

기계설비 시공개선 사례



한국종합건설기계설비협의회(회장 이용우)가 지난 해 '2014 기계설비시공 개선사례집'을 발간했다. 지난 2004년 초판본 발간에 이어 2008년 1차 개정판이 나온 후 2차 개정판이다. 기계설비시공 개선사례집은 그동안 기계설비와 관련된 많은 분야 종사자들의 지침이나 교육 등의 참고자료로 적극 활용되어 기계설비업계 발전에 기여해왔다. 그러나 시간이 흐름에 따라 기술의 발전, 새로운 분야 부각, 기존과 다른 다양한 기술적 해결 방안이 도출되면서 수정 및 보완의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 협의회는 2012년 3월 2차 개정판을 발간키로 의결하고 협의회 회원사 중 13명의 전문가를 2차 개정판 편집위원(위원장 이재근)으로 선임, 개정판 발간 작업에 들어가 2년여의 작업 끝에 결실을 맺었다. 본지는 기계설비시공 개선사례집이 전 건설현장에서 정밀시공을 위한 현장 실무가이드로 정착할 수 있도록 이번 호부터 연재한다.[편집자 주]

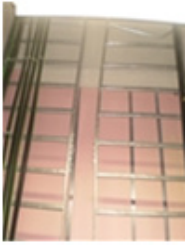





1 초고층 건축물에서 배관변위 하자사례

하자내용

초고층 오피스건물 내 설치된 전기(Cable Tray, Bus Duct, E/V레일) 및 설비입상배관 신축조인트에서 65mm~162mm 수축변형이 발생 하였다. 향후, 추가적인 변형발생 시 신축조인트 기능을 상실할 수 있어 보완이 필요 하였다.

[발생 현황]

전기			설비 신축 조인트		
Cable Tray	Bus Duct	E/V 레일	급수배관	소화배관	장비 배수배관

전기			설비 신축 조인트		
119개소 변형발생	162mm수축 (40.5mm/4개소)	145mm 수축	78mm 수축	65mm 수축	65mm 수축
					

[시공-변위량 차이]

구분	시공時(A)	변위량(B)	차이(A-B)	문제점
BusDuct (4개소)	240	162	78	신축조인트 여유치 부족 (현재 개소당 20mm이격)
E/V레일	240	145	95	레일상부 이격 여유치 부족 (현재 10mm이격)
급수배관	100	78	22	추가 변형에 대한 여유치 부족
소화배관	50	65	▽15	
장비배수배관	73.6	65	8.6	

원인 및 문제점

- 1) 코아월 Shortening 시뮬레이션 결과 적용 미흡 및 이상(異常)변형 발생 추정
 - (1) 코아월 Shortening 시뮬레이션은 ±30% 오차가 있으나 시뮬레이션 평균값을 적용
 - (2) 설비·전기 작업완료 후 코아월 Shortening 값이 예상보다 크게 발생 된 것으로 추정
 - 일반적으로 코아월 Shortening은 설비·전기 작업 전에 60% 정도 발생되나 약 20% 정도 만 발생된 것으로 추정

[변위량 대비 Shortening 추정치]

(단위 : mm)

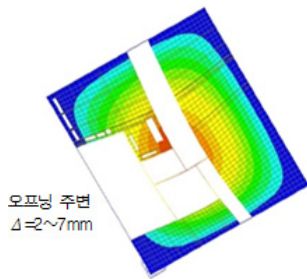
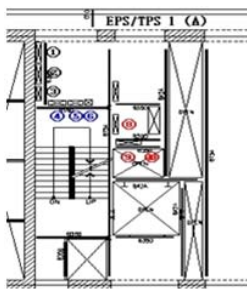
구분	BusDuct	E/V레일	급수배관	소화배관	장비 배수배관
실제변위량	162	145	78	65	65
열팽창값 (온도차/재질)	87.2 (28℃)	62.2 (28℃)	9.8 (3.6℃/STS)	15 (10.6℃/강관)	15 (10.6℃/강관)
추정 Shortening값	80.3	82.8	79.4	79.2	79.2
Shortening 오차범위	(17~79)		(37~99)		

[건물 축소개념(코아월 Shortening)]

- 시공 후 재하 하중과 시간 증가에 의해 콘크리트가 축소하는 현상으로 약 50층 이상 초고층건물 구조설계 시 검토

2) 건축평면 계획 시 위치에 따른 슬라브 처짐 검토 미흡(未洽)으로 인한 전기 Cable Tray 변형발생

- (1) 구조검토 결과 슬라브 처짐은 A>B>C 순으로 나타나고 있으나 실제 시공 시 미반영(4~5mm반영)
- (2) 검토 결과 A(5~7mm), B(1~4mm), C(0~1mm)로 나타나고 있음



[그림 1] EPS, TPS 입상Tray [그림 2] 슬라브 처짐 검토

3) 시공계획 수립 및 시공단계 관리 미흡

- (1) 시공계획 수립 시 본사설계 및 엔지니어링지원 미흡
- (2) 신축조인트 시공관리 소홀

대책 및 해결방안

초고층 건축물에서의 배관 신축의 원인은 크게 두 가지로, 건축구조에 의한 원인(Sway + Shortening)과 배관 열팽창(Thermal Expansion)에 의한 변위로 구분할 수 있다.

