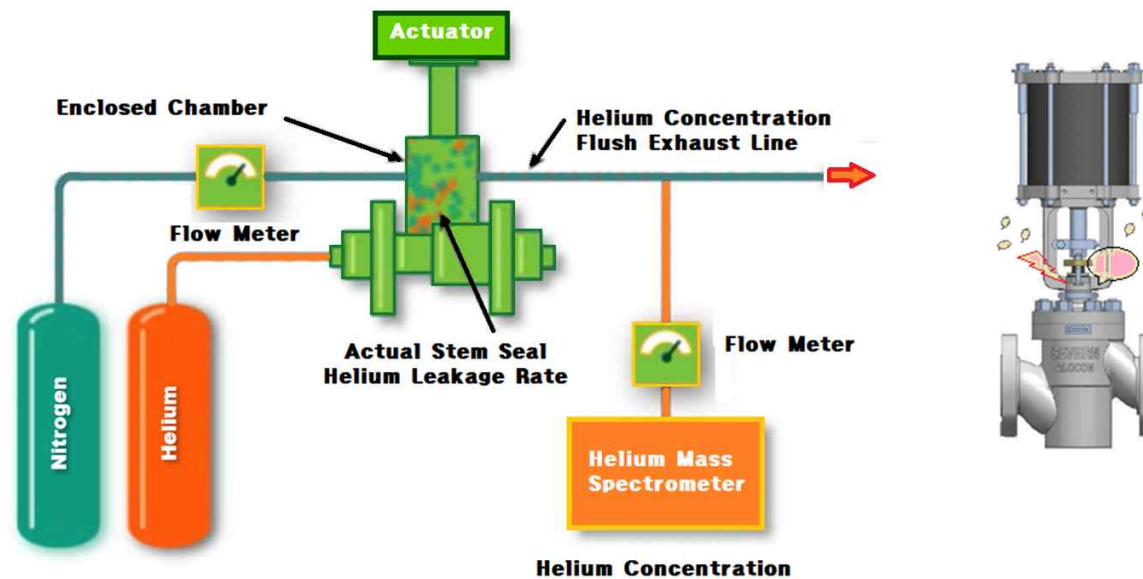


Fugitive Emission

(ISO 15848)



이 Article은 필자가 가진 지식과 수많은 Project에서의 경험, 그리고 각종 서적 및 Internet에서 발췌해서 정리한 것으로 Plant분야에 종사하는 엔지니어에게 도움을 주고자 정리한 내용이다. 2017년 6월

박시우 대표(Stanley Park)
 기계기술사 (President, P.E.)
S&T International Co.
 Mobile : +82(0)10-3840-0721
 Tel/ Fax : +82(0)2-400-8039
 E-mail : stanley.park@daum.net

※ Fugitive Emission에 대한 정의

ISO 15848 : 밸브의 sealing 부위에서 밸브 유체에 들어 있는 휘발성 유기 화합물(VOC: Volatile Organic Compound)이 누설되는 것

미국 환경보호 청 (EPA) : VOC 누설을 500ppm이하로 제한하였으며 149종의 VOC에 대해 100ppm이하로 규제하고 있음

※ ISO 15848의 주요 사항

Fugitive Emission의 측정, Test 방법, 인증 절차를 Type 1. Type Test(Certificate 발행)와 Type 2. Production Acceptance Test로 나누어 규정

