

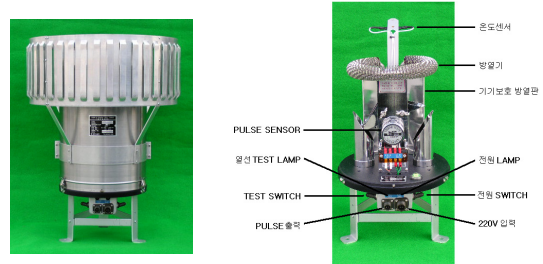
우설량계 히터 동작시험장치 개발 및 특성분석

홍성택, 신강욱
한국수자원공사 수자원연구원

The Development and Analysis for a Heater Operation Test Device of Rain-Snow Gauges

Sung-Taek Hong, Gang-Wook Shin
KOWACO KIWE

Abstract - 수문관측용으로 사용되는 우설량계는 측정의 편의성과 강인성의 장점 때문에 대부분 전도형 우설량계를 사용하고 있으며, 하절기에는 강우량을 측정하고 동절기에는 강설량을 측정할 수 있도록 구성되어 있다. 동절기에 강설량을 측정하기 위하여 자동 히팅하는 장치가 포함되어 있어, 눈이 생성될 수 있는 온도조건에서 히터가 작동되고 적정온도가 되면 히터의 동작을 멈출 수 있도록 히터 및 온도센서가 구성되어 있다. 우설량계의 유지·관리 측면에서 주기적으로 동작상태 등을 점검하고 있으며, 히팅장치도 점검의 대상이다. 그러나 히팅장치의 동작 유무를 판단하는 방법에 있어서 효율적인 방법을 사용하고 있지 않고 있다.



〈그림 1〉 우설량계 외부 및 내부

2. 우설량계 히터 동작시험장치

따라서 본 연구에서는 정상시에 우설량계 점검시 온도센서에 의해 감지되는 가변적인 온도신호에 따라 히터가 제대로 작동되는지의 여부를 판단하기 위하여, 사전에 점검하기 용이하도록 우설량계 히터 동작시험장치를 개발하였으며, 이 장치에 대한 동작특성을 분석하고자 한다.

1. 서 론

기상 및 수문관측에 사용되는 우량계는 보통우량계와 자기우량계로 크게 나눌 수 있으며, 보통우량계는 직경 20 cm, 높이 60 cm 원통형 아연도금 철판안에 있는 깔대기 모양의 우량 수수구를 통하여 집수된 우량을 우량 측정관에 부어 측정하는 방식이며, 자기우량계는 부자형, 중량형, 전도형, 광투과형 등이 있으며, 전도형 우량계는 우량 수수구 밑에 1조의 계량컵(Tipping Bucket)을 시소형으로 설치하여 계량컵에 일정량의 빗물이 차면, 중량에 의해 한쪽으로 기울어지고 이때 발생하는 전기적인 펄스로 우량을 측정하는 방식으로 연속적인 강우량 측정과 신호의 디지털화가 용이하여 세계적으로 자동 우량관측에 널리 사용되고 있으며, 전도형 우량계의 분해능은 0.1 mm급, 0.2 mm급, 0.25 mm급, 0.5 mm급, 1 mm급의 여러 종류가 있으나 우리나라 기상청의 관측소에는 0.1 mm급과 0.5 mm급 두 종류가 사용되고 있으며, 수문관측을 위한 우량계는 1 mm급을 사용하고 있다. 또한, 수수구의 크기에 따라 200 mm, 225.7 mm, 447.2 mm, 8 inch 등으로 분류되며, 일반적으로 200 mm 직경을 갖는 우량계를 사용하고 있다.

