
소방시설의 내진설계 화재안전기준 해설서

2016. 1.



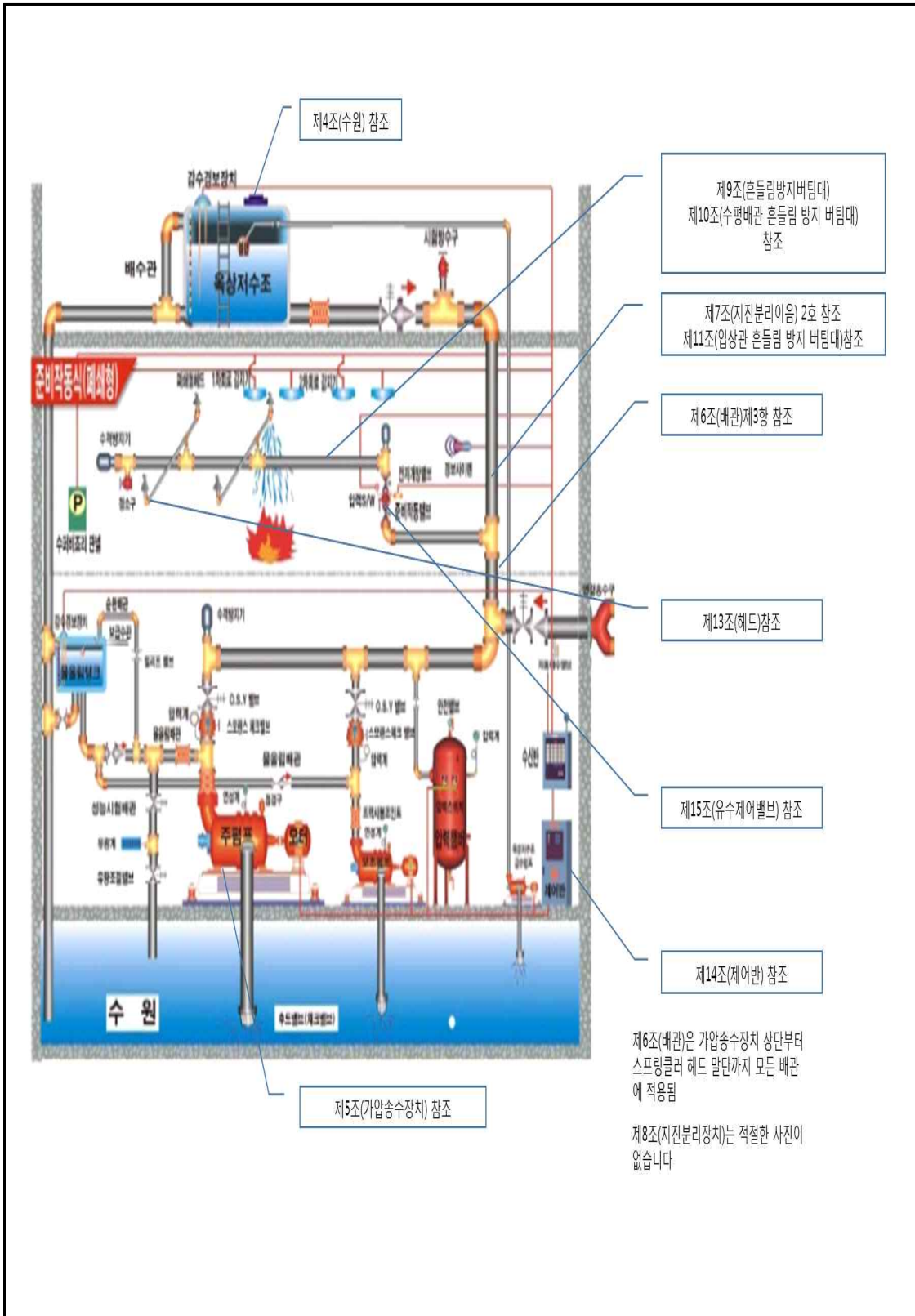
중앙소방본부
[소방제도과]

이 해설서는 소방시설 내진설계에 있어 필요한 성능수준 확보를 위한 설치방법을 예시한 것임

● ● ● 목 차

조 문	내 용	페이지
제 1 조	: 목적 -----	4
제 2 조	: 적용범위 -----	6
제 3 조	: 정의 -----	7
제 4 조	: 수원 -----	25
제 5 조	: 가압송수장치 -----	28
제 6 조	: 배관 -----	32
제 7 조	: 지진분리이름 -----	42
제 8 조	: 지진분리장치 -----	46
제 9 조	: 흔들림 방지 버팀대 -----	47
제 10 조	: 수평배관 흔들림 방지 버팀대 -----	49
제 11 조	: 입상관 흔들림 방지 버팀대 -----	51
제 12 조	: 버팀대 고정장치 -----	52
제 13 조	: 헤드 -----	52
제 14 조	: 제어반 -----	60
제 15 조	: 유수검지장치 -----	62
제 16 조	: 함 -----	62
제 17 조	: 비상전원 -----	64
제 18 조	: 가스계 및 분말 소화설비 -----	64
제 19 조	: 설치·유지 기준의 특례 -----	65

소방시설의 내진설계 계통도



소방시설의 내진설계 기준 해설

제1조(목적) 이 기준은 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조의2에 따라 국민안전처장관에게 위임한 소방시설의 내진설계 기준에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

[관련 법규]

「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」제 9조2는 특정소방대상물에 설치하는 소방시설 등의 유지관리 등에 관한 기준으로 다음과 같다.

제9조의2(소방시설의 내진설계기준) 「지진·화산재해대책법」 제14조제1항 각 호의 시설 중 대통령령으로 정하는 특정소방대상물에 대통령령으로 정하는 소방시설을 설치하려는 자는 지진이 발생할 경우 소방시설이 정상적으로 작동될 수 있도록 국민안전처장관이 정하는 내진설계기준에 맞게 소방시설을 설치하여야 한다. <개정 2014.11.19. 2015.7.24.>

[본조신설 2011.8.4.]

[해설]

1. 지진 화산재해 등으로 인해 발생하는 진동 또는 지진해일로 인하여 발생하는 피해로서 지진동(지진동 : 지진으로 일어나는 지면의 진동)에 의한 직접 피해 및 화재, 폭발, 그 밖의 현상에 따라 발생하는 "지진재해"에 대비하여 지진재해의 발생을 방지하고 지진재해가 발생한 경우 피해를 줄이기 위하여 조치하는 "지진방재" 대책 중 소방시설에 대한 내진설계의 기준을 마련하고자 함.
2. 이 기준은 성능위주(Performance Based)개념을 적용하기 편리하도록 현재의 법규 위주(Code Base)의 개념으로 서술되었다. 소방법령에 따라 적용되는 소방시설에 대하여 지진 등이 발생할 경우 소방시설이 정상적으로 작동될 수 있도록 소방시설별 주요 구성요소에 대한 내진설계 기준을 제정하기 위하여 필요한 사항을 서술하였다. 내진보강 설계에 사용되는 부재들은 제조사의 설계 허용범위 에 맞추어 설계 하고 시공되어야 한다.
3. 「지진·화산재해대책법시행령」 제10조제1항 에는 다음과 같이 정의한다.

제10조(내진설계기준의 설정 대상 시설) ①법 제14조제1항에서 "대통령령으로 정하는 시설"이란 다음 각 호의 시설을 말한다.

1. 「건축법 시행령」 제32조제2항 각 호에 해당하는 건축물
2. 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」과 「방조제관리법」 등 관계 법령에 따라 국가에서 설치·관리하고 있는 배수갑문 및 방조제
3. 「항공법」 제2조제8호에 따른 공항시설

4. 「하천법」 제7조제2항에 따른 국가하천의 수문 중 국토교통부장관이 정하여 고시한 수문
 5. 「농어촌정비법」 제2조제6호에 따른 저수지 중 총저수용량 50만톤 이상이고 제방 높이가 15미터 이상인 저수지와 총 저수용량 2,000만톤 이상인 저수지
 6. 「댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 다목적댐
 7. 「댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률」 외에 다른 법령에 따른 댐 중 생활·공업 및 농업용수의 저장, 발전, 홍수 조절 등의 용도로 이용하기 위한 높이 15미터 이상인 댐 및 그 부속시설
 8. 「도로법 시행령」 제2조제2호에 따른 교량·터널
 9. 「도시가스사업법」 제2조제5호에 따른 가스공급시설 및 「고압가스 안전관리법」 제4조제4항에 따른 고압가스의 제조·저장 및 판매의 시설과 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」 제5조제4항의 기준에 따른 액화저장탱크, 지지구조물, 기초 및 배관
 10. 「도시철도법」 제2조제3호에 따른 도시철도시설 중 역사(驛舍), 본선박스, 다리
 11. 「산업안전보건법」 제34조에 따라 고용노동부장관이 유해하거나 위험한 기계·기구 및 설비에 대한 안전인증기준을 정하여 고시한 시설
 12. 「석유 및 석유대체연료 사업법」에 따른 석유정제시설, 석유비축시설, 석유저장시설, 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법 시행령」 제8조에 따른 액화석유가스 저장시설 및 같은 영 제11조의 비축의무를 위한 저장시설
 13. 「송유관 안전관리법」 제2조제2호에 따른 송유관
 14. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행령」 제61조제1호에 따른 산업단지 폐수종말처리시설
 15. 「수도법」 제3조제17호에 따른 수도시설
 16. 「어촌·어항법」 제2조제5호에 따른 어항시설
 17. 「원자력안전법」 제2조제20호 및 같은 법 시행령 제10조에 따른 원자력이용시설 중 원자로 및 관계시설, 핵연료주기시설, 사용후핵연료 중간저장시설, 방사성폐기물의 영구처분시설, 방사성폐기물의 처리 및 저장시설
 18. 「전기사업법」 제2조에 따른 발전용 수력설비·화력설비, 송전설비, 변전설비 및 배전설비
 19. 「철도산업발전 기본법」 제3조제2호 및 「철도건설법」 제2조제6호에 따른 철도시설 중 다리, 터널 및 역사
 20. 「폐기물관리법」 제2조제8호에 따른 폐기물처리시설
 21. 「하수도법」 제2조제9호에 따른 공공하수처리시설
 22. 「항만법」 제2조제5호에 따른 항만시설
 23. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제9호에 따른 공동구
 24. 「학교시설사업 촉진법」 제2조제1호 및 같은 법 시행령 제1조의2에 따른 학교시설 중 교사(校舍), 체육관, 기숙사, 급식시설 및 강당
 25. 「궤도운송법」에 따른 궤도
 26. 「관광진흥법」 제3조제1항제6호에 따른 유기시설(遊技施設) 및 유기기구(遊技機具)
 27. 「의료법」 제3조에 따른 종합병원, 병원 및 요양병원
 28. 제2항에 해당하는 시설
- ② 법 제14조제1항제30호에서 "대통령령으로 정하는 시설"이란 「방송통신발전 기본법」 제2조제3호에 따른 방송통신설비 중에서 「방송통신설비의 기술기준에 관한 규정」 제22조제2항에 따라 기준을 정한 설비를 말한다. <신설 2014.8.6.> [시행일 : 2016.1.25.] 제10조

건축법 시행령 제32조(구조 안전의 확인)

② 제1항에 따라 구조 안전을 확인한 건축물 중 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 건축주는 해당 건축물의 설계자로부터 구조 안전의 확인 서류를 받아 법 제21조에 따른 착공신고를 하는 때에 그 확인 서류를 허가권자에게 제출하여야 한다. <개정 2014.11.28., 2015.9.22.>

1. 층수가 3층[대지가 연약(軟弱)하여 건축물의 구조 안전을 확보할 필요가 있는 지역으로서 건축조례로 정하는 지역에서는 2층] 이상인 건축물
2. 연면적이 500제곱미터 이상인 건축물. 다만, 창고, 축사, 작물 재배사 및 표준설계도서에 따라 건축하는 건축물은 제외한다.
3. 높이가 13미터 이상인 건축물
4. 처마높이가 9미터 이상인 건축물
5. 기둥과 기둥 사이의 거리가 10미터 이상인 건축물
6. 국토교통부령으로 정하는 지진구역 안의 건축물
7. 국가적 문화유산으로 보존할 가치가 있는 건축물로서 국토교통부령으로 정하는 것
8. 제2조제18호가목 및 다목의 건축물

제2조(적용범위) ① 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」(이하 "영"이라 한다) 제15조의2에 따른 옥내소화전설비, 스프링클러설비, 물분무등소화설비(이하 이 조에서 "각 설비"라 한다)는 이 기준에서 정하는 규정에 적합하게 설치하여야 한다. 다만, 각 설비의 성능시험배관, 지중매설배관 등은 제외한다.

② 제1항의 각 설비에 대하여 특수한 구조 등으로 특별한 조사·연구에 의해 설계하는 경우에는 그 근거를 명시하고, 이 기준을 따르지 아니할 수 있다.

[관련 법령]

「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」제15조의2는 법 제9조2의 대통령령으로 정하는 특정소방대상물 및 소방시설을 규정하고 있다.

제15조의2(소방시설의 내진설계) ① 법 제9조의2에서 "대통령령으로 정하는 특정소방대상물"이란 「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물로서 「지진·화산재해대책법 시행령」제10조제1항 각호에 해당하는 시설을 말한다.

② 법 제9조의2에서 "대통령령으로 정하는 소방시설"이란 소방시설 중 옥내소화전설비, 스프링클러설비, 물분무등소화설비를 말한다.

[해설]

1. 「건축법」 제2조제1항제2호는 다음과 같다.

"건축물"이란 토지에 정착(定着)하는 공작물 중 지붕과 기둥 또는 벽이 있는 것과 이에 딸린 시설물, 지하나 고가(高架)의 공작물에 설치하는 사무소·공연장·점포·차고·창고, 그 밖에 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

2. 옥내소화전설비, 스프링클러설비, 물분무등소화설비 설치대상 등에 대하여는 화재예방, 소방시설설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 " 별표1과 별표5"를 참고한다.

3. 각 설비의 성능시험배관, 지중매설관은 내진설계를 제외한다.
4. 각 설비가 특수한 구조 등으로 특별한 조사·연구에 의해 설계한 경우에는 그 근거를 명시한 경우 소방시설의 내진설계 기준을 따르지 아니할 수 있다.

제3조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

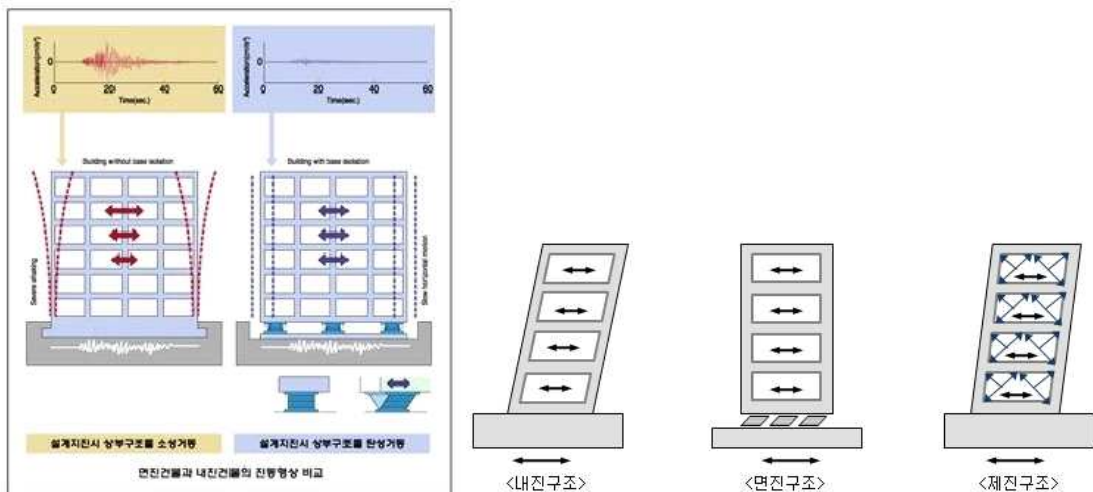
1. "내진"이란 면진, 제진을 포함한 지진으로부터 소방시설의 피해를 줄일 수 있는 구조를 의미하는 포괄적인 개념을 말한다.
2. "면진"이란 건축물과 소방시설을 분리시켜 지반진동으로 인한 지진력이 직접 구조물로 전달되는 양을 감소시킴으로써 내진성을 확보하는 수동적인 지진 제어 기술을 말한다.
3. "제진"이란 별도의 장치를 이용하여 지진력에 상응하는 힘을 구조물 내에서 발생시키거나 지진력을 흡수하여 구조물이 부담해야 하는 지진력을 감소시키는 능동적 지진 제어 기술을 말한다.

[해설]

소방시설의 내진설계란, 건축물 내부에 설치되는 설비이므로 지진 시 건축물로부터 전달되는 지진영향력이 소방시설에 최소한으로 미칠 수 있도록 건축물과 소방시설과의 연결구조에 대한 설계이다

건축물에서 사용되는 지진대응의 3대 원리는 내진, 면진, 제진으로 나눌 수 있다 .

내진, 면진, 제진의 개념에 대해 내진은 지진으로부터 구조물을 보호하는 가장 광의의 개념이며, 협의의 개념으로는 구조물을 지진력에 대항할 만큼 튼튼하게 건설하는 것이고, 면진은 지진에 대항하지 않고 지진을 피하고자하는 수동적인 개념, 하지만 상당히 경제 적이며 내진 여유도를 가지는 개념이라고 할 수 있으며, 제진이란 지진에 대항하여 지진에 의한 피해를 극복하고자 하는 능동적 개념이라고 할 수 있다.



내진설계의 개념도

1. 내진구조 : 지진력을 구조물의 내력으로 감당하는 개념으로 면진과 제진의 개념을 포함하나 구조물의 강성을 증가시켜 지진력에 저항하는 방법을 의미 한다.

지진발생시 지진하중에 저항할 수 있는 구조물의 단면을 확보해야 한다. 그러나 부재의 단면 증대, 비경제적 설계, 건축물이 중량 증가

2. 면진 구조 : 건물과 지반사이에 전단변형장치를 설치하여 지반과 건물을 분리 (Base isolation)시키는 방법으로 지진발생시 건축물의 고유주기를 인위적으로 같게 하여 지진과 구조물과의 공진을 막아 지진력이 구조물에 상대적으로 약하게 전달되도록 하는 것
3. 제진 구조 : 구조물의 내부나 외부에서 구조물의 진동에 대응한 제어력을 가하여 구조물의 진동을 저감시키거나 구조물의 강성이나 감쇠 등을 변화시켜 구조물을 제어하는 구조.
 - 지진발생시 구조물로 전달되는 지진력을 상쇄하여 간단한 보수만으로 구조물을 재사용할 수 있게 하는 시스템
 - 중규모 이상의 지진발생시 손상수위를 제어할 수 있는 설계
 - 건축물의 내부 설치물의 안전한 보호에는 한계가 있음

제3조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

4. "수평력(F_{pw})"이란 지진 시 버팀대에 전달되는 배관에 작용하는 동적지지하중을 같은 크기의 정적하중으로 환산한 값을 말한다.
5. "세장비(L/r)"란 버팀대의 길이(L)와, 최소회전반경(r)의 비율을 말하며, 세장비가 커질수록 좌굴(buckling)현상이 발생하여 지진발생시 파괴되거나 손상을 입기 쉽다.

