

배관 메뉴얼

1. 조인트의 종류

유동식 조인트

유동식 조인트는 배관의 신축, 팽창, 휨, 굽힘, 회전 기능을 발휘할 수 있는 구조로 되어 있습니다.

조인트 커버의 키(Key)가 파이프의 홈에 맞닿아 볼트, 너트 체결 후에도 키(Key) 부분이 파이프의 홈 너비만큼 움직일 수 있습니다.

키(Key)가 움직임에 따라 파이프 끝단과 끝단 사이에 유격(e)이 발생하며, 이 유격을 고려하여 배관함으로써 유동식 조인트의 특성을 충분히 발휘할 수 있습니다.

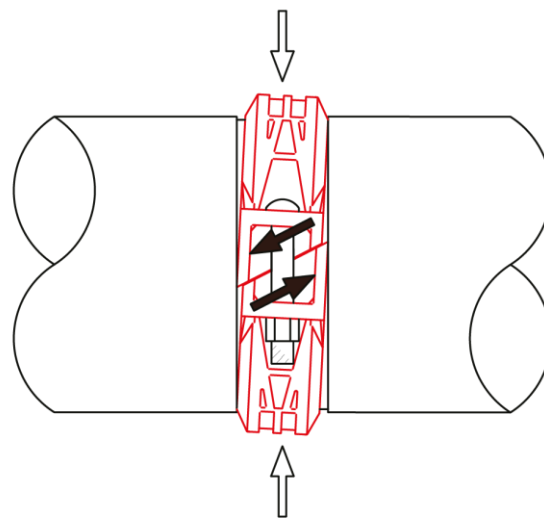
고정식 조인트

고정식 조인트는 조인트 커버가 맞닿는 부분이 앵글패드형으로 설계되어 파이프를 고정시켜 주는 역할을 합니다.

빗면의 힘에 의해 어긋난 조인트 커버의 키(Key)가 홈의 안쪽과 바깥쪽을 모두 잡아주므로 파이프의 고정된 연결이 가능합니다.

배관의 수축, 팽창, 휨, 굽힘 등의 움직임을 최소화할 필요가 있을 때 적용합니다.

그러나 고정식 조인트 배관에 수축, 팽창, 휨, 굽힘 등의 힘이 과도하게 작용할 경우 이러한 힘을 흡수할 수 있는 적절한 조치를 해야 합니다.

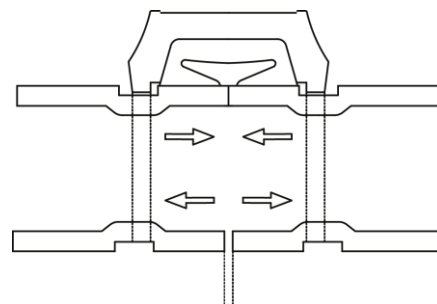
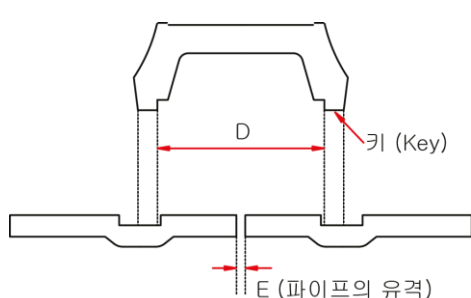


2. 배관의 신축과 팽창

배관의 신축, 팽창은 축력 및 온도 변화에 따라 발생한다.

이러한 배관의 변위를 조인트의 유격을 설정함으로써 조인트 부에서 흡수가 가능하며, 허용 최대 유격은 조인트의 각 규격별로 차이가 있습니다.

조인트 부의 허용 유격(E)은 당사 카탈로그의 허용 유격(E)치수에 기재되어 있으나 그 치수는 최대치로서 실제의 설계, 시공에 있어서는 다음과 같이 약간의 허용치를 감해주는 것이 바람직합니다. 파이프 절단에 따른 절단 길이 공차 역시 직접적인 영향이 있으므로 절단 시 유의하여 절단되어야 합니다.



관단부 유격(E) 설정에 따른 조인트의 기능

유동식 조인트는 조인트에 연결된 파이프의 유격(E)의 설정에 따라 신축, 팽창, 휨, 굽힘과 같은 기능적 특징을 발휘합니다.

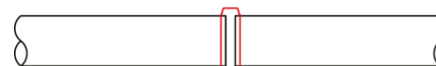
따라서 고정되어 있는 배관의 경우 이러한 현상이 조인트에서 충분히 흡수될 수 있도록 파이프의 유격(E)을 고려하여 배관하여야 하고 고정되지 않은 배관의 경우 조인트 접속부에 과도한 하중이 걸리지 않도록 적절한 조치가 필요합니다.



E=MAX(팽창, 휨, 굽힘 불가)



E=MIN(수축, 휨, 굽힘 불가)



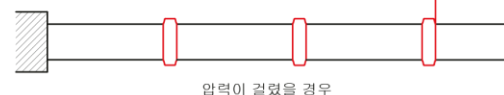
E=적절한 유격(신축, 팽창, 휨, 굽힘 가능 : 이상적)

배관내 압력에 의한 파이프의 신축, 팽창

아래의 그림에서 보는 바와 같이 조인트 파이프 시스템에 압력이 미치면 파이프는 조인트 접속부의 허용 유격만큼 팽창하게 됩니다.

