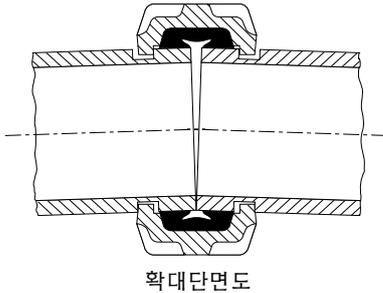


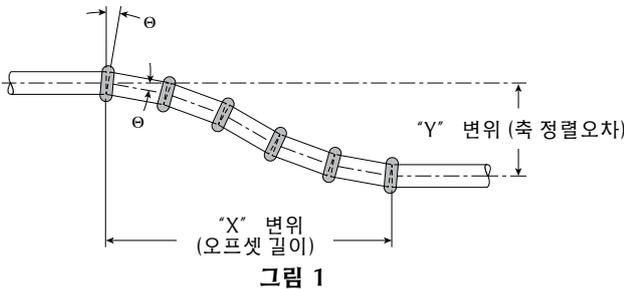
Victaulic 배관 방식에 의한 파이프 오프셋의 조정

1. 배관 오프셋

Victaulic 플렉시블 커플링은 정렬오차 또는 건물의 침하로 인한 배관 구간의 오프셋을 보정할 수 있는 방법을 설계자에게 제공합니다. 오프셋 트랜지션은 각 조인트 부분의 처짐 각도를 수반하기 때문에 플렉시블 커플링을 이용하는 경우에만 적용될 수 있습니다.



오프셋은 특정한 배관 구간의 축 어긋남 정도와 구간의 평행이동에 필요한 배관 구간의 길이에 따라 결정됩니다. 그림 1에는 이 두 가지 요소가 Y-변위(축 어긋남) 및 X-변위(오프셋 길이)로 구분되어 각각 표시되어 있습니다. 또한 그림 1에는 커플링이 정렬오차/침하를 수용할 수 있도록 일직선 위치로부터 얼마나 유연하게 변형될 수 있는지가 표시되어 있습니다.



배관 스텝은 먼저 특정한 배관 스텝의 중앙부가 필요한 Y-변위 크기의 절반이 넘을 때까지 어긋난 방향으로 변형됩니다. 이러한 스텝을 트랜지션 스텝이라 하며, 배관이 원래의 방향으로 다시 되돌아오도록 하려면 트랜지션 스텝의 양쪽에 동일한 수의 커플링과 배관 스텝이 있어야 합니다.

정렬오차에 대한 설계를 할 때의 주안점은 최소한의 커플링을 사용하여 필요한 Y-변위를 달성하는 것입니다. 이전에 설명된 바와 같이 트랜지션 지점을 중심으로 한 대칭성 때문에 굴곡점에는 배관 스텝이 사용되며, 커플링이 사용되지 않습니다. 이와 같이 본 단원에 제시된 모든 계산 및 결과는 짝수의 커플링과 홀수의 파이프 스텝을 사용하여 도출되었습니다. 또한, 각 조인트의 변형 범위가 극대화될 수 있도록 절삭식 그루브 배관의 사용이 고려되어야 합니다. 전조식 그루브 조인트가 사용될 경우, 변형의 범위는 절삭식 그루브 조인트의 절반의 수치가 적용됩니다.

커플링의 수 및 파이프 스텝의 길이는 필요한 정렬오차의 크기를 얻기 위해 대입될 수 있는 2개의 변수입니다. 각 커플링의 최대 변형각 및 최대 배관 끝단 간격 등의 여타 인자들은 사용되는 커플링의 규격 및 스타일에 종속된 함수입니다(커플링 성능 데이터 참조).

다음은 커플링의 수, 스텝의 길이, "X" 및 "Y" 변위를 계산하기 위해 도출된 공식에 대한 기술적 설명입니다. 편의상 본 보고서에는 예제가 사용되었으며, 본 단원 말미의 표를 사용하면 쉬운 선정에 도움이 될 것입니다.

