

소방배관 설계를 위한 기본지식

노 균 희*

1. 머리말

배관은 하나 또는 그 이상의 시스템(system)을 성하는데 있어 기기와 기기 사이에 필요 유체 수송하기 위한 수단으로 사용되는 것으로서, 체의 혈관과 같은 것이라고 생각할 수 있으며, 관의 설계는 설계자의 의도와 주위조건에 따라 시 다른 모양으로 설계가 되며, 설계자의 능력과 룬, 그리고 경험의 축적정도에 따라 얼마나 경제 이고 안전하며 보기좋은 배관 설계가 될 수 있는 결정된다고 볼 수 있다.

여기서는 일반배관의 구성요소를 간략하게 살펴 고 관(pipe)을 주로하여 소방배관 설계에 필요한 본지식을 논해보기로 한다.

2. 배관의 구성요소

배관의 구성요소로는 크게 관(pipe), fittings, 밸브(valve) 및 기타 부속류로 나누어 생각할 있다.

1) 관(Pipe)

관을 재질(Material)에 따라,

- 강관(Steel pipe): 탄소강관(Carbon steel pipe)
: 합금강관(Alloy steel pipe)
: 스테인레스강관(Stainless steel pipe)
- 주철관(Cast iron pipe): 주철관(Gray cast iron pipe)

: 닥타일관(Ductile iron pipe)

- 동관(Copper tube)
- PVC 관
- FRP 관(Fiberglass reinforced pipe)
- 콘크리트관 등으로 분류할 수 있으며, 강관의 경우 제조방법에 따라,
- 심관(Seam pipe), 심레스관(Seamless pipe)등으 로 구분할 수 있다.

시스템 설계에 있어 배관설계자는 유체의 특성 및 주변여건, 경제성 및 안전성을 고려하여 어떤재 질 및 규격의 관을 사용할 것인가를 결정해야 한다.

2) 피팅(Fittings)

피팅은 관을 연결시켜주는 이음매로서 그 종류가 매우 다양하며 그 기능 또한 각기 다르다.

피팅의 종류를 보면,

- 엘보우(Elbow); 90° 엘보, 45° 엘보
: 롱라지어스엘보우, 스탠다드 엘보, 숏라지어스 엘보
- 티(Tee); 스트레이트티
: 레듀우싱 티
- 레듀사(Reducer); 콘센트릭 레듀우서
: 엑센트릭 레듀우서
- 캡(Cap), - 유니온(Union), - 커플링(Coupling),
- 크로스(Cross), - 프러그(Plug)
- 스웨지니플(Swage nipple), - 프싱(Bushing) 등이 있다.

상기의 각 피팅은 관과의 연결방법에 따라

- 용접형 피팅: 맞대기 용접형 피팅
: 소켓 용접형 피팅

正會員: 南道엔지니어링所長, 消防技術士

-나사박기형 핏팅

으로 분류할 수 있고, 대체로 구경 65mm 이상의 핏팅은 맛데기 용접형 핏팅을 사용하고, 구경 50mm 이하의 핏팅은 소켓용접형 또는 나사박기형 핏팅을 사용한다.

또한 제조방법에 따라

-용접 핏팅(Welded fittings)

-단조 핏팅(Forged fittings)

-주조 핏팅(Cast fittings)으로 분류할 수 있다.

핏팅류 재질은 연결되는 관의 재질과 동등하거나 그 이상의 성능을 가진것을 사용해야 한다.



그림1. 맛데기 용접형 핏팅



그림2. 소켓용접형 핏팅



그림3. 나사박기형 핏팅

3) 밸브(Valve)

밸브는 관내로 흐르는 유체를 차단, 압력 또는 유량을 조정할 수 있는 기기로서 그 용도와 목적에 따라 다양한 형태의 밸브가 있다.

