

KOSHA CODE

D - 14 - 2007

안전밸브 설계 및 설치 등에 관한 기술지침

2007. 6

한 국 산 업 안 전 공 단

코드 개요

- 제정자 : 김 기 영
- 개정자 : 김 재 현

○ 제 · 개정경과

- 1993년 9월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
- 1993년 10월 총괄기준제정위원회 심의
- 1996년 4월 화학안전분야 제정위원회 심의
- 1996년 4월 총괄제정위원회 심의
- 2001년 9월 화학안전분야 제정위원회 심의
- 2001년 11월 총괄제정위원회 심의
- 2007년 4월 화학안전분야 제정위원회 심의
- 2007년 5월 총괄제정위원회 심의

○ 관련규격 및 자료

- 미국 API RP 520 및 521
- 미국 NFPA30
- 미국 OSHA CFR 1910.106
- 미국 ASME Section VIII
- 영국 BS 6759 Part III
- ISO 4126-1

○ 관련법규 · 규칙 · 고시 등

산업안전기준에 관한 규칙 제288조 내지 제288조의 7

○ 코드적용 및 문의

이 코드에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전공단 전문기술실
(전화 032-5100-645, FAX 032-512-8315)로 연락하여 주십시오.

공표일자 : 2007년 6월 8일

제 정 자 : 한국산업안전공단 이사장

안전밸브 설계 및 설치 등에 관한 기술지침 개정

제 1 장 총 칙

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 및 산업안전기준에 관한규칙(이하 “안전규칙”이라 한다) 제288조(안전밸브 등의 설치) 내지 제288조의6(차단밸브의 설치금지)의 규정에 의하여 화학 설비 및 그 부속설비(이하 “용기 등”이라 한다)에 설치하는 안전밸브 또는 이에 대체할 수 있는 방호장치(이하 “안전밸브 등”이라 한다)의 설정압력, 배출 용량 산출 및 설치 등에 필요한 지침을 정하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 용기 등에 설치되는 안전밸브 및 파열판에 대하여 적용한다.

3. 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “안전밸브(Safety valve)”라 함은 밸브 입구쪽의 압력이 설정압력에 도달하면 자동적으로 스프링이 작동하면서 유체가 분출되고 일정압력 이하가 되면 정상상태로 복원되는 밸브를 말한다.

(나) “파열판(Rupture disc)”이라 함은 “안전밸브에 대체할 수 있는 방호장치”로서, 판 입구측의 압력이 설정압력에 도달하면 판이 파열하면서 유체가 분출하도록 용기 등에 설치된 얇은 판을 말한다.

(다) “설정압력(Set pressure)”이라 함은 용기 등에 이상 과압이 형성되는 경우, 안전밸브가 작동되도록 설정한 안전밸브 입구측에서의 게이지 압력을 말한다.

(라) “소요 분출량(Required capacity)”이라 함은 발생 가능한 모든 압력상승 요인에 의하여 각각 분출될 수 있는 유체의량을 말한다.

(마) “배출용량(Relieving capacity)”이라 함은 각각의 소요 분출량 중 가장 큰 소요 분출량을 말한다.

(바) “설계압력(Design pressure)”이라 함은 용기 등의 최소 허용두께 또는 용기의 여러 부분의 물리적인 특성을 결정하기 위하여 설계시에 사용 되는 압력을 말한다.

(사) “최고허용압력(Maximum allowable working pressure)”이라 함은 용기의 제작에 사용된 재료의 두께(부식여유 제외)를 기준으로 하여 산출된 용기상부에서의 허용 가능한 최고의 압력을 말한다.

(아) “축적압력(Accumulated pressure)”이라 함은 안전밸브 등이 작동될 때 안전밸브에 의하여 축적되는 압력으로서 그 설비 내에서 순간적으로 허용될 수 있는 최대 압력을 말한다.

(자) “배압(Back pressure)”이라 함은 안전밸브 등의 토출측에 걸리는 압력을 말한다.

(2) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 법, 동법 시행령, 동법 시행규칙 및 안전규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 설치대상

(1) 안전밸브 등을 설치하여야 할 대상은 안전규칙 제288조(안전밸브 등의 설치)의 규정 등에 따르며, 상세한 사항은 다음과 같다.

(가) 압력용기(다만, 안지름이 150mm 이하인 압력용기는 제외한다. 관형 열 교환기는 관(Tube)의 파열로 인한 압력상승이 동체의 설계압력 또는 최고허용압력을 초과할 우려가 있는 경우에 한한다.)

(나) 정변위(Positive displacement) 압축기(다만, 다단 압축기인 경우에는 압축기의 각단에 설치한다.)

(다) 정변위 펌프(토출측의 막힘으로 인한 압력상승이 관련기기의 설계 압력을 구조적으로 초과할 수 있도록 제작된 펌프류에 한한다.)

(라) 배관(배관내의 액체가 2개 밸브 등에 의해 차단되어, 대기온도로 인하여 액체의 열팽창에 의하여 구조적으로 배관 파열이 우려되는 배관에 한한다.)

(마) 기타 이상화학 반응, 밸브의 막힘 등의 이상상태로 인한 압력상승으로 당해 설비의 설계압력을 구조적으로 초과할 우려가 있는 용기 등에 설치한다.

(2) 4. (1)의 규정에 의한 적용대상 용기 등을 연결하는 배관 사이에 체크밸브, 자동제어밸브, 수동제어밸브 등과 같은 차단밸브가 없는 경우에는 하나의 용기 등으로 간주하여 안전밸브 등을 설치할 수 있다.

5. 설치 기준

(1) 파열판을 설치하여야 하는 기준은 안전규칙 제288조의2(파열판의 설치)에 따르며 상세한 사항은 다음과 같다.