[해설]

1. 지진발생시 전달되는 하중은 동적 하중이므로 버팀대의 강도 계산 등을 위해서는 동적 지지하중을 정적지지하중으로 환산한 값을 사용하여 한다. 동적 하중의 경우 여러 가지 변수에 의한 복잡한 수식으로 정의되기 때문에 정역학적 계산에서는 사용할 수 없다. 이러한 수평력(Fpw)의 결정 등은 소방시설 내진설계기준 제6조2항을 참고 할 것
2. 좌굴현상은 기둥의 길이가 그 횡단면 치수에 비해 클 때, 기둥의 양단에 압축하중이 가해졌을 경우 하중이 어느 크기에 이르면 기둥이 갑자기 휘는 현상을 말한다. 이러한 좌굴 현상은 세장비가 커질수록 발생하기 쉬운데 지진동 발생시 순간 모멘트로 인해 버팀대의 휨 현상이 발생하기 때문이다
3. 세장비는 버팀대의 길이(L)와 최소 회전반경(r)과의 비율을 말한다. 최소 회전반경(Least Radius of Gyration)은 회전하는 물체의 모멘트와 그 물체의 전 질량이 어떤 점에 모였다고 가정하고 관성 모멘트가 일정할 때, 회전 축심과 그 점과의 거리를 말한다. 최소 회전반경은 물체 단면적의 형상, 크기등과 관련 있으며 주로 사용되는 버팀대의 최소 회전반경은 아래 표와 같다.

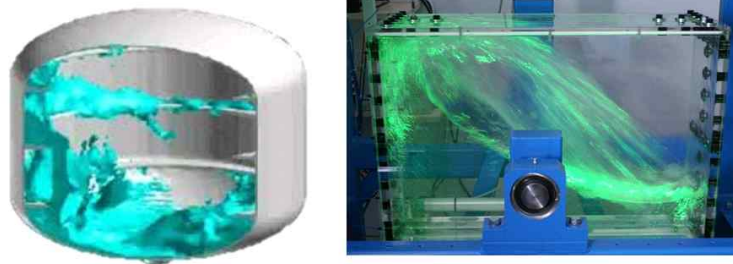
버팀대 형상 및 크기 (in)		면적(mm ²)	최소회전반경(mm)
파이프	1	319	10.7
	스케줄40		
	1-1/4	432	13.7
	1-1/2	515	15.8
	2	690	20.0
앵글	1-1/2x 1-1/2 x 1/4	444	7.4
	2 x 2 x 1/4	605	9.9
	2-1/2 x 2 x 1/4	684	10.8
	2-1/2 x 2-1/2 x 1/4	768	12.5
	3 x 2-1/2 x 1/4	845	13.4
	3 x 3 x 1/4	929	15.0
봉	3/8	45	1.9
	(전산형)		
	1/2	83	2.6
	5/8	134	3.3
	3/4	199	4.0
	7/8	277	4.7
	(끝단 나사형)		
	3/8	71	2.4
	1/2	126	3.2
	5/8	198	4.0
	3/4	285	4.8
	7/8	388	5.6
판	1-1/2 x 1/4	242	1.8
	2 x 1/4	323	1.8
	2 x 3/8	484	2.7

4. 버팀대 대신 와이어를 사용하는 경우 압축하중이 걸릴 수 없으므로 세장비를 규정할 수 없다.
5. 소방시설의 내진설계기준에서는 세장비 300미만의 버팀대만 사용할 수 있도록 규정하고 있다.

6. "슬로싱(Sloshing) 현상"이란 지진발생으로 인하여 수조의 수면이 출렁거리는 현상을 말한다.
7. "지진거동특성"이란 지진발생으로 인한 외부적인 힘에 반응하여 움직이는 특성을 말한다.

[해설]

“슬로싱”이란 지진 발생으로 인하여 수면이 출렁거리며 물이 담겨있는 용기의 경계 (수조, 벽, 뚜껑 등)를 때리는 현상을 말한다. 이로 인하여 수원을 담고 있는 구조물이 파손될 시 담겨있던 물이 외부로 유실되어 필요한 수량을 유지 할 수 없게 된다.

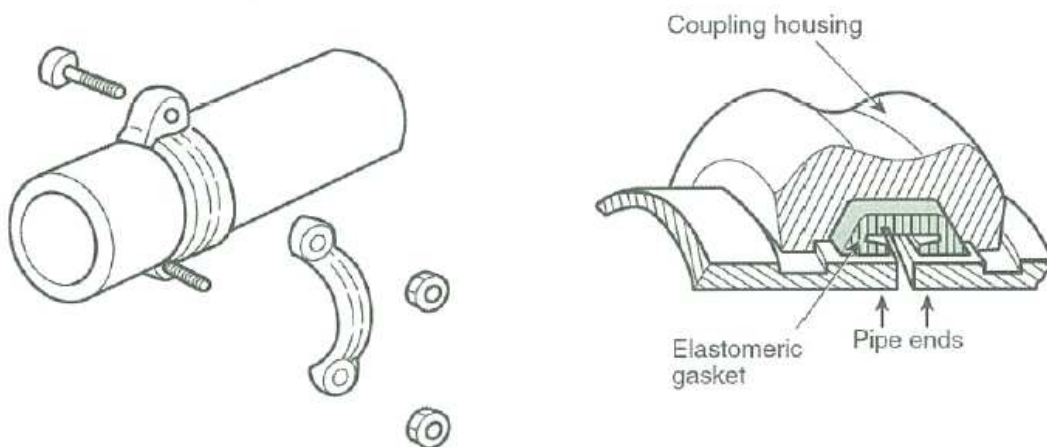


수조 등에서 일어날 수 있는 지진동에 의한 슬로싱 현상의 예 .

8. "지진분리이음"이란 지진발생시 지진으로 인한 진동이 전달되지 않도록 진동을 흡수할 수 있는 이음을 말한다.

[해설]

“지진분리이음”이란 배관의 차등 움직임을 이용하여 지진시 발생하는 진동에 의한 구조물 또는 비구조물의 파손을 방지하는 이음을 말한다. 일반적으로 신축이음쇠(그루브형 커플링)가 해당되며 배관의 축방향 변위, 회전, 일정 각도 변위를 허용하는 관 부속품이다.



지진분리이음 예시

9. "지진분리장치"란 지진발생시 건축물의 지진하중이 소방시설에 전달되지 않도록 지진으로 인한 진동을 격리시키는 장치를 말한다.

“지진분리장치”란 지진분리이음으로 연결된 건물에서 상대적으로 움직이는 변위를 최소화 하고 예상되는 배관의 움직임을 충분히 수용하여 배관의 파손을 방지하기 위해 사용하는 장치이다. 일반적으로 관부속품, 배관과 커플링 장치 등을 이용한 집합체 장치를 사용하거나 모든 방향으로 움직임이 가능한 배관과 커플링 장치를 사용한다.



지진분리장치 예시

10. "가동중량"이란 가압송수장치·배관의 기타 부속품 무게를 포함하기 위한 중량으로 용수가 충전된 배관무게의 1.15배를 사용한다.

“가동중량”이라 함은 지진 발생시 진동을 일으킬 수 있는 배관, 가압송수장치, 배관내 용수, 기타 부속품들의 중량의 합으로 버팀대의 수평지진하중 산정시 기준이 되는 중량이다. 그러나 모든 부품의 중량을 합할 수 없으므로 실제 적용시에는 용수가 충전된 배관 무게의 1.15배의 중량으로 근사한다. 이는 일반적인 경우 배관 및 용수를 제외한 부속 장치들의 중량의 합은 15% 이하로 측정되기 때문이다.

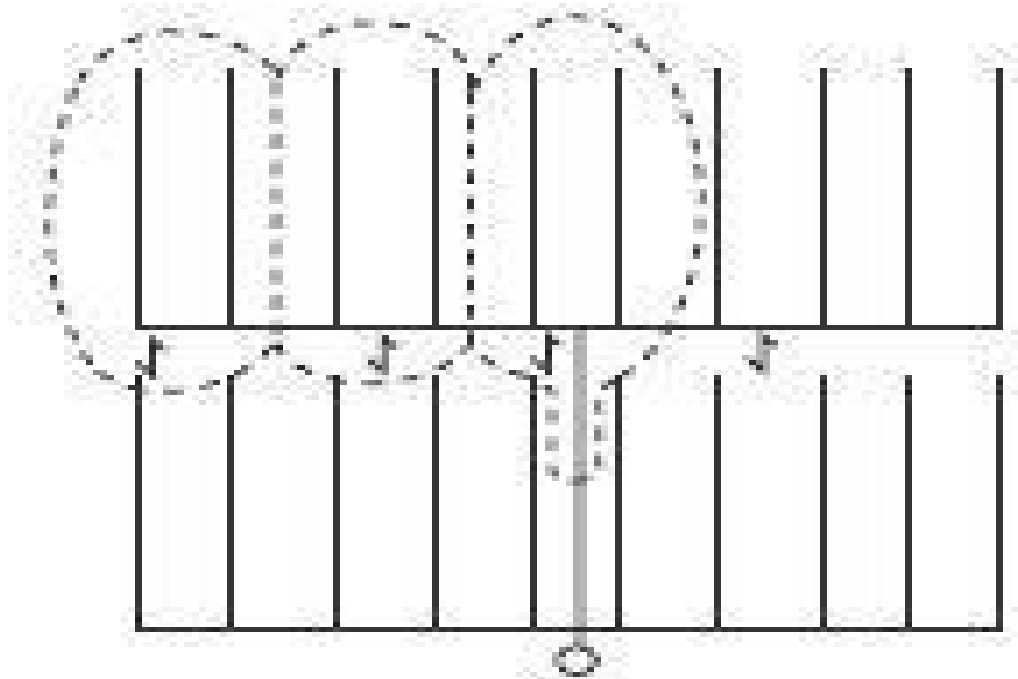
가동중량 산정방법 예시

1. 흔들림방지 버팀대 설계방법(Sway Bracing Design)을 기준으로 예시
2. 관련규정
제9조(흔들림 방지 버팀대) 2호 배관에는 제6조2항에서 산정된 횡방향 및 종방향의 수평지진하중에 모두 견디고, 지진하중에 의한 수평방향의 움직임을 방지하도록 버팀대를 설치하여야 한다.
3. 흔들림 방지 버팀대 설계(Sway Bracing Design) 순서
 - 1) 지진계수(Cp)의 결정 : 국가화재안전기준 제6조 ②항 2호에 따라 0.5로 결정
NFPA의 경우에는 NFPA 13, 2013, Table 9.3.5.9.3에 따라 Ss값에 따른 Cp값을 적용

Table 9.3.5.9.3 Seismic Coefficient Table

S_s	C_p
0.33 or less	0.35
0.40	0.38
0.50	0.40
0.60	0.42
0.70	0.42
0.75	0.42
0.80	0.44
0.90	0.48
0.95	0.50
1.00	0.51
1.10	0.54
1.20	0.57
1.25	0.58
1.30	0.61
1.40	0.65
1.50	0.70
1.60	0.75
1.70	0.79
1.75	0.82
1.80	0.84
1.90	0.89
2.00	0.93
2.10	0.98
2.20	1.03
2.30	1.07
2.40	1.12
2.50	1.17
2.60	1.21
2.70	1.26
2.80	1.31
2.90	1.35
3.00	1.40

- 2) 버팀대(Brace)를 지지할 건축구조부재로부터 주배관의 거리를 기초로 버팀대의 재질, 모양 및 크기를 결정 : 버팀대의 최대세장비 300이하, 수직으로부터 각도 30도 이상
 - NFPA 13 Table 9.3.5.11.8(a) 흔들림 방지 버팀대의 최대수평하중(L/r=100, Fy=36ksi)
 - NFPA 13 Table 9.3.5.11.8(b) 흔들림 방지 버팀대의 최대수평하중(L/r=200, Fy=36ksi)
 - NFPA 13 Table 9.3.5.11.8(c) 흔들림 방지 버팀대의 최대수평하중(L/r=300, Fy=36ksi)
- 3) 임시적으로 횡방향 버팀대(Brace)를 배치
 - 모든 주배관, 교차배관에 배치, 가지배관에는 배관구경 65mm이상인 배관에 배치
 - 횡방향 버팀대는 최대간격 12m미만으로 임시적으로 배치
 - 마지막 횡방향 버팀대와 배관 단부 사이의 거리는 1.8m미만으로 배치
- 4) 임시적으로 종방향 버팀대(Brace)를 배치
 - 모든 주배관, 교차배관에 배치, 가지배관에는 배치하지 않음
 - 종방향 버팀대는 최대간격 24m미만으로 임시적으로 배치
 - 마지막 종방향 버팀대와 배관 단부 사이의 거리는 12m미만으로 배치
- 5) 임시적으로 4방향 버팀대(Brace)를 배치
 - 모든 입상관에 한해 배치
- 6) 임시적으로 배치된 버팀대에 할당된 횡방향 버팀대에 작용하는 수평지진하중 산정
 - 횡방향 버팀대 영향구역(Zone of Influence) 선정
 - 횡방향 버팀대 영향구역(Zone of Influence)는 횡방향 흔들림방지 버팀대 위치의 좌우 6m 이내로 선정하여야 함.



[예시 : 영향구역(Zone of Influence) 선정]

- 횡방향 버팀대 영향구역(Zone of Influence)내의 배관의 가동중량산정
- 가동중량(Wp) = 소화용수가 충전된 배관무게 × 1.15

Table A.9.3.5.9 Piping Weights for Determining Horizontal Load

Nominal Dimensions		Weight of Water-Filled Pipe	
in.	mm	lb/ft	kg/m
Schedule 40 Pipe			
1	25	2.05	3.05
1¼	32	2.93	4.36
1½	40	3.61	5.37
2	50	5.13	7.63
2½	65	7.89	11.74
3	80	10.82	16.10
3½	90	13.48	20.06
4	100	16.40	24.41
5	125	23.47	34.93
6	150	31.69	47.16
8*	200	47.70	70.99
Schedule 10 Pipe			
1	25	1.81	2.69
1¼	32	2.52	3.75
1½	40	3.04	4.52
2	50	4.22	6.28
2½	65	5.89	8.77
3	80	7.94	11.82
3½	90	9.78	14.55
4	100	11.78	17.53
5	125	17.30	25.75
6	150	23.03	34.27
8	200	40.08	59.65

*Schedule 80.

[소화용수가 충전된 배관의 무게]

- 횡방향 버팀대 영향구역(Zone of Influence)내에 작용하는 수평력 계산
- $F_{pw} = 0.5W_p$

관경	Type	길이(ft)	합계(ft)	길이당무게	무게(lb)
1 in	Sch.40	15+25+8+22	70	2.05(lb/ft)	143.5(lb)
1 1/4in	Sch.40	25+33+18	76	2.93(lb/ft)	222.7(lb)
1 1/2in	Sch.40	8+8+10+10	36	3.61(lb/ft)	130.0(lb)
2 in	Sch.40	20	20	5.13(lb/ft)	102.6(lb)
4 in	Sch.40	20	20	11.78(lb/ft)	235.6(lb)
Sub-total weight					834.4(lb)
$W_p(\text{가동중량}) = \text{Sub-total weight} \times 1.15$					959.6(lb)
$F_{pw}(\text{수평력}) = 0.5W_p$					479.78(lb)

[예시 : 스프링클러시스템 Load Calculation]

7) 횡방향 버팀대 선정

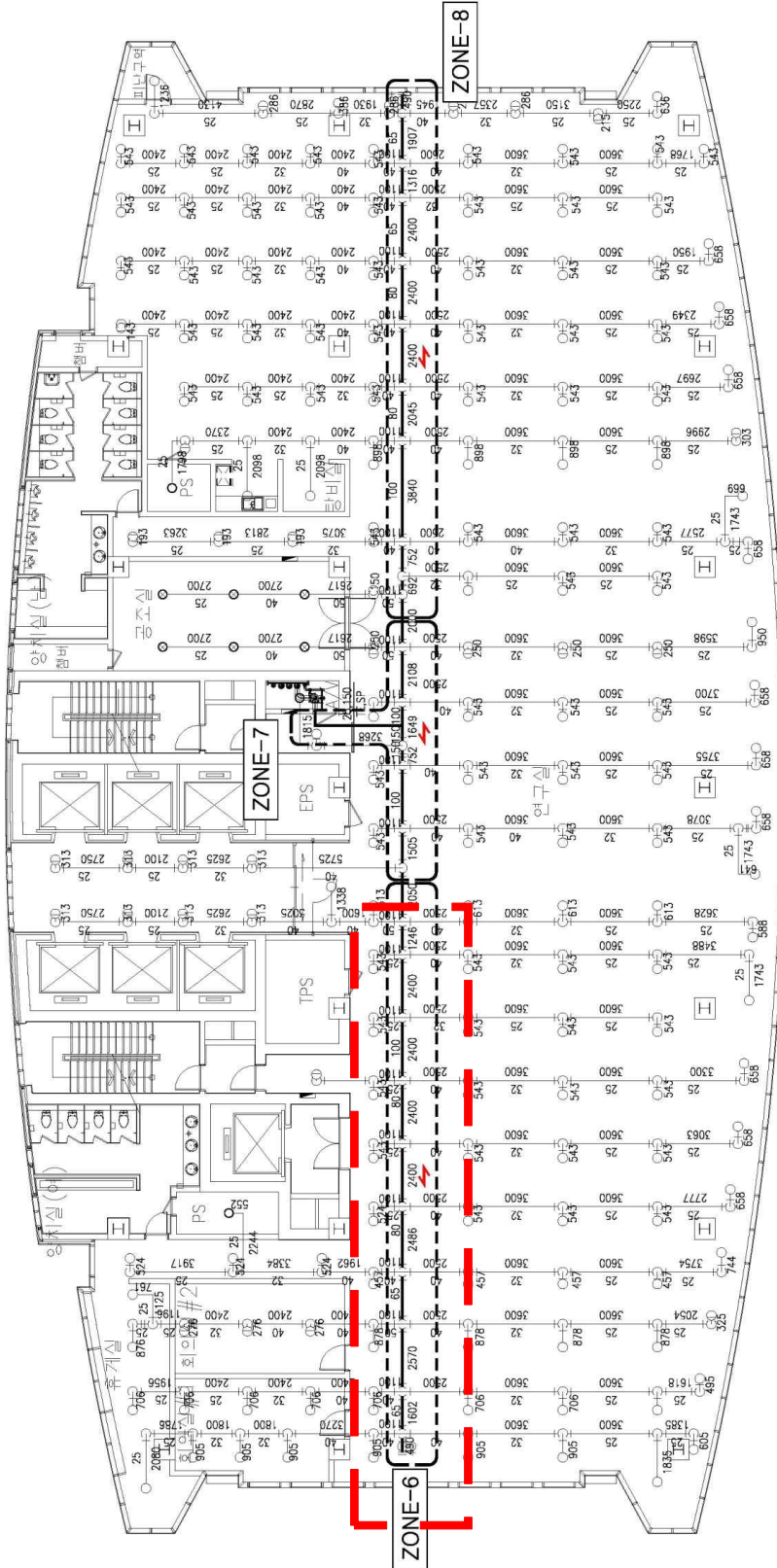
- 횡방향 버팀대의 세장비(L/r)는 300을 초과하지 않아야 함
- 수직으로부터 버팀대의 각도는 최소 30도 이상이어야 한다.
- 횡방향 버팀대 가동중량 적용대상 : 수평주행배관, 교차배관 및 가지배관
- 횡방향 버팀대 설치대상 : 수평주행배관, 교차배관 및 가지배관(65A이상에 한함)

