

열악한 환경의 바이오가스에 적용시

고정밀 FN질량유량계를

채택해야 하는 이유에 대한

기술제안서

(FN-MASS FLOWMETER)

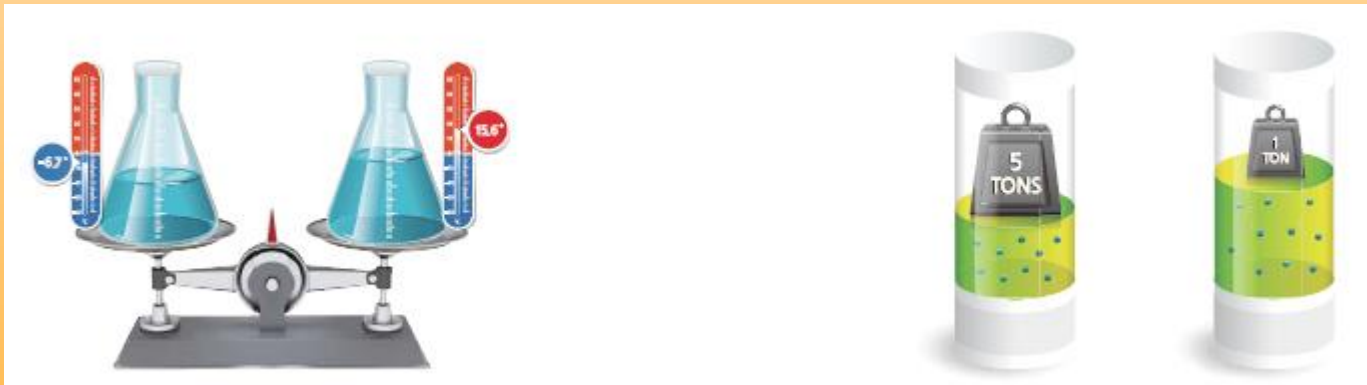
GOLDEN RULES 기술영업부

질량유량과 체적유량의 차이는? (왜 질량유량인가?)

기체와 액체를 포함한 모든 유체는 온도와 압력이 변하게 되면 수축과 팽창을 하게 됩니다.

특히, 기체는 압축성 유체로서 배관 내에 흘러갈 때 온도와 압력에 따라 밀도가 변하기 때문에 밀도를 고려한 유량을 계측해야 합니다. 밀도를 고려한 단위시간 당 유량을 질량유량이라 하고, 밀도를 제외한 것을 체적유량이라 합니다.