밸브를 일반적 형태별로 나누어 보면,

:게이트 밸브, 글로우버 밸브, 니들 밸브, 체크 밸브(스윙 체크, 리프트 체크 등),

볼 밸브, 버터플라이 밸브, 플러그 밸브

다이아프램 밸브, 안전 밸브 등이 있으며, 밸브 운전방법에 따라 수동 밸브, 자동 밸브로 나눌 수 있고 또한 시스템에 필요한 유량과 유체의 압력을 적절히 자동조정할 수 있는 기능을 가진 콘트롤 밸브(control valve)가 있다.

밸브의 몸체 재질별로 분류하여 보면

-강철 밸브 -단조강 밸브(Forged steel valve)

-주조강 밸브(Cast steel valve)

-주철 밸브(Iron valve)

-청동 밸브 등이 있다.

밸브와 관의 연결방법에 따라

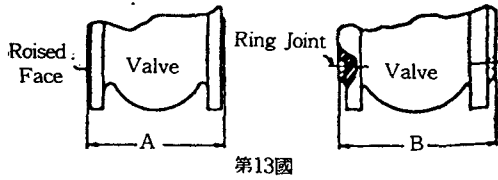
-용접형 밸브

:맛데기 용접형 밸브(Butt welded valve),

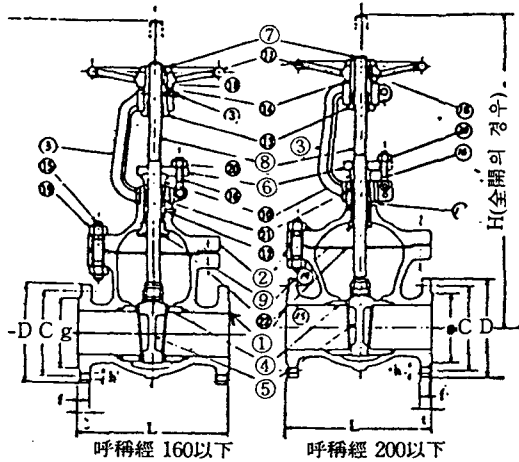
소켓 용접형 밸브(Socket welded valve),

-나사박기형 밸브(Threaded ends valve)

-플랜지형 밸브(Flanged ends valve)등이 있
 ㅏ.

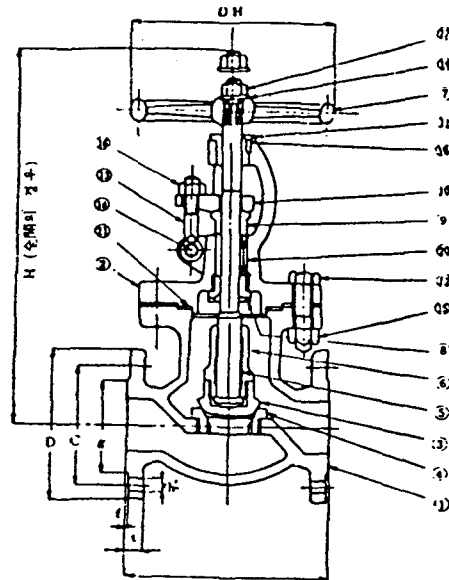


第13圖



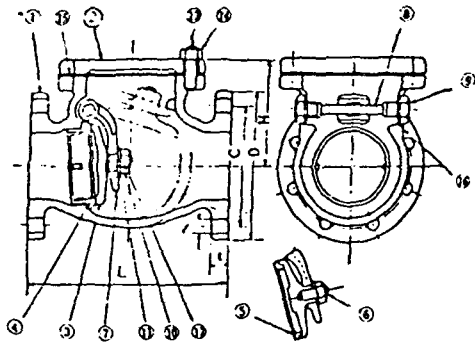
符號	部品名稱	材 料	硬 度
①	보 디 이	SCPH	2
②	본 네 트	SCPH	2
③	요 오 크	SCPH	2
④	디 스 크	SCPH	2
⑤	보 디 이 시 이 트 링	SCPH	2
⑥	그 랜 드 플 랜 지	SF	45
⑦	헨 드 휘 일 너 트	SF	45
⑧	스 템	SUS	403
⑨	본 네 트 푸 싱	SCS	420J
⑩	그 랜 드	SUS	420J
⑪	헨 드 휘 일	FCMB	28
⑫	랜 덤 링	SUS	420J
⑬	요 오 크 슬 리 이 브	10% Ni	靑銅
⑭	와 사	BC	6
⑮	본 네 트 볼 트	SCM	3
⑯	그 랜 드 볼 트	SF	45
⑰	플 러 그	SS	41
⑱	키 이	S	45C
⑲	본 네 트 너 트	S	45C
⑳	그 랜 드 너 트	SS	41
㉑	그 랜 드 패 킹	用途에 따라 指定	
㉒	개 스 케 트	用途에 따라 指定	
㉓	그 리 이 스 니 플	BS	BF

