

밸브의 종류 및 선정

글/민경화 (한국전력기술(주) 원자력사업단 배관기술부)

2) 밸브의 종류(계속)

(4) 버터후라이 밸브

버터후라이 밸브는 그 형식상 매우 오래전부터 사용되어 왔던 밸브의 하나이지만 실제로 널리 실용화된 것은 비교적 최근의 일이다. 이는 밸브의 구조가 간단하고 운전메카니즘 또한 조작성이 용이하여 초기에는 저압용의 어느 정도 누설을 허용하는 기초적 스톱 밸브로서 사용되어 왔지만 근본적인 장점인 밸브 전개시(全開時)의 유체저항이 매우 작으며 설치 공간이 절약되는 등 잇점을 최대한 살려 최근에는 고성능의 합성수지를 사용하거나 고정밀도의 내누설 메카니즘을 개발하여 누설문제와 고압유체의 제어성도 해결하였기 때문에 버터후라이 밸브의 적용 사례는 점차 증가되어 가고 있다. 아울러 구조가 간단하여 밸브 내부를 내식, 내열용의 수지재료 코팅이 용이하고 이에 대한 밸브의 보수문제도 간단한 장점이 있다. 더구나 최근의 프랜트 설비가 대형화되어 가고 있는 추세에 따라 제작, 설치 및 경제적 요건 등 상대적 장점이 많은 버터후라이 밸브의 수요가 점차 늘고 있으며 일부 프랜트의 설비 개조시 기존 설치되어 있는 게이트 밸브 대신에 고성능 버터후라이 밸브(High Performance Butterfly Valve : HPBV)를 채용하는 사례도 있다.

버터후라이 밸브는 그 접속단의 형식으로 보아 다음의 세가지로 구분된다(그림 1 참조).

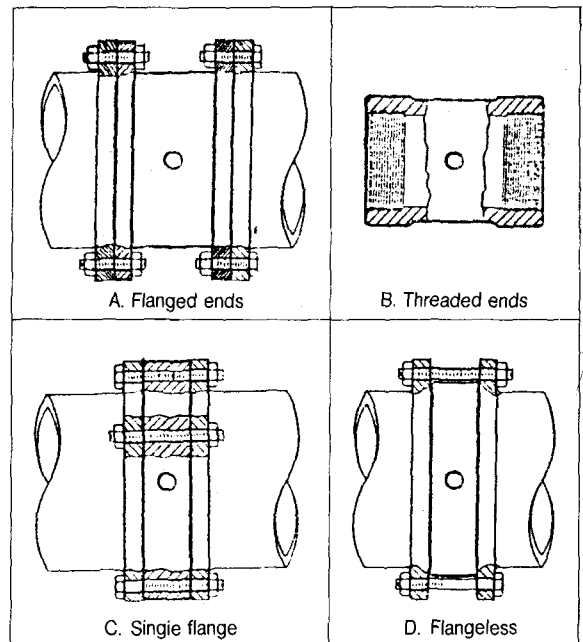
—나사식

—프랜지식

—프랜지레스(웨이퍼)식

통상적으로 저압용의 대형 버터후라이 밸브는 프랜지식의 접속단 형식을 갖고 있으며, 프랜지레스식의 경우는 비교적 높은 압력의 계통에 적용되며 배관 크기에 영향을 받기 때문에 고성능 버터후라이 밸브(HPBV)의 경우는 대부분 웨이퍼형인 프랜지

〈그림 1〉 버터후라이 밸브의 접속단 형식



레스식의 접속단을 갖고 있다. 나사식의 경우는 버터후라이 밸브가 대부분 대형 밸브인 관계로 적용하는 경우가 매우 드물다.

용도상으로 구분하여 보면 미국의 수도협회(AW-WA) 규격의 버터후라이 밸브는 그 관점이 대형의 밸브인 때문에 밸브의 구조가 스템축을 중심으로 보아 축 대칭의 구조를 갖고 있다. 그러나 축 대칭 구조의 버터후라이 밸브는 내부 누설의 가능성이 상존함으로 보다 엄밀한 시팅(Seating) 구조를 가진 HPBV가 있다. 아울러 버터후라이 밸브의 배관계통 적용에 있어서 밸브간 차압에 따른 구분으로 50psi(3.5Bar) 이하는 경운전(輕運轉), 50~150psi(3.5~10Bar)는 보통의 운전 상태이고, 150psi를 넘는 경우를 중운전(重運轉)이라고 하며 중운전의 경우 버터후라이 밸브는 HPBV가 적용된다.