8) 종방향 버팀대(Longitudinal Brace)에 작용하는 수평지진하중 선정

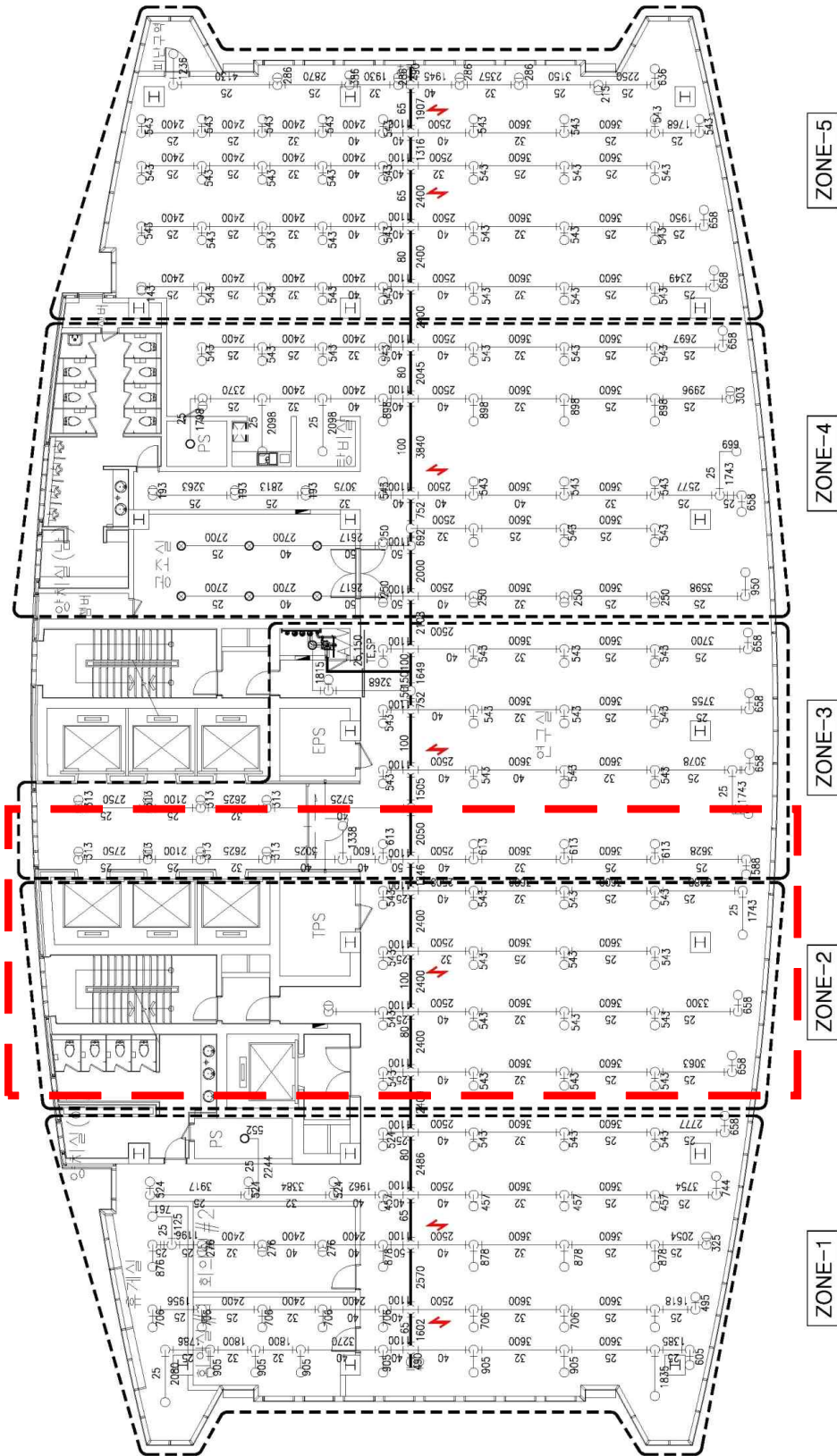
- 종방향 버팀대 영향구역(Zone of Influence) 선정
- 종방향 버팀대 영향구역(Zone of Influence)는 종방향 흔들림방지 버팀대 위치의 좌우 12m 이내로 선정하여야 함.
- 종방향 버팀대 영향구역(Zone of Influence)내의 배관의 가동중량산정
- 가동중량(W_p) = 소화용수가 충전된 배관무게 \times 1.15
- 종방향 버팀대 영향구역(Zone of Influence)내에 작용하는 수평력 계산
- $F_{pw} = 0.5W_p$
- 종방향 버팀대 선정
- 종방향 버팀대 가동중량 적용대상 : 수평주행배관, 교차배관 및 가지배관
- 종방향 버팀대 설치대상 : 수평주행배관, 교차배관

- 9) 4방향 버팀대에 작용하는 수평지진하중 산정
- 입상관에 설치된 4방향 버팀대 선정
 - 4방향 버팀대가 설치된 입상관내의 배관의 가동중량산정
 - 가동중량(W_p) = 소화용수가 충전된 배관무게 \times 1.15
 - 4방향 버팀대에 작용하는 수평력 계산
 - $F_{pw} = 0.5W_p$
 - 4방향 버팀대 산정
 - 4방향 버팀대 적용대상 : 입상관

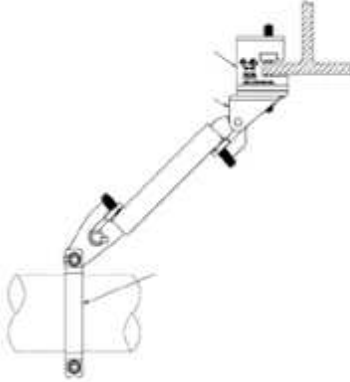
■ 중방향 버팀대 내진 계산서 예시



■ 횡방향 버팀대 내진 계산서 예시



■ 종방향 버팀대 내진 계산서 예시

Seismic Calculations		
Project Address: _____ _____ _____		
Calculations based on 2015 NFPA Pamphlet #13		
Brace Information	Brace Components	
Maximum Spacing <u>26' 7.2" (8.1 m)</u>	Component Fig. Number	Adjusted Load
Maximum Brace Length <u>3' 6" (1.07 m)</u>	Fig. 4L Clamp	1745 lbs (792 kg)
Bracing Material <u>1" Sch.40</u>	Fig.980 Universal Swivel	1745 lbs (792 kg)
Angle from Vertical <u>60° Min.</u>	*Calculation Based on CONCENTRIC Loading	
Least Rad. of Gyration <u>0.42" (11 mm)</u>	<div style="text-align: center; padding: 10px;"> Assembly Detail  </div>	
L/R Value <u>100</u>		
Max Horizontal Load <u>5456 lbs (2475 kg)</u>		
Force Factor (Cp) <u>0.5</u>		
Fastener Information		
Fastener Orientation <u>NFPA Type C</u>		
Maximum Load <u>1745 lbs (792 kg)</u>		
Diameter <u>N/A</u>		
Length <u>N/A</u>		
Type <u>Fig.828 Across Beam</u>		
Brace Identification on Plans <u>Typical longi</u>		
Orientation of Brace <u>Longitudinal</u>		
Load Information		
Braced Pipe: <u>4" Sch.10 Steel Pipe</u>		
Size and Type of Pipe	Total Length	Total Calculated Load
4" Sch.10 Steel Pipe (101.6 mm)	26.562ft (8.1 m)	156 lbs (71 kg)
3" Sch.10 Steel Pipe (76.2 mm)	23.904ft (7.3 m)	95 lbs (43 kg)
2.5" Sch.10 Steel Pipe (63.5 mm)	20.19ft (6.2 m)	59 lbs (27 kg)
Percentage added for Fittings and Sprinklers	15%	47 lbs (21.32 kg)
Total Adjusted Load of all pipe within Zone of Influence		357 lbs (162 kg)

Seismic Calculations

Brace Identification	Typical longi
Brace Type (Per NFPA#13)	NFPA Type C
Braced Pipe	4" Sch.10 Steel Pipe
Spacing of Brace	26' 7.2" (8.1 m)
Orientation of Brace	Longitudinal
Bracing Material	1" Sch.40
Maximum Brace Length	3' 6" (1.07 m)
Slenderness Ratio used for Load Calculation	100
True Angle of Brace for Calculation	60°
Type of Fastener	Fig.828 Across Beam
Length of Fastener	N/A

Summary of Pipe within Zone of Influence

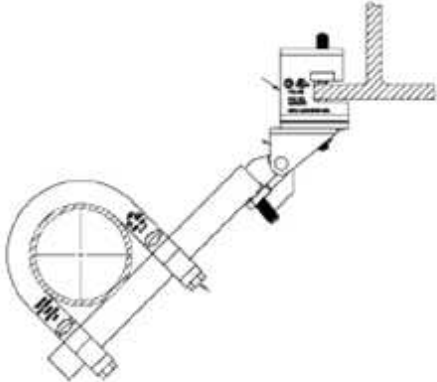
4" Sch.10 Steel Pipe (101.6 mm)	26.562ft (8.1 m)
3" Sch.10 Steel Pipe (76.2 mm)	23.904ft (7.3 m)
2.5" Sch.10 Steel Pipe (63.5 mm)	20.19ft (6.2 m)

Allowance for Heads and Fittings	15%
Conclusions	
Total Adjusted Load of Pipe in Zone of Influence	357 lbs (162 kg)
Material Capacity	5456 lbs (2475 kg)
Fastener Capacity	1745 lbs (792 kg)
Fig. 4L Clamp	1745 lbs (792 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1745 lbs (792 kg)
Structural Member	Steel I Beam

Calculations prepared by

* The description of the Structural Member is for informational purposes only.

■ 횡방향 버팀대 내진 계산서 예시

Seismic Calculations		
Project Address: _____ _____ _____		
Calculations based on 2013 NFPA Pamphlet #13		
Brace Information	Brace Components	
Maximum Spacing <u>15' 8.4" (4.8 m)</u>	Component Fig. Number	Adjusted Load
Maximum Brace Length <u>3' 6" (1.07 m)</u>	Fig. 1001 Clamp	1745 lbs (792 kg)
Bracing Material <u>1" Sch.40</u>	Fig.980 Universal Swivel	1745 lbs (792 kg)
Angle from Vertical <u>60° Min.</u>	*Calculation Based on CONCENTRIC Loading	
Least Rad. of Gyration <u>0.42" (11 mm)</u>	<div style="text-align: center; padding: 5px;">Assembly Detail</div> 	
L/R Value <u>100</u>		
Max Horizontal Load <u>5456 lbs (2475 kg)</u>		
Force Factor (Cp) <u>0.5</u>		
Fastener Information		
Fastener Orientation <u>NFPA Type C</u>		
Maximum Load <u>1745 lbs (792 kg)</u>		
Diameter <u>N/A</u>		
Length <u>N/A</u>		
Type <u>Fig.828 Across Beam</u>		
Brace Identification on Plans <u>Typical Lateral</u>		Orientation of Brace <u>Lateral</u>
Braced Pipe: 4" Sch.10 Steel Pipe Load Information		
Size and Type of Pipe	Total Length	Total Calculated Load
4" Sch.10 Steel Pipe (101.6 mm)	15.748ft (4.8 m)	93 lbs (42 kg)
2.5" Sch.10 Steel Pipe (63.5 mm)	15.748ft (4.8 m)	46 lbs (21 kg)
1.5" Sch.10 Steel Pipe (38.1 mm)	32.808ft (10 m)	50 lbs (23 kg)
1.25" Sch.10 Steel Pipe (31.75 mm)	59.055ft (18 m)	74 lbs (34 kg)
1" Sch.10 Steel Pipe (25.4 mm)	96.457ft (29.4 m)	87 lbs (39 kg)
Percentage added for Fittings and Sprinklers	15%	53 lbs (24.04 kg)
Total Adjusted Load of all pipe within Zone of Influence		403 lbs (183 kg)

Seismic Calculations

Brace Identification	Typical Lateral
Brace Type (Per NFPA#13)	NFPA Type C
Braced Pipe	4" Sch.10 Steel Pipe
Spacing of Brace	15' 8.4" (4.8 m)
Orientation of Brace	Lateral
Bracing Material	1" Sch.40
Maximum Brace Length	3' 6" (1.07 m)
Slenderness Ratio used for Load Calculation	100
True Angle of Brace for Calculation	60°
Type of Fastener	Fig.828 Across Beam
Length of Fastener	N/A

Summary of Pipe within Zone of Influence

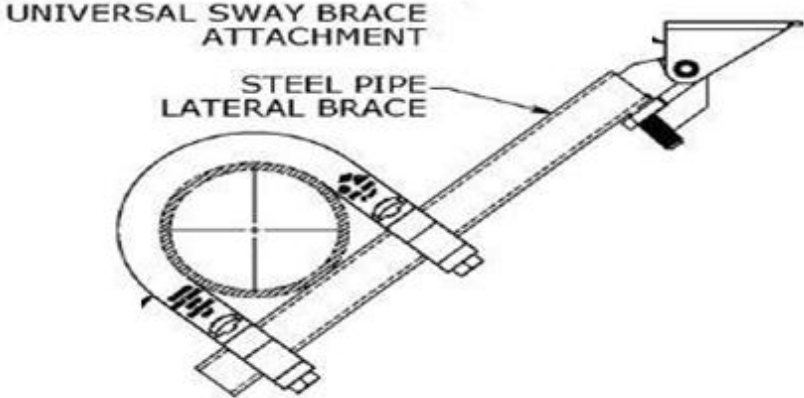
4" Sch.10 Steel Pipe (101.6 mm)	15.748ft (4.8 m)
2.5" Sch.10 Steel Pipe (63.5 mm)	15.748ft (4.8 m)
1.5" Sch.10 Steel Pipe (38.1 mm)	32.808ft (10 m)
1.25" Sch.10 Steel Pipe (31.75 mm)	59.055ft (18 m)
1" Sch.10 Steel Pipe (25.4 mm)	96.457ft (29.4 m)

Allowance for Heads and Fittings	15%
Conclusions	
Total Adjusted Load of Pipe in Zone of Influence	403 lbs (183 kg)
Material Capacity	5456 lbs (2475 kg)
Fastener Capacity	1745 lbs (792 kg)
Fig. 1001 Clamp	1745 lbs (792 kg)
Fig.980 Universal Swivel	1745 lbs (792 kg)
Structural Member	Steel I-Beam

Calculations prepared by

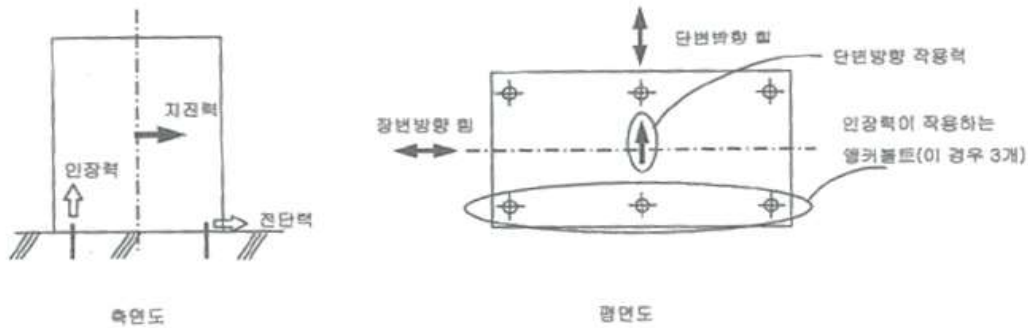
* The description of the Structural Member is for informational purposes only.

Assembly Detail



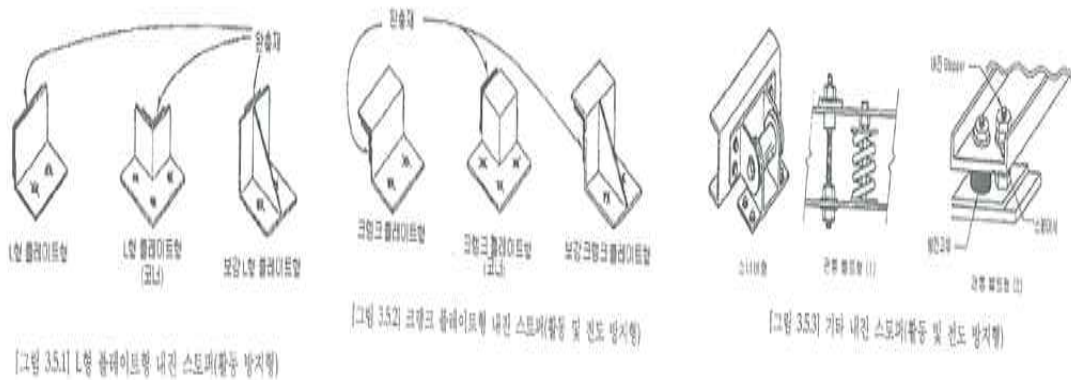
11. "근입 깊이"란 앵커볼트가 벽면 또는 바닥면 속으로 들어가 인발력에 저항할 수 있는 구간의 길이를 말한다.
12. "내진스토퍼"란 지진하중에 의해 과도한 변위가 발생하지 않도록 제한하는 장치를 말한다.
13. "구조부재"란 건축설계에 있어 구조계산에 포함되는 하중을 지지하는 부재를 말한다.
14. "지진하중"이란 지진에 의한 지반운동으로 구조물에 작용하는 하중을 말한다.
15. "편심하중"이란 하중의 합력 방향이 그 물체의 중심을 지나지 않을 때의 하중을 말한다.
16. "지진동"이란 지진 시 발생하는 진동을 말한다.

1. 지진 발생시 지진력이 기기등의 정착부에 작용하는 힘은 인장력, 전단력 등이며 지진력이 작용하는 방향과 기기 자체 중량 등에 따라 기기가 받는 영향력은 달라지게 된다. KBC 012에는 앵커볼트의 근입 깊이를 산정하는 절차를 그림 과 같이 정의하고 있으며 중량물 하중에 따른 앵커볼트 선정 및 근입 깊이를 달리 하게 된다.



지진력과 기기의 정착부에 작용하는 힘

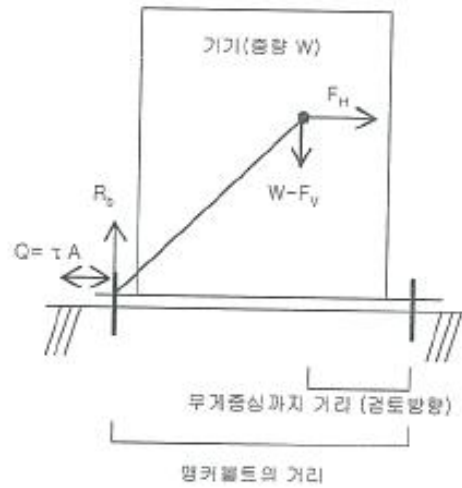
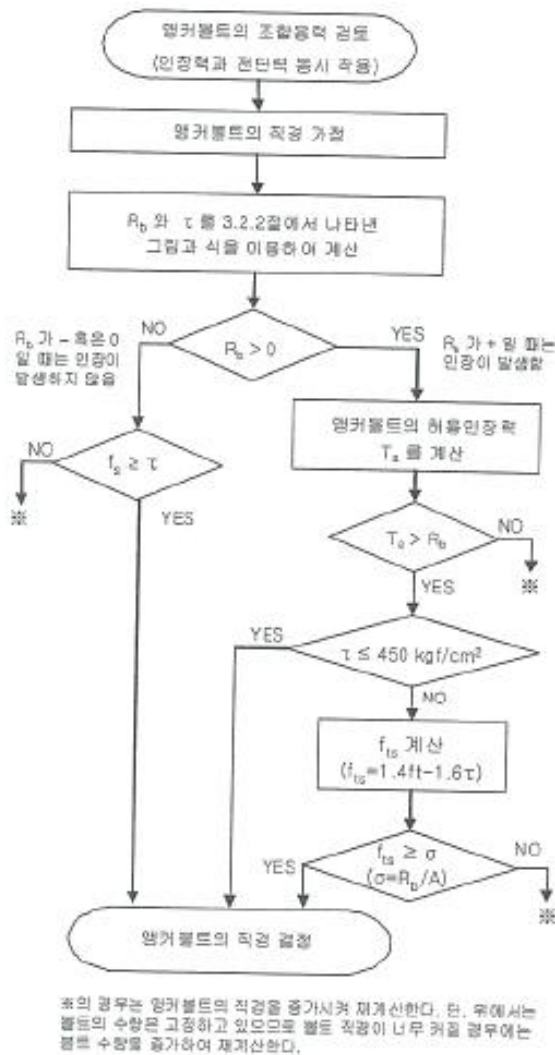
2. 내진스토퍼는 지진하중에 대해 과도한 변위가 발생하지 않도록 제한하는 장치를 말하며 목적에 따라 이동방지형, 이동 및 전도방지형 등으로 구분할 수 있다. 내진 스토퍼의 설계 반영 시 설치 개수 및 위치 선정 등은 내진보호 대상물의 구조와 내진스토퍼 제조사의 사양에 따라야 한다.