이러한 파이프의 움직임에 의해 배관이나 기기장치에 영향이 미치지 않는가를 확인해야 합니다.

또한 배관의 온도 변화에 따른 수축과 팽창의 길이도 고려해야 합니다.



2. 배관의 신축과 팽창

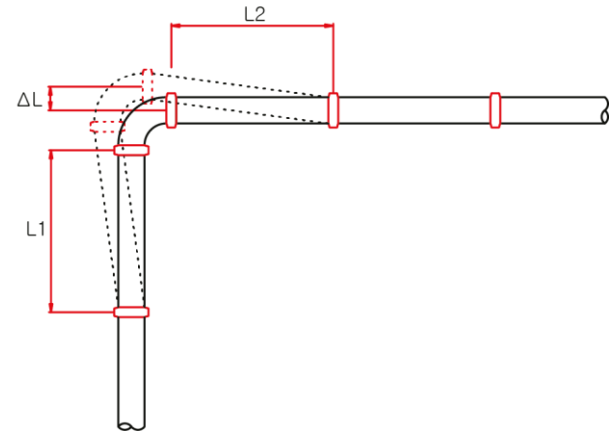
배관의 방향이 바뀌는 부분에서의 파이프의 신축, 팽창

곡선(Elbow)배관에서 배관내 압력에 의한 신축, 팽창은 다음의 그림과 같이 파이프의 움직임이 발생할 수 있습니다.

이때 A,D 조인트 접속부에서는 힘, 굽힘의 움직임이 동시에 발생합니다.

그러므로 곡선(Elbow)부분에서의 고정 및 지지가 안정적인지, 파이프의 편심량에 따른 L1, L2의 길이가 적절한가를 확인해야 합니다.

만약 예상되는 파이프의 움직임이 조인트 접속부에서 흡수할 수 있는 범위를 벗어나는 경우 X 또는 Y 지점을 고정할 수 있도록 해야 합니다.

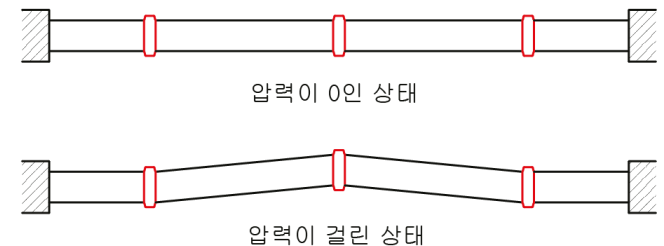


배관의 고정시 조인트 접속부의 신축, 팽창

그림과 같이 배관의 양끝이 고정된 경우 배관내 압력에 의해 조인트 접속부가 휘어지는 현상이 발생하게 됩니다.

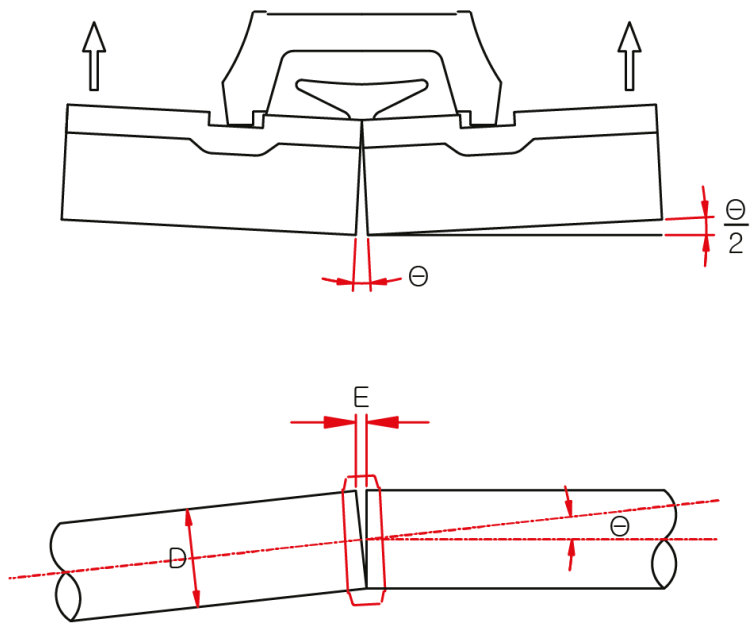
이러한 파이프의 움직임은 조인트 접속부에서 충분히 흡수할 수 있는 변위만큼만 발생하므로 배관 시스템에는 영향을 미치지 않습니다.

그러나 배관의 움직임에 의해 주변 구조물이나 기기장치에 영향이 미치지 않는가를 고려하여 적절한 고정과 지지를 해야 합니다.