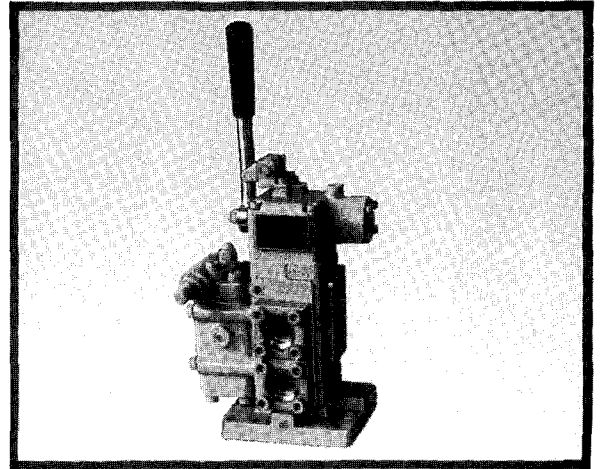
버터후라이 밸브의 시팅재료로는 금속 대 금속(Metal to Metal) 시팅구조를 제외하고는 모두 합성수지(고무) 재료를 사용하게 되는데 대략 사용온도에 따른 재질 구분은 다음과 같다.

사용온도	재료구분
10~180°F	Buna N
0~175°F	Neoprene
-10~400°F	Viton (Fluore Carbon)

이외에 폭넓게 사용되는 재료로는 자연고무, Hy-car, Teflon, Tee, Polyethylene, EPDM이 있다.

—버터후라이 밸브의 크기와 선택의 제한

버터후라이 밸브에 있어서 가장 먼저 정해야 할 사항은 밸브의 크기 문제인데 이는 밸브회사의 생산 기술 및 시설문제로 인하여 4" 미만의 소형 버터후라이 밸브 제작사는 극히 드문 반면에 4" 초과 24"까지는 제작상 경제성 및 수요가 많은 관계로 비교적 많은 제작사가 참여하고 있으며, 24" 초과 60" 정도의 밸브는 보다 높은 수준의 설계 및 제작기술

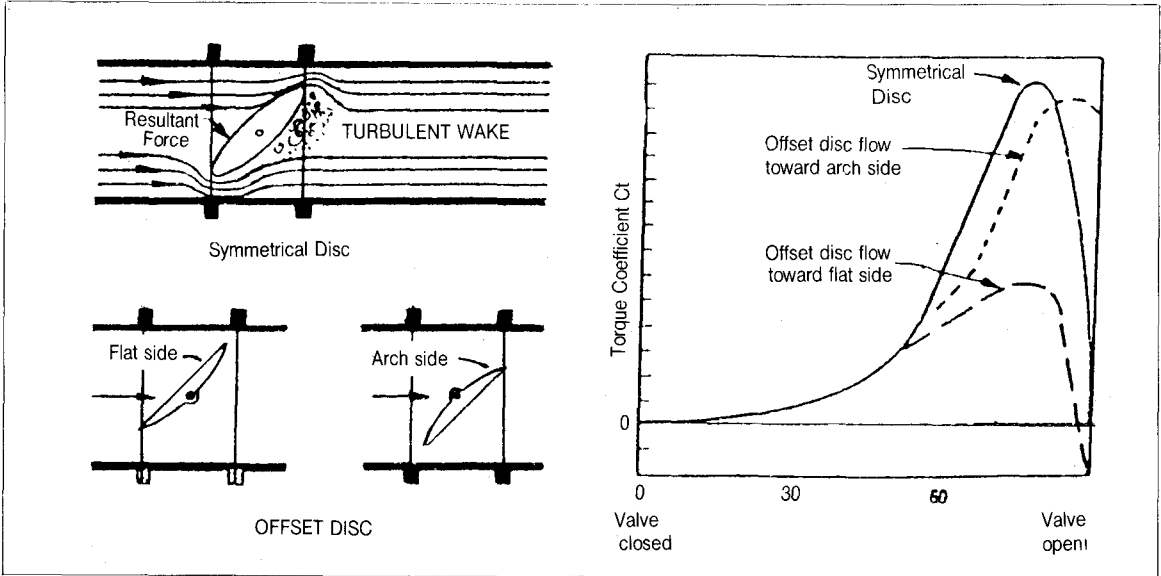


이 요구되지만 그래도 수요가 있기 때문에 제작에 참여하고 있는 회사가 여럿이지만 이 60"을 넘는 밸브는 주문의 특수 밸브로서 특별한 설계 계산이 요구되고, 제작상 어려움과 시설의 규모때문에 전세계적으로 아주 일부회사만이 제작하고 있다.

