

습식 초음파유량계 회선수에 따른 오차특성 평가

The Evaluation of Error Characteristics by path-numbers on Wetted-type Ultrasonic flow meter

*이동근, #김종섭, 이행수, 조용

*D. K. Lee, #J. S. Kim(piano@kwater.or.kr), H.S.Lee, Y. Cho
K-water 연구원

Key words : Wetted-type ultrasonic flow meter, Flow-rate error, Butterfly valve, Gate valve

1. 서론

초음파유량계는 관로에 센서를 부착하는 방법에 따라 건식(Clamp-on type)과 습식(Wetted type)으로 구분된다. 건식 초음파유량계의 경우 설치의 간편성으로 인해 많이 사용되고 있으나, 센서 부착 위치와 관 내부의 유속변화 영향이 측정 오차에 크게 기인한다. 반면 습식 초음파유량계는 센서를 다회선으로 고정 설치하여 배관내 유체와 직접접촉, 유속분포에 따른 측정오차를 크게 줄일 수 있는 장점이 있어 3회선, 4회선, 5회선 등과 같이 다양하게 제작된다. 그러나 국내외 습식 초음파유량계는 유동 교란인자 영향에 따른 오차특성 및 직관거리 설치기준이 정립되지 않아 제작업체에서 제시하는 기준에 의존하고 있다. 본 연구에서는 국내외에서 많이 사용 중인 2회선, 4회선, 5회선의 다양한 습식 초음파유량계 300mm를 시험용으로 선정하여, 유동의 안정적 흐름에 큰 교란을 일으키는 밸브의 오차특성을 평가하였다.

2. 평가방법

시험용으로 선정된 습식 2회선, 4회선, 5회선의 초음파유량계는 충분한 직관거리 30D 이상을 확보하도록 배관부를 구성하여 고유 오차특성을 평가하였으며, Fig.1과 같이 $\pm 0.5\%$ 이내의 안정적 오차율을 나타냄을 확인 후, 유속별 특성과 직관거리별 교란인자 오차특성 평가에 사용하였다.

유동 교란인자인 밸브로는 BFV와 GV를 선정하였으며 유동율 1,000 · 750 · 500 · 250 · 100 · 50 m³/h에서 유량계의 상류와 하류 2 · 3 · 5 · 10 · 15 · 20D 지점에 밸브가 위치 할 경우, 측정시간은 100 s, 측정횟수는 유동율별로 3회씩, 밸브 개도는 100 · 50 % 로 조절하여 최저유속 0.2 m/s 이상에서 교란 영향에 따른 오차특성을 평가하였다.

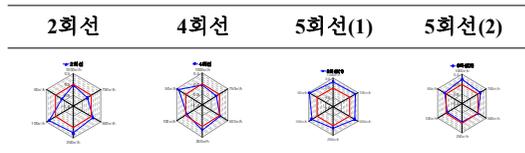


Fig. 1 Inherent error of wetted-type U/S flow meter

3. 평가결과

시험 대상 습식 초음파유량계의 상류에 BFV가 설치되었을 경우에 종축은 상대편차(%), 횡축은 직관거리(D)로 나타내어 직관거리에 따른 오차특성을 비교하였다.

BFV 개도율이 100 % 인 경우에는 Fig.2와 같이 2회선, 4회선, 5회선(1, 2) 모든 유량계가 5D 이상 확보시 오차범위가 -1.11~1.48 % 로서 허용오차 $\pm 2.0\%$ 이내의 오차특성이 나타났으며, 개도율이 50 % 인 경우에는 Fig.3과 같이 2회선, 4회선 유량계는 2D, 3D 지점에서 $\pm 2.0\%$ 이상으로서 직관거리 5D 이상 확보시에 오차범위가 -1.54~0.99 % 로 나타났다.

습식 초음파유량계의 하류에 BFV가 설치된 경우, 개도율이 100 %와 50 % 인 경우에도 2회선, 4회선, 5회선(1, 2) 모든 회선수의 습식 초음파유량계가 직관거리 2D 이상에서 -1.06~1.19 % 의 오차범위로서 허용오차 $\pm 2.0\%$ 이내의 안정적 오차특성을 Fig. 4, Fig. 5와 같이 나타냈다. BFV의 경우는 밸브 디스크 개도에 따라 상류, 하류의 유속분포 영향으로 유동교란이 발생한 것으로 판단된다.