3. 배관의 굽힘, 휨 작용과 편심

유동식 조인트는 약간의 허용 굽힘각을 허용할 수 있도록 설계되어 있습니다. 조인트의 허용 굽힘각은 다음과 같은 공식으로 구할 수 있습니다.



$$\theta = \tan^{-1} E / OD$$

θ =최대허용 굽힘각 G =최대 허용 유격 OD =파이프 외경

배관의 편심

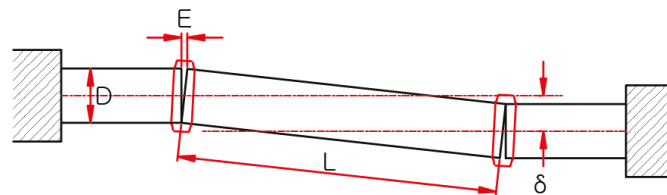
배관의 편심은 최소 2개의 조인트가 필요하며, 각 조인트가 지니고 있는 허용각도의 범위내에 있다면 편심량의 조정이 가능합니다.

배관의 편심량은 아래와 같이 구할 수 있습니다.

$$\delta = \theta L / OD \text{ 또는 } \delta = L \sin \theta / \delta = \text{편심량}$$

예) 100A 파이프 6m인 경우, 파이프의 외경 $OD=114.3\text{mm}$

100A 조인트의 허용 각도 1.60° / 편심량 $\delta = 6000 \times \sin 1.60^\circ$



3. 배관의 굽힘, 휨 작용과 편심

배관의 신축, 팽창과 편심이 동시에 발생하는 경우

유동식 조인트는 최대 허용 각도와 최대 허용 유격을 동시에 흡수할 수는 없습니다.

그러므로 배관이 신축, 팽창 및 편심이 동시에 발생할 수 있는 경우 조인트 접속부에서 이러한 응력을 각각 분담할 수 있도록 조인트의 수량을 증가시켜야 합니다.



편심이 발생하는 경우

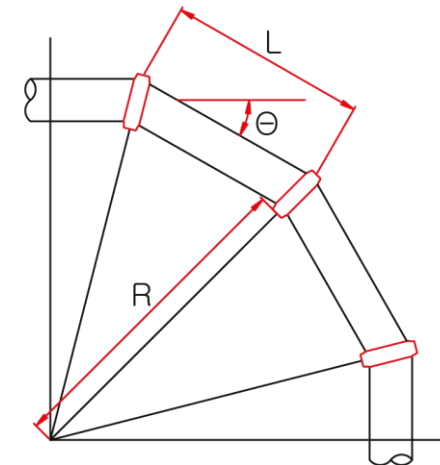


신축, 팽창, 편심이 동시에 발생하는 경우

곡선 배관

원형 경기장, 커브길과 같은 배관의 경우 조인트의 허용각도를 이용하여 곡관을 이용하지 않고 직관 만으로도 배관이 가능합니다.

단, 조인트의 허용각도가 배관의 굴곡을 포용할 수 있는 범위 내에서 시공을 해야 하며, 이러한 배관은 중심축에 대해 굽어진 조인트 부분에 복원력이 작용하기 때문에 적절한 고정이 필요합니다. 따라서 조인트의 굽힘, 신축 기능을 필요로 하는 경우 정확한 계산 후 충분한 여유 치수를 고려하여 조인트를 설치해야만 이러한 작용을 효과적으로 흡수할 수 있습니다.



$$R = L / (2 \times \tan \theta / 2)$$

R = 곡률반경

배관의 회전

유동식 조인트는 배관의 회전이 가능케 하므로, 배관 설치 후 배관의 회전이 필요할 경우 쉽게 조절이 가능합니다.

그러나 지속적인 배관의 회전이 발생할 수 있는 부분에는 적절한 고정이 필요합니다.

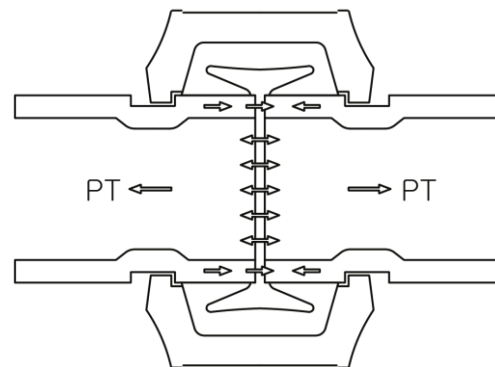
4. 배관의 축력과 온도 팽창

배관의 축력

배관 내 압력이 미치게 되면 조인트가 체결된 관단부에서 파이프를 바깥쪽으로 밀어내는 힘이 작용하는데 이 힘을 배관의 축력이라 합니다.

축력은 파이프 및 조인트에 영향을 미치게 되며, 조인트의 최대 사용압력을 결정하는 중요한 요소입니다.