1) 이동 방지형

2) 이동 및 전도 방지형

3) 기타



(변 례)

R_b : 앵커볼트에 작용하는 인장력
 τ : 앵커볼트에 작용하는 전단응력
 σ : 앵커볼트에 작용하는 전단력
 f_b : 전단면을 받는 앵커볼트의 허용 전단응력
 f_{ts} : 인장면을 받는 앵커볼트의 허용 인장응력
 A : 앵커볼트의 단면적
 T_a : 앵커볼트의 허용인장력
 σ : 앵커볼트의 인장응력
(주, 위의 모든 내용은 앵커볼트 1개에 대한 것임)

앵커 볼트의 조합응력 산정 및 앵커볼트 선정 방법 (KBC 2012)

제4조(수원) 수원에 대한 내진설계는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.


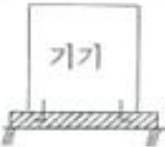
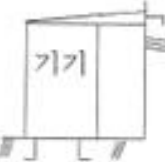

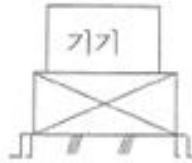
1. 소화수조 및 저수조는 슬로싱(Sloshing) 현상을 방지하기 위하여 수조내부에는 다음 각 호에 따라 방파판을 설치하여야 한다.
 - 가. 두께 1.6mm 이상의 강철판 또는 이와 동등이상의 강도·내열성 및 내식성이 있는 금속성의 것으로 할 것.
 - 나. 하나의 구획부분에 2개 이상의 방파판을 설치하는 경우 수직방향의 움직임을 방지할 수 있는 버팀대를 설치할 것.
2. 건축물과 일체로 타설되지 아니한 소화수조 및 저수조는 지진에 의하여 손상되거나 과도한 변위가 발생하지 않도록 하여야 한다.

1. 지진시 수조의 파손은 두 가지 원인에 의해 발생한다. 하나는 수조내 담겨있는 소화용수

의 슬로싱 현상으로 기준 이상의 과도한 하중이 작용하여 수조가 파손되는 것이며 또 하나는 수조의 설치가 견고하지 못하여 수조가 이탈하여 손상되는 것이다. 특히 수조내 소화용수가 슬로싱 현상으로 물이 출렁거릴 때 그 하중이 수조면에 작용하여 수조가 이탈되는 현상이 발생한다.

그러므로 이러한 슬로싱 현상을 방지하기 위해 수조내 방파판을 설치하여 슬로싱 현상을 감소시켜야 하며 이러한 방파판은 충분한 강도와 내식성이 있는 금속으로 설치하여야 한다. 소방시설 내진설계기준에서는 방파판의 두께를 1.6mm 이상으로 규정하여 견고하게 설치할 것을 규정하고 있다. 또한 건물과 일체로 타설되지 않는 수조에 대해서는 충분한 강도를 갖는 고정 장치를 이용하여 견고하게 고정한다.

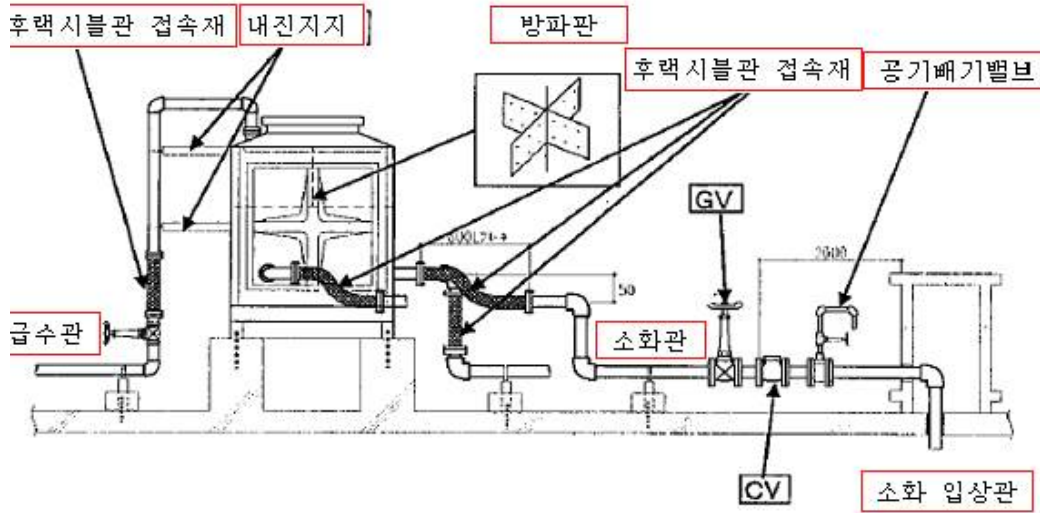
2. 방파판의 재질은 수조의 재질에 따라 달라질 수 있음
3. 방파판은 수조의 중앙을 기준으로 동서남북 4방향으로 각 방향 길이의 1/2이상, 높이는 바닥을 기준으로 수조 높이의 1/2이상으로 설치
4. 수조 고정방법 예시

정착방법 및 정착부재 명칭	부재 개요	
앵커볼트		건축물에 기기를 고정하기 위한 부재 혹은 기기를 정착용 받침에 체결하는 부재 매립형 혹은 후시공형이 있다.
기초		기기 중량을 지지하는 구조체 혹은 옥상 등의 바닥 방수재와 실내 바닥의 콘크리트슬래브와의 결합을 위해 설치하는 부재
상단 지지 배면 지지		자립형 기기에서 기기 하단부의 정착에 추가하여 내진성을 증가시키고자 할 때 이용되는 정착방법 및 부재
스토퍼 (stopper)		방진고무 등으로 기기 본체에 전달되는 진동을 저 감하는 장치를 설치한 경우로 건축물에 직접 앵커 볼트로 연결할 수 없는 경우에 이용되는 정착방법
받침대		진동방지 등의 물리적인 여건에 의해서 앵커볼트로 바닥과 벽에 직접 연결할 수 없는 경우에 기기와 건축물의 사이에 설치하는 정착방법 및 부재

5. 콘크리트재료로 설치된 소화수조는 일반적으로 건축구조물의 일부로 내진해석 및 설계가 이

루어지고 있기 때문에 내진조치 대상에서는 제외

6. 수원에 대한 내진조치로서 소화용 수조 주위 배관 및 수조내부에 시행 할 수 있는 내진부재의 설치사례.



소화용 수조에 대한 내진조치 예

7. 건축물과 일체로 타설되지 아니한 소화수조 및 저수조는 지진에 의하여 손상되거나 과도한 변위가 발생하지 않도록 고정하여야 한다. 이때 하부만 고정함으로써 고정부가 파손되거나 고정부에 의해 수조가 파손되지 않도록 한다.



수조 이동방지용 고정대 설치 사례

제5조(가압송수장치) ① 실내 바닥면에 설치되는 전동기 또는 내연기관에 따른 펌프를 이용하는 가압송수장치는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1. 가동중량 1,000 kg 이하인 설비는 바닥면에 고정되는 길이가 긴 변의 양쪽 모서리에 직경 12 mm 이상의 앵커볼트로 고정하여야 하며 앵커볼트의 근입 깊이는 10 cm 이상이어야 한다.
 2. 가동중량 1,000 kg 이상의 설비는 바닥면에 고정되는 길이가 긴 변의 양쪽 모서리에 직경 20 mm 이상의 앵커볼트로 고정하여야 하며 앵커볼트의 근입 깊이는 10 cm 이상이어야 한다.
- ② 가압송수장치의 펌프와 연결되는 입상배관과의 연결부는 제6조의 배관에 대한 내진설계 방법을 따른다.
- ③ 가압송수장치에 방진지지장치가 있어 앵커볼트로 지지 및 고정을 할 수 없는 경우에는 다음 각 호에 따라 내진 스톱퍼를 설치하여야 한다.
1. 정상운전 중에 접촉하지 않도록 스톱퍼와 본체사이에 내진 스톱퍼를 설치하여야 한다.
 2. 스톱퍼는 제조사에서 제시한 허용하중이 제6조제2항에 따라 설비에 가해지는 수평지진하중 이상을 견딜 수 있는 것으로 설치하여야 한다.

[해설]

1. 앵커볼트의 산정 및 근입 깊이 결정

앵커볼트 선정시 인발력에 관해서는 일반적으로 앵커볼트가 중립축에 대칭으로 배치되어 있는 것으로 하고, 인발응력 및 앵커볼트 1개당의 인발력을 각각 다음의 식에서 구하는 것으로 한다.

$$\sigma = \frac{M}{Z}, R_b = A\sigma \quad \text{식 (7)}$$

여기서, M : 기기 바닥면에 작용하는 휨 모멘트

Z : 앵커볼트군의 단면계수

l : 앵커볼트의 중심에서부터 중립축까지의 거리

A : 앵커볼트 1개당의 축단면적

	바닥, 기초 고정설치의 경우
앵커볼트의 인발력	$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_v) \cdot l_c}{l \cdot nT}$
앵커볼트의 전단력	$\tau = \frac{F_n}{n \cdot A} \quad \text{또는} \quad Q = \frac{F_n}{n}$ <p>여기서, τ : 볼트에 작용하는 전단 응력 Q : 볼트에 작용하는 전단력 F_n : 설계용 수평지진력 A : 앵커볼트 1개당의 축단면적 n : 앵커볼트의 총개수</p>

2. 앵커볼트의 전단력 및 호칭경을 고려한 계산으로 아래와 같은 표를 얻을 수 있다. 이는 사용하는 앵커볼트의 개수를 계산한 것으로 일반적인 가압송수장치의 경우 4개의 고정 장치를 이용하고 어느 정도의 안전율을 고려하여 결정하였다.

앵커볼트 호칭경	설비중량					
	100kg	250kg	500kg	1000kg	2000kg	3000kg
M3	4.31	10.78	21.56	43.13	86.25	129.38
M3.5	3.20	8.00	16.00	31.99	63.99	95.98
M4	2.47	6.18	12.35	24.71	49.41	74.12
M5	1.53	3.82	7.64	15.28	30.55	45.83
M6	1.08	2.70	5.40	10.79	21.58	32.38
M7	0.75	1.88	3.75	7.51	15.01	22.52
M8	0.59	1.48	2.96	5.93	11.85	17.78
M10	0.37	0.93	1.87	3.74	7.48	11.22
M12	0.26	0.64	1.29	2.57	5.15	7.72
M14	0.19	0.47	0.94	1.89	3.77	5.66
M16	0.14	0.35	0.69	1.38	2.76	4.14
M18	0.11	0.28	0.56	1.13	2.26	3.39
M20	0.09	0.22	0.44	0.89	1.77	2.66

1. 가동중량 1,000Kg 이하인 가압송수장치의 경우, 보수적인 구조검토 결과 가동중량 1,000Kg의 가압송수장치에는 M10 앵커볼트 3.74개 가 필요하다. 그러나 지진시 발생하는 지진 하중을 고려하여 M12 이상의 앵커볼트 4개로 정착하도록 하여 충분한 안전율을 확보했다.
 2. 가동중량 1,000Kg 이상인 가압송수장치의 경우, 보수적인 구조검토 결과, 가동중량 3,000Kg의 가압송수장치에는 M18 앵커볼트 3.39개가 필요하며 안전율을 고려하여 M20 이상의 앵커볼트를 사용하도록 규정하고 있다.
 3. 가동중량 3,000Kg의 경우에는 지진에 의한 가압송수장치의 파손뿐만 아니라 건물에 미치는 영향도 고려하여야 한다. 그러므로 가압송수장치 3,000Kg 이상인 경우에는 구조 기술사의 도움을 받아 설계하거나 상기 계산에 의해 구해진 앵커볼트의 호칭경 보다 큰 앵커볼트를 사용하는 것을 권장한다.
- * 실내 벽면에 설치되는 설비의 경우 500kg 이하로 가정하였고 500kg 이하를 세분화하여도 앵커볼트의 호칭경에 따른 사용수량을 줄일 수 없기 때문에, 그 이하를 세분화하는 것은 의미가 없다.

4 가압송수장치에 방진지지(防塵止持)장치가 있어 앵커볼트로 지지 및 고정을 할 수 없는 경우에는 내진 스토퍼를 설치하여야 한다.

5. “내진 스토퍼(耐地震 Stopper)”란 방진고무 등의 방진재를 끼워 설치한 기기에 있어서 지진 시의 진동으로 인한 전도나 이동을 방지하기 위한 철물을 말한다. 일반적으로 방진재의 변형이 어느 한도를 초과하였을 때는 스토퍼에서 작용하게 하고, 통상 운전 시에는 기기와의 사이에 적당한 틈새를 유지하여 설치한다.



이동방지형 내진 스토퍼 설치 사례

- 방진지지 등이 이루어져 앵커볼트 등으로 지지·고정을 할 수 없는 경우에는 내진 스토퍼를 사용한다. 스토퍼와 본체의 간격은 정상운전 중에 접촉하지 않는 간격이 되도록 내진 스토퍼를 설치한다.
- 지진시 기기의 무게중심 위치에 지진력이 작용하는 것으로 가정하여 기기가 쓰러질 가능성을 판단한 다음에 내진 스토퍼의 형식을 선정한다.
- 내진 스토퍼는 지진력이 작용했을 때에 이동하지 않도록 볼트 등으로 기초 또는 구체에 고정하여야 하고, 부재는 지진력에 충분히 견딜 수 있어야 한다.
- 방진재를 개재하여 설치된 기기는 지진시에는 과대한 진동이 발생할 우려가 있으며, 이동·쓰러짐을 방지하기위해 내진 스토퍼를 설치한다. 관통·볼트형 이외의 스토퍼의 모양을 선정하는 경우, 지진시 방진재에 인발일 발생하지 않아야 한다.
- 관통볼트형 이외의 스토퍼에 대하여 지진시 인발 여부를 판단하는 방법은 다음 각 호와 같다.

1. 볼트의 인발력 산정

그림 에 있어서 지지부 B를 중심으로 하는 전도 모멘트를 생각하면 식 (1)이 성립한다.

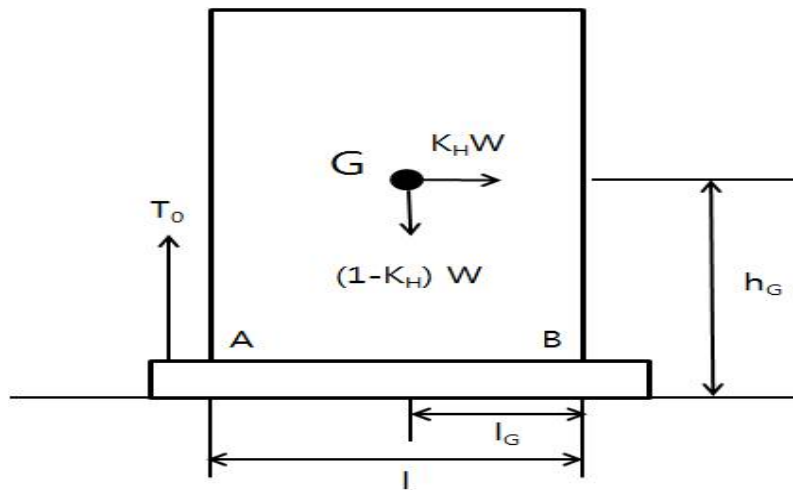
$$T_0 = \frac{WK_H \cdot h_G - l_G(1 - K_v)}{l} \quad \text{식 (1)}$$

2. $T_0 \leq 0$ 일 때, 방진재에는 인발이 발생하지 않기 때문에 이동방지형 내진 스톱퍼가 좋다.

$$\frac{h_G}{l_G} \leq \frac{(1 - K_v)}{K_H} \quad \text{식 (2)}$$

3. $T_0 > 0$ 일 때, 방진재에는 인발이 발생하기 때문에 이동, 전도 방지형 내진 스톱퍼로 한다.

$$\frac{h_G}{l_G} > \frac{(1 - K_v)}{K_H} \quad \text{식 (3)}$$



W : 설비기기의 중량

h_G : 기기 지지부에서 중심까지의 높이

K_H : 설계용 수평진도

K_v : 설계용 수직진도

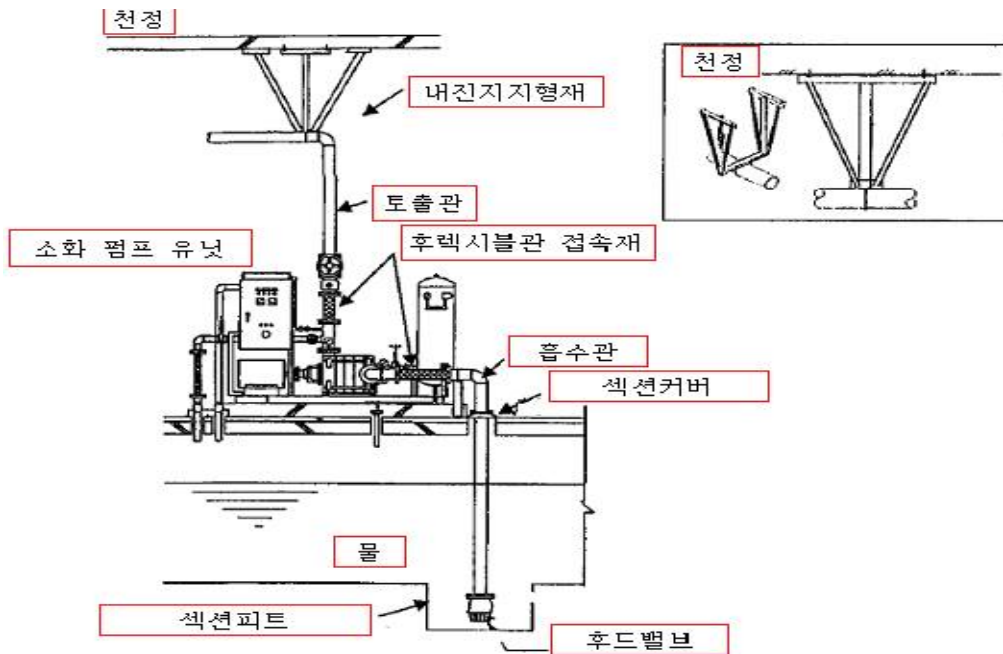
l : 검토할 방향에서 본 지지 길이

: 검토할 방향에서 본 지지부 중심에서 기기

l_G 중심까지의 거리 (단 $l_G < \frac{l}{2}$)

T_0 : 지지부 A가 받는 인발력

<그 림> 스톱퍼 선정시 고려 요소



펌프를 사용하는 가압송수장치의 내진조치 사례

제6조(배관) ① 배관의 내진설계는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

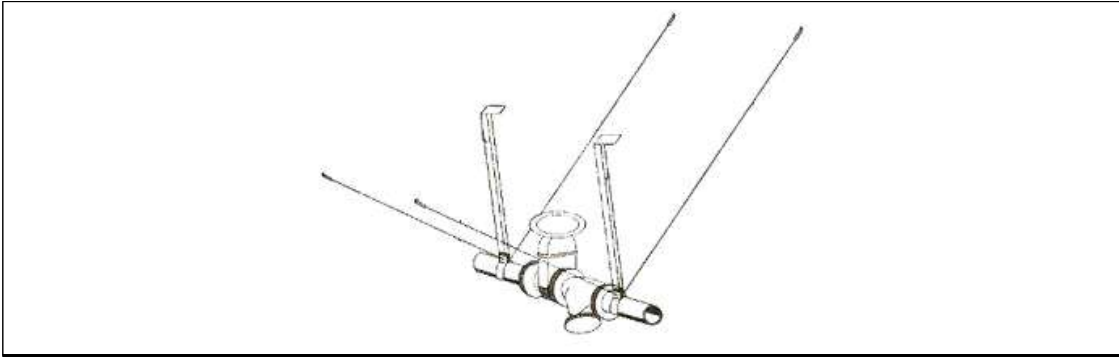
1. 배관에 대한 내진설계를 실시할 경우 지진분리이음은 배관의 수평지진하중을 산정하여야 한다.
2. 배관의 변형을 최소화하고 소화설비 주요 부품사이의 유연성을 증가시킬 수 있는 것으로 설치하여야 한다.
3. 건물 구조부재간의 상대변위에 의한 배관의 응력을 최소화시키기 위하여 신축배관을 사용하거나 적당한 이격거리를 유지하여야 한다.