(가) 반응폭주 등 급격한 압력상승의 우려가 있는 경우

(나) 독성물질의 누출로 인하여 주위 작업환경을 오염시킬 우려가 있는 경우

(다) 운전 중 안전밸브에 이상물질이 누적되어 안전밸브의 기능을 저하시킬 우려가 있는 경우

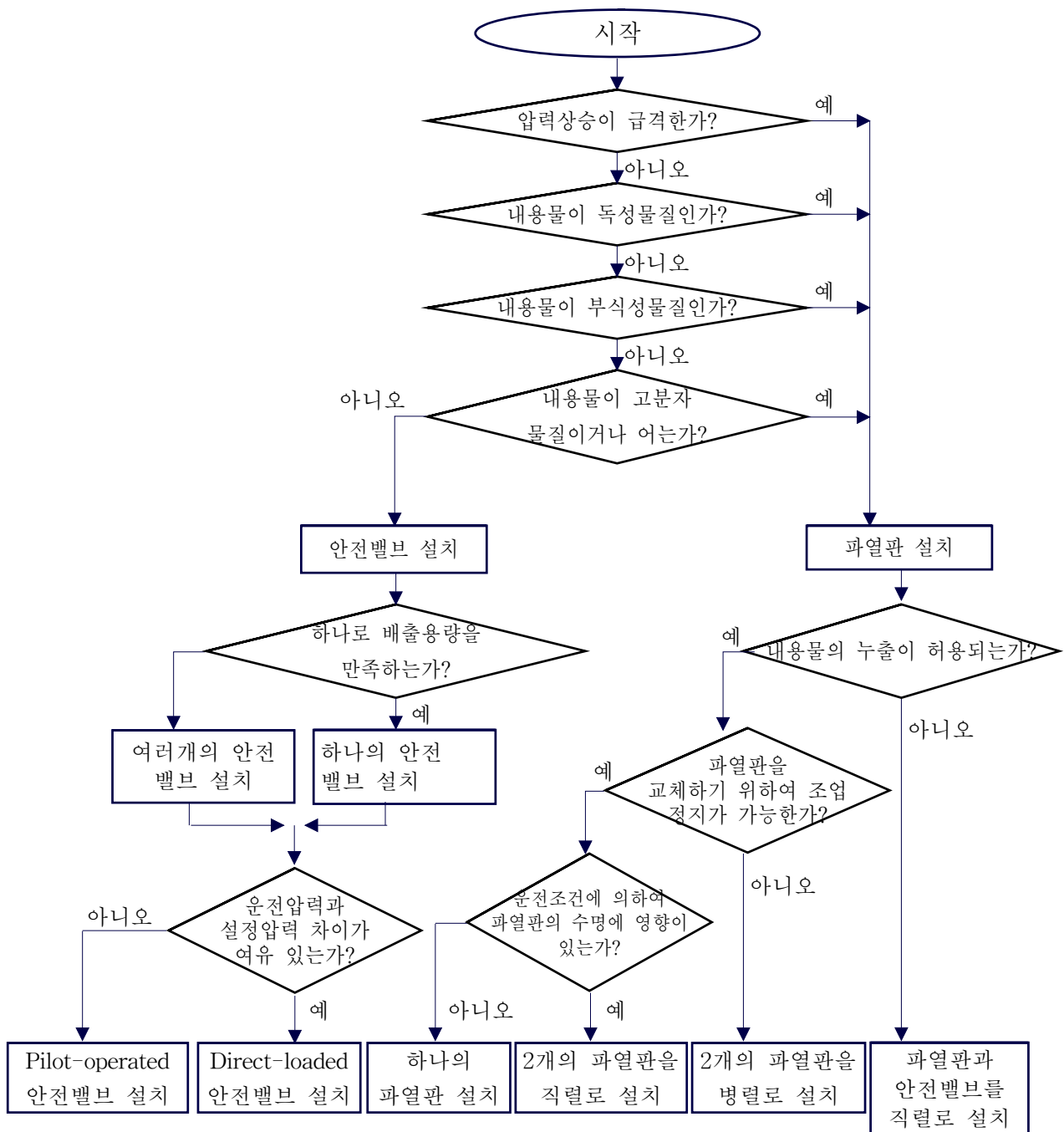
- (라) 유체의 부식성이 강하여 안전밸브 재질의 선정에 문제가 있는 경우
- (2) 반응기, 저장탱크 등과 같이 대량의 독성물질이 지속적으로 외부로 유출될 수 있는 구조로 된 경우에는 파열판과 안전밸브를 직렬로 설치하고, 파열판과 안전밸브 사이에는 누출을 탐지할 수 있는 압력지시계 또는 경보장치를 설치하여야 한다.
- (3) 안전밸브 등은 <그림 1> “안전밸브 등의 선정 흐름도 예시”를 참조하여 선정한다.

제 2 장 설정압력 및 배출용량

6. 설정압력

- (1) 안전밸브 등의 설정압력은 보호하려는 용기 등의 설계압력 또는 최고허용압력 이하이어야 한다(<표 1> 참조).
다만, 다음의 경우와 같이 배출용량이 커서 2 개 이상의 안전밸브 등을 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.
 - (가) 외부 화재가 아닌 다른 압력상승 요인에 대비하여 둘 이상의 안전밸브 등을 설치할 경우에는 하나의 안전밸브 등은 용기 등의 설계압력 또는 최고허용압력 이하로 설정하여야 하고 다른 것은 용기 등의 설계압력 또는 최고허용압력의 105% 이하에 설정할 수 있다.
 - (나) 외부 화재에 대비하여 둘 이상의 안전밸브 등을 설치할 경우에는 하나의 안전밸브 등은 용기 등의 설계압력 또는 최고허용압력 이하로 설정하여야 하고 다른 것은 용기 등의 설계압력 또는 최고허용압력의 110% 이하로 설정할 수 있다.
- (2) 5. (2)의 규정에 의하여 파열판과 안전밸브를 직렬로 설치하는 경우 안전밸브의 설정압력 및 파열판의 파열압력은 다음과 같이 한다.

