

CORIOLIS 질량유량계 교육자료

Coriolis 질량유량계는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다. 이 장치는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다.

Coriolis 질량유량계는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다. 이 장치는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다.

Coriolis 질량유량계는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다. 이 장치는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다.

Coriolis 질량유량계는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다. 이 장치는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다.

Coriolis 질량유량계는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다. 이 장치는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다.

Coriolis 질량유량계는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다. 이 장치는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다.

Coriolis 질량유량계는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다. 이 장치는 유체의 질량유량을 측정하는 데 사용되는 정밀한 측정 장치입니다.

목 차

1. 개요.
2. 질량이 왜 필요한가.
3. Coriolis Force라는 것은.
4. Coriolis 유량계의 구조.
5. Coriolis 유량계의 계측원리.
6. Coriolis 유량계의 이점.
7. Zero점 조정.
8. 밀도의 계측원리.
9. Trouble Shooting
10. 결론.

1.개요

유체를 연속으로 직접 질량으로 계측하는 유량계가 개발된것은 1982년정도에 개발 되었지만은 실제적으로 지금과 같이 개발 된것은 1985년 부터 시작 되었습니다.

그 이전까지 유체의 직접질량 측정은 [저울]로 계량을 하여 측정하는 방법 밖에 없었습니다.

다시 말해서 유체의 연속계량은 부피(체적)로 측정을 하여 온도 밀도 압력을 환산한 것으로 부피를 질량으로 치환하여 사용하였습니다.

이렇게 질량유량을 측정하다 보니 각각의 Sensor의 계측오차가 가산되고 또한 설비투자로 인한 비용 상승이 문제가 되고 있습니다.

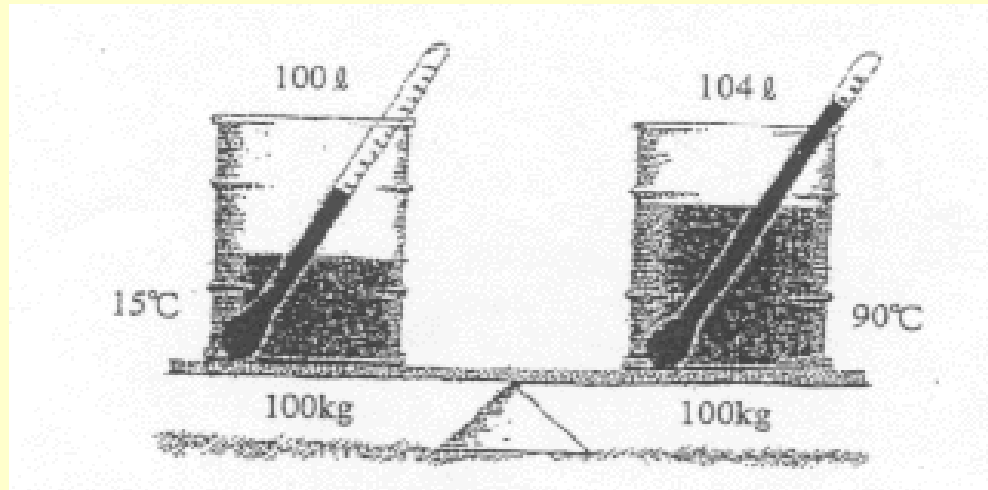
이러한 문제를 해결하기 위해 등장한 것이 Coriolis식 질량유량계 입니다.

이 유량계는 온도 밀도 압력의 보정을 실시하지 않고 직접,연속으로 질량 유량을 계측할 수 있습니다.

이후부터 질량유량계의 구조 및 간단한 원리에 대하여 설명을 드리겠습니다.

2. 질량이 왜 필요한가?

두개의 드럼통(각각 100kg)이 천칭저울에서 균형을 이루고 있을때 드럼통 속의 온도 차에 의해 나타나는 형태를 아래 그림에 나타 냅니다.

