

Vol.130 / Dec. 2021

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침 8

유량 측정

왜 스팀 유량을 측정해야 하는가?

Key Solution 9

적합한 유량계 사용 및 관리의 필요성

After Service

25P 파이로트식 스팀 감압밸브

CONTENTS

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀엔지니어링 지침 8
유량 측정, 왜 스팀 유량을 측정해야 하는가? 03

Key Solution 9
적합한 유량계 사용 및 관리의 필요성 07

After Service
25P 파이로트식 스팀 감압밸브 12

2022년 스팀트랩 진단사 자격 검정 및 스팀기술연수교육 안내 15

발행 : 한국스피렉스사(주)

<http://www.spiraxsarco.com/global/kr>

발행인 : 이재호

편집인 : 좌윤전

편집 : 이미경

디자인 : 에디아커뮤니케이션서비스

인쇄 : 애드플랫폼

Steam People의 모든 내용은 인터넷 홈페이지 <http://www.spiraxsarco.com/global/kr> 에서도 만나실 수 있습니다. 본문 내용에 대한 문의사항이 있을 경우 홈페이지 Q&A 코너를 이용하시기 바랍니다.

기획 시리즈

올바른
스팀 사용을 위한
스팀 엔지니어링 지침 8

“여러분이 말하고 있는 것을 측정하고 이를 수치로 표현할 수 있을 때, 여러분은 이것에 대해 안다고 할 수 있다. 그러나 여러분이 이를 측정할 수 없고 수치로 표현할 수 없다면, 여러분의 지식은 보잘것 없는 것으로써 결코 만족스러운 것이 될 수 없다.”

William Thomson (1824-1907)

스팀은 측정이 용이한 매체는 아니다. 현재 사용 가능한 대부분의 스팀 측정용 유량계는 다양한 유체와 가스의 유량 측정을 위해 설계되고 있고 극소수의 유량계만이 스팀 유량 측정용으로 개발되어 있다. 스팀 유량의 정확하고 신뢰성 있는 측정을 가능하게 하기 위한 필요성에 대한 이해도를 높여 에너지 효율을 증대시키는데 도움을 드리고자 앞으로 2회에 걸쳐 유량 측정에 대해 알아보겠다.

Flowmetering

유량 측정 왜 스팀 유량을 측정해야 하는가?

왜 스팀 유량을 측정해야 하는가?

스팀 유량계는 에너지 절약 기구나 에너지 절약 계획에 속한 다른 제품들과는 동일한 방식으로 평가할 수 없다. 스팀 유량계는 스팀의 효율적인 관리를 위한 필수적인 도구이다. 스팀 유량계는 플랜트나 건물의 효율적인 운전에 필수적인 스팀 사용과 비용에 관한 정보를 제공한다. 스팀 유량 측정 시 주요 이점은 다음과 같다.

- 설비 효율
- 에너지 효율
- 공정 제어
- 원가 계산 및 거래용 유량 측정

◆ 설비 효율

잘 설계된 스팀 유량계는 설비가 정지된 시기로부터 플랜트가 사용 용량에 도달할 때까지 플랜트에 대한 전체 사용 범위에 걸쳐서 스팀 유량을 제시한다. 스팀 유량 및 생산량 간의 관계를 분석함으로써, 최적 사용 조건을 결정할 수 있다. 아울러 유량계는 시간의 경과에 따른 설비의 성능 저하 등을 알려줌으로써, 적절한 설비 청소 또는 교체시기를 결정할 수 있게 해 준다.

유량계는 또한 다음의 목적에 사용될 수 있다.

- 스팀 수요 및 가변적 성향의 추적
- 스팀의 피크 부하 시간 확인
- 플랜트 중 주요 스팀 사용 부분 혹은 설비 확인

따라서 스팀 유량계는 경제적인 스팀 사용을 위하여 생산 방법을 변경하도록 할 수 있으며, 보일러 운전 시 피크 부하에 따른 문제를 감소시킬 수 있다.

◆ 에너지 효율

스팀 유량계는 에너지 절감 시스템의 결과를 감시하고 설비와 설비 간의 효율을 비교하는데 사용할 수 있다.

◆ 공정 제어

적절한 스팀 유량 측정 장치로부터 얻을 수 있는 출력 신호는 공정에 공급되는 스팀량을 제어하는데 이용할 수 있으며, 이는 스팀이 정확한 온도 및 압력 상태에 있는지 여부를 제시해 준다. 또한 기동시 유량의 증가율을 감시함으로써, 스팀 유량계는 컨트롤 밸브와 연계하여 사용할 수도 있다.

◆ 원가 계산 및 거래용 유량 측정

스팀 유량계는 스팀 사용량 (및 이에 따른 스팀 비용)을 전체적으로 종합하여 측정하거나 주요 스팀 시설별로 측정할 수 있다. 스팀은 여러 단계의 생산 공정에서 원자재로 사용되므로 원가 계산이 가능하며, 이에 따라 제품에 따른 생산라인의 실제 비용을 계산할 수 있다.

스팀 유량 측정을 이해하려면, 유체 역학, 측정 유체의 특징 그리고 유체가 배관 시스템을 통해 이동하는 방식에 대한 몇 가지 기본적 원리를 파악하는 것이 유용하다.

유체의 특징

모든 유체는 다음과 같이 독특한 형태의 특징을 갖는다.

◆ 밀도

밀도 (ρ)는 물질의 단위 체적 (V) 당 질량 (m)을 의미한다.

$$\langle \text{식 1} \rangle \quad \text{밀도 } (\rho) = \frac{\text{질량 } (m) \text{ kg}}{\text{체적 } (V) \text{ m}^3} = \frac{1}{\text{비체적 } (V_g)}$$

포화증기표는 일반적으로 다양한 압력 / 온도 상태의 스팀에 관한 비체적 (v_g)을 제시하며, 이는 단위 질량당 체적으로 정의된다.

$$\text{비체적 } (V_g) = \frac{\text{부피 } (V)}{\text{질량 } (m)} = \text{m}^3/\text{kg} \quad \text{밀도 } (\rho) = \frac{1}{\text{비체적 } (V_g)} = \text{kg}/\text{m}^3$$

여기에서, 밀도 (ρ)는 비체적 (V_g)의 역수임을 알 수 있다.

포화수와 포화증기의 밀도는 온도에 따라 가변적이다.

◆ 점도

점도란 유체 흐름에 저항하는 내부적 특성을 말한다. 유체가 높은 점도 (예를 들면, 중유)를 유지하고 있을 경우 이는 흐름에 강하게 저항하게 된다. 아울러 고점성 유체는 점도가 낮은 유체에 비해 배관을 통과하면서 밀어 움직이기 위해 더욱 높은 에너지를 필요로 한다.

점도를 측정하는 방법에는 토크 렌치를 패들에 부착하여 유체 내에서 이를 회전 시키거나 또는 오리피스를 통해 유체가 얼마나 신속히 통과하는지를 측정하는 방법을 포함하여 여러 가지가 사용되고 있다.

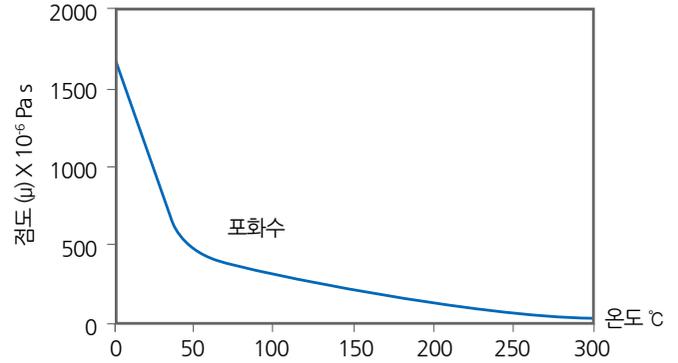
실험실에서 사용되는 다음과 같은 간단한 실험에 의해서 점도 및 사용된 단위를 검증할 수 있다.

한 개의 구체를 중력의 영향 하에서 유체를 통과하여 낙하시킨다. 구체가 낙하하는 거리(d) 및 시간 (t)의 측정치는 속도(u)를 결정하는데 이용된다. 식 2는 점도를 결정하기 위해 이용된다.

$$\langle \text{식 2} \rangle \quad \text{점도 } (\mu) = \frac{2 \Delta \rho g r^2}{9u}$$

μ	절대점도 (역학점도) (Pa s)
$\Delta \rho$	구체와 액체 사이의 밀도차 (kg/m^3)
g	중력 가속도 ($9.81 \text{ m}/\text{s}^2$)
ρ	구체의 반경 (m)
u	속도 = $\frac{d - \text{구체의 낙하 거리 (m)}}{t - \text{낙하 시간 (초)}}$

다양한 온도에서의 포화증기 및 포화수의 점도는 포화증기 표에 명시되어 있으며 이는 그림 1에서 확인할 수 있다.



*포화수에서 점도는 온도에 따라 감소하는 반면 포화증기에서 점도는 온도에 따라 증가한다.

