

# 부자식 수위계 이동형 교정시스템 개발

홍성택\* · 김일한\* · 최종웅\* · 신강욱\*

\*한국수자원공사

## Development of Float Water Level Meter Portable Calibration System

Sung-taek Hong\* · Il-han Kim\* · Jong-woong Choi\* · Gang-wook Shin\*

\*K-water

E-mail : sthong@kwater.or.kr

### 요 약

장마 및 태풍, 집중호우 등 다량의 강우발생시 댐 및 하천의 수위 관측은 국민의 생명 및 재산과 직접 연관되는 상황으로 안전재난 대비를 위해서는 안정적인 실시간 수위 데이터 확보와 신뢰성 있는 데이터는 과학적이고 신뢰성 있는 수자원 관리를 위한 필요충분 요소이다. 그러나 현재 운영되고 있는 댐이나 하천 상하류의 수위계는 신뢰성 확보를 위하여 현장에서 검정 및 교정이나 보정 등이 쉽지 않은 실정이다.

K-water연구원에서는 길이분야인 수위계에 대한 국제공인 교정기관으로 운영중에 있으며, 현장에서 부자식 수위계를 교정할 수 있는 시스템 및 절차서의 부제로 표준교정실에서만 교정을 실시하였다. 따라서 본 연구에서는 기준자와 카메라를 이용하여 부자식 수위계를 현장에서 교정할 수 있도록 이동형 교정시스템 및 표준교정 절차서를 개발하였으며, 수위 데이터의 신뢰성 있는 자료 확보와 일관성 있는 자료관리가 가능하도록 하였다.

### ABSTRACT

K-water institute is a calibration and test institute accredited by international standard calibration center for water-level meters. Due to the absence of on-site calibration system and procedure for Float Water Level Meter, the calibration was performed only in the standard calibration laboratory.

In this study, mobile calibration system and procedure were developed to calibrate Float Water Level Meter on site using scale bar and camera. It is possible to obtain reliable water-level data and achieve consistent data management.

### 키워드

부자식, 수위계, 이동형, 교정, 공인기관

### 1. 서 론

장마 및 태풍, 집중호우 등 다량의 강우발생시 댐 및 하천의 수위 관측은 국민의 생명 및 재산과 직접 연관되는 상황으로 안전재난 대비를 위해서는 안정적인 실시간 수위 데이터 확보와 신뢰성 있는 데이터는 과학적이고 신뢰성 있는 수자원 관리를 위한 필요충분 요소이다.

우리나라에서 수문관측 시설물을 설치·운영중인 주요기관으로는 K-water를 비롯한 국토교통부,

행정자치부, 기상청 등으로 수위관측국은 약 620여 개소에 이른다[1,2].

하천법 제19조에 의하여 수문관측기기는 3년에 1회씩 검정 또는 교정을 받아 사용하도록 되어 있으나, 현재 운영되고 있는 댐이나 하천 상하류의 수위계는 신뢰성 확보를 위하여 현장에서 검정 및 교정이나 보정 등이 쉽지 않은 실정이다.

K-water에서는 그림 1과 같이 소양강댐을 비롯한 20개의 다목적 및 15개의 용수공급댐의 수위를 관측할 수 있도록 주 182대, 보조 28대 등 210

여대의 수위계를 설치하여 운영중에 있다. 또한 그림 2와 같이 부자식이 113대로 54%를 차지하며, 레이더식이 48대로 23%, 초음파식이 11대로 5%를 차지하고 있다.

