

저수두에서 기계식 관수로 유량계의 적용성 평가

Evaluation of the mechanical pipe flowmeter at low hydraulic head

손 성 호* · 정 상 옥(경북대)

Sohn, Seung-Ho* · Chung, Sang-Ok

Abstract

This study presents an evaluation of the mechanical pipe flowmeter at low hydraulic heads. Three flowmeters each of 75mm and 25mm diameter were used. The Flowmeter was tested with experimental open channel apparatus. Relationship between flowmeter values and bucket values was good.

The 75mm diameter flow meter showed small relative errors with hydraulic heads above 9cm. The 25mm diameter flow meter showed small relative errors with hydraulic heads above 2cm.

The Irrigation flow measurement using the mechanical pipe flowmeter of 75mm diameter in paddy fields needs hydraulic head above 9cm, which is easy to get in tertiary canals.

I. 서 론

농업용수는 주로 하천이나 관개저수지를 수원으로 한다. 본 연구는 용수지거에서 논필지로 공급되는 수량을 측정하는 방법으로 기계식 관수로 유량계를 사용할 때 정확도를 분석하기 위하여 실험실에서 개수로 장치를 이용하여 저수두에서 관수로 유량계의 적용성을 평가하기 위하여 실시하였다. 본 연구는 논 관개량 및 배수량 측정의 정확도를 높이고 효율적인 물관리에 기여하기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

가. 실험장치

개수로 장치의 구성은 저수조, 개수로, 펌프 및 배과장치 등으로 구성되어 있으며, 저수조에 연결된 펌프로 물을 공급하여 개수로내에 흐르게 하여 수로내에서 발생하는 현상을 쉽게 실험할 수 있다.

실험에 이용된 유량계는 상업용 프로펠러 유량계이며 프로펠러는 기어장치를 회전시키고, 기어장치에 의해 작동하며 유량은 눈금으로 표시된다. 75mm 유량계의 적정유량관측은 $60\text{m}^3/\text{h}$ 이며, 25mm 유량계는 $2\text{m}^3/\text{h}$ 로 각각 2%의 정밀도를 가지고 있다. 프로펠러 유량계는

비교적 가격이 저렴하여 일반적인 수처리 시설이나 관개수로에 주로 사용된다. Figure 1은 개수로 실험장치를 보여주고 있다.

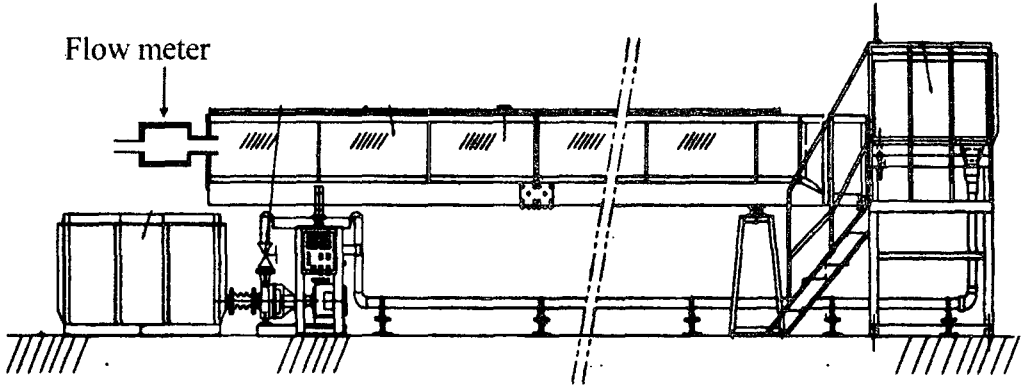


Figure 1. Schematic of experimental open channel apparatus and flow meter

나. 실험방법

직경 75mm와 25mm 유량계를 각각 3개씩 실험에 이용하였다. 유량계를 개수로 실험장치 하류 말단부에 설치한 후에 급수조를 통해 나온 물을 개수로로 흘러보내어 일정수위를 유지시키고, 일정시간동안 흘러나간 유량을 읽는다.

유량계의 수치와 실제 유량을 비교분석하기 위하여 유량계를 통과한 물을 동일시간동안 버킷을 이용하여 측정한다. 측정값을 분석하여 유량계 유량과 버킷 측정값의 상관관계를 분석한다.

상대오차와 상관계수를 구하는 공식은 식 (1)과 (2)와 같다.

$$R.E.(\%) = \left| \frac{ob_1 - ob_2}{ob_1} \right| \times 100 \quad (1)$$

여기서, ob_1 은 버킷 측정값이며, ob_2 는 유량계 측정값이다.

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \times S_y} \quad (2)$$

여기서, S_x , S_y 는 표준편차이며 $S_x = \sqrt{S_x^2} = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$

S_{xy} 는 공분산이며 $S_{xy} = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n-1}$ 이다.

