VALVE의 구조 및 종류

1. 밸브의 구조

밸브는 기본적으로 유체를 제어하는 부품과 이들 제어부품들을 구조적으로 안전하게 유지시키는 몸체로 구성되어 있다. 따라서 밸브공학의 목표는 유체제어 기능으로서의 완전한 유체제어를, 다양한 하중조건하에서 밸브가 안전하게 운전 되도록 구조적으로 튼튼하게 결함없이 만들어야 하는데 있다.

따라서 밸브의 이 두가지 목적에 맞는 배관계통의 제어요소(Control Component)로써, 또한 배관계의 신뢰성에 가장 핵심적인 역할을 수행하는 부품으로써, 프로세스의 운전건전성 즉, 장기간 문제없이 제어요소로서 밸브 기능을 뒷받침 할 수 있는 강도를 유지하여야 한다.

1.1 밸브의 구조

밸브의 구조는 유체제어의 구조 및 특성, 유체의 물리화학적 성상, 운전조작의 방법에 따라 매우 다양하다.
따라서 밸브 구조는 유체제어의 구조 및 특성에 따라 물리화학적 성상에 따라 밸브의 구조가 달라지기도 한다.
밸브 구조에서 가장 핵심적인 사항은 압력 유지부분(Pressure Retaining Part) 및 유체와 직접 접촉하면서 밸브의 기능을 수행하는 밸브 트림, 그리고 트림부를 조작하는 구동부로 나눈다.

따라서 밸브의 종류를 구분하는 일반적인 방법은 밸브의 압력유지부의 형태 또는 형식과 트림의 형상 또는 형식에 따라 구분한다.

다음은 밸브 구분 방법에 따른 밸브 종류를 열거 하였다.
특히 여기서 밸브 기술자가 알아야 할 매우 중요한 밸브 용어는 트림(Trim)으로써 "밸브의 유체제어 과정에 있어서 유체와 직접 접촉하면서 유체력에 의하여 직접적인 마모 또는 노화되는 부품으로 교환될 수 있는(Replaceable)밸브 부품"이라고 정의 한다.

가. 개폐용(ON-OFF제어)밸브

- 게이트 밸브(Gate Valve)
  - General Gate Valve
  - Solid Wedge
  - Flexible Wedge
  - Split Wedge
  - Double Disc Parallel Seat
  - Spring Parallel Slide
  - Ball and Socket Rotating Disc
  - Bellow Seal Gate Valve
  - Knife Edge Gate Valve
  - Globe Type Stop Check Valve
  - T-Type Stop Check Valve
  - Angle-Type Stop Check Valve
  - Y-Type Stop Check Valve
- 글로블 밸브(Globe Valve)
  - Packless Hermetic Diaphragm Globe Valve
  - T-Type Packless Valve
  - Y-Type Packless Valve
  - Angle-Type Packless Valve
  - Bellows Seal Glove Valve
- 체크밸브(Check Valve)
  - Swing Check Valve
  - Counter Weight Balanced Check Valve
  - Folding Disc Check Valve
  - Lift Check Valve
  - T-Type Lift Check Valve
  - Y-Type Lift Check Valve
  - Ball Type Check Valve
  - Spring Loaded Lift Check Valve
  - Tilting Disc Check Valve
  - In-Line Disc Check Valve
  - Ball Type
  - Disc Type

Foot Type
Backflow Preventer
Rubber Tube Check Valve
Diaphragm Check Valve

버터후라이밸브(Butterfly Valve)
Metal Seated High Performance Butterfly Valve, HPBV
Cross Bolted Wafer Type
Wafer Type
Soft Seated

프러그 밸브(Plug Valve)
Tapered Plug Valve
Lubricated Plug Valve
Non-Lubricated Plug Valve
Cylinderical Plug Valve
Eccentric Plug Valve

볼 밸브(Ball Valve)
Floating Type Ball Valve
Top Entry Floating Type Ball Valve
End Entry Floating Type Ball Valve
Trunnion Type Ball Type
Single Trunnion Type Ball Type
Double Trunnion Type Ball Type

나. 유량조절용(Flow Throttling) 밸브

게이트 밸브(Gate Valve)
그로브 밸브(Globe Valve)
버터후라이밸브(Butterfly Valve)
볼밸브(Ball Valve)

다음으로 밸브의 유체제어를 위한 밸브 구동부의 구동특징 즉, 밸브의 스템 및 스템 조작 특징에 의한 밸브를 구하면 다음과 같다.
밸브 스템은 밸브를 열고 닫을 때 그 조작력을 전달하는 매우 중요한 밸브의 구성 부품이다.
일반적으로 디스크의 상하운동에 의하여 유체를 제어하는 구조를 가진 게이트 및 그로브 밸브는 스템의 길이가 길며, 디스크의 조절을 원활하게 하기 위

하여 일부 특수한 장치(거의 선형운동을 하는)를 가진 자동 구동장치부의 제어밸브류와 같은 것을 제외한 수동조작 모타구동장치부의 밸브 스템은 사각의 나사를 채용하고 있다.
이 스템 즉, 밸브 핸드휠의 조작렬에 대한 사항은 추후에 자세히 설명하기로 하고 여기서는 스템의 구분(구동부의 구동특징)조작특성을 밸브 종류별로 구분한다.
밸브 디스크의 상하운동에 의하여 유체를 제어하는 구조의 밸브는 통칭하여 "Quater Turn"밸브라고 한다.
이외에 체크밸브와 같이 자체적으로 유체력에 의해 개폐동작을 하는 "Self Actuating"밸브가 있다.