1. 소방시설 내진설계의 기준은 건물이 지진에 견디는 가정 하에 이루어지며, 지진 발생에 의한 건물 구조부재 및 부착물들의 상대적인 움직임으로 인한 소방시설의 파손을 방지하는 것이 주목적이다.
2. 건물의 상대적인 움직임은 배관 양 끝단의 상대적인 변위를 발생시키고 이로 인해 배관에는 응력이 발생하게 된다. 또한 배관의 움직임으로 인해 인근 부속물과의 접촉을 통한 파손 등이 발생할 수 있다.
3. 이러한 배관의 파손을 방지하기 위해서는 가요성이 있는 신축배관을 사용하여 배관의 상대적인 변위를 흡수하거나 흔들림 방지 버팀대와 고정대를 사용하여 배관을 단단히 고정하여 배관이 파손될 정도의 움직임이 발생하는 것을 예방한다.
4. 건축물의 바닥 또는 벽을 관통하는 경우에는 배관에 신축이음쇠를 설치하거나 배관과 건축물의 구조물(바닥 또는 벽 등)과 제3항제1호에서 규정한 이격거리를 두고 설치하여야 한다

배관의 내진지지 시 고려할 유의점

1. 배관의 집중하중에 대한 배려

배관 도중에 특히 중량이 큰 밸브 등을 설치할 경우, 지진 시에 배관 등의 손상이 생기지 않도록 중량에 맞는 조치를 강구해야 한다. 그 지지의 예를 그림 4.4.6에 나타낸다.



배관 도중에 집중하중이 있는 경우의 지지방법 예

4. 건물의 지진분리이음이 설치된 위치의 배관에는 직경과 상관없이 지진분리장치를 설치하여야 한다.

두 개의 건물간의 이동 경로를 만들거나 인접하여 건축하는 경우가 많다. 이 경우 지진의 발생으로 인해 두 건물간 상대적인 변위가 발생하여 관통하는 배관의 파손이 우려된다. 이를 방지하기 위해 건물의 지진분리이음이 설치된 위치의 배관에는 반드시 지진분리장치를 설치하도록 규정하고 있다.

이는 건물의 상대적인 움직임으로 인한 배관의 파손을 방지하기 위함이다.

5. 천장과 일체 거동을 하는 부분에 배관이 지지되어 있을 경우 배관을 단단히 고정시키기 위해 버팀대를 사용하여야 한다.

6. 배관의 흔들림을 방지하기 위하여 흔들림 방지 버팀대를 사용하여야 한다.

지진으로 인한 배관의 파손은 건물과 배관과의 상대적인 움직임에 의해 발생하는 배관의 응력으로 인한 파손이 대부분이다. 이러한 배관의 파손을 방지하기 위해서는 배관을 건물과 동일하게 움직이도록 하여 상대적인 변위를 최소화하여야 한다.

특히 천장과 같이 건물과 단일체로 움직일 것으로 예상되는 건물 구성요소에 배관이 지지되어 있을 경우에는 반드시 버팀대를 사용하여 배관을 단단히 고정하여야 한다.

7. 버팀대와 고정장치는 소화설비의 동작 및 살수를 방해하지 않아야 한다.

소화설비는 화재 발생시 적절한 동작을 통해 기능을 발휘하도록 개발되어 설치하고 있다. 이러한 소화설비가 소방시설 내진설계를 통해 설치되는 구성부품들로 인해 방해를 받으면 안된다.

그러므로 소방시설 내진설계시에는 각 구성부품이 소화설비의 동작과 기능에 방해가 되는지 검토하여야 한다. 특히 스프링클러헤드로부터 분사되는 살수에 지장을 주어서는 안된다.

제6조(배관)

② 배관의 수평지진하중의 산정은 다음 각 호에 따라서 계산하여야 한다.

1. 버팀대의 수평지진하중 산정 시 배관의 중량은(W_p)는 가동중량으로 산정한다.

건물 지진에 의해 버팀대에 가해지는 중량은 가동중량으로 사용한다. 가동중량이라 함은 지진 발생시 진동을 일으킬 수 있는 배관, 가압송수장치, 배관내 용수, 기타 부속품들의 중량의 합으로 버팀대의 수평지진하중 산정시 기준이 되는 중량이다. 그러나 실제 적용시에는 모든 부품의 중량을 합할 수 없으므로 용수가 충전된 배관 무게의 1.15배의 중량으로 근사한다.

2. 버팀대에 작용하는 수평력 $F_{pw} = 0.5W_p$ 로 계산한다.

버팀대에 작용하는 수평력인 F_{pw} 는 $F_{pw} = C_p * W_p$ 로 계산한다. 여기서 C_p 는 지진 계수로 짧은 시간의 반응 지수인 S_s 를 사용하여 선택할 수 있다.

일반적으로 S_s 값은 국가에서 발행하는 지진위험지도 또는 관계기관으로부터 얻을 수 있다. 우리나라의 경우 2013년 12월, 소방방재청 공고 제 2013-179호로 "국가지진위험지도 공표"를 공고하였다. 이는 지진재해대책법 제12조에 근거하여 공고한 사항으로, 국가지진위험지도 및 지진구역, 지진구역계수등을 포함하여 이 전체의 값을 0.5로 단순화 시킨 값이다.

<참 고>

1. 우리나라의 경우 평균 재현 주기 500년 기준으로 지진구역 1,2로 구분하였으며 그에 따른 지진구역계수를 규정하였다. 그러나 이는 지금까지 발생한 이력을 바탕으로 결정된 사항으로 최근 들어 지진의 발생 빈도 및 강도 상향은 고려해 보아야 하는 내용이다.

2. NFPA13의 내진 설계 기준에는 짧은 시간의 반응지수인 S_s 와 지진계수 C_p 와의 관계

3. 국가지진위험지도 및 지진구역·지진구역계수

○ 재현주기별 국가지진위험지도 및 위험도계수

- 재현주기별 국가지진위험지도 : 【붙임】

- 위험도계수

재현주기	50년	100년	200년	500년	1,000년	2,400년	4,800년
위험도계수	0.4	0.57	0.73	1.0	1.4	2.0	2.6

○ 지진구역 및 지진구역계수 : 평균재현주기 500년 기준임

지진구역	행정구역	지진구역계수
I	시 서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주, 세종	0.11g
	도 경기, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남, 강원 남부*	
II	도 강원 북부**, 제주	0.07g

* 강원 남부 : 영월, 정선, 삼척, 강릉, 동해, 원주, 태백

** 강원 북부 : 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천, 속초

표를 이용하기도 한다. 전통적인 방법에서는 C_p 의 값을 0.5로 사용하고 있다. 즉, 가로방향의 수평력을 $F_{pw}=0.5W_p$ 로 계산한다.

3. F_{pw} 는 배관의 길이방향과 직각방향에 각각 적용되어야 한다.

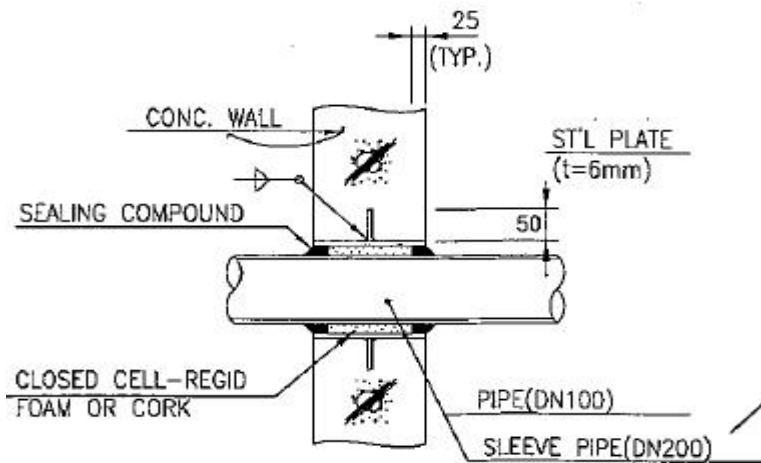
배관에 작용하는 수평지진하중 F_{pw} 는 길이방향과 직각방향에 각각 적용되어야 한다. 여기서 길이방향이란 배관과 축과 평행한 방향으로 종방향을 의미한다. 직각방향이란 배관의 축과 수직인 방향으로 작용하는 하중으로 횡방향을 의미한다.

제6조(배관)

- ③ 배수관, 송수구 그리고 다른 기타배관을 포함하여 벽, 바닥 또는 기초를 관통하는 모든 배관 주위에는 충분한 이격이 있도록 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. 다만, 내화 성능이 요구되지 않는 석고보드나 이와 유사한 부서지기 쉬운 부재를 관통하는 배관과 벽, 바닥 또는 기초의 각 면에서 30 cm 이내에 신축이음쇠가 있으면 그러하지 아니하다.
1. 관통구 및 배관 슬리브의 구경은 배관구경 25 mm 내지 100 mm 미만인 배관의 경우 5 cm 이상, 배관구경 100 mm 이상의 경우는 배관구경보다 10 cm 이상 커야 한다.
 2. 필요에 따라서 이격면에는 방화성능이 있는 신축성 물질로 충진하여야 한다.

1. 지진으로 인한 소방설비의 파손 원인을 보면 배관의 상대적인 변위로 인한 응력 파손과 움직임으로 인해 주변 구성품과의 부딪힘에 의한 파손으로 크게 대별할 수 있다. 그러므로 소방시설의 내진설계 기준에서는 배관의 경우 다른 부품과의 충돌에 의한 파손을 방지하기 위해 충분한 이격거리를 확보하도록 하고 있다. 특히 벽, 바닥 또는 기초를 통과하는 모든 배관에는 반드시 충분한 이격거리 확보를 의무화하고 있다. 다만, 화재의 확산 측면에서 중요하지 않은 곳이나 충돌이 발생하여도 배관에 영향을 많이 주지 않는 부서지기 쉬운 부재를 관통하는 경우에는 신축이음쇠 사용할 경우 이격거리 확보를 면제해 주고 있다.

2. 충분한 이격거리 확보를 위해서 관통구 및 슬리브의 규격은 사용 배관의 크기에 따라 결정된다. 이는 소형 배관일 경우 대형 배관에 비해 유연성을 가지고 있으므로 관통구의 크기를 작게 설계하여도 문제가 되지 않기 때문이다. 아래 그림은 관통구 및 슬리브 설계 사례이다.



1 상세도(슬리브)
SCALE: 1/4"

3. 그러나 이러한 이격거리 확보시에는 관통구가 화재 확산의 연결통로로 작용할 수 있는

므로 배관과 관통구 또는 슬리브 사이에는 방화성능 물질로 충전하여야 하며, 지진 발생으로 인한 배관 파손을 방지하기 위해서는 충전물질은 배관에 영향을 주지 않는 신축성 재질을 사용하여야 한다.

4. 건물 바닥면, 벽면 등으로부터 각각 0.3 m 이내에 지진분리이음이 설치된 경우에는 이격 거리를 유지하지 않을 수 있다

④ 배관의 정착은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 배관과 타 소방시설 연결부에 작용하는 하중은 제2항의 기준에 따라 결정하여야 한다.
2. 소방시설의 배관이 팽창성·화학적 정착물 또는 현장타설 정착물에 의하여 얇게 정착될 경우에는 수평력(F_{pw})을 1.5배 증가시켜 사용한다.

소방시설의 배관은 구조부재에 견고하게 정착되어야 한다. 그럼에도 불구하고 구조부재에 견고하게 정착할 수 없는 경우 또는 팽창성, 화학성 정착물에 의하여 얇게 정착되는 경우에는 수평지진하중을 1.5배 증가시켜 버팀대에 의한 고정력을 증가시켜야 한다.

이는 행거에 의해 지지되고 있는 일부 하중이 배관의 얇은 정착으로 인해 의미가 없거나 약하게 지지하여 지진시 제 기능을 발휘하지 못하기 때문이다.

[해설]

1. 건물의 움직임으로 인한 파열을 방지하기 위해서는 배관 주위에 틈새가 필요하다. 하지만 물 연기, 또는 화재등의 통로를 차단할 수 있는 적절한 대책이 필요하다.

배관이 부서지기 쉬운 구조를 관통할 때 틈새를 고려하지 않는 이유는 배관이 차동 움직임에 의해 파손될 것으로 예상하지 않기 때문이다. 그러나 부서지기 쉬운 구조가 피난계단처럼 내화성능 방호구역의 일부인 경우에는 반드시 틈새를 확보하여 지진으로 인해 방호구역에 요구되는 차염성이 저하되지 않도록 해야 한다.

추가적으로 내화성능의 차염성을 유지 하는 방법으로 가요성 물질로 충전하는 방법과 관통부 의 양측 300mm (1 ft) 이내에 가요성 커플링을 설치하는 방법을 사용할 수 있다.

이곳에 설치하는 가요성 커플링이 충전재를 대신할 수 있기 때문이다. 또한 틈새를 슬리브로 확보하는 경우 배관구경 25 mm ~ 90 mm (1~3½ in)에는 배관의 공칭구경보다 50 mm (2in) 큰 공칭구경의 배관 슬리브가 적합하고, 배관구경 100mm 이상에는 배관의 공칭구경보다 100mm (4 in) 큰 공칭구경의 배관슬리브가 적합하다

2. 필요시 틈새는 배관재료와 호환성이 있는 가요성 물질로 충전해야 한다.

현재 대부분 천장면의 스프링클러헤드 관통부 외에도 내화부재를 관통하는 배관주위의 환상형 공간을 적절한 물질로 충전할 것을 요구하고 있다. 관통부 충전재는 ASTM E814에 따라 시험되고 가요성이 있는 것이면 사용할 수 있다. 특히 비금속배관의 경

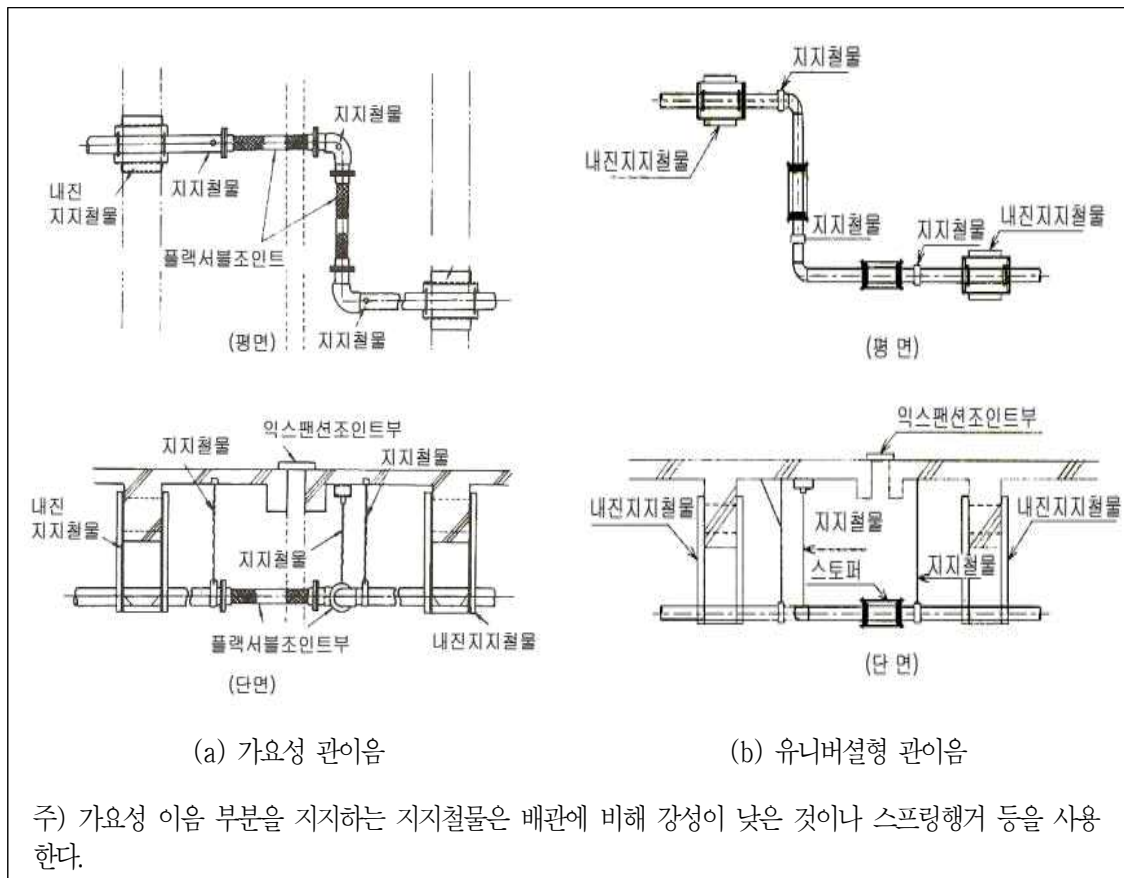
우 호환성이 중요하다

3. 건물 신축이음부(익스펜션 조인트)를 통과하는 배관
 건축물의 신축이음부를 통과하는 배관으로써, 변위를 억제할 수 없는 경우는 변위 흡수가 가능한 조치를 취한다. 신축이음부에서 양 건물의 상대변위량 δ 는 층간변형각 R 에 따라 다음으로 계산한다.

