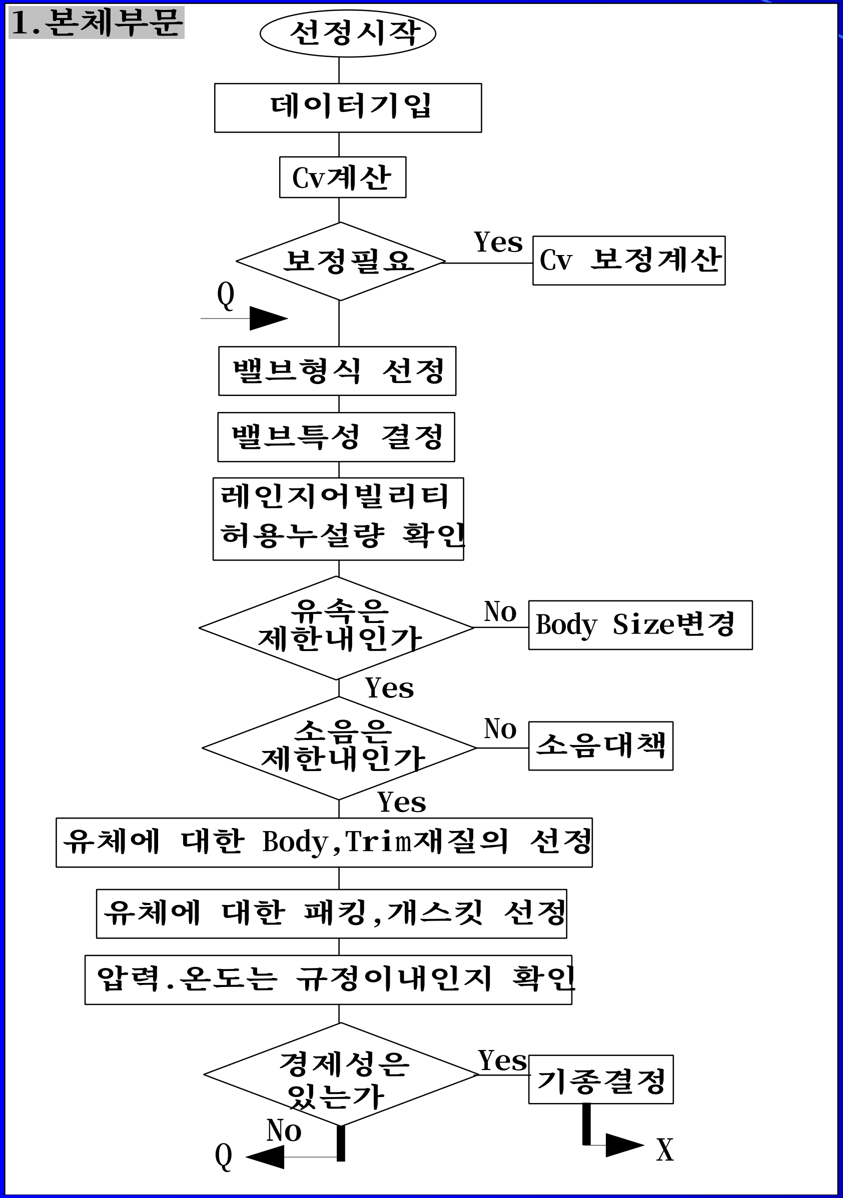
4. 콘트롤밸브 선정 절차



1.본체부문

선정시작

데이터기입

Cv계산

보정필요 — Yes → Cv 보정계산

Q →

밸브형식 선정

밸브특성 결정

레인지어빌리티 허용누설량 확인

유속은 제한내인가 — No → Body Size변경

Yes

소음은 제한내인가 — No → 소음대책

Yes

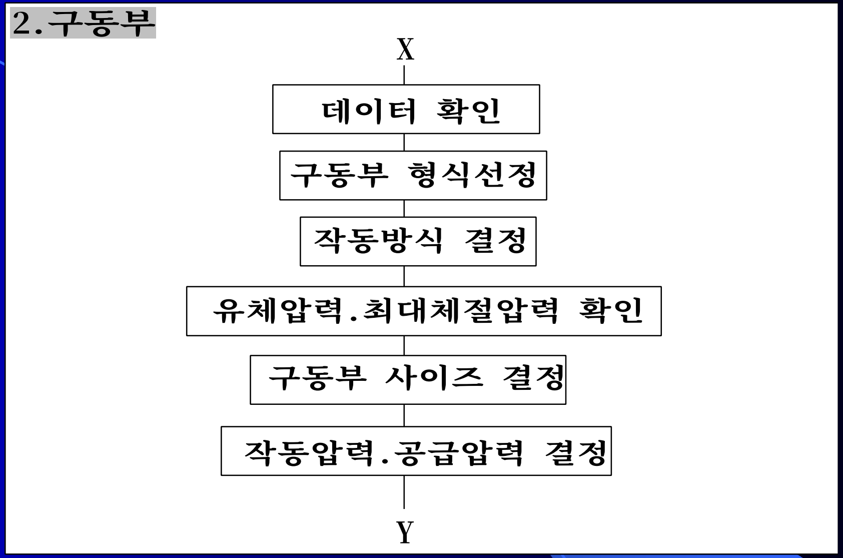
유체에 대한 Body,Trim재질의 선정

유체에 대한 패킹,개스킷 선정

압력.온도는 규정이내인지 확인

경제성은 있는가 — Yes → 기종결정 → X

No → Q



2.구동부

X

데이터 확인

구동부 형식선정

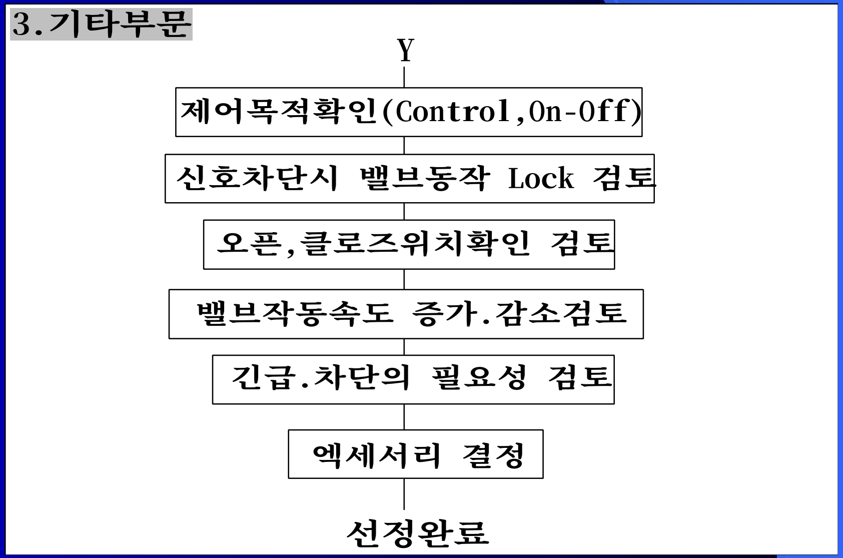
작동방식 결정

유체압력.최대체절압력 확인

구동부 사이즈 결정

작동압력.공급압력 결정

Y



3.기타부문

Y

제어목적확인(Control,On-Off)

신호차단시 밸브동작 Lock 검토

오픈,클로즈위치확인 검토

밸브작동속도 증가.감소검토

긴급.차단의 필요성 검토

엑세서리 결정

선정완료

가. 밸브 사이징

- 정의

  밸브를 통과하는 유체조건으로 부터 콘트롤밸브 정격 Cv값을 산출하여 밸브를 선정하는 것을 말함

- 가장 실용적이고 취급이 쉬운 FCI(Fluid Control Institute)식을 사용하며 필요시 ISA(Instrument Society of America)방식에 의한 보정 실시

- 일반적으로 현장에서는 FCI식을 사용하여 Cv를 계산하며 이때는 1~10%의 오차가 발생. 실제로 주어지는 유체에 대한 조건이 정확하게 주어지지 않는 경우나 간이 계산식으로 계산시에는 밸브 Cv보다 최대 80% 이내로 선정

1) Cv 정의

콘트롤밸브의 용량을 표시하는 수치로 밸브의 개도를 일정하게 하고 그 전후차압을 1psi로 유지하였을 때 60。F(15.6℃)의 물이 1분간 흐르는 양을 US 갤런(1 galon = 3.785 ℓ)으로 표시한 값

2) Cv 계산식

- FCI(Fluid Control Institute) 방식
- ISA(Instrument Society Of America) 방식

압력조건 유 체		계산식	
		$P_2 \geq P_1/2$	P_2 〈 $P_1/2$