축력은 배관내 압력과 배관의 관경에 따라 달라지며, 다음과 같은 공식으로 계산할 수 있습니다.



$$PT = \pi/4 \times OD^2 \times P$$

PT=축력 OD=파이프 외경
P=배관내 압력

압력에 따른 축력 환산표

관경(A)	파이프 외경	압력kgf/cm ²								
		1	2	5	7.5	10	12.5	15	20	30
50	60.5	0.03	0.06	0.14	0.22	0.29	0.36	0.43	0.57	0.86
65	76.3	0.05	0.09	0.23	0.34	0.46	0.57	0.69	0.91	1.37
80	89.1	0.06	0.12	0.31	0.47	0.62	0.78	0.94	1.25	1.87
100	114.3	0.10	0.21	0.51	0.77	1.03	1.28	1.54	2.05	3.08
125	139.7	0.15	0.31	0.77	1.15	1.53	1.92	2.30	3.07	4.60
150	165.2	0.21	0.43	1.07	1.61	2.14	2.68	3.22	4.29	6.43
200	216.3	0.37	0.73	1.84	2.76	3.67	4.59	5.51	7.35	11.02
250	267.4	0.56	1.12	2.81	4.21	5.62	7.02	8.42	11.23	16.85
300	318.5	0.80	1.59	3.98	5.98	7.97	9.96	11.95	15.93	23.90
350	355.6	0.99	1.99	4.97	7.45	9.93	12.41	14.90	19.86	29.79
400	406.4	1.30	2.59	6.49	9.73	12.97	16.21	19.46	25.94	38.92
450	457.2	1.64	3.28	8.21	12.31	16.42	20.52	24.63	32.83	49.25
500	508.0	2.03	4.05	10.13	15.20	20.27	25.34	30.40	40.54	60.80
600	609.6	2.92	5.84	14.59	21.89	29.19	36.48	43.78	58.37	87.56

4. 배관의 축력과 온도 팽창

배관의 온도변화에 따른 변위

배관은 온도변화에 따라 신축, 팽창의 변위가 발생합니다.

이러한 온도변화에 따른 변위는 유동식 조인트를 적용함으로써 흡수가 가능합니다.

배관의 온도변화에 따른 변위량은 다음과 같은 공식으로 계산할 수 있습니다.

$$\lambda = L \times \alpha \times \Delta t$$

λ =파이프의 신축량 α =열적 선팽창 계수 L =파이프 길이 Δt =온도차

*열적 선팽창 계수: 카본 스틸: 12×10^{-5} / 스테인리스: 17×10^{-5}

온도변화에 따른 배관의 신축량

온도차(°C)	관길이(m)									
	1		3		6		9		12	
	카본스틸	스테인리스	카본스틸	스테인리스	카본스틸	스테인리스	카본스틸	스테인리스	카본스틸	스테인리스
10	0.12	0.17	0.36	0.51	0.72	1.02	1.08	1.53	1.44	2.04
20	0.24	0.34	0.72	1.02	1.44	2.04	2.16	3.06	2.88	4.08
30	0.36	0.51	1.08	1.53	2.16	3.06	3.24	4.59	4.32	6.12
40	0.48	0.68	1.44	2.04	2.88	4.08	4.32	6.12	5.76	8.16
50	0.60	0.85	1.80	2.55	3.60	5.10	5.40	7.65	7.20	10.20
60	0.72	1.02	2.16	3.06	4.32	6.12	6.48	9.18	8.64	12.24
70	0.84	1.19	2.52	3.57	5.04	7.14	7.56	10.71	10.08	14.28
80	0.96	1.36	2.88	4.08	5.76	8.16	8.64	12.24	11.52	16.32
90	1.08	1.53	3.24	4.59	6.48	9.18	9.72	13.77	12.96	18.36
100	1.20	1.70	3.60	5.10	7.20	10.20	10.80	15.30	14.40	20.40

5. 배관의 고정과 지지

층간 변위 및 수평 방향의 가속도에 의해 발생하는 응력을 검토하여 배관이 처지거나 진동이 발생하지 않도록 고정 또는 지지가 필요합니다.

홈조인트 배관 공법 역시 배관재의 중량이나 과도한 응력이 미치지 않도록 유의하여 고정과 지지를 해야 합니다.

고정식 조인트의 행거 설치 간격

구분	관종	관경(A)	간격
입상관	카본스틸강관 스테인리스관		각 층에 1개소 이상
횡주관	카본스틸강관	20A 이하	1.8m 이내
		25A~40A	2.0m 이내
		50A~80A	3.0m 이내
		100A~150A	4.0m 이내
		200A 이상	5.0m 이내
	스테인리스관	20A 이하	1.0m 이내
		25A~40A	1.5m 이내
		50A	2.0m 이내
		65A~100A	2.5m 이내
		125A 이상	3.0m 이내

*입상관의 하단부는 관의 총중량에 의하여 하단부 곡관의 처짐 또는 곡관의 자중에 의한 하단부의 처짐이 발생되지 않도록 지지철물 및 콘크리트 받침대로 고정

유동식 조인트의 행거 설치 간격

유동식 조인트의 경우에도 상기의 표와 같이 행거 설치 간격을 유지하되 유동식 조인트 배관의 유동성을 고려하여 고정 및 지지 위치를 변경 또는 추가해야 합니다.

유동식 조인트 배관의 경우 고정과 지지가 적절치 못하면 배관내 압력에 의해 Snaking 현상이 발생할 수 있습니다.