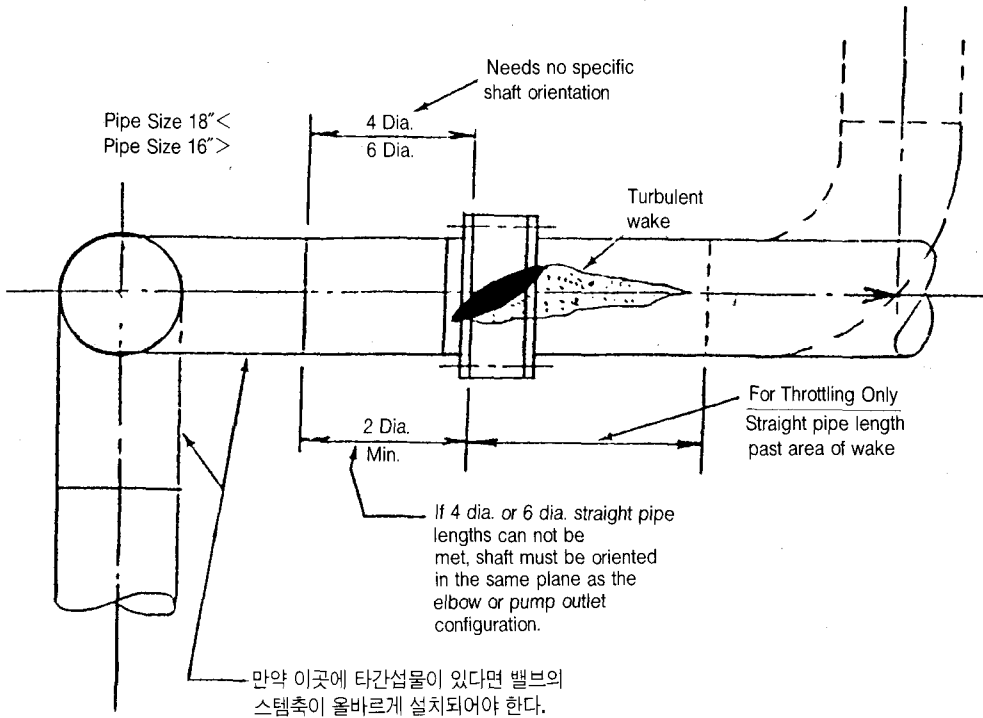
—버터후라이 밸브의 설치 및 운전

버터후라이 밸브의 설치 및 사용상의 특이점은 밸브의 구조상 디스크가 원활한 유체 흐름에 간섭으로 작용하지 않도록 완전 열림상태 하에서 운전하도록 한다. 그러나 밸브 조작성 일정 개도(開度)에서 운전할 경우에는 밸브 후단에서의 난류가 발생한다. 더구나 이러한 중간 개도에서 디스크는 유체에 의해 발생하는 토오크($T_D = C_D \cdot D^3 \cdot \Delta P$, C_D =디스크 토오크계수, D =밸브 내경, ΔP =디스크간 계통 차압)을 밸브스템에 그대로 전달하고, 또한 밸브후단에 Turbulent Wake(난류발생)을 일으켜 밸브 및 배관에 진동을 발생시킨다. 아울러 밸브의 설치 위치가 유체흐름의 간섭인자(배관계의 각종 Fitting류, 인근 타 밸브류, 펌프 노즐에 근접등)에 근접해 있을 경우에도 앞의 좋지 않은 현상이 발생하게 됨으로 설치위치에도 매우 조심하여야 할 것이다. 다음의 그림은 이를 설명하고 있다. 디스크의 형상에 따라 유체흐름의 방향이 달라지는 경우에 있어서 디스크의 개도량에 따라 발생하는 토오크를 보여주고 있다.