또한 AC(alternating current)용 우설량계는 하절기에는 강우량을 측정하고, 동절기에는 강설량을 자동 히팅하여 강수량이 발생하였을 때, 1 펄스의 접점신호를 출력하거나 기록하는 등의 송출장비에 응용하는 우설량계로서, 눈이 올 수 있는 적정 온도가 되었을 경우 히터를 동작시켜 눈을 녹여 강설량을 측정할 수 있도록 하고, 적정 온도가 되면 히터의 동작을 멈출 수 있게 하기 위하여 온도센서 및 히터가 부착되어 있으며, 우설량계의 온도센서의 동작 기준은 접점은 $4\text{℃} \pm 2\text{℃}$ 에서 전원이 히터에 공급되어 히터가 동작되어지고, 분점은 $15\text{℃} \pm 2\text{℃}$ 일 때 전원은 자동으로 단전되어 수수구 주변의 항상 영상온도를 유지토록 전원공급과 차단을 반복한다.

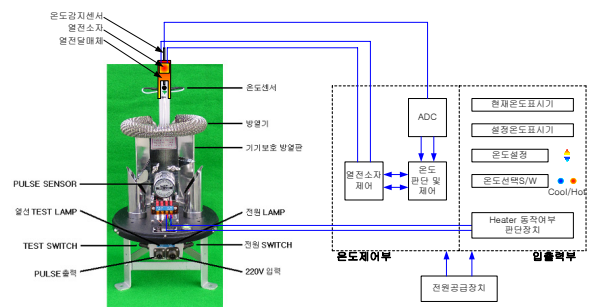
그러나 대기의 온도가 높아 장기간 눈이 내리지 않는 동안 우설량계의 온도감지센서 및 히터는 구동되지 않고 방치되는 경우가 있는데, 이 령게 장기간 온도감지센서 및 히터가 사용되지 않고 방치되는 상황에서 예기치 않게 눈이 내리는 경우 상기 온도감지센서 및 히터가 연동하여 작동하지 않는 문제가 발생할 수 있다.

따라서 이러한 문제점을 해소하기 위하여 정상시에 미리 온도감지센서 및 히터의 작동여부를 점검하여 예기치 않게 눈이 오는 경우에도 항상 내린 눈을 히팅할 수 있도록 상기 온도감지센서 및 히터의 작동여부를 사용자가 원하는 시기에 점검할 수 있는 장치가 필요하게 되었다.

온도센서 및 히터가 구성되어 있는 우설량계에 있어서 온도센서 동작 여부 검출 방법으로는 온도를 높일 때에는 라이터와 같은 화기를 이용하거나 가스를 이용하여 냉각시키는 방법을 사용하고 있다. 이러한 방법은 장비에 매우 치명적인 손상을 줄 수 있을 뿐만 아니라 정확한 동작점을 알 수 없는 단점이 있다. 또 다른 방법으로는 온도챔버를 구비하여 현장에서 온도센서를 점검하는 방법이 있으나, 온도챔버의 운반 및 온도센서의 분해 및 조립 등 많은 제약이 발생하여 실제로 시험하기가 어려운 실정이다.

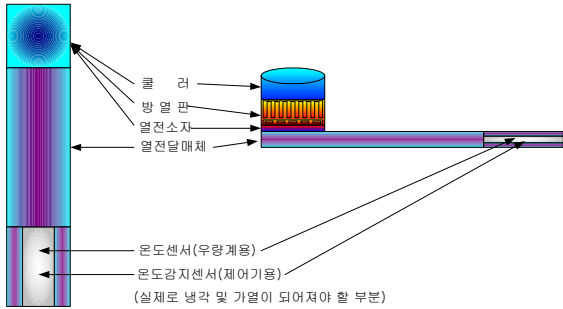
따라서 우설량계 점검시 온도의 가변에 따른 히터가 제대로 작동하는지의 여부를 판단하기 위하여, 장비에 영향을 주지 않고 간편하게 온도를 낮추고 높일 수 있는 방법으로 다른 종류의 도체(導體) 또는 반도체 접점에 전류를 흘리면 그 접점에 줄열 외의 다른 종류의 열의 발생 또는 흡수가 일어나는 현상인 펠티에 효과(Peltier effect)를 이용하여 사용자가 원하는 온도 즉, 접점 및 분점 온도 또는 원하는 온도를 설정한 후 그 온도에 맞게 온도검출 부분을 냉각 또는 가열시키도록 하여 온도센서의 동작 여부 및 이에 따른 히터의 동작상태를 검사할 수 있도록 하는 장치를 개발하였다.

