

## FLOW INSTRUMENT (PITOT-TUBE)

MODEL : SAP-810



**SEOJIN INSTECH CO., LTD.**

TEL : +82-2-462-1512

FAX : +82-2-466-6445

## 목 차

1. 개요 및 기본원리
2. 압력차에 의한 유량값 계산
3. 차압트랜스미터의 크기
4. 설 치 방 법
5. 비정상적 작동조건

# 취급설명서

DATE : 2008.08.25

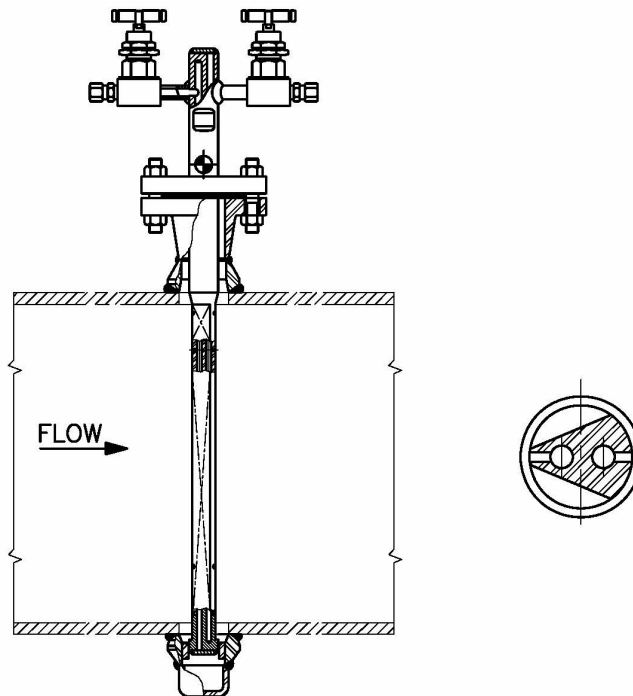
PAGE : 3 of 10

REV. : 1

## 1. 개요 및 기본원리

Averaging Pitot-Tube 유량계는 헤드타입으로써 파이프를 흐르는 액체나, 증기(steam), 가스등의 상류층흐름과 하류층 흐름의 압력탭(TAPS)에서의 상호 압력차를 측정함으로써 유량값을 측정합니다. 유량값은 상층흐름과 하층흐름의 압력탭(TAPS)에 의해 측정된 서로 다른 압력차의 제곱근에 비례합니다. 그러므로 사용자는 유량값을 구하기 위해 압력계(manometer) 혹은 AP transmitter와 같은 다른 장치를 사용해서 압력차를 구할 필요가 있습니다.

Averaging Pitot-Tube 유량계내에서, 파이프내의 균등하지 않은 유체의 속도분포에 비례하는 평균압력 신호의 측정을 위해 tube에 여러 개의 상층흐름과 맞닿는 압력측정 홀(holes)이 tube에 위치하며, 같은 수의 정압탭(taps)이 유량에 수직인 방향으로 뚫려 있습니다. 모든상상층류흐름의 홀에서의 값은 single 압력 transmitter tube를 통해 하나로 합쳐집니다. 그리고 마찬가지로 모든 하층흐름의 홀(holes)은 다른 쪽 tube에서 하나로 합쳐집니다. 압력차는 그림에서와 같이 두 압력의 합쳐진 Tube에서의 값을 측정함으로써 구해집니다.



# 취급설명서

DATE : 2008.08.25

PAGE : 4 of 10

REV. : 1

## 2. 압력차에 의한 유량값

파이프를 흐르는 유량의 평균체적 유량값 (Averaging volumetric flow rate)의 식은 다음과 같습니다.

$$Q = AK \sqrt{2g\Delta p / \rho} \quad (1)$$

여기서 Q = 체적유량비 값 (volumetric flow rate)

A = 파이프 단면적

K = 유량계수 (제조업체에 제공)

g = 중력가속도

$\Delta p$  = 측정 압력차

$\rho$  = 유체 밀도

질량유량(m)은 사용압력과 온도 사이의 Q와 유체밀도의 곱에 의해 구할 수 있습니다.

$$M = \rho Q \quad (2)$$

### Example

6" schdculc 40인 파이프 내에서의 물의 흐름에서 압력과 온도가 각각 20psig, 80°F, 평균피토투브 유량계상의 측정된 압력차가 35 Inch(물기둥) 일 때, 체적유량 ft<sup>3</sup>/sec 와 질량유량 lb/hr을 계산하면 다음과 같습니다.

단, 계기에 제공되는 미터의 유량계수 (K)는 0.750입니다.