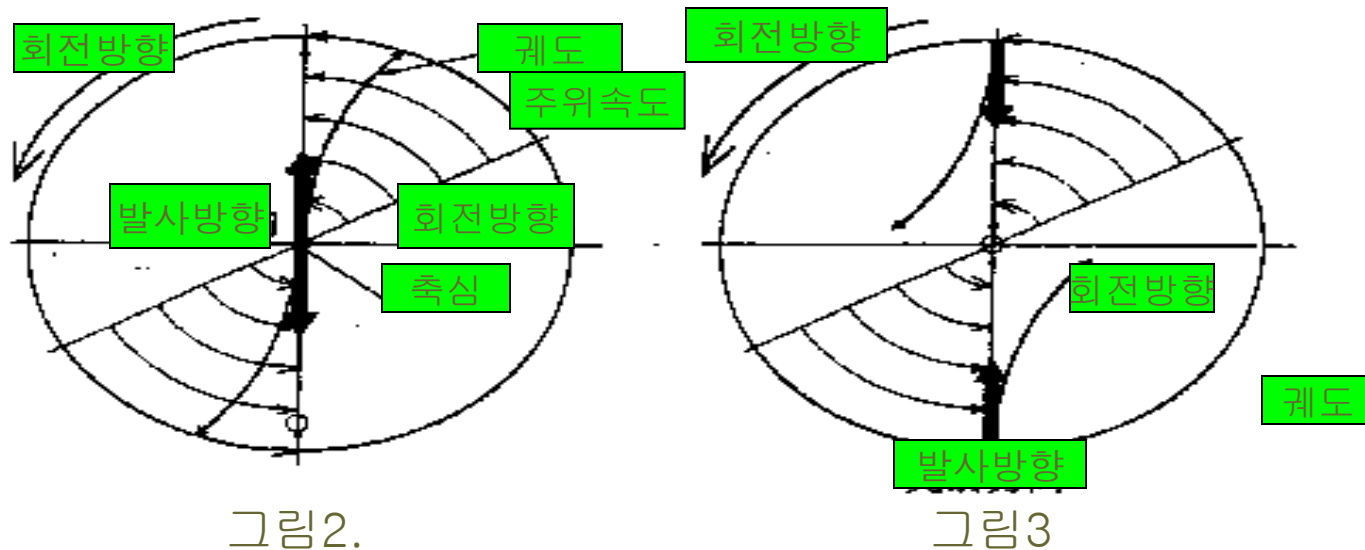


그런데 이것을 ℓ에 1원단위로 환산을 했을 경우라고 가정을 해보면 15°C의 경우에는 100ℓ에 100원 90°C의 경우에는 104ℓ에 104원이라는 금액의 차이가 발생하게 됩니다. 만약 이것을 연간 100억원의 거래가 이루어진다고 한다면 실제로는 4억원의 차액이 발생하게 됩니다.

그렇다면 왜 질량이 필요한가에 대해서는 아시리라 생각합니다.

3. Coriolis Force라는 것은

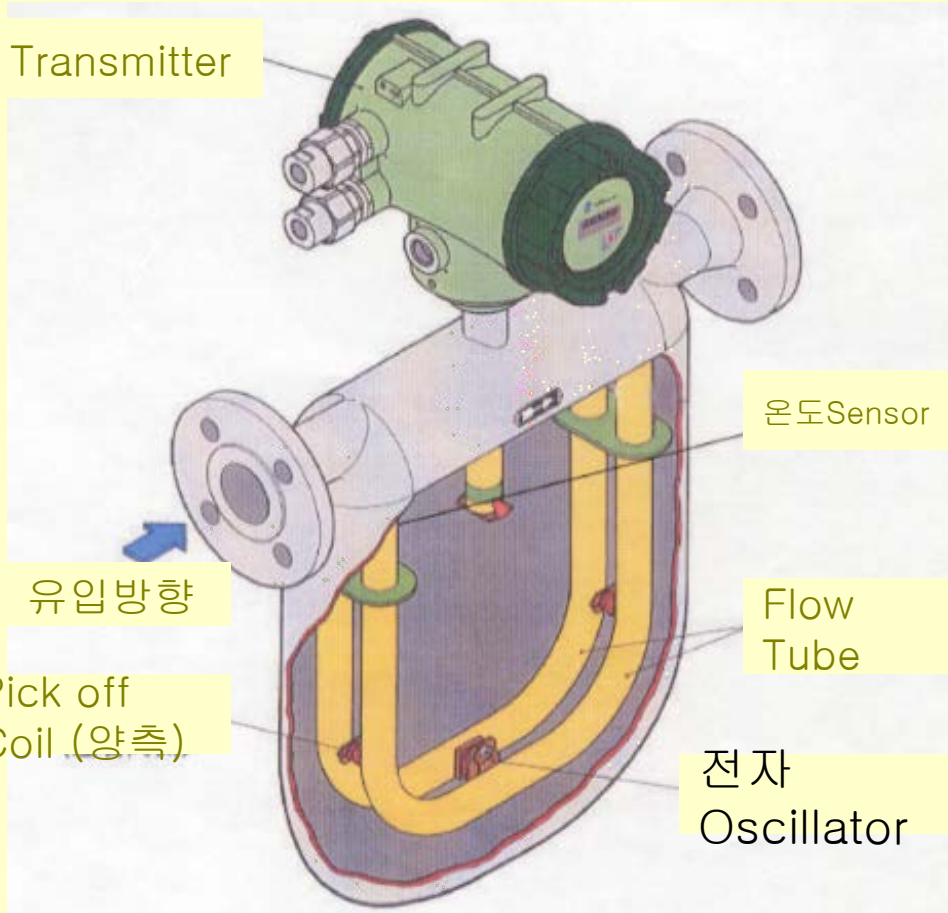
Coriolis Force 라는 것은 1792년 프랑스기계기술자 Gaspard Coriolis라는 사람이 수학적으로 그 힘을 정리한 것으로 그의 이름을 기념하여 오늘에 이르고 있습니다.



회전 원반상의 축 심에서 외주방향으로 그림2와 같이 구를 발사했을때 구의 궤도는 회전방향과 반대방향으로 궤도가 어긋나서 나갑니다. 또 이것과는 역으로 외주에서 축심으로 그림3과 같이 구를 똑바르게 발사했을때 구의 궤도는 회전방향에따른 방향으로 어긋나서 갑니다.

