

배관의 열팽창 계산 및 보정

배관, 기계, 구조물 및 건물을 포함한 모든 소재는 온도의 변화에 따라 치수의 변화를 일으킵니다. 본 보고서에는 열팽창과 수축을 보정하기 위해 필요한 고려 사항이 제시되어 있습니다. 기타 원인(예: 지진 등)에 의한 움직임 또한 열에 의한 배관의 신축에 추가되어야 합니다. 온도 변화에 노출된 배관은 스트레스 상태에 놓이게 되며, 구성품 또는 장비를 손상시킬 위험이 있는 반력이 발생할 수 있습니다.

이러한 배관의 움직임을 보정하기 위한 통상적인 세가지 방법으로는 1) 익스펜션 조인트의 설치, 2) 여러 외부요인을 고려한 가운데 필요에 따라 앙카 및 가이드를 사용하여 시스템이 "free-float" 하도록 함으로써 배관이 원하는 방향으로 움직일 수 있도록 하는 방법, 또는 3) 플렉시블 그루브 커플링의 선형 이동/변형 능력을 활용하는 방법이 있습니다.

이러한 방법의 선택은 배관 시스템의 종류 및 설계자의 선호도에 따라 달라집니다. 모든 시스템 설계를 제시하는 것은 불가능하므로 본 자료는 그루브 배관 방식의 기계적 장점 및 그러한 방식이 어떻게 배관 시스템 설계자에게 유익하게 사용될 수 있는지에 대하여 정확한 정보를 전달할 목적으로 작성되었습니다. 이에 대한 예제들은 아이디어의 축진을 위해 제시되어 있으며, 특정한 시스템을 위한 권장 사항으로 간주되어서는 않습니다.

열팽창의 보정을 위한 첫 번째 단계는 설계된 방향으로 배관 시스템이 얼마나 큰 선형적 길이 변화를 일으킬 것인지를 적절한 안전 인자를 감안하여 정확히 계산하는 것입니다. 표 1에는 길이가 100피트인 배관의 실제 팽창율이 가장 통상적인 배관 소재(탄소강, 스테인레스 및 동관)를 각각 상이한 온도 조건 하에서 계산하였으며, 그 결과가 제시되어 있습니다. 다른 소재로 만들어진 배관의 경우, 수치가 상이하기 때문에 이 값을 적용해서는 안 됩니다. 팽창계수는 다른 출처로부터 입수한 수치와 5% 이상 차이가 날 수 있으며, 이러한 점은 주의해야 할 사항입니다. 표 1의 사용 방법에 대한 한 가지 예를 들면 다음과 같습니다.

제시조건: 240-피트 길이의 탄소강관
 최고 사용 온도 = 220° F (104° C)
 최저 사용 온도 = 40° F (4° C)
 설치시의 온도 = 80° F (26° C)

참고: 해당 온도 하에서 최대한의 수명을 확보하려면 적절한 가스켓의 선택이 필수적입니다. 최신 Victaulic 가스켓 선택 지침에 수록된 권고 사항을 항상 참조하시기 바랍니다.

계산: 표 1로부터 구한 탄소강관의 팽창율

220° F (104° C) 탄소강관 100피트 당 1.680인치
 40° F (4° C) 탄소강관 100피트 당 0.300인치

차이: 40° F(4° C) ~ 220° (104° C)F의 온도에서 탄소강관 100피트 당 1.380인치

따라서, 240-피트의 배관 = $\frac{240}{100} (1.380) = 3.312$ 인치

이렇게 계산된 3.312인치팽창은 극한의 사용 조건하의 추정 오차등을 보정하기 위한 적절한 안전계수를 적용해야 하며, 안전계수는 시스템 설계자의 결정에 따라 달라집니다. 본 예제는 안전계수를 적용하지 않은 상태로 계산되었습니다.

설치시의 익스펜션 조인트 위치 결정:

추운 기후 조건에서의 설치(80° F ~ 40° F)

80° F (26° C) 100피트 당 0.580인치
 40° F (4° C) 100피트 당 0.300인치

차이: 100피트 당 0.280인치 또는 240피트 당 0.672인치

더운 기후 조건에서의 설치(80° F ~ 220° F)

220° F(104° C) 100피트 당 1.680인치.
 80° F(26° C) 100피트 당 0.580인치.

차이: 100피트 당 1.100인치 또는 240피트 당 2.640인치

따라서, 80° F (26° C)에서 설치를 할 때에는 최소 0.672인치의 배관 수축 및 최소 2.640인치의 배관 팽창에 견딜 수 있는 익스펜션 조인트가 설치되어야 합니다.

표 1

온도 ° F / ° C	배관의 열팽창 100피트 당 인치 100미터 당 mm			온도 ° F / ° C	배관의 열팽창 100피트 당 인치 100미터 당 mm		
	탄소강	동	스테인레스		탄소강	동	스테인레스
-40	-0.288	-0.421	-0.461	180	1.360	2.051	2.074
-40	-24.0	-35.1	-38.4	82	113.2	170.9	172.9
-20	-0.145	-0.210	-0.230	200	1.520	2.296	2.304
-28	-12.1	-17.4	-19.0	93	126.6	191.3	191.9
0	0	0	0	212	1.610	2.428	2.442
-17	0	0	0	100	134.2	202.4	203.4
20	0.148	0.238	0.230	220	1.680	2.516	2.534
-6	12.5	19.7	19.0	104	140.1	209.7	211.3
32	0.230	0.366	0.369	230	1.760	2.636	2.650
0	19.0	30.5	30.8	110	146.7	219.8	220.8
40	0.300	0.451	0.461	260	2.020	—	—
4	24.9	37.7	38.4	126	168.3	—	—
60	0.448	0.684	0.691	280	2.180	—	—
15	37.4	57.1	57.7	137	181.8	—	—
80	0.580	0.896	0.922	300	2.350	—	—
26	48.2	74.8	76.8	148	195.9	—	—
100	0.753	1.134	1.152	320	2.530	—	—
37	62.7	94.5	96.1	160	211.0	—	—
120	0.910	1.366	1.382	340	2.700	—	—
48	75.8	113.9	115.2	171	225.1	—	—
140	1.064	1.590	1.613	350	2.790	—	—
60	88.6	132.6	134.5	176	232.6	—	—
160	1.200	1.804	1.843				
71	100.1	150.3	153.6				

26.02-KOR

배관의 열팽창 보정

Victaulic은 팽창 및 수축으로 인한 배관의 움직임을 보정할 수 있는 기본적인 계산방법을 설계자에게 제공합니다.