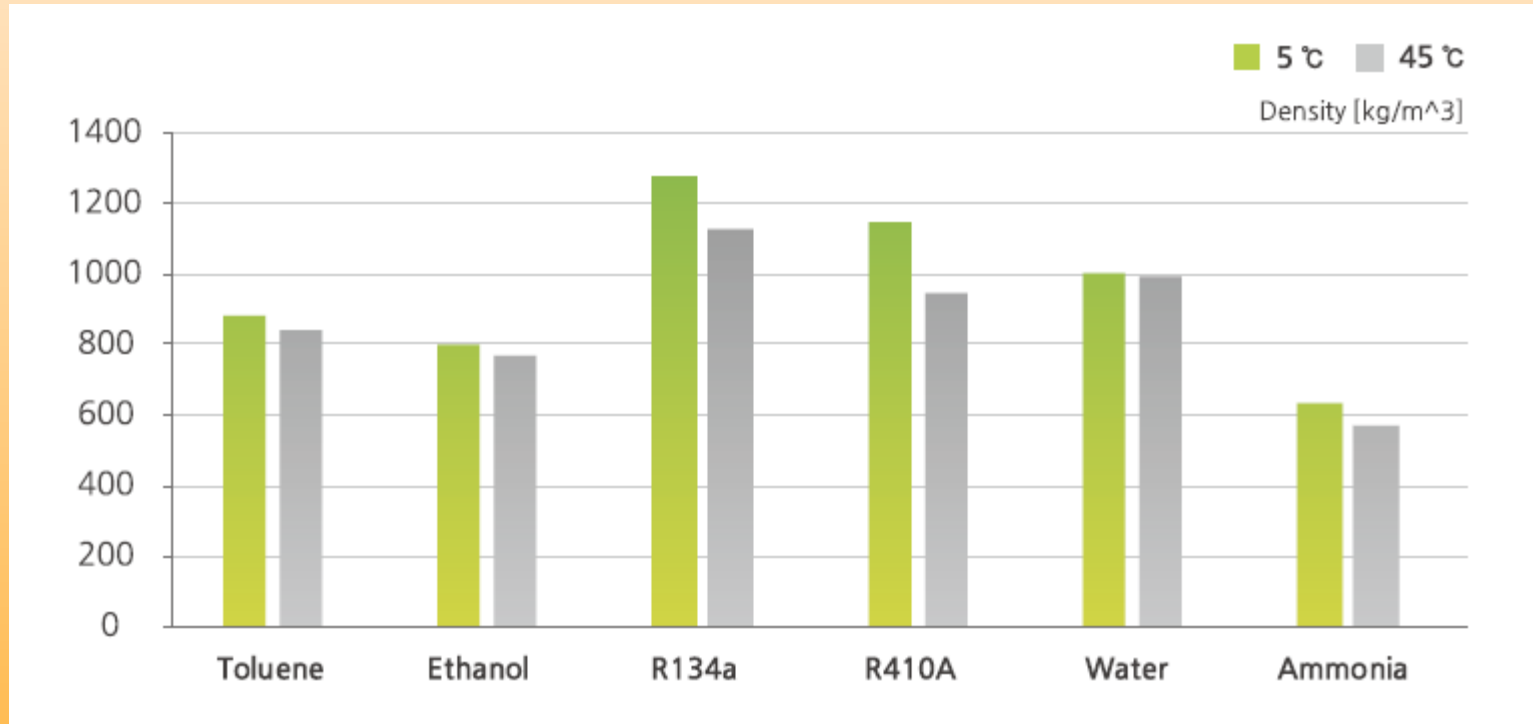
한마디로 체적유량(m^3/s)은 겉보기 유량이고 질량유량(kg/s)은 실유량입니다.



동일한 질량에서 온도와 압력 변화에 의한 체적(부피)의 변화

액체상태에서는 압력의 영향보다 온도가 변하면 체적변화를 일으킵니다. 탄화수소계열이나 냉매에서 이러한 영향은 두드러집니다. 휘발유나 경유를 주유할 때 기온이 차가운 시간에 하면 한낮의 더운 시간보다 경제성이 있을 것입니다.

질량유량과 체적유량의 차이는? (왜 질량유량인가?)



온도 변화에 의한 액체의 부피변화 비교

기체상태에서는 약간의 온도와 압력변화에 의해 체적변화가 쉽게 발생하기 때문에 질량을 측정해서 유량의 환경변화 요인을 제거해야 합니다. 즉, 질량유량을 측정하여 걸보기 유량에 빠지지 않아야 하는데, 이를 해결하는 방법이 기체의 압축계수를 반영한 밀도를 유량계산식에 반영하는 것입니다. 다음 식을 보면 Z 가 압축 계수인데 복잡한 함수를 이루고 있습니다.

FN질량유량계 개요

Term	Real gas	Perfect gas
Equation of state	$pV = ZRT$	$pV = RT$
Compressibility factor	Z	$Z = 1$
Isothermal deviation factor	$Y = \frac{p}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T = 1 - \frac{p}{Z} \left(\frac{\partial Z}{\partial p} \right)_T$	$Y = 1$
Isobaric deviation factor	$X = \frac{T}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = 1 - \frac{T}{Z} \left(\frac{\partial Z}{\partial T} \right)_p$	$X = 0$

압축계수(Z)에 따른 실제기체와 이상기체의 상태방정식 비교

질량유량을 측정하는 방식 중 코리올리식과 열식유량계가 있지만, 가장 확실한 방식은 과거로부터 검증된 유체역학적 방법이 가장 좋습니다. 조임기구(오리피스, 플로우노즐)를 사용하는 차압식 유량계는 압축계수(Z)를 반영한 밀도를 적용하여 질량유량을 구하기가 매우 복잡하였지만, **(주)골든룰의 FN질량유량계는 복잡한 압축계수를 반영한 밀도를 유량함수에 적용하여 다양한 기체의 질량유량을 측정할 수 있습니다.** 이러한 독특한 기술은 대한민국 국가기술표준원의 신기술인증(NET)으로 등록되었고, 이 기술을 탑재한 질량유량계를 제조하고 있습니다.