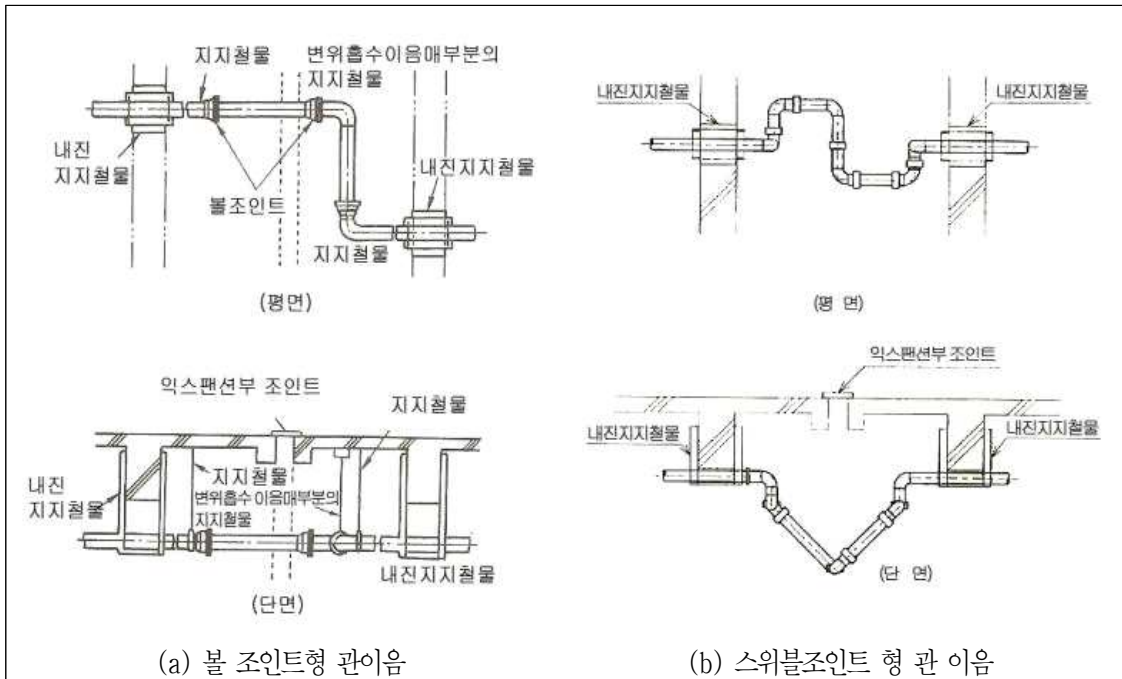
$$\delta = 2Rh \quad (\text{식})$$

여기서, h : 배관이 통과하는 부분의 지상높이(m)
 R : 층간변형각(rad)

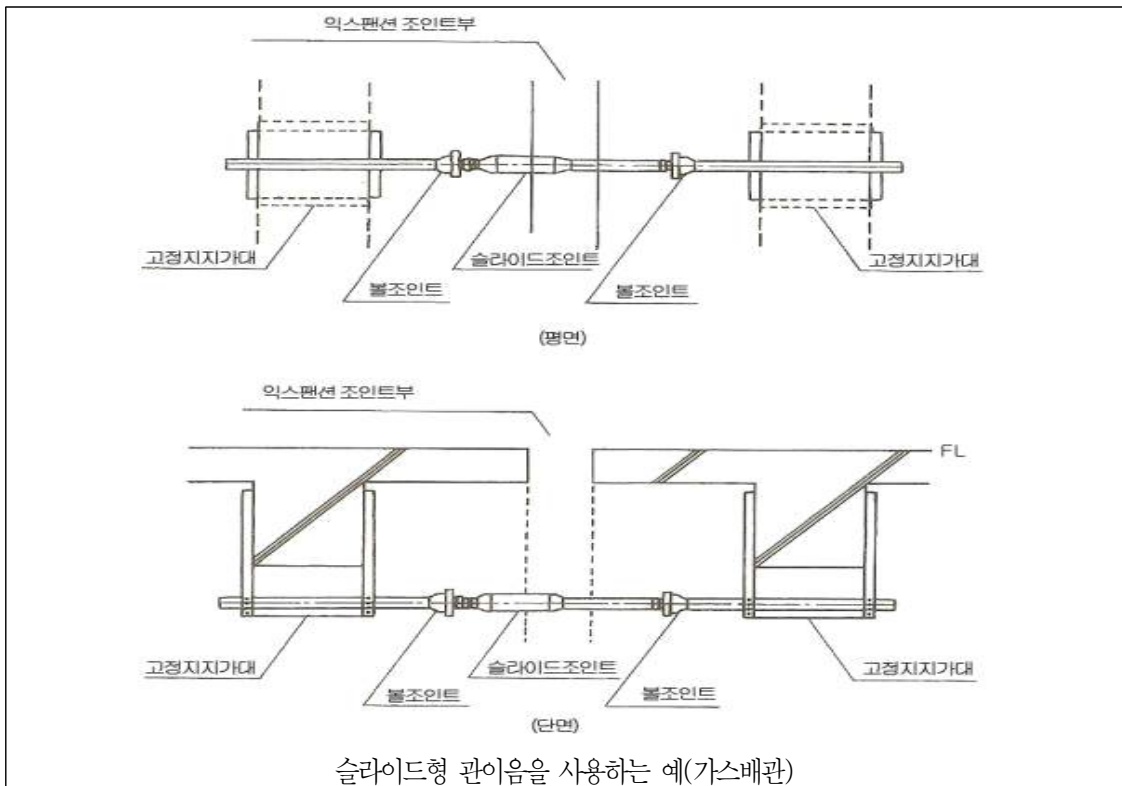
원칙적으로 강구조의 경우에는 1/100, 철근콘크리트구조 및 철골철근콘크리트 구조의 경우에는 1/200으로 하며, 이를 초과할 우려가 있는 경우는 건축구조설계자의 지시에 따른다.



건축물 신축이음부를 통과하는 배관 예(1)



건축물 신축이음부를 통과하는 배관 예(2)



슬라이드형 관이음을 사용하는 예(가스배관)

건축물 신축이음부를 통과하는 배관 예(3)

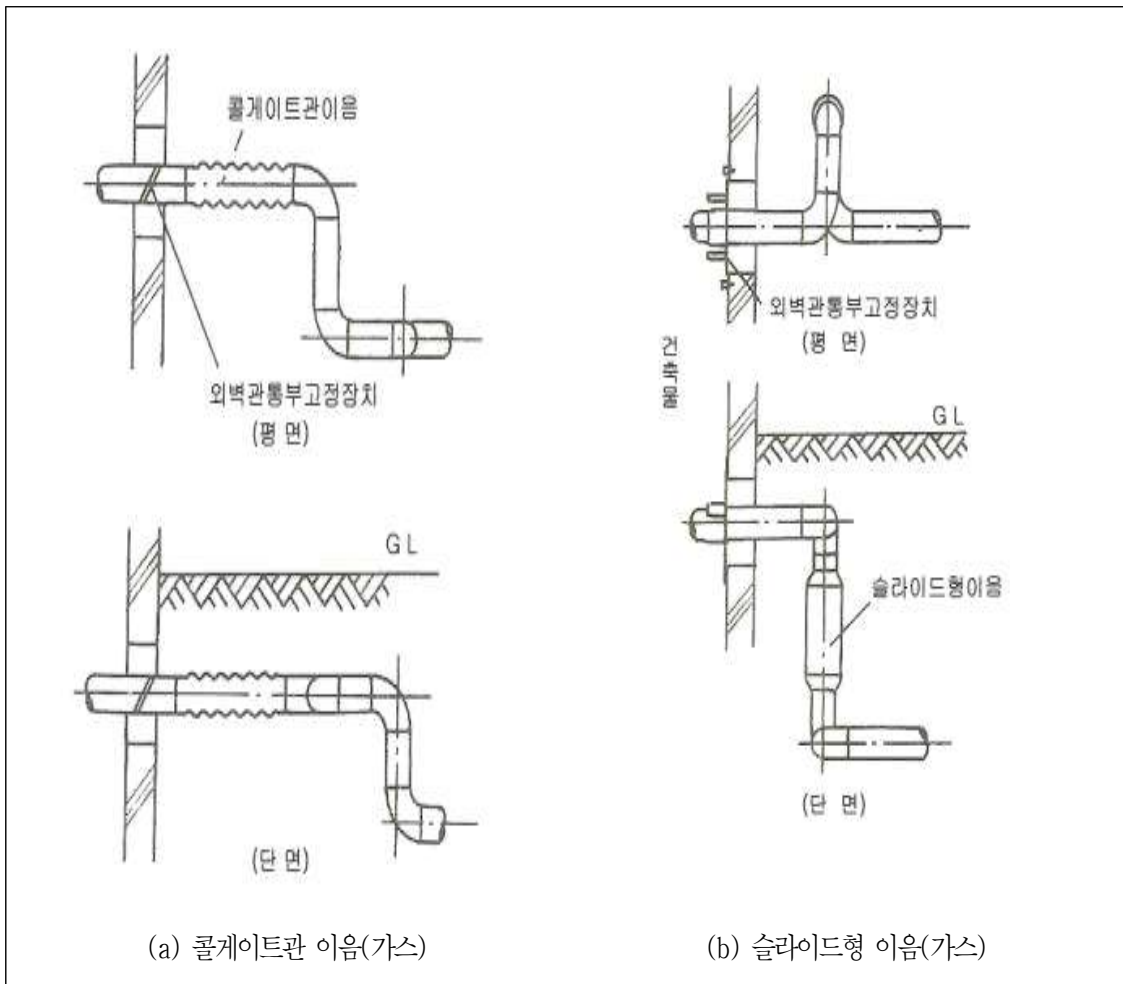
또한 건축물의 상층부에서는 δ 가 커지므로 주요한 배관들은 건축물의 하층부에서 신축이음부를 통과하도록 하는 것이 유리하다. 그림 4.4.2(a)~(c)에 배관, 덕트, 등의 내진 조치의 예를 나타내었다.

층간변형각 R 은 X방향, Y 방향으로 나누어 생각할 수 있기 때문에, 변위흡수조치는 (관)축직각 방향 및 (관)축방향의 2방향에 대하여 행하는 것을 원칙으로 한다.

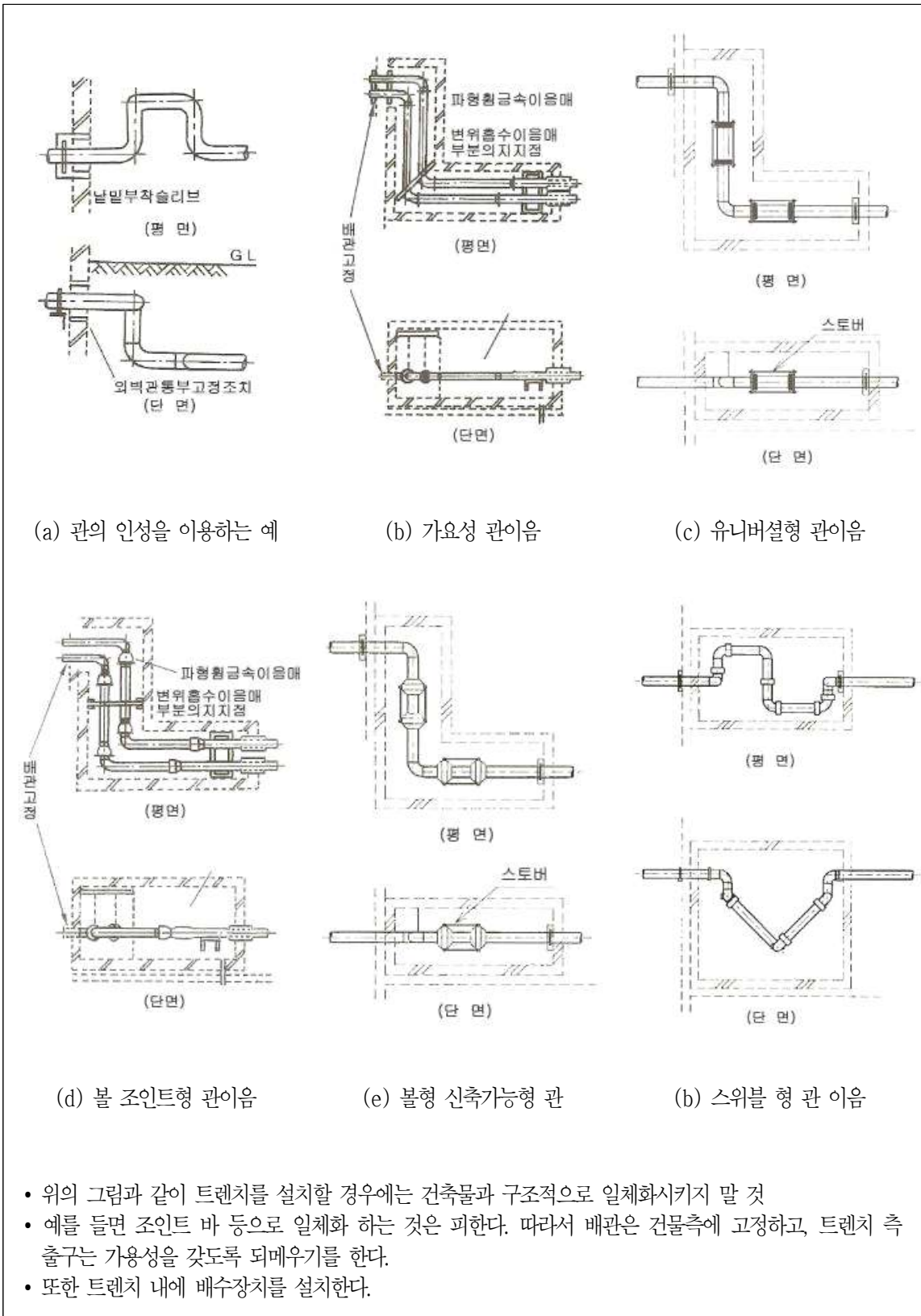
- 건축물 도입부의 배관

지반의 상태가 아주 불안정하여 건축물과 지반 간에 변위가 생길 우려가 있는 경우 건물 도입부의 배관 등에 설비하는 내진조치의 예를 그림 4.4.3(a)~(C) 에 나타내었다. 배관설비에 있어서는,

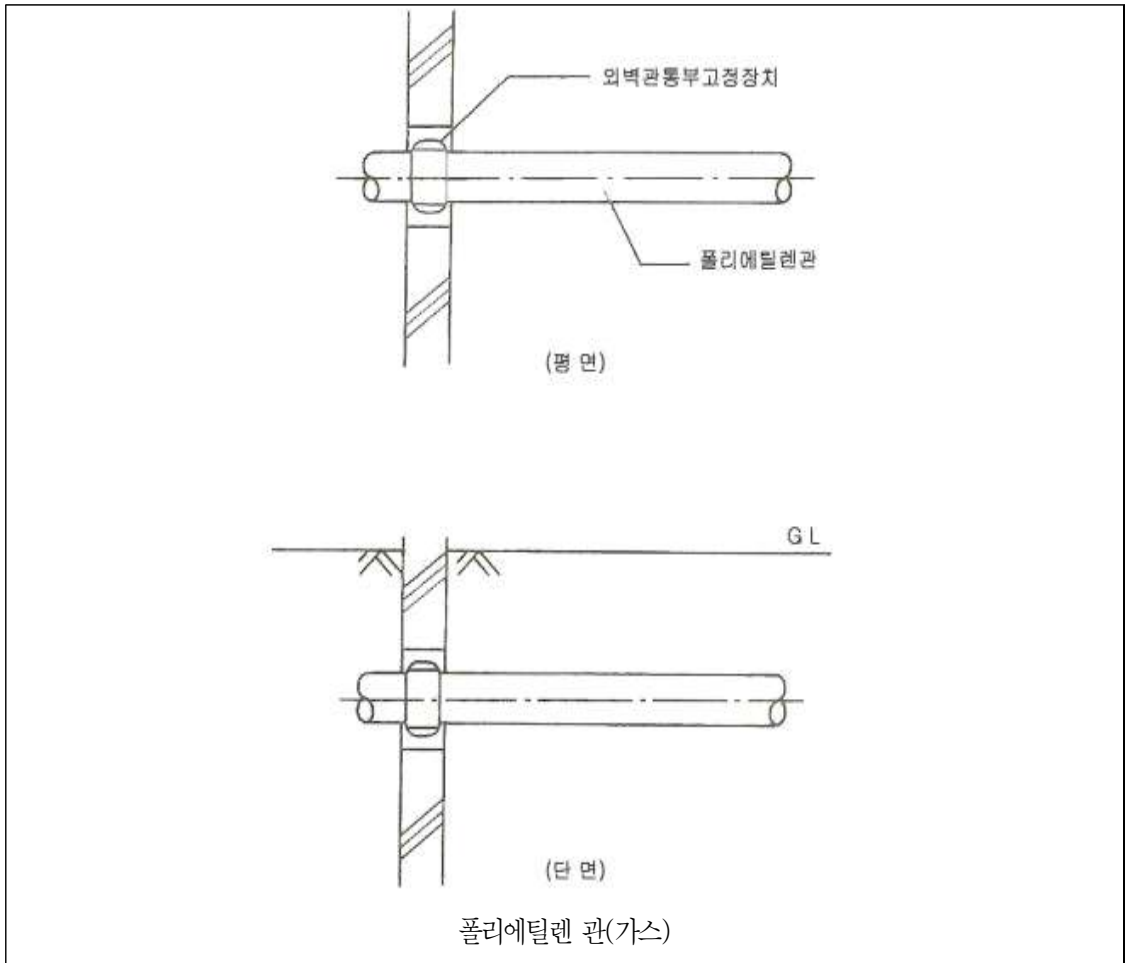
- 배관의 관통에 의해 건축물의 구조내력 상 지장이 발생해서는 안 되며,
- 관통부분에 슬리브를 설치하는 등의 유효한 배관 손상방지 조치를 강구해야 하며,
- 변형에 의해 배관에 손상이 발생하지 않도록 가요성 이음을 설치하는 등 유효한 손상 방지조치를 강구해야 할 필요가 있다.



건축물 도입부의 배관 예(1)



건축물 도입부의 배관 예(2)



건축물 도입부의 배관 예(3)

제7조(지진분리이음) 신축이음쇠는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

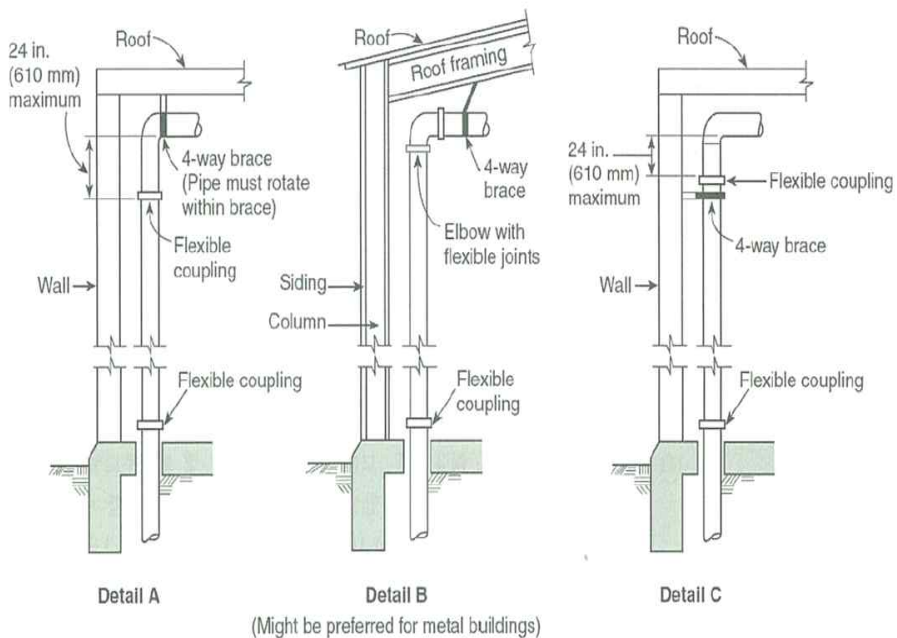
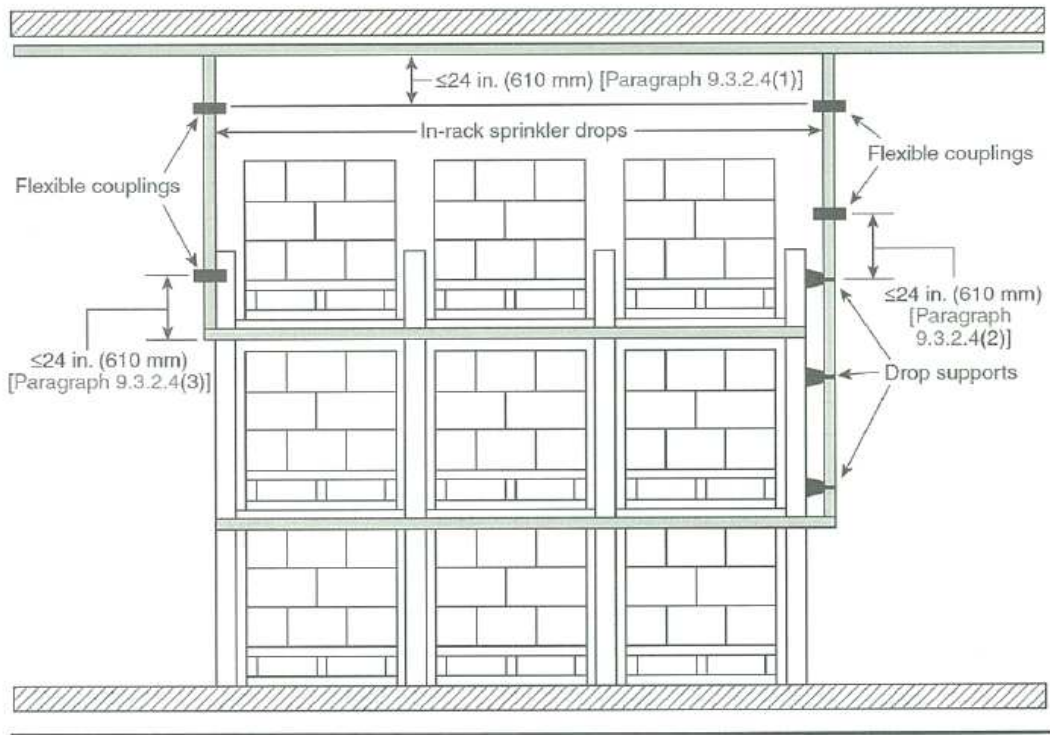
1. 배관의 변형을 최소화하고 소화설비 주요 부품사이의 유연성을 증가시킬 필요가 있는 위치에 설치하여야 한다.