1. Victaulic Style 150 Mover® 익스펜션 조인트.
2. Free-Floating 시스템.
3. 자체의 선형적 움직임 및 변형을 이용한 Victaulic 플렉시블 그루브 커플링.
4. 플렉시블 커플링 및 피팅을 사용한 익스펜션 루프.

이러한 장치들은 열팽창 문제에 대한 경제적이고 매력적인 해법을 제공합니다. 다음 단원에는 그루브 배관 방식의 기계적 장점을 보여주는 제품 정보 및 제안 사양이 제시되어 있습니다. 모든 시스템 설계를 제한한다는 것은 불가능한 일이기 때문에 이러한 정보가 특정한 시스템을 위한 권장 사양으로 간주되어서는 안 됩니다.

1. Victaulic Style 150 Mover® 익스펜션 조인트

Victaulic Style 150 Mover 익스펜션 조인트는 최대 3인치 (76 mm)의 축 이동을 수용함으로써 배관의 팽창 및 수축을 보정할 수 있는 슬립 타입의 익스펜션 조인트입니다.(09.04 참조)

모든 종류의 익스펜션 조인트를 사용할 때와 마찬가지로 설계자는 제품의 권장 범위를 벗어난 온도나 압력 또는 제품의 용량을 초과하는 움직임을 이러한 장치로 수용할 수 없는 임계조건에 대한 대비책을 고려해야 합니다.

익스펜션 조인트의 적절한 사용을 위해 배관 시스템은 각각 팽창/수축 구간으로 분할되어야 하며, 배관의 축방향 움직임에 대한 적절한 지지력, 가이드 및 양카가 제공되어야 합니다.

양카는 압력 분석 자료에 따라, 주 양카 또는 중간 양카로 분류되어야 합니다. 주 양카는 끝 부분, 주요 분기관 연결부 또는 배관의 방향이 바뀌는 곳에 설치됩니다. 주 양카에 작용하는 힘은 압추력(Pressure Thrust), 유속 및 정렬용 가이드와 하중 지지 장치 사이의 마찰에 기인합니다.

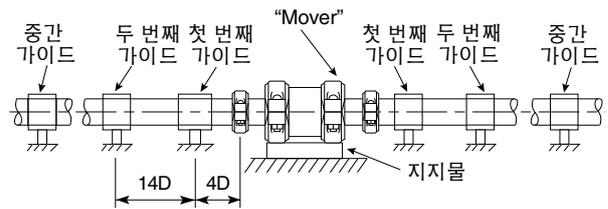
중간 양카는 긴 구간을 보다 짧은 구간으로 분할함으로써 덜 복잡한 익스펜션 조인트의 사용이 가능하도록 하기 위해 사용됩니다. 중간 양카에 작용하는 힘은 가이드와의 마찰, 지지물 또는 행거의 중량 및 익스펜션 조인트를 압박 또는 신장하기 위해 필요한 작용력에 기인합니다.

배관 정렬용 가이드는 익스펜션 조인트의 축방향 움직임을 보장하기 위한 필수 장치입니다. 가능하다면 익스펜션 조인트는 양카와 배관 직경의 4배 이내로 인접하도록 설치되어야 합니다. 익스펜션 조인트 반대쪽에 설치된 첫 번째와 두 번째 정렬용 가이드는 각각 배관 직경의 최대 4배 및 14배 이내의 위치에 거리에 위치해야 합니다. 배관의 정렬을 위해서는 전체 시스템에 걸쳐 추가적인 중간 가이드가 필요할 수도 있습니다. 만일 익스펜션 조인트가 양카와 인접한 위치에 설치될 수 없는 경우, 설명된 바와 같이 유닛의 양쪽에 가이드를 설치하십시오.

본 데이터는 최신의 Victaulic 제품 데이터에 준하여 제품을 설치하는 엔지니어에게 도움을 제공하기 위한 목적으로 제시되어 있습니다.

표 2

배관 정렬 가이드 간격 설정 권장사항			
배관 규격		첫 번째 가이드 또는 양카까지의 최대 거리 인치/mm	첫 번째 가이드와 두 번째 가이드 사이의 대략적 거리 인치/mm
호칭관경 인치/mm	실제 외경 인치/mm		
1 25	1.315 33.7	4" 101.6	1피트 - 4인치 406.4
1¼ 32	1.660 42.4	5인치 127.0	1피트 - 5인치 431.8
1½ 40	1.900 48.3	6인치 152.4	1' - 9" 533.4
2 50	2.375 60.3	8인치 203.2	2피트 - 4인치 711.2
2½ 65	2.875 73.0	10인치 254.0	2' - 11" 889.0
3 80	3.500 88.9	1피트 - 0인치 304.8	3피트 - 6인치 1066.8
3½ 90	4.000 101.6	1' - 2" 355.6	4' - 1" 1244.6
4 100	4.500 114.3	1피트 - 4인치 406.4	4피트 - 8인치 1422.4
5 125	5.563 141.3	1피트 - 8인치 508.0	5피트 - 8인치 1727.2
6 150	6.625 168.3	2피트 - 0인치 609.6	7피트 - 0인치 2133.6
8 200	8.625 219.1	2' - 8" 812.8	9' - 4" 2844.8
10 250	10.750 273.0	3피트 - 4인치 1016.0	11피트 - 8인치 3556.0
12 300	12.750 323.9	4' - 0" 1219.2	14' - 0" 4267.2
14 350	14.000 355.6	4피트 - 8인치 1422.4	16피트 - 4인치 4978.4
16 400	16.000 406.4	5피트 - 4인치 1625.6	18피트 - 8인치 5689.6
18 450	18.000 457.0	6' - 0" 1828.8	21' - 0" 6400.8
20 500	20.000 508.0	6피트 - 8인치 2032.0	23피트 - 4인치 7112.0
24 600	24.000 610.0	8' - 0" 2438.4	28' - 0" 8534.4



그 외에도, 길이가 길고 압력이 낮은 용도의 경우, 더 적은 수의 중간 정렬 가이드가 사용되더라도 내부의 유체를 포함한 배관의 중량이 적절히 지지될 수 있습니다. 권장 간격은 Victaulic I-100 포켓 핸드북 및 일반 카탈로그 설계 데이터 26.01에 표시되어 있습니다.