(가) 안전밸브 후단에 파열판을 설치하는 경우, 안전밸브의 설정압력은 파열판의 파열압력 이상으로 하여 안전밸브 작동 즉시 파열판이 파열되도록 한다.



<그림 1> 안전밸브 등의 선정 흐름도 예시

(나) 안전밸브 전단에 파열판을 설치하는 경우, 안전밸브의 설정압력은 파열판의 파열압력 이하로 하여 파열판의 파열 즉시 안전밸브가 작동되도록 한다.

7. 축적압력

안전밸브의 축적압력은 다음과 같아야 한다(<표 1> 참조).

(1) 설치 목적이 화재로부터의 보호가 아닌 경우

(가) 안전밸브를 1개 설치하는 경우에는 안전밸브의 축적압력은 설계압력 또는 최고허용압력의 110% 이하이어야 한다.

(나) 안전밸브를 2개 이상 설치하는 경우에는 안전밸브의 축적압력은 설계압력 또는 최고허용압력의 116% 이하로 하여야 한다.

(2) 설치 목적이 화재로부터의 보호인 경우에는 안전밸브의 수량에 관계없이 설계압력 또는 최고허용압력의 121% 이하이어야 한다.

<표 1>안전밸브의 설정압력 및 축적압력

원 인	하나의 안전밸브 설치시		여러개의 안전밸브 설치시	
	설정압력	축적압력	설정압력	축적압력
화재시가 아닌 경우				
첫번째 밸브	100%	110% 이하	100%	116% 이하
나머지 밸브	-	-	105%	116% 이하
화재시인 경우				
첫번째 밸브	100%	121% 이하	100%	121% 이하
나머지 밸브	-	-	110%	121% 이하

주) 모든 수치는 설계압력 또는 최고허용압력에 대한 % 임.

8. 소요 분출량

- (1) 안전밸브 등의 배출용량을 결정할 때에는 가능한 모든 압력상승 요인에 의해 분출될 수 있는 각각의 소요 분출량을 우선적으로 구하여야 한다.
- (2) 가능한 모든 압력상승 요인에 의해 분출될 수 있는 각각의 소요 분출량은 다음 각목의 기준에 의하여 계산하여야 한다.
 - (가) 정변위 펌프 및 정변위 압축기의 토출측 배관에 설치된 밸브가 차단된 경우
펌프 및 압축기의 최대 용량
 - (나) 용기 등의 모든 출구가 차단된 경우(Closed outlets)
 - ① 유입되는 유체가 액체인 경우 : 최대 토출량
 - ② 유입되는 유체가 스팀 또는 증기인 경우 : 유입되는 스팀 또는 증기의 유량에 최대 운전조건에서 발생하는 양을 추가한 양
 - (다) 응축기로 유입되는 냉각수 또는 환류액의 공급이 중단된 경우
에너지 및 물질수지를 고려하여 소요 분출량을 결정하여야 하며 아래와 같은 방법을 사용하여 소요 분출량을 결정한다.
 - ① 완전 응축인 경우 : 응축기로 유입되는 증기의 전량
 - ② 부분 응축인 경우 : 응축기로 유입되는 증기의 전량에서 응축되지 않는 증기량을 감한 양
 - (라) 공냉식 냉각기 쉘의 작동이 중단된 경우
공냉식 냉각기의 열교환용량의 70%에 해당하는 양을 산정한다.
 - (마) 자동제어밸브가 고장난 경우
 - ① 용기 등의 인입배관에 설치된 자동밸브가 고장시에 열린 상태(Failure open)로 되는 경우 : 자동제어밸브의 최대 유입량과 용기 등에서 정상적으로 배출되는 유출량과의 차

- ② 용기 등의 인입배관 및 출구배관에 설치된 각각의 자동제어밸브가 고장시에 열린 상태로 되는 경우 : 최대 유입량과 최대 유출량과의 차
- ③ 용기 등의 출구배관에 설치된 자동제어밸브가 고장시에 닫힌 상태(Failure close)로 되는 경우 : 최대 유입량

(바) 외부 화재의 경우

- ① 취급하는 유체에 액체가 포함되어 있는 경우

$$W = \frac{Q}{\lambda} \dots \dots \dots (1)$$

여기에서 W : 소요분출량(kg/h)

Q : 총입열량(kcal/h)

$37,000FA_w^{0.82}$: 적절한 배유설비 또는 적절한 소화설비(2시간)가 있는 경우

$61,000FA_w^{0.82}$: 적절한 배유설비 또는 적절한 소화설비가 없는 경우

λ : 증발 잠열(kcal/kg)

A_w : 내부 액체에 접촉하고 있는 용기 등의 면적(m²)

F :

- ㉠ 용기 등에 보온·보냉을 한 경우는 다음과 같이 적용한다. 다만, 보온·보냉 재질은 화재시 화염에 건딜 수 있는 것에 한한다.

- ㉡ 보온·보냉재의 두께를 기준으로 하는 경우

보온재 두께(mm)	F
25	0.3
50	0.15
100	0.075

㉞ 보온·보냉재의 전열계수를 기준으로 하는 경우

전열계수(kcal/hr · m ² · °C)	F
19.5	0.3
9.8	0.15
4.9	0.075
3.3	0.05
2.4	0.0376
2.0	0.03
1.6	0.026

㉟ 계산에 의한 경우

$$F = \frac{k(904 - T_f)}{57,000t} \dots \dots \dots (2)$$

여기서 k : 보온·보냉재의 열전도도(kcal/hr · m² · °C/mm)

(<별표 1> 참조)

T_f : 용기 등에서 취급·저장하는 유체의 분출시 온도(°C)

t : 보온·보냉재의 두께(mm)

