를 이용하도록 할 계획이다.

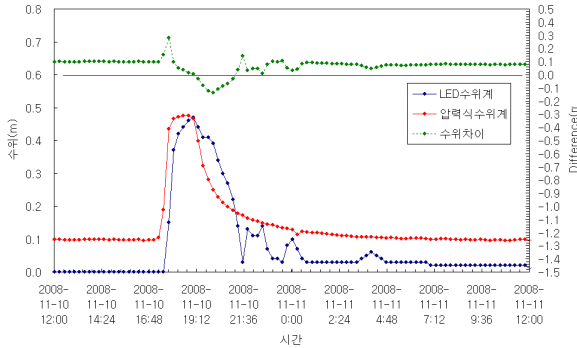


그림 4. 수전교 LED 수위표와 압력식 수위계 비교(단기 비교)

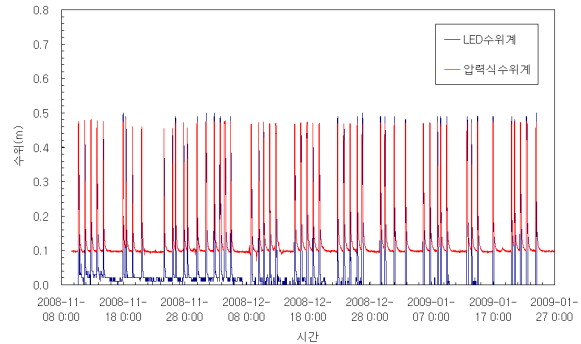


그림 5. 수전교 LED 수위표와 압력식 수위계 비교(장기 비교)

수전교의 LED 수위표의 경우 2008년 8월부터 설치하여 가동되기 시작하였으며 한차례 홍수기 수위를 측정하였지만 현장설치 초기의 측정 준비 미비와 프로그램 세팅 오류로 인해 측정 자료의 질이 크게 좋지 않았다. 하지만 이후 2009년 1월까지 그림 5에서 보듯이 LED 수위표의 측정 상태는 매우 양호한 것으로 판단되며 측정지점 상류에 건설된 돌보에 의해 댐방류가 없을 시 하천의 유량이 매우 적어져 설치 초기인 8월보다 12월초의 경우 최저 수위가 많이 내려가 수위가 0(zero) 이하로 내려가는 현상을 보이고 있다. 또한 그림 5의 수위 비교시 기저 수위를 맞추어도 수위차가 발생하는 이유는 LED 수위표와 비교되는 압력식 수위계의 위치가 교각을 중심으로 좌우에 배치되어 저수위의 경우 심각한 흐름의 단이 발생하고 있기 때문이다.

4.2 달천 대수보 지점

LED 수위표의 활용성과 정확도를 높이기 위해 기존 수직식 수위측정형식을 탈피하여 경사식으로 수위측정장치를 설치하여 보았다. 경사식 수위측정은 수위측정의 민감도를 향상시키기 때문에 보다 높은 정확도를 보장할 수 있다.

경사식으로 설치된 LED 수위표의 경사는 약 45도로써 근처에 설치된 기포식 수위계와 비교하기 위해 $\cos 45^\circ$ 를 곱하여 수위값을 변환한 후 비교하여야 한다. 그림 6은 경사식 영상 수위계와 나란히 설치된 LED 수위표를 보여주는 것으로 1m 모듈 5개를 이용한 총 5m 길이로 설치되었다. 이는 수직식 수위계로 변환하면 약 3.53m 높이까지 측정할 수 있는 길이이다.



그림 6. 제방 경사면에 설치된 LED 수위표(왼쪽)

4.1 안양천 오금교(신정) 지점

안양천 오금교 지점의 LED 수위표는 평저수기 안정된 흐름을 보이고 홍수기 급격한 수위 상승이 나타나는 도시하천의 특성을 가지는 지점에 설치된 수위측정장치이다. 특히 이 지점은 한강 홍수통제소의 신정수위관측소가 우안에 수위탑형식으로 설치된 장소로 신정관측소의 수위와 하천 중앙의 교각에 설치된 LED 수위표와 위치에 따른 수위차가 발생할 수 있을 것으로 예견되는 지점이다.



**그림 7. 기초와 교각에 분리하여
설치한 LED 수위표**

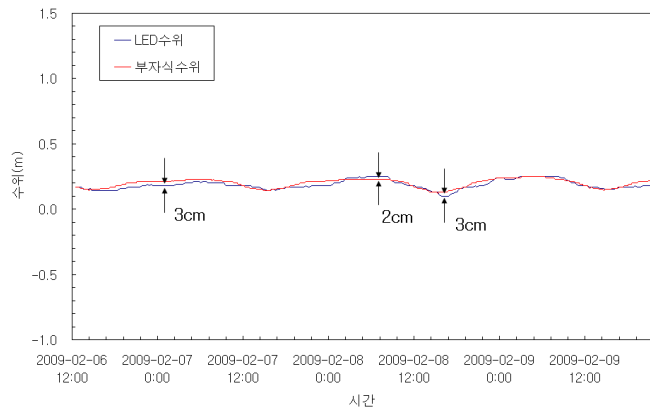


그림 8. 오금교 LED 수위표 비교

안양천은 평저수기 흐름이 안정된 도시하천으로 LED 수위표에서 측정되는 수위 상승과 하강이 자주 발생하지 않아 측정의 세밀한 비교가 힘들지만 장기적인 수위측정의 안정성을 판단하는데 의미가 있다. 그림 8에서 보면 측정자료의 시간이 길지 않아 장기적인 판단은 힘들지만 신정수위관측소의 부자식 수위와 LED 수위를 비교하여 보았다. 앞서 언급하였듯이 수위측정의 위치에 따른 오차를 감안한다면 LED 수위의 측정 결과는 상당히 양호한 상태임을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 LED 수위표의 개발과 현장 적용을 통해 LED 수위표의 현장 적용성을 보여주 고자 하였다. 아직 개발과정이라 미흡한 부분이 발견되지만 수정보완을 거듭하는 현장 테스트를 통한 최종 개발이 완료되면 양질의 수위자료를 현장에서 바로 얻을 수 있는 시스템이 될 것으로 판단된다. 또한 홍수 재해 경보를 위한 수위 알림판도 적절한 기능을 할 것으로 기대된다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원 (2-1-3)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 과학교육부 (2008). “지표수조사기술 실용화(3단계 2차년도 중간보고서).”