그림 1에는 익스펜션 조인트, 양카 및 가이드의 전형적인 사용 예가 예시되어 있습니다.

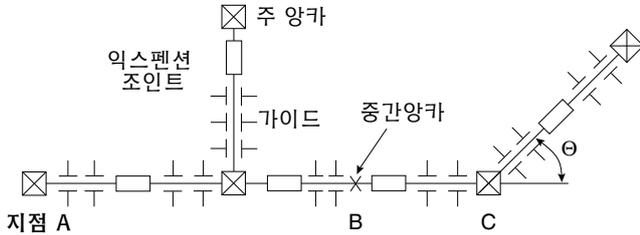


그림 1

설치된 “Mover” 는 배관의 축방향 이동을 3인치(76 mm)까지 보정해 줄 수 있습니다. 이러한 이동 여유는 배관의 팽창, 수축 또는 시스템 요구사항에 따라 지정된 일부 조합을 보정하기 위해 설정될 수 있습니다. 추가적으로 최저 또는 최고 사용 온도를 벗어난 온도의 경우로 인한 변위는 익스펜션 조인트의 설치 길이를 조정하는 방식으로 처리되어야 합니다.

Victaulic 익스펜션 조인트를 완전히 압박하기 위해 필요한 작용력은 약 15 psi (103 kPa)의 내부 압력에 견딜 수 있는 힘과 동일합니다. 이에 필요한 힘은 Style 150 Mover 익스펜션 조인트 및 Style 155 익스펜션 조인트와 유사하며, 표 3에 규격 별로 도표화되어 있습니다.

Mover를 적용할 수 없는 규격의 배관인 경우, Victaulic Style 155 익스펜션 조인트를 권장합니다. Style 155 익스펜션 조인트는 커플링과 짧은 니플의 조합체로서 보다 큰 팽창력을 제공할 수 있도록 나란히 연결되어 있습니다. 니플은 각 조인트 부분에서 완전한 선형 안전율을 제공할 수 있도록 정밀하게 그루브 가공되어 있습니다.

표준 유닛은 Style 77 또는 Style 75 커플링과 함께 준비되며, 배관의 완전한 팽창을 지원하도록 커플링이 완전히 잡아당겨진 상태로 니플과 함께 조립됩니다. 또한 표준 유닛은 최대 1.88인치 (47.752 mm) (3/4 - 3인치/20 - 80 mm 규격) 또는 1.75인치 (44.45 mm) (4 - 24인치/100 - 600 mm 규격)의 축방향 움직임을 제공합니다. 커플링과 니플 유닛을 더하거나 빼기만 하면 더 크거나 더 작은 축방향 움직임을 제공하는 Style 155 익스펜션 조인트를 만들 수 있습니다. 수축에 대한 내력이 필요한 경우, 유닛들이 완전히 압축되어야 합니다. 팽창 및 수축이 모두 필요한 경우, 간격이 설치 온도 및 최고, 최저의 온도와 비례하여 설정되어야 합니다(고객이 지정한 기준에 준함).

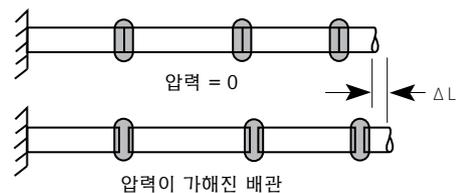
Victaulic Style 155 익스펜션 조인트는 플렉시블 커넥터로 사용될 수 있습니다. 그러나 완전한 팽창과 완전한 변형 기능을 동시에 제공하지는 못합니다. 수평으로 설치된 익스펜션 조인트는 팽창 범위를 줄일 수 있는 변형이 발생하지 않도록 독립적인 지지물을 필요로 합니다.

표 3

배관 규격		작용력(Activation Force) 파운드 N
호칭관경 인치/mm	실제 외경 인치/mm	
1	1.315	20
25	33.7	89
1½	1.900	45
40	48.3	200
2	2.375	70
50	60.3	312
3	3.500	145
80	88.9	645
4	4.500	240
100	114.3	1068
6	6.625	520
150	168.3	2314
8	8.625	880
200	219.1	3916
10	10.750	1365
250	273.0	6074
12	12.750	1915
300	323.9	8522
14	14.000	2310
350	355.6	10280
16	16.000	3015
400	406.4	13417
18	18.000	3820
450	457.0	16999
20	20.000	4715
500	508.0	20982
24	24.000	6785
600	610.0	30193

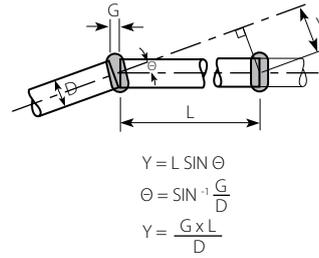
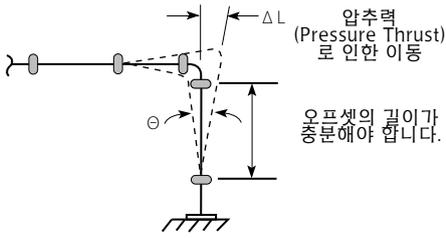
2. Free-Floating 시스템

Free-floating 시스템은 열팽창/수축으로 인한 움직임이 분기관 연결 부분 또는 구조물의 부품 또는 다른 장비에 휜 모멘트 압력을 가하거나 방향을 바꾸지 않는 한 익스펜션 조인트를 사용하지 않고도 열팽창/수축을 수용할 수 있는 배관 시스템입니다. 이러한 기능은 필요에 따라 무작위적으로 조인트를 설치하는 방식을 통해 제공됩니다. 플렉시블 그루브 커플링을 사용할 때에는 Float되는 배관이 배관 끝단의 갭이 허용하는 최대 한도까지 움직일 수 있다는 점에서 압추력(Pressure Thrust)의 영향을 감안해야 합니다.



