

전도형 우량계의 강우강도별 특성분석 실험연구

A Experimental Research on the characteristic analysis of the tipping-bucket rain gauge by the rainfall intensity

유 영 무*, 장 복 진**, 정 성 원***
Young Moo Yu, Bok Jin Jang, Sung Won Jung

요 지

우량관측용으로 사용되고 있는 강우량계는 전도형, 저수형, 로드셀형, 중량식 등이 있으며 이 중 측정과 신호의 처리가 간편한 전도형 우량계가 널리 사용되고 있다. 우량관측은 목적에 따라 기상청은 0.5 mm 급 전도형 우량계를 주로 사용하고 있으며, 국토해양부에서는 1 mm 급 전도형 우량계를 주로 사용하고 있다. 본 연구에서는 강우량 증가 및 강우강도에 따른 0.5 mm 및 1 mm 급 전도형 우량계의 측정값을 분석하여 실제값과 얼마의 오차를 보이는지 그 특성을 비교·분석하였다.

이 실험은 수문조사기기 검정대행기관인 유량조사사업단에서 우량계 검정에 사용하고 있는 강우량 검정용 기준기를 이용하여 10~20 mm 강우량 및 20~100 mm/h의 강우강도 변화에 따라 0.5 mm 및 1 mm 급 전도형 우량계의 측정값을 비교하여 각 우량계에 대한 특성을 분석하였다.

본 연구는 향후 실제 강우에 대한 같은 특성 분석 연구를 통해 이 결과를 확인 및 보완하는 연구를 진행할 예정이다.

핵심용어 : 강우량, 강우강도, 전도형 우량계, 강우량계의 오차

1. 서론

우리나라의 경우 1441년 세종대왕 때 발명된 측우기로 우량관측을 시작한 이래 지금까지 다양한 형태와 측정원리의 관측장비들이 강우량 관측에 사용되어 왔다(김대원, 2002). 현재 전도형 타입의 우량계가 가장 많이 사용되고 있는데 그 이유는 측정 구조가 간단하며, 전기접점으로 발생하는 신호의 처리가 자동관측에 아주 용이하기 때문이다. 전도형 우량계는 분해능에 따라 0.1 mm, 0.2 mm, 0.5 mm, 1 mm 급으로 나누어지며 기상청에서는 0.1 mm 와 0.5 mm 급을 사용하고 국토해양부에서는 1 mm 급을 주로 사용하고 있다.

본 연구에서는 0.5 mm 급 전도형 우량계와 1 mm 급 전도형 우량계의 강우강도별 측정성능을 분석하여 어떠한 특성을 보이는지 실험해 보았다.

2. 전도형 우량계의 구조 및 측정원리

그림 2.1은 전도형 우량계의 일반적인 구조로서 빗물을 모아서 내려 보내는 수수구와 그 빗물을 받는 티핑버킷, 모아진 빗물이 빠져나가는 배수구 그리고 티핑버킷 전도시 신호를 발생시키는 펄스센서와 단자로 구성되어 있다.

전도형 우량계의 관측 원리는 수수구를 통해 모아진 빗물이 티핑버킷에 담기게 되고, 일정량에 이르게 되

* 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 시험원

· E-mail : ym7cw@hsc.re.kr

** 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 그룹장

· E-mail : bjang74@hsc.re.kr

*** 정회원 · 유량조사사업단 단장

· E-mail : swjung@hsc.re.kr

면 티핑버킷이 전도되어 물은 배수구를 통해 빠져나간다. 버킷 전도 시 펄스센서에서 발생된 신호는 출력단자를 통해 기록장치에 관측이 1회 기록된다. 1회 기록된 측정치는 티핑버킷 용량에 따라 0.1 mm~1 mm 로 기록된다.

전도형 우량계는 동작특성상 버킷 전도시 오차가 발생하게 되는데 이는 그림 2.2에서 보듯이 티핑버킷과 수수구와는 약간의 거리가 있기 때문이다. 수수구를 통해 떨어지는 물방울이 느린 경우에는 버킷 전도 시에 발생하는 측정 손실이 없지만 물방울의 속도가 빨라지면 손실이 발생하게 된다.



그림 2.1 전도형 우량계



그림 2.2 전도오차

3. 실험방법

본 실험에 사용된 우량계는 국내에 주로 보급되어 사용되고 있는 0.5 mm 와 1 mm 급 전도형 우량계 (위덴기업, WDR205 & WDR200)로 티핑버킷 중심에 달린 추가 버킷에 담긴 우량의 무게에 반응하여 전도되는 특성을 가지고 있다. 이 우량계는 티핑버킷 아래에 있는 조절나사를 이용하여 버킷의 균형을 조절함으로써 전도되는 양을 기준값에 맞게 교정할 수 있다.