액 체		$Cv=1.17\times Q1\times\sqrt{\frac{G1}{?P}}$	좌식과 동일
Gas	상 온 (0-60℃)	$Cv=\frac{Q_2}{16.9}\times\sqrt{\frac{G_2}{DP(P1+P2)}}$	$Cv=\frac{Q_2\times\sqrt{G_2}}{14.6\times P1}$
	온도보정 (상기온도이외)	$Cv=\frac{Q_2}{287}\times\sqrt{\frac{G_2(t+273)}{DP(P1+P2)}}$	$Cv=\frac{Q_2\times\sqrt{G_2(t+273)}}{249\times P1}$
증기	포 화 ≤100℃	$Cv=\frac{W}{13.7\times\sqrt{DP(P1+P2)}}$	$Cv=\frac{W}{11.9\times P1}$
	과 열 〉100℃	$Cv=\frac{W(1+0.0013t')}{13.7\times\sqrt{DP(P1+P2)}}$	$Cv=\frac{W(1+0.0013t')}{11.9\times P1}$

-Choked Flow 보완식

$$Cv=1.17\times\frac{Q}{FL}\times\sqrt{\frac{G}{(P1-Pvc)}}$$

-점성유체의보정

보정Cv=Cv기본치×K

-혼합유체의 보정

보정Cv=(Cv1+Cvg)(1+Fm.Ma.Mp)

-압축성유체의 보정

$$Cv=\frac{Q'}{387\ P1.Y}\times\sqrt{\frac{G.T1.Z}{X}}$$

-Reducer영향의 보정

보정Cv=Cv기본치+(Cv기본치×감소율)

Cv:Valve 용량계수, G1:액체 비중, G2:GAS 비중, Q1:액체 용적유량(㎥/h),

Q2:기체 용적유량(N㎥/h) Q':기체 용적유량(표준상태 15℃ 1atm) [기체유량 환원식: N㎥/h=273/288㎥/h], W:증기 중량유량(kg/h), DP:차압(P1-P2)(kgf/㎠ Abs), P1:Valve 입구압력(kgf/㎠ Abs), P2:Valve 출구압력(kgf/㎠ Abs) t:사용상태 온도(℃), t':과열도(℃), PVC:축류부 압력(Vena-Contracta)(kgf/㎠ Abs), FL:압력회복계수 Y:팽창계수, Z:압축계수, T1 : 절대온도로 표시한 사용온도(273+t℃), d : Valve의 입구경(㎜) m:점도 cP=C.S×G cP:Centipoises C.S:Centistokes, Cv1 : 액체부분에서만 계산한 Cv