㉠ 용기 등을 지하에 매설한 경우에는 0.00

㉡ 용기 등을 지상에 흙 등으로 덮은 경우에는 0.03

㉢ 그 밖의 경우에는 1.0

② 취급하는 유체가 가스 또는 증기상인 경우

$$W = 8.769 \sqrt{M_w \cdot P_1} \times \left[\frac{A_u (T_w - T_1)^{1.25}}{T_1^{1.1506}} \right] \dots \dots \dots (3)$$

여기서,

W : 분출량(kg/hr)

M_w : 분자량

P_1 : 설정압력 + 축적압력 + 대기압(MPa(a))

A_u : 화재시에 노출되는 용기 등의 면적(m²)

T_w : 안전밸브 작동시의 용기 등의 표면온도(K)

T_1 : 안전밸브 작동시의 유체 온도(K), $(P_1/P_n) \times T_n$

T_n : 정상운전온도(K)

P_n : 정상운전압력(MPa(a))

(사) 전원공급이 중단된 경우

전원공급 중단으로 인한 영향을 고려하여 소요 분출량을 결정하여야 한다.

(아) 관형 열교환기의 관 파열의 경우

열교환기의 동체의 압력, 동체측 유체의 종류 및 관측 유체의 종류에 따라 소요 분출량을 결정하여야 하며 일반적으로 관 단면적에서 흐를 수 있는 유량의 2 배로 한다.

9. 화재시의 영향범위

(1) 화재시에는 최소한 지표면으로부터 수직 높이 7.5 m까지 화재의 영향을 받는 것으로 가정하여 용기 등의 내부액체 접촉면적(8. (2),(바)의 A_w)을 계산하여야 한다.

다만, 타원형 또는 구형 용기인 경우에는 지표면으로부터 최대 수평 직경까지의 높이 또는 7.5 m 이내의 높이 중 큰 수치를 적용하여 용기 등의 내부액체 접촉면적(8. (2),(바)의 A_w)을 계산하여야 한다.

(2) 화재시에는 점화원을 중심으로 최소한 수평거리 15 m 이내의 면적이 화재의 영향을 받는 것으로 간주하여 소요 분출량을 계산하여야 한다.

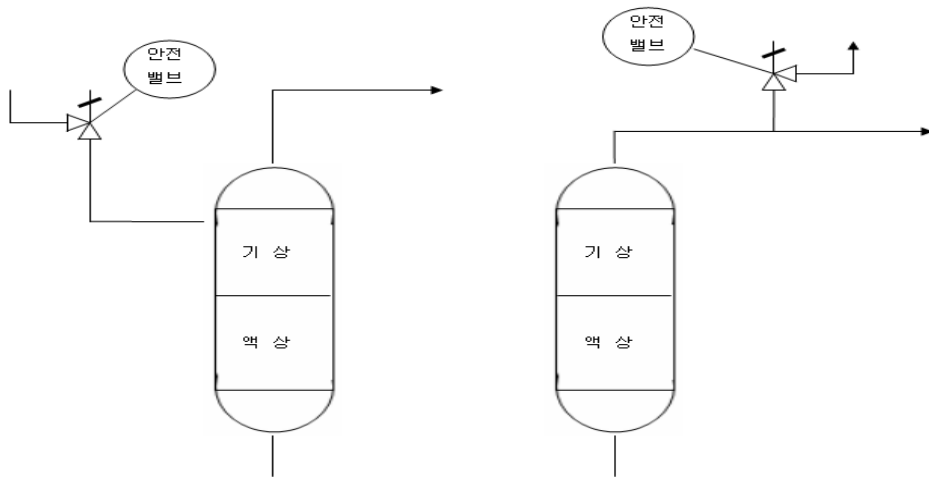
10. 안전밸브 등의 배출용량

안전밸브 등의 배출용량은 8.에서 산출한 각각의 소요 분출량 중에서 가장 큰 수치를 당해 안전밸브 등의 배출용량으로 하여야 한다.

제 3 장 설치 및 배출물 처리

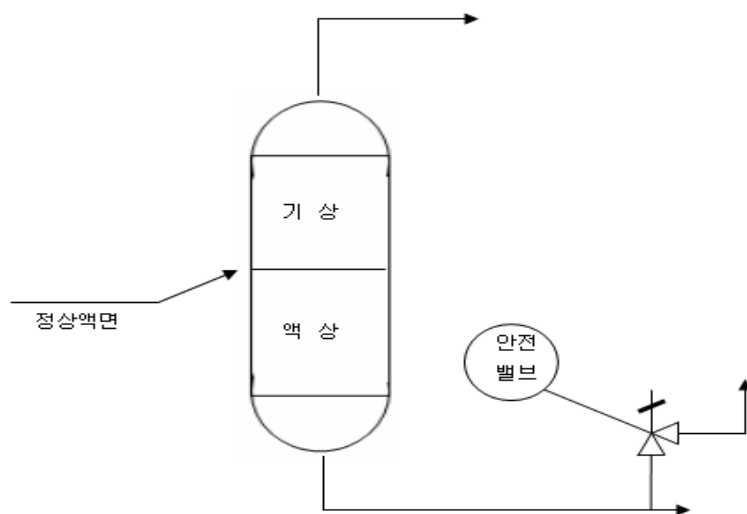
11. 설치위치

- (1) 안전밸브 등은 보호대상 용기 등의 상부 기상/증기 공간 또는 기상/증기 공간에 연결된 배관에 설치하여야 한다(<그림 2> 참조).



<그림 2> 안전밸브 등의 설치위치

- (2) 열팽창용 안전밸브는 정상 액면보다 낮은 액면 공간에 설치하여야 한다. (<그림 3> 참조).