1.2 밸브의 구조형식

(1)게이트 밸브

개폐용(ON-OFF제어)밸브의 대표적 밸브이다. 게이트 밸브는 호칭직경 3/8″이상, 압력-온도 등급도 ANSI CLASS로 150LBS에서 4500LBS까지 선택의 폭이 매우 넓다.
밸브의 구조 형식 및 형태는 다음과 같다.
솔리드 또는 홀로우 형식의 디스크(SOLID OR HOLLOW GATE VALVE)
밸브의 시팅 구조상 가장 튼튼한 구조이나 밸브의 열 팽창과 배관작용력에 대한 디스크에서의 흡수 여유가 없기 때문에 밸브 디스크가 상온 이외의 사용에서는 고착 또는 누설 가능성이 높아진다.
따라서 이러한 구조의 게이트 밸브는 통상 호칭직경 4″이하, 사용온도 100″이하의 수동 소형 게이트 밸브에 적용된다.
일반적으로 ANSI CLASS 2500까지 제작가능하지만 고압.고온 서비스인 경우 밸브 몸체에서의 열변형에 의한 고착 또는 누설에 각별히 유의 하여야 한다.
현재 국내 밸브제작사중 극히 일부 회사만이 ANSI CLASS 4500급까지 제작경험이 있으나 스프링 LOADED PARALLEL DISC TYPE에 비하여 수명이 떨어진다.

후렉시블 웻지 디스크(FLEXIBLE WEDGE DISC VAVE)

디스크의 시팅(SEATING)면에서 어느 정도의 유연성을 갖고 있음으로 팽창 및 배관의 작용력에 대응할 수 있으며 아울러 다스크가 쐐기 형식으로 시트면에 작용함으로써 내누설 특성이 좋다.

따라서 FLEXIBLE WEDGE 게이트 밸브는 이러한 시팅 구조상12"를 넘는 대형일 경우에는 동력에 의한 밸브 개폐장치(POWER ACTUATOR)가 권고되며 통상 사용온도200°F(93°C)이하의 호칭직경 4 ″ 를 넘는 중대형 밸브에 적용된다.
이 밸브는 ANSI CLASS로 150~2500까지 제작된다.

분리형 디스크(SPLIT WEDGE GATE VALVE)

FLEXIBLE WEDGE디스크와 유사하나 디스크가 완전히 분리되는 구조이다.
디스크의 연결은 단순히 기계적인 고리를 이용하거나 스프링등의 보조를 받아 구성된다.
이러한 밸브는 FLEXIBLE WEDGE 게이트 밸브와 같은 범주로 취급되나 배관의 굽힘등 배관작용력에 보다 신축성 있게 대응할 수 있어서 비교적 높은온도(90°C~)에 사용되며, 밸브의 크기는 통상호칭직경 4"이상의 중형밸브에 적용된다.
그러나 이러한 밸브는 다음의 더블 디스크 게이트 밸브의 장점에 비하면 적용사의 잇점이 적기 때문에 널리 쓰이지 않는다.

더블 디스크(DOUBLE DISC GATE VALVE)

통상 DOUBLE DISC 게이트 밸브는 디스크가 평행한 구조를 가진 것을 특징으로 한다.
따라서 대형의 고온 고압용 밸브는 이러한 구조를 많이 갖고 있으며 일명 DOUBLE DISC PARALLEL 케이트 밸브라고도 한다. 주로 대형 밸브에서 많이 채용되며 사용온도가 100°C를 넘는 경우에 사용된다.
이 밸브는 시팅 구조상 계통이 가압상태이어야 밸브의 내누설 특성이 좋아지는 구조 즉, 계통압력이 한쪽면을 가압함으로써 이 가압력에 의하여 기밀이 유지되는 구조임으로 계통압력이 낮은 경우에는 상대적으로 시팅 효과가 떨어진다.
따라서 이의 보완책으로 평행된 두 디스크사이에 스프링을 이용 가압력을 보완하는 경우도 많다.

밸브 운전시 유의할 사항의 하나는 닫을 때보다 열릴 때가 보다 많은 힘을 필요로 하는 경우가 있음으로 계통의 운전 상태를 고려한 밸브 선정이 필요하다.
따라서 고온의 운전상태하에서는 가능한 한 고온상태에서 밸브를 열고 닫아야 한다.