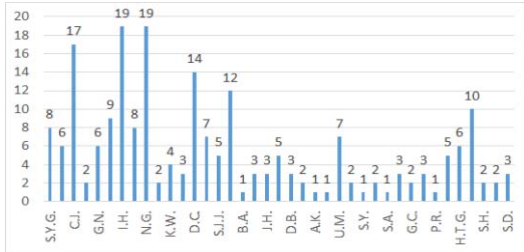


그림 1. K-water 수위계 현황

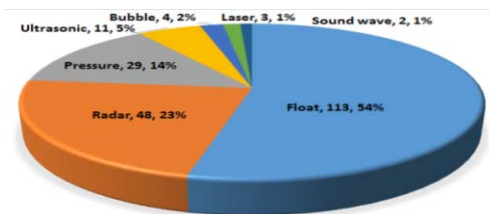


그림 2. K-water 수위계 종류

## II. 부자식 수위계

가장 역사가 오래된 레벨계로 액면에 플로트를 뜨게 해서 그 위치로부터 액면을 측정하는 간단한 원리로 가장 신뢰성이 있는 레벨계로 간주되고 있고 가장 사용이 많이 되는 레벨계이나 측정 대상 유체가 점착성이 있거나 점도가 높고, 부식성이 높은 액체의 경우 오차가 발생할 우려가 높은 것이 단점이다. 또한 온도 및 압력에 영향을 많이 받는다. 최근에는 열 플라스틱을 이용한 부자식의 제품도 개발되어 시판되고 있어 점점 더 적용 범위를 넓혀가고 있다.

부자식 수위계 그림 3과 같으며, 구성은 부자를 수면에 띄워 부자와 추를 와이어로 연결하여 그 와이어를 휠에 건다. 수면의 상승·하강으로 부자가 상승·하강됨에 따라서 휠이 회전하여 수위가 기록된다.

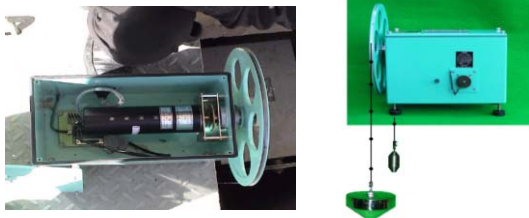


그림 3. 부자식 수위계

## III. 부자식 수위계 이동형 교정시스템

### 3.1 수학적 모델

교정할 눈금의 간격이 1 m (= 1000 mm) 라고 하자. 실제로는 교정장치의 크기가 너무 커지는 것을 고려하여 500 mm 씩 두 번에 나누어 교정하는 것을 가정한다. 자의 길이는 500 mm 보다 조금 길어야 한다. 위와 아래쪽으로 10 mm 여유 있도록 520 mm 의 자를 사용한다고 가정하자.

자의 위와 아래에 기준 눈금을 정한다. 이 예에서는 10 mm와 510 mm를 기준 눈금으로 정하도록 한다. 그 다음으로 할 일은 수위계의 와이어에 500 mm 마다 표시를 하는 것이다. 200 mm 마다 구슬이 있으므로, 500 mm의 위치에는 구슬이 없다. 그러므로, 500 mm, 1,500 mm, 2,500 mm 등의 위치를 표시하기 위해 가는 유성펜 등으로 끈게 표시를 하도록 한다. 이제 그림 4에 그림으로 나타낸 교정 방법에 대해 순차적으로 설명하도록 하겠다.

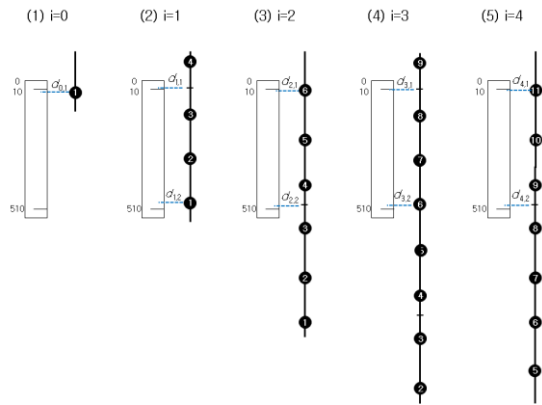


그림 4. 교정 절차의 예

#### (1) 초기 설정 ( $i \neq 0$ )

이제 수위계의 와이어의 첫 번째 구슬이 자의 위쪽 기준눈금 근처에 오도록 줄을 풀 상태에서 수위계의 영점 세팅을 한다. 이 때 카메라로 구슬의 위치를 읽어 기록한다. 이 눈금값을  $d_{0,1}$ 이라고 하자. 이 예에서는 읽은 눈금값의 단위를 mm로 통일하겠다.