커플링의 최대 처짐각도(각 커플링 스타일별 성능 데이터를 통해 제공)가 절대 초과되지 않고 예상되는 배관의 최대 움직임을 수용할 수 있을 만큼 분기관 연결 및 오프셋의 길이가 충분한지 확인하십시오. 그렇지 않을 경우, 시스템에 양카를 설치하여 움직임의 방향을 유도하십시오. 또한 인접한 배관이 예상되는 움직임을 수용할 수 있을 만큼 자유로이 움직일 수 있도록 하십시오.

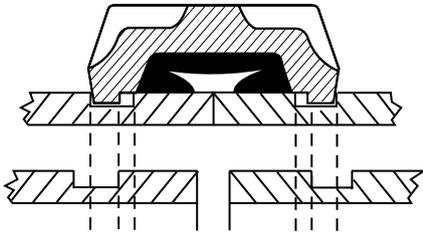
26.02-KOR



3. 자체적인 선형적 움직임 및 변형 기능을 가진 Victaulic 플렉시블 그루브 커플링

플렉시블 메카니칼 그루브 타입의 커플링이 사용되는 배관을 설계할 때에는 이러한 커플링의 특별한 특성을 고려해야 합니다. 이러한 특성은 플렉시블 그루브 타입의 커플링을 다른 타입 및 방식의 배관 연결 방법과 구분지어 주는 요인입니다. 설계자는 이러한 점을 이해함으로써 이러한 커플링이 제공하는 많은 장점을 활용할 수 있습니다.

플렉시블 그루브 배관 연결부에서 수용할 수 있는 선형적 움직임은 각 Victaulic 커플링 스타일에 관한 성능 데이터를 통해 발견되어 있습니다. 이들 수치는 최대치입니다. 설계 및 검토 목적으로 사용될 경우, 이들 수치는 배관 그루브 안전율이 허용되도록 다음의 인자만큼 축소되어야 합니다.



선형 움직임 공차

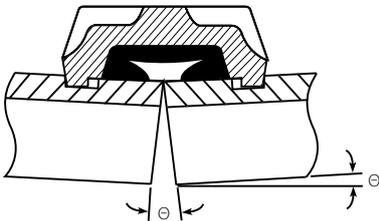
¾ - 3½인치/20 - 90 mm - 표시된 수치에서 50% 축소
4인치/100 mm 이상 - 표시된 수치에서 25% 축소

표준 규격의 절삭 그루브 배관은 동일한 규격의 전조 그루브 배관에 비해 두 배의 팽창/수축 또는 변형 능력을 제공합니다.

완전한 선형 움직임이 필요한 경우, 특별하고 정밀하게 그루브 가공된 니플이 장착된 Victaulic Style 155 익스펜션 조인트를 사용할 수 있습니다. 추가 정보는 기술자료 09.05를 참조하시기 바랍니다.

플렉시블 그루브 배관 조인트가 수용할 수 있는 처짐각도 범위는 각 Victaulic 커플링 스타일별로 제공되는 성능 데이터를 통해 발견되어 있습니다. 이들 수치는 최대치입니다. 설계 및 예시 목적으로 사용될 경우, 이들 수치는 배관 그루브 안전율이 허용되도록 다음의 인자만큼 축소되어야 합니다.

○ = 성능 데이터에 표시된 중심선으로부터의 최대 처짐각도.



처짐각도 공차

¾ - 3½인치/20 - 90 mm - 표시된 수치에서 50% 축소
4인치/100 mm 이상 - 표시된 수치에서 25% 축소

표준 규격의 절삭 그루브 배관은 동일한 규격의 전조 그루브 배관에 비해 두 배의 팽창/수축 또는 변형 능력을 제공합니다.

Victaulic 플렉시블 그루브 배관 조인트의 처짐각도 기능은 간소하고 신속한 설치를 위해 유용합니다.

Y = 정렬 오차 (인치)

G = 성능 데이터(발간된 수치는 설계 안전율만큼 축소되어야 함)에 표시된 최대 허용 배관 끝단 움직임(인치).

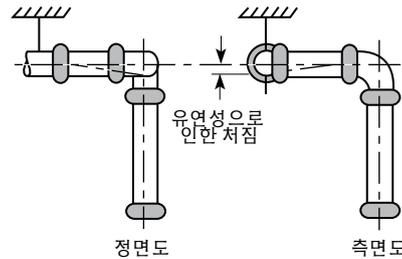
θ = 성능 데이터(공표된 수치는 설계 안전율만큼 축소되어야 함)에 표시된 중심선으로부터의 최대 변형 범위(인치).

D = 배관 외경 (인치)

L = 배관 길이 (인치)

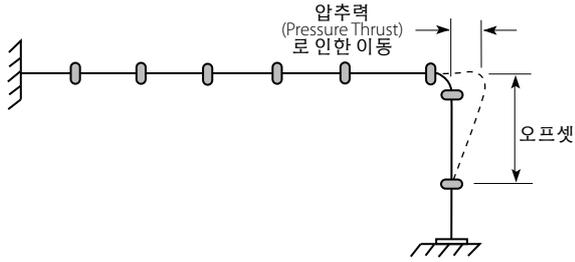
참고: 완전히 변형된 조인트는 더 이상 선형 움직임을 제공하지 못합니다. 부분적으로 변형된 조인트는 약간의 선형 움직임을 제공합니다.

플렉시블 그루브 타입의 커플링은 조인트 부분에 작용하는 처짐각도 및 회전 운동을 수용합니다. 이러한 특성은 배관 시스템을 설치 및 설계할 때 큰 장점을 제공하나 행거 및 지지물 간격을 결정할 때 주의하여 고려되어야 합니다.



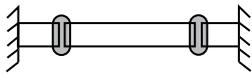
위에 예시된 바와 같이 배관의 처짐이 발생하지 않도록 하려면 이 시스템에 더 많은 행거를 설치(또는 Zero-Flex® 고정식 커플링을 사용)해야 한다는 사실을 분명히 알 수 있습니다. 행거의 위치는 조인트에 작용하는 처짐각도 및 회전 운동을 감안하여 결정되어야 합니다.