6. 홈조인트 공법을 적용한 배관(횡주)

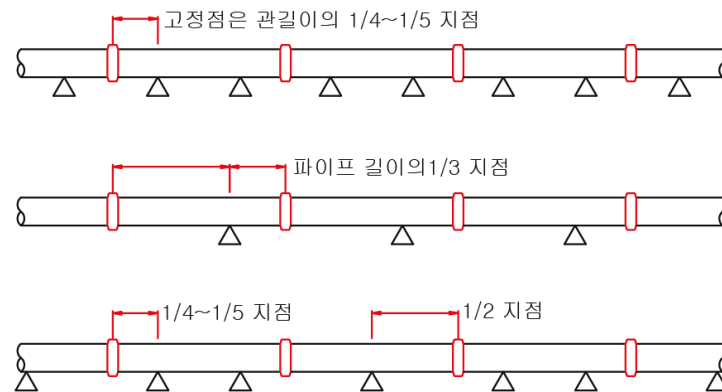
예1.

그림과 같이 지지대 위에 배관을 설치하면 조인트 접속부에 미치는 배관의 하중을 감소시키고 배관의 진동을 방지할 수 있습니다.

따라서 지지대는 적어도 파이프 1본당 1개소 이상을 설치하는 것이 바람직합니다.

유동식 조인트를 사용할 경우 신축, 팽창 및 굽힘, 휨 등의 응력을 고려하여 지지대를 설치합니다.

공중에 설치하는 배관 역시 행거 등을 이용하여 같은 방법으로 시공합니다.



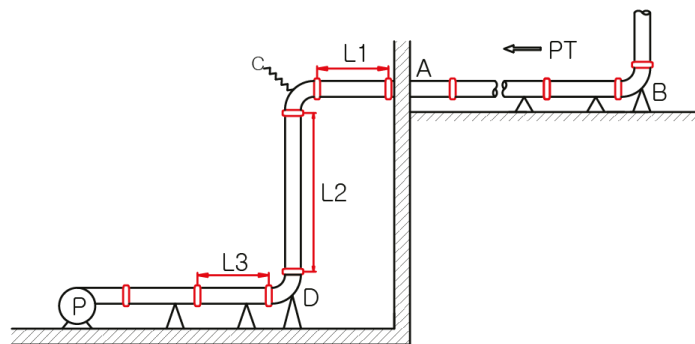
예2.

그림과 같은 배관의 경우 엘보가 설치되어 있는 고정점B에 작용하는 힘에 의해 A방향으로 축력이 작용하게 됩니다.

따라서 A부분을 고정하면 이러한 축력에 의해 배관이 A방향으로 팽창하는 것을 방지할 수 있습니다.

또한 C지점은 행거 등으로 지지를 하고 D지점은 기본적으로 지지대를 설치해야 합니다.

배관의 변위를 효과적으로 흡수할 수 있도록 L1, L2, L3 파이프는 예상되는 파이프의 변위에 대응이 가능하도록 적절한 길이로 설치해야 합니다.



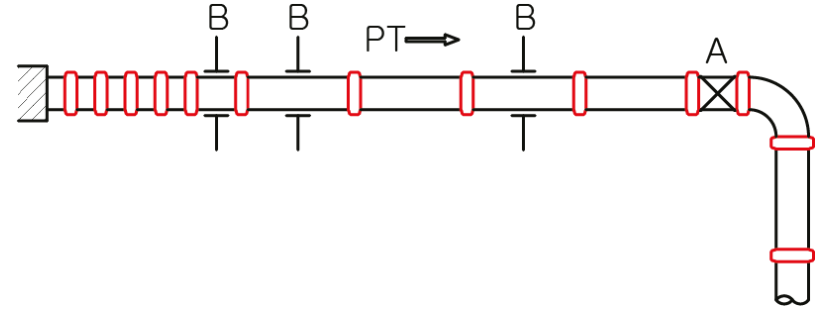
6. 홈조인트 공법을 적용한 배관(횡주)

예3.

그림과 같은 형태의 탱크 및 펌프 주위 배관의 경우 배관내 압력이 가해지면 축력에 의해 배관이 팽창하게 됩니다.

이러한 작용은 배관의 Snaking 현상 및 엘보 부분에 응력이 집중되어 문제가 발생할 수 있습니다.

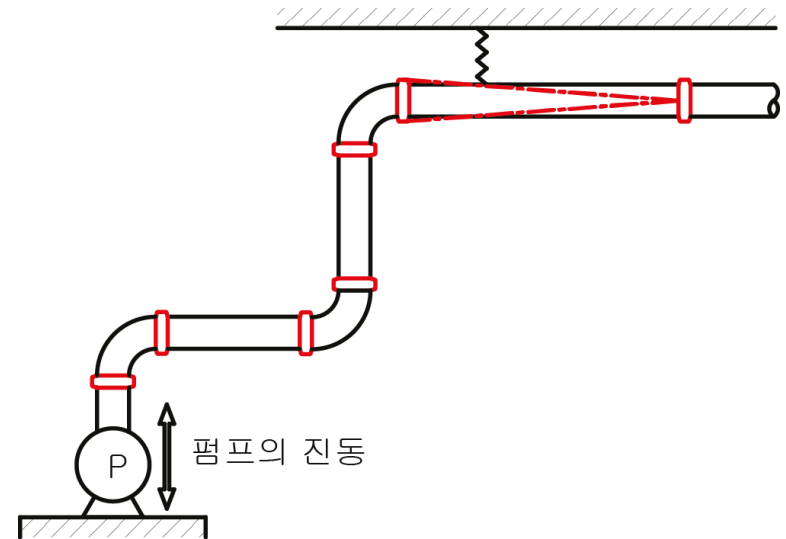
그러므로 A지점을 고정하고 B지점의 지지가 필요합니다.