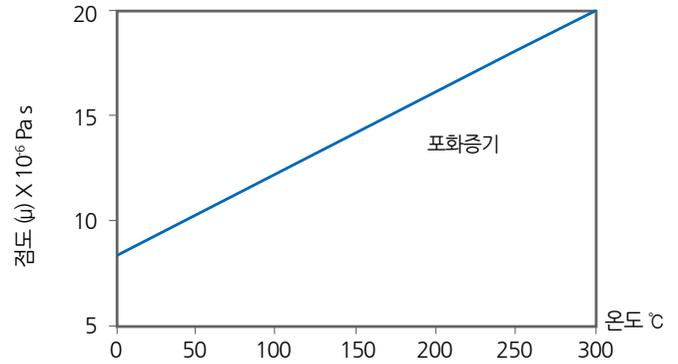


그림 1. 온도에 따른 포화수의 점도 (μ_s) 및 포화증기의 점도 (μ_g)

◆ 레이놀즈 수 (R_e)

밀도나 점도는 무엇보다도 배관 내의 유체 흐름에 영향을 준다. 이들은 모두 유체 흐름의 특징을 표현하기 위한 하나의 무차원량, 즉 레이놀즈 수 (R_e) 내에 식을 분석할 경우 모든 단위들이 상쇄되면서 결국 레이놀즈 수 (R_e)는 무차원 (Dimensionless) 상태가 된다.

$$\langle \text{식 3} \rangle \quad \text{레이놀즈 수 } (R_e) = \frac{\rho u D}{\mu}$$

ρ	밀도 (kg/m^3)
u	배관 내 평균 속도 (m/s)
D	배관 내경 (m)
μ	점도 (Pa s)

■ 레이놀즈 관계식의 평가

- 속도가 느린 특정 유체에서 레이놀즈 수 결과치는 낮게 나타난다.
- 유사한 밀도를 가졌으나 점도가 높은 다른 유체가 동일한 속도에서 동일한 배관을 통과할 경우 레이놀즈 수는 감소된다.
- 주어진 시스템의 배관 규격, 점도 (온도와 관련)가 일정한 상태인 경우 레이놀즈 수는 속도에 직접적으로 비례한다.

■ 유동 체계

점도 및 배관 마찰의 영향을 무시할 경우, 유체는 배관을 통하여 배관 직경에 따라 균일한 속도로 이동하게 된다. 이 경우 그림 2-1에서와 같은 '속도 분포'를 나타내게 된다.

그러나 이 경우는 매우 이상적인 경우로서 실제로 점도는 유체의 속도에 영향을 미치며, 배관 마찰과 함께 작용하여 배관 벽 근처에 있는 유체의 속도를 더욱더 감소시킨다. (그림 2-2)

낮은 레이놀즈 수(2,300 이하)에서 흐름은 '층류(laminar)'로 표현하며, 이는 모든 운동이 배관의 축을 따라 발생한다는 것이다. 이러한 조건에서 배관 벽에 대한 유체의 마찰이 있다는 것은 최대의 유체 속도가 배관의 중심에서 발생한다는 것을 의미한다. (그림 2-3)

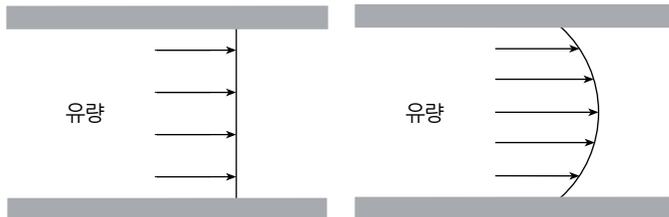


그림 2-1 점도 및 마찰을 무시한 속도 분포

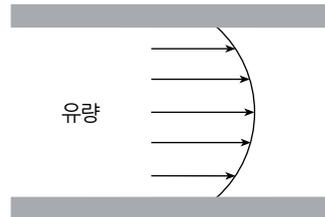


그림 2-2 점도 및 마찰을 가진 속도 분포

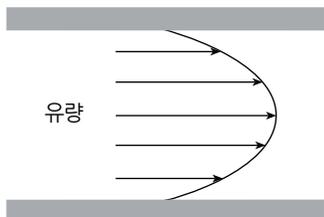


그림 2-3 포물선형 속도 분포

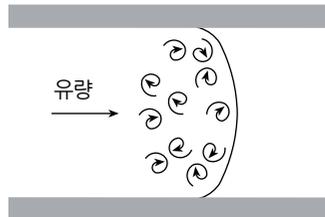


그림 2-4 난류 분포

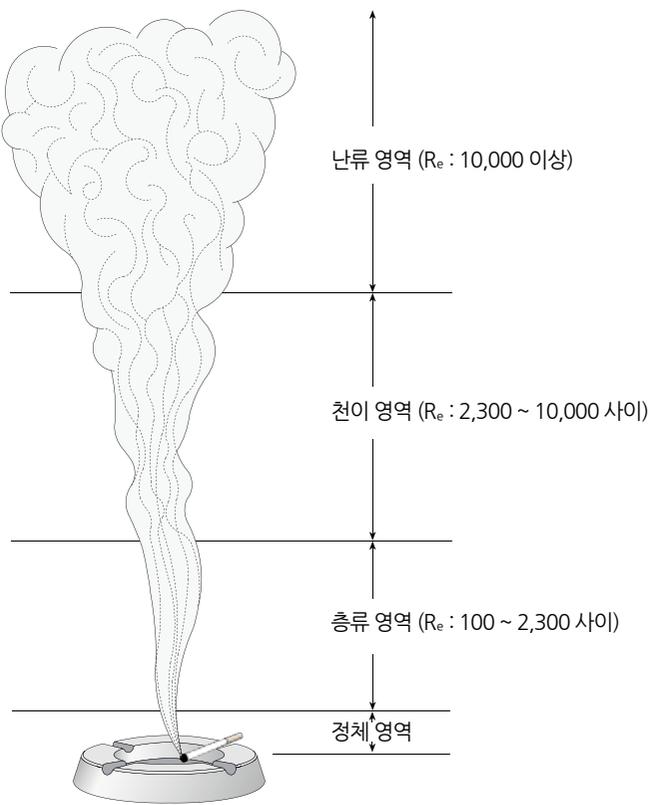


그림 3. 레이놀즈 수

속도가 증가하고 레이놀즈 수가 2,300을 초과할 경우 유동은 점차 더욱 심한 소용돌이 흐름을 가진 난류로 바뀌게 되어 레이놀즈 수가 10,000이 되는 상태의 완전 난류 상태에까지 이르게 된다. (그림 2-4)

대부분의 유체에서와 마찬가지로 포화증기는 난류 영역에서 배관을 통하여 이동한다.

그림 2와 3에 나타난 예들은 배관 내에서의 유체 특징에 관한 이해를 제공하고 있다는 점에서 유용하다. 이것은 동일한 유체의 두 가지 상에 관한 것이며 각각의 상에 따라 그 특징이 완전히 상이하다. 따라서 하기의 정보는 특히 포화증기 시스템과 관련이 있다.

예) 100 mm 구径의 배관 시스템을 통하여 10 bar g의 포화증기가 25 m/s의 평균 속도로 이동할 경우 레이놀즈 수는?

10 bar g 상태에서의 $T_{sat} = 184\text{ }^{\circ}\text{C}$

밀도 (ρ) = 5.64 kg/m^3

184 $^{\circ}\text{C}$ 에서의 스팀 점도 = $15.2 \times 10^{-6}\text{ Pa s}$

ρ	밀도 (kg/m^3)	= 5.64
u	배관 내 평균 속도 (m/s)	= 25
D	배관 내경 (m)	= 0.1m (100 mm)
μ	점도 (Pa s)	= $15.2 \times 10^{-6}\text{ Pa s}$

$$Re = \frac{5.64 \times 25 \times 0.1}{15.2 \times 10^{-6}} = 927,631 = 0.9 \times 10^6$$

- 포화증기 시스템 내의 레이놀즈 수(Re)가 10,000(10^4) 미만일 경우, 흐름은 층류 혹은 천이 상태가 될 수 있다. 층류 영역에서는 압력 강하량은 유량에 직접적으로 비례하게 된다.
- 레이놀즈 수가 10,000(10^4)을 초과할 경우, 난류 영역에 속하게 된다. 이러한 조건에서 압력 강하는 유량의 제곱에 비례한다.
- 정확한 스팀 유량 측정을 위해 일관적인 조건이 필수적이며, 포화증기 시스템에 있어서는 일반적으로 최소 레이놀즈 수(Re)를 $1 \times 10^5 = 100,000$ 로 정한다.
- 스케일의 반대편 끝 부분에서 레이놀즈 수가 1×10^6 을 초과할 경우 배관 내의 마찰로 인한 수두 손실은 매우 커지며 이를 최대값으로 지정하게 된다.