그림 3.1 우량계 검정기

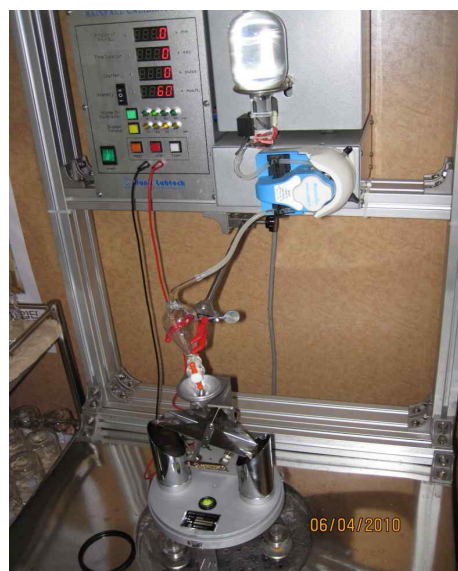


그림 3.2 전도형 우량계의 강우강도별 실험모습

실험은 각각의 우량계에 강우량 10 mm에 해당하는 314 ml 와 강우량 20 mm 상당량에 해당하는 628 ml의 물을 20 mm/h~100 mm/h 까지 3단계 강우강도로 실시하였다. 실험에 사용된 우량계 검정기는 유량조사사업단 보유의 약 $\pm 0.056\%$ 의 오차를 갖는 기준기로서 경과시간 및 전도횟수, 강우강도, 피검정기의 강우량 등이 표시되어 진행중인 실험값을 확인할 수 있다(그림 3.2). 우량계는 모두 사전검정을 통해 강우량 10 mm에서 강우강도가 20~100 mm/h로 변하더라도 우량 기록치가 10 mm를 만족하도록 교정을 마친 것들이다.

본 실험에서 측정치라 함은 우량계가 인식한 강우량으로 버킷에 남은 물까지 스포이드를 이용하여 정밀히 측정된 것이며, 기록치라 함은 버킷에 남은 물은 상관하지 않고 실제 기록되는 강우량을 말한다.

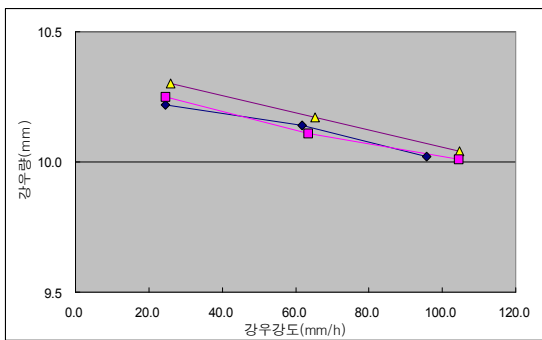
4. 전도형 우량계의 강우강도별 오차실험

4.1 0.5 mm 급 전도형 우량계 오차실험

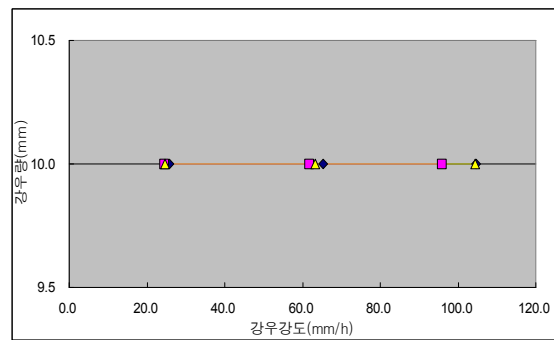
그림 4.1은 0.5 mm 급 전도형 우량계의 강우강도별 각 3회씩 실시한 실험결과로서 그림 4.1의 (a)와 (b)는 총강우량 10 mm를 강우강도별로 조절하여 측정된 실험 결과이며 (c)와 (d)는 총강우량 20 mm에 대한 결과이다.

그림 4.1 (a)에서 0.5 mm 급 전도형 우량계는 총강우량 10 mm에 대해 약 20 mm/h에서 약 100 mm/h로 강우강도가 강해질수록 측정치는 약 0.24 mm 정도 작아짐을 알 수 있다. 그러나 이 오차는 그림 4.1 (b)와 같이 실제 획득하게 되는 기록치에 영향을 주지 않고 모두 10 mm를 기록하였다. 그러나 그림 4.1 (c)에서처럼 총강우량 20 mm에 대해서는 버킷 전도량이 증가하면서 측정치가 약 0.4~0.5 mm의 오차가 발생했고 실제 기록치에서 0.5 mm가 더 작게 나오는 영향을 미쳤다(그림 4.1 (d)). 즉 총강우량 20 mm에서는 보정을 하더라도 강우량 측정시 0.5 mm 오차가 발생한다.