Fugitive Emission Test - 개요

Item	Part 1. Type Test	Part 2. Production Test
Brief Summary	신제품 출시 전 Tightness 및 내구성 시험으로 20,000의 Stroking을 각 2개의 온도 구간을 5,000번씩 4회 번갈아 하고 나서 Stem Packing에서의 누설량을 헬륨가스로 측정	생산된 제품을 random 비율로 채택해서 5회 이상의 stroking을 한 후, Stem Packing에서의 누설량을 헬륨가스로 약식 방식으로 체크
Definition	밸브 type별로 test를 수행하고 emission performance를 등급별로 분류(tightness, endurance, temperature class)하여 qualification을 부여하는 절차 : 즉, project에 적용되는 밸브가 엄격한 test (Tightness 및 내구력)을 통해 이미 test 인증을 받았는 지를 확인	Type test를 통해 인증받은 밸브에 한해 random으로 선정하여 test : 일종의 약식 test로 재확인하는 목적임
Leakage Measurement	Stem Seal Leakage: Global Method(Flushing, Vacuum) Body Seal Leakage: Local Method(Sniffing)	Sniffing Method(간략한 방법)
Test Temperature	밸브가 운전되는 온도에 따라 5개 온도 등급 중 택1 ※ 하단의 Temperature Class 참고(구매자와 공급자가 합의해서 결정)	Room Temperature
Number of Mechanical Cycle : Endurance Class Basis	CC1: 20,000 회, 2 thermal cycle CC2: CC1에 40,000 회, 1 thermal cycle을 추가 CC3: CC2를 1회 반복	5 회
Tightness Class	Stem seal의 tightness는 leakage양에 따라 A, B, C등급으로 분류, body seal tightness는 모든 경우에 50ppmv 이하로 측정되어야함 ※ Table 1 참고	※ Table 2 참고
* NOTE	• FE Test는 통상 Certificate로 대체하지만, 간혹 구매자가 Part 2. Production Test를 지정하는 데 이때 Random 비율을 10%- 30% (ISO 15848에 따른 밸브 타입, Size, Pressure Rating별)로 한다. • 1 Cycle은 50% stroke를 말하며 Stroke speed는 1- 5mm/sec.를 칭 한다.	

※ Temperature Class Test 온도는 예를 들어 -20°C일 경우 -46°C에서 해야 하고, 50°C일 경우 200°C에서 해야 한다.

Test Temperature	-196° C	-46° C	RT (Room Temp.)	200° C	400° C
Qualification Range	-196° C ~ RT	-46° C ~ RT	-29° C ~ 40° C	RT ~ 200° C	RT ~ 400° C

온도 범위는 통상 구매자와 제작업체 간에 상호 합의해서 결정한다

※ Table 1. Tightness Classes for Stem Seal(Type Test)

Class	Measure leak rate $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$	Remarks
A ^b	$<10^{-6}$	대표적으로 Quarter turn valve용으로 Bellow seal이나 이에 상응하는 Stem seal로 달성된다.
B	$<10^{-4}$	대표적으로 PTFE packing이나 Elastomeric seal로 달성된다
C	$<10^{-2}$	대표적으로 Flexible graphite packing으로 달성된다.

^a 전체 누설 방법으로 측정해서 mgs-1m-1 로 나타내는 데, 이는 Global Method로 정의된다.

^b Class A는 헬륨 가스로만 측정하며 Vacuum Method가 사용될 수 있다

Stem seal의 tightness는 leakage양에 따라 A, B, C등급으로 분류, body seal tightness는 모든 경우에 50ppmv 이하로 측정되어야함

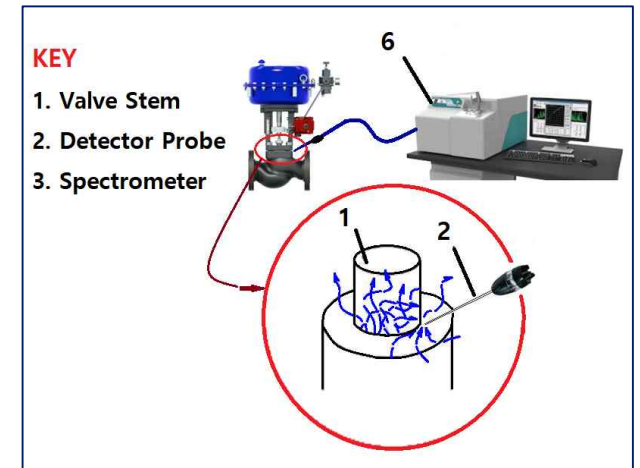
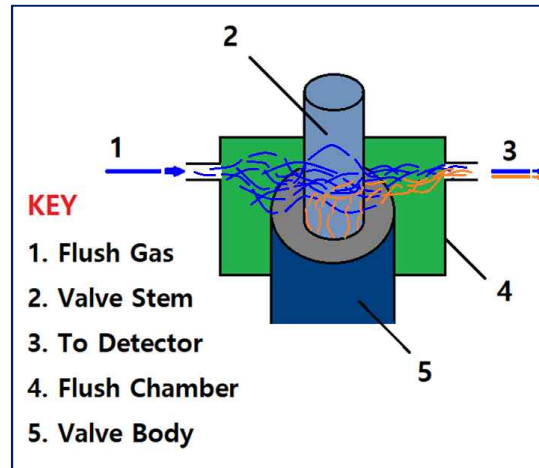
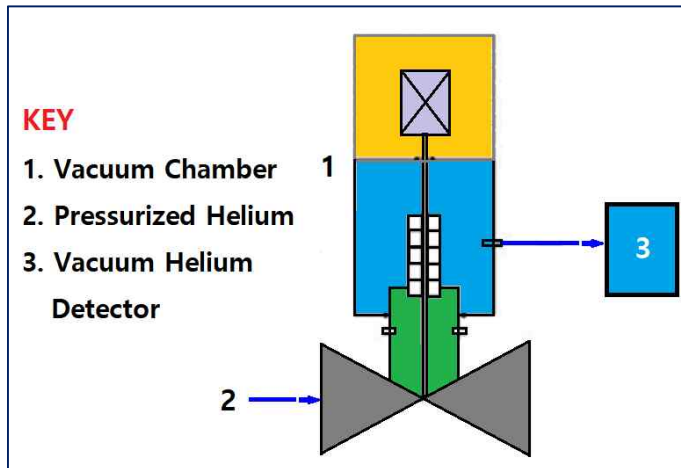
※ Table 2. Tightness Classes for Stem Seal(Production Test)