여기까지 정리하면

- 배관을 통과하는 포화증기의 질량 유량은 밀도, 점도 및 속도의 함수이다.
- 정확한 스팀 유량 측정을 위해 선정된 배관 구경은 각각 최소 및 최대 조건에서 1×10^5 과 1×10^6 사이의 레이놀즈 수가 생성되도록 해야 한다.
- 점도 등은 고정된 값이므로, 배관 규격을 신중하게 선택함으로써 정확한 레이놀즈 수를 얻을 수 있다.
- 레이놀즈 수가 10의 배수(1×10^5 가 1×10^6 이 됨)로 증가할 경우, 속도(예, 2.695 m/s가 각각 26.95 m/s로 됨)도 그와 같은 식으로 증가한다. 단, 이는 압력, 밀도 및 점도가 일정할 경우를 전제로 한다.

좋은 유량계의 조건

유량 측정에 관해 논의할 때 일반적으로 사용되는 좋은 유량계의 조건인 정확도, 반복성 및 유량 측정비에 대해 알아보겠다.

◆ 정확도

정확도는 광범위한 교정 절차를 통해 얻어진 '참' 값과 비교하여 측정값이 얼마나 정확한 유량 값을 표시할 수 있는지를 나타내는 척도이다. 정확도의 목적은 ISO 5725에 의해 규정되고 있다. 정확도를 표현하기 위해 사용되는 하기의 두 가지 방법은 매우 다른 의미를 갖는다.

■ 지시 정확도 ($\pm\%MV, \pm\%RD$)

지시 정확도가 $\pm 3\%$ 일 때, 만약 1,000 kg/h의 순간 참 유량이 흐르는 경우 유량계에서 지시되는 순간 측정 유량 값(불확도)은 $1,000 - 3\% = 970$ kg/h과 $1,000 + 3\% = 1,030$ kg/h 사이의 범위가 된다.

마찬가지로 표시된 유량이 500 kg/h인 경우, 오차는 여전히 $\pm 3\%$ 이며, '불확도'는 500 kg/h - $3\% = 485$ kg/h과 500 kg/h + $3\% = 515$ kg/h 사이의 범위가 된다.

■ FSD 기준 정확도 / 최대 유량 기준 정확도 (FSD)

유량계의 정확도가 FSD $\pm 3\%$ 로 주어졌을 때 측정치 오차는 유량계가 처리할 수 있는 최대 유량의 백분율로서 표현된다는 것을 의미한다.

앞의 경우에서와 같이 최대 유량 = 1,000 kg/h, 표시된 유량이 1,000 kg/h일 때 실제 유량의 '불확도'는 $1,000$ kg/h - $3\% = 970$ kg/h와 $1,000$ kg/h + $3\% = 1,030$ kg/h 사이의 범위에 있게 된다. 표시된 유량이 500 kg/h인 경우에 오차는 여전히 ± 30 kg/h이며, 실제 유량은 500 kg/h - 30 kg/h = 470 kg/h (-6%의 오차)과 500 kg/h + 30 kg/h = 530 kg/h (+6%의 오차) 사이의 범위에 있게 된다. 실제 유량이 감소하면 불확도는 상당히 증가하게 된다.

◆ 반복성

반복성은 동일 유량에서 1회 이상 동일한 값을 나타내는 유량계의 능력을 말한다. 그러나 정확도의 개념과 혼동해서는 안 된다. 즉, 반복성이 동일한 유량에서 여러 번 같은 값을 나타낸다는 점에서 탁월할 수는 있으나 측정값은 지속적으로 잘못된(혹은 부정확한) 수치를 나타낼 수도 있다. 스팀 유량 트렌드를 감시하기 위한 스팀 유량의 측정이 필요할 경우에는 탁월한 반복성을 갖는 것이 정확도보다 중요하다. 그러나 모든 상황에서 정확도의 중요성을 간과할 수는 없다.

◆ 유량 측정비

유량계를 선정할 때 정확도는 하나의 필수 요건이나, 사용처에 있어서의 충분한 범위를 가진 유량계를 선택하는 것 또한 중요하다. '유량비'(Turndown, Turndown ratio, Effective range) 또는 '유량 측정비'(Rangeability)는 유량계가 정확도 및 반복성 범위 이내에서 작동하는 유량 범위를 나타내기 위해 사용되는 용어들이다. 유량 측정비는 다음과 같이 정의된다.

$$\langle \text{식 4} \rangle \quad \text{유량 측정비} = \frac{\text{최대 유량}}{\text{최소 유량}}$$

어떤 특정 스팀 시스템이 그림 4에서와 같은 사용 패턴을 가지고 있다. 유량계는 1,000 kg/h의 최대 예상 유량을 충족할 수 있도록 규격이 정해져 있다.

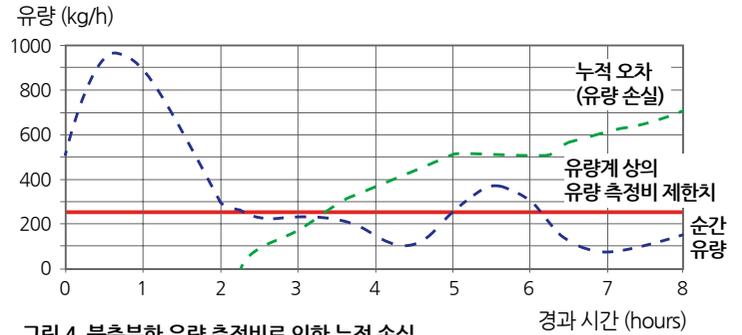


그림 4. 불충분한 유량 측정비로 인한 누적 손실

선정된 유량계의 유량 측정비가 4:1로 주어졌다면, 이는 유량계의 정확도가 최소 유량인 $1,000 \div 4 = 250$ kg/h까지 유량계의 정확도를 충족할 수 있음을 의미한다. 스팀 유량이 이보다 낮을 경우 유량계는 사양을 충족할 수 없으며, 매우 큰 오차가 발생하게 된다.

250 kg/h 미만으로 기록된 유량은 부정확한 것이 되며, 최악의 경우 수치가 전혀 기록이 되지 않으며 결국 '손실'을 초래하게 된다. 그림 4의 예에서 이러한 '유량 손실'을 설명하고 있으며, 그 양은 8시간에 걸쳐 무려 700 kg 이상의 스팀 오차가 발생하고 있다. 이 기간 동안 사용된 스팀의 총량은 약 2,700 kg로서, 결국 손실량은 총 스팀 사용량의 약 30%에 해당하는 양이 된다. 만일 스팀 유량계가 적절한 유량 측정비를 가진 것으로 선정되었다면 공정으로 이동하는 스팀 유량은 더욱 정확하게 측정되었을 것이며 비용이 절감되었을 것이다.

스팀 유량을 정확하게 측정하려면 사용자는 수요를 정확하고 완벽하게 평가할 수 있도록 많은 노력을 기울인 후에 다음과 같은 조건의 유량계를 선택할 것이다.

- 용량이 최대 수요를 충족할 것
- 유량 측정비가 유량의 부하 변동을 수용할 수 있도록 충분할 것

유량계 형식	유량 측정비(운용) 범위
오리피스 유량계	4:1 (최대 유량의 25%까지 정확한 측정)
볼텍스 유량계	25:1에서 4:1까지 (사용처에 따라 최대 유량의 25%에서 4%까지 정확한 측정)
스프링 작동 가변 면적식 유량계	최대 100:1 (최대 유량의 1%까지 정확한 측정)

왜 스팀 유량을 측정해야 하는지 유체는 어떤 특성을 가지고 있는지, 좋은 유량계는 어떤 것인지에 대해 설명하였고 다음 호에는 유량계의 종류별 특성과 정확한 유량을 측정하기 위한 고려사항, 그리고 올바른 설치방법에 대해 알아보겠다.



한국스파이렉스사코(주)
SGS 팀 이윤제 이사

Key Solution No.

적합한 유량계 사용 및 관리의 필요성

한국스파이렉스사코에서는 고객 여러분의 현장에 딱 맞는 해법을 제공하기 위하여 그 동안 제안되었던 내용에 축적된 기술을 한층 더 심화한 “Key Solution (Best 성공사례)”를 추진하고 있다. 122호부터 차례로 소개하고 있으며 아홉번째로 <적합한 유량계 사용 및 관리의 필요성>에 대해 알아보겠다.

전 세계적으로 유행하고 있는 코로나 바이러스와 기후변화로 인해 발생하고 있는 재해에 대한 문제 해결 및 예방을 위하여 효과적인 온실가스 감축 아이디어의 발굴이 절실한 때이다. 이에 대한 조치방안으로 화석연료의 사용을 줄임으로서 온실가스를 감축하기 위한 규제 및 노력이 점점 더 강화되고 있다.

대부분의 산업체에서는 온실가스 감축을 위한 노력의 일환으로 가장 먼저 실행한 것이 친환경 에너지로의 전환과 고효율 장비로의 교체를 통하여 어느 정도의 성과를 달성하였으나, 여전히 산업현장의 공정을 살펴보면 에너지를 가장 많이 사용하고 있는 주요 공정 또는 공장 전체의 열 밸런스(Heat Balance)가 정확히 분석이 되지 않아 실질적인 에너지 절감 효과를 얻지 못하고 있는 실정이다.