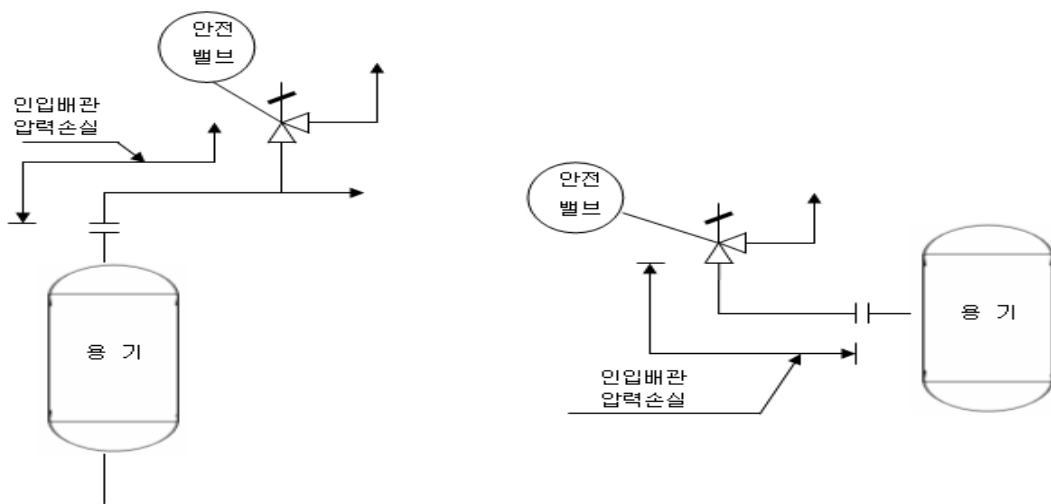


<그림 3> 열팽창 안전밸브의 설치 위치

12. 설치방법

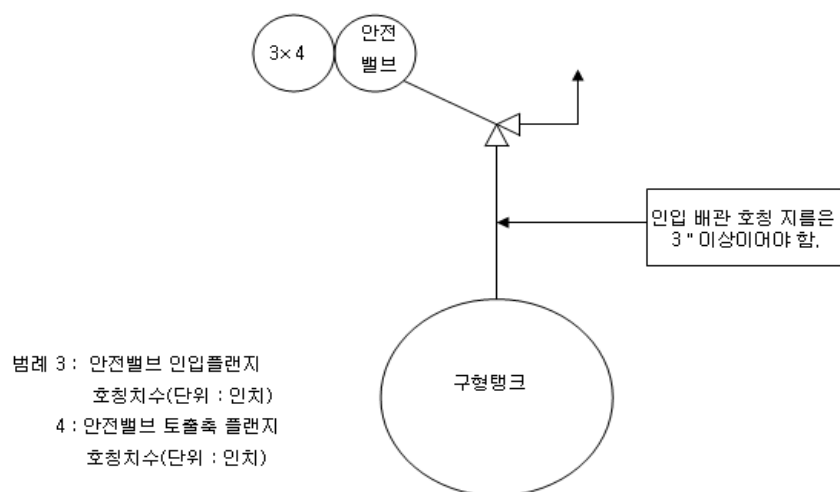
안전밸브 등의 설치방법은 다음과 같다.

- (1) 설치대상 용기 등에서 안전밸브 등의 인입 플랜지까지의 인입배관 내에서의 압력 손실은 설정 압력의 3% 이하이어야 한다(<그림 4> 참조).



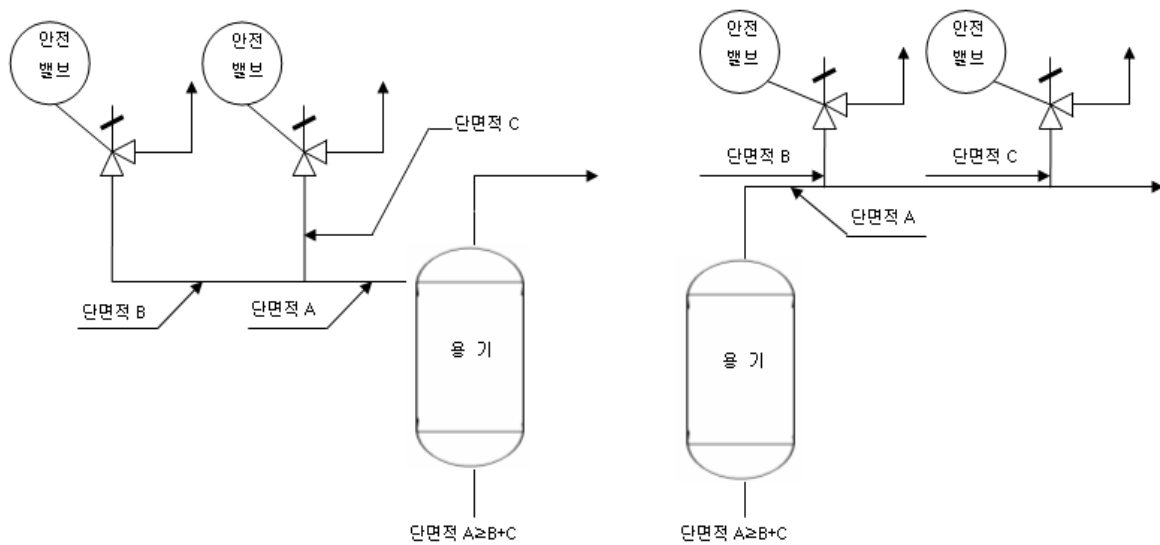
<그림 4> 안전밸브 등의 인입배관 압력손실

- (2) 안전밸브 등의 인입측 배관의 호칭지름은 안전밸브 등의 인입 플랜지의 호칭 치수와 같거나 그 이상이어야 한다(<그림 5> 참조).