오프셋 보정에 대한 기하학적 설명은 하나의 배관 스텝이 배관 구간으로부터 θ의 각도만큼 변형되는 것으로 부터 시작됩니다(그림 2 참조).

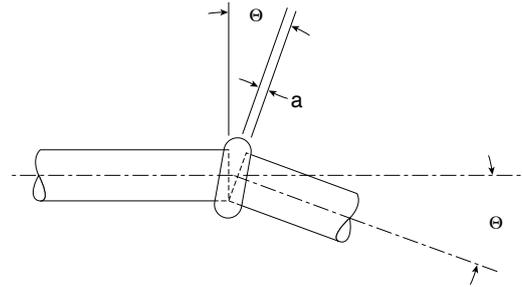


그림 2

첫번째로 변형된 스텝 이후 구간과 배관 구간 중심선 사이의 Y-변위는 $\Delta Y_1 = (L+a) \sin \theta$ 로 표시되어 있습니다. 여기서, "L"은 배관 스텝의 길이이고 "a"는 여기에 사용된 특정한 커플링의 최대 배관 끝단 간격의 절반입니다. 두 번째 스텝이 마찬가지로 연결되고 θ의 각도로 변형되면, 배관 구간으로부터의 총 변형각은 $\theta + \theta$ 또는 2θ 만큼 됩니다(그림 3 참조).

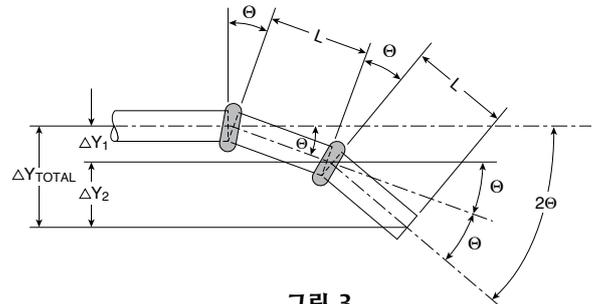


그림 3

두 번째 커플링 및 배관 스텝이 연결된 이후의 Y-변위는 $\Delta Y_2 = (L+a) \sin 2\theta$ 입니다.

배관 스텝의 길이는 모두 같으므로 배관 구간에서 부터 두 번째 배관 스텝 끝단까지의 총 Y-변위는 각 스텝의 합 또는 아래와 같습니다.

$$\Delta Y_{\text{총계}} = \Delta Y_1 + \Delta Y_2 = (L+a) (\sin \theta + \sin 2\theta).$$

$\Delta Y_{\text{총계}}$ 의 값이 필요한 Y-변위의 절반 이상이 되면 그 거리만큼 떨어진 지점에 변곡점이 위치하게 됩니다. 이 지점 부근을 중심으로 기하학적 대칭이 형성되기 때문에 실제 완성된 정렬오차의 Y-변위는 앞서 기술된 트랜지션 스텝까지의 거리 $\Delta Y_{\text{총계}}$ 의 두 배에 스텝 자체의 Y-변위를 더한 값과 같아집니다. 그 수치는 아래와 같이 표시될 수도 있습니다.

$$Y - \text{변위} = (L + a) [2(\sin \theta) + 2(\sin 2\theta) + \dots + 2(\sin (n - 1)\theta) + (L + a) [\sin n\theta]]$$

여기서 "1"은 변곡점까지의 구간에 필요한 스텝 조각의 수이며, 정렬오차 보정에 사용된 커플링의 총 개수의 절반에 해당합니다.

26.03-KOR

이 식은 수학적으로 다음과 같이 단순화될 수 있습니다.

$$Y\text{-변위} = (L + a) [\text{SIN } \Theta + 2 \sum_{n=1}^{l-1} \text{SIN } n\Theta]$$

여기서 n은 정렬오차 보정에 사용된 커플링의 총 개수이며, l은 n/2입니다.