아울러 두 개의 평형된 디스크는 정밀하게 가공되어야 하며 계통압력이 높아질수록 디스크면에 작용하는 면압의 효과를 극대화할 수 있도록 두 시트면의 평행도 및 가공 정밀도는 엄격하게 관리되어야 한다.
나이프 게이트 밸브(KNIFE GATE VALVE)디스크의 형태가 날카로운 칼날 모양의 원형구조이다.
따라서 설계는 매우 콤팩트(COMPACT)한 구조로 설계되며, 배관계통에 있어서도 설치 및 보수 운전공간을 절약할 수 있다. 주로 상온의 낮은 압력하에서 스러리(SLURRY:찌거기)등이 있는 유체를 제어할 때 많이 쓰인다.
따라서 KNIFE GATE VALVE에서의 엄밀한 내누설을 요구할 수 없다.

(2)그로브 밸브(GLOBE VALVE)

글로브 밸브는 유로의 차단 또는 유량의 조절용으로 사용된다.
게이트 밸브에 비하여 유체의 제어적인 즉, 압력조절, 유량조절, 유로 차단등이 우수하나 밸브구조의 복잡함과 이에 따른 구조적 불안정으로 인하여 밸브크기는 기술적, 경제적으로 제한을 받는다.
따라서 글로브 밸브는 통상적으로 특수한 경우를 제외하고는 호칭직경 12″를 넘는 대형의 그로브 밸브는 수동 조작의 경우가 매우 드물고 대부분 모타구동 또는 유공압을 이용한 동력 구동밸브이다.
그러나 호칭직경 2″이하의 그로브 밸브는 유로차단(ON-OFF)과 스로틀링(THROTTLING)이 가능하며 특별히 비록 ON-OFF라 할지라도 계통 특성이 고압의 경우에는 소형 게이트 밸브보다 그로브 밸브를 선택하는 것이 합리적이다.
그러나 그로브 밸브 유로 차단용(SHUT OFF)으로 사용할 때는 밸브의 디스크 하부로부터 계통 압력이 작용함으로 닫힘에 요하는 힘이 게이트 밸브의 4~5배 이상에 이르며, 내부 구조가 복잡하여 온도가 변화하는 상태하에서는 열팽창의 비 대칭성으로 인하여 내부 누설의 가능성이 있음으로 보다 큰 힘의 밸브 개폐력 즉, 구동장치의 크기가 커야 한다.
글로브 밸브는 통상 호칭직경 3/8″~12″범위로 제작되며 압력-온도 기준으로 4500LBS까지 제작된다.
밸브의 형식 및 형태는 외양으로서 T, Y-앵글 형태가 있으며 스템의 구성 형식상 특수하게 스템 패킹으로부터의 누설을 방지하기 위한 팩레스(PACKLESS-HERMETICALLY SEALED, BELLOWS SEALED) 밸브등이 있으며, 아울러 그로브 밸브의 디스크 및 시트의 설계방식에 따라 스템과 디스크의 일체형과 분리형이 있으며 대부분이 분리형 구조를 체택하고 있다.
또한 디스크의 형상은 BALL TYPE, 조립식, PLUG TYPE, NEEDLE TYPE등이

있으며 디스크 및 스템의 안내방식에 따라 TOP GUIDED(고압용), BODY GUIDED(고형, 소형용) 및 BOTTOM GUIDED(저압용 : 150LBS~300LBS)가 있다.

(3)체크밸브

체크 밸브는 배관계통 구성에 있어서 계통의 운전 상태에 따라 자력으로 개폐하는(SELF ACTUATING)유일한 밸브이다.
따라서 다른 밸브와는 달리 한번 설치하면서 유지, 보수 등의 문제를 간과하기 쉬운 밸브이므로 최초선정에 주의를 요한다. 체크밸브는 외양 및 작동 측성별로 스윙체크, 리프트체크, 틸팅 디스크 체크, 홀딩디스크 체크, 인라인 체크, 스톱 체크로 대별할 수 있으며, 가장 대표적인 체크 밸브는 스윙 체크 밸브이다.
밸브의 크기는 거의 제한이 없으며 설계 형식 또한 매우 다양하다.
체크 밸브 선정에 있어서 무엇보다도 중요한 것은 밸브에 있어서 압력 강하량의 크기문제, 체크밸브 사이의 유체흐름 속도의 문제, 밸브의 설치 위치와 누설한계 등의 문제 및 계통 특성상 체크밸브의 닫힘 시간의 문제를 고려한 후에 체크밸브의 형식을 결정하여야 한다.

스윙체크밸브(SWING CHECK VALVE)

체크 밸브중에서 가장 널리 많이 쓰이고 있는 형식으로서 간단한 구조와 신뢰성 있는 동작을 특징으로 한다.
외양에 따른 형태는 T형, Y형 및 웨이퍼(WAFER)형이 있으며 T형이 대부분이다.
디스크와 시트의 접촉 형식은 금속 대 금속, 금속 대 탄성질의 합성고무, 금속 대 합성고무링이 삽입된 금속판으로 접촉된다.
스윙의 각도는 0·~45·로 설계되며 수평 설치시를 고려하여 5·~7·만큼 전방향으로 경사시켜야 한다.
유체의 역루에 의한 순간 닫힘시(SLAMMING)디스크의 운동량을 적게하면 급폐가 용이하여 수격현상을 감소시킬 수 있으므로 스윙의 각도는 밸브에서의 마찰로 인한 압력손실이 허용하는 범위내에서 적게하면 좋다.
단점으로는 슬램(SLAM)현상과 불규칙한 유체흐름시 디스크의 빈번한 운동으로 힌지 핀의 마모가 예상되며 밸브 구조상 완벽한 기밀 유지가 곤란하다는 점이 있다.
스윙 체크 밸브에서의 입력 강하량은 계통 설계 측면에서 낮을수록 좋지만

대략 다음식으로 압력강하량 정도를 예측한다.