#### (2) 와이어 500 mm 이동 ( $i \neq 1$ )

다음으로 와이어를 풀어 500 mm 근방에 그어 놓은 선이 자의 위 기준눈금 근처에 오도록 하고, 이 선에 해당하는 자의 눈금값( $d_{1,1}$ )과 510 mm 눈금 근처에 위치한 구슬의 위치를 자로 읽는다( $d_{1,2}$ ). 그렇다면 실제로 줄이 이동한 거리는  $d_{1,2} - d_{0,1}$  이 된다.

#### (3) 와이어 500 mm 추가 이동 ( $i \neq 2$ )

다음으로는 수위계의 지시값이 1 m 가 될 때

까지 와이어를 잡아당긴다. 지시값이 1 m 가 되었을 때 위와 아래 기준 눈금 근처에 있는 구슬과 선의 높이값을 기준자로부터 읽는다. 이를 각각  $d_{2,1}$ 과  $d_{2,2}$ 라고 하면, 실제 와이어가 이동한 거리는  $d_{2,2} - d_{1,1}$ 가 되며, 누적 이동 거리는

$$d_{2,2} - d_{1,1} + d_{1,2} - d_{0,1}, \text{ 즉, } \sum_{i=1}^2 d_{i,2} - d_{i-1,1} \text{ 이 된다.}$$

(4) 와이어 500 mm 추가 이동 (≠3)

마찬가지 방법으로 와이어를 더 풀어 1500 mm 근방에 그어 놓은 선이 자의 위 기준 눈금 근처에 오도록 하고, 이 선에 해당하는 자의 눈금값( $d_{3,1}$ )과 510 mm 눈금 근처에 위치한 구슬의 위치를 자로 읽는다( $d_{3,2}$ ). 실제로 줄이 이동한 거리는  $d_{3,2} - d_{2,1}$  이 된다. 누적 이동 거리는

$$\sum_{i=1}^3 d_{i,2} - d_{i-1,1} \text{ 이 된다.}$$

(5) 와이어 500 mm 추가 이동 (≠4)

다음으로는 수위계의 지시값이 2 m 가 될 때까지 와이어를 잡아당긴다. 지시값이 2 m 가 되었을 때 위와 아래 기준 눈금 근처에 있는 구슬과 선의 높이값을 기준자로부터 읽는다. 이를 각각  $d_{4,1}$ 과  $d_{4,2}$ 라고 하면, 실제 와이어가 이동한 거리는  $d_{4,2} - d_{4,1}$ 가 되며, 누적 이동 거리는

$$\sum_{i=1}^4 d_{i,2} - d_{i-1,1} \text{ 이 된다.}$$

(6) 와이어 500 mm 추가 이동 (≠5, 6, ..., 30)

이와 같은 방법으로 계속 반복하여 15 m 까지 교정한다. 부자식 수위계의 지시값이  $n$  미터일 때의 와이어의 실제 누적 이동거리는

$$l_n = \sum_{i=1}^{2n} (d_{i,2} - d_{i-1,1}) \quad (n = 1, 2, \dots, 15) \quad (1)$$

가 되며, 따라서 보정값  $b_n$  ( $n = 1, 2, \dots, 15$ )은

$$b_n = l_n - 1000 \times n \quad (2)$$

$$= \sum_{i=1}^{2n} (d_{i,2} - d_{i-1,1}) - 1000 \times n$$

이 된다(단위는 mm임). 이 식(1)과 (2)는 이상적인 경우의 수식이며, 여러 가지 불확도 요인에 대한 보정항을 더하여야 완전한 수식이 된다.

3.2 교정시스템 설계 및 제작

2차로 설계된 부자식 현장교정시스템과 제작된 실물은 그림 5와 같다.