그림4. 플랜지형 게이트 밸브



符號	部品名稱	材 料	硬 度
①	보 디 이	SC	49
②	본 네 트	SC	49
③	디 스 크	SUS	420J
④	보 디 이 시 이 트 링	SUS	403
⑤	스 템	SUS	403
⑥	디 스 크 스템 링	SUS	420J
⑦	헨 드 휘 일	FCMB	28
⑧	본 베 드 푸 싱	SUS	420J
⑨	그 랜 드	SUS	53
⑩	그 랜 드 플 랜 지	SF	45
⑪	요 오 크 슬 리 이 브	10%Ni	靑銅
⑫	본 네 트 볼 트	SS	50
⑬	그 랜 드 볼 트	SF	45
⑭	그 랜 드 볼 트 핀	SS	41
⑮	본 네 트 너 트	SS	41
⑯	그 랜 드 너 트	SS	41
⑰	헨 드 휘 일 너 트	SS	41
⑱	세 트 스 크 우 류	SS	41
⑲	와 사	SS	41
㉑	그 랜 드 패 킹	用途에 따라 指定	
㉒	개 스 케 트	用途에 따라 指定	

그림5. 플랜지형 글로브 밸브



符號	部品名稱	材 料	硬 度
①	본 디 이	FC	20
②	본 네 트	FC	20
③	디 스 크	BC	7
④	보디이시이트링	BC	7
⑤	디 스크 볼트	BC	7
⑥	디 스크 볼트	BS	BF
⑦	아 퀴	BC	7
⑧	현 자	SUS	410
⑨	나 사 전	BS	BM
⑩	나 스크 너트	BS	BM
⑪	와 사	BSP	
⑫	편	BSW	
⑬	본 네 트 볼트	SS	41
⑭	본 네 트 너트	SS	41
⑮	시 이 트 패킹	用途에 따라 指定	
⑯	시 이 트 패킹	用途에 따라 指定	

그림6. 플렌지형 스윙 체크 밸브

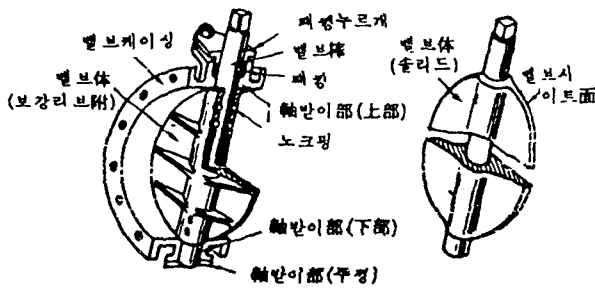


그림7. 버터플라이 밸브

4) 기타 부속류

배관에 필요한 부속류로는 플렌지, 개스켓, 볼트/넛트, 플렉시블 호스, 익스펜션 조인트, 스트레

나 등이 있다.

플렌지는 관과 밸브 또는 기기와 연결하는 부속으로 온도 및 압력정도에 따라 사용등급이 있다.

표1. 플렌지 등급(RATING)

단 격	플렌지 등급(RATING)
KS(JIS)	5K, 10K, 20K, 30K, 40K, 64K,
ANSI	150LB, 300LB, 400LB, 600LB, 800LB, 1500LB, 2500LB

그리고 플렌지면에 따라 플랫 페이스(flat face) 및 레이즈드 페이스(raised face)등으로 구분되며 배관과 연결방법에 따라

- 웰딩 넥(Welding neck) 플렌지
- 소켓웰딩(Socket welding) 플렌지
- 슬립 온(Slip on) 플렌지
- 나사박기(Thread) 플렌지
- 블라인드(Blind) 플렌지
- 랩 조인트(Lap joint) 플렌지 등으로 구분한다.