Class	Value ^a	Remarks
A	<50	대표적으로 Quarter turn valve용으로 Bellow seal이나 이에 상응하는 Stem seal로 달성된다.
B	<100	대표적으로 PTFE packing이나 Elastomeric seal로 달성된다
C	<1000	대표적으로 Flexible graphite packing으로 달성된다.

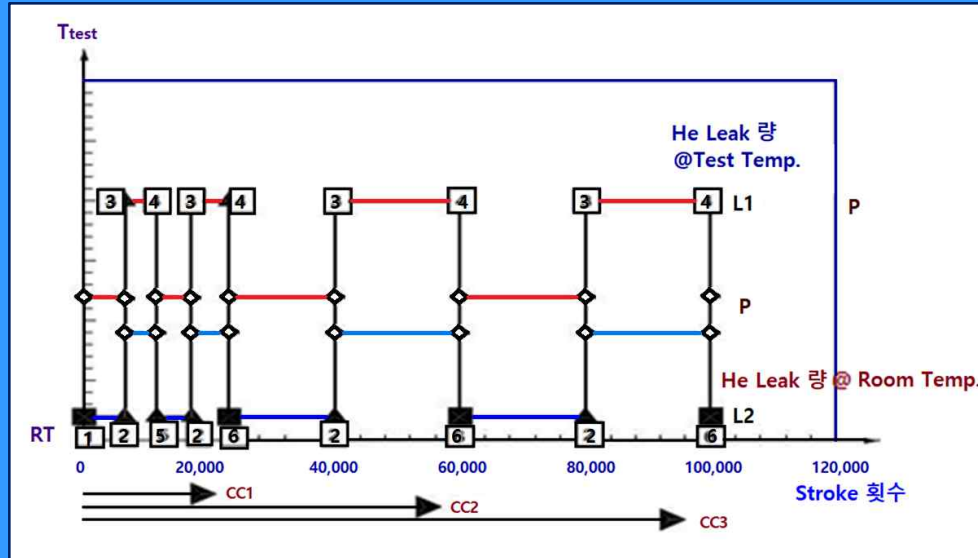
^a ISO 15848-1:2006에 따라 Sniffing Method(약식 체크 방법)로 측정해서 ppmv로 나타낸다.

Tightness Test

Global Method		Local Method
a. Vacuum법	b. Flushing법	Sniffing법 (일종의 약식 법)
Test fluid로 97%순도의 헬륨만 사용, stem seal 부위의 leakage source가 되는 부분을 vacuum chamber로 완전히 차단시킨 후 chamber에 헬륨 질량분석기를 연결하여 헬륨의 leakage양을 측정하는 방법	Test fluid로 97%순도의 헬륨또는 메탄을 사용, leakage source를 둘러싼 chamber에 carrier gas를 주입하여 stem seal로부터 새어나오는 test gas leakage와 혼합시켜 배출, chamber에 연결되어 있는 질량 분석기가 이 혼합가스를 받아 leakage의 양을 측정하는 방법	Test fluid로 97%순도의 헬륨 또는 메탄을 사용, 질량 분석기가 연결된 sniffer(detector probe)를 측정하고자 하는 부위에 이동시키며 leakage 양을 측정하는 방법
※ 가장 엄격해서 통상 발주처 검사관이 이 방법을 선호		