특히 정확한 열 밸런스의 분석을 위해서는 주요 공정의 온도, 압력, 유량에 대한 정확한 측정이 필수적이나, 대부분의 공정에는 유량계가 설치되어 있지 않거나 유량계가 설치되어 있더라도 측정값에 대한 신뢰를 하지 못하여 제대로 활용을 못하는 안타까운 상황을 자주 접하게 된다.

최근 다양한 산업 및 고객의 스팀 시스템의 진단을 실시하는 과정 중에 스팀 유량계의 사용 실태를 살펴보면 어떤 문제점이 있는지, 그리고 보다 정확한 유량 측정을 위하여 고려해야 할 사항이 무엇인지에 대하여 다음과 같이 정리해 보았다.

1. 스팀 유량계의 사용 목적 및 정보 공유의 필요성

스팀 시스템 진단을 하면서 관리자들로부터 가장 많이 듣는 이야기가 “스팀 유량계는 에너지를 절감시키는 장비가 아니다”이다. 그렇기 때문에 유량계의 설치를 적극적으로 하지 않는 것이 현실이다.

실제로 스팀 유량계 자체로는 에너지를 절감할 수 있는 장비는 아니지만 공정 또는 공장 내 스팀 사용량을 정확히 측정함으로써 현재의 스팀 사용량이 적절한 상태의 수치인가를 비교 / 판단하여 생산설비나 건물의 효율적인 운전에 중요한 정보를 제공하고, 이를 바탕으로 공정의 개선 및 에너지 절감 방안에 대

스팀 유량계의 사용 및 유지 관리의 문제점

- 스팀 유량계의 사용목적 및 정보 공유의 필요성
- 유량계 현황 리스트 및 유량계 설계기준(Data Sheet)의 관리 소홀
- 공정 운전조건에 부합하지 않는 유량계 타입의 사용
: 유효 유량 측정 범위 (Rangeability), 정확도 (Accuracy)
- 현장 계기와 PLC 모듈과의 설정값에 대한 불일치
: 유량 범위, 밀도 보상을 위한 설계 기준 온도 / 압력 / 밀도
- 스팀 건도의 보정 : 포화증기
- 부적절한 유량계의 설치

스팀 유량계의 사용 목적

공정 효율 향상

- 정상적인 공정조건에서의 스팀 사용량이 적절할까?
- 공정이 정지된 상태에서 공정에서 소모되는 스팀량이 과도하게 소모되지 않는가?
- 공정에서 사용되는 부하 변동폭 (최대/최소), 피크 부하 시간에 대한 운용 방안은?

공정 제어

- 올바른 스팀 유량이 공정에 공급되고 적절한 온도 및 압력에서 지시되고 있는가?
- 초기 가동 (Cold Start) 시 스팀 유량 공급 속도를 제어하여 공정의 예열을 서서히 할 수 있는가?

원가 관리 및 에너지 효율 제고

- 에너지 사용 결과를 모니터링하고 설비와 설비 간의 사용량 비교과 절감 계획의 방안 수립

한 방향성을 제공할 수 있다. 그래서 단순히 스팀 유량계를 설치한 후 스팀 사용량을 공유하는 것만으로도 관리자 및 사용자의 능동적인 행동지표를 인식시키고 향상함으로써 약 5% 정도의 에너지 절감 효과가 이루지고 있는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 스팀 유량계의 사용 목적과 활용방법에 대하여 전사적으로 명확히 규정하고 신뢰성 있는 수치를 유지 / 확보하기 위한 지속적인 노력이 필요할 것이다.

Case	총 에너지 비용	유량계 투자비	절감액 (백만원)	절감율
1	875	28	65	7.4 %
2	5,625	114	287	5.1 %
3	812	21	50	6.2 %
4	3,125	40	85	2.7 %
5	1,500	44	125	8.3 %
6	1,125	25	50	4.4 %
Total	13,062	302	662	5.1 %

절감율 (%) = 절감액 ÷ 총 에너지 비용 × 100 (%)

2. 유량계 현황 내역 및 유량계 설계 기준 (Data Sheet)의 관리 소홀

유량계의 상태를 잘 유지하고 관리하기 위해서는 사용 중인 스팀 유량계 설계 기준에 대한 관리가 매우 중요하다. 그 이유는 초기 유량계 선정 시에는 공정의 스팀 유량, 온도, 압력 조건, 그리고, 유량의 변동 범위 등 다양한 변수들을 고려하여 최적의 스팀 유량계를 선정하였으므로 단순히 유량계 관련 자료(Data sheet) 뿐만 아니라 초기 설계과정에서 고려한 중요한 공정조건이 기록되어 있기 때문이다.

그러나 일부의 경우 유량계 자료가 없어 유량계와 관련된 계측기 등의 검교정 및 재설계 시 관련된 수치가 정확하게 입력되었는지를 확인할 수 없어 유량 측정에 대한 신뢰를 떨어뜨린다. 결과적으로 공정 개선 및 에너지 절감에 제대로 반영하지 못하거나 많은 오차율을 발생시키는 오류를 자주 볼 수 있다.

따라서 유량계의 구입 과정에서 반드시 유량계 Data Sheet를 확보하고 지속적으로 잘 보관할 필요가 있다.

3. 공정 운전조건에 부합하지 않는 유량계 타입의 사용

: 유효 유량 측정 범위 (Rangeability), 정확도(Accuracy)

스팀 시스템에 사용되고 있는 스팀 유량계의 타입은 매우 다양하다. 그중 차압식 오리피스 유량계는 가격적으로 저렴하고 쉽게 구매가 가능하다는 장점을 바탕

ELEMENT DATA	Press. Tap Loc. / Type : Upstream / Flange	Element Material : 316LSS	
	Beta Ratio (d / D) : 0.730058	Element Bore at 20 DEG C : 227.1568	
	Thickness : 6.0000		mm / Mm
SIZING CRITERIA	Sizing Mode Reference : Exact Bore / ASME MFC-3M		
PIPING DATA	Flange : 300# / RF		
	Pipe Size & SCH : 12 in		20 mm
	Pipe I.D. : 311.1500		
	Flange Material : Carbon Steel		
COEFFICIENTS	Discharge Coeff. (C) : 0.59963	User Factor (Fuser) : 1.00000	
	Gas Expan. Coeff. (Y1) : 0.99539	Murdoch Wet Gas Factor (Fw) : 1.18186	
	Reynolds No. (Pipe) : 2334338.81	Velocity of Approach Factor (Ev) : 1.18186	
	Reynolds No. (Bore) : 3197480.98	Reynolds No. (Pipe - Normal) : 1913490	
PROCESS DATA	Base	Maximum Flow	Normal Flow
Flow Rate	35000.0000	1250.0000	28690.0000
Diff. Pressure	564.1631	837.3831	377.1337
Pressure Loss	9.6000		
Static Pressure			
Base Pressure			
Temperature	230.0000		DEG C
Density	4.6458		kg/m3
Spec. Gravity			Redlich-Kwong
Z-Compressibility Factor			
Viscosity	0.017400		cP
K-Factor (Cp/Cv)	1.3000		User Input
Fluid Name / Fluid State	Water and/or Steam		Gas

유량계 Data Sheet의 예

으로 가장 보편적으로 사용하고 있다. 그러나 제품 설치 시 직관 거리를 고려해야 하고 좁은 유효 유량 측정 범위와 낮은 정확도에 대한 문제점이 있다.

스팀 시스템의 경우 배관 구경 선정 시 일반적으로 유속 기준 25m/s를 기준으로 하고 있다. 즉 스팀 사용량의 변화에 따라 유량 측정 지점의 배관 유속은 매우 다양하게 변화하겠지만 최소 유량을 1m/s (일시적인 스팀 사용의 중지 또는 Stand-by 상태의 방열 손실 공급 등)로 가정하고 최대 부하에서의 유속을 15m/s라 가정하더라도 최소한의 유효 유량 측정 범위는 15:1 이상의 값을 가지는 유량계를 설치해야 하므로 단순히 가격적인 사항으로만 접근하여 유량계를 선정하는 것은 위험하다.

최근에는 공정의 운전 특성 및 유량계의 유지 관리의 효율성을 최적화하기 위하여 비용적으로 부담이 더 되더라도 좀 더 기능적으로 완성된 유량계를 검토 또는 적용하고 있는 추세이다.

특히 스팀 유량계의 경우 스팀 밀도의 보상 및 건도 값의 보정, 정확도, 유효 유량 측정 범위 등을 고려하여 공정에 맞는 적절한 타입의 유량계 선정이 요구되고 있다. 아래 표는 유량계 타입별 특성을 비교한 자료이다.