### Solution

6"sch-40 인 파이프 내경 (ID) = 6.065 inches = 0.5054ft

$A = \pi D^2/4 = 3.14 \times (0.505)^2/4 = 0.2006\text{ft}^2$

$\rho = 62.22 \text{ lb/ft}^3$  @ 80°F (물의 속성테이블 값참조)

$\Delta p = 35 \times 144/27.684 = 182.055 \text{ lb/ft}^2$

(1 lb/ft<sup>2</sup> = 144 psi ; 1 psi = 27.684 (물기둥))

$g = 32.2\text{ft/sec}^2$

K = 0.750 (제조사 제공)

# 취급설명서

DATE : 2008.08.25

PAGE : 5 of 10

REV. : 1

체적유량값을 구하기 위해 위의 값을 (1) 식에 대입하면,

$$Q = AK \sqrt{2g\Delta p / \rho}$$
$$= 0.2006 \times 0.75 \times \sqrt{(2 \times 32.2 \times 182.055 / 62.22)} = 2.066 \text{ft}^3 / \text{sec}$$

또한 질량유량값 (lb/hr)을 구하기 위해 (2)식에 대입하면,

$$m = \rho Q = 3600 \times 62.22 \times 2.066 = \underline{460,660 \text{ lb/hr}}$$

### 3. 차압 Transmitter의 크기

공식 (1)은 차압 transmitter의 크기나 당사의 평균피토투브 유량계와의 연결시 사용되는 압력계에 (manometer)적용됩니다.

질량 유량값을 알고 있을 때, 차압에 대한 식은 (1)식에 의해 다음과 같이 정리할 수 있습니다.

$$\Delta p = m^2 / (2g \rho A^2 K^2) \quad (3)$$

$$= 0.000007743 \times m^2 (\rho d^4 K^2) \quad (4)$$

여기에서  $\Delta p$  : Inches  
 $m$  : lb/hr  
 $\rho$  : lb/ft<sup>3</sup>  
 $d$  : Inches  
 $K$  : 0.75 또는 제조업체 제공

체적유량값을 알고 있다면, 차압에 대한 식은 (1)식 의해 아래와 같이 다시 정리할 수 있습니다.

$$\Delta p = 0.6989 \times \rho Q^2 / (d^4 K^2) \quad (5)$$

여기에서  $\Delta p$  : Inches  
 $Q$  : ft<sup>3</sup>/sec  
 $\rho$  : lb/ft<sup>3</sup>  
 $d$  : Inches  
 $K$  : 0.75 또는 제조업체 제공

# 취급설명서

DATE : 2008.08.25

PAGE : 6 of 10

REV. : 1

유체흐름의 속도를 알고 있을 때, 식 (1)에 의해 다음과 같이 다시 정리 할 수 있으며,

$$Q = AK \sqrt{2g\Delta p / \rho}$$

$$V = Q/A = K \sqrt{2g\Delta p / \rho} \quad (6)$$

그리고 속도에 대한 값을 차압식에 적용시키면,

$$\Delta p = 0.0029852 \times \rho V^2 / K^2$$

여기에서  $\Delta p$  : Inches

$V$  : ft/sec

$\rho$  : lb/ft<sup>3</sup>

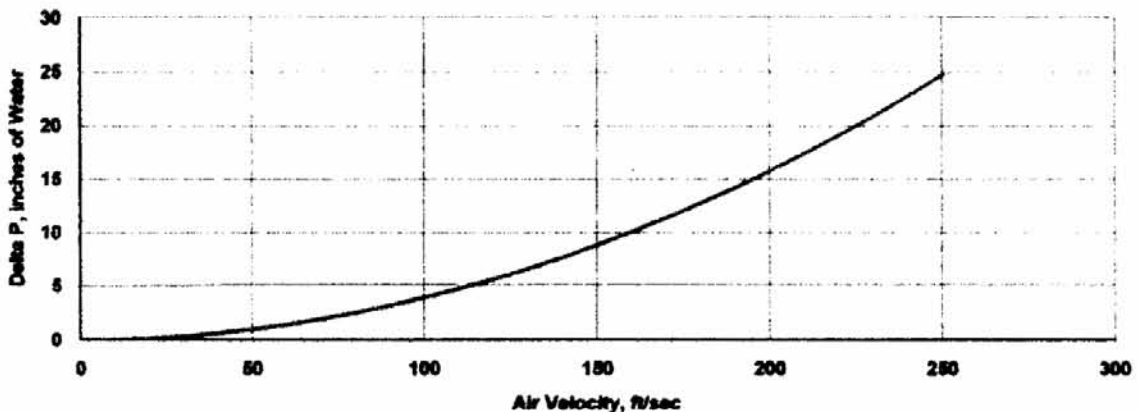
$K$  : 0.75 또는 제조업체 제공

공기와 물의 속도의 범위에 대해 차압계산값은 아래의 사용자 그래프에 나타나 있습니다.