Endurance Test



각 test 온도에서 5,000 mechanical cycle을 수행해야 한다.
CC 1(20,000 stroking)으로만 실질적으로 테스트를 한다.
그러나, CC 2와 CC 3를 행하는 제작업체는 없음.(물리적 시간과 비용이 상당함)

Type Test 인증서로 타 밸브의 Cover 가능 범위

- Stem과 body seal의 재질, 형태, 구조가 같을 경우
- Stem Loading 수위가 같을 경우
- Stem 움직이는 type이 같을 경우
- Sealing 성능에 영향을 주는 표면 처리가 동일한 경우
- Stem diameter가 50% 작은 것부터 200% 큰 것까지 적용
- Valve pressure rating이 동일하거나 낮은 것까지 포함
- 요구 온도 class : Room Temp.에서 Test Temp.로 적용
- Tightness class가 같은 경우

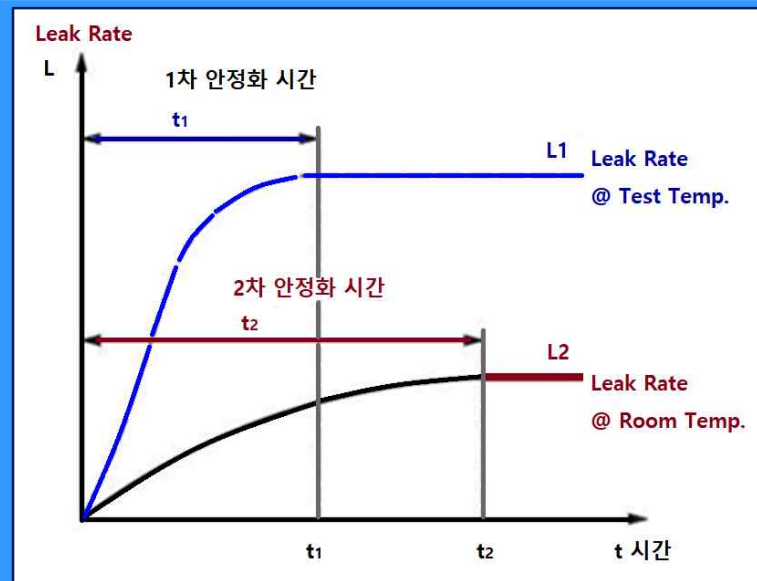
* Part 1 Type Test Certificate의 밸브가 stem dia.가 0.5 inch이고 ANSI 600#, Fugitive Emission Class B, 온도 범위 테스트가 Room temp.에서 -196도C일 경우 : stem dia. 0.25inch에서 1.0inch까지, ANSI 150#에서 600#까지, FE Class B, design 온도가 테스트 온도 범위에 있는 모든 밸브를 cover한다.

Globe type인 stem dia. 0.5inch(size 2inch), ANSI 600# 밸브 및 stem dia. 1.5inch(size 6inch), ANSI 600# 밸브 2대의 Type Test Certificate로 size 1/2inch ~ size 36inch X ANSI 150# ~ ANSI 600# 밸브까지 cover한다. 단, ANSI 900#이상부터는 밸브 사이즈 별로 별도의 Type Test Certificate를 획득해야 한다.

테스트 절차

- 진공 chamber와 spectrometer를 연결한다
- System 반응 시간을 측정한다
- Valve에 압력을 가한다
- Test 온도가 평형화가 되도록 한다
- 안정적인 Leak를 유지한다
- Leak량을 측정한다

Leak 안정화 곡선



Type 2. Production Test 허용 기준

- Type 인증이 되어있는 밸브 design중에 random으로 선정
- 테스트 전에 Production Test 표준서와 구매자 사양서를 고려, 실시
- 테스트 밸브 퍼센트는 구매자와 제작업체간의 합의로 정한다

Consideration of Valve

1. Forged Valve - Gate, Globe, Check Type : Normal PTFE, Graphite Packing으로도 500ppm의 요구 조건을 만족함
2. Ball, Plug Valve : VOC Packing 사용. 이경우 Fire Safety Design 문제를 야기함.
3. Quarter Turn Valve : PTFE, Graphite Packing을 사용해도 무방함 (Leak의 원인이 5% 미만)
4. Butterfly Valve : Fugitive Emission을 만족하기 위해서는 Metal Seat에 Triple Offset Valve를 사용해야 함
(통상 Vacuum Requirement 까지만 요구함)