플렉시블 커플링은 선형 움직임을 수용하며, 따라서 배관 끝단이 커플링이 수용할 수 있는 최대한도까지 움직일 수 있도록 해 줄 압추력(Pressure Thrust)에 대한 고려가 되어야 합니다. 만일 조인트가 압력을 받은 상태에서 서로 당겨나 부분적으로만 열린 상태로 설치될 경우, 움직임이 배관 끝단에서 누적됩니다.

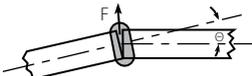


오프셋은 오프셋 조인트 부분에서 발생하는 위험한 힘 모멘트를 방지할 수 있도록 충분히 변형될 수 있어야 합니다. 만일, 배관이 열팽창으로 인해 확장될 경우, 추가적인 배관의 팽창이 끝단에서 발생한다는 점에 유의해야 합니다.

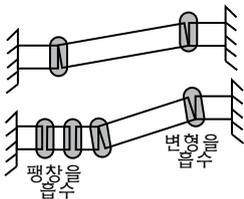
서로 맞닿거나 완전히 사이가 벌어진 조인트 부분의 처짐각도는 배관의 끝단이 필요에 따라 짧아지거나 길어질 수 없는 한 불가능합니다.



제한없이 변형된 조인트는 배관을 인장시키는 축방향 압추력 (Pressure Thrust) 또는, 다른 힘의 작용에 의해 굳게 폐집니다. 만일 조인트가 변형된 상태로 유지되어야 할 경우, 압추력 (Pressure Thrust) 및 끝단의 당기는 힘이 억제될 수 있도록 배관을 양카로 고정시켜야 합니다. 그렇지 않을 경우, 조인트의 변형이 유지될 수 있도록 충분한 횡방향 힘이 가해져야 합니다.

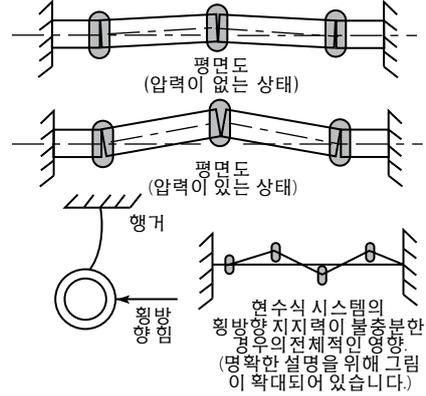


횡방향 힘(F)은 내부 압력 때문에 항상 변형된 조인트에 대해 작용합니다. 완전히 변형된 조인트는 보통의 경우에 조인트가 제공하는 완전한 선형 움직임을 더 이상 제공할 수 없습니다.



그루브 배관 방식은 최대 선형 움직임 및 최대 처짐각도를 하나의 조인트 상에서 허용하지 않습니다. 만일 두 가지 힘이 동시에 작용할 것으로 예상될 경우, 두 가지 힘을 수용하고 권장 안전율이 포함될 수 있을만큼 충분한 조인트가 적용되도록 시스템을 설계해야 합니다.

압추력(Pressure Thrust)이 조인트를 고정해 주는 힘으로 작용하지 않는 양카 방식 시스템의 경우, 또는 조인트가 의도적으로 변형(예: 곡선)된 시스템의 경우, 변형 부위에 작용하는 압추력 (Pressure Thrust)으로 인한 배관의 움직임이 방지될 수 있도록 횡방향 움직임에 대한 고정 가해져야 합니다. 경량 행거는 배관의 횡방향 이동을 방지하는데 있어 충분하지 않습니다. 모든 직선 구간에 작은 변형이 발생할 것이며 조인트에 횡방향 힘이 가해질 것으로 예상해야 합니다.

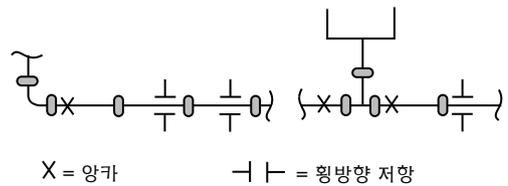


현수식 시스템의 횡방향 지지력이 불충분한 경우의 전체적인 영향 (명확한 설명을 위해 그림이 확대되어 있습니다.)

플렉시블 커플링은 배관의 팽창 또는 수축을 자동적으로 보정하지 않습니다. 배관 끝단 간격을 어떻게 설정하는 것이 최선인지를 항상 고려해야 합니다. 양카 방식 시스템의 경우, 간격은 팽창 및 수축의 조합을 다룰 수 있도록 설정되어야 합니다. Free Floating 시스템의 경우, 과다한 조인트의 변형이 없이 움직임을 흡수할 수 있도록 충분한 길이의 오프셋이 사용되어야 합니다.

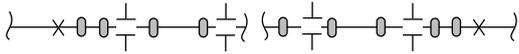


양카 및 지지물이 충분하지 확인하십시오. 움직임을 수용할 수 있거나 또는 방향, 분기관 연결 및 구조물의 위험한 변화가 방지될 수 있도록 양카를 사용하십시오. 지지물의 간격 및 타입은 예상되는 배관의 움직임을 수용할 수 있도록 고려되어야 합니다. (행거 간격 제한사항에 대해서는 Victaulic I-100 포켓 핸드북 또는 기술자료 26.01을 참조하시기 바랍니다.)



열팽창으로 인한 배관 시스템의 움직임은 그루브 배관 방식을 사용해 흡수할 수 있습니다. 배관 변위 안전율 예상되는 모든 움직임을 수용하려면 충분한 플렉시블 조인트가 사용되어야 합니다. 만일 예상되는 움직임이 시스템에 사용된 조인트의 총 개수보다 더 클 경우, Victaulic Style 150 Mover 또는 Style 155 익스펜션 조인트를 사용하여 추가적 팽창 여유를 제공해야 합니다(기술자료 09.04 또는 09.05를 참조하시기 바랍니다.)