$\Delta P=3228(1/\rho)(M/Cv)^2=2.238(1/\rho)(m/Af)^2$
여기서 ΔP=Psi
ρ=유체의 밀도(1b/ft3)
m=질량유량(1b/sec.)
Cv=밸브의 유량 계수(gpm/$\sqrt{}$psi)

또한 스윙 체크 밸브에서 원활한 운전을 위하여 요구되는 최소 흐름속도는 이론적으로 다음과 같은 식으로 표시된다.

Vmin=45.68(w.cosθ)/(P.A.sin2θ)0.5
여기서 W=디스크 아암 무게의 0.5배와 디스크 무게를 합한 값(1bf)
A=디스크의 면적(inch2)
θ=유로 충돌면의 각도

리프트 체크 밸브(LIET CHECK VALVE)

스윙 체크 밸브에 비하여 유체의 속도가 비교적 빠른 조건에서 사용하며 내누설 특성이 양호하다.
글로브 밸브의 외양과 비슷하며 디스크 모양에 따라 피스톤(or POPPET)형식과 볼 형태의 것이 있다.
그러나 단점으로는 디스크와 안내면에서의 고착 가능성 과 디스크의 빠른 자전(SPINNING), 그리고 대구경의 경우에는 평형관이 필요하게 된다.

틸팅디스크밸브(TILTING DISC CHECK VALVE)

스윙체크밸브가 밸브 디스크의 개폐 속도 및 유량 변화에 신속히 대응하는데 부족한 반면 리프트 체크 밸브는 아에 비교적 양호한 특성을 갖고 있다.
그러나 압력손실의 정도, 보수성 및 내수설에 대한 구조로 보아 스윙 체크밸브는 매우 양호한 특성을 갖고 있음으로 스윙 체크 밸브와 리프트 체크밸브의 장버을 절충하고 아울러 슬램(SLAM)에 의한 영향을 최소화시킨 구조의 밸브가 틸팅 디스크 체크밸브(TILTING DISC CHECK VALVE)이다.
이 체크밸브도 가능한한 균일한 흐름이 예상되는 곳에서의 사용을 권장한다.

홀팅디스크 체크 밸브(FOLDING DISC CHECK VALVE)

홀딩 디스크 체크 밸브의 가장 큰 특징은 밸브가 매우 콤팩트하다는 것이다.
디스크를 스프링의 힘으로 유지하므로 스프링의 상수를 조절하면 디스크의 열림 최소요구 속도를 조절할 수 있으며, 또한 매우 미세한 차압상태에서도 개폐를 할 수 있어서 계통의 요구사항대로 설계가 가능하다.
물론 스프링의 힘을 이용하기 때문에 디스크의 급폐(急閉)성이 양호하다. 기타 앞에서 설명한 체크 밸브 이외의 것으로는 리프트 체크 밸브 형식의 인-라인(IN-LINE)체크 밸브와 스톱 밸브와 리프트 체크 밸브를 결합한 스톱 체크 밸브가 있다.
체크 밸브의 설치 위치 및 유로 방향이 밸브 기능에 미치는 영향은 다음과 같이 요약한다.
스윙 체크밸브:수평 또는 수직, 수직배관에 설치시에는 밸브의 최소 흐름 속도에 디스크의 최대 열림각도(45° 이하)만큼을 고려한다.
또한 밸브의 힌지핀에 중추(COUNTERWEIGHT)를 이용하면 계통 특성에 따라 디스크의 열림 최대흐름 속도를 조절할 수 있다.

리프트 체크 밸브

TEE TYPE-수평
WYE TYPE-수평/수직, 수직설치시 스프링을 사용하면 효과
ANGLE TYPE- 밸브입구는 필히 수직 배관
.틸팅 디스크 체크 밸브:수평
.홀딩 디스크 체크 밸브:수평/수직, 그러나 한지핀은 필히 수직방향
.인-라인 체크 밸브:수직(드물게 수평), 내부 점검을 위한 배관분리가 요구됨

스톱체크밸브

TEE TYP
E-수평
ANGLE TYPE- 밸브 입구는 필히 수직 배관
WYE TYPE-수평/수직
경사형(INCLINED)-수평

볼 밸브의 설계

볼 밸브의 구조에 있어서 가장 유의할 부분은 내누설 구조를 위한 밸브 시팅 및 씰링구조이다.
이 시팅구조는 볼을 감사는 볼 시팅의 씰링과 스템의 씰링이 있다.
특히 밸브 내부누설을 완벽히 방지하기 위해서는 볼 씨팅의 씰링과 스템의 씰링이 있다.
특히 밸브 내부누설을 완벽히 방지하기 위해서는 볼 씰링재료의 물성 즉, 탄성력(Resilient)와 윤활성 및 내온도성이 중요시되며, 씰링재료가 합성수지일 경우에는 밸브의 사용온도가 200°F 이하로 제한된다.