개스켓은 플렌지 연결에서 플렌지와 플렌지 사이에 끼워서 유체의 누설(Leak)을 방지하며 유체의 특성과 유체의 온도에 따라 적절한 형태 및 재질의 개스켓을 선택 사용하여야 한다. 개스켓의 재질로는 아스베스토스(asbestos), 고무(rubber), 금속판(metal)등 여러가지가 있으며, 유체의 특성 및 압력, 온도조건에 따라 재질선택에 신중을 기하여야 한다.

저압의 일반용수의 경우 아스베스토스, 해수(sea water)의 경우 천연고무를 많이 사용하며, 고온·고압의 물, 증기등의 플렌지 연결에는 스파이럴 윈드 메탈(spiral wound metal) 개스켓을 주로 사용한다.

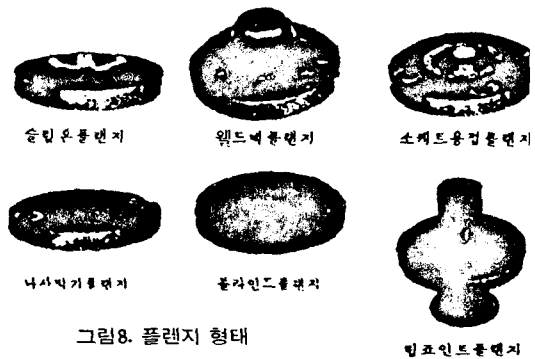


그림8. 플렌지 형태

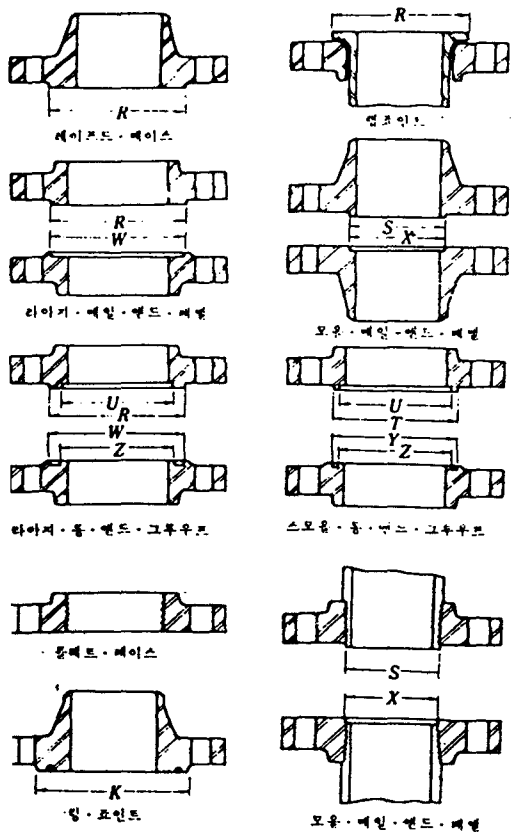


그림 9. 플렌지 페이스

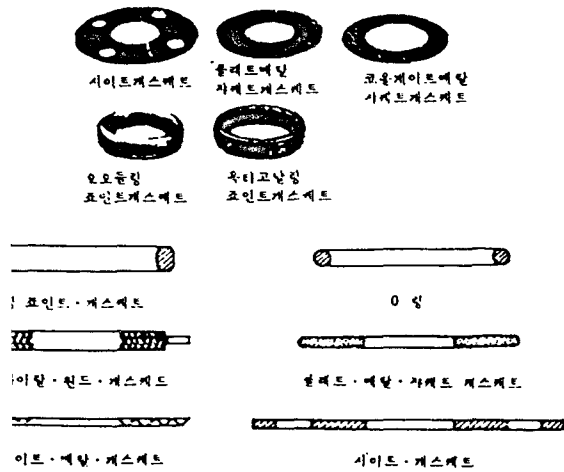


그림 10. 게스케트

3. 관(Pipe)