26.02-KOR



예: 400피트(122 m) 길이의 직선 배관 시스템; 6인치 (150 mm); 20-foot (6m)의 임의의 길이; 60° F(+16° C)에서 설치(또한 더 낮은 사용 온도); 180° F(+82° C)의 최고 사용 온도. 표준 팽창율표에는 이 시스템의 예상 움직임 범위가 3.7인치 (94 mm)라 표시되어 있습니다. (기술자료 26.02를 참조하시기 바랍니다.)

20	양카 지점 사이의 연결부
X ¼"	커플링 당 움직임 (절삭식 그루브 Style 77 성능 데이터)
5"	허용 움직임
- 25%	안전공차
3.75인치	

위의 예제와 같은 경우라면 Style 07 Zero-Flex 고정식 커플링을 사용할 수 있으며, 팽창 및/또는 수축 요구사항은 필요에 따라 플렉시블 커플링 및/또는 Style 150, 155 익스펜션 조인트를 추가하여 처리할 수 있습니다.

4. Victaulic 플렉시블 커플링 및 피팅을 사용한 익스펜션 루프

Victaulic은 배관, 엘보 또는 조인트에 스트레스를 가하지 않고 익스펜션 루프 내에 Victaulic 플렉시블 커플링 및 피팅을 사용할 수 있는 장점을 설계자에게 제공합니다. 플렉시블 커플링의 변형 수용 능력은 열팽창으로 인한 힘이 작용할 때 열팽창/수축이 엘보 부분의 커플링 내부에서 흡수되도록 해 줍니다. 다만 고정식 커플링은 처짐각도를 수용하도록 설계되어 있지 않기 때문에 익스펜션 루프에 고정식 커플링(Victaulic Style 07, HP-70)이 사용되지 않는다는 점이 중요합니다.

각 익스펜션 루프에는 총 8개의 Victaulic 플렉시블 커플링, 4개의 Victaulic 그루브 90° 엘보 그리고 3개의 배관 스펴이 필요합니다. 그 설치 방향은 그림 A에 표시되어 있습니다. 시스템의 온도가 낮아지고 배관 구간이 수축되면(그림 B) 루프는 신장되고 커플링의 변형 능력이 이러한 움직임을 흡수합니다. 시스템의 온도가 높아지고 배관 구간이 팽창되면(그림 C) 배관 구간에 반대의 효과가 나타나며, 루프는 수축되고 커플링이 반대 방향의 변형을 흡수합니다.

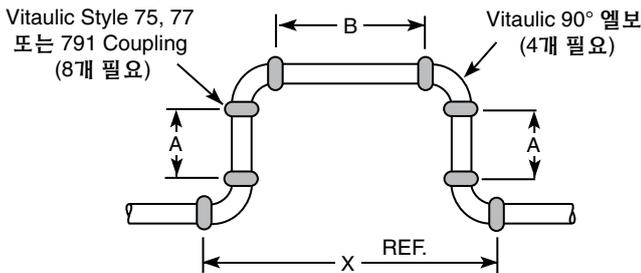


그림 A
익스펜션 루프

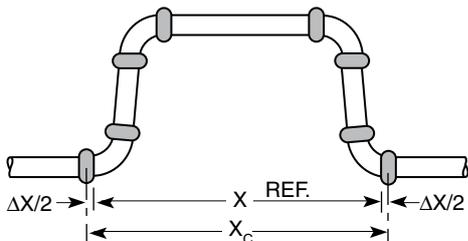


그림 B
열수축
배관의 수축 - 루프의 신장

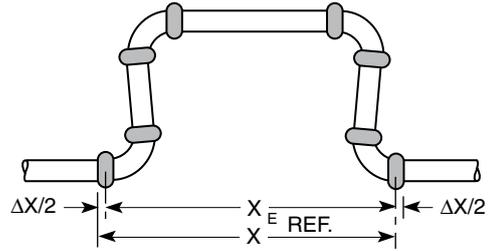


그림 C
열팽창
배관의 팽창으로 루프-루프 접촉 발생

열팽창/수축의 크기 ΔX 는 시스템 설계자가 양카 사이의 배관 구간 길이 및 설치 시의 온도에 대비한 예상 온도 변화를 고려하여 결정해야 합니다(자세한 사항은 표 1 참조). 각 커플링이 수용할 수 있는 처짐각도는 커플링의 규격과 스타일 그리고 그루브 타입별(절삭식 또는 전조식 그루브)로 제공되는 고유한 설계상의 특성입니다. 루프(치수 A)의 직각 분기관 길이는 예상되는 배관의 팽창/수축(ΔX) 및 각 조인트의 변형 한도에 따라 결정됩니다. 치수 A는 루프의 양쪽에서 동일해야 합니다. 익스펜션 루프의 평행 분기관 길이(치수 B)는 ΔX 에 따라 결정되며, 배관 끝단의 엘보가 열팽창으로 인해 서로 맞닿지 않도록 충분히 길어야 합니다. 치수 B는 ΔX 보다 최소한 2인치 (50.8 mm)만큼 더 크게 적용할 것을 권장합니다.

설계자는 "Victaulic 플렉시블 커플링 및 피팅을 이용한 익스펜션 루프 설계"라는 제목의 그림 D를 활용하면 팽창에 대비한 설계시 많은 도움을 받을 수 있습니다. 이러한 루프는 단원 3에 설명된 바와 같이 처짐각도 안전율을 포함하여 각 규격의 Victaulic 플렉시블 커플링에 대한 모든 설계 정보를 포함하고 있습니다. 배관의 호칭 관경 및 설계상의 열팽창(ΔX) 또는 수직 분기관의 길이(A)중 하나는 알고 있어야 하며, 다른 변수는 계산이 가능합니다. 적절한 기능을 제공하는 익스펜션 루프의 경우, 커플링의 변형이 없이 설치되고 배관에 적절히 양카와 가이드가 설치되어야 한다는 점이 중요합니다. 가능하다면 익스펜션 루프는 양카로부터 배관 직경 4배 이내의 위치에 있어야 합니다. 익스펜션 루프의 반대편에 위치한 첫 번째와 두 번째 정렬용 가이드는 각각 배관 직경의 최대 4배 및 14배 이내의 거리에 위치해야 합니다. 배관의 정렬을 위해서는 전체 시스템에 걸쳐 추가적인 중간 가이드가 필요할 수도 있습니다. 만일 익스펜션 루프를 양카 근처에 설치할 수 없는 경우, 설명된 바와 같이 유닛의 양쪽에 가이드를 설치하십시오.