Cvg:기체부분에서만 계산한 Cv, Fm:GAS 용적비에 의한 수정계수

Ma:면적비에 의한 수정계수(실개구면적/밸브전개구면적), Mp:압력강하비(DP/P1에 의한 수정계수)X:압력강하비(DP/P1)

나. 유량특성

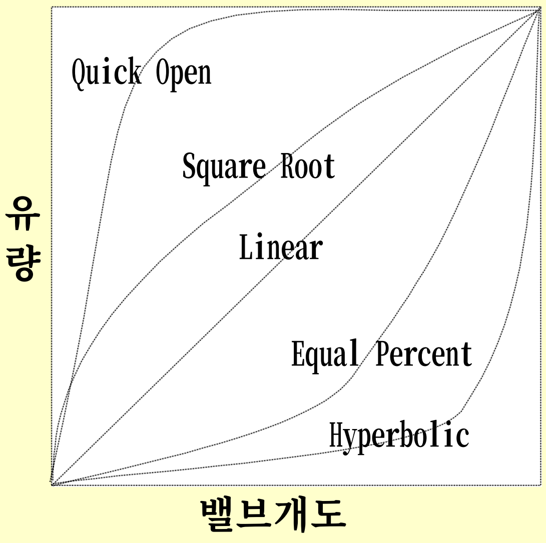
1)종류 : 5가지 특성(● : 이용되는 특성)

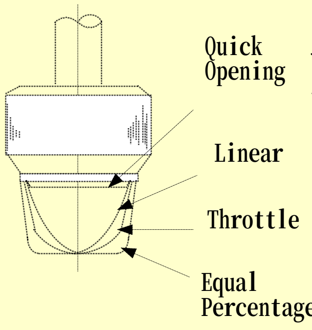
●퀵오픈 특성 (접시형) ○스퀘어루트 특성 (V-Notch 특성)

●리니어 특성 ●이퀄퍼센트 특성 ○하이퍼볼릭 특성

2)고유유량특성 : 밸브차압이 일정하게 유지되고 있는 경우의 특성

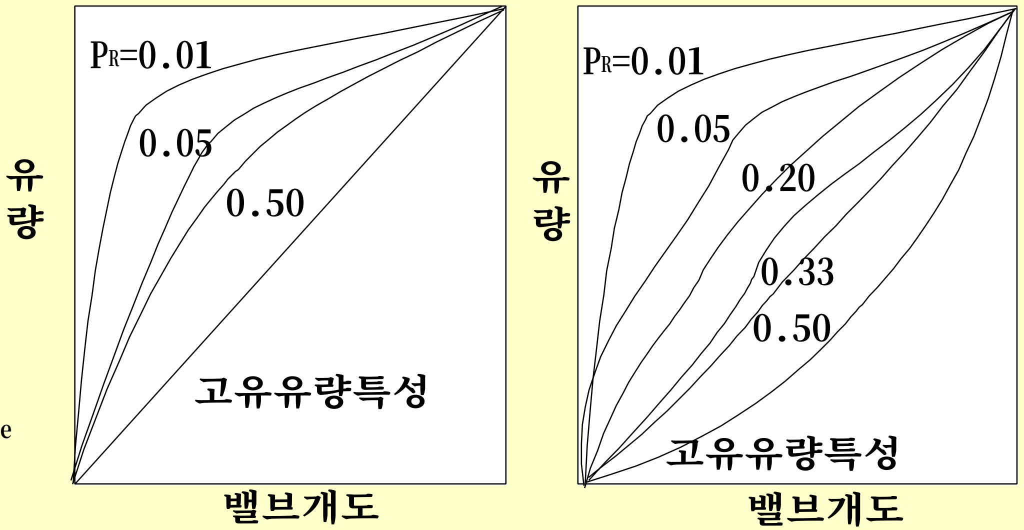
3)유량특성의 선정 : 밸브가 배관에 설치된 상태에서는 유량변화에 따라서 밸브 차압이 바뀌어 고유유량특성과는 다른 특성으로 됨(유효유량특성)




Quick Opening
Linear
Throttle
Equal Percentage

조절용 Plug

고유유량특성(ISA Handbook)



(a)리니어특성

(b)이퀄퍼센트특성

유효유량특성(ISA Handbook)

다. 적정 밸브개도 선정 및 예

✍ Cv 계산 완료시 계산된 Cv치와 기 선정완료된 밸브 사이즈의 정격 Cv치 비교

자동제어 가능한 범위내에서 사용할 수 있도록 선정해야 함.