(6) 프러그 밸브(PLUG VALVE)

프러그 밸브는 구조가 간단하고 조작의 간편성으로 밸브의 발명이래 현재까지 가장 널리 쓰이는 밸브중의 하나이다.
프러그 밸브라는 명칭은 밸브 구조가 테이퍼진 원통 모양의 프러그로서 이 프러그에 원형 또는 사각형의 구멍의 프러그로서 이 프러그에 원형 또는 사각형의 구멍을 내고 이 프러그를 90°C회전함에 따라 유체의 흐름을 차단 또는 조절하는데에서 유래하였으며 매우 광범위하게 사용되고 있는 밸브이다.
프러그 밸브는 거의 밸브 크기에 제한을 받지않고 생산이 가능하다.
즉, 크기로 보아 1/2”부터 30”까지 다양한 재질로 제작되고 있으며, 구조상 12”를 초과하는 대형의 프러그 밸브의 프러그 구동상 윤활이 요구되고 있는 게 특징이다.
압력 등급기준으로서 상온 상태하의 압력으로는 175psig ~ 1500psig (12~103Bar)까지 제작 가능하다.
그러나 밸브의 트림 구조상 씰링이 절대 필요함으로 고온에서의 사용은 통상 400°F이하이어야 한다.
프러그 밸브는 기본적으로 다음의 두가지 방식으로 제작된다.
①윤활 형식(lubricated type)
②비윤활 형식(non lubricated type)
또한 프러그 밸브의 테이퍼 모양에 따라 프러그의 조립 및 보수를 밸브 상단에서 하는 경우 테이퍼가 아래쪽으로 된 하향경사형의 프러그 밸브와 반대로 프러그 밸브 하부에서 조립/보수를 하도록 설계된 상향경사형의 프러그 밸브가 있다.
그러나 중소형의 대부분 프러그는 하향경사형의 프러그 밸브이다.

윤활형식의 프러그 밸브는 윤활이라는 용어로 인하여 밸브에 정말 윤활유를 주입하는 것으로 혼돈하기 쉽다.
그러나 실상은 별도의 윤활유의 주입을 필요로 하는 밸브가 아니라 밸브 구조상 프러그와 밸브 몸체간의 내부 누설, 밸브 트림과 스템간의 외부 누설을 방지하기 위하여 프러그와 밸브 몸체와의 원형 홈(그루브:groove)에 O-링(O-RING)과 같은 씰란트(SEALANT)를 삽입시킨 것으로 이 실란트가 프러그와 몸체간의 금속 마찰을 피하면서 부드럽게 작동함으로 이를 윤활 형식(lubricated type)이라고 한 것 이다.
씰란트는 대부분 엘라스토머(ELASTOMER)로 튜브형 또는 스틱(STICK)형으로 제작되며 약 400°F까지는 안전하게 사용할 수 있다. 이와 반대로 비윤활 형식은 매끄럽게 가공된 프러그와 밸브 몸체사이의 마찰을 엘로스토머 라이너(LINER) 또는 씰 재로로서 자체적으로 해결하는 구조로서, 밸브의 크기가12”까지 제한된다.
밸브가 12”가 넘는 대형의 프러그 밸브는 윤활 형식의 구조를 가져야 한다.
프러그 밸브의 몸체 형식은 다양한 설계형식을 갖고 있다. 즉, 밸브 외관으로 보아

- SHORT PATTERN
- REGULAR PATTERN
- VENTURI PATTERN
- MULTIPORT PATTERN:2-WAY, 3-WAY, 4-WAY, 5-WAY

등으로 구분할 수 있으며, 접속단 형식도 다른 밸브와 같이 다양한 형식을 갖고 있다.
단, 프러그 밸브를 용접 설치할 때는 볼 밸브와 마찬가지로 프러그를 제거한 후에 용접하는 것이 바람직 하다.

프러그 밸브의 설계상 주요관점

프러그 밸브에 있어서 설계상 주요 관점은 볼 밸브와 마찬가지로 시팅 및 스템의 씰링 문제이다.
이러한 시팅 구조로 인하여 밸브 개폐에는 많은 토오크가 소요되어 통상적으로 4〃이상의 프러그 밸브는 기어열의 도움을 받는 작동기 (Geared Actuator)가 필요하다.
탄성이 좋은 엘라스토머(Resilient Material)는 소형의 비윤활형 프러그 밸브에서 스리이브라이너로서 TFE(350), FEP(300)가 널리 사용되고 씰 및 와샤 재료로서 TFE, TEFLON(400) 및 VITON(400)가 쓰인다. 스템 씰링은 프러그 밸브의 형식에 따라

O-Ring Seal
가압형 씰란트 챔버(Pressure Packed Sealant Chamber)
금속/TFE조합 다이아 후람(Combination Metal/TFE Diaphragm)등이 많이 쓰인다.