이 그래프는 평균피토투브 유량계와 함께 사용되는  $\Delta p$  transmitter 사용범위의 크기를 결정하는데 사용됩니다. 선택한 transducer의 최대측정가능 압력은 실사용에 있어 기본적으로 예상치보다 약 20% 정도 높습니다.

증기(steam)에서의  $\Delta p$ 를 구하려면, 사용압력과 온도 내에서의 증기(steam)의 밀도는 식(7)에 의한 값으로 구해집니다.

**DIFFERENTIAL PRESSURE AS A FUNCTION OF AIR VELOCITY  
FOR AVERAGING PITOT FLOWMETER**



Air at Standard condition; K = 0.752  
Seojin Instech Company  
[APTDeltaPAirWater0502]

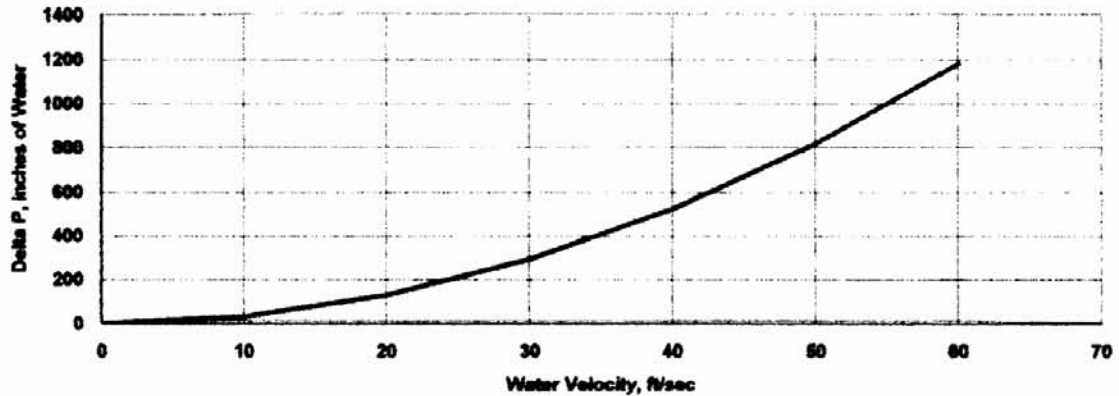
# 취급설명서

DATE : 2008.08.25

PAGE : 7 of 10

REV. : 1

DIFFERENTIAL PRESSURE AS A FUNCTION OF WATER VELOCITY  
FOR AVERAGING PITOT FLOWMETER



Water @ 1 atm and 20 C; K = 0.752  
Seojin Instech Company  
[APTDeltaPAirWater0502]

## 4. 설치 방법

### 파이프 조건

평균피토투브 사용상의 이점중 하나는 파이프의 구성상 생기는 어떠한 비균형적 속도분포에도 정확한 평균속도의 측정이 가능하다는 데에 있습니다. 정확한 결과값을 얻기 위해서 계기의 상층흐름과 하층흐름 양쪽에 실제의 직선파이프 부분에 연결되어야 합니다.

각각의 상층흐름과 하층흐름에 대해서 7이나 3배의 파이프 직경부분을 권장합니다.

여기에서 공간은 제한되어있으며 흐름유지기(flow straightener)가 사용됩니다.

### 파이프의 내부 직경

일반적으로 정확한 유량결정에 대한 파이프의 내부직경의 측정은 상업용 파이프가 표준 오차 내에 맞게 제조되므로 필요하지 않습니다. 그러나 여기서는 상업용의 다양한 파이프는 적합하지 않으며, 비표준 파이프가 사용되었습니다. 내부직경은 계기정확도의 향상을 위해 측정되어야 합니다.

### 각도의 방향

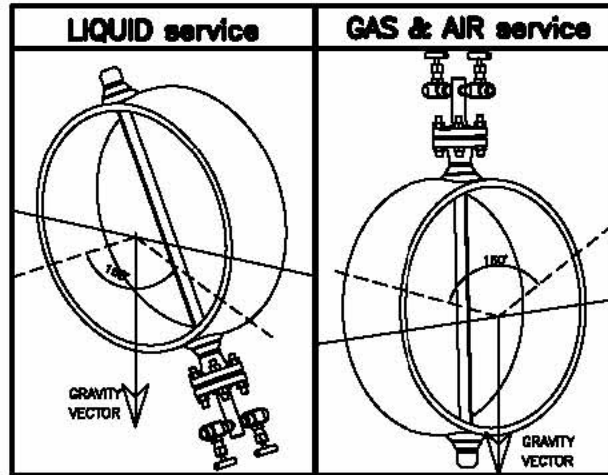
흐름에 방향에 대한 예상과 달리 과도한 조정과 파이프의 배치는 피할 수 없는 오류를 유발할 수 있습니다. Roll, Yaw 그리고 Pitch각의 차이는 각각 3°, 3°과 5° 보다 적게 유지되어야 합니다.