구분	차압식	면적식	스프링 작동 가변 면적식	용적식	터빈식	와류식	전자식
주요 측정 유체	스팀, 가스, 물, 압축공기	압축공기, 물	스팀, 가스, 압축공기, 물	가스, 물, 기름	스팀, 기름, 물	스팀, 가스, 압축공기, 물	전도성 액체
이론식 (Q: 유량)	$Q = K \times \sqrt{\Delta P}$	$Q = KA$ ($A = K1H$)	$Q = K \times \sqrt{\Delta P}$	$Q = K \times N$	$Q = K\omega$	$Q = Kf$	$Q = K \times E$
측정 신호	차압 (P1 - P2)	후로트 위치, H (높이)	차압 (P1 - P2)	일정 용적 및 회전수 N	로터 회전수 ω	와류주파수 f	기전력 E
측정신호와 유량과의 관계	차압의 제곱근에 비례	비례	비례	비례	비례	비례	비례
정확도	± 2 % FSD	± 3 % FSD	± 1 % MV	± 0.5 % MV	± 2 % FSD	± 1 % RD	± 0.5 % RD
부하 조정비	3 : 1 ~ 4 : 1	10 : 1	100 : 1	20 : 1	15 : 1	12 : 1	33 : 1
유량계 표준 구경	25 ~ 3,000 A	15 ~ 200 A	50 ~ 400 A	10 ~ 400 A	15 ~ 600 A	15 ~ 600 A	2 ~ 3,000 A
유체의 최고 사용 온도	-40 ~ 650 ℃	120 ℃ 이하	450 ℃ 이하	120 ℃ 이하	500 ℃ 이하	400 ℃ 이하	180 ℃ 이하
측정 유체의 점도	저	200 cP 이하	30 cP 이하	저 ~ 고	저 ~ 고	저	고
압력 손실	크다	작다	크다	크다 (Strainer)	크다 (Strainer)	작다	없다
배관 직관거리 (전, 후)	10 ~ 89D / 5D	-	6D / 3D	-	15D / 5D	12 ~ 43D / 5D	5D / 3D
가격 비교	저	저	고	고	중	중	고

4. 현장 계기와 PLC 모듈과의 설정값에 대한 불일치

: 유량 범위, 밀도 보상을 위한 설계기준 온도 / 압력 / 밀도

일반적으로 현장의 유량계에서 측정된 유량은 4~20mA의 전류신호 또는 통신, 펄스(Pulse) 등의 신호를 통해서 제어실의 PLC 또는 DCS로 전송되어 그 값이 운전 화면에 표시된다.

예를 들어, 오리피스 유량계 또는 Annubar타입의 스팀 유량계는 현장에서 차압(ΔP)을 측정하여 그 차압의 제곱근에 비례하는 체적유량 (m³/h)으로 변환되고, 체적유량은 다시 질량유량 (kg/h 또는 ton/h)으로 전환된다.

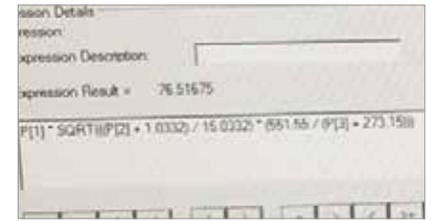
이 경우 초기 오리피스 설계시 반영된 스팀의 특성을 나타내는 온도 / 압력 / 밀도의 기준값 및 설계차압에 의한 유량범위 (kg/h)가 현장 계기 및 PLC 모듈에 입력된 값이 모두 일치시켜야 한다.

그러나 일부의 경우 이러한 설계값을 확인할 수 없거나 일치되지 않아 유량값에 대한 오류가 발생하는 경우가 종종 있다. 또한 스팀의 온도 및 압력조건이 수시로 변화하는 공정에서 고정밀도 보정방식을 사용하여 많은 오류를 일으키기도 한다.

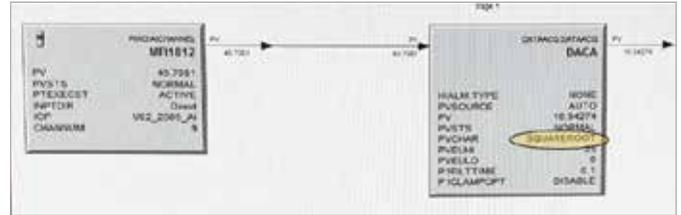
아래의 그림은 유량 측정의 흐름도를 보여주고 있으며, 해당 유량계의 유량센서에서의 측정값과 최종 지시장치까지의 정확한 루프 체크(Loop Check)가 필요하다.



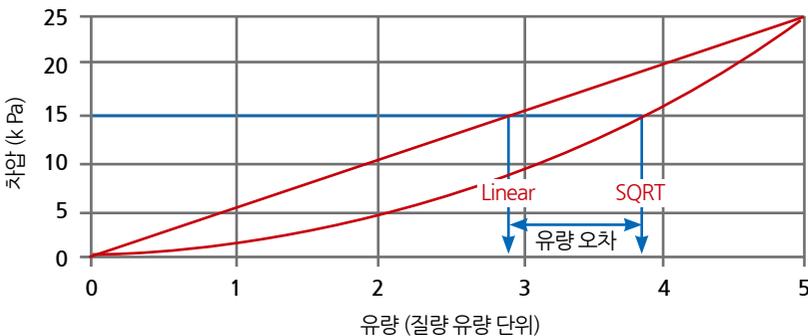
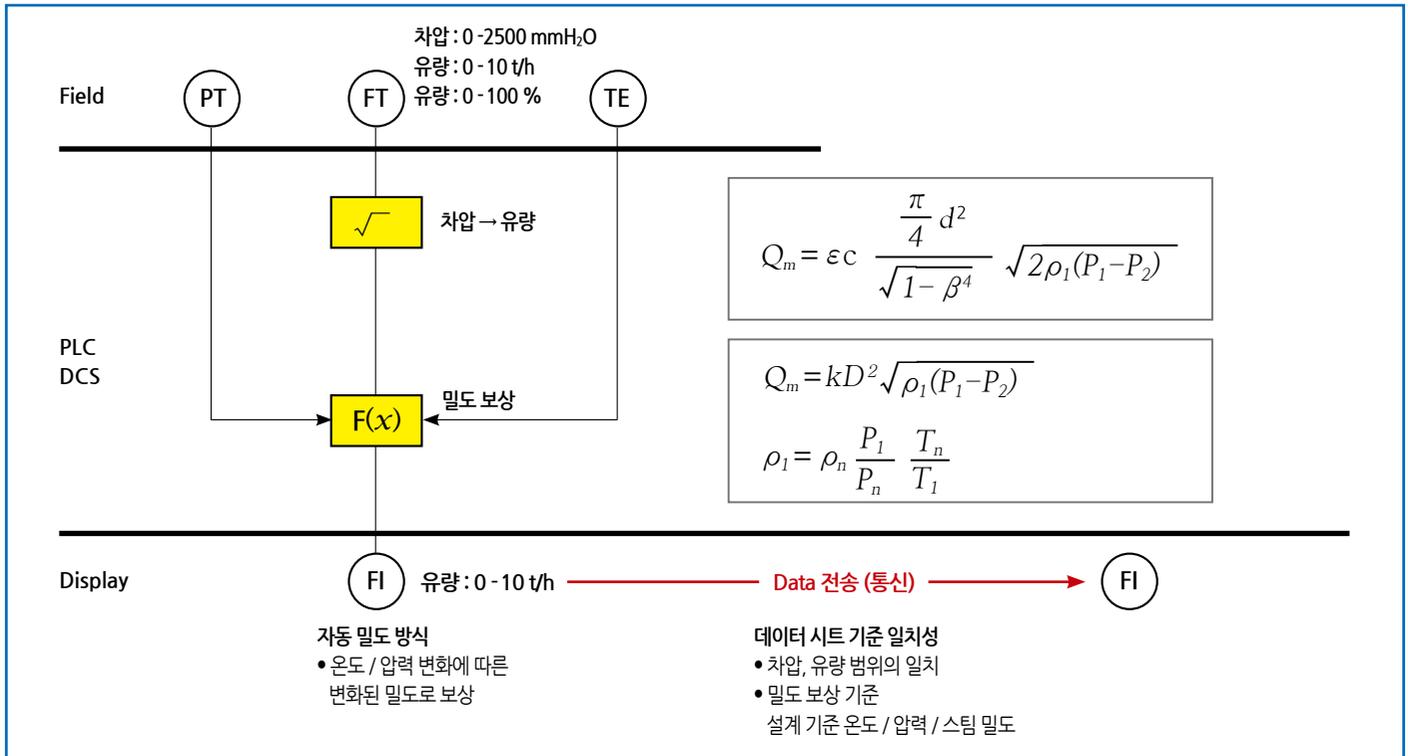
현장 계기



자동 밀도 보상



차압에서 유량으로 변환



차압식 (오리피스) 유량계의 선형화 (Square Root)를 하지 않았을 경우 유량 오차 비교

5. 스팀의 건도

스팀의 체적유량을 측정할 후 밀도를 보상하여 얻어진 질량유량은 실시간으로 변동하는 스팀 압력을 고려하고 있다. 그러나 이들 유량 값은 스팀이 완전히 건조하다고 가정된 상태이나, 대부분의 경우 스팀은 완전히 건조하지 않으며 이 방법으로 적용된 밀도보상은 오차가 발생한다. 습증기의 밀도는 건조포화증기의 밀도보다 높으므로 이 점을 고려하지 않으면 지시된 유량은 실제 값보다 적게 되므로 유량계가 더 적은 값을 지시한다. 일부 유량계는 교정 장치를 가지고 있어 교정된 건도가 실제 건도와 일치한다면 지시된 유량은 정확하게 지시될 것이다. 정확한 스팀 유량 측정을 위하여 모든 포화증기를 측정하는 유량계 앞에는 기수분리기를 항상 설치하는 것을 추천한다. 기수분리기가 설치되면 건도는 항상되어 일정하게 되고 분명히 높은 건도 수치로 개선된다.