이와 동일한 기하학적 및 삼각함수 관계를 사용하면 정렬오차 보정을 위해 필요한 X 방향 거리를 다음의 식으로 계산할 수 있습니다.

$$X\text{-변위} = (L + a) [\text{COS } \Theta + 2 \sum_{n=1}^{l-1} \text{COS } n\Theta]$$

표 1 ~ 표 6에는 사용자의 편의를 위해 4 - 12인치 (100 - 300 mm)의 호칭 규격 배관에 필요한 오프셋 길이(X-변위) 및 정렬오차(Y-변위)를 얻기 위해 필요한 Victaulic 플렉시블 커플링 (예: S/75, 77, 791, 78)의 수와 절삭식 그루브 배관 스펙의 길이가 표시되어 있습니다. 다른 Victaulic 커플링, 배관 규격 또는 배관의 준비에 관한 사항은 앞에 설명된 공식을 사용하거나 Victaulic에 자세한 사항을 문의하시기 바랍니다.

예제 1

설계자는 기존 건물에 설치된 6인치(150 mm) 주 배관을 새로운 구조물에 연결해야 합니다. 연결 지점 사이의 배관 설치 거리는 66인치 (1676 mm)이며 3인치 (76.2 mm)의 침하가 발생할 것으로 예상됩니다. 최대한의 변형 범위를 얻기 위해 절삭식 그루브 배관 니플이 사용될 것입니다.

요구사항

Y - 변위 = 3인치 (76.2 mm)

X - 변위 = 66인치 (1676 mm) 미만

Style 75, 77, 791 또는 78 Victaulic 플렉시블 커플링 사용시: 최대 배관 끝단 간격 = 0.25인치 (6.4 mm) (커플링 성능 데이터의 수치 사용)

설계상의 배관 끝단 간격* = .188인치 (4.8 mm)

½ 배관 끝단 간격, a = 0.094인치 (2.4 mm)

최대 처짐각도 = 2° 10' = 2.167°

설계 처짐각도*, $\Theta = 1^\circ 38' = 1.625^\circ$

*설계 및 설치 목적일 경우, 25% 만큼을 안전율 적용해야 합니다. 발간된 최대 배관 끝단 간격 및 처짐각도 수치를 기준으로 ¼인치 - 3½인치 (20 - 90 mm) 규격의 경우에는 50%, 그리고 4인치 이상의 경우에는 25% 안전율을 적용해야 합니다.

계산: 4 커플링 (n = 4) l = n/2 = 2

스플 길이, L = 12"

a = .094인치

$\Theta = 1.625^\circ$

$$Y\text{-변위} = (L + a) [\text{SIN } \Theta + 2 \sum_{n=1}^{l-1} \text{SIN } n\Theta]$$

$$= (12 + .094) \{ \text{SIN } (2 \times 1.625) + 2 [\text{SIN}(1 \times 1.625)] \}$$

$$= 12.094 \{ .057 + 2 (.028) \} = 1.37\text{인치}$$

충분치 않을 경우; 3인치 (76.2 mm)의 Y-변위가 필요하므로 6개의 커플링으로 다시 시도:

n = 6

l = n/2 = 3

L = 12인치

a = .094인치

$\Theta = 1.625^\circ$

$$Y\text{-변위} = (12 + .094) \{ \text{SIN } (3 \times 1.625) + 2 [\text{SIN } (1 \times 1.625) + \text{SIN } (2 \times 1.625)] \}$$

$$= 12.094 \{ .085 + 2 [.028 + .057] \} = 3.08\text{인치}$$

Y-변위가 충분함(3인치 요구사항 초과).

