

유량측정에 관하여

For Flow Rate Measurement

서 용 복
Y. B. Seo
(주)에너콘 엔지니어링
기술진단 사업부



- 1964년생
- 홍익대학교 졸업
- 냉동 및 공기조화, T·A·B에 관심을 가지고 있음.

1. 개 요

일반적으로 유체의 유동은 관내를 흐르는 기체나 액체상태로써 유관으로는 유체의 상태·량등을 확인할 수 없으므로 계측기를 이용하여 관내의 막힘이나,노후로 인한 유량변화등을 알 수 있다. 본 글에서는 산업체나 빌딩에서 유량을 측정하는 방법과 유량계측기의 종류및 원리에 대하여 소개하고자 한다.

2. 유량 계측기의 종류

3. 유량 계측기의 측정원리및 방법

ㄱ) 초음파 유량계 : 관 외벽에 초음파 유량계의 SENSOR를 부착시켜 한편 SENSOR에서 음파를 발생하면 반대편에 부착된 SENSOR에 음파가 도달하는 시간을 측정한다.

투과시간의 차이를 측정함으로써 유량을 알 수 있다.

또한 Doppler효과를 이용한 초음파 유량계도 있는데 이것은 작은 입자가 많이 섞여 있는 액체 유량측정에 효과가 있으며 유량측정 정확도가

계측기종류		특 징	측정오차
초 음 파 유량계		부유입자가 많은 액체 측정, 소구경유량측정	± 1%
터 빈 유량계		부하보정비가 크다. 고온유체측정. 선행도 우수	± 0.2%
전 자 기 유량계		압력손실적음. 대용량. -50℃~200℃사용	± 0.5~± 1%
와류발생 유량계		고온·고압측정. 압력손실 적음	± 1%
적 산 음 유량계		액체 : 0.4~6,000m ³ /h 기체 : 140Nm ³ 사용	± 1~0.25%
바이패스 유량계		경제적으로 유리. 적산유량지시중 가장 간단	
차 압 유량 계	오리피스 유량계	제작간편. 설치비용 저렴 대용량 측정. 정밀도 높다. 산업체에 많이 사용	± 0.8~± 5%
	벤트리 튜브		± 0.5~± 2%
	노즐		-
	피토투브		± 2~± 5%

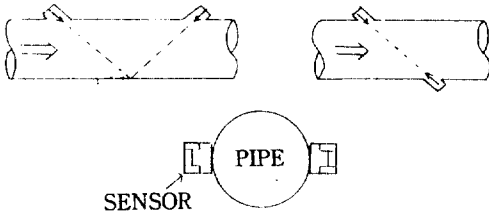


그림 1 초음파 유량계의 원리

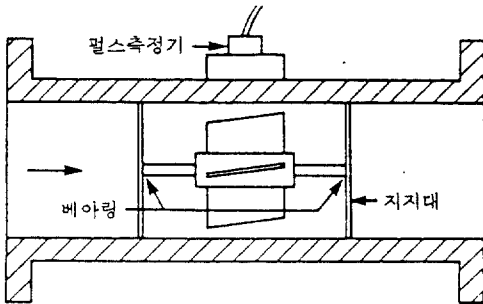


그림 2 터빈 유량계

부유입자의 농도나 분포상태, 입자와 유체의 상대속도에 따라 영향을 받는 문제가 발생한다.

ㄴ) 터빈 유량계 : 여러개의 날개가 달린 회전축 또는 프로펠라가 베어링과 지지대에 의해 자유롭게 회전하도록 설계되어 있다. 유체가 유입되면 유체의 속도에 비례하여 회전축이 회전하며 각 날개의 끝이 측정점을 통과하면서 회전수가 측정되고 별도의 계장 시스템에 의해 부피유속이 지시된다.

날개의 지지대와 베어링의 마모 및 이물질에 의해 정밀도에 영향을 받으며 주기적인 점검과 정비가 필요하다.

ㄷ) 전자기 유량계 : 전도성 유체의 유동방향에 수직으로 자기장을 걸어주면 유체는 기전력을 발생하게 되며 기전력의 세기는 전도성 유체의 유속에 비례하고, 방향은 자장과 유동방향 모두에 수직이다.