신축이음쇠는 지진분리이음의 대표적인 제품이다. 지진분리이음이란 배관의 차등 움직임을 이용하여 지진시 발생하는 진동에 의한 구조물 또는 비구조물의 파손을 방지하는 이음을 말한다. 일반적으로 신축이음쇠(그루브형 커플링)이 해당되며 배관의 축방향 변위, 회전, 일정 각도 변위를 허용하는 관 부속품이다.

그러므로 지진분리이음을 설치하여야 하는 장소는 배관 차등 움직임에 의해 발생하는 배관의 변형을 최소화하고 주요 부품간의 유연성을 증가시킬 수 있는 장소에 설치되어야 한다

2. 배관구경 65 mm 이상의 배관에는 신축이음쇠로 다음 각 목과 같은 위치에 설치하여야 한다.
- 가. 모든 입상관의 상·하 단부의 0.6 m 이내에 설치하여야 한다. 다만, 길이가 0.9 m 미만인 입상배관은 신축이음쇠를 생략할 수 있으며, 0.9 m ~ 2.1 m 사이의 입상배관은 하나의 신축이음쇠로 설치한다.
 - 나. 2층 이상의 건물인 경우 바닥으로부터 0.3 m 및 천장으로부터 0.6 m 이내에 설치하여야 한다. 천장 아래의 신축이음쇠를 입상관의 연결부보다 높이 있고, 연결부가 수평인 경우는 0.6 m 이내의 수평부에 설치하여야 한다.
 - 다. 입상관 또는 기타 수직배관의 중간 지지부가 있는 경우에는 지지부의 윗부분 및 아랫부분으로부터 0.6 m 이내에 설치하여야 한다.

1. 배관의 차동 움직임을 이용하여 지진시 발생하는 진동에 의한 구조물 또는 비구조물의 파손을 방지하는 지진분리이음은 배관의 유연성에 따라 사용 여부가 결정된다. 일반적으로 50mm 이하의 배관은 배관 자체의 충분한 유연성을 가지고 있기 때문에 지진분리이음을 사용하지 않아도 된다. 반면 65mm 이상의 배관은 배관의 유연성이 작아 지진분리이음을 사용하여 배관의 차동움직임을 이용한 파손을 방지하여야 한다.
2. 배관의 차동 움직임은 배관의 유연성뿐만 아니라 배관 길이에도 영향을 받는다. 일반적으로 배관 길이가 길어질 경우 동일한 각도에서도 끝단의 변위량이 커진다. 그러므로 소방시설의 내진설계기준에서는 길이가 0.9m 미만의 입상 배관에서는 지진분리이음의 사용이 필요하지 않음을 규정하고 있다. 또한 배관 길이가 0.9m ~ 2.1m 인 경우에는 입상배관에는 한 개의 지진분리이음을 설치하도록 규정하고 있으며 2.1m 이상 길이를 갖는 입상 배관에서는 양 끝단에 지진분리이음을 사용하도록 하고 있다.
3. 또한 소방시설의 내진설계기준에서는 여러 조건에서의 지진분리이음 설치 위치를 규정하고 있다.
이 규정에 따르면 일반적인 경우의 입상 배관에서는 입상관 상, 하부 0.6m 이내에 설치하도록 규정하고 있다. 이는 배관에서 최대 변위가 발생할 수 있는 부분에 지진분리이음을 설치하여 배관의 차동 움직임을 최대한 흡수하기 위한 것이다.
4. 설치 장소가 2층 이상인 건물의 경우 바닥으로부터 0.3m 이내, 천장으로부터 0.6m 이내에 설치하도록 규정하고 있다. 이는 지진 발생시 층을 관통하는 입상관의 흔들림으로 인해 바닥, 천장등과의 충돌에 의한 파손을 최소화하기 위해 필요한 규정이다. 천장 아래의 신축이음쇠를 입상관의 연결부보다 높이 있고, 연결부가 수평인 경우에는 수평 배관 시작부분에서부터 0.6 m 이내의 수평부에 설치하여야 한다. 이는 수평 배관의 흔들림에 의한 입상관의 파손을 방지하기 위해 필요한 조치이다.
5. 입상관 또는 수직 배관이 중간에 고정장치로 고정되어 있는 경우에는 고정장치의 상, 하부 0.6m 이내에 설치하여야 한다. 이는 입상관을 고정장치로 고정할 경우 바닥 또는 천장과 동일한 움직임을 가지고 있으므로 고정장치에 가깝게 지진분리이음을 설치하는 것이 필요하다.



Note to Detail A: The four-way brace should be attached above the upper flexible coupling required for the riser and preferably to the roof structure if suitable. The brace should not be attached directly to a plywood or metal deck.

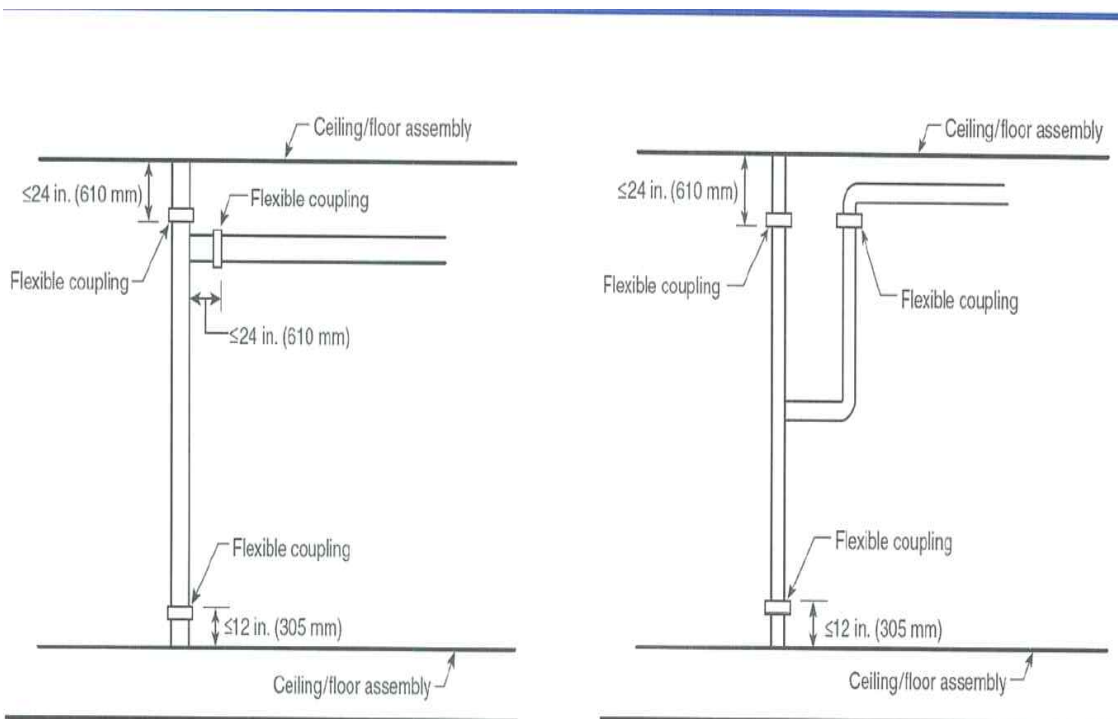
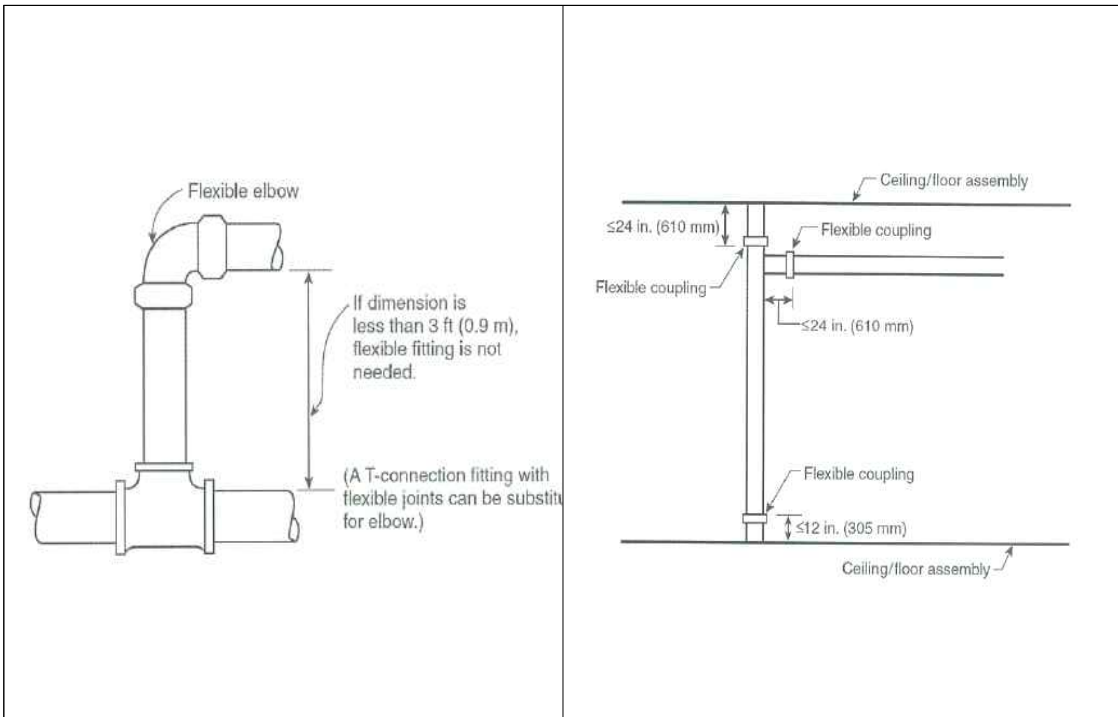


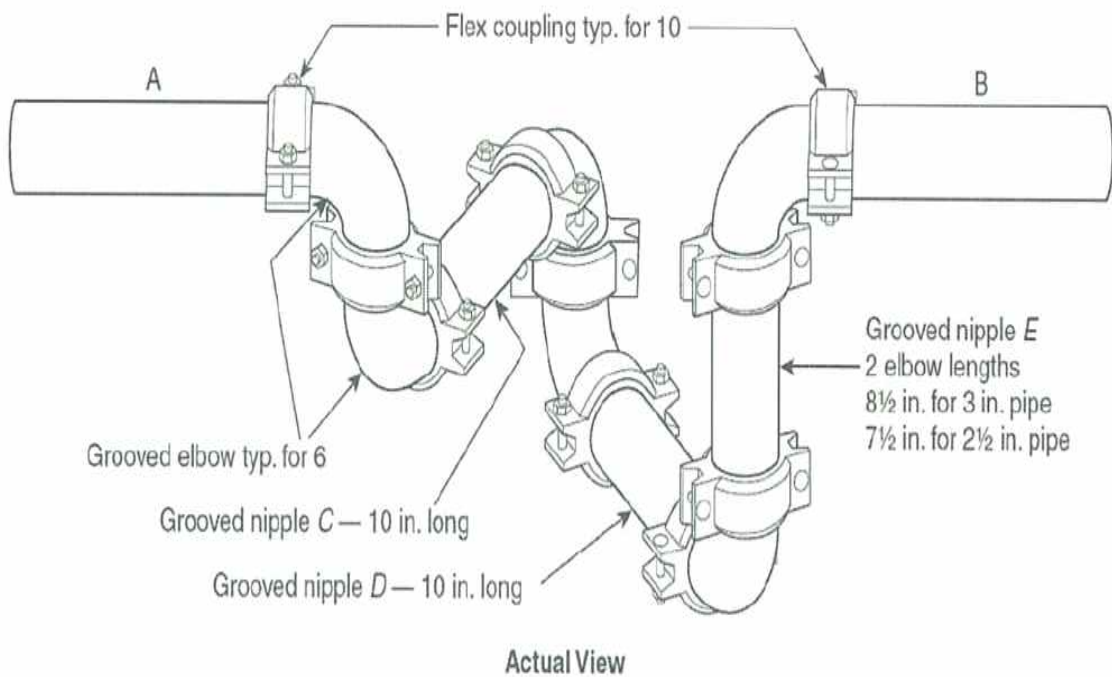
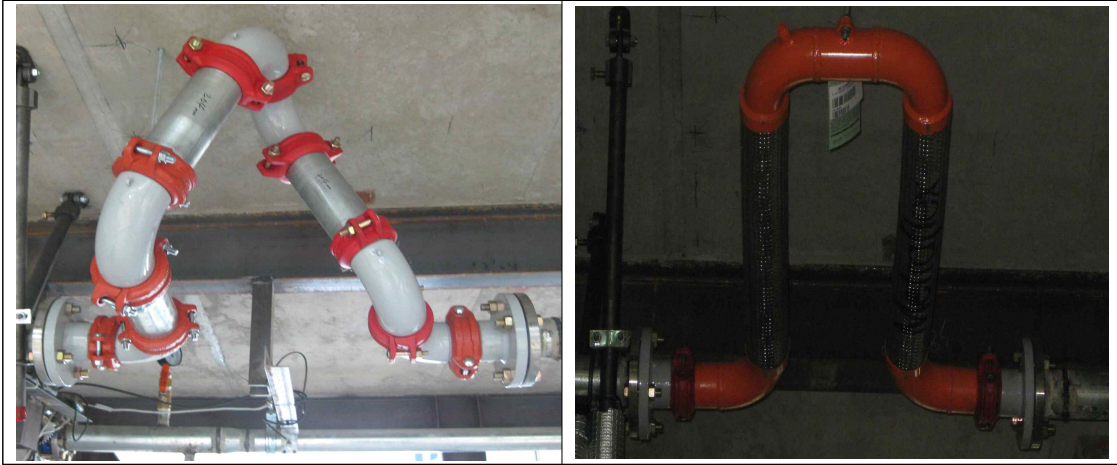
그림 A.9.3.2.3(2)(a) 수평 타이-인에 설치된 가용성 커플링

그림 A.9.3.2.3(2)(b) 주 입상관과 가지배관 입상관의 가용성 커플링

제8조(지진분리장치) 지진분리장치에 대한 내진설계 시 다음 각 호를 고려하여야 한다.

1. 지진분리장치는 전후좌우 방향의 변위를 수용할 수 있도록 설치하여야 한다.

“지진분리장치”란 지진분리이음으로 연결된 건물에서 상대적으로 움직이는 변위를 최소화 하고 예상되는 배관의 움직임을 충분히 수용하여 배관의 파손을 방지하기 위해 사용하는 장치이다. 그러므로 지진분리장치는 4방향 변위를 모두 수용할 수 있어야 한다.



지진분리장치 설치 예시

2. 지진분리장치 1.8 m 이내에는 4방향 버팀대를 설치하여야 한다.
3. 버팀대는 지진분리장치 자체에 설치할 수 없다.

지진분리장치는 4방향 변위를 수용할 수 있는 장치이므로 양 끝단에 연결되어 있는 배관이 고정되지 않을 경우 변위 흡수의 기능을 상실할 수 있다. 그러므로 소방시설 내진설계기준에서는 지진분리장치를 설치할 경우 전후에 4방향 버팀대를 설치하도록 규정하고 있다. 또한 지진분리장치는 일반적으로 관부속품, 배관과 커플링 장치등을 이용한 집합체 장치를 사용하거나 모든 방향으로 움직임이 가능한 배관과 커플링 장치를 이용하는 집합체 장치이므로 자체에 버팀대를 설치할 경우 기능을 상실한다.

제9조(흔들림 방지 버팀대) 흔들림 방지 버팀대 설치는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1. 흔들림 방지 버팀대는 내력을 충분히 발휘할 수 있도록 견고하게 설치하여야 한다.
2. 배관에는 제6조제2항에서 산정된 횡방향 및 종방향의 수평지진하중에 모두 견디고, 지진하중에 의한 수직방향 움직임을 방지하도록 버팀대를 설치하여야 한다.
3. 버팀대가 부착된 구조 부재는 배관설비에 의해 추가된 지진하중을 견딜 수 있어야 한다.

흔들림 방지 버팀대는 배관의 흔들림을 방지하기 위한 고정 장치로 견고하게 설치하여 구조 부재와의 상대적인 변위 발생이 없도록 하여야 한다. 그러므로 내력을 발휘할 수 있는 충분한 강도를 가지고 있어야 하며 구조 부재에 고정시 견고하게 고정하여야 한다.

또한 지진 발생으로 인한 수평지진하중을 견딜 수 있는 충분한 강도 및 크기의 버팀대를 선택하여야 한다.

버팀대가 충분한 강도를 가지고 있다고 하여도 고정장치 및 고정되는 구조 부재가 지진하중을 견딜 수 없다면 적절한 성능을 발휘할 수 없다.

4. 버팀대의 세장비(L/r)는 300을 초과해서는 안 된다. 여기서, L 은 버팀대의 길이, r 은 최소회전 반경이다.

5. 4방향 버팀대는 횡방향 및 종방향 버팀대의 역할을 동시에 할 수 있어야 한다.