4. Coriolis 유량계의 구조

Coriolis 유량계는 아래 그림과 같이 기본적으로 기계부품으로 유출 유입구의 Flange와 유로를 2개로 나누는 Manifold 그리고 2개의 Flow tube만으로 구성되어 있습니다. 이때 질량유량을 계측하는 전자부품으로는

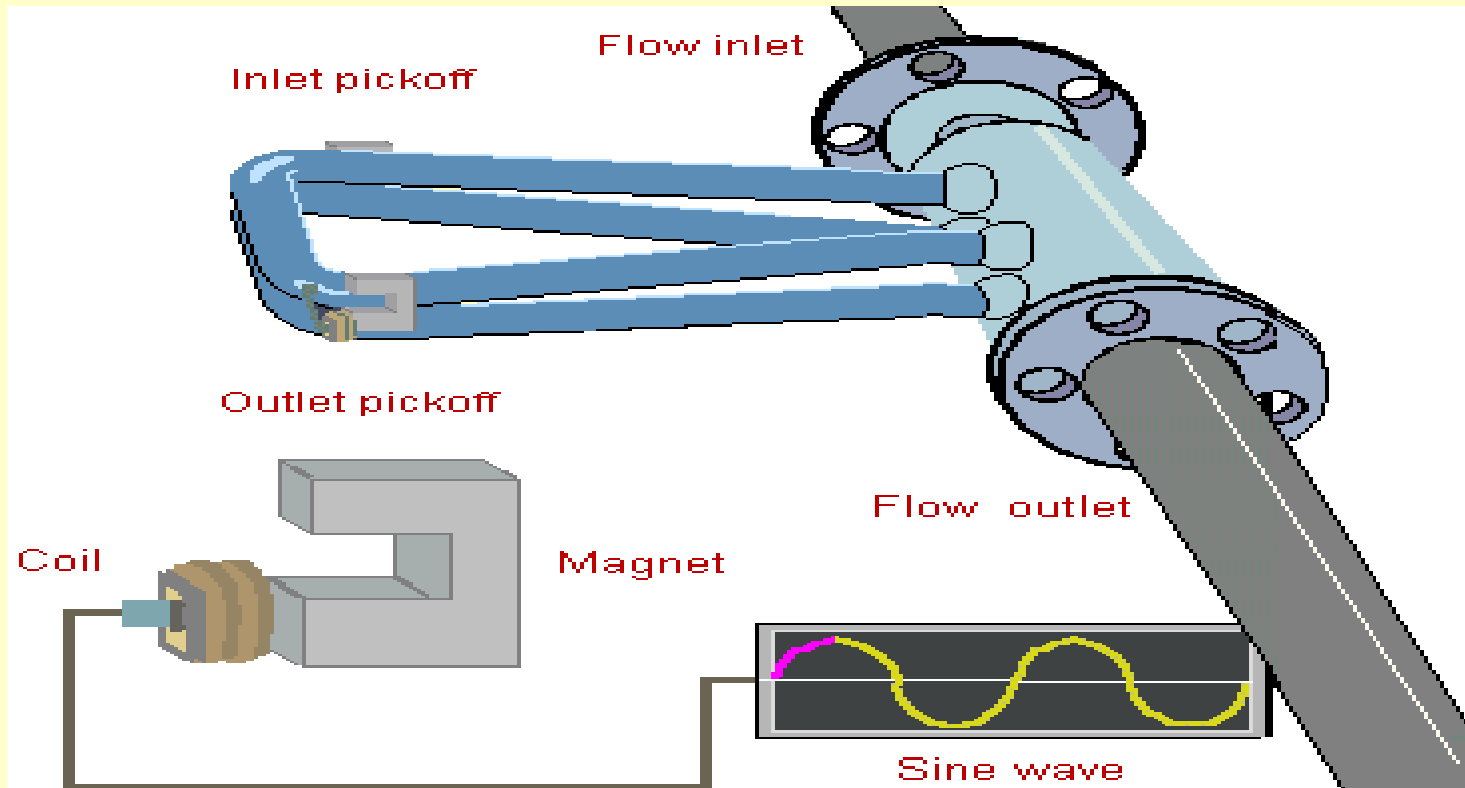


Pick up Coil. 전자Oscillator.

Temp sensor가 있으며 각각의 기능으로는 아래와 같습니다.

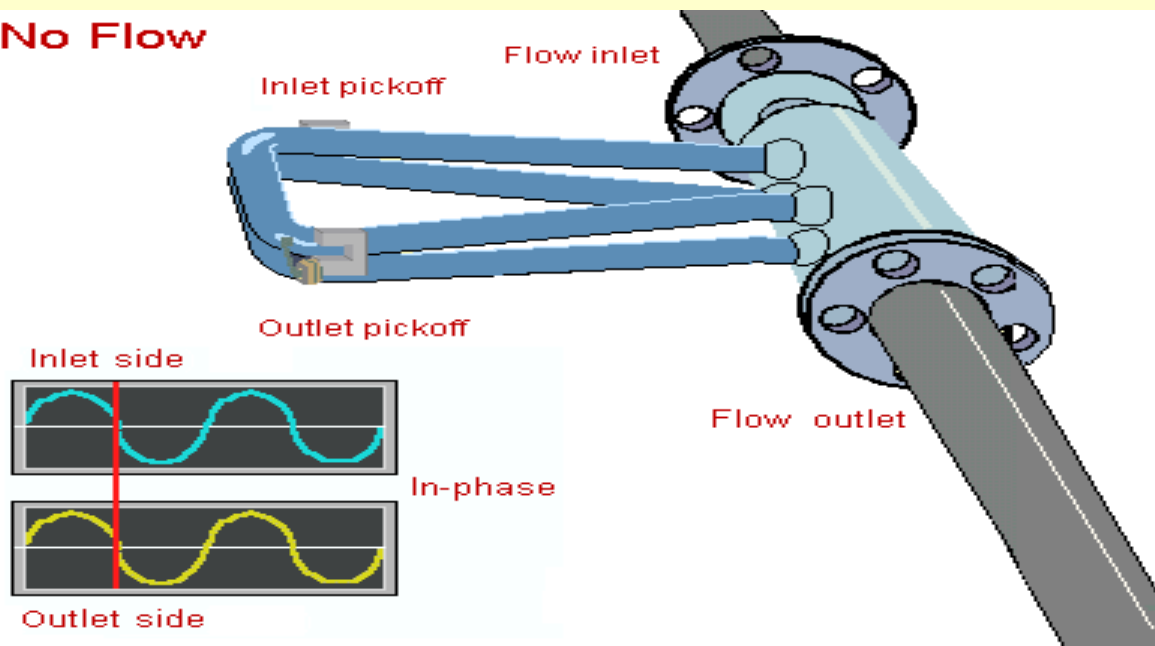
- 전자 Pick up Coil은 좌우 각각에 설치되어 Tube의 뒤틀림에 의한 위상차 신호를 검출합니다.
- 전자Oscillator는 Tube를 고유진동주파수로 진동시키는 작용을 합니다
- 온도Sensor는 Tube의 열변화에 의한 탄성계수를 보정하는 작용을 합니다.