그러므로 전자기 유량계의 대부분은 내부가 전기절연체로 피복된 자성없는 스테인레스 스틸튜브, 자장을 발생시키기 위한 코일세트와 유도기전력을 감지하기 위해 자장발생 코일과 90°방향에서 마주 보도록 설치된 한쌍의 전극으

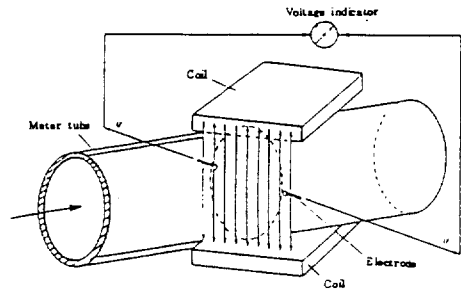


그림 3 전자기 유량계

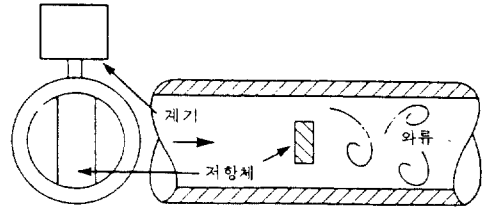


그림 4 와류발생 유량계 원리

로 구성된다. 구조상 유량계 내부에 장애물이 없어 압력손실이 거의 없으므로 대용량의 유량 측정에 적합하다. 대기압보다 낮은 압력에서 사용할 때는 피복체의 붕괴 가능성이 있고 전극의 부식, 침식, 분극현상으로 성능변화 가능성이 있다.

ㄷ) 와류발생 유량계(Vortex Shedding Meter) : 이 유량계는 비교적 최근에 개발된 타입으로 빠르게 움직이는 유체의 흐름 방향에 대해 bluff body(저항체로 작용할 수 있는 물체)를 배관내에 설치하여 발생하는 와류의 발생빈도를 레이놀드 수(30,000~1,000,000)의 범위내에서 평균 유속에 비례하여 증가하는 이론을 응용한 것이다.

실용적인 면에서 오리피스보다 압력손실이 적고 rangeability가 넓고 구동부품이 없어 측정 대상 유체에 제한이 없고 유체의 온도·압력·전도의 영향을 거의 받지 않는 장점이 있다.

그러나 유속분포 변화와 소용돌이에 측정 정확도가 크게 영향을 받는다.

ㄱ) 적산 유량계 : 연속해서 유동하는 유체를 작은단위의 부피로 나눈 후 유량계를 통과하는 단위 부피의 수를 헤아려 적산 유량을 측정한다. 일반적으로 사용하고 있으며 점차 정밀도가 요구되는 공정제어를 위한 유량측정까지 사용범위가 넓어지고 있다.

사용범위는 액체 : 0.4~6,000m³/h, 10기압 100℃
기체 : 140Nm³, 80기압 100℃

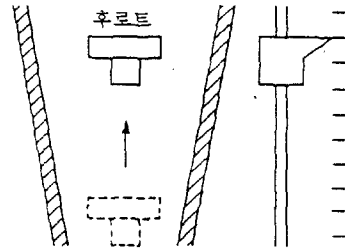


그림 6 가변면적 유량계

ㄴ) 바이패스 유량계(Bypass Meter) : 로타리 셉트 유량계(Rotary Shunt Meter)라고도 불리우며 기본적으로 주배관에 오리피스플레이트를 설치하고 그와 병렬로 소구경의 바이패스 배관을 연결한 뒤 바이패스 배관상에 터빈을 설치한 것이다.

바이패스를 통과하는 유체의 속도는 주배관의 오리피스를 통과하는 유체의 속도와 비례한다는 기준으로 설계되어 있다. 터빈의 회전수는 회전축의 기어에 연결된 기계적 계수기를 통해 정산된 유량을 지시하게 된다.

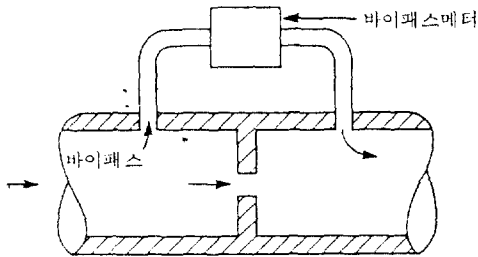


그림 5 바이패스 유량계

ㄷ) 가변 면적 유량계(Variable Area Meter) : 로타메타(Rota Meter)라고 불리우는 이 타입의 유량계는 하부가 좁고 상부가 넓은 경사진 튜브가 수직으로 설치된 것으로 중앙의 후로트가 유체의 흐름에 따라 위아래로 이동하면서 유속을 지시하도록 돼 있다. 이때 후로트를 전후한 압력의 차이는 항상 일정한 값이 유지되는 상태에서 후로트의 높이가 변화하여 유체가 통과하는 면적이 변하게 된다.

튜브는 항상 수직방향으로 설치되어야 하며 정밀도가 떨어진다.

ㅇ) 차압 유량계 : 유체의 유동단면적이 줄면 유속이 빨라져 운동에너지가 증가하고 압력차가 생겨 압력과 유속과의 관계로 유량을 산출한다.