점검: X-변위

$$X\text{-변위} = (L + a) [\text{COS } \Theta + 2 \sum_{n=1}^{l-1} \text{COS } n\Theta]$$

n = 6

l = n/2 = 3

L = 12"

a = .094"

$\Theta = 1.625^\circ$

$$= 12.094 \{ \text{COS } (3 \times 1.625) + 2 [\text{COS } (1 \times 1.625) + \text{COS } (2 \times 1.625)] \}$$

$$X\text{-변위} = 60.38\text{인치 (1533.7 mm)}$$

X-변위가 충분함(66인치/1676 mm 요구사항 미만)

6개의 6인치 (150 mm) 플렉시블 커플링과 5개의 12인치 (300 mm) 절삭식 그루브 배관 스펙을 이용하면 정렬오차의 조정이 가능하며, 한정된 X-변위 범위 이내에서 필요한 Y-변위를 얻을 수 있습니다. 이 정보는 6인치 (150 mm)(호칭) 배관에 대한 오프셋 결과표에서 찾아 보실 수 있습니다. 이 표를 사용하여 오프셋 문제를 해결하는 방법에 대해서는 예제 2를 참조하시기 바랍니다.

예제 2

설계자는 중심선이 10인치 (250 mm)만큼 어긋나 있는 2개의 평행 배관 라인을 연결해야 합니다. 배관의 끝단은 120인치 (3048 mm)만큼 분리되어 있습니다. 10인치 (250 mm)(호칭) 배관에 해당하는 표를 이용하여 최소 X-변위값인 120인치 이내에서 최대 Y-변위값인 4인치 (101.6 mm)를 얻을 수 있는 커플링의 수와 스펙 길이의 조합을 찾습니다. 이 표를 참조하면 8개의 10인치 (250 mm) 플렉시블 커플링과 16인치 (406.4 mm) 길이의 절삭식 그루브 스펙 배관의 조합이 변위 = 4.493인치/114.1 mm를 충족한다는 것을 알 수 있습니다. 필요한 길이인 120인치 (3048 mm)

와 표에 표시된 112.548인치 (2859 mm) 사이의 거리 차이는 전체 배관 구간에 걸쳐 배관의 길이를 조정하거나 약 7.5인치 (190.5 mm) 길이의 배관 스펙을 별도로 추가함으로써 해결될 수 있습니다.

이 표를 살펴보면 오프셋의 조정을 위한 또 다른 몇 가지의 조합이 존재하며, 하나같이 완전히 적절한 방법이라는 것을 알 수 있습니다. 그러나 최상의 선택은 커플링의 수가 최소화되고 그에 따라 전체적인 비용 절감과 효율 개선을 기할 수 있는 방식일 것입니다.

4인치 (100 mm) (호칭) 배관의 오프셋 결과

커플링의 개수	치수 인치/밀리미터		
	스플 길이	X-변위	Y- 변위
4	6	18.250	1.015
	152	464	26
4	9	27.234	1.515
	229	692	38
4	12	36.218	2.015
	305	920	51
4	15	45.203	2.515
	381	1148	64
4	18	54.187	3.015
	457	1376	77
4	21	63.171	3.514
	533	1605	89
4	24	72.156	4.014
	610	1833	102
6	6	30.368	2.283
	152	771	58
6	9	45.319	3.406
	229	1151	87
6	12	60.269	4.530
	305	1531	115
6	15	75.220	5.654
	381	1911	144
6	18	90.170	6.778
	457	2290	172
6	21	105.121	7.902
	533	2670	201
6	24	120.071	9.025
	610	3050	229
8	6	42.424	4.054
	152	1078	103
8	9	63.309	6.050
	229	1608	154
8	12	84.195	8.046
	305	2139	204
8	15	105.080	10.041
	381	2669	255
10	6	54.395	6.326
	152	1382	161
10	9	81.174	9.441
	229	2062	240
12	6	66.261	9.095
	152	1683	231