3.1 관의 호칭경(pipe nominal size)

관은 외경의 크기에 따른 호칭경이 있으며, 관의

표 2. SCH. 40 강관 외경 및 두께

稱號徑	外 徑		SCH 40					
	JIS	ANSI	두 께		內徑	重量		
B	A	m/m	인치	m/m	인치	m/m	kg	
1/2	6	10.5	0.405	10.3	0.068	1.7	7.1	0.369
1/4	8	13.8	0.540	13.7	0.088	2.2	9.4	0.629
3/8	10	17.3	0.675	17.1	0.091	2.3	12.7	0.851
1/2	15	21.7	0.840	21.3	0.109	2.8	16.1	1.31
3/4	20	27.2	1.050	26.7	0.113	2.9	21.4	1.74
1	25	34.0	1.315	33.4	0.133	3.4	27.2	2.57
1 1/4	32	42.7	1.660	42.2	0.140	3.6	36.5	3.47
1 1/2	40	48.6	1.900	48.3	0.145	3.7	41.2	4.10
2	50	60.5	2.375	60.3	0.154	3.9	52.7	5.44
2 1/2	65	76.3	2.875	73.6	0.203	5.2	65.9	9.12
3	80	89.1	3.500	88.9	0.216	5.5	78.1	11.3
3 1/2	90	101.6	4.000	101.6	0.226	5.7	90.2	13.5
4	100	114.3	4.500	114.3	0.237	6.0	102.3	16.0
5	125	139.8	5.563	141.3	0.258	6.6	126.6	21.7
6	150	165.2	6.625	168.2	0.280	7.1	151.0	27.7
8	200	216.3	8.625	219.1	0.322	8.2	199.9	42.1
10	250	267.4	10.75	273.1	0.365	9.3	248.8	59.2
12	300	318.5	12.75	323.9	0.406	10.3	297.9	78.3
14	350	355.6	14.00	355.6	0.438	11.1	333.4	94.3
16	400	406.4	16.00	406.4	0.500	12.7	381.0	123
18	450	457.2	18.00	457.2	0.562	14.3	428.6	156
20	500	508.0	20.00	508.0	0.593	15.1	477.8	184

호칭경은 밀리미터계와 인치계로 나눌 수 있다. 관의 호칭경은 실제 관의 외경과 다르며, 동일호칭경의 관 외경은 일정하며, 편의상 밀리미터계와 호칭경에 "A"인치계는 "B"를 붙여서 표기하기로 한다.

3.2 관의 두께(pipe thickness)

관은 호칭경에 따른 외경은 일정하나 그 두께에 따라 내경이 달라지며, 관의 두께를 나타내는 방법을 보면

1) 스케줄(schedule) 방식

이 방식은 관의 사용압력(P)와 허용응력(S)과의 비를 기준으로 하여 두께를 표시한 것으로 현재 SCH. 10-SCH. 160이 규정되어 있다.

$$SCH. No. = 10 \times \frac{P}{S}$$

$$t = \frac{PD}{175 S} + 2.54$$

여기서 P : 사용압력(kg/cm²)
 S : 허용능력(kg/mm²)
 D : 관의 외경(mm)
 t : 관의 두께(mm)

또한 오오스테 나이트계의 스텐레스 강관은 그 인장 강도가 다른 일반 탄소강관에 비하여 대단히 크므로 동일 스케줄번호의 두께에서는 여유가 많아 불경제적이므로 동일한 스케줄번호 뒤에 S를 붙여 두께를 약간 얇게한 스인 SCH. 을 사용한다.

노어벌 스케줄	SCH. 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160.
스인 스케줄	SCH. 5S, 10S, 20S, 30S, 40S, 60S, 80S

여기서 스케줄번호가 커질수록 강관의 두께는 두꺼워지고 반면 내경은 작아진다.

2) 웨이트 방식

이 방식은 관의 단위길이당 중량을 바탕으로 하여 규정한 방식으로서 다음의 3 종류로 표기한다.