5. Coriolis 유량계의 계측원리



- Flow Tube내의 유체는 유입측에서 유출측으로 흘러나가게 되는데, Tube의 좌, 우 양쪽에는 Magnet 와 Coil의 조합인 Pickoff Coil이 위치합니다.
이 Pickoff coil은 Magnet의 일정한 자장으로 움직이는데, Coil의 자속밀도가 변하게 되면서 기전력이 발생하며, 여기서 발생하는 기전력은 Sine curve를 일으키게 됩니다.

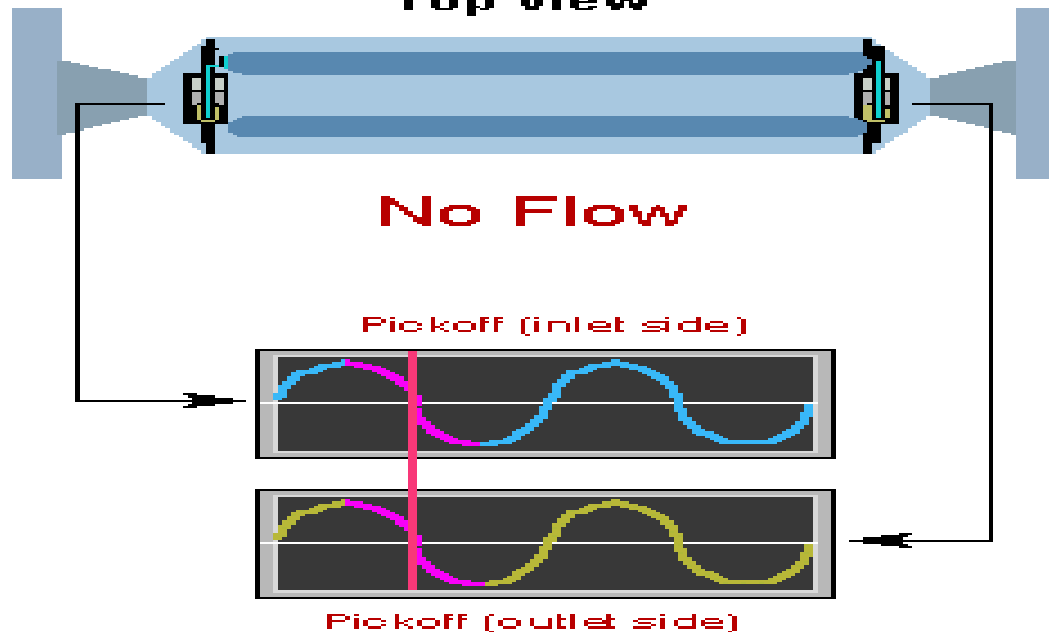
No Flow



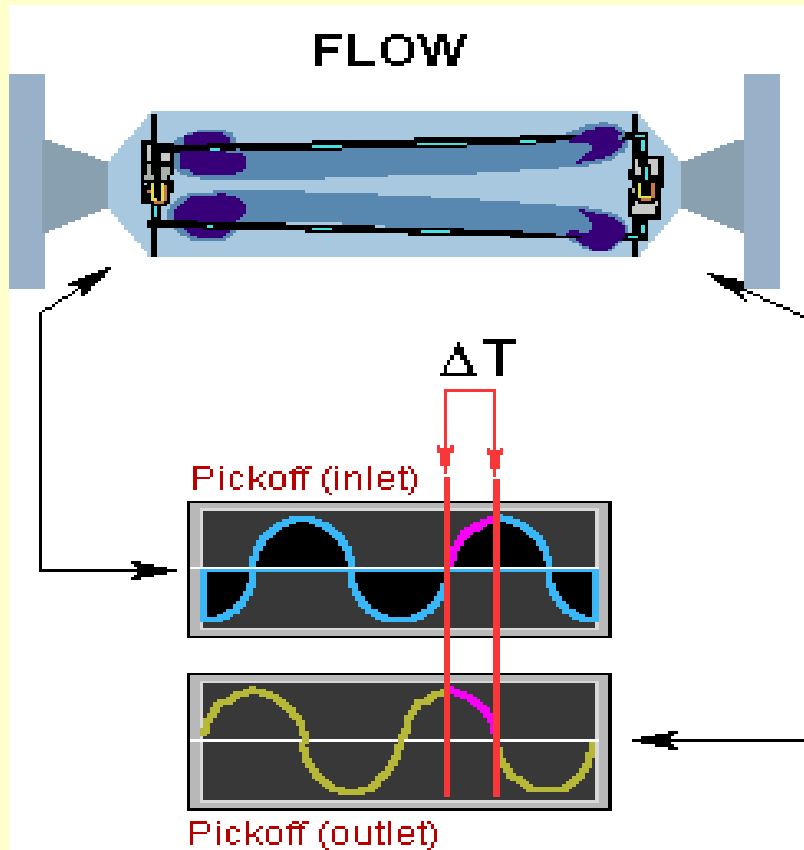
•유체의 흐름에 따라 왼쪽에서 오른쪽으로 유체가 이동하게 되면, 왼쪽에 위치한 Inlet pickoff coil(Left pickoff coil)과 오른쪽에 위치한 Outlet pickoff coil(Right pickoff coil)를 지날때, Pickoff sensor에서 Sine curve를 검출하게 됩니다.