예제: 이전 단원의 예제에 제시된 계산식, 6인치(150 mm) 호칭 규격의 배관, 3.75인치(95.2 mm)의 예상 움직임 한도, 그리고 그림 D와 E에 제시된 표를 사용하여 절삭식 및 전조식 직각 루프 분기관 각각의 길이를 결정하십시오.

$\Delta X = 3.75$ 인치 (95.2 mm)

호칭 관경 = 6 인치 (150 mm)

절삭식 그루브 배관의 경우 (그림 D)

A = 최소 2.7 피트. (0.82 m)

전조식 그루브 배관의 경우 (그림 E)

A = 최소 5.4 피트. (1.65 m)

그림 D
 VICTAULIC 플렉시블 커플링 및 피팅을 사용한 익스펜션 루프 설계*
 Victaulic 절삭식 그루브 배관

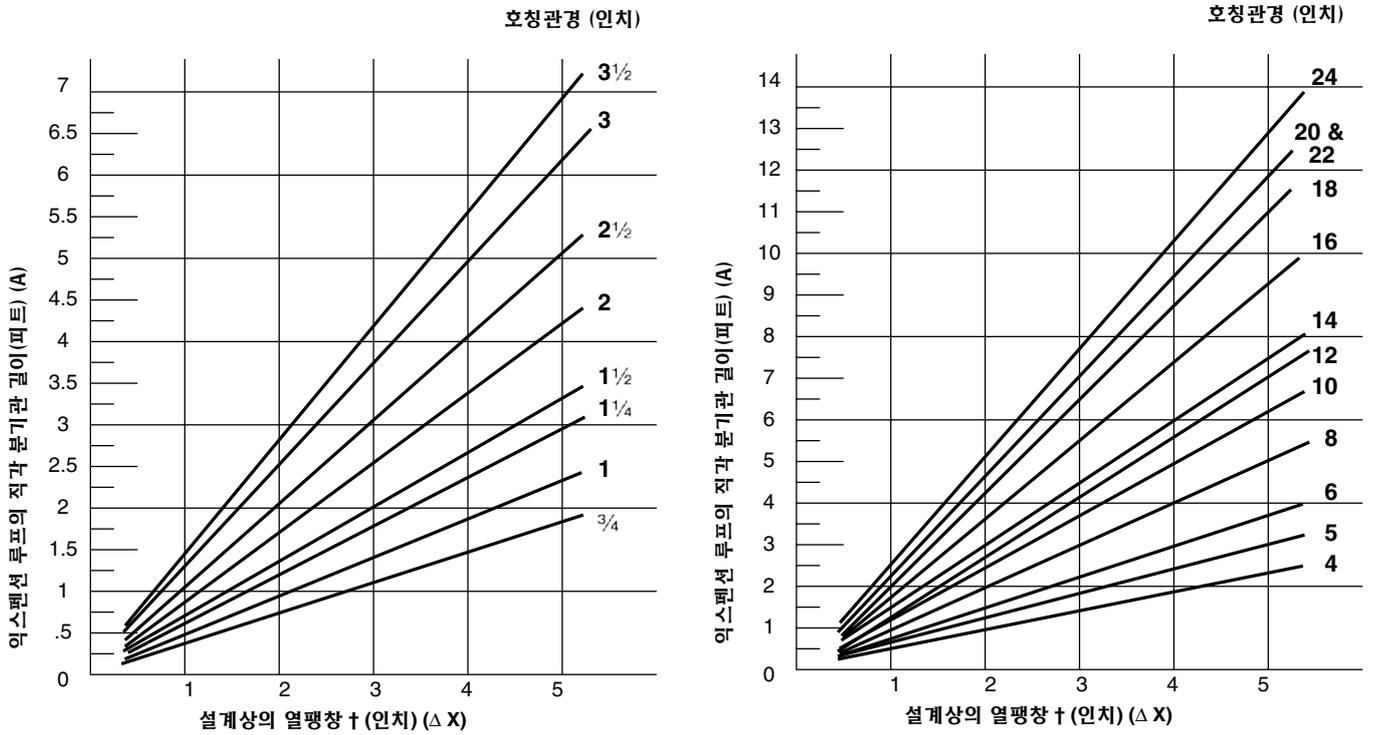
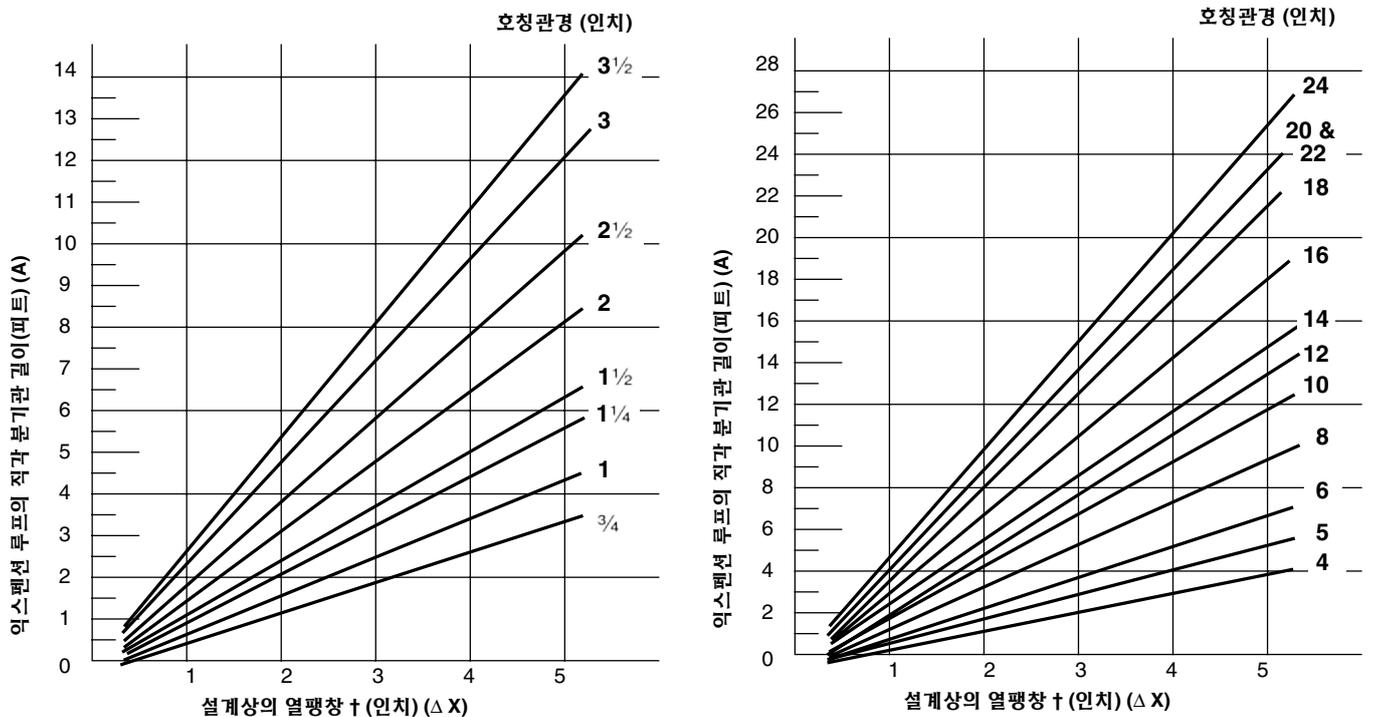