✍ 콘트롤 밸브는 이론적으로는 밸브개도가 0 100%까지 조절되나

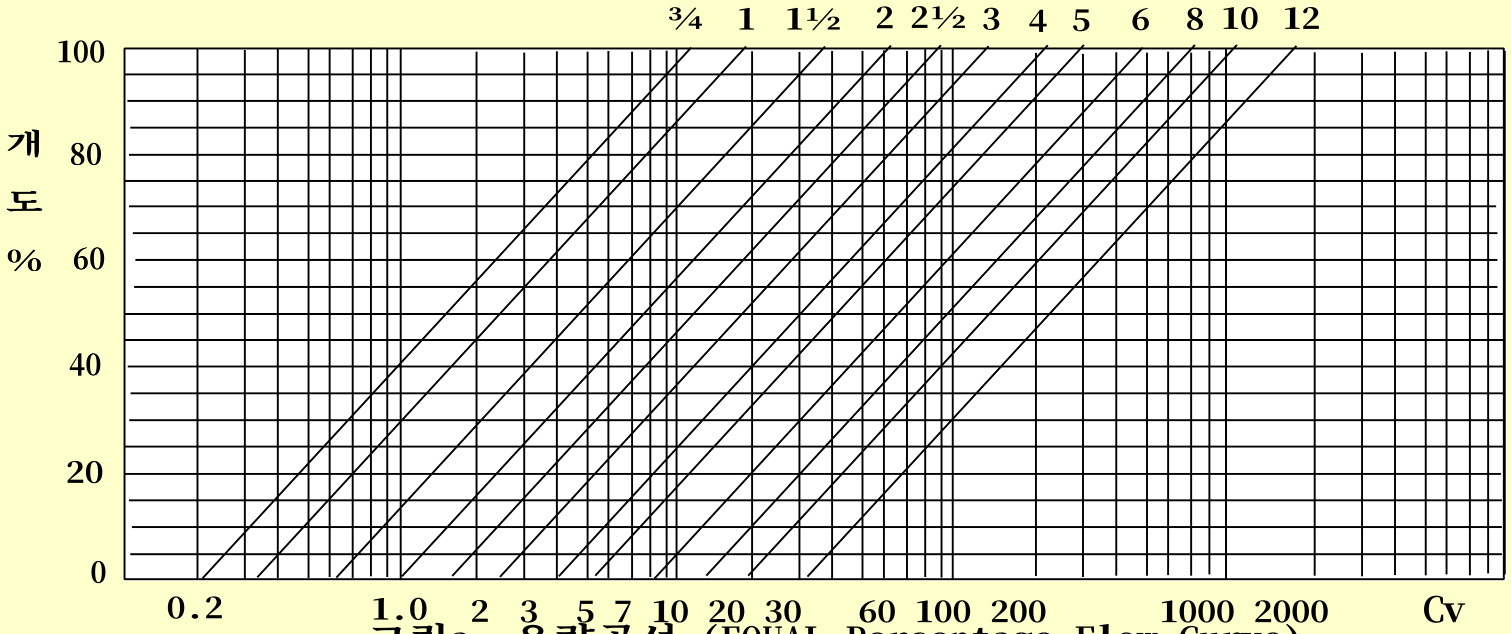
ㅇ정상운전 상태 유량은 밸브개도가 60 80% 상태

ㅇ최소일때 10%이상, 최대일때 90%이하로 하는 것이 이상적 임

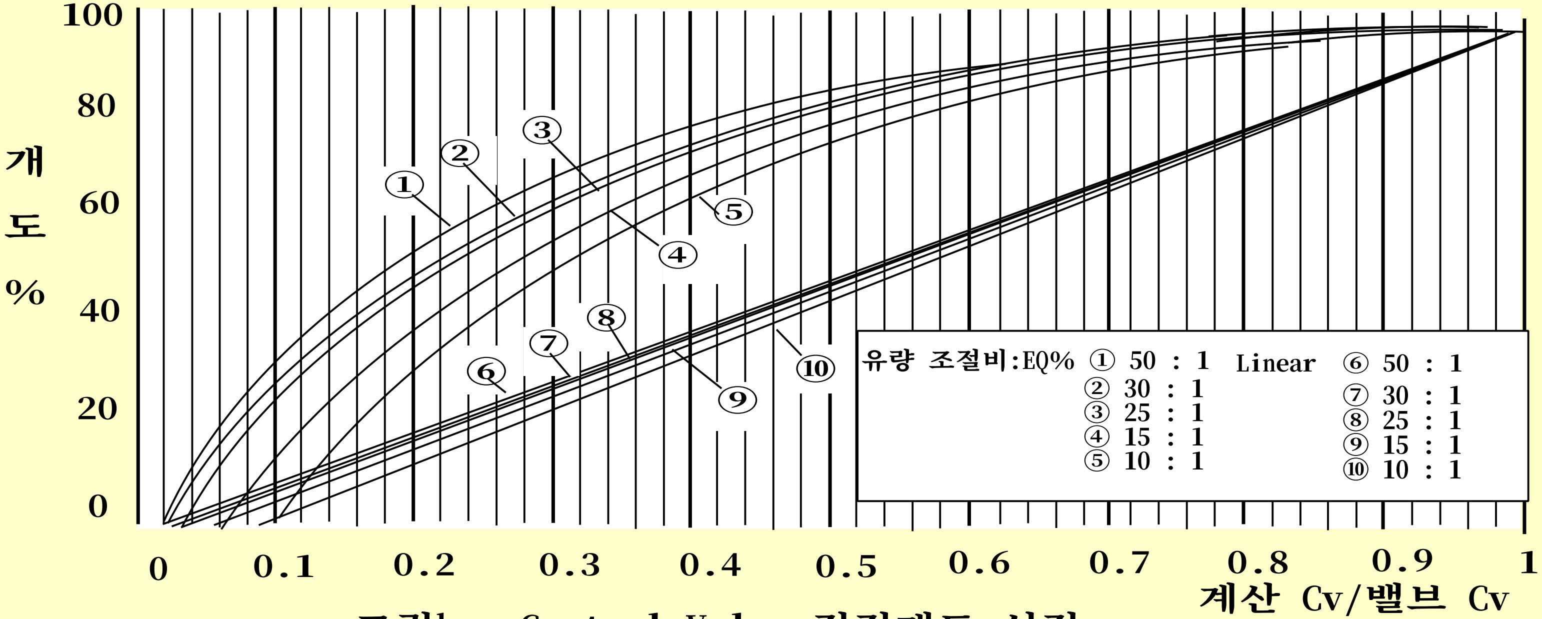
Control Valve Size 선정(예)