Tube에 유체가 흐르지 않는다면, L.P.O와 R.P.O에서 검출되는 Sine curve는 위상차가 발생하지 않을 것이고 유체가 흐른다면 L.P.O와 R.P.O에서 위상차가 발생할 것입니다.

Top view



Tube가 진동하고 있다면 Inlet pickoff coil(L.P.O)과 Outlet pickoff coil(R.P.O)에서는 계속적으로 Sine curve를 일으키고 또한 검출하게 될 것입니다.

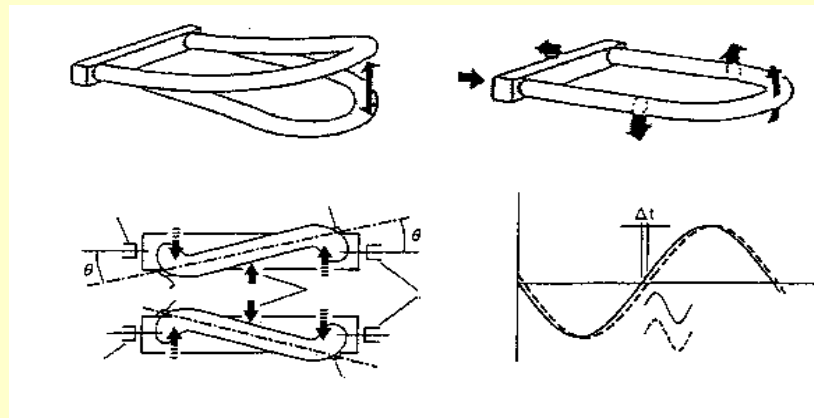


Tube는 상하로 움직이고, 유체는 유속에 Tube를 통과 하려고 하기 때문에, 유체가 Tube와 부딪히게 되고, 이에 따라 비틀림이 발생합니다.

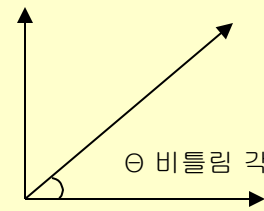
이 비틀림이 생기는 모습은 아래 그림에서와 같이 같은 방향에서 위, 아래쪽에 각각 반대로 발생합니다. 여기서 유체가 Tube와 부딪힐때 비틀림을 발생하는 힘이 Coriolis Force 입니다.

무거운 유체가 더 큰 비틀림각을 발생한다는 것은, 유체가 Tube와 부딪힐때 생기는 비틀림각이 질량유량에 비례하는 값이라는 것을 의미합니다.

이것은 질량유량을 측정하는데 매우 중요합니다.