FN질량유량계 개요

(주)골든룰의 FN질량유량계는 질량유량측정을 위하여 별도의 압력게이지 또는 센서의 연결이 필요 없게 된다. 그러나 기존의 차압식과 볼텍스의 경우 질량유량 출력이 요구된다면 추론적인 질량유량에 대하여 부가적인 판독을 요구하게 된다. 그러나 차압식질량유량계는 절대 압, 차압, 온도 및 점도 판독과 같은 물리적 공정 측정에 따르는 **별도의 센서 및 유량컴퓨터 없이 유량함수계산형으로 직접질량유량 측정이 가능한 신기술인증 제품이다.** 기존의 차압식 유량계는 부대설비의 과다한 구매비용, 설치 및 유지보수비 과다 발생, 다수의 계기로부터 누적되는 오차 발생, 저 유량에서의 정확도 저하가 단점으로 작용된다. **유량함수(팽창계수) 직접계산형 차압질량유량계**는 이러한 불필요한 요소를 모두 제거한 매우 우수하며 편리한 제품이다.

(주)골든룰의 **고유한 FN-MASS FLOWMETER**는 산업용 유량계의 탁월한 정확도, 견고성 및 신뢰성을 보장합니다. 차압 측정 방식으로 센서는 Orifice 또는 Flow Nozzle을 사용하여 압손실을 최소화하면서 자체 특허 기술을 활용한 계산방법으로 유량을 측정하는 질량유량계입니다.

실제 유체의 가변 물성 조건에서 고도의 계산으로 유량을 도출하는 신개념의 질량유량계 입니다.

산업현장의 까다로운 조건의 엔지니어링이 가능하며 국내 독자 기술로 개발되어 산업 손실 최소화와 기술 자유도를 확보할 수 있고, 정확성과 안정성이 우수한 측정기기 입니다.

또한, 각종 유체에서 사용가능하며 **기존의 차압식유량계의 요구되는 직관부를 각종 실험데이터를 통해 보완하여 짧은 직관부에서도 원하는 정도를 유지할 수 있도록 보완하였습니다.**

FN질량유량계 특징

- * 온도, 압력에 대한 보정방식이 아닌 유량함수(팽창, 압축, 점도계수) 직접계산 방식이다.
- * 주로 압축공기, 가스, 스팀, 액체, 오일 유량 정밀측정용으로 많이 사용된다.
- * 고온 고압 및 대유량 측정시 정확도 높은 것이 장점이다.
- * 혼합가스의 경우(LNG 등) 유량조성비 자동연산기능이 있다(옵션: 4-20mA 입력 Basic Mode)
- * 응답속도가 매우 빠르다. (0.1 초)
- * 플랜지 체결방식으로 설치가 간단하며 공사비가 저렴하고 특히 보수, 점검이 쉽다.
- * **마이크로프로세서 5-멀티 계측으로 유량(체적/질량) 온도, 압력, 밀도, 열량 측정이 가능하다.**
스마트공장 신설에 **유량계 하나로** 이 모든 측정값을 RS-485통신으로 일괄 계측이 가능하다.
- * 플로우노즐 방식으로 설계제작시 직관부 확보가 어려운 경우에 적용 가능하다. (5D 이하 라인)

천연가스의 차량충전이나 바이오가스 그리고 가정의 가스량은 모두 에너지단위(Joule)로 산출하여 금액을 산정하고 있으며 이것은 질량유량을 측정해야 가능합니다.

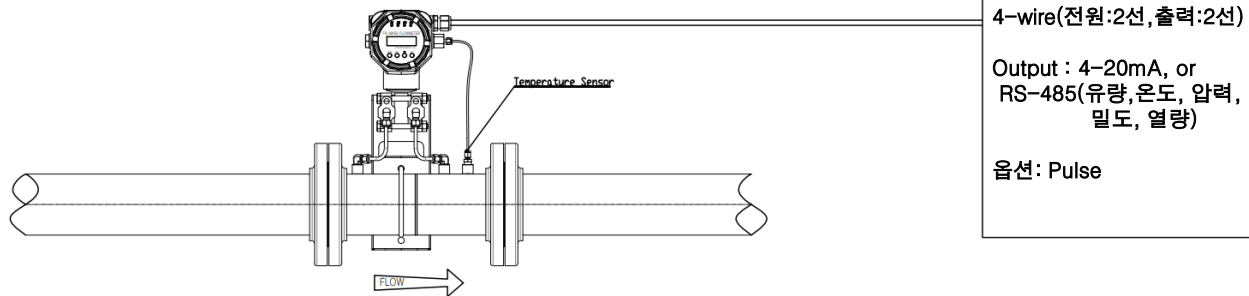
수소차의 수소충전량도 질량유량으로 표시해야 수소량에 따른 전기생산량을 산출하여 연비를 도출합니다. 만약 가장 가벼운 수소의 충전량을 부피로 적용한다면 주행 중 수소차는 연료부족으로 대부분 멈추어 버릴 수 있습니다.