프러그 밸브의 응용

일반의 프러그 밸브는 양방향의 유체 흐름을 허용 하지만 3-WAY, 4-WAY, 5-WAY 프러그 밸브는 제작가사 흐름 방향을 지정한다,
프러그 밸브는 공기, 가스, 기름은 물론 기름 혼합물과 같은 액체 스러리(Liquid Slurries)까지도 완전한 기밀(Bubble Tight)을 유지하며 개폐조작이 가능한 밸브로서 매우 다양하게 사용된다.
특히 프러그 밸브는 스러리의 집적을 도모하지 않는 구조이기 때문에 불순물이 개제된 액체계통에 널리 쓰인다.
이는 프러그의 개폐동작 자체가 집적된 불순물을 자동적으로 제거하기 때문이다.
프러그 밸브는 원칙적으로 유량조절용으로는 부적합하지만 프러그의 유로 통과 부분의 형상을 개선하여 유량조절이 가능하도록 한 프러그 밸브도 있다.
그러나 통상의 프러그 밸브도 유량조절의 정밀도가 그다지 중요하지 않을 경우에는 유량 조절도 가능하다.
단지 윤활 형식의 프러그 밸브는 절대로 유량 조절용으로 사용해서는 안된다.
왜냐하면 프러그 포트근처의 씰란트가 유로에 노출될 수 있으며, 아울러 노출된 씰란트가 유체속도에 의하여 점진적으로 씰란트의 기능을 상실하게 할 우려가 있기 때문이다.
다이아후람 밸브는 탄성력이 매우 좋은 합성수지 또는 금속으로 다이아후람을 만들고 이를 밸브 몸체의 유로를 수직의 선형 운동으로 차단하여 유체의 흐름을 제어하는 밸브로서, 밸브의 주요 트림 재료로서 다이아후람을 채용하였기 때문에 다이아후람 밸브라고 부른다.
이 다이아후람 밸브는 기본적으로 3가지 구성요소(Part)로 구성되어 있는데 밸브 몸체, 다이아후람 및 밸브 본네트로 구성된다. 이 밸브는 구조가 매우 간단하고 밸브 몸체 및 트림부의 금속부를 유체로부터 완전히 격리시킬 수 있어 부식성 액체를 많이 취급하는 화학공장(Chemical Plant)에 많이 쓰인다.
그러나 트림을 구성하는 다이아후람이 구조 및 재질상의 제한 때문에 고온고압 계통에의 적용은 곤란하며 운전중의 제반 피로와 다이아후람 재질의 열화에 따른 강도 저하로 주기적인 다이아후람 교체가 요구되는 밸브이다.
아울러 다이아후람 밸브는 밸브의 구성 형식에 구애받지 않으므로 Y-형, T-

형, ANGLE형 및 공기압 작동식의 다이아후람 액츄에이터를 장착할 수 있다, 이러한 밸브형식의 다양성과 아울러 PTFE(Non-Elastic Fluoropolymer)등으로 밸브 내부를 초청정상태로 유지할 수 있어 반도체공장용의 순수 가스 및 물라인, 제약회사등의 고순도 유체관리가 필요한 프로세서에 핵심적인 밸브로 사용된다.
다음 그림은 기본적인 다이아후람 밸브의 외관이다.
다이아후람 밸브의 크기는 현재1/4"에서 20"범위까지 생산이 가능하다.
일반적으로 가능한 다이아후람 밸브의 크기는 다음과 같다.

밸브의 접속과 형식

나사 체결식
나사 체결식
소켓용접형
맞대기 용접형
프랜지 체결식
다이아후람 밸브의 크기
1/4" THUR.3"
1/2" THUR.2"(프라스틱제)
1/2" THUR.2"
1/2" THUR.8"
1/2" THUR.20"(주철제)
1/2" THUR.8"(가단주철 및 청동)
1/2" THUR.10"(주강제)

다이아후람 밸브의 몸체 형식

다이아후람 밸브는 유로 흐름을 양방향으로 할 수 있으며 다음의 기본적인 두 가지 형식으로 제작된다.
웨어형(Weir-Type) : 밸브 몸체 하부에 웨어를 만들어 다이아후람의 운동량을 적게하고 아울러 다이아후람의 구조적 건전성을 높인 것으로 밸브가 비교적 콤팩트하다.
따라서 다이아후람 밸브의 대부분은 웨어형이고 특히 2〃가 넘는 밸브는 거의 모두가 웨어형을 채택하고 있다.
관통형(Straight-through-Flow) : 밸브몸체의 유로부가 어떠한 간섭이 없는 관통형으로서 밸브에서의 압력 손실을 국소화한 구조이나 밸브 개폐에 필요

한 다이아후람의 운동량이 많고 따라서 밸브의 본네트가 웨어형에 비하여 크게 됨으로 상대적으로 2〃이하의 소형에 사용된다. 밸브의 건전성이 떨어짐으로 제한된 규모로 사용(제작)된다.
밸브 몸체의 모양은 T형과 앵글형이 있으며 접속단 형식 또한 다른 밸브와 마찬가지로 다양한 접속단 형식을 갖고 있다.