<그림 2> 버터후라이 밸브의 토오크 특성



<그림 3> 버터후라이 밸브의 설치



(5) 볼 밸브

볼 밸브는 매우 정밀하고 매끄럽게 가공된, 구멍이 뚫린 강구(鋼球)를 디스크로 하여 밸브 몸체의 두개의 시트링 사이에 고정되어 있는 구조이다. 밸브 디스크의 유체 흐름은 볼의 90° 회전으로 개폐할 수 있다. 볼 밸브의 크기 범위는 1/4"에서 48"까지 이나 일반적으로 널리 쓰이는 범위는 비교적 소형인 1/2"~8" 정도이다. 볼의 구조는 주로 다음의 세 가지 방식에 의거 제작된다.

-프로팅(Floating Ball) 형식

-더블 트러니온(Double Trunnion) 형식

-싱글 시티드 O.S. & Y(Single Seated Outside Screw and Yoke) 형식

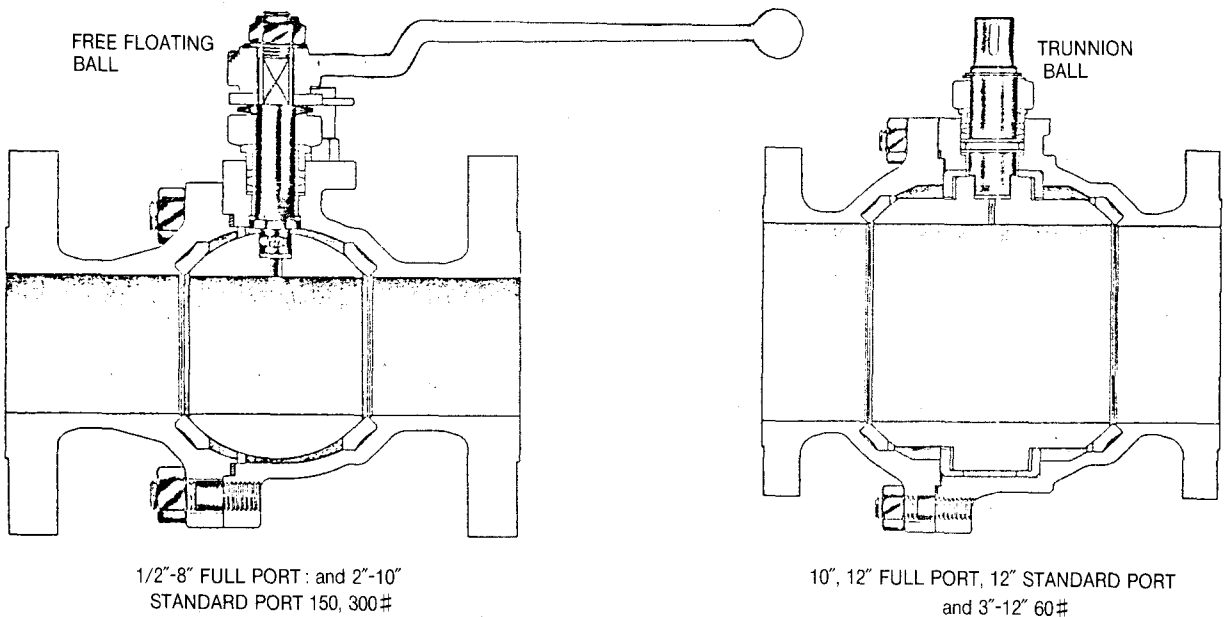
전형적인 프로팅 볼 형식은 밸브 몸체에 볼을 넣고 볼의 상부에서 개폐를 조작하는 형식으로 볼의 삽입방식에 따라 톱 엔트리(Top Entry)와 엔드 엔