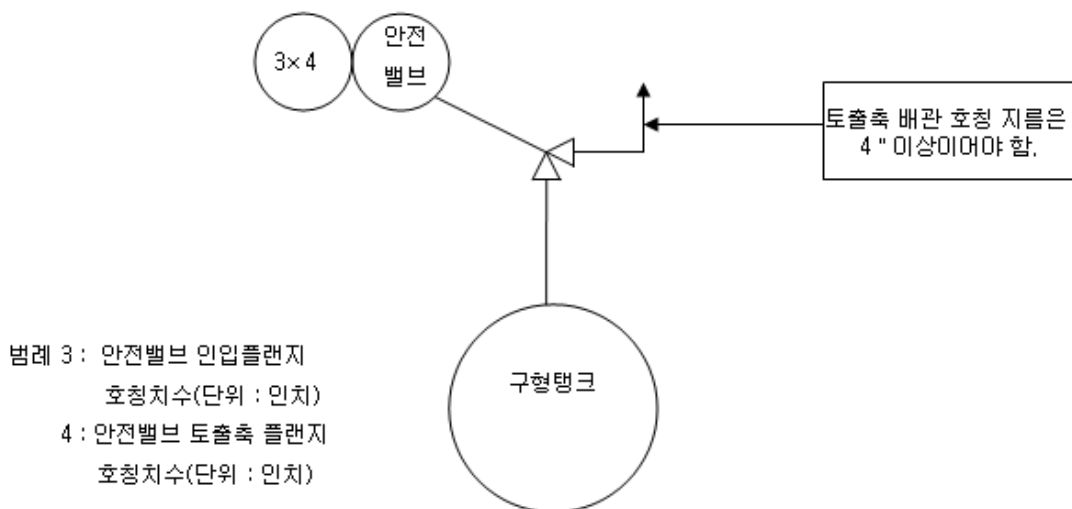
<그림 5> 안전밸브 등의 인입배관 호칭지름

- (3) 2개 이상의 안전밸브 등이 하나의 연결부위에 설치되어 필요한 분출량을 배출하도록 된 경우에는, 연결배관의 내부 단면적은 각 안전밸브 등의 인입단면적 합계와 같거나 그 이상이어야 한다. 다만, 예비로 설치된 안전밸브 등에는 이를 적용하지 아니한다(<그림 6> 참조).



<그림 6> 2개 이상의 안전밸브 등이 설치된 경우 연결배관의 내부단면적

- (4) 안전밸브 등의 토출측 배관의 호칭지름은 안전밸브 등의 토출측 플랜지의 호칭치수와 같거나 그 이상이어야 한다(<그림 7>참조)