ㅇ그림a의 유량곡선(개도와 유량)에서 최대 유량을 가지고 Cv를 계산하여 30이 얻어졌다고 하면 밸브 사이즈가 2 Inch일때 Equal % 특성표에서 보면 개도가 85%로써 적당 함.

ㅇ용량(Cv)이 56.2인 글로브밸브를 선택시 선정여부가 적절한가는 그림 b 에서 계산 Cv/밸브용량 Cv= 30/56.2=0.534로서 횡축에서 찾고, Equal % 레인지어빌리티가 50:1과 만나는 선 ①과 만나는 점을 찾으면 개도가 약 85%로서 개도선정이 적절 함을 알 수있음.



그림a. 유량곡선 (EQUAL Percentage Flow Curve)



그림b. Control Valve 적정개도 선정

라. 유체속도(Velocity)

- 밸브를 선정할 때 가장 주의하지 않으면 안되는 것중의 하나가 밸브 출구측 유체속도 임
- 유속이 일정치 이상 빠르면 밸브진동이 심하여 대단한 소음이 일어나며, 캐비테이션 및 침식 현상 발생하여 밸브 포트 뿐만 아니라 본체도 심한 마모현상 발생
- 따라서 유속을 계산하고 유체에 따른 제한속도 범위내의 속도를 선택해야 하며, 속도가 빠를 때는 본체 사이즈가 큰 것을 선택

1) 유체속도 계산식

- 액체 속도 $v = 354.(Q/D^2)$
- 가스 속토 $v = \frac{Q}{D^2} . \frac{t + 273}{288} . \frac{1033}{P_2} = 1.27 + \frac{Q\ (t + 273)}{D^2\ P_2}$
- 증기 속도 $v = 354.(QC/D^2)$

v : 유속(m/s^2)
Q : 유량 (액체:m³/h, 증기:kg/h, 가스:m³/h(15°C,1atm)
C : 출구측 비용적(m³/kg)
D : 밸브 구경(mm)
t : 출구측 온도(°C)
P_2 : 출구측 압력(Kg/cm²)

5. 보조기기

가. 역할

필요 시 Control Valve에 부착하여

- ✍ Valve의 성능 및 효율을 향상
- ✍ 조업 및 정비에 필요한 정보 제공

나. 종류

ㅇ Positioner　ㅇ Air Set(Regulator, Filter)

ㅇ Limit Switch　ㅇ Position Transmitter　ㅇ Solenoid Valve 등

다. *I/P Positioner 개요*

1)역할

- ✍ Controller 출력신호(4~20mA)를 공기신호로 변환, 상응하는 힘을 Valve Stem에 가하여 Valve Plug 개도를 일정하게 유지 시키기 위함
- ✍ 다음의 경우는 일반적으로 Positioner를 사용
  - ㅇ Actuator가 15 Psi를 초과하는 공기압 요구시(=Pressure Amplification)
  - ㅇ Valve가 분할된 개도 범위에 있을 시
    (=Spliter, Valve1 : 4~12mA, Valve 2 : 12~20mA)
  - ㅇ 불감대(Dead band)가 신호범위의 5%(0.6Psi 또는 0.8mA)를 초과 시
  - ㅇ 안전상 필요 시