그림 E
 VICTAULIC 플렉시블 커플링 및 피팅을 사용한 익스펜션 루프 설계*
 Victaulic 전조식 그루브 배관



* Victaulic 규격에 따라 그루브 가공된 배관 기준.

† 모든 밸브에는 설계 안전율이 포함되어 있음: 4인치 이하 배관의 경우, 50% 축소적용/4인치 이상 배관의 경우, 25% 축소적용.

26.02-KOR

상기에 기술된 시스템에 적용될 익스펜션 루프를 제공하려면 절삭식 및 전조식 그루브 배관의 분기관이 각각 최소 2.7피트(0.82 m) 및 5.4피트(1.65 m) 이상이어야 합니다. 익스펜션 루프의 평행 배관은 ΔX 보다 최소한 2인치(50.8 mm) 더 커야 합니다.

$$B = \Delta X + 2$$

$$B = 3.75\text{인치} + 2\text{인치} = \text{최소 } 5.75\text{인치} \\ (95\text{ mm} + 54 = 4845\text{ mm})$$

본 예제의 경우, 끝단에서 끝단까지의 길이가 6인치(152.4 mm)인 표준형 Victaulic No. 43 그루브 x 그루브 어댑터 니플이 절삭식 또는 전조식 그루브 배관의 평행 분기관으로 사용될 수 있습니다.

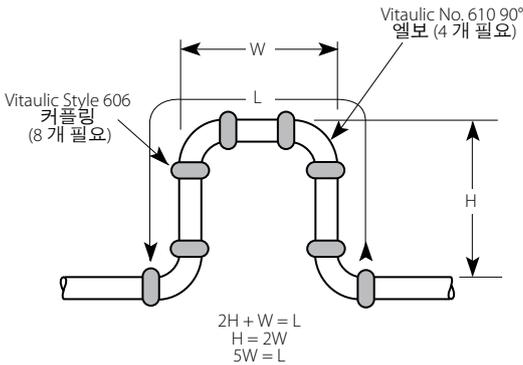
5. 동관과 Victaulic 동관용 제품의 연결을 위한 익스펜션 루프

익스펜션 루프 또는 "U" 벤드는 열로 인한 배관 라인의 팽창 및 수축을 흡수하기 위해 흔히 사용됩니다. 동 튜브는 다른 모든 배관 소재와 마찬가지로 이러한 열 변화에 따라 팽창 또는 수축합니다. 기술자료 26.02의 표 1에는 동관에 사용되는 100피트(30.5 m) 길이 배관의 실제 팽창율이 표시되어 있습니다. 예상 팽창/수축 크기의 계산은 26.02에 제시된 예를 참조하시기 바랍니다.

동 튜브 익스펜션 루프의 필요한 길이는 아래의 공식 (1) (2)를 사용하여 계산할 수 있습니다.

$$L = \sqrt{\frac{3EDe}{S}}$$

L = 아래 그림에 표시된 루프의 길이(인치 단위):



E = 동제품의 탄성 계수(psi 단위) = 15,600,000 psi
(107 546 400 kPa)

S = 허용 처짐각도 한도(psi 단위) = 6000 psi (41 364 kPa)

D = 동관의 외경(인치 단위)

e = 흡수되는 팽창의 크기(인치 단위)

공식 단순화:

$$L = 88.32\sqrt{De}$$

여러 가지 팽창률별로 계산된 루프의 길이가 아래의 표에 표시되어 있습니다.

표 4

팽창 인치/mm	루프 길이 "L" (표시된 튜브 규격별 인치/mm)				
	2½	3	4	5	6
	63,5	76,2	101,6	127,0	152,4
½	102	111	127	142	155
12.7	2590.8	2819.4	3225.8	3606.8	3937.0
1	144	157	180	200	219
25.4	3657.6	3987.8	4572.0	5080.0	5562.6
1½	176	192	220	245	268
38.1	4470.4	4876.8	5588.0	6223.0	6807.2
2	203	221	254	283	310
50.8	5156.2	5613.4	6451.6	7188.2	7874.0
2½	227	247	284	317	346
63.5	5765.8	6273.8	7213.6	8051.8	8788.4
3	248	271	311	347	379
76.2	6299.2	6883.4	7899.4	8813.8	9626.6

참고: 익스펜션 루프는 2개의 양카 사이에 위치하고 있어야 하며, 움직임이 루프 쪽으로 향하도록 배관에 가이드가 설치되어야 합니다.

참조:

- (1) 동/황동/청동 제품 핸드북, Copper Development Association, Inc.
- (2) 동 및 동 합금 소스북, American Society for Metals.