차압유량계는 구동부가 없어 제작이 간편하고 대용량의 유량측정 목적에 사용할 때 설치비용이 적게 들수 있으나 압력손실이 크고 출력이 비선형이며 퇴적물이나 침식·부식등에 의한 경련변화가 일어나는 문제가 있다.

① 오리피스 유량계(Orifice Plate) 유체가 오리피스를 통과할 때 오리피스 플레이트의 앞뒤에 압력차가 발생하며 이 압력차를 베르누이 공식에 따라 계산하면 유체의 속도를 구할 수 있다.

$$Q_v = cd \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

- Q_v : 부피 유속
- g : 중력가속도
- cd : 배출계수
- h : 차압
- A : 오리피스 면적

규격서에서 차압측정 방법을 측정구멍 위치에 따라 코너, 후렌지, D와 1/2D 차압 측정법이 다른 방법보다 안정된 결과를 얻는데 유리하고, 압력측정 위치에서 각각 하나의 측정구멍만을 뚫어 접속하여 차압측정하는 것보다 Carrier ring을 만들어 이용하는 것이 차압측정에 미치는 유동교란의 영향을 억제하는데 좋은 방법이다.

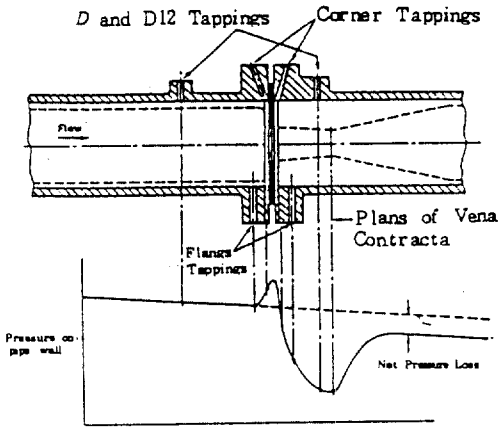


그림 7 오리피스 유량계

② 벤츨리 튜브 : 발산부는 발산각도를 유지하면서 그 길이를 표준형의 1/3까지 줄여도 압손실은 크게 변하지 않는다. 목에서의 레이놀드수가 10⁶이상일때 유출계수가 거의 일정하며 낮은 레이놀드수 범위에서는 유출계수가 급격히 변화한다.

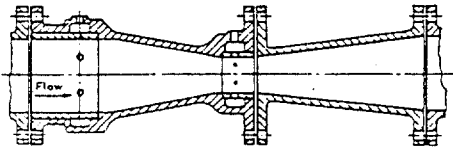


그림 8 벤츨리 튜브의 단면

③ 노즐 : 곡선의 입구와 원통형의 목을 갖고 있으나 발산부가 없다. 노즐은 노즐 상하류의 압력차를 충분히 크게 유지해주면 노즐목에서 유속이 임계속도에 도달할 수 있으며 유동제어 목적이거나 기준 유량계로도 사용가능하다.

④ 피토투브(Pitot Tube) : 피토투브 상류측의 구멍들은 배관 단면의 여러지점에서 속도분포에 따른 값이 틀린 동압을 읽어 평균화된 압력을 제공하며 반대쪽의 구멍은 2차측의 압력을 읽는다.

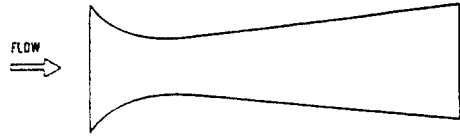


그림 9 임계 벤츨리 노즐단면

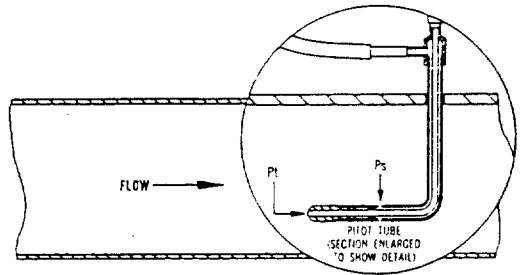


그림 10 피토투브

이들 1차측 압력과 2차측 압력은 오리피스 유량계와 마찬가지로 차압계로 전달된 후 신호로서 처리된다.

Pt : 전압
Ps : 정압

4. 맺음말

일반적으로 유량계의 사용시간이 길어지면 구동부의 마모, 불순물의 퇴적 유량계 내부 부식때문에 유량계 특성이 변하기 쉽다. 그러므로 국가 표준 소급성을 가지는 유량기준기로 쉽게 교정할 수 있는 방법이 강구돼야 할 것이다.

또 유량 측정은 동적인 특성 때문에 오차요인이 많이 발생할 수 있으므로 유량측정과 관련된 규격서를 충분히 검토 후 측정대상 유체의 종류와 물성, 유량변동범위, 배관형태 및 유량계 설치 조건, 유동상태, 경제성등을 감안해서 유량계를 선정해야 할 것이다.