- 스텐다아드 웨이트 : STD(Standard weight)
- 엑스트라 스트롱 : XS (Extra - strong)
- 더블 엑스트라 스트롱 : XXS(Double extra strong)

3) 밀리미터 방식

관의 실제 두께를 밀리미터(mm) 단위로 표기하는 방식이며, 특히 초고압 배관으로 상기 스케줄 방식이나 웨이트 방식으로 적용이 곤란한 경우 필요한 두께를 계산에 의하여 결정한다.

3.3 관의 재질

배관 설계시 관의 재질 선택은 유체의 온도, 압력 조건, 유체의 부식성 및 경제성등을 고려하여야 하며, 여기서는 일반적으로 많이 사용되는 지상 배관 및 지하배관 재질을 기술하기로 한다.

1) 지상배관 재질

- 탄소강관 : KSD 3507-SPP (JIS-SGP, ASTM-A120) - 일반 배관용
 KSD 3562-SPP (JIS-STPG, ASTM-A53) - 압력 배관용
 KSD 3570-SPHT (JIS-STPT, ASTM-A106) - 고온 배관용
 - 스텐레스강관 : KSD 3576-STS (JIS-SUS,

ASTM-A312)

2) 지하배관 재질

- 주철관 : 주철관(CAST IRON PIPE)
 : 닥타일관(DUCTILE IRON PIPE),
- 피복강관 : 폴리에틸렌 코팅강관
 : 아스팔트 코팅강관
- PVC 관
- FRP 관

3.4 관경(pipe size) 결정방법

관경의 결정시 고려되는 요인을 보면 유량, 유속 및 관의 총길이에 대한 압력손실 등이 있다. 어느 시스템이나 관내를 흐르는 유량이 우선 결정되며 이에 따른 유속과 압력손실을 계산하여 시스템을 만족시킬 수 있도록 관경을 결정해야 한다.

표3. 마찰 손실 계수
(Hazen and Williams C Constants)

Type of pipe	Values of C		
	High best - Low	Average value for clean new pipe	Commonly used value for design purposes
Cement - Asbestos Fibre	160 - 140	150	140
Bitumastic-enamel-lined iron or steel centrifugally applied	160 - 130	148	140
Cement-lined iron or steel centrifugally applied	-	150	140
Coper, brass, lead, tin or glass pipe and tubing	150 - 120	140	130
Wood-stave	145 - 110	120	110
Welded and seamless steel	150 - 80	140	100
Intenor riveted steel(no projecting rivets)	-	139	100
Wrought-iron, Cast-iron	150 - 80	130	100
Tar-coated cast-iron	145 - 50	130	100
Girth-riveted steel(projecting rivets in girth seams only)	-	130	100
Concrete	152 - 85	120	100
Full-riveted steel(projecting rivets in girth and horizontal seams)	-	115	100
Vitrified. Spiral-riveted steel(flow with lap)	-	110	100
Spiral-riveted steel(flow against lap) corrugated steel	-	100	90
	-	60	60

Value of C (100/C)	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60
	.47	.54	.62	.71	.84	1.0	1.22	1.50	1.93	2.57

동일관경에서 유체의 유속이 빠를수록 압력손실이 크며, 동일유량이 흐르는 관에서 관경이 작을수록 압력손실이 크다.

- 유량과 유속의 관계식

$$Q = A \times V$$

여기서 Q : 유량(M³)

A : 관내부 단면적(M²)

V : 유체의 속도(M)

- 압력 손실 수두 계산식(Hazen-Williams Eq.)

$$H_f = \frac{6.05 \times 10^6 \times Q^{1.85} \times L}{C^{1.55} \times D^{4.87}}$$

여기서 H_f : 배관 마찰 손실 수두(M)

Q : 유량(LPM)

L : 배관 총 상당길이(M)

D : 관의 내경(MM)

C : 마찰 손실 계수

3.5 관의 연결방법

관의 연결 방법은 관의 재질에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.