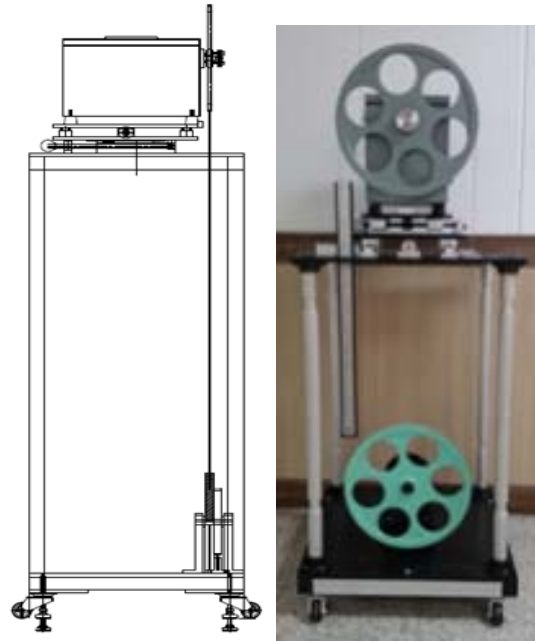


그림 5. 부자식 현장교정시스템 설계도 및 제작품

3.3 교정절차

부자식 현장교정시스템 교정절차는 그림 6과 같다.

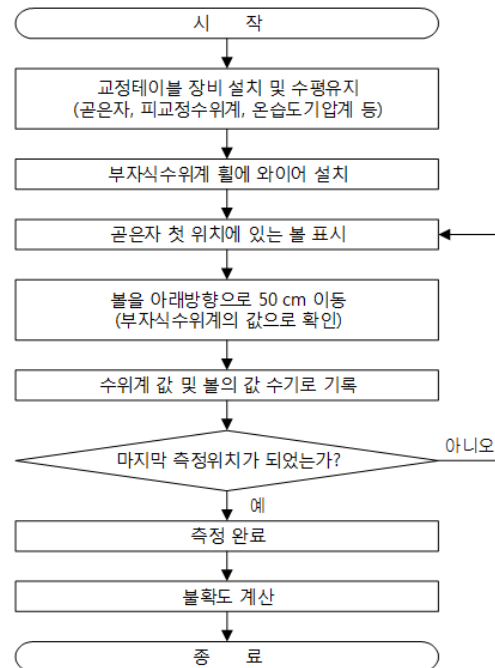


그림 6. 부자식 현장교정시스템 교정절차

#### IV. 결 론

본 연구에서는 댐 및 하천 운영에 있어서 중요한 관측의 요소 중의 하나인 수위를 측정하는 센서인 수위계 중 부자식 수위계에 대하여 현장에서 교정을 할 수 있는 이동식 교정시스템을 수학적 모델식을 산출한 후 교정절차 등을 개발하여 제작을 완료하였다.

추후 시험을 거친 후 국가소급성을 확보하기 위하여 국가대표기관의 검증을 거쳐, 한국인정기구(KOLAS)의 교정기관 인정을 받아 대내외적으로 교정을 수행할 예정이다. 이를 통하여 수위계에 대한 성능보증 방안 및 지자체의 홍수재해시스템 확대구축 사업 기반을 마련하고, 추후 정부 3.0에 기반한 홍수재해 통합관리사업 및 유관기관간 자료연계를 하고자 한다.

#### 참고문헌

- [1] 건설교통부, “수문관측매뉴얼”, 2004.
- [2] Gang-Wook Shin, Sung-Taek Hong, “Best Measurement Capability and Standard Test Facility for the Water-Level Gauges”, Journal of Control, Automation and Systems Engineering, Vol. 13, No. 10, pp. 1012-1017, 2007.
- [3] 한국수자원공사, “수자원기초자료 신뢰도 제고를 위한 수위계 및 우량계 검보정 방안 연구(2차년도)”, 2001.
- [4] 한국교정시험기관인정기구, “측정불확도 추정사례집”, 2004.
- [5] 한국표준과학연구원, “불확도 평가 및 표현 사례집”, 2005.
- [6] 기술표준원, “국가교정기관 지정제도 운영 세칙”, 2007.