질량유량은 앞으로 우리의 실생활에 대부분 적용될 것입니다. 이것은 측정기술의 발전을 의미하고 스마트한 계량측정으로 실시간 에너지 관리가 가능한 기술입니다.

일체형 고정밀 FN질량유량계의 개요도 및 장점

1. 설치 공사비가 대폭 절감됨.
2. 직접식 질량유량계 이므로 기존의 차압식 보다 정확도가 매우 높음 ($\pm 0.5\%$ F.S)
3. 통신출력으로 5개의 데이터(유량, 온도, 압력, 밀도, 열량)를 중앙감시반에서 동시 모니터링함
4. 온도/압력센서/유량컴퓨터 일체형 질량유량계 이므로 설치가 간단함

차압질량유량계 설치 개요도



기존의 차압식과 FN질량유량계의 비교표

구분	기존 제품인 차압식유량계	신기술인증 제품인 FN질량유량계
정확도	$\pm 3\sim 5\%$ of F.S.	$\pm 0.5\%$ F.S
출력	4-20mA 출력 기본 (체적유량 데이터)	4-20mA & RS-485 2출력 기본 (유량, 질량, 온도, 압력, 밀도, 열량 6개 통신데이터)
온압보정	별도의 온도, 압력전송기, 유량컴퓨터 필요	자동으로 보정됨
설치공간	많이 필요함	적음
가격	매우 높음(현장계기반, 도입관 공사)	낮음(유량계 일체형으로 부대비용 없음)
압력손실	매우 높음	매우 낮음 (0.1~0.2bar 이하)
직관부	15~20D 이상 (미확보시 유량 헌팅 심함)	전단 10~1 D / 후단 5~0 D 이내 (메트릭스 알고리즘 설계방식으로 현장조건 충족: 헌팅 없음)
기능	순시&적산(유량컴퓨터, 온도/압력전송기 별도 사용) 부대비용이 매우 높아짐	순시&적산(질량, 온도, 압력, 밀도, 열량 지시) 유량계 일체형으로 부대비용 없음
턴다운비율	10:1	50~35:1 (KOLAS기준 정확도 보장)
오염물질 (수분, 더스트, 파티클)	미압 또는 저유량 측정이 안되거나 오차 크게 발생	오차 거의 없음

1-1. 초음파유량계와 FN질량유량계의 비교표

구분	초음파유량계	FN질량유량계(신기술인증 제품)
정확도	±1~2% F.S	±0.5% F.S
출력	ANALOG 4-20mA 기본 DIGITAL RS-485 (옵션)	4-20mA & RS-485 2출력 기본 (유량, 질량, 온도, 압력, 밀도, 열량 6개 통신데이터)
온압보상	자동으로 보정 안됨 (별도의 온압보정장치 필요)	자동으로 보정됨
설치공간	많음	적음
공사비	높음 (유량센서 & 트랜스미터 별도 설치 부대비용 있음)	낮음 (유량계 일체형으로 부대비용 없음)
오차율 및 고장율	수분, 파티클, 더스트로 인한 오차 및 A/S 발생	매우 낮음 (±0.5 F.S 이하)
직관부	15~10D (부족시 헌팅 발생)	전단 10~7 D / 후단 5~2 D 이내 (메트릭스 알고리즘 설계방식으로 현장조건 충족: 헌팅 없음)
기능	순시&적산 (질량유량 지시)	순시&적산 (질량유량 지시) 통신지시(질량, 온도, 압력, 밀도, 열량)
납기 및 A/S	12주 / 최소 8주 (고장시 거의 대응 안됨)	6-8주 / 1주일
오염물질 (수분, 더스트, 파티클)	오차 발생 / 처음 몇 달~1년 동안은 정상 작동하다가 고장 발생	오차 거의 없음 / 고장이 없음