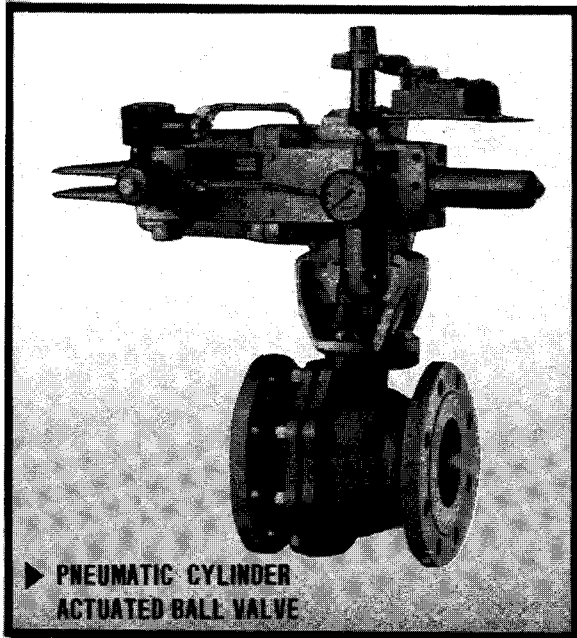
트리(End Entry)가 있다. 이는 트러니온 볼 밸브가 볼의 상하부에 회전축을 구성하는 방식에 반하여 밸브 몸체에서 볼 자체가 정렬하는 셀프 얼라이먼트(Self Alignment) 형식이 특징이다. 따라서 프로팅 볼 밸브는 그 크기가 소형인 2" 이하의 볼 밸브에 널리 채택되며 제작상의 편리성으로 톱 엔트리 방식이 많다. 대형의 볼 밸브의 경우에는 프로팅 볼 형식으로는 구조상 밸브 몸체 상하에서 지지하는 구조가 안정할 뿐더러 제작도 용이하기 때문에 트러니온 형식이 대부분이다. 또한 볼의 삽입 및 인출 방식은 프로팅 방식이나 트러니온 방식 모두 톱 엔트리 방식이 보수성에 있어서 배관라인을 분리하지 않고서도 보수작업을 할 수 있어서 기술적으로 유리하고 실제로 소형의 경우는 대부분 톱 엔트리 방식이다.

-볼 밸브의 접속단 형식 및 압력 등급

볼 밸브는 일반 게이트나 그로브 밸브와 같이 다

<그림 4> 볼밸브 형식(FLOATING / TRUNNION)





KS사에서 비교한 볼 밸브의 포트별 Cv값이다. 이 Cv는 볼 밸브의 유체수송 능력을 나타내는 값으로서 단위차압 하에서 단위 시간당의 유체흐름(수송)량을 나타내는 것으로 전호의 밸브의 압력조건항에서 자세히 설명하였다.

FULL PORT		REDUCED PORT		VENTURI PATTERN	
SIZE	Cv	SIZE	Cv	SIZE	Cv
4"	2580	4"×3"	556	12"×8"	2950
12"	26700	12"×10"	7200	18"×14"	10370
18"	58200	18"×16"	20750	-	-

—볼 밸브의 설계

볼 밸브의 구조에 있어서 가장 유의할 부분은 내 누설의 구조를 위한 밸브 시팅 및 씰링구조이다. 이 시팅구조는 볼을 감싸는 볼 시팅의 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 800°F 이하로 제한된다.

다음은 볼 밸브의 선정에 있어서 가장 유의깊게 검토하여야 할 볼 시팅 씰링재료의 허용 최고 사용 온도표이다.

SEAT RING MATERIALS	TEMP.	REMARKS
Nylon insert	300°F	
Filled Nylon insert	300°F	
Mounted Teflon insert	450°F	Fluorocarbon Resin
Glass filled Teflon	400°F	
TFE	350°F	Tetrafluoroethylene Resin
Reinforced TFE	425°F	
Tezel	275°F	Fluoropolymer Resin
EPDM	400°F	Ethylene Propylene Rubber
Buna-N	200°F	Nitrile Ruber
316 SS Tube insert	800°F	

양한 접속단 형식을 갖고 있다. 이 중에서 용접형은 용접시 과도한 용접열로 인한 볼의 손상 또는 뒤틀림을 사전 방지하기 위하여 몸체 내부의 볼을 제거하고 시행함이 좋다. 볼 밸브의 압력 기준은 ANSI B16.34 압력-온도기준으로 보아 최근의 발전된 볼 밸브는 1500#는 물론 2500#급까지도 생산이 가능하며 볼의 씰링(Sealing) 재료의 발전으로 고온용의 밸브도 생산된다.

—볼 밸브의 포트 크기(Port Size)

볼 밸브에 있어서 포트는 강구에 뚫린 구멍을 말하는데 이 구멍 즉, 포트의 크기는 배관의 호칭 내경과 비교하여 90% 이상인 경우를 Full Port라고 하고 내경의 90%미만으로서 한단계 낮은 호칭사이즈를 가진 포트를 Reduced Port라고 한다. 이와는 별도로 벤츄리(Venturi)형을 가진 볼 밸브도 있다. 볼 밸브의 포트 크기 선정은 전적으로 볼 밸브에서 감당하여야 할 허용차압(Permissible Pressure Drop)에 좌우된다. 다음은 미국의 유명한 유체기술관계 회사로 널리 알려진 CAMERON IRON WOR-