예제) 스팀 건도와 유량계 오차 발생을 계산

압력 7.0 barg 건도 1.0인 스팀 1,521.5 kg/hr을 사용하는 에어 히터의 경우 7.0 barg의 비체적은 0.24 m³/kg이므로 밀도 값은 $1 \div 0.24 = 4.167 \text{ kg/m}^3$

① 건도가 1.0일 경우 유량계 통과량

$$= 1,521.5 \text{ kg/hr} \div 4.167 \text{ kg/m}^3 = 365.16 \text{ m}^3/\text{hr}$$

② 건도가 0.95일 경우 유량계 통과량

스팀이 차지하고 있는 체적

$$= 0.95 \text{ kg 스팀} \div \text{kg 습증기} \times 0.24 \text{ m}^3/\text{kg 스팀} = 0.228 \text{ m}^3/\text{kg 습증기}$$

물이 차지하고 있는 체적

$$= 0.05 \text{ kg 물} \div \text{kg 습증기} \times 0.01 \text{ m}^3/\text{kg 물} = 0.00005 \text{ m}^3/\text{kg 습증기}$$

분명히 물이 차지하고 있는 체적은 스팀에 비해 무시할 만하며 실무적으로도 무시할 수 있다. 그래서 고려할 대상은 스팀 체적뿐이다. 따라서 건도 0.95에서 습증기의 밀도는 $1 \div 0.228 \text{ m}^3/\text{kg} = 4.386 \text{ kg/m}^3$ 이다.

건도 0.95 상태로 통과되는 습증기의 체적 유량은 같아도

실제 질량 유량은 $365.16 \text{ m}^3/\text{hr} \times 4.386 \text{ kg/m}^3 = 1,601 \text{ kg/hr}$ 이 된다.

스팀의 건도가 0.95인 스팀일 경우 건도가 1.0일 때보다

$1,601 \text{ kg/hr} \div 1,521 \text{ kg/hr} = 1.0526$ 으로 5.26 %의 오차가 발생할 수 있다.

6. 부적절한 유량계의 설치 및 직관 거리

통계적으로 보면 유량계에서 발견되는 문제의 30% 이상이 잘못된 설치에 의한 것이다. 아무리 설계가 잘되고 완벽하게 제작된 스팀 유량계라 하더라도 스팀 시스템의 설치와 배열 방법에 주의를 기울이지 않으면 유량 측정의 정확도를 확보할 수가 없다.

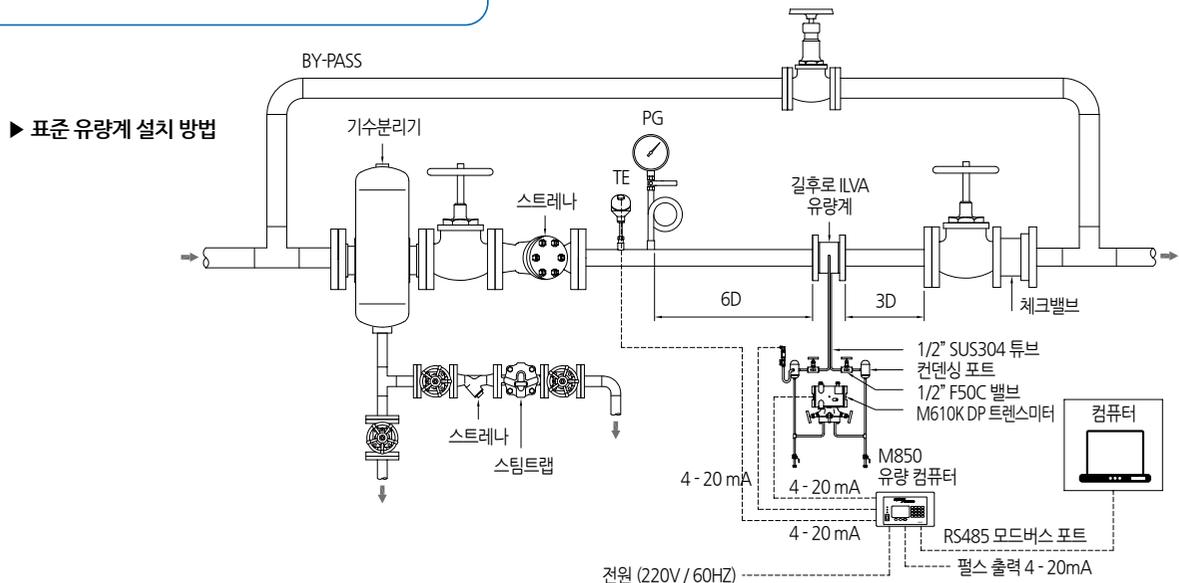
유량계 설치 시 가장 신중하게 고려하여야 할 사항은 유량계가 요구하는 전후단 직관 거리를 충분히 확보하는 것이다. 즉, 유량계 주변의 상황(곡관부 또는 컨트롤 밸브, 감압밸브 등의 존재)에 따라 유량의 흐름이 불안정한 상황을 발생시킬 경우, 유량 측정값의 정확도를 심하게 왜곡할 수 있기 때문이다. 또한, 사용하고 자 하는 유량계의 타입 및 고유 특성, 사용 중 정비 및 교정 등을 고려하여 유량계 전후단에 기수분리기 또는 체크밸브, 블록밸브 등의 보조장치들의 적용도 충분히 고려하여야 한다.

대부분의 유량계는 유량측정 방식에 따른 직관부의 적용에 대한 가이드를 제공하고 있으므로 유량계의 적용 및 타입 선정 시 참조할 필요가 있다.

오리피스 유량계의 경우 다양한 현장 여건에 따라 전후단의 직관 거리를 산정하는 것이 매우 복잡하다. Minimum Orifice Meter Run (오리피스 직관부)은 오리피스의 베타값(β = 오리피스 구경 / 배관 내경)을 고려한 유효 직관 거리의 가이드라인(API RP550 Part.1)을 제시하고 있다.

정확한 유량 측정 및 정확도를 유지하기 위해서는 최소한 위에서 언급한 사항들을 반드시 준수하여 유량계를 선정하고 설치해야 한다. 100 ton/h의 스팀을 사용하는 공정에서 유량계의 오차가 1%가 발생한다면 그 유량 오차는 연간 7,200 ton/년 (= 운전시간 24h x 300일/년), 오차 비용은 연간 3억6천만원 (스팀 단가 50,000원/ton 기준)으로 결코 무시할 수 없는 비용이다. 따라서 최적의 유량 측정을 위해서는 공정 및 운전조건에 최적인 유량계의 선정 및 설치, 그리고 정확도를 지속적으로 유지하기 위한 노력이 필요할 것이다. 유량계 설치 후 최소 3~6개월 주기로 현장 유량계의 상태를 점검하기 위한 점검정도 반드시 요구된다라는 것도 잊어서는 안될 것이다.

끝으로 위의 유량계의 사용 실태 및 유지 관리의 문제점 개선을 통해서 안정되고 정확한 유량 측정값을 유지하는데 많은 도움이 되기를 바란다.



Minimum Orifice Meter Run (오리피스 직관부)