1-2. 열질량유량계와 FN질량유량계의 비교표

구분	열질량유량계	FN질량유량계(신기술인증 제품)
정확도	±1~5% F.S	±0.5% F.S (KOLAS기준)
출력	ANALOG 4-20mA 기본 DIGITAL RS-485, PULSE(옵션)	4-20mA & RS-485 2출력 기본 (유량, 질량, 온도, 압력, 밀도, 열량 6개 통신데이터)
온압보상	자동으로 보정됨 (단, 고온, 고압시 별도의 온압보정장치 필요함)	자동으로 보정됨
설치공간	적음	적음
가격	공사비 낮음/ 간단/ 삽입 또는 단관형	낮음/ 단관형(유량계 일체형으로 부대비용 없음)
오차율	관경이 큰 경우 오차발생 (소구경 저유량 측정에 적합)	매우 낮음 (±0.5 F.S 이하)
직관부	10~5D (부족시 헌팅발생)	전단10~5D / 후단5~2D 이내 (메트릭스 알고리즘 설계방식으로 현장조건 충족: 헌팅 없음)
기능	순시&적산(질량유량 지시) 센서 히팅방식으로 수명이 짧음	순시&적산(질량, 온도, 압력, 밀도, 열량 지시) 차압방식으로 수명이 매우 김
턴다운비율	100:1	50~35:1 (KOLAS기준 정확도 보장)
오염물질 (수분, 더스트, 파티클)	오차 크게 발생 / 처음 6개월 동안은 정상 작동하다가 고장 발생	오차 거의 없음 / 고장이 없음

FN질량유량계 대표적 납품실적

FN질량유량계의 사양

- * 모델 : KC-773OH-FM153BEx (방폭형)
KC-773OG (일반형)
- * 방폭 : 국내방폭인증 (KGS:한국가스안전공사)
Ex d IIC T4 (IP67) & Atex
- * 타입 : 인라인 일체형
- * 출력 : 4-20mA, 4-Wire, 2출력 기본
- * 통신 : RS-485 디스플레이 (순시/적산, 온도, 압력, 밀도, 열량)
- * 전원 : DC 24V, 100mA

[바이오가스용 납품실적]

현재 전국 하수처리장, 매립지, 가축분뇨처리장, 음폐수바이오 라인에 설치되어 있는 유량계의 문제로 많은 애로를 겪고있습니다. 기존에 사용되고 있는 열질량유량계는 온도 센서로 가스유량을 감지하는 방식이어서 수분, 파티클, 더스트 등의 오염물질이 함유된 바이오가스 측정시 현탕이 있고 오차가 매우 심하게 납니다. 또한 기존의 도압관 연결 방식의 차압식은 압력손실 및 자연압에 의한 차압이 너무 작아 유량측정이 안되거나 큰 오차가 발생합니다. 이 문제를 근본적으로 해결한 FN질량유량계가 대안이 되고 있습니다.

1) 청주환경사업소

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 300A, 350A
- * 유량범위 : 0 ~ 1000 Nm³/h
- * 유체압력 : 200 ~ 250 mmAq
- * 유체온도 : 25~40' C
- * 납품수량 : 2 Set

FN질량유량계 대표적 납품실적 1-2

2) 구리하수처리장

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 80A
- * 유량범위 : 70 ~ 700 Nm3/h
- * 유체압력 : 1350, 1500, 1250 mmAq
- * 유체온도 : 25~40' C
- * 납품수량 : 3 Set

3) 울진가축분뇨처리장

- * 유체 : Bio Gas
- * 운전 압력 : 50~250mmAq
- * 유량범위 : 80A, 2.9 ~ 100Nm3/h ~ 발전기2
100A, 10 ~ 350Nm3/h ~ 소화조탱크
100A, 4.3 ~ 150Nm3/h ~ 가스홀더
- * 유체온도 : 25~40' C
- * 납품수량 : 3 Set