5인치 (125 mm) (호칭) 배관의 오프셋 결과

커플링의 개수	치수 인치/밀리미터		
	스플 길이	X-변위	Y- 변위
4	6	18.260	0.824
	152	464	21
4	9	27.250	1.230
	229	692	31
4	12	36.240	1.636
	305	920	42
4	15	45.229	2.041
	381	1149	52
4	18	54.219	2.447
	457	1377	62
4	21	63.209	2.853
	533	1606	72
4	24	72.199	3.258
	610	1834	83
6	6	30.403	1.853
	152	772	47
6	9	45.370	2.766
	229	1152	70
6	12	60.337	3.678
	305	1533	93
6	15	75.305	4.591
	381	1913	117
6	18	90.272	5.503
	457	2293	140
6	21	105.240	6.415
	533	2673	163
6	24	120.207	7.328
	610	3053	186
8	6	42.503	3.293
	152	1080	84
8	9	63.428	4.914
	229	1611	125
8	12	84.352	6.535
	305	2143	166
8	15	105.277	8.156
	381	2674	207
8	18	126.201	9.776
	457	3206	248
8	21	147.126	11.397
	533	3737	289
10	6	54.548	5.140
	152	1386	131
10	9	81.402	7.671
	229	2068	195
10	12	108.257	10.201
	305	2750	259
12	6	66.523	7.394
	152	1690	188
12	9	99.273	11.034
	229	2522	280
14	6	78.416	10.052
	152	1992	255

26.03-KOR

6인치 (150 mm) (호칭) 배관의 오프셋 결과

커플링의 개수	치수 인치/밀리미터		
	스플 길이	X-변위	Y- 변위
4	6	18.267	0.691
	152	464	18
4	9	27.259	1.032
	229	692	26
4	12	36.252	1.372
	305	921	35
4	15	45.245	1.713
	381	1149	44
4	18	54.238	2.053
	457	1378	52
4	21	63.230	2.394
	533	1606	61
4	24	72.223	2.734
	610	1834	70
6	6	30.422	1.555
	152	773	39
6	9	45.399	2.321
	229	1153	59
6	12	60.376	3.087
	305	1534	78
6	15	75.353	3.852
	381	1914	98
6	18	90.330	4.618
	457	2294	117
6	21	105.307	5.384
	533	2675	137
6	24	120.285	6.149
	610	3055	156
8	6	42.548	2.764
	152	1081	70
8	9	63.495	4.124
	229	1613	105
8	12	84.442	5.485
	305	2145	139
8	15	105.389	6.845
	381	2677	174
8	18	126.336	8.206
	457	3209	208
8	21	147.283	9.566
	533	3741	243
8	24	168.230	10.927
	610	4273	278
10	6	54.635	4.316
	152	1388	110
10	9	81.533	6.440
	229	2071	164
10	12	108.430	8.565
	305	2754	218
10	15	135.328	10.689
	381	3437	272
12	6	66.674	6.210
	152	1694	158
12	9	99.497	9.267
	229	2527	235
14	6	78.653	8.445
	152	1998	215
16	6	90.564	11.019
	152	2300	280

8인치 (200 mm) (호칭) 배관의 오프셋 결과

커플링의 개수	치수 인치/밀리미터		
	스플 길이	X-변위	Y- 변위
4	6	18.273	0.532
	152	464	14
4	9	27.268	0.794
	229	693	20
4	12	36.264	1.056
	305	921	27
4	15	45.260	1.318
	381	1150	33
4	18	54.255	1.580
	457	1378	40
4	21	63.251	1.842
	533	1607	47
4	24	72.247	2.103
	610	1835	53
6	6	30.441	1.197
	152	773	30
6	9	45.428	1.786
	229	1154	45
6	12	60.414	2.375
	305	1535	60
6	15	75.400	2.964
	381	1915	75
6	18	90.387	3.553
	457	2296	90
6	21	105.373	4.143
	533	2676	105
6	24	120.360	4.732
	610	3057	120
8	6	42.592	2.127
	152	1082	54
8	9	63.561	3.174
	229	1614	81
8	12	84.530	4.221
	305	2147	107
8	15	105.498	5.268
	381	2680	134
8	18	126.467	6.315
	457	3212	160
8	21	147.435	7.363
	533	3745	187
8	24	168.404	8.410
	610	4277	214
10	6	54.720	3.322
	152	1390	84
10	9	81.660	4.958
	229	2074	126
10	12	108.599	6.593
	305	2758	167
10	15	135.538	8.229
	381	3443	209
10	18	162.478	9.864
	457	4127	251
10	21	189.417	11.500
	533	4811	292
12	6	66.819	4.782
	152	1697	121
12	9	99.715	7.136
	229	2533	181
12	12	132.611	9.490
	305	3368	241
12	15	165.507	11.844
	381	4204	301
14	6	78.884	6.505
	152	2004	165
14	9	117.719	9.708
	229	2990	247
16	6	90.908	8.492
	152	2309	216