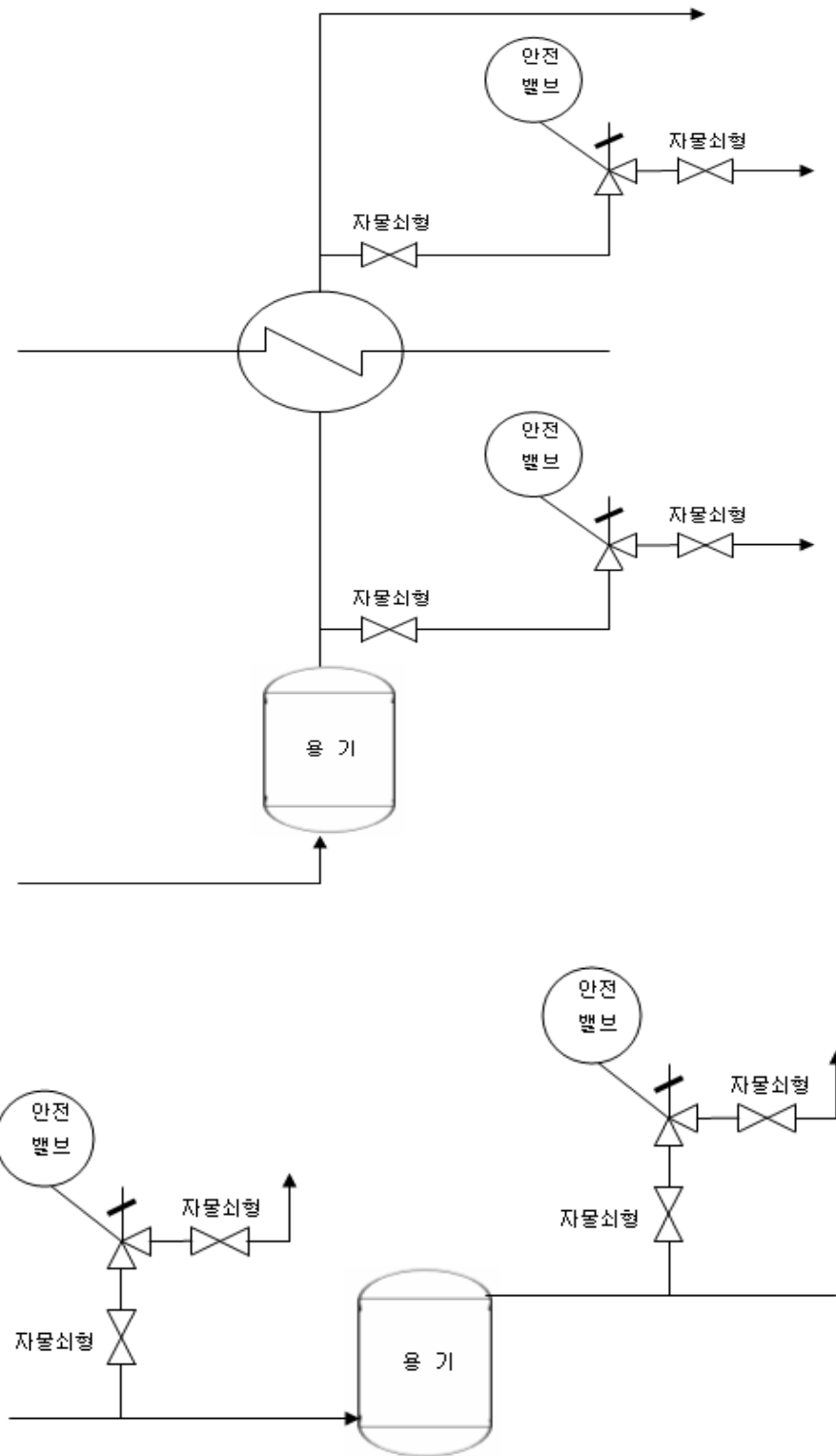
<그림 7> 안전밸브 등의 토출측 배관 호칭지름

- (5) 안전밸브의 토출측 배관에 걸리는 배압은 안전밸브 설정압력의 10% 이하가 되도록 하며, 배압의 영향을 받지 않도록 제작된 벨로우즈형(벨런스형) 안전밸브를 사용하는 경우에는 설정압력의 50% 이내로 한다. 다만, 벨로우즈형 안전밸브 제작자가 배압 허용한도를 명시한 경우에는 이에 따른다.
- (6) 안전밸브의 토출측 배관은 안전밸브로부터 토출된 유체가 배관내에 정체되지 않도록 설치하여야 한다.
- (7) 안전밸브의 토출측 배관을 옥외에 설치하는 경우에는 빗물 등이 들어가지 않도록 토출측 배관에 배압의 영향을 받지 않도록 설계된 캡 등을 설치하거나, 토출측 배관 하부에 빗물 등이 고이지 않도록 구멍을 내는 등의 조치를 하여야 한다.
- (8) 안전밸브는 자체 하중, 안전밸브 전후단 배관의 하중, 안전밸브 토출시의 충격 및 외부 충격 등에 견딜 수 있도록 설치하되 필요시 지지대를 설치하여야 한다.
- (9) 점도가 높거나 응고되기 쉬운 물질 또는 결빙에 의하여 안전밸브 등의 막힘이 있을 수 있는 경우에는, 안전밸브 등과 그 인입배관 및 토출측 배관에 이를 방지하기 위해 가열·단열 등 적절한 조치를 하여야 한다.
- (10) 파열판과 안전밸브가 직렬로 설치되는 경우에는 파열판과 안전밸브 사이에 파열판의 파열 또는 누출을 탐지할 수 있는 압력 지시계 또는 경보장치를 설치하여야 한다.

13. 차단밸브 설치

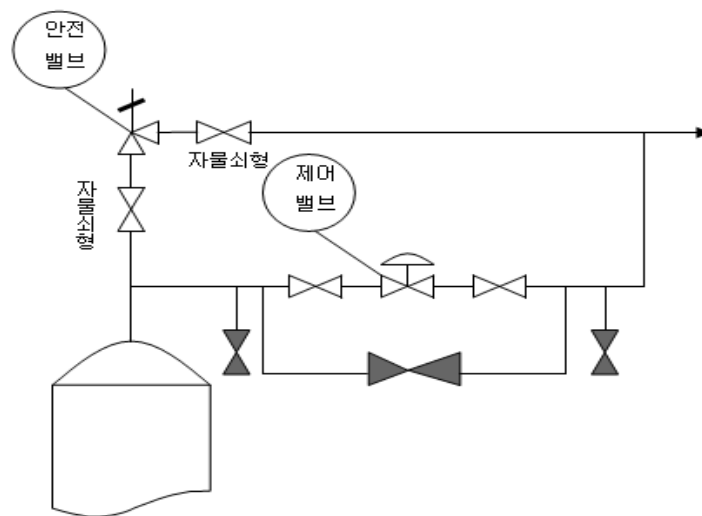
안전규칙 제288조의6(차단밸브의 설치금지)의 규정에 의하여 안전밸브 등의 전·후단에는 차단밸브를 설치하여서는 아니 된다. 다만, 안전규칙 제288조의 6(차단밸브의 설치금지)의 단서규정에 해당하는 경우에는 안전밸브 등의 전·후단에 차단밸브를 설치할 수 있으며 차단밸브는 자물쇠형 또는 이에 준하는 형식이어야 한다. 그 상세한 사항은 다음과 같다.

- (1) 인접한 용기 등에 안전밸브 등이 이중으로 설치되어 있는 경우(<그림 8> 참조)



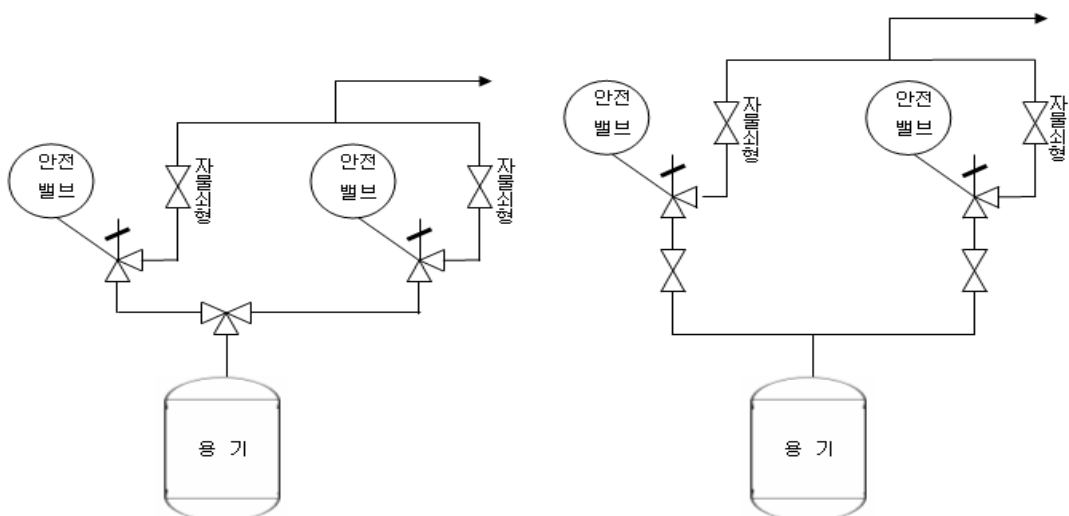
<그림 8> 인접한 용기 등에 안전밸브 등이 이중으로 설치되어 있는 경우