4) 음성가축분뇨처리장

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 125A
- * 유체압력 : 43 ~ 1,500 mmAq
- * 유량범위 : 3.7 ~ 130 Nm3/h ~ 발전기1 & 2
- * 유체압력 : 20 ~ 250 mmAq
- * 유량범위 : 6 ~ 210 Nm3/h ~ 소화조탱크
- * 유체온도 : 30' C
- * 납품수량 : 4 Set

5) 한국토지주택공사 화성동탄 2클린 에너지센터

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 40A(2EA), 50A, 65A(2EA), 100A, 125A
- * 유량범위 : 4~40, 10~100, 14~140, 28~280 Nm3/h
- * 유체압력 : 1500 mmAq
- * 유체온도 : 25~40' C
- * 납품수량 : 3 Set

FN질량유량계 대표적 납품실적 1-3

6) 군산부취설비

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 200A
- * 유량범위 : 120 ~ 4,200 Nm³/h
- * 유체압력 : 3 Bar
- * 유체온도 : 25' C
- * 납품수량 : 1 Set

7) 양산가축분뇨처리장

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 100A
- * 유량범위 : 10 ~ 300 Nm³/h
- * 유체압력 : 20 ~ 250mmAq
- * 유체온도 : 20-30' C
- * 납품수량 : 3 Set

FN질량유량계 승인중

1) (주)가스웰 / 해외 바이오가스 정제설비

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 150A
- * 유량범위 : 65 ~ 2,600 Nm³/h
- * 배관경 : 100A
- * 유량범위 : 45 ~ 1,800 Nm³/h
- * 배관경 : 80A
- * 유량범위 : 43 ~ 1,700 Nm³/h, 29 ~ 1,150 Nm³/h
- * 유체압력 : 3 Bar
- * 유체온도 : 25' C
- * 납품수량 : 4 Set

2) (주)도원이엔씨 / 아산가축분뇨처리장

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 125A
- * 유량범위 : 10 ~ 300 Nm³/h
- * 유체압력 : 20 ~ 250mmAq
- * 유체온도 : 20-30' C
- * 납품수량 : 3 Set

3) 환경시설관리(주) / 승인중 제주하수처리장

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 150A
- * 유량범위 : 10 ~ 600 Nm³/h
- * 유체압력 : 20 ~ 250mmAq
- * 유체온도 : 20-30' C
- * 납품수량 : 3 Set

4) 환경시설관리(주) / 승인중 서산 가축분뇨처리장

- * 유체 : Bio Gas
- * 배관경 : 125A
- * 유량범위 : 10 ~ 300 Nm³/h
- * 유체압력 : 20 ~ 250mmAq
- * 유체온도 : 20-30' C
- * 납품수량 : 3 Set

국제 공인교정기관(KOLAS) 교정후 납품

골든룰은 국제검교정기관(KOLAS)과 기술협약을 체결해 모든 제품을 검 교정기관에서 교정해오므로 교정의 신뢰도를 더 높였습니다. 납품시 KOLAS성적서 요청 가능합니다. 또한 고객의 보다 빠른 업무를 위해 교정대행 업무도 함께 하고 있습니다.

※ (주)골든룰의 질량유량계는 KOLAS인증기관과 기술협약을 맺고 모든 제품을 교정하여 출고 합니다.

(주)골든룰은 유량계 공인교정기관의 KS Q ISO/IEC 17025을 표준으로 하는 기체용 유량계는 소닉노즐을 통해 0.023 ~ 360 m3/h 교정하고, 액체용 유량계는 기준유량계(지멘스)와 비교하여 3.5 ~ 50 m3/h 범위를 교정한다. 비공식적으로 기체는 소닉노즐뱅크를 통해 최대 2500kg/h까지 수행할 수 있습니다.

기체는 압축성 유체로서 배관을 흐르면서 주변의 온도변화와 압력손실의 영향을 받기 때문에 체적유량계 대신 질량유량계를 설치해야 안정적인 생산공정과 장비운용을 실행할 수 있습니다.

유량교정설비는 소닉노즐 즉, 임계상태의 노즐을 사용하여 질량유량(m)을 측정하고 이를 기준으로 피교정기(DUT)를 교정하기 때문에 매우 정확도가 좋은 교정 결과를 도출합니다.

특별히, 기체와 액체의 기준유량계(REF)는 한국표준과학연구원으로부터 정확도 $\pm 0.2\%$ 로 교정받아 신뢰도가 매우 높습니다.

감사합니다^^