우설량계 히터 동작시험장치의 블록도는 그림 2와 같으며, 입출력제어부 및 온도제어부로 구성되어 진다. 입출력제어부는 현재 우설량계 온도센서의 온도 표시 및 냉각/가열의 설정온도 표시, 냉각/가열 선택 스위치, 온도를 설정할 수 있는 버튼, 히터의 동작여부 판단 램프 등으로 구성되어 있으며, 온도제어부는 온도를 검출하는 부위에 열을 공급할 수 있도록 하는 열전소자와 열 공급원인 열전소자로부터 열의 공급을 원활하게 하기 위하여 열의 도전율이 높은 금속으로 제작되고 우설량계의 온도검출 위치에 탈착이 용이하도록 제작된 열전달매체, 설정된 온도에 도달되었는지를 판단하는 온도 판단 및 제어장치로 구성되어 있다.



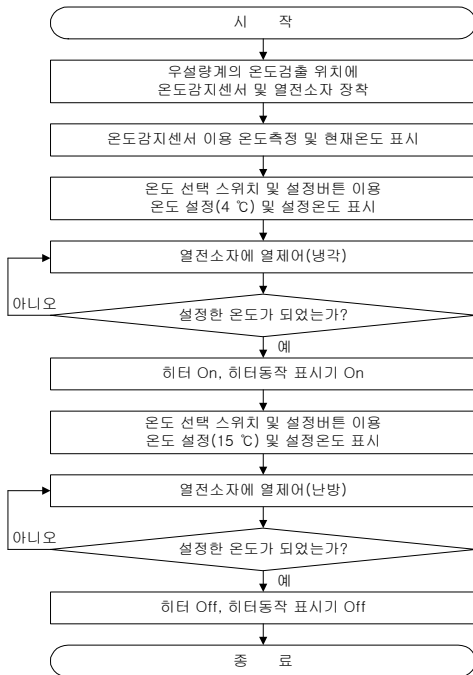
〈그림 2〉 우설량계 히터 동작시험장치의 블록도

그림 3은 입출력부 및 온도제어부에 의하여 실제로 냉각/가열을 하는 열전소자 및 열전달매체의 개요도로서 냉각시 열전소자의 효율을 높일 수 있도록 방열판 및 쿨러를 장착하였다. 또한 우설량계의 온도센서를 효과적으로 냉각/가열하기 위한 구조로 제작을 하였으며, 열전달소자의 효율을 높일 수 있도록 표면에 열이 쉽게 방출되지 않도록 하기 위한 보호캡을 씌었다.



〈그림 3〉 우설량계 히터 동작시험장치

그림 4는 우설량계 히터 동작시험장치의 시험 절차로서, 장치에 의한 우설량계의 히터 동작시험 순서는 냉각 동작(점점 시험)을 먼저 시험하고 가열동작(분점 시험)을 나중에 실시한다. 또한 임의의 온도에서도 동작을 할 수 있도록 되어 있으며, 동작시에는 히터동작 표시기가 On 됨으로써 히터의 동작상태를 눈으로 확인할 수 있도록 구성하였다.