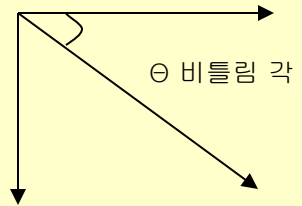


진동방향



유체의 진행방향

유체의 진행방향

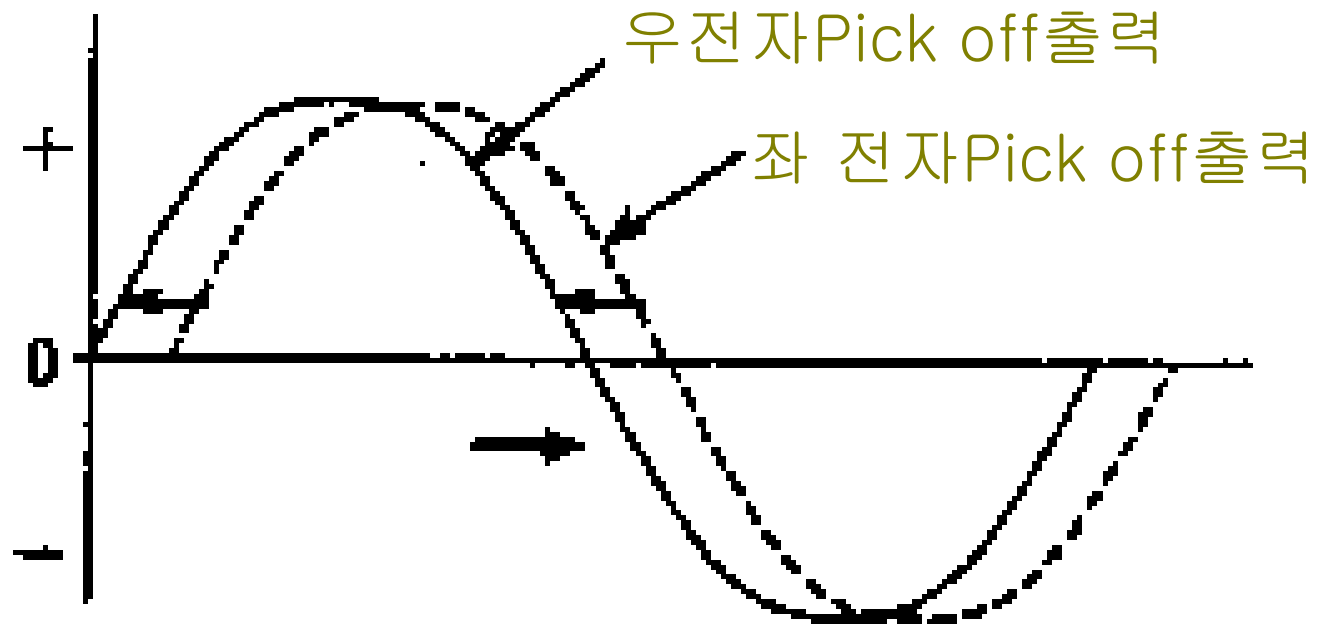


진동방향

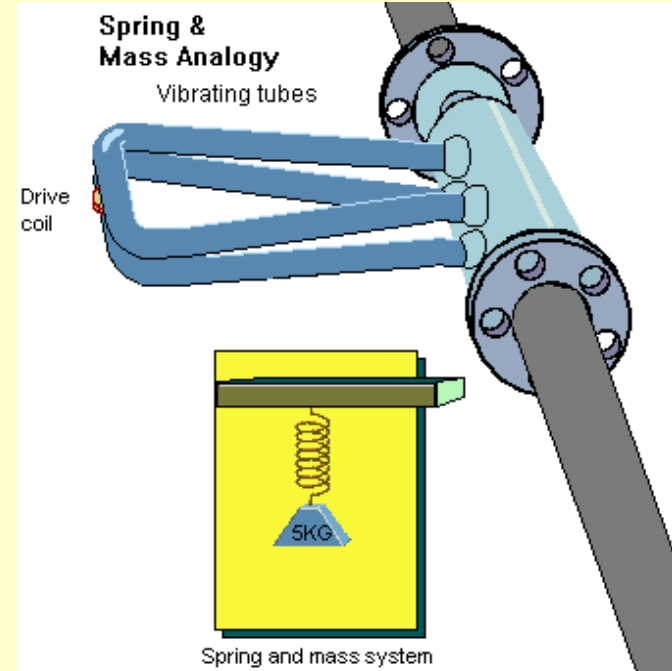
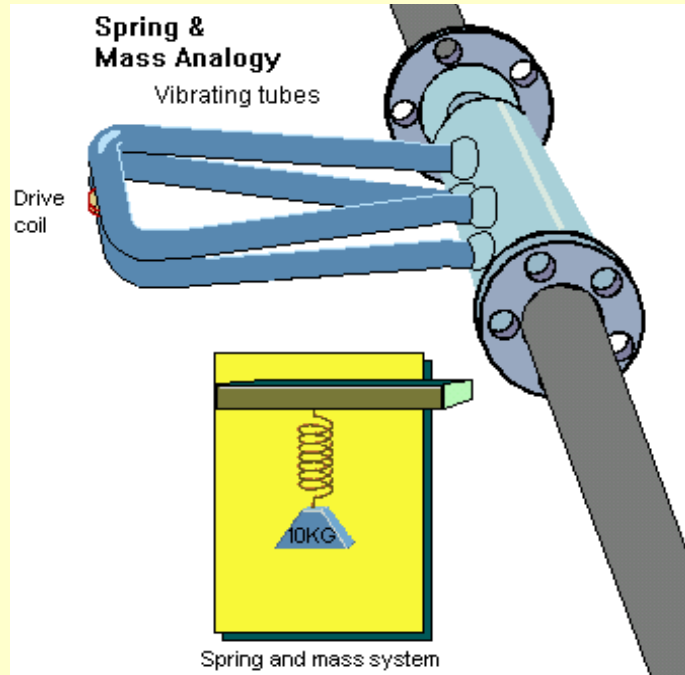
6. Coriolis Mass Flowmeter의 이점

- 고 정도
- 직접식 질량측정
- 범용성
 - 하나의 장치로 유량, 밀도, 온도 측정.
 - Recalibration 불 필요
- 신뢰성
 - 구동부 없음
 - 유지보수 적음
 - 직관부 불 필요
- 유량변동에 대한 빠른 응답성