# 취급설명서

DATE : 2008.08.25

PAGE : 8 of 10

REV. : 1



## 6. 비정상적 동작 조건

과도한 유량계의 진동은 확실한 아래의 조건일 때 생깁니다.

이러한 조건에서의 연속된 사용은 유량계의 세부조정을 무효화하여, 유량계의 구조적인 고장의 원인이 되기 때문에 피해야 합니다.

유체흐름 매체의 맥동현상은 유량계의 성능에 영향을 줄 수 있기 때문에 피해야 합니다.

APPENDIX – Raymond Kim, “Averaging Pitot Tube Flowmeter” in Korea,  
Automatic Control Instrumentation, April 2000, Page 41.



# 취급설명서

DATE : 2008.08.25

PAGE : 9 of 10

REV. : 1

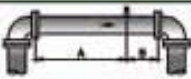
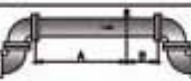
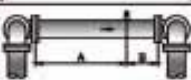
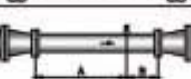
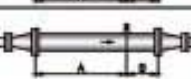
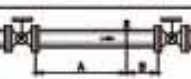
## Straight Run Requirements

Use of recommended straight pipe lengths of uniform diameter upstream and downstream ensures that flow measurement will be made in flow with fully developed characteristics.

The flowing chart describes the minimum number of pipe diameters upstream and downstream of the SAP.

Longer lengths are always preferred (if available) for accurate flow measurement.

Note: Straight runs listed below are for water.  
Multiply times 1.5 for gases or steam.

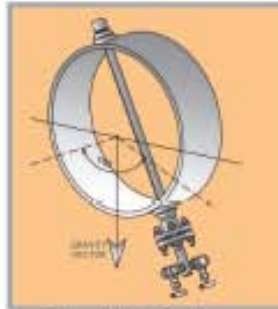
Minimum Diameters Straight Pipe	Upstream Dimensions					Downstream Dimension
	Without Vanes		With Vanes			
	In Plane A	Out Plane A	A'	C	C'	B
	8	10				4
			8	4	4	
	11	16				4
			8	4	4	
	23	28				4
			8	4	4	
	12	12				4
			8	4	4	
	18	18				4
			8	4	4	
	30	30				4
			8	4	4	

## INSTALLATION

### ORIENTATION

Note: Other orientations are possible with additional considerations.

#### Horizontal Pipes

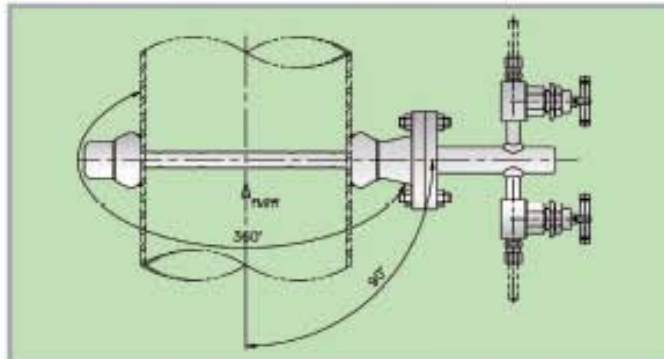


Liquids Services



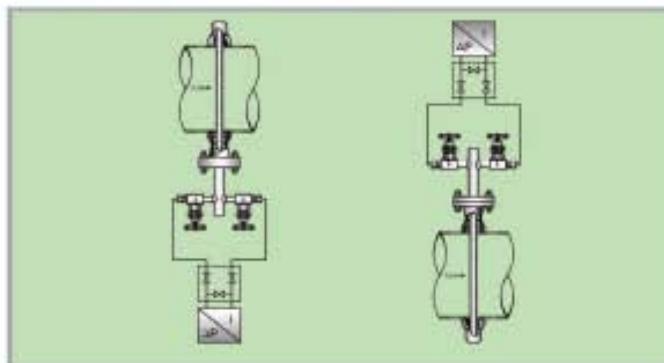
Gas, steam Services

#### Vertical Pipes



Liquids, Gas, Services, except steam

#### △ P Transmitter Location



Liquids Services

Gas, steam Services