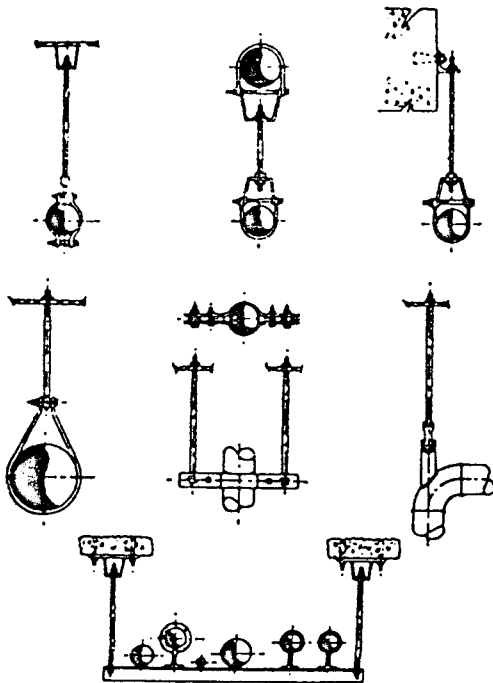


그림 11. 리지드 행거

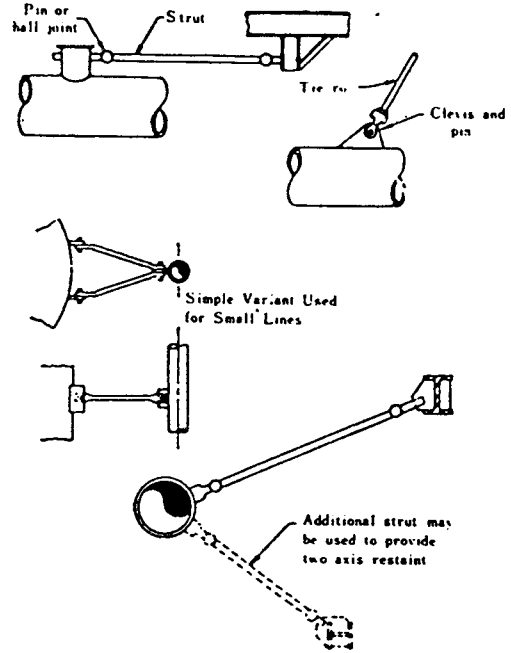


그림 12. 타이로드 및 조인트 스트레트에 의한 가이드

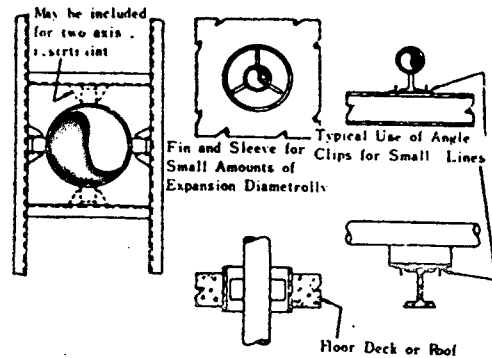


그림 13. 슬라이딩가이드

1) 강관

- 용접(welding)
 - ↳ 맞대기 용접(butt-welding)
 - ↳ 소켓 용접(socket-welding)
- 나사이음(thread connection)
- 플랜지 이음(flange connection)
- 커플링 이음(coupling connection)

2) 주철관

- 플랜지 이음(flange connection)
- 매카니컬 조인트(mechanical joint)
- 푸쉬온 조인트(push-on joint)

3.6 관의 지지

관의 지지는 지상 배관의 경우 처짐(deflection) 방지 및 이동을 방지하기 위한 수단으로서 행거(Hanger), 서포트(Support) 및 가이드(Guide)로 나눌 수 있다. 행거는 관을 상부에서 매여 다는 방법이고, 서포트는 관을 밑에서 받쳐 처짐을 방지하는 방법이고, 가이드(Guide)는 관의 축의 직각방향으로의 이동을 제어하는 방법을 의미한다.

- 행거 – Rigid hanger
 - Variable spring hanger
 - Constant spring hanger
- 서포트 – Pipe shoe
 - Roller support
 - Bracket
- 가이드 – Slide guide
 - Tie rod & joint