10인치 (250 mm) (호칭) 배관의 오프셋 결과

커플링의 개수	치수 인치/밀리미터		
	스플 길이	X-변위	Y- 변위
4	8	24.274	0.565
	203	617	14
4	12	36.270	0.844
	305	921	21
4	16	48.267	1.124
	406	1226	29
4	20	60.263	1.403
	508	1530	36
4	24	72.259	1.682
	610	1835	43
6	8	40.445	1.271
	203	1027	32
6	12	60.434	1.899
	305	1535	48
6	16	80.422	2.528
	406	2043	64
6	20	100.411	3.156
	508	2550	80
6	24	120.399	3.784
	610	3058	96
8	8	56.602	2.260
	203	1438	57
8	12	84.575	3.376
	305	2148	86
8	16	112.548	4.493
	406	2859	114
8	20	140.522	5.610
	508	3569	142
8	24	168.495	6.726
	610	4280	171
10	8	72.739	3.530
	203	1848	90
10	12	108.687	5.274
	305	2761	134
10	16	144.635	7.019
	406	3674	180
10	20	180.584	8.763
	508	4587	223
10	24	216.532	10.508
	610	5500	267
12	8	88.851	5.081
	203	2257	129
12	12	132.762	7.593
	305	3372	193
12	16	176.673	10.104
	406	4487	257
14	8	104.934	6.914
	203	2665	176
14	12	156.793	10.331
	305	3983	262
16	8	120.982	9.027
	203	3073	229

12인치 (300 mm) (호칭) 배관의 오프셋 결과

커플링의 개수	치수 인치/밀리미터		
	스플 길이	X-변위	Y- 변위
4	8	24.276	0.474
	203	617	12
4	12	36.273	0.708
	305	921	18
4	16	48.271	0.942
	406	1226	24
4	20	60.268	1.176
	508	1531	30
4	24	72.266	1.410
	610	1836	36
6	8	40.452	1.065
	203	1027	27
6	12	60.444	1.592
	305	1535	40
6	16	80.436	2.118
	406	2043	54
6	20	100.428	2.645
	508	2551	67
6	24	120.420	3.171
	610	3059	81
8	8	56.618	1.894
	203	1438	48
8	12	84.599	2.830
	305	2148	72
8	16	112.581	3.765
	406	2860	96
8	20	140.562	4.701
	508	3570	119
8	24	168.543	5.637
	610	4281	143
10	8	72.770	2.958
	203	1848	75
10	12	108.734	4.420
	305	2762	112
10	16	144.697	5.883
	406	3675	149
10	20	180.661	7.345
	508	4589	187
10	24	216.625	8.807
	610	5502	224
12	8	88.905	4.259
	203	2258	108
12	12	132.842	6.364
	305	3374	162
12	16	176.780	8.469
	406	4490	215
12	20	220.718	10.574
	508	5606	269
14	8	105.019	5.796
	203	2667	147
14	12	156.920	8.660
	305	3986	220
14	16	208.821	11.525
	406	5304	293
16	8	121.109	7.568
	203	3076	192
16	12	180.962	11.308
	305	4596	287