2)구조 및 동작원리

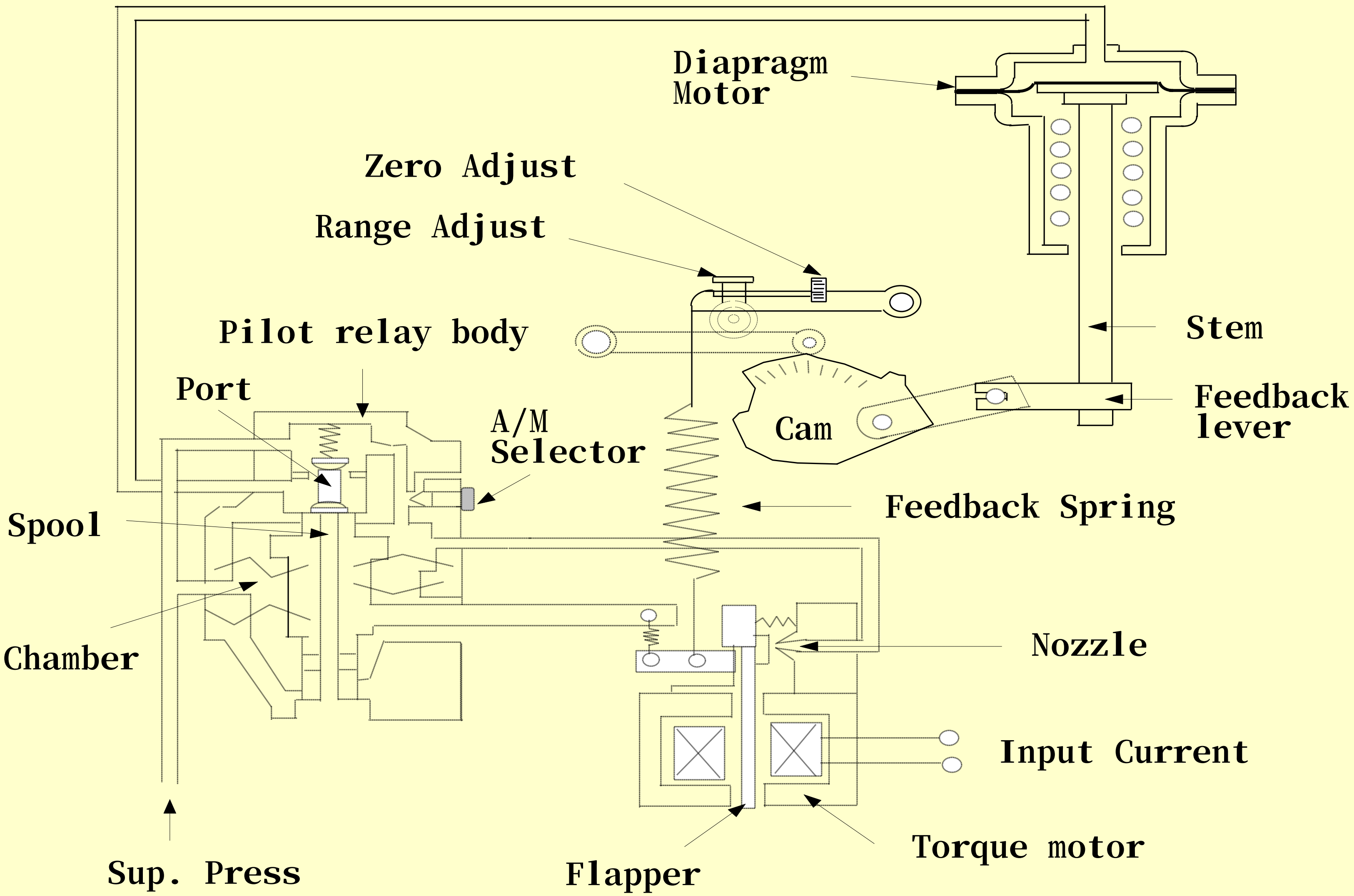

Diapragm
Motor
Zero Adjust
Range Adjust
Pilot relay body
Port
A/M
Selector
Stem
Feedback
lever
Cam
Spool
Feedback Spring
Chamber
Nozzle
Input Current
Torque motor
Sup. Press
Flapper

그림. E/P Positioner 구성도

- Controller 출력신호가 Magnet을 磁化, Flapper를 움직여 Nozzle과의 간극을 조정
- 이 간극에 의한 배압이 Actuator 공급압이 되어 Stem을 움직이게 함

  (이때 Pilot 장치에서는 Nozzle-Flapper에 의해 응답된 압력의 크기로 공급 공기량을 많게하여 Actuator를 무리없이 동작 시킴)
- Stem이 움직이게 되면 Feedback Spring을 통하여 Flapper가 Feedback, Flapper가 Nozzle로 부터 약간 떨어져 Nozzle 압력이 떨어지고 Pilot Valve는 닫혀 압력균형

6. Cavition & flashing

가. 발생 Mechanism

- 유속의 증가 및 압력의 감소

  액체가 밸브의 Trim부에 도달하게 되면 유속 V는 증가하고 압력 P는 감소시작
- 증기압에 따른 기포발생

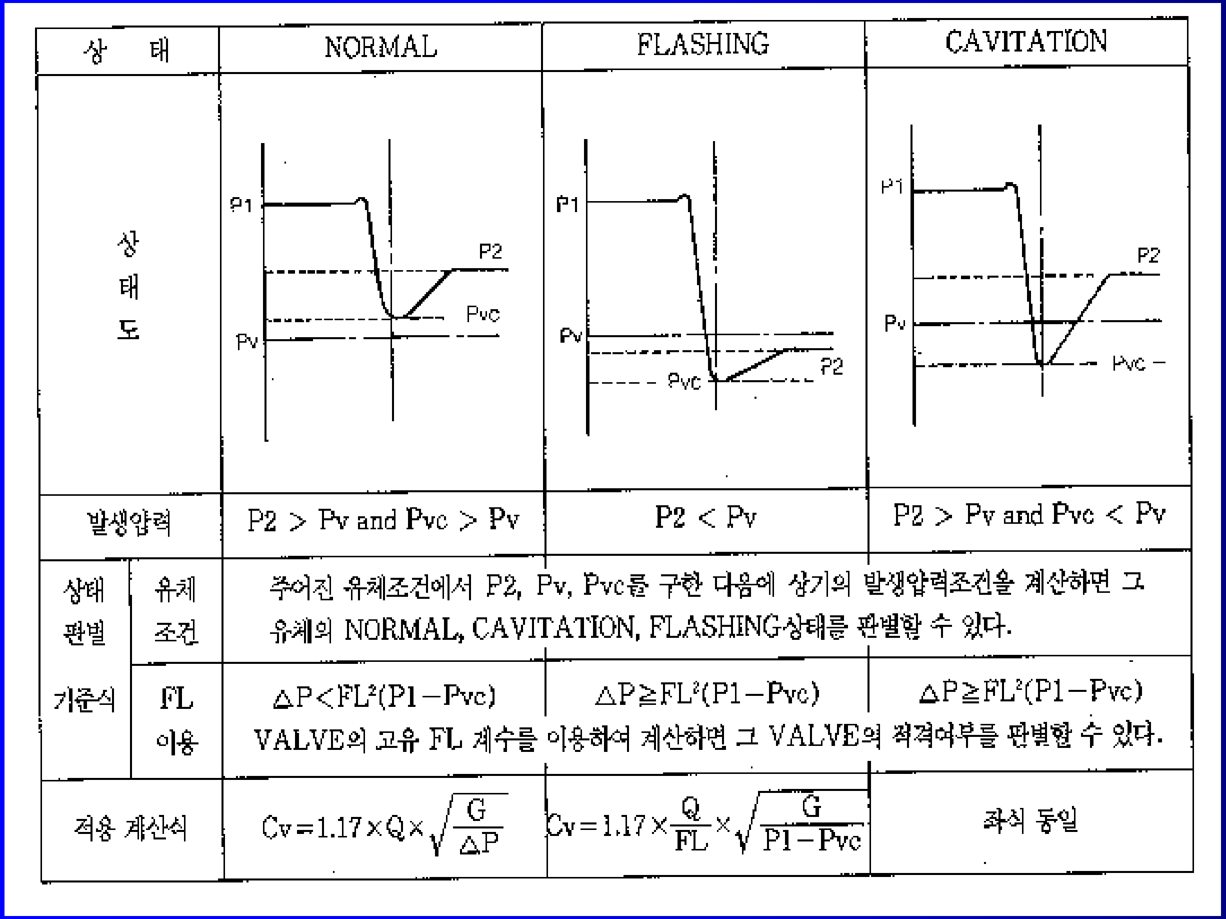
  저하하는 압력이 액체 증기압 Pv 이하가 되면 액체 일부가 증발하여 기포 발생
- 기포의 소멸(Cavitation)