III. 결과 및 고찰

Table 1은 75mm 유량계에 대한 관측결과를 보여주고 있다. Table 1에서 3개의 유량계 중 2번 유량계의 상대오차의 평균이 가장 크며 관로중심에서 수면까지높이가 6cm 이하일 때에는 상대오차가 16.7%내지 37.5%로 가장 크지만 수위가 9cm 이상으로 올라가면 상대 오차가 7.7% 이하로 낮아졌다. 따라서, 관로중심에서 수면까지 높이가 9cm 이상일 때, 비교적 정확한 유량을 얻을 수 있다. 세 유량계의 상관계수는 각각 0.995, 0.982, 0.999로서 유량계 측정값과 버킷 측정값의 상관성이 매우 높다.

Table 2은 25mm 유량계에 대한 관측결과를 보여주고 있다. 3개의 유량계가 모두 상대 오차가 8.3% 이하로 나타났으며 75mm 유량계보다 정확한 값을 보여주고 있다. 세 유량계의 상관계수는 각각 1.000, 0.984, 0.993으로서 유량계와 버킷 측정값의 상관성이 매우 높다.

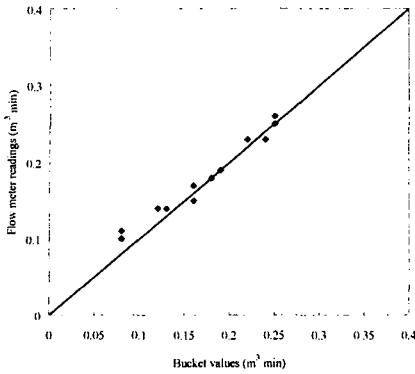
Figure 2는 유량계 측정값과 버킷 측정값의 비교를 나타낸다.

Table 1. Flow meter readings and bucket values of 75mm flow meter

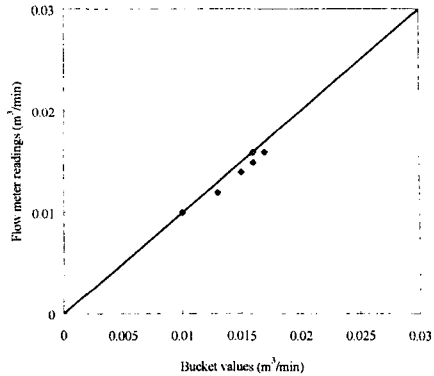
Flow meter No.	Hydraulic head (cm)	Flow meter values (m ³ /min)	Bucket values (m ³ /min)	Relative error (%)	Mean R.E. (%)	r
1	5.5	0.14	0.12	16.67	5.73	0.995
	9.5	0.17	0.16	6.25		
	12.0	0.19	0.19	0.00		
	17.2	0.25	0.25	0.00		
2	6.0	0.11	0.08	37.50	11.98	0.982
	9.0	0.15	0.16	6.25		
	11.2	0.18	0.18	0.00		
	16.2	0.23	0.24	4.17		
3	6.0	0.10	0.08	25.00	10.31	0.999
	9.5	0.14	0.13	7.69		
	16.5	0.23	0.22	4.55		
	17.8	0.26	0.25	4.00		

Table 2. Flow meter readings and bucket values of 25mm flow meter

Flow meter No.	Hydraulic head (cm)	Flow meter values (m ³ /min)	Bucket values (m ³ /min)	Relative error (%)	Mean R.E. (%)	r
1	2	0.015	0.014	7.14	6.85	1.000
	4	0.015	0.014	7.14		
	10	0.017	0.016	6.25		
2	2	0.010	0.010	0.00	2.38	0.984
	4	0.015	0.014	7.14		
	10	0.016	0.016	0.00		
3	2	0.010	0.010	0.00	5.00	0.993
	4	0.013	0.012	8.33		
	10	0.016	0.015	6.67		



(a) Flow meter of 75mm diameter



(b) Flow meter of 25mm diameter

Figure 2. Comparison of flow meter readings and bucket values.

IV. 결론

직경 75mm 유량계의 경우 관로중심에서 수면까지 높이가 9cm 이상일 때 실제유량과 오차가 적은 유량을 측정할 수 있다. 직경 25mm 유량계는 관로중심에서 수면까지 높이가 2cm 이상이면 실제유량과 오차가 적은 유량을 측정할 수 있다.

논 관개수로에서 직경 75mm 유량계를 이용하여 관개량을 측정할 경우 관로중심에서 수면까지 높이를 9cm 이상으로 유지하였을 때 적정한 유량의 측정이 가능하다. 수위 9cm는 용수지거에서 논 유입부로 흘러들어가는 물꼬에서 충분히 얻을 수 있는 수위이다.

강우 발생시 물꼬를 통한 배수량의 측정을 위해서는 직경 25mm 유량계와 직경 75mm 유량계를 혼용하게 되면 소량의 강우에 의한 배수량의 측정은 직경 25mm 유량계를 이용하여 측정하고, 다량의 배수시에는 직경 25mm 유량계가 배수하지 못한 수량을 직경 75mm 유량계를 통해 측정을 할 수 있다.