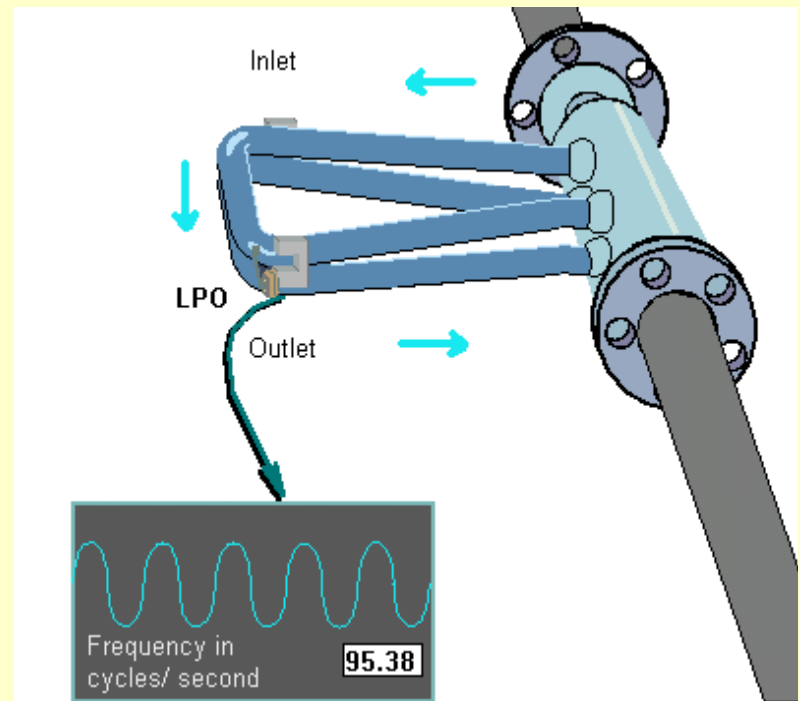
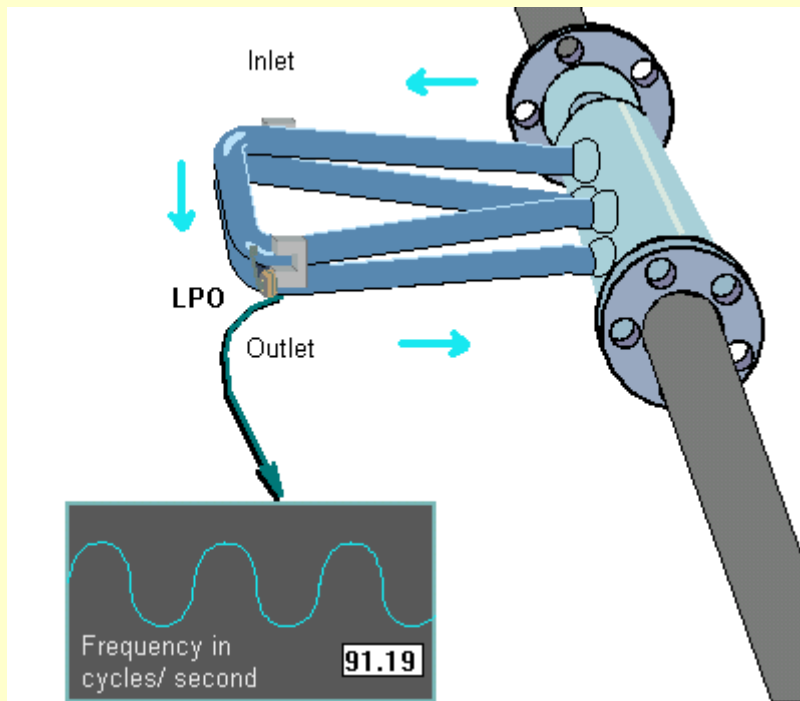
7. Zero점 조정



8. 밀도의 계측원리



- Mass Flowmeter의 Tube와 Spring 저울과의 운동관계를 생각해봅시다.
Mass flowmeter의 Tube는 Drive Coil(진동자)에 의해 상, 하로 진동을 반복하고 있으며, Spring 저울의 움직임 또한 추에 의해 상, 하 운동을 하므로 서로가 크게 차이가 없습니다.
상기의 그림과 같이 Flow Tube에서도 Spring 저울과 같이, 무거운 유체가 Tube를 흐를때와 가벼운 유체가 Tube를 흐를때 상하로 움직이는 진폭이 더 크게 발생하는 것을 확인 할 수 있을 것입니다.



- Tube의 진폭과 주파수는 어떤관계가 있으며, 이것이 밀도와 어떤 영향을 가지고 있는지 알아보시다. 이 상태에서 진동자에 의해 Tube는 진동을 하고 Pickoff sensor에서는 Coil을 자계가 횡단하는 것으로 Sincurve를 일으키고 있을 것 입니다.
- 무거운 물체가 이동할때 발생하는 Sincurve의 주기와 가벼운 물체가 이동할때 발생하는 Sincurve의 주기는 어떻게 다를까요?
- 위의 그림과 같이 무거운 물체가 이동할 때는 진폭이 크기 때문에 주기는 길어지고, 주파수는 적어질 것이고 반대로 가벼운 물체가 이동할 때는 진폭이 작기 때문에 주기는 짧아지고, 주파수는 클 것 입니다
- Mass flowmeter에서 Tube내의 부피는 일정하게 정해진 양이고, 밀도가 변하면 질량이 변할 수 있습니다. 이 관계때문에 Tube의 진동주파수는 밀도에 따라 고유진동주파수로 움직이는 것 입니다. 다시 말하면, 유체의 밀도는 진동주파수에서 비롯된다는 의미입니다. Oval mass flowmeter에서 유체의 밀도는 L.P.O에서 측정을 합니다.

9. Trouble Shooting

전 항에서 Coriolis 유량계의 원리 및 간단한 동작에 대하여 논술했습니다 만 이후에는 Trouble Shooting에 대하여 말씀 드리겠습니다

본래 Coriolis유량계는Maintenance Free제품으로 사용되어 왔으나 Maintenance를 필요로 하지 않는다는 의미는 아닙니다.

특히 다른 유량계와는 다른 특유의 Thouble이 발생하는 경우가 발생되므로 그 현상을 바르게 잡는 것으로서 적절한 대책을 강구할 수 있습니다.

Coriolis 유량계의 Thouble은 주로 아래에 열거된 원인으로 크게 구별 할 수 있습니다.