  Trim부를 통과시 저하된 압력은 통과후 압력회복에 의해 Body 내벽 부위에서 기포소멸
- 압력회복에 의한 에너지 발생

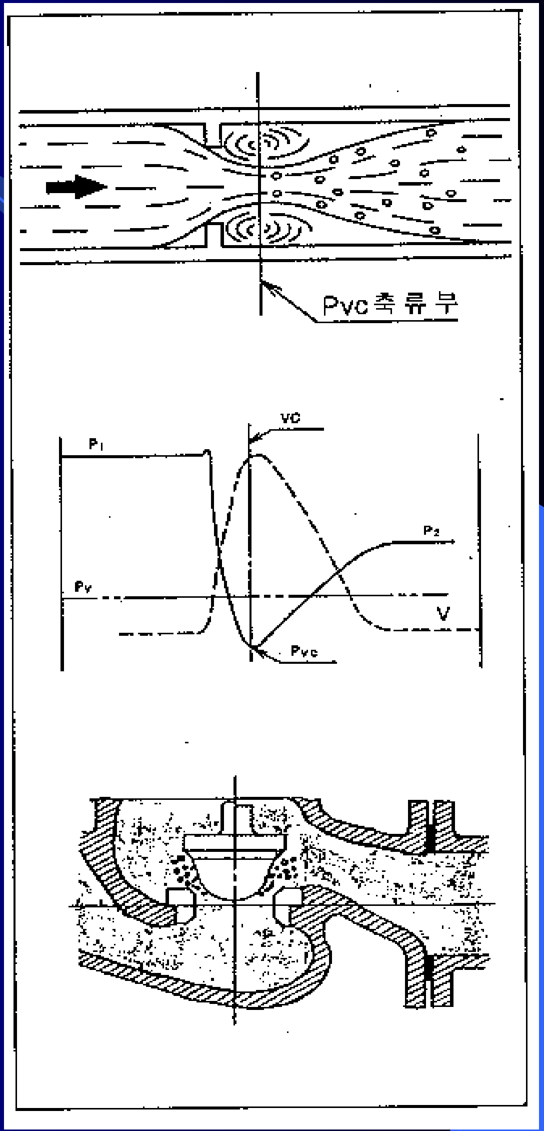
  기포가 소멸하면서 압력이 급격하게 회복되고 이때 발생된 에너지가 Valve Body 부나 배관 내벽에 충돌

- 충돌에 의한 Erosion의 심화
  충돌할 때 발생하는 힘은 국부적으로 수천 Kg/㎠ (약 70 Kg/㎠)에 달하게 되어 진동을 일으키고 15 ~ 10000Hz의 소음 발생.
  이와같은 현상을 Cavitation Erosion이라 부름

나. 압력 손실과 회복의 상태



상 태		NORMAL	FLASHING	CAVITATION
상태도		P1 P2 Pvc Pv	P1 Pv Pvc P2	P1 P2 Pv Pvc
발생압력		P2 > Pv and Pvc > Pv	P2 < Pv	P2 > Pv and Pvc < Pv
상태 판별	유체 조건	주어진 유체조건에서 P2, Pv, Pvc를 구한 다음에 상기의 발생압력조건을 계산하면 그 유체의 NORMAL, CAVITATION, FLASHING상태를 판별할 수 있다.		
기준식	FL 이용	$\Delta P < FL^2(P1-Pvc)$	$\Delta P \geq FL^2(P1-Pvc)$	$\Delta P \geq FL^2(P1-Pvc)$
		VALVE의 고유 FL 계수를 이용하여 계산하면 그 VALVE의 적격여부를 판별할 수 있다.		
적용 계산식		$Cv = 1.17 \times Q \times \sqrt{\frac{G}{\Delta P}}$	$Cv = 1.17 \times \frac{Q}{FL} \times \sqrt{\frac{G}{P1-Pvc}}$	좌식 동일



다. Cavitation & Flashing 영향

- Cavitation 영향

  발생하면 Inner Valve(Trim) 및 Balve Body부의 Erosion 즉, 기계적 마찰 침식과 소음발생의 원인

- Flashing 영향

  Cavitation 만큼 큰 에너지의 방출이 없어서 Erosion 및 소음발생은 Cavitation 보다 적지만 증발에 의한 체적의 팽창으로 Valve 용량을 감소.