이는 총강우량이 2배 증가함에 따라 우량계의 티핑버킷 전도횟수도 2배 증가하면서 측정오차도 약 2배정도 증가되었기 때문이다. 기록치가 기준값보다 0.5 mm 적게 측정되었지만 기상측기 검정 오차범위인 5%를 초과하지는 않았다.

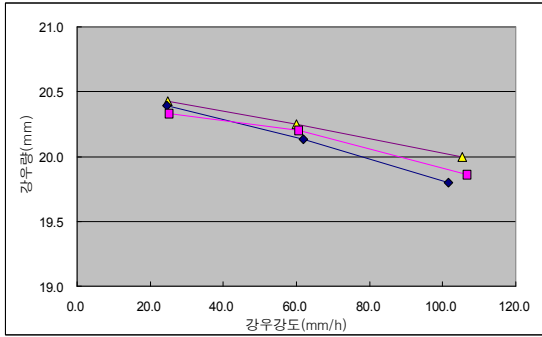


(a)총강우량 10 mm에 대한 강우강도별 측정치

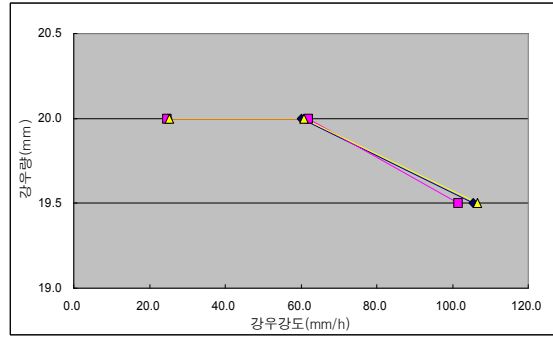


(b)총강우량 10 mm에 대한 강우강도별 기록치

그림 4.1 0.5mm급 전도형 우량계 강우강도별 실험결과



(c)총강우량 20 mm에 대한 강우강도별 측정치



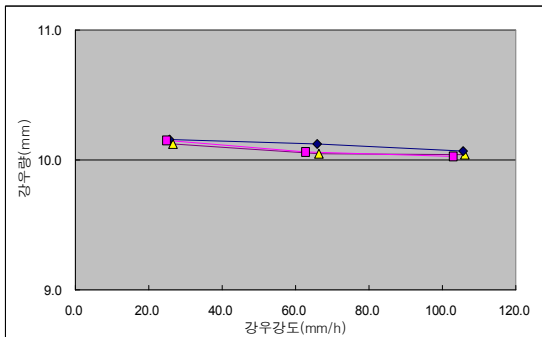
(d)총강우량 20 mm에 대한 강우강도별 기록치

그림 4.1 0.5mm급 전도형 우량계 강우강도별 실험결과(계속)

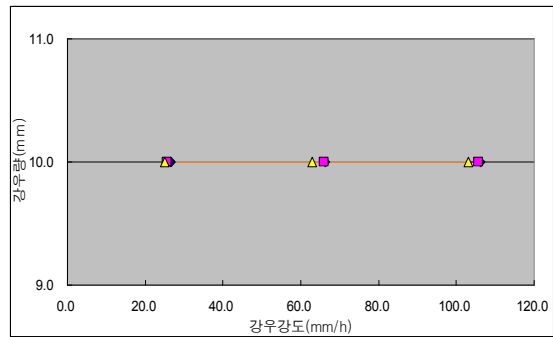
4.2 1 mm 급 전도형 우량계 오차실험

앞선 0.5 mm 급 전도형 우량계의 실험과 마찬가지로 그림 4.2는 1 mm 급 전도형 우량계의 실험결과로서 그림 4.2의 (a)와 (b)는 총강우량 10 mm를 강우강도별로 조절하여 측정한 실험 결과이며 (c)와 (d)는 총강우량 20 mm에 대한 결과이다.