설계상 주요 관점

다이아후람 밸브에 있어서 가장 중요한 구성요소는 다이아후람이다. 다이아후람은 밸브 트림의 핵심으로서 내부 누설이 없는 완벽한 유로차단(Bubble Tight Shutoff)과 다이아후람의 파손이 없는 즉, 외부 누성이 없는 구조 및 재질이어야 한다.
특히 여타 밸브와는 달리 다이아후람의 재질은 매우 중요한 것으로서 밸브의 건전한 운전을 위하여 수명기간동안 충분한 신뢰를 가져야 한다.
다이아후람의 재질로 보아 제작 가능한 다이아후람밸브의 크기는 다음과 같다.
다이아후람 밸브의 몸체는 PVC등과 같은 합성수지로부터 고가의 티타늄까지 매우 다양한 재질을 응용할 수 있으며 특히 밸브내부를 라이닝하기가 그 어떤 밸브보다도 용이한 것을 특징으로 한다.

다이아후람 밸브의 응용

다이아후람 밸브는 배관계통에서 거의 대부분을 스톱밸브로 사용된다.
또한 밸브 몸체의 구성재료의 선택이 자유롭기 때문에 반도체 산업에서 쓰이는 순수(Pure Water)에서부터 찐득찐득한 오염액체, 불순물을 다량 포함하고 있는 부식성액체의 수송용 밸브는 물론 개스 수송용 밸브에까지 선택의 폭이 넓다.
그러나 사실 이 밸브는 상대적으로 좋은 유체제어 특성을 가질 수 있어 적절한 재질의 다이아후람을 사용할 경우에는 유량제어용 밸브로도 사용할 수 있다.
그러나 다이아후람의 재질상 사용 가능한 압력은 다른 밸브류에 비하여 매우 낮다
이는 고온운전시 뿐만아니라 저온운전시에도 배관계통의 압력이 200Psia를 넘을 때에는 필히 밸브제작사와 협의하여 밸브를 선정하고 가능하면 운전상 유의사항도 자문하여 주어야 한다.

2.밸브 재질

2.1 재질의 특성과 선택

유체제어에 있어 밸브는 유체성의 특징 즉, 압력, 온도 및 물리화학적 특성등에 견딜 수 있는 재질로 제작되어야 한다.
따라서 밸브용 재질로 널리 사용되는 철강의 종류는 이들의 모든 특성을 고려해야 하기 때문에 의외로 매우 다양하다.
재질의 선택기준은 유체의 온도특성, 그리고 물리화학적 특성이 우선적으로 고려된다.

특별히 유체의 화학적 특성에 대한 부식(Corrosion) 문제와 물리적 특성에 주로 좌우되는 침식(Erosion) 문제는 밸브 자체의 가치손실뿐만 아니라 전체 계통에 대한 손실비용을 더욱 크게하고 아울러 시간이 흐를수록 이 손실비용은 점차 커질수 있다는 점이다.

일반적으로 산(酸, acids)을 취급하는 밸브는 그 용액의 농도에 따라 밸브 재질에 대한 부식력도 달라진다.
황산과 같은 경우에는 온도가 낮아지면 용액이 이온화되기 쉽기 때문에 산용액은 더욱 부식을 촉진시킨다.
온도는 밸브 재질의 선택에 있어 가장 중요한 요소이다.
간단한 예로서 화학반응(부식과정)의 정도는 10℃상승시마다 2배로 부식율이 촉진된다는 것이다.
따라서 38℃의 유체를 취급하는 밸브는 부식이 발생하지 않지만 같은 화학적 조건에서 유체온도를 150℃로 높일 경우에는 부식이 급격히 촉진되는 경우가 이의 예이다.
아울러 온도가 높아지면 밸브재료로서 금속이든 비금속이든간에 물리적 특성이 변화되어 압력에 대한 저항이 떨어지는 것이다.
이외에 밸브의 압력경계면에 있는 트림은 압력상승에 의한 재질간에 마찰, 마모 및 긁힘등의 문제와 유체의 물리적 성상으로 유체의 속도, 불순물 입자의 혼입과 이들 입자의 운동에 의한 침식문제등이 밸브 재질의 설계시 또는 선정시 주된 요소로 고려되어야한다.

즉, 고려사항으로써
(1)탄소의 함유량은 가능한한 0.25를 넘지 않아야 밸브를 배관과 용접시 별

문제가 없을 것임으로 0.25% 이하로 탄소함유량을 제어하는 것이 좋다.

(2) 탄소강, C-Mo강ㅡ Cr-Mo강의 경우에 있어서 고온상태로 장기간 운전할 경우 입계등에서 흑연화현상이 발생하여 밸브구조가 취약하게 될 염려가 있으므로 다음과 같은 사용온도 이상에서는 사용시간을 고려하여 밸브를 선정하거나 계통의 운전모드를 설계하여야 한다.

(3) 고온산화현상에 의한 Scale 발생을 주의하여야 한다. 다음은 고온에 장기간 사용시 스케일 (산화현상)의 발생이 염려되는 온도이다.
1-1/4Ci-1/2Mo (ASTM A182-F11)
586℃(1050°F)
2-1℃/4Cr-1Mo (ASTM A182-F22)
565℃(1050°F)
5Ci-1/2Mo (ASTM A182-F5)
593℃(1100°F)

(4) 고온 고압의 수소 환경에 있어서 강은 수소를 흡수하여 재질 특성이 취약해지는 경우가 실제로는 매우 심각한 문제를 야기한다.
이를 수소취성화라고 말하는데 이는 수소가 강 입계에 침입하여 탄화물을 분해하여 탈탄과 아울러 입계에 균열을 발생시킨다.
이는 밸브구조의 압력구부를 총체적으로 파괴할 수 있으므로 매우 주의하여햐 한다.