예4.

그림과 같이 펌프의 작동에 의해 배관의 진동이 예상되는 경우 유동식 행거 또는 고정 지지대를 설치해야 합니다.

조인트는 펌프의 진동에 의해 발생하는 편차를 흡수할 수 있어야 하고 특히 굽혀지는 부분에 미치는 힘이 배관이나 다른 부분에 전달되지 않도록 해야 합니다.

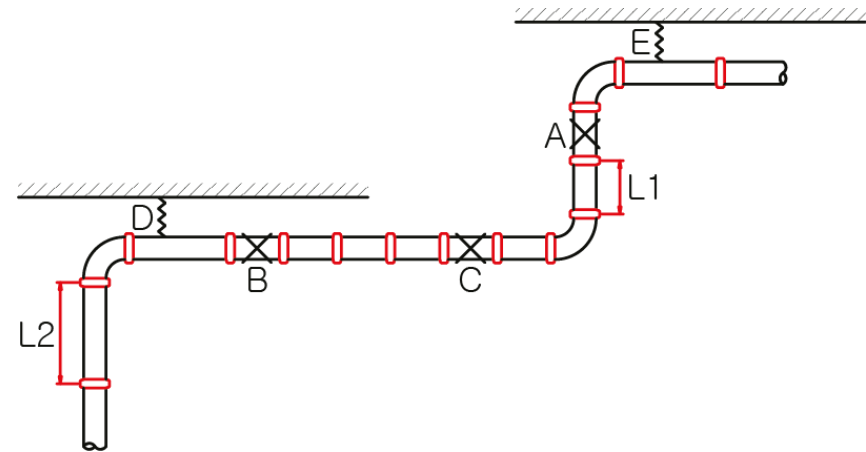


6. 홈조인트 공법을 적용한 배관(횡주)

예5.

그림과 같은 경우는 A지점의 고정부가 입상관을 지지하고 있고 D,E지점에 유동식 행거를 사용하여 배관의 중량을 지지하고 아울러 입상관의 유동이 가능하도록 설치되어 있습니다.

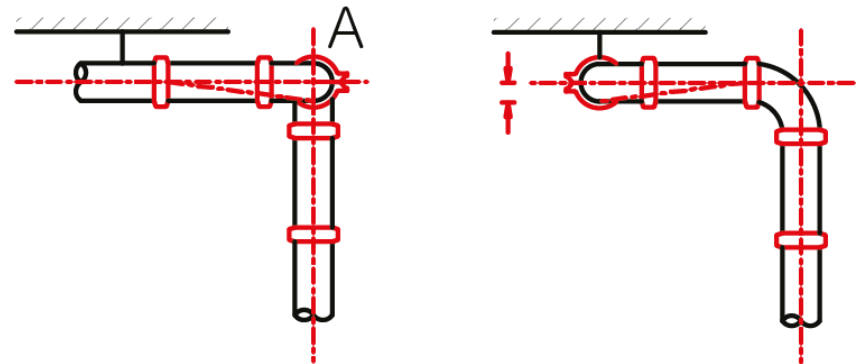
파이프의 유동에 대응하기 위한 L1, L2의 파이프 길이가 부족할 경우에는 횡주관의 B, C지점에 고정 이 필요하게 된다. 이 경우 B, C지점의 고정은 모든 배관의 축력에 견디도록 설치되어야 합니다.



예6.

공중에 매달려 있는 횡주관의 경우 조인트의 편심 작용에 의해 배관이 처지는 경우가 발생합니다.

이 경우 A지점의 엘보를 지지하여 이를 방지할 수 있습니다.



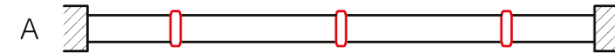
6. 홈조인트 공법을 적용한 배관(횡주)

예7.

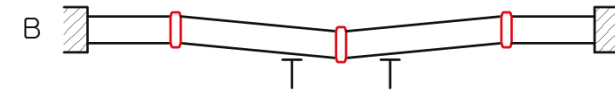
그림과 같이 고정되어 있는 배관에서 축력이 발생하게 되면 배관의 움직임에 대한 지지가 필요합니다.

지지대를 설치함으로써 인접해 있는 설비기기 등에 영향을 미치지 않도록 해야 하며 C와 같은 작은 파이프 행가로는 배관의 유동을 충분히 지지하지 못하기 때문에

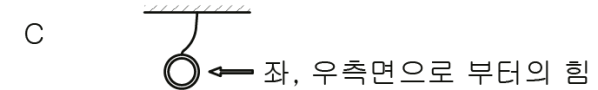
확고한 고정 또는 지지가 필요합니다.



압력이 0인 경우



압력이 걸렸을 경우



예8.

그림과 같은 배관은 고정점이 없어 배관에 작용하는 축력에 의해 조인트 접속부의 유격이 최대로 되어 파이프의 유동이 발생합니다.