첫째, Shortening 및 배관 열팽창(시공 시 온도와 가동 시 온도차 포함)으로 인한 배관응력

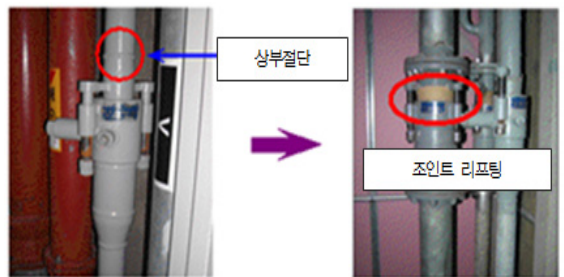
고려이다.

Shortening은 시공 및 준공 후 최대 20년간 지속적으로 발생될 수 있으며, 콘크리트 강도, 시공 중 외기온도, 습도조건 및 부재의 크기 등에 의해서 영향을 받고, 이는 건축 구조물에 국한되지 않고 구조물과 연결된 배관에도 영향을 미친다. 또한 건축물의 축소로 인한 응력방향과 동일하게 배관의 열팽창으로 인한 응력이 발생되므로 수직배관의 신축량 해석 시에는 열 변위 + Shortening 변위를 동시 검토하고 이에 따라 대안 방안도 고려되어야 한다.

둘째, 지진 및 풍압에 의한 상층부 배관변위는 3차원적으로 배관 변위가 발생되므로 이 경우 상층부는 많은 Deflection이 발생되어 각종 내구성 및 복합적인 배관변위 흡수가 가능한 배관 System 구축이 고려되어야 한다.

따라서, 고층빌딩시공 시 자재 열변형 및 코아월 Shortening 발생에 대비하여 사전 시뮬레이션을 수행을 통하여 변형을 흡수할 수 있는 신축 조인트를 사용토록 해야 한다. 발생된 조인트부분의 하자보수 내용으로는 아래와 같이 보완 조치하였다.

- 1) Joint부 해체 확인하여 조정 및 교체
- 2) Joint 상부 배관 절단 후 Joint 리프팅 실시
- 3) 고정 앵커 및 방진 변형부위 조정 및 보완 작업 실시
- 4) Multi Joint 100mm, Shortening Joint 50mm 신축 여유치 확보



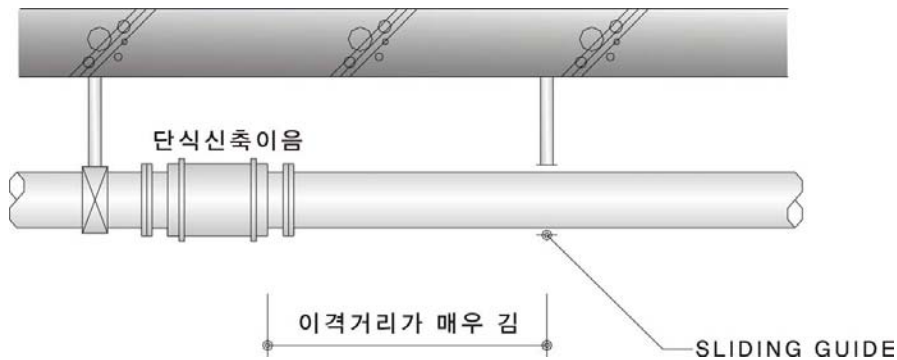
2 배관 Guide 위치 부적합에 의한 신축이음 파손

하자내용

단식 신축이음이 반복적으로 파손되는 문제가 발생됨

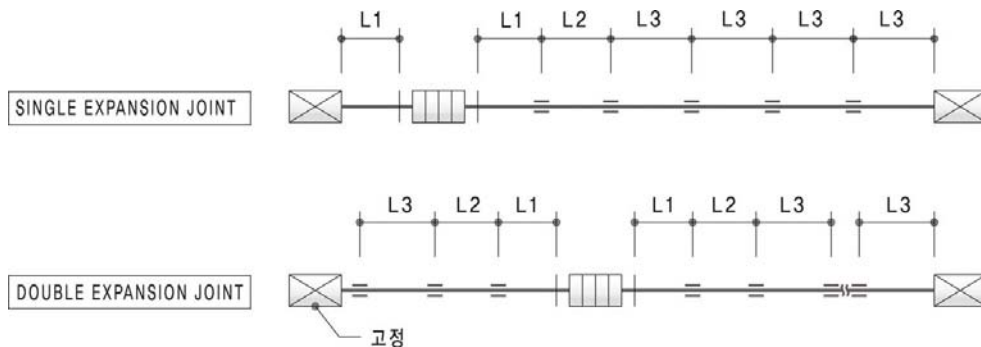
원인 및 문제점

신축이음에 배관의 신축을 유도해주는 가이드의 이격거리가 규정치 이상으로 설치되어있어 배관 신축 시 발생하는 변위의 방향이 신축이음과 일치하지 않아 신축이음 내부에 반복적인 피로응력이 발생하여 파손되었음