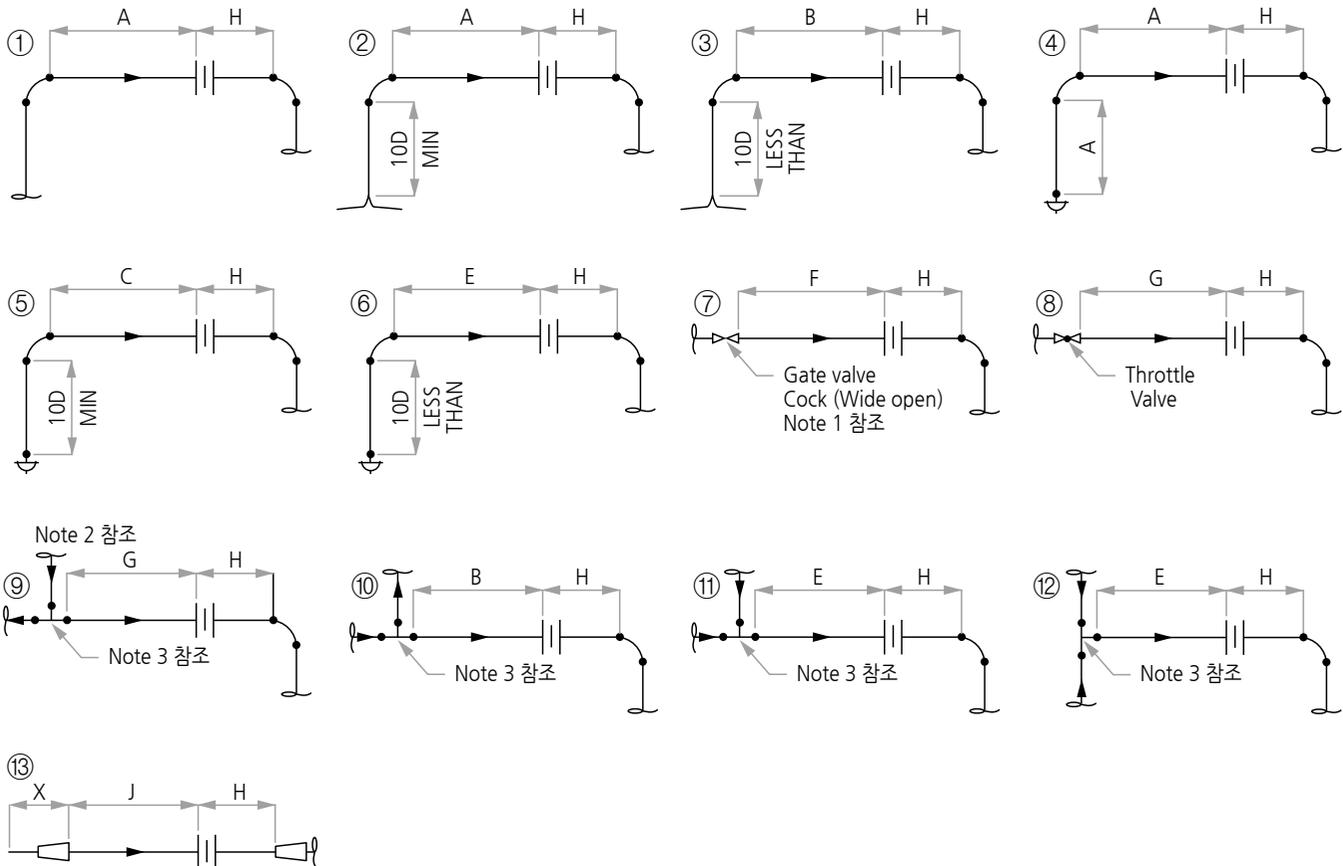
- 적용 규정 : API RP 550 Part 1 (Process Instrumentation and Control)
- 적용된 오리피스 사양서를 입수하지 못하였을 경우 아래 표의 $d/D = 0.7$ 를 적용한다.
- 직관부 (Straight Run) 구간에는 어떠한 Branch도 있어서는 안된다. (Drain, Vent, Gage connection 등)

Orifice ID $d/D = \text{Actual Pipe ID}$	Straight Run Required (Normal Pipe Diameters)							
Note 4 참조	A	B	C	E	F	G	H	J
0.8	20	25	33	40	14	50	5	15
0.75	17	21	27	35	11	44	5	14
0.7	14	19	23	31	9	39	5	13
0.65	12	15	21	28	8	34	5	11
0.6	10	14	19	25	8	31	5	10
0.55	9	12	18	22	7	28	5	9
0.5	8	10	17	21	7	25	5	8
0.45	7	9	16	20	5	24	5	7
0.4	7	9	15	18	5	22	5	7
0.35	6	9	14	17	5	21	5	6
0.3	6	9	14	16	5	20	5	6
0.25	6	9	14	16	5	19	5	6

Note :

1. 피팅 뒤에 밸브가 놓이는 경우에는 요구하는 직관거리를 충족할 만큼 충분히 길어야 한다.
2. 이 라인에 다른 평면의 피팅이 포함되어 있으면 그림 A의 상세도 5 또는 6에서 요구하는대로 치수 C 또는 E를 사용한다.
3. 두 개의 유입 경로중 한 개의 경로가 정상적으로 차단 (예를 들어 예비 펌프)되었을 때는 단일 밴드와 같이 간주될 수 있다.
4. 그림 A의 상세도에서 X+J는 이전 피팅에서 필요한 지름수와 같아야 한다.

그림 A. 오리피스 직관부 상세도



25P 파이로트식 스팀 감압밸브 (1/2" ~ 2")

25P 감압밸브는 자율식 밸브이며 “P”파이로트(감압 파이로트)와 함께 조립되어 2차측 압력을 감압 및 제어한다. 작동을 위해 25P 감압밸브는 시스템 또는 프로세스의 제어 변수의 변화에 따라 밸브를 통과하는 유체를 사용하여 밸브 개폐를 제어한다.

따라서 25P 감압밸브는 구동을 위한 외부 에너지 필요 없이 2차측 압력을 제어한다. 25P SS (1/2" ~ 2")는 별도의 2차 압력 감지관을 연결하지 않고 “자체 감지(Self Sense)” 개념을 이용하기 때문에 공간과 설치 시 주의사항을 줄일 수 있다.

2½" ~ 6"의 큰 사이즈 밸브는 함께 납품되는 2차 압력 감지관을 2차측 배관에 연결한다.



■ 안전정보

본 제품의 안전한 운전은 운전지침을 따를 수 있는 자격을 갖춘 사람이 적절히 설치하여 사용하고 정비하는 것에 달려 있다. 도구 및 안전 장비를 적절하게 사용하는 것뿐만 아니라 배관 및 공장 건설에 관한 일반적인 설치 및 안전 지침을 따르는 것이 중요하다.

경고 : 커버 가스켓은 얇은 스테인리스강 브라켓 링을 포함하고 있으므로 조심해서 다루지 않으면 상해를 입을 수 있다.

접근 : 안전하게 접근할 수 있도록 하여야 하며 필요하다면 제품을 작동하기 전에 적절히 보호할 수 있는 안전한 작업대를 갖추어야 한다. 필요하다면 적절한 리프트 장치를 준비한다.

조명 : 적절한 조명이 필요하며 특히 복잡한 작업을 할 경우 조명이 필요하다.

배관 내 위험한 유체나 가스 : 배관에 무엇이 들어있는지 또는 얼마 동안 무엇이 배관 내 정체되어 있는지 점검한다.

시스템 : 작업 과정에 있어 전체 시스템에 어떤 영향을 미치는지 고려한다. 예를 들면 어떤 의도된 동작 (예를 들면 스톱밸브를 닫거나 전원 차단)이 다른 시스템 부분이나 다른 사람을 위험에 빠뜨릴 수 있는가? 위험은 벤트나 보호장치를 차단하거나 제어장치 또는 경보장치를 비정상적으로 사용했을 때 존재하게 된다. 스톱밸브는 시스템의 충격을 피하기 위해 점차적으로 개방하거나 폐쇄하여야 한다.

압력 시스템 : 어떠한 압력도 차단하여야 하며 대기 중으로 안전하게 벤트시켜야 한다. 이중 차단과 닫힌 밸브의 열쇠 설치 및 경고판 부착을 고려한다. 압력계의 압력이 0으로 지시할 때라도 시스템의 압력이 완전히 해소되었다고 가정해서는 안된다.

온도 : 화상 사고의 가능성을 피하기 위해 필요에 따라 냉각수를 흐르도록 한다.

기타 위험 : 정상 운전 시 제품의 외부 표면온도가 매우 뜨거울 수 있다. 대부분의 제품은 자율적으로 드레인되지 않는다. 설치된 상태에서 제품을 분해하거나 떼어낼 때는 특별히 주의해야 한다.



한국스피라렉스사코(주)
서비스영업팀 정유성 차장

■ 분해 및 조립 순서

- 조립은 분해 역순으로 진행 (파이로트 가스켓, 바디 가스켓은 교체)