(5) 저온용의 밸브선정에 있어서는 저온에 의한 취성을 고려하여야 한다.
이를 방지하기 위하여 저온용 재료는 재질상의 결함이 없을 것, 사용조건에 견딜 수 있는 인성이 있는 재료일 것, 용접이 및 가공이 좋은 재료일 것, 내식성이 양호할 것 등이다.

2.2 밸브 트림의 재질

(1). 트림재질의 내마모 및 내Galling 특성

밸브트림은 유체와 직접 접촉한다는 사실과 함께 유체제어를 위한 기계적 운동을 동시에 수행하게 됨으로 밸브 부품 중 가장 가혹한 환경에서 운전하는 부품이다.
아울레 트림은 이러한 특성으로 인하여 침식부식등의 손상이나 오랜 사용으

로 인하여 노화될 때 언제든지 교체될 수 있어야 하는 부속품이다.
따라서 밸브트림은 재질은 트림 재질간의 기계적 운동에 의한 긁힘 또는 마모 등의 문제에 대하여 강한 특성을 가져야 한다.
 이러한 재질간의 긁힘(Galling) 특성에 대한 것은 첫째, 친화력이 높을 수 밖에 업는 같은 종(種)의 재질간과 둘째, 뚜렷하게 전위차가 큰 재질 셋째, 오스테나이트 Stainless로써 같은 강종이거나 경도가 유사한 경우에는 친화력이 높아 밸브트림으로써 접촉부 즉, 운동부에는 이들을 같이 사용하는 것은 금지하여야 한다.

(2). 운전온도에 따른 트림 재질

유체의 온도가 높을 때에는 밸브 몸체의 열팽창과 밸브트림의 열팽창간에 차이가 생기게 되는데 일반적인 밸브 트림재질에서 유체의 온도가 약 450°F (268℃)를 전후로, 이 온도이상으로 운전하는 밸브는 운전압력이 높아 밸브의 살 두께가 매우 두껍기 때문에 밸브 몸체 내부의 구조적 불연속에서 생기는 열변형이 크게 제약받게 된다.
 따라서 트림부를 지지하고 있는 밸브의 크로치(Crotch)부분에서는 밸브 몸체의 열 변형에 비하여 큰 변형이 생길 수 있기 때문에 특별히 밸브의 시팅 구조 부분과 결부하여 전체적인 밸브의 구조적 건전성에 특히 주의하여야 한다.
  즉, 운전온도가 높을 경우에는 밸브 케이지와 같은 부품은 가능한한 구조적인 불연속부가 적은 밸브의 본네트에 가깝게 설치하여 케이지 아랫면의 열변형이 가능한한 구속이 덜 받도록 설계하는 것이 한 방법이다.
아울러 트림재질도 재료의 특성상 사용온도에 한계가 있다.

(3). 유속에 의한 침식(Erosion)을 고려한 트림재질

유체 계통의 운전에 있어서 밸브의 압력제어범위가 크거나, 높은 차압을 밸브에서 제어해야 할 경우 밸브의 제어 교축부인 디스크와 시트에서의 유속은 경우에 따라 음속을 뛰어넘은 엄청난 속도로 에너지 변화된다.
이때에 밸브트림은 유체의 제반에너지 변환특성 즉, 케비테이션이나 Flashing 또는 쵸오킹이 수반되고 이 과정중에 밸브 트림은 유체 입자의 계속적인 충돌로 표피(表皮)에 손상을 입는다. 이러한 현상을 침식이라고 한다, 대부분의 제어밸브 트림은 정도의 차이는 있지만 침식에 의한 손상을 받을 수 밖에 없다.
특히 케비테이션이나 Flashing 서비스에 사용되는 밸브는 주기적으로 점검하

고, 정기적으로 예비 트림부품으로 트림을 교체해야 될 정도로 침식의 정도가 심한 경우도 있다.
제어밸브 특히 가혹한 운전조건에서의 트림재질은 앞서 언급한 내마모성과 내부식뿐만 아니라 강력한 내침식성이 요구된다.
 대표적인 내침식성 재료로는 스텔라이트(Stellite)가 널리 쓰이는데 가장 대표적인 Stellite No.6의 경우 비교적 저가이면서 용접성 및 가공성이 비교적 양호하여 많은 밸브 제작자가 트림재질의 내마모 및 내침식 보강용으로 많이 선택하고 있다.
따라서 밸브의 이 두가지 목적에 맞는 배관계통의 제어요소(Control Component)로써, 또한 배관계의 신뢰성에 가장 핵심적인 역할을 수행하는 부품으로써, 프로세스의 운전건전성 즉, 장기간 문제없이 제어요소로서 밸브 기능을 뒷받침 할 수 있는 강도를 유지하여야 한다.