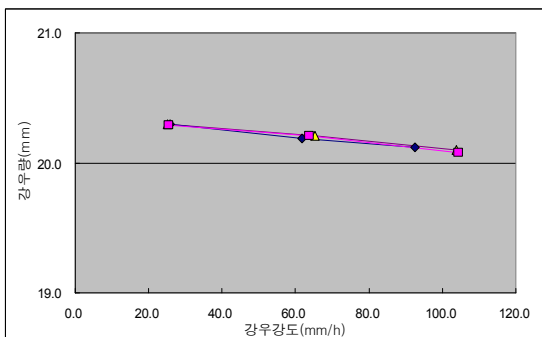
그림 4.2 (a)에서 1 mm 급 전도형 우량계는 총강우량 10 mm에 대해 약 20 mm/h에서 약 100 mm/h로 강우강도가 강해질수록 측정치는 약 0.1 mm 정도 작아짐을 알 수 있다. 이 오차는 그림 4.2 (b)와 같이 실제 획득하게 되는 기록치에 영향을 주지 않고 모두 10 mm로 기록되었다. 한편, 총강우량 20 mm에 대해 약 20 mm/h에서 약 100 mm/h로 강우강도가 강해질수록 측정치는 약 0.2 mm 정도 작아졌으나 오차로 인한 기록치의 변동은 없었다(그림 4.2 (c)와 (d)).



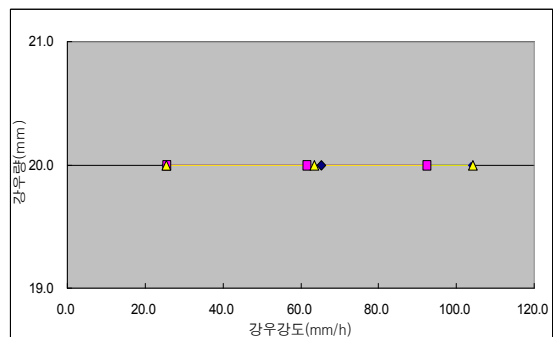
(a)총강우량 10 mm에 대한 강우강도별 측정치



(b)총강우량 10 mm에 대한 강우강도별 기록치



(c)총강우량 20 mm에 대한 강우강도별 측정치



(d)총강우량 20 mm에 대한 강우강도별 기록치

그림 4.2 1 mm 급 전도형 우량계 강우강도별 실험결과

5. 결론

본 실험에서는 전도형 우량계 중 국내에서 가장 보편적으로 사용하고 0.5 mm 와 1 mm 급 우량계의 강우강도별 오차특성을 분석하였다.

결과적으로 전도형 우량계는 강우강도가 강할수록 측정치는 작아지는 특성을 보였으며 그 오차는 총강우량이 많을수록 컸다. 또한 우량계의 분해능이 클수록 이 오차의 크기는 작았다. 이러한 오차의 원인은 전도형 우량계의 기계적인 오차로서 수수구와 버킷 사이의 거리가 있기 때문에 강한 강우강도에서는 버킷이 전도되면서 우량 손실량이 발생하기 때문이다.

0.5 mm 급 전도형 우량계는 총강우량 20 mm 이상이고 강우강도가 60 mm/h 이상일때 기록지에 실제보다 0.5 mm 적게 기록되는 것으로 나타났다. 1 mm 급 전도형 우량계는 0.5 mm 급과 마찬가지로 강우강도가 강할수록 점점 측정치는 작아졌으나 버킷용량 때문에 실제 기록치는 일정하게 나타났다. 다만, 총강우량이 더 많거나 강우강도가 더 클 경우에는 기록치에 영향을 끼칠 가능성은 있다.

1 mm 급 전도형 우량계는 0.5 mm 급 전도형 우량계보다 분해능이 크기 때문에 상대적으로 정밀성은 떨어지나 많은 양의 비가 강하게 내리는 경우에는 오차가 더 적다고 판단된다. 따라서 1 mm 급의 경우 강우특성이 집중적이고 많이 내리는 환경 그리고 관측 목적이 이러한 강우특성에 대한 치수 목적일 경우 보다 적합할 것으로 판단된다.

본 연구는 향후 실제 강우에 대한 같은 특성 분석 연구를 통해 이 결과를 확인 및 보완하는 연구와 기계적인 오차 이외의 외부 환경적 오차에 대한 연구를 추가 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

1. 우덕모(2002). “전도형 우량계의 강우강도별 특성”, 한국기상학회지 (38, 5, 2002, p. 479-491)
2. 신강욱(2005). “강우강도에 따른 전도형 우량계의 오차특성 분석”, 대한전기학회 2005년도 제36회 하계학술대회 논문집 2005. 7. 18 - 20
3. 김대원, 이부용(2002). “우량계 개발과 측정 오차”, 한국환경과학학회지 제11권(제10호), 1055~1062, 2002
4. 위덴기업 홈페이지 강우량계 매뉴얼
5. 기상연보 2008년