- 1) 공기, 기포 혼입 Process의 경우
- 2) 여러 가지 원인에 의한 Zero점 이동
- 3) 외부 진동의 영향
- 4) 그 외의 Thouble Shooting

1) 공기, 기포 혼입의 Process의 경우

I. 액체 중에 미소한 기포가 혼입한 경우

- 연속적으로 오차를 포함한 계측 (마이너스오차) 이 되며 유량신호는 변동하여 불안정하게 됩니다.

II. 액체 중에 기포가 불 균일 하게 혼입한 경우

- 이 경우는 유량신호가 크게 변동하여 오차도 크고 출력이 흔들리거나 Zero가 되거나 하여 계측이 불가능하게 되는 경우가 발생합니다.

III. Air가 눌러 Tank바닥으로 끌리듯 대용량의 기체와 액체가 교체되는 경우

- 이 경우는 기/액 혼상의 상태가 되어 거의 계측이 불가능합니다.

상기에서 보듯이 오차의 정도는 I ~ III 순으로 커지게 됩니다.

기본적으로 기포,공기가 혼입되지 않도록 Process를 설계하는 것이 Coriolis 유량계의 능력을 살리는 최선의 방법이라고 할 수 있습니다.

일반적으로 기포가 혼입한 경우 다소 오차를 포함하지만 계측이 가능한 범위는 기종에 따라 다르지만 Void 율 3%이내로 생각하면 됩니다.

2) 여러 가지 원인에 의한 Zero점 이동

I. 유체 정지 시 기포가 남아 있는 경우

- Zero점이 서서히 또는 큰 폭으로 이동하여 정지 할 때 마다 변화한다
(기포 혼입이 되지 않게 Process를 구성한다)

II. Slurry가 정지 중에 분리,침강 하는 경우

- Zero점이 서서히 이동한다
(정지한 직후에 Zero점 조정을 한다 그 후 외관상의 이동은 무시)

III. 유체의 온도가 변화하는 경우

- 기종에 따라 다르지만 통상 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 의 범위가 되어야 함.
(사용상태의 액체온도로 Zero점 조정을 한다)
(정지할 경우만 액체온도가 변화 하고 Zero점 이동하여도 무시한다.)
(액체의 온도가 큰 폭의 다른 유체를 계측하는 경우는 다시 Zero점 조정)

IV. 정지 중에 액체가 요동하는 경우

- 배관 내에 공기 덩어리가 있으면 Zero점이 변동
(유량계의 가장 가까운 곳에 Valve를 설치 완전하게 Block한다)
(배관 속의 공기를 제거한다.)

V. 유체의 밀도가 큰 폭으로 변화한 경우

- 밀도차가 $\pm 0.1\text{g/ml}$ 정도라면 영향은 없다
(밀도차가 큰 경우는 다시 Zero조정을 한다.)

VI. Flow Tube내에 부착,고착된 경우

- Zero점이 크게 이동하여 조정을 할 수 없다.
(용정,세정이나 과열로 녹인다.)

■ 가능한 대책

- 공기, 기포의 혼입을 막는 Operation으로 개선한다.
- 유량계 상류측에 기포를 발생시킬 수 있는 Valve,조리개 등이 있는 경우 하류측으로 이설 또는 철거 한다(Cavitation의 방지)
- Air가 눌리거나 Tank바닥쪽으로 끌리는 경우는 가능하다면 유체가 바뀌는 동안은 수신기측에서 신호를 받지 않도록 처리한다.

3) 외부 진동의 영향

1. 정지 중에 Zero점이 불규칙하게 변동한다

운전 중에 출력신호가 Hunting이 심하다.

Sensor진동이 정상 일 때보다 크게 발생 웅 웅 하는 소리가 난다

오차정도 불량이 되어 재현성이 없다

- 배관 Support의 개조와 강화
- Flexible Tube를 설치
- Transmitter의 소유량 Cut Off값을 변경한다

4) 그 외의 Trouble Shooting

1. Transmitter의 이상 진단이나 Sensor이상 등 통신을 사용하여 Error Message의 표시에 의한 진단이 가능하다

- Sensor 이상
- Analog Output 이상, Pulse output 이상, Scale Over
- Cable단선,
- CPU 이상 등.

10.결론

Coriolis유량계는 그 계측원리면에서 복합Sensor로 다음과 같은 기능을 가지고 있습니다

- 밀도계

(Transmitter 가 Flow Tube를 고유진동수로 진동 시켜 Tube의 진폭/진동수를 계측하는 것으로서 유체내의 밀도를 알 수 있습니다

- 온도Sensor가 부착되어 온도 계측이 가능합니다

- 밀도를 계측할 수 있으므로 용적유량출력이 가능합니다.

현재 세계에는 여러 질량유량계의 제조회사가 있으며 각사 각양의 Style의 유량계를 판매하고 있지만 대표적인 구조로는 다음의 3가지가 있습니다.

- ★ U형 또는 U의 변형형 Double Tube Type
- ★ Straight Double Tube Type
- ★ Straight Single Tube Type

이 유량계의 계측원리는 기본적으로는 동일하지만 구조 및 그것을 동작시키기 위해서 Electronics에 각각의 기술적 Know How가 접목되어 있습니다.

이 글에서는 기본적인 계측원리에 관해서 쉽게 설명을 드렸습니다. 여러분의 Coriolis 유량계를 보다 쉽게 선택할 수 있는 데에 도움이 되셨으면 합니다. 감사합니다.