또한 습식 초음파유량계 상류에 Gate밸브를 설치하여 개도율이 100 % 일 경우는 2회선, 4회선, 5회선 모든 회선수의 유량계가 직관거리 2D 이상에서 Fig.6과 같이 오차특성이 $\pm 2.0\%$ 이내로 나타

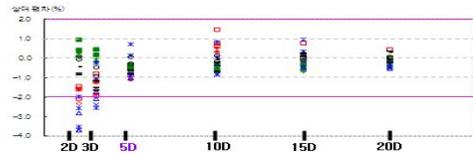


Fig. 2 Error of Straight Pipe Length(Upstream BFV 100 %)

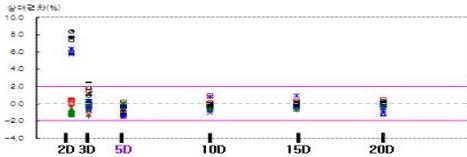


Fig. 3 Error of Straight Pipe Length(Upstream BFV 50 %)

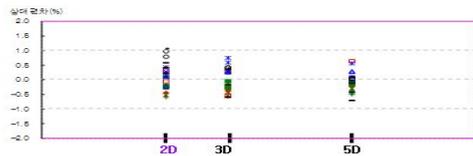


Fig. 4 Error of Straight Pipe Length(Downstream BFV 100 %)

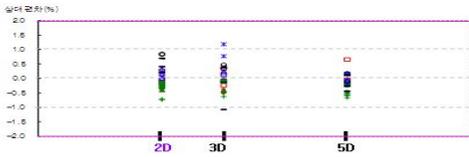


Fig. 5 Error of Straight Pipe Length(Downstream BFV 50 %)

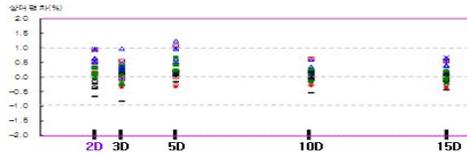


Fig. 6 Error of Straight Pipe Length(Upstream Gate 100 %)

났으며, 개도율이 50 % 인 경우에는 Fig.7과 같이 2회선 유량계가 2D 지점에서 허용오차를 벗어났으며, 4회선, 5회선(1, 2)의 습식 초음파유량계는 2D 지점 이상에서 오차범위가 -1.24~1.3 %로서, 허용오차 $\pm 2.0 %$ 이내로 평가되었다. 또한 시험 대상 습식 초음파유량계의 하류에 GV를 설치한 경우에는 Fig.8, Fig. 9와 같이 개도율이 100 %, 50 % 일때 2회선, 4회선, 5회선(1,2) 모든 회선수의 유량계가 직관거리 2D 지점 이상에서 $\pm 1.0 %$ 이내의 안정적 오차특성으로 평가되어, 최저 설정유속 0.2 m/s 이상 구간에서 2D 이상 직관거리를 확보하면 오차율에 영향을 주지 않는 것으로 평가되어, GV 보다는 BFV에서 디스크 개도율의

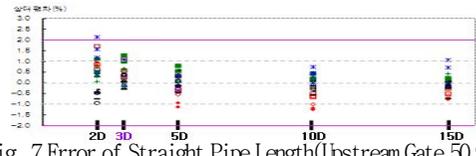


Fig. 7 Error of Straight Pipe Length(Upstream Gate 50 %)

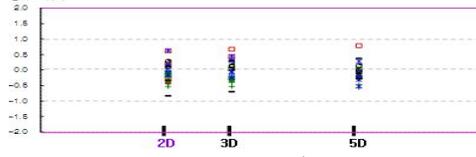


Fig. 8 Error of Straight Pipe Length(Downstream Gate 100 %)

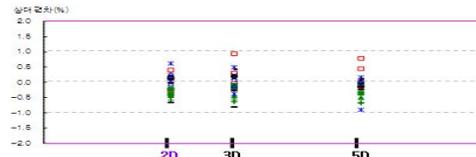


Fig. 9 Error of Straight Pipe Length(Downstream Gate 50 %)

유동교란이 크게 나타남을 알 수 있다.

4. 결론

습식 초음파유량계 2회선, 4회선, 5회선(1, 2)은 유동 교란인자가 밸브(BFV, Gate)인 경우, 상류 5D 이상, 하류는 2D 이상으로 최적 직관거리를 확보하여 설치시 유동 교란이 최소화되어, 허용오차 $\pm 2.0 %$ 이내의 측정 신뢰도를 확보할 수 있다.

참고문헌

1. 황상윤, 서경호, 김병찬, 김경식, 장학수, 2000, "밸브후단에서의 다회선 초음파유량계의 특성변화" 유체기계 연구개발 발표회, pp. 114~117.
2. ISO 4185, 1980, "Measurement of Liquid Flow in Closed Conduits - Weighing Method."
3. j, Berrebi, 2004, "Ultrasonic flow metering errors due to pulsating flow", Flow Measurement and Instrumentation, Vol. 15, pp. 179~185.
4. D. K. Lee, J. H. Park, 2008, "Uncertainty Characteristics of Diverter for Flowmeter Calibration System," *Journal of KFMA*, pp. 561~571