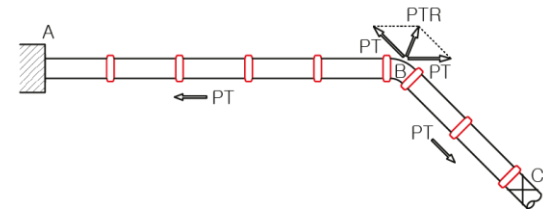
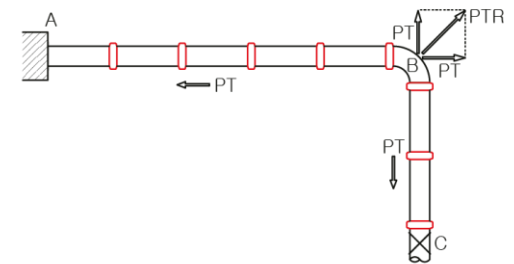
이러한 파이프의 유동을 방지하기 위해 B지점에 고정이 필요합니다.

고정점은 배관의 관망부 또는 방향이 변하는 곳(엘보)에 설치하여 모든 축력과 파이프의 유동을 효과적으로 억제할 수 있어야 합니다.

이때 B지점에 미치는 힘을 축력에 의한 반력이라 하며, 다음과 같은 공식으로 계산할 수 있습니다.

$$PTR = 2PT \tan \theta / 2$$

PTR(Pressure Thrust Resultant)=반력 PT=축력



6. 홈조인트 공법을 적용한 배관(입상)

입상관의 고정과 지지에 대해서는 기본적으로 다음의 4가지 방법으로 고정과 지지를 합니다.

1. 파이프 1분으로 고정하여 가는 방법
2. 각 구역별로 필요한 신축량, 변위량을 계산하여 고정과 지지를 하는 방법
3. 아래서부터 위로 올리며 부분적으로 조정관을 삽입하는 방법
4. 위에서부터 아래로 배관하며 고정 및 지지를 하는 방법

상기 방법 중 어떠한 방법을 적용할 것인가는 현장여건, 배관의 성격, 시공 비용 등에 따라 다르지만 중요한 점은 압력에 의해 발생하는 축력으로부터 배관의 팽창을 어떻게 흡수할 것인지, 또는 온도차에 의한 배관의 신축, 팽창 및 기타 배관의 변위에 대해 배관이 적절하게 대응할 수 있도록 설계, 시공하는 것입니다.

또한 입상관에서 분기 접속되는 경우 내부의 유체, 배관 중량에 대한 강도의 안전성은 확인되어 있는지 등의 문제점을 고려해야 합니다.

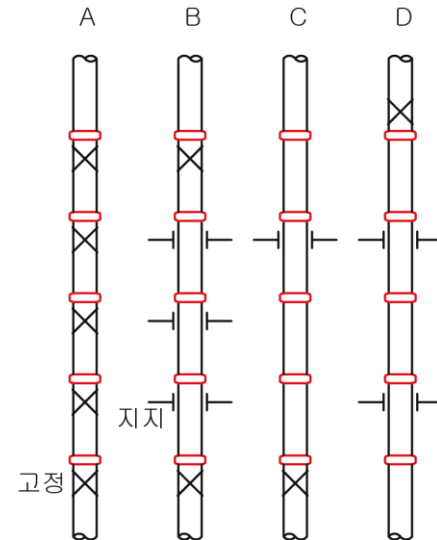
예1.

그림 A, B, C, D는 분기 접속이 없는 입상관의 기본적인 고정과 지지 방법입니다.

파이프 1분당 길이는 6m이하로 하며 가이드, 지지대의 위치는 조인트로부터 파이프 길이의 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ 하부에 설치합니다.

지지 개소는 b와 같이 파이프 1분당 1개소가 이상적이지만 배관의 조건에 따라 2~3분에 1개소로 할 수도 있습니다.

또한 조인트의 유격(b)에 유의하여 파이프를 설치하여야 합니다.



6. 홈조인트 공법을 적용한 배관(입상)

예2.

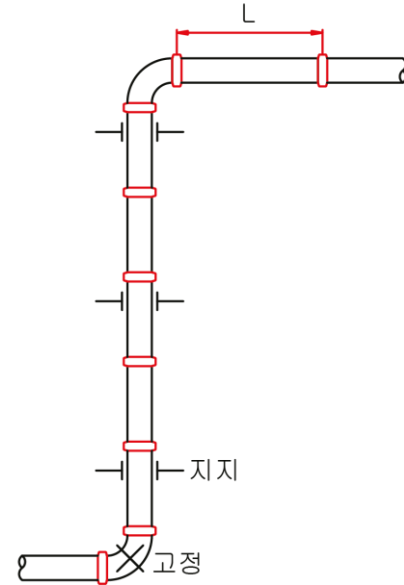
그림은 아래부분에 설치된 고정점이 파이프와 유체의 총중량을 지지하도록 된 배관입니다.

이 경우 입상관이 굽어지는 현상을 방지하기 위해 적절한 가이드를 설치할 필요가 있습니다.

상부의 L길이는 파이프의 축력 및 열에 의한 팽창에 대응하여 조절이 가능하도록 충분한 길이로 설치해야 합니다.