1/2" 25P



스프링 커버 분리



압력 조절 볼트 이완



압력 조절 스프링 분리



컨트롤 파이프 분리



상부 다이어프램 하우징 분리



파이로트 다이어프램



파이로트 다이어프램 분리



파이로트 챔버 볼트



파이로트 챔버 볼트 이완



파이로트 챔버 분리



파이로트 밸브 분리



파이로트 밸브 교체



커버 볼트 이완



커버 분리



스크린 & 플레이트 분리



리턴 스프링 분리



메인 밸브



메인 밸브 시트



푸시 로드 점검



메인 밸브 연마제 도포



메인 밸브 래핑

■ 이상 원인 및 조치방법

이상 현상	원인	조치 방법
2차측 압력이 없거나 낮다.	파이로트 밸브 시트와 헤드 사이의 스케일 또는 이물질 막힘	나사 풀고 압력 전달관 제거. 밸브의 유체가 압력 전달관으로부터 흐를 경우 파이로트 헤드와 시트 어셈블리를 제거하고 청소 및 교체
	메인 밸브 헤드와 시트 사이의 이물질	밸브헤드와 시트를 검사하고 청소
	압력감지관(H)이 막힘	제거 후 검사, 청소
2차측 압력이 조금 높다.	메인 밸브 헤드와 시트의 마모, 침식 또는 사이에 스케일 이물질	헤드와 시트 연마(래핑) 청소
	밸브 오버사이징	부하가 적은 상태에서 원하는 압력을 설정하기 위해 압력 조절 볼트 조정
	바이패스 밸브가 꼭 닫히지 않고 밀림	필요 시 검사, 청소
	메인 밸브 스템과 가이드에 스케일, 이물질	감압밸브 분해 검사, 청소
메인 밸브 개방 안됨	메인 밸브 다이어프램 파손	메인 밸브 다이어프램 케이스로부터 압력 전달관을 풀고 다이어프램 교체
	오리피스(H) 막힘	분해 및 청소
2차측 압력 낮음	파이로트 밸브 시트가 이물질로 막힘	파이로트 밸브 헤드와 시트 어셈블리 제거 후 검사, 청소 또는 교체
	파이로트 밸브가 적당히 조정되지 않음	원하는 압력으로 압력 조절 볼트 조정
	밸브 언더사이징	밸브 사이즈와 비교 실제 부하 확인
	공급 압력이 너무 낮음	확인 후 조정
밸브 폐쇄 안됨	메인 밸브 다이어프램 파손	메인 밸브 다이어프램 케이스로부터 압력 전달관을 풀고 다이어프램 교체
	2차 압력 감지관 막힘 또는 설치 안됨	분해 청소 또는 2차 압력 감지관 설치
	파이로트 밸브 파손	파이로트 밸브 어셈블리 교체
	메인 밸브 시트 바디 연결 나사산 밀림	시트 부분 주물 부식 확인, 교체



* 본 점검 절차는 유튜브에 등록된 동영상을 통해 확인이 가능합니다.
<https://youtu.be/89fbzQLTnc>
 * 유튜브 검색창에서 "한국스파이렉스사코"로 검색하면 더 많은 정보를 얻을 수 있습니다.

새해복 많이 받으세요 壬寅年

스팀피플 여러분,
 건강하고 안전하게 2021년 잘 마무리 하시고
 2022년에는 따뜻한 봄 햇살을 마음껏 만끽할 수 있는 평범한 일상을 희망해 봅니다.
 한국스파이렉스사코는 언제나 스팀피플 여러분과 함께 합니다.
 감사합니다.

2022 스팀트랩 진단사 자격 검정 안내

등급	내용	2022년 교육 및 검정 일정		교육비 (검정료, VAT 포함)
Level 1	스팀의 발생, 성질, 이용방법 스팀트랩 종류, 작동원리, 설치, 진단방법, 검정방법 스팀트랩 진단기 종류, 구조, 작동원리	33회 : 6. 15 (수) ~ 17 (금)	3일 출퇴근 (16시간)	220,000원
		34회 : 11. 16 (수) ~ 18 (금)	2박 3일	2인실 : 616,000원 1인실 : 715,000원

* 출퇴근과 숙박 중에 선택하실 수 있으며, 숙박 시 교육비가 추가됩니다. COVID-19로 인해 가급적 1인실 사용을 권장합니다.



2022년 스팀기술연수교육 안내

본 교육은 국내 유일의 교육과정으로 스팀 및 공정 유체 분야의 기술 향상과 에너지 절감에 대한 최신의 기술 지식을 보급하기 위하여 스팀관련 현장 실무자 및 엔지니어를 대상으로 실시하고 있습니다. 1982년 시작하여 매년 20회 이상의 정규과정과 특별과정을 실시해 오고 있으며, 2021년까지 약 18,600여 명 이상이 본 과정을 수료하였습니다. 교육과 관련된 자세한 사항은 당사 홈페이지 www.spiraxsarco.com/global/kr에서 확인하시기 바랍니다.

◆ 2022 스팀기술연수교육 일정

FEB 02	MAY 05	JUN 06	JUL 07	SEP 09	OCT 10	NOV 11	DEC 12
STSC 2201 일반과정 23 (수) ~ 25 (금)	STSC 2204 1차 설비분야 대학(대학원)생과정 03 (화)	STSC 2207 경비과정 08 (수) ~ 10 (금)	STSC 2209 일반과정 06 (수) ~ 08 (금)	STSC 2211 기초종합과정 19 (월) ~ 23 (금)	STSC 2212 일반과정 12 (수) ~ 14 (금)	STSC 2215 2차 설비분야 대학(대학원)생과정 03 (목)	STSC 2218 경유 및 석유화학과정 08 (목) ~ 09 (금)
	STSC 2205 일반과정 11 (수) ~ 13 (금)	STSC 2208 일반과정 22 (수) ~ 24 (금)			STSC 2213 일반과정 19 (수) ~ 21 (금)	STSC 2216 일반과정 09 (수) ~ 11 (금)	STSC 2219 일반과정 14 (수) ~ 16 (금)
MAR 03			AUG 08 STSC 2210 선박과정 24 (수) ~ 26 (금)		STSC 2214 스팀보일러 하우스과정 27 (목) ~ 28 (금)	STSC 2217 경비과정 23 (수) ~ 25 (금)	
STSC 2202 ESPP를 통한 에너지절감 과정 16 (수) ~ 18 (금)	STSC 2206 스팀에서의 제어 및 모니터링 과정 19 (목) ~ 20 (금)						
STSC 2203 일반 과정 23 (수) ~ 25 (금)							

* 상기 일정은 당사 사정에 따라 변경될 수 있으니 반드시 신청 전에 확인하여 주시기 바랍니다.

과정명	횟수	대상	기간	교육비 (VAT 포함)	
일반과정	9	스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자	2박 3일	2인실	1인실
ESPP를 통한 에너지절감과정	1	산업체 및 빌딩의 스팀 및 유체 에너지 관련 담당자, 관리 / 운용자		616,000원	715,000원
선박과정	1	조선 회사의 설계, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자	1박 2일	506,000원	555,500원
경비과정	2	스팀 설비 정비 실무 담당자		506,000원	555,500원
스팀보일러하우스과정	1	보일러 및 냉각수 시스템을 관리하는 운전, 공무, 시설, 열관리 담당자	1박 2일	506,000원	555,500원
제어 및 모니터링과정	1	스팀 시스템에서 계측제어, 스팀 설비관리 담당자(운전, 정비, 운용, 관리)		506,000원	555,500원
경유 및 석유화학과정	1	엔지니어링 회사의 설계 담당자 및 석유화학 회사의 설계, 정비, 생산부 실무자	4박 5일	1,034,000원	1,232,000원
기초종합과정	1	스팀 시스템 실무 3년 이하의 초보자 또는 신입사원		1,034,000원	1,232,000원
설비분야 대학(원)생과정	2	스팀 시스템의 기초 교육을 원하는 대학생 또는 대학원생	1일	무료	
특별과정	수배관과정	수배관 시스템 관리, 설계 담당자	1박 2일	506,000원	555,500원
	식음료 및 헬스케어과정	식음료, 제약, 병원 및 헬스케어 회사의 설계, 시설, 정비, 원동, 생산부 실무자		506,000원	555,500원
	기타	각 산업 현장에서 실무적으로 스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 설비 등 열관리 담당자 (고객의 요청에 따라 단위 회사별 특별 과정을 실시할 수 있습니다. 원하시는 고객은 당사 영업사원과 협의해 주시기 바랍니다.)			

* 문의 : 기술연수원 교육담당 T. 032-820-3080 / e-mail. Training@kr.spiraxsarco.com

* COVID-19로 인해 가급적 1인실 사용을 권장합니다.

You see steam.
We see...

NATURAL TECHNOLOGY

스팀은 친환경적이며 일상생활의 일부입니다.
하지만 이 놀라운 유체는 다양한 핵심 산업에서 효율 높은 도구이며
우리의 지속 가능한 미래와의 관계가 커지고 있습니다.
스팀이라는 이름만으로 스팀의 모든 것을 설명할 수 없습니다.
스팀은 Natural Technology입니다.

본 <스팀피플>은 당사의 교육 및 세미나 참석 시 제공하여 주신 [개인정보 제공 동의서] 또는 명함에 따라 발송해 드리고 있습니다.
한국스피렉스사코(주)는 고객님의 개인정보보호를 항상 소중히 보호하고 있으며 이용 항목과 활용 범위는 아래와 같습니다.

- **개인 정보 이용 항목**: 회사명, 주소, 고객명, 직책, 연락처, E-Mail 주소
- **개인 정보 활용 범위**: 고객관리, 스팀피플 및 기술자료 발송 / 세미나 안내

한국스피렉스사코(주)가 제공하는 스팀피플 및 기술자료, 세미나 안내를 원하지 않으실 경우에는 접수처 E-mail 주소 (SSKDesk@Kr.spiraxsarco.com)로 개인정보 제공 동의 취소를
요청하실 수 있습니다. 접수된 요청에 따라 고객님의 개인 정보는 지체 없이 삭제 처리되어 이후 일체의 세미나 안내, 스팀피플 및 기술자료가 발송되지 않을 것입니다.

보다 상세한 개인정보 처리방침은 한국스피렉스사코(주) 홈페이지(www.spiraxsarco.com/global/kr) 에서 확인하실 수 있습니다. 감사합니다.