〈그림 4〉 우설량계 히터 동작시험장치의 알고리즘

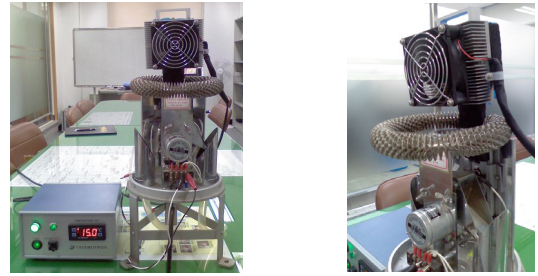
3. 히터 동작시험장치 특성분석

개발된 우설량계 히터 동작시험장치는 그림 5와 같으며, 그림에서 (a)는 열을 발생하는 장치이며, (b)는 전원부 및 열을 제어하는 부분이다. 제작된 우설량계 히터 동작시험장치를 이용하여 우설량계의 히터에 대한 특성시험을 그림 6과 같이 실시하였으며, 그림에서 보듯이 우설량계의 온도센서에 탈부착이 용이하도록 제작을 하였다.



(a) 열 제어 매체 (b) 전원 및 제어부

〈그림 5〉 제작된 우설량계 히터 동작시험장치

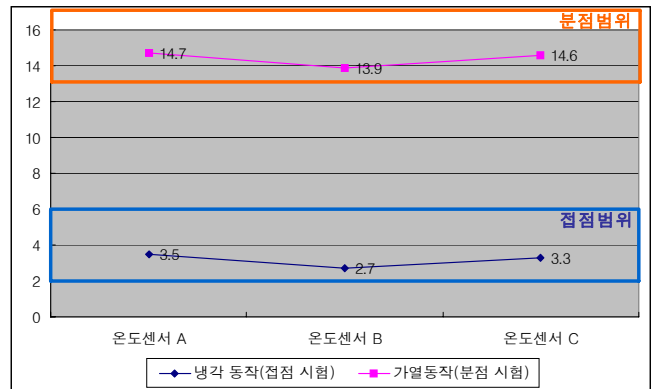


〈그림 6〉 우설량계 히터 동작시험장치 특성시험

표 1 및 그림 7은 3개의 우설량계를 대상으로 우설량계 히터 동작시험장치에 의한 온도센서 동작시험 결과로서 3대 모두 점점온도의 기준인 $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 범위내에서 동작을 하였고, 분점온도의 기준인 $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 범위내에서 동작을 하여, 모두 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

〈표 1〉 우설량계 히터 동작시험장치에 의한 온도센서 동작시험 결과

항목 센서	냉각 동작 (점점 시험)	가열동작 (분점 시험)	히터 동작 유무	비고
온도센서 A	3.5 °C	14.7 °C	동작	양호
온도센서 B	2.7 °C	13.9 °C	동작	양호
온도센서 C	3.3 °C	14.6 °C	동작	양호



〈그림 6〉 온도센서별 동작시험 결과

4. 결 론

우설량계 히터 동작시험장치는 연중 눈이 오는 날의 비율이 낮은 것을 감안하여 평상시에 우설량계, 특히 온도감지센서 및 히터의 연동상태를 미리 점검함으로써 예기치 않게 눈이 내렸을 경우에도 바로 강설량이 측정할 수 있다는 장점이 있으며, 히터가 부착된 우설량계에 히터의 작동여부를 체크하기 위해 필요한 경우에만 우설량계 히터 동작시험장치를 부착하여 사용하고 사용한 후에는 간단하게 분리할 수 있으므로 기존의 우설량계에도 탈부착 형태로 호환성을 갖는 장점이 있다.

또한 열발생수단은 펠티어효과에 따른 열전소자를 이용함으로써 소음, 진동, 먼지 등을 방지하면서 효율적으로 온도감지센서의 인접부분을 가열·냉각시킬 수 있다는 유용한 효과를 가지고 있는 것을 시험을 통하여 확인할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- 신강욱, 홍성택(2006), 질량측정에 의한 우량계 표준교정시스템 개발, 제어·자동화·시스템공학회, Vol. 12, No. 8, pp. 818-823.
- 우덕모(2002), 전도형 우량계의 강우강도별 특성, 한국기상학회지, 38(5), 479-491.
- 김대원, 이부용(2002), "우량계 개발과 측정 오차", 한국환경과학회지, Vol. 11, No. 10, pp. 1055-1060.
- 박용수, 물리전자공학기초, 내하출판사, 2005.