  또한 Cavitation과는 무관하지만 포화온도 혹은 그 온도에 가까운 액체는 Trim부 (Seat)를 통과할 때 압력이 강하되고 액체의 일부가 증발해서 체적이 팽창하기 때문에 Valve 용량을 감소 시킴

7. 설치

가.설치공사시 주의사항

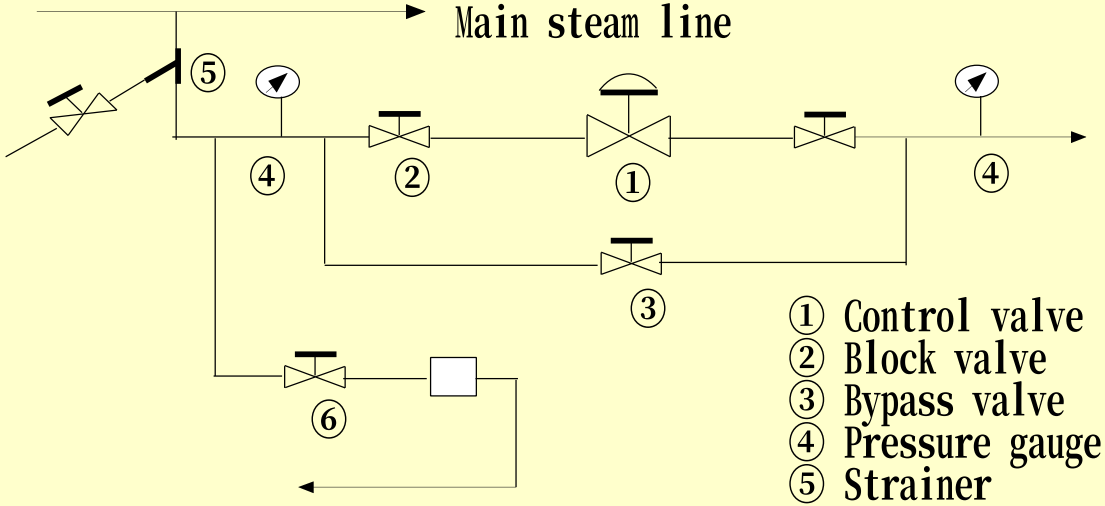
- 포장을 푼 상태에서 먼지, 티끌 등이 많은 장소에 설치하면 작동불량 및 패킹부의 누설 등이 발생하는 경우가 많음
- 장기간 방치시는 패킹 체결 너트를 풀어서 패킹을 보관
- 배관에 설치시는 수평, 수직, 동심 등 배관의 중심을 맞추어 밸브파괴의 원인이 되지 않도록 함
- 배관에 설치 전 배관내의 이물질을 반드시 제거

나. 설치위치

- 유지보수가 용이한 곳에 공간을 확보
- 화물운반통로와 근접한 곳을 피할 것
- 주위온도: 상온에 가까운 곳, 연속적인 진동이 걸리는 곳은 피함
- 펌프, 엔진, 컴프레셔 등에 인접해서 설치시 밸브전후에 지지대 설치 (볼트, 너트의 풀림, 각부의 마모원인)

다. 설치방법

- 원칙적으로 수평배관에 구동부를 위로해서 수직으로 설치
- 일반적으로 바이패스라인을 설치
- 바이패스라인을 생략하는 경우에는 가능한 수동핸들을 부착



① Control valve
② Block valve
③ Bypass valve
④ Pressure gauge
⑤ Strainer
⑥ Steam trap (Drain valve)

<권장 자동밸브 설치 예>

8. 유지보수

가. 일상점검항목

- 유체 누설

  Grand 패킹부 및 유체와 접하는 부위에서 누설여부 확인. 특히, 보디부 누설은 대부분 재질 침식 및 부식에 의한 것으로서 이 정도를 사전검토
- Stroke와 입력신호의 관계 및 밸브 Stem 동작의 원할도, 스토크와 입력신호가 규정대로인지 또 스템동작이 원할한 지 확인
- 주유기에는 Grease가 충분한 지를 확인
- 본체부에 이상음이 발생되고 있는가를 확인

나. 정기점검항목

- 보디부 내벽

  유체가 직접 충돌하는 부분은, 특히 차압이 높은 밸브 등에서는 침식이 크게 됨
- 밸브시트

  밸브시트 풀림, 나사로부터의 누설에 의한 침식, 내면 부식 등에 주의
- Inner 밸브

  각부의 침식, 마모, 부식의 정도, 특히 차압이 클 경우는 각부 균열 발생여부 검토
- 구동부의 스프링, 다이어프램, 오링

  이러한 부품의 분해시는 노화도, 탄성, 균열의 유무 등을 확인
- 각부의 패킹, 개스킷

  밸브 수리시(정기 점검 및 분해)마다 신품으로 교체 끝.