또한 AB부분이 조인트의 허용 굽힘 각도 이상으로 변위가 발생하는 경우 이러한 변위를 억제할 수 있도록 고정이 필요하므로 설계시 정확한 계산이 필요합니다.

이러한 배관 방식은 하부로 부터 배관이 올라가는 형태이므로 시공하기가 용이하고 시공비를 절감할 수 있어 많이 적용되는 방식입니다.

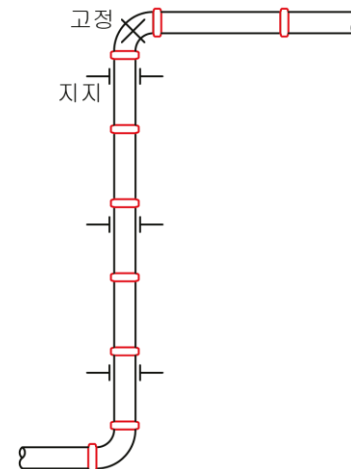


예3.

그림은 배관의 상부의 고정점이 배관의 하중과 축력을 지지하는 형태로서 관말 부분의 유격 역시 최대한 벌어지게 됩니다.

이 경우 또한 적절한 간격으로 가이드가 필요하며, 위에서 아래로 내려오는 배관 형태이므로

조인트의 강도와 배관 중량을 고려하여 확실한 고정과 지지를 통해 배관에 미치는 변위를 분산시킬 필요가 있습니다.



6. 홈조인트 공법을 적용한 배관(입상)

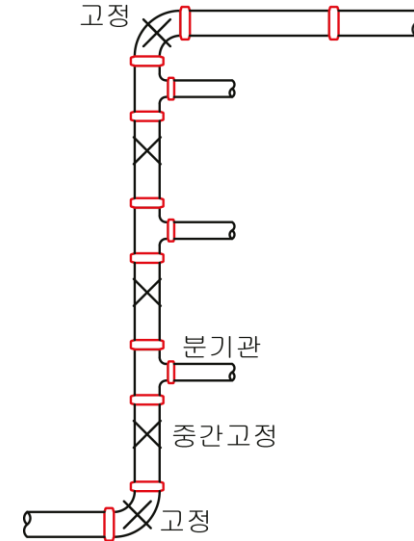
예4.

그림과 같이 분기 접속관이 있는 입상관은 축력 및 온도차에 의한 배관의 신축, 팽창으로 분기 접속부에 영향을 미치게 됩니다.

따라서 배관의 하부에 축력과 배관 하중을 지지할 수 있도록 고정점A를 설치하고, 축력에 의해 배관의 상부에 미치는 응력에 대응할 수 있도록 고정점B를 설치합니다.

또한 A, B의 고정만으로도 배관의 하중 및 변위를 지지하는 것이 가능하지만 중간 고정점C를 설치하여 배관의 수평적인 변위를 방지하는 것도 중요합니다.

중간 고정은 적어도 파이프 1본당 1개소가 필요합니다.

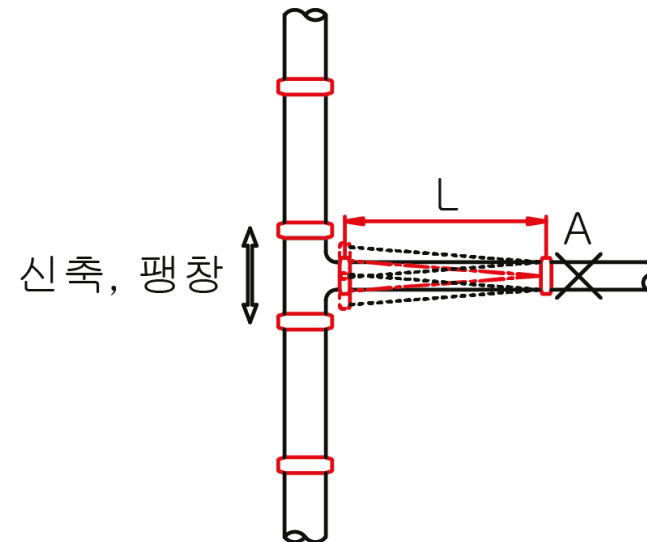


예5.

그림과 같이 분기 접속관은 입상관의 축력 또는 온도차에 의한 신축, 팽창에 의해 영향을 받으므로

이를 흡수하기 위해 적어도 2개소 이상의 조인트 접속이 필요하며 충분한 파이프의 길이(L)가 필요합니다.

또한 이러한 배관은 A지점을 고정할 필요가 있습니다.



6. 홈조인트 공법을 적용한 배관(입상)

예6.

고층 건물의 배관의 입상관에서의 분기 접속관은 건물의 풍하중이나 지진하중에 의한 층간 변위가 발생할 수 있습니다.

따라서 입상관의 변위는 각 층에 2개의 조인트로서 흡수하고, 분기된 배관 역시 2개의 조인트로서 변위를 흡수할 수 있습니다.

그림과 같은 배관은 층간 변위에 대해 효과적으로 대응할 수 있으며, 또한 간편하고 안전하게 배관의 유지 보수가 가능하여 쾌적한 공사 환경을 제공합니다.