대책 및 해결방안

신축이음 설치에 있어서 신축변위의 방향이 일치되지 않을 경우 배관 및 신축이음이 파손되므로, 배관의 정렬과 가이드의 위치를 정확히 시공하여야 한다.



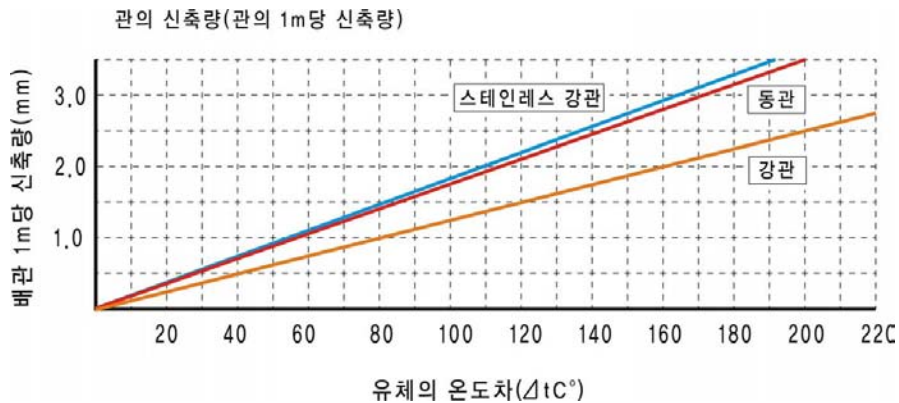
	Size	L1(m)	L2(m)	L3(m)			
				강관		STS관	
				10k	20k	10k	20k
강관 STS관	20A	0.15	0.5	5	3	4	3
	32A	0.20	0.6	5	4	5	4
	40A	0.20	0.7	6	4	5	4
	50A	0.25	0.9	7	5	6	4
	65A	0.30	1.0	8	6	7	5
	80A	0.35	1.3	8	6	7	6
	100A	0.50	1.3	10	7	8	6
	125A	0.60	2.0	11	8	9	8
	150A	0.70	2.3	12	9	10	8
	200A	0.90	3.0	16	11	13	12
	250A	1.00	4.0	19	13	14	13

	Size	L1(m)	L2(m)	L3(m)
베관	20A	0.10	0.4	2
	32A	0.15	0.5	2
	40A	0.20	0.6	3
	50A	0.20	0.8	3
	65A	0.30	0.9	4
	80A	0.30	1.0	5
	100A	0.40	1.5	6
	125A	0.50	2.0	6

해결

※ 각종 신축이음 선정 및 설치간격

1. 관내의 열유체 온도와 배관 신축량 관계는 다음 도표와 같다.



2. 벨로우즈형 및 스텐드형 단식 신축이음이 부담할 수 있는 배관길이는 아래 도표와 같으며 신축량 계산 및 설치간격 산정 시 참조한다.

[Bellows형 신축이음의 허용배관 길이]

증기압력 (포화증기) kg/cm2G	온도 (°C)	관경	15~50	65~300
		최대신축길이(mm)	45	60
		실용신축길이(mm)	34	45
-	70이상	설 치 간 격 (m)	25	33
-	80		"	"
-	90		"	"
0	100		"	"
0.428	110		23	30
0.991	120		21	28
1.721	130		19	26
2.652	140		18	24
3.820	150		17	22
5.269	160		16	21
7.043	170		15	20
9.191	180		14	19

[Sleeve형 신축이음의 허용배관 길이]

증기압력 (포화증기) kg/cm2G	온도 (°C)	관경	15~50	65~300	150~200
		최대신축길이(mm)	50	75	100
		실용신축길이(mm)	38	57	75
-	70이상	설 치 간 격 (m)	28	42	56
-	80		"	"	"
-	90		"	"	"
0	100		"	"	"
0.428	110		26	39	51
0.991	120		24	35	47
1.721	130		22	33	43
2.652	140		20	30	40
3.820	150		10	28	37
5.269	160		18	27	35
7.043	170		17	25	33
9.191	180		16	24	31

- 주) 1. 외기온도 -10°C의 경우에 대한 계산이다.
 2. 복식 신축이음에 대해서는 허용배관 길이를 2배로 한다.
 3. 적용한 배관종류는 강관임