- (2) 안전밸브 등의 배출용량의 50% 이상에 해당하는 용량의 자동압력제어밸브(단, 구동용 동력의 공급 차단시 열리는 구조인 것에 한함)와 안전밸브 등이 병렬로 연결된 경우(<그림 9> 참조)



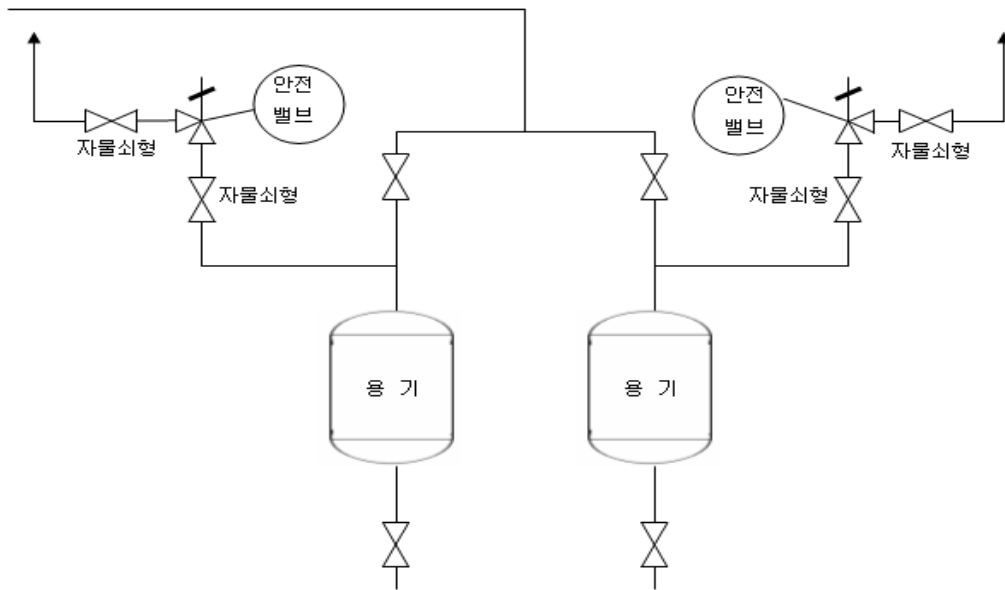
<그림 9> 안전밸브 등의 배출용량의 50% 이상에 해당하는 용량의 자동압력제어밸브와 안전밸브 등이 병렬로 연결된 경우

- (3) 복수방식으로 안전밸브 등이 설치된 경우(<그림 10> 참조)



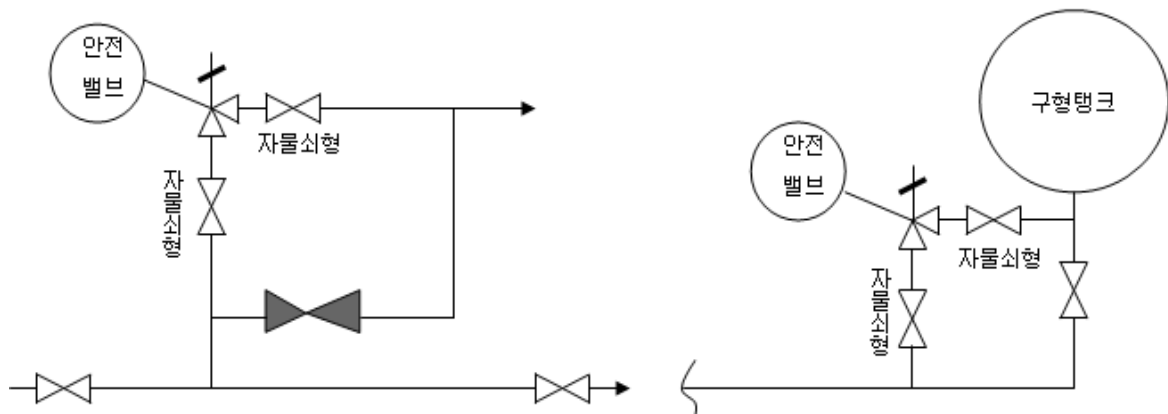
<그림 10> 복수방식으로 안전밸브 등이 설치된 경우

(4) 예비용 용기 등이 설치되고 각각의 용기에 안전밸브 등이 설치된 경우
(<그림 11> 참조)



<그림11> 예비용 용기 등이 설치되고 각각의 용기에 안전밸브 등이 설치된 경우

(5) 열팽창에 의한 압력상승을 방출하기 위한 안전밸브의 경우(<그림 12> 참조)



<그림 12> 열팽창에 의한 압력상승을 방출하기 위한 안전밸브의 경우

<별표 1>

보온 · 보냉재의 열전도도

보온재의 평균온도(℃)	열전도도(kcal/hr · m ² · ℃/mm)					
	칼슘실리카	미네랄화이버	유리섬유	펄라이트	경량시멘트	중량시멘트
-32	-	-	-	-	446.4	1512.8
38	-	37.2	40.0	-	446.4	1488.0
93	55.8	44.6	-	68.2	446.4	1463.2
150	62.0	52.1	49.6	74.4	446.4	1438.4
200	68.2~81.8	-	-	81.8	446.4	1426.0
260	74.4~86.8	78.1	62.0	91.8	446.4	1401.2
315	81.8~94.2	-	-	99.2	446.4	1388.8
370	88.0~101.7	-	80.6	109.1	446.4	1364.0
425	116.6	-	-	-	446.4	1240.0
480	-	-	-	-	446.4	1326.8
540	-	-	-	-	446.4	1302.0
590	-	-	-	-	446.4	1277.2
650	-	-	-	-	446.4	1264.8
최고사용온도	870℃	650℃	650℃	650℃	870℃	1100℃