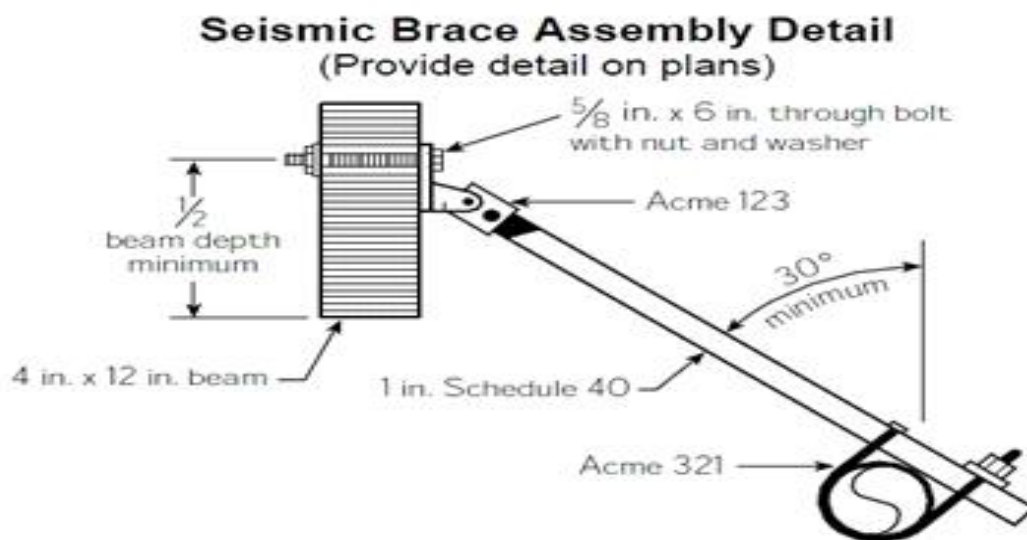
버팀대는 지진시 충분한게 성능을 발휘하기 위하여 파손 및 변형이 발생하지 않도록 설계되어야 한다. 일반적으로 사용되는 버팀대의 변형 중 가장 일반적인 현상은 좌굴현상이다. 좌굴현상은 기둥의 길이가 그 횡단면 치수에 비해 클 때, 기둥의 양단에 압축하중이 가해졌을 경우 하중이 어느 크기에 이르면 기둥이 갑자기 휘는 현상을 말한다. 이러한 좌굴 현상은 세장비가 커질수록 발생하기 쉬운데 지진동 발생시 순간 모멘트로 인해 버팀대의

휨현상이 발생하기 때문이다.

버팀대는 기둥의 역할을 하므로 긴기둥의 경우 지진의 힘을 일부 흡수할 수 있다. 그러나 지나치게 길면 좌굴에 견디는 기둥의 힘을 감소시키고 시간이 흐름에 따라 피로 파괴를 유발한다. 그러므로 소방시설 내진설계기준에서는 버팀대 세장비의 최댓값을 300으로 한정하고 있다.

버팀대가 사용 되어야 하는 부위는 다음과 같다.

1. 설비 입상관의 최상부
2. 배관 구경에 관계없이 모든 주 급수관 및 교차 배관
3. 구경 65A 이상의 가지배관 (횡방향 버팀대에 한함)



제10조(수평배관 흔들림 방지 버팀대)

- ① 횡방향 흔들림 방지 버팀대는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.
1. 횡방향 흔들림 방지 버팀대는 배관구경에 관계없이 모든 주배관, 교차배관에 설치하여야 하며, 가지배관 및 기타배관에는 배관구경 65 mm 이상인 배관에 설치하여야 한다.
 2. 횡방향 흔들림 방지 버팀대의 설계하중은 설치된 위치의 좌우 6 m를 포함한 12 m내의 배관에 작용하는 횡방향수평지진하중으로 산정한다.
 3. 버팀대의 간격은 중심선 기준으로 최대간격이 12 m를 초과하지 않아야 한다.
 4. 마지막 버팀대와 배관 단부 사이의 거리는 1.8 m를 초과하지 않아야 한다.

1. 50mm 이하의 배관은 진동시에 파손을 방지할 수 있는 충분한 유연성을 갖는 것으로 취급한다. 그러므로 가지배관 및 기타 배관의 경우에는 배관 구경 65mm 이상의 배관에 한하여 횡방향 흔들림 방지 버팀대를 설치하도록 규정하고 있다.

그러나 주배관 및 교차 배관의 경우에는 인접한 가지 배관의 하중까지 받고 있으므로 배관 구경에 상관없이 횡방향 흔들림 방지 버팀대를 설치하여야 한다.

2. 횡방향 흔들림 방지 버팀대 장치는 버팀대 구성품, 배관과 건물에 고정시키는 부착부분, 부착 부분의 조임장치로 구성되어 있으며 버팀대의 설치간격을 결정할 때는 배관의 굽힘과 응력을 고려하여 결정하여야 한다. 횡방향 흔들림 방지 버팀대의 최대 간격은 배관 및 관부속품에 가해지는 응력이 현대 건물 코드에서 허용하는 수준으로 결정하였으며 최대 간격을 12m로 제한하였다.

이에 따라 횡방향 흔들림 방지 버팀대에 작용하는 수평지진하중은 버팀대 좌우 6m를 포함한 12m 배관에 작용하는 횡방향 수평지진하중으로 사용하여야 하며 버팀대에서 허용하는 응력을 초과하는 경우 버팀대의 설치간격을 조정하여야 한다.

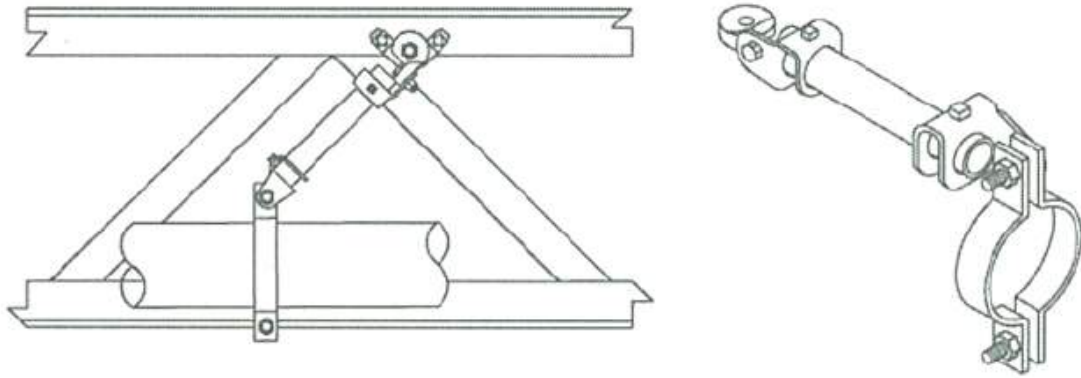
배관 끝단에 설치되는 마지막 버팀대는 배관 끝단에서 1.8m 이내에 설치하도록 규정하고 있다. 이는 마지막 버팀대와 배관 끝단 사이에 가지 배관이 분기되어 사용될 경우 큰 캔틸레버형 하중을 가할 수 있어 배관에 파손이 우려되어 이를 방지하기 위함이다.

3. 주배관 또는 교차배관에 가지배관이 연결되어 있는 경우 횡방향 흔들림 방지 버팀대를 선정하기 위한 수평지진하중은 가지배관의 작용하는 수평력도 더해 계산하여야 한다.

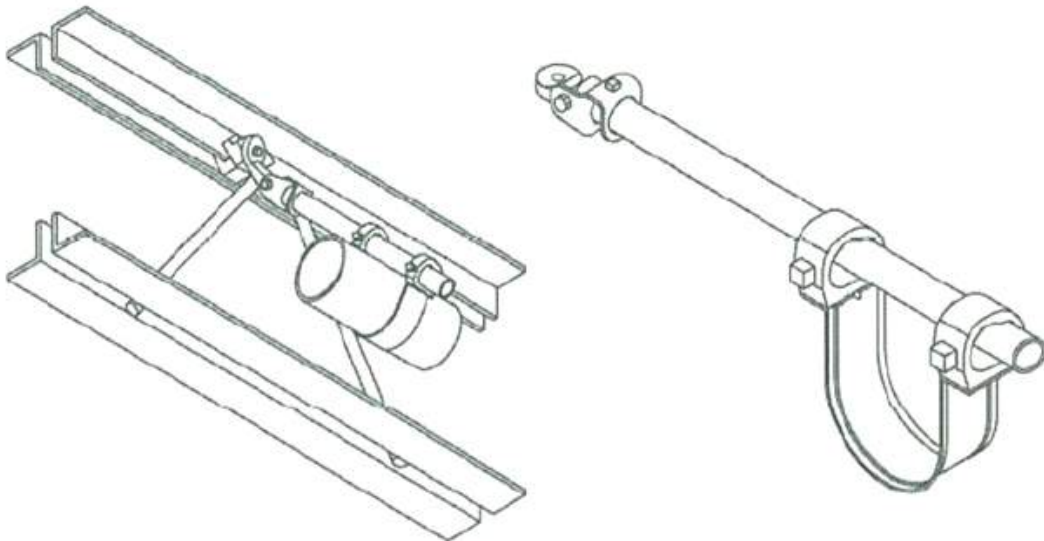
② 종방향 흔들림 방지 버팀대의 내진설계는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 종방향 흔들림 버팀대의 수평지진하중 산정시 버팀대의 모든 가지배관을 포함하여야 한다.
2. 종방향 흔들림 방지 버팀대의 설계하중은 설치된 위치의 좌우 12 m를 포함한 24 m내의 배관에 작용하는 수평지진하중으로 산정한다.
3. 주배관 및 교차배관에 설치된 종방향 흔들림 방지 버팀대의 간격은 24 m를 넘지 않아야 한다.
4. 마지막 버팀대와 배관 단부 사이의 거리는 12 m를 초과하지 않아야 한다.
5. 4방향 버팀대는 횡방향 및 종방향 버팀대의 역할을 동시에 할 수 있어야 한다.

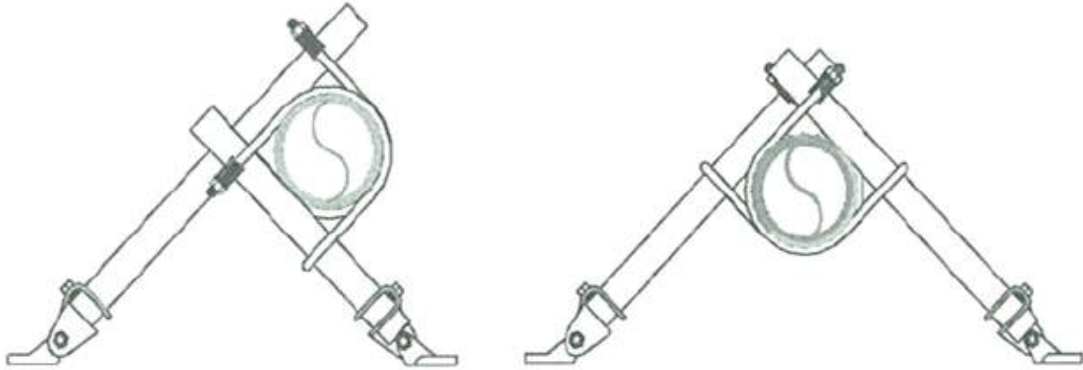
종방향 흔들림 방지 버팀대는 횡방향과 달리 최대 간격을 24m 까지 허용한다. 이는 횡방향 흔들림에 비해 종방향 흔들림이 작기 때문이다, 그러므로 종방향 흔들림 버팀대에 작용하는 하중은 버팀대 전,후 12m를 포함한 24m 내의 배관에 작용하는 수평지진하중으로 계산한다.



종방향 흔들림 방지버팀대



횡방향 흔들림 방지버팀대



4방향 흔들림 방지 버팀대

제11조(입상관 흔들림 방지 버팀대) 입상관 흔들림 방지 버팀대는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 길이 1 m를 초과하는 주배관의 최상부에는 4방향 버팀대를 설치하여야 한다.
2. 입상관상의 관 연결부위는 4방향 버팀대를 생략하여도 된다.
3. 입상관 최상부의 4방향 버팀대가 수평배관에 부착된 경우 입상관의 중심선으로부터 0.6 m 이내이어야 하며 버팀대의 하중은 수직 및 수평방향의 배관을 모두 포함하여야 한다.
4. 입상관 4방향 버팀대 사이의 거리는 8 m를 초과하지 않아야 한다.

1. 입상관은 관 연결부를 통해 주배관과 연결된다. 주 배관의 경우 종방향 및 횡방향의 지진하중을 모두 받을 수 있으므로 주배관이 연결되어 있는 입상관 또한 종방향 및 횡방향의 지진 하중을 동시에 받게 된다. 그러므로 입상관 흔들림 방지 버팀대는 4방향 버팀대를 사용하여 설치하여야 한다. 다만 입상관의 길이가 짧은 경우에는 4방향 버팀대를 설치하지 아니할 수 있다. 소방시설 내진설계기준에서는 1m를 초과하는 입상관에는 4방향 버팀대를 설치하도록 규정하고 있다.

입상관상의 관 연결부위는 입상관과 일체의 배관으로 취급한다. 그러므로 입상관상의 관 연결부위에는 4방향 버팀대의 설치를 생략할 수 있다.

만약 입상관 자체에 4방향 버팀대를 설치하지 않고 입상관 최상부와 연결된 수평 배관에 4방향 버팀대가 설치될 경우에는 입상관의 중심으로부터 0.6m 이내에 설치하도록 규정하고 있다. 이는 4방향 버팀대가 입상관에서 멀어질 경우 입상관의 흔들림을 방지하지 못하여 파손될 수 있는 가능성을 없애기 위함이다.

2. 입상관의 경우 주배관 또는 가지배관 보다 배관의 크기가 크고 걸리는 하중이 크다. 그러므로 입상관에 설치하는 흔들림 방지 버팀대의 간격은 횡방향 또는 종방향 흔들림 방지 버팀대의 최대 간격보다 좁아야 하며 소방시설 내진설계 기준에서는 8m를 최대 간격으로 규정하고 있다.

제12조(버팀대 고정장치) 버팀대 고정장치는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 버팀대 고정장치에 작용하는 수평지진하중은 허용하중을 초과해서는 아니 된다.
2. 길이 3.7 m 미만의 배관은 인접한 버팀대로 지지할 수 있다.

1. 횡방향 흔들림 방지 버팀대 장치는 버팀대 구성품, 배관과 건물에 고정시키는 부착부분, 부착 부분의 조임장치로 구성되어 있다. 그러므로 지진으로 발생하는 하중을 버팀대가 견딘다고 하여도 고정 장치가 견디지 못하면 배관의 파손을 방지할 수 없다. 그러므로 버팀대 고정장치는 고정장치에 작용하는 수평지진하중을 견딜 수 있는 충분한 강도를 가지고 있어야 하며 고정장치가 견딜 수 있는 하중을 초과하여서는 안 된다.
2. 배관의 길이가 짧을 경우 고정장치에 걸리는 하중이 작으므로 인접한 버팀대의 고정장치로 사용함을 허락하도록 규정하고 있다. 이러한 공용 고정장치 사용을 허용하는 배관의 길이를 3.7m 미만으로 규정하고 있다.



흔들림 방지 버팀대의 내력벽 고정(양카볼트 고정)

제13조(헤드) ① 가지배관 상의 말단 헤드는 수직 및 수평으로 과도한 움직임이 없도록 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 고정 와이어는 행거로부터 0.6 m 이내에 위치해야 한다. 와이어 고정점에 가장 가까운 행거는 가지배관의 상방향 움직임을 지지할 수 있는 유형이어야 한다.
2. 가지배관 상의 말단 헤드는 수직 및 수평으로 과도한 움직임이 없도록 고정하여야 한다.
3. 가지배관에 설치되는 행거는 「스프링클러설비의 화재안전기준」 제8조제13항에 따라 설치한다.

1. 가지 배관의 경우 지진으로 인한 배관 파손 가능성이 낮기 때문에 가지 배관에 대한 흔들림 방지 버팀대등의 지진 방호 조치가 많지 않다. 그러나 1990년에 발생한 지진으

로 인한 피해를 분석하는 과정에서 가지 배관 말단의 움직임으로 인한 스프링클러헤드의 파손을 방지할 필요가 생겼다. 지진 발생시 고정되지 않은 가지 배관에 강한 수직 흔들림이 작용하고 이는 가지배관에 부착된 스프링클러헤드를 상하로 잡아 당기는 것으로 나타났다. 또한 횡방향 흔들림이 동시에 발생할 경우 스프링클러헤드는 천장 반자와의 충돌에 의해 스프링클러헤드가 파손되게 된다.

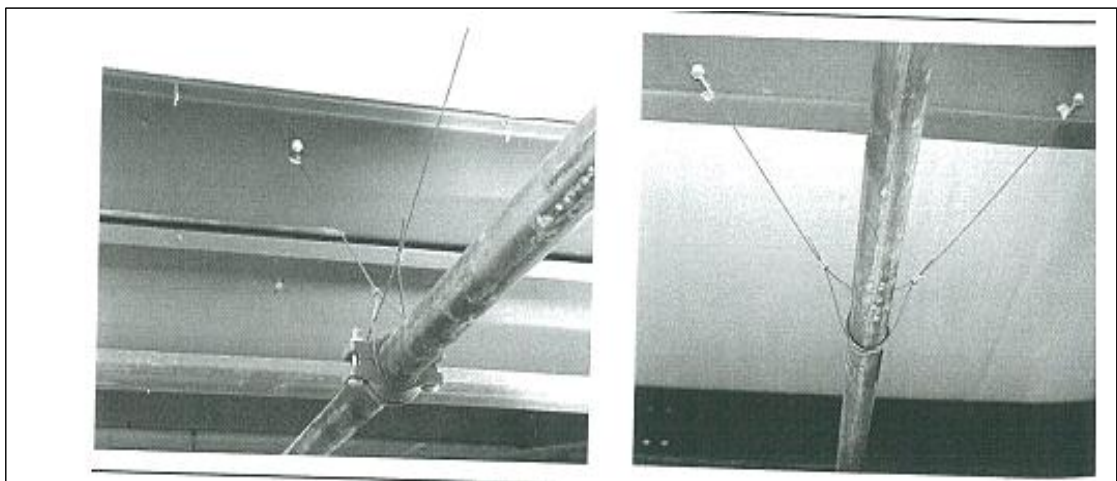
그러므로 가지배관의 흔들림을 방지하기 위해 고정 와이어를 이용한 고정이 필요하다. 소방시설 내진설계기준에서는 와이어의 설치 위치를 행거로부터 0.6m 이내로 규정하고 있다. 또한 와이어 고정점에 가장 가까운 행거는 상방향 움직임을 견딜 수 있는 행거이어야 한다. 이는 고정 와이어의 경우 횡방향 흔들림만을 방지하는 역할을 하기 때문에 수직 방향 흔들림에 대한 방지 역할을 행거가 해 주어야 한다.

2. 가지배관 상부와 천장 사이 설치된 행거의 길이가 0.16m 이내 이고 수직방향에서 45도 미만의 각도로 설치된 행거로 고정된 가지배관은 고정 와이어 등 헤드 고정 장치를 설치하지 아니함
3. 고정와이어 이외 흔들림 방지버팀대 등 설치가능

② 헤드는 지진 시 천장이나 보 등과 충돌하지 않도록 10 cm 이상의 이격거리를 확보하여야 한다.

지진에 의한 헤드의 파손은 대부분 배관 흔들림에 의해 다른 부속품과의 충돌에 의한 것이다. 특히 배관의 흔들림이 상,하 방향으로 흔들림이 발생할 때 헤드는 천장 또는 보와의 충돌이 우려된다. 그러므로 헤드와 천장 또는 보와 충분한 이격거리 확보를 규정하고 있으며 헤드의 적절한 작동을 위한 최대 거리 내에서 이격거리를 확보하여야 한다.

1. 고정 와이어는 행거로부터 0.6 m 이내에 위치해야 한다. 와이어 고정점에 가장 가까운 행거는 가지배관의 상방향 움직임을 지지할 수 있는 유형이어야 한다.



수평배관 와이어고정

NFPA13에 따르면 배관 고정용 와이어는 가지배관 둘레를 2바퀴 단단히 감은 다음 말단 처리는 38mm (1 ½ inch)이하로 4바퀴 단단히 조여주어야 한다. 그림 은 건축물 구조에 따라 와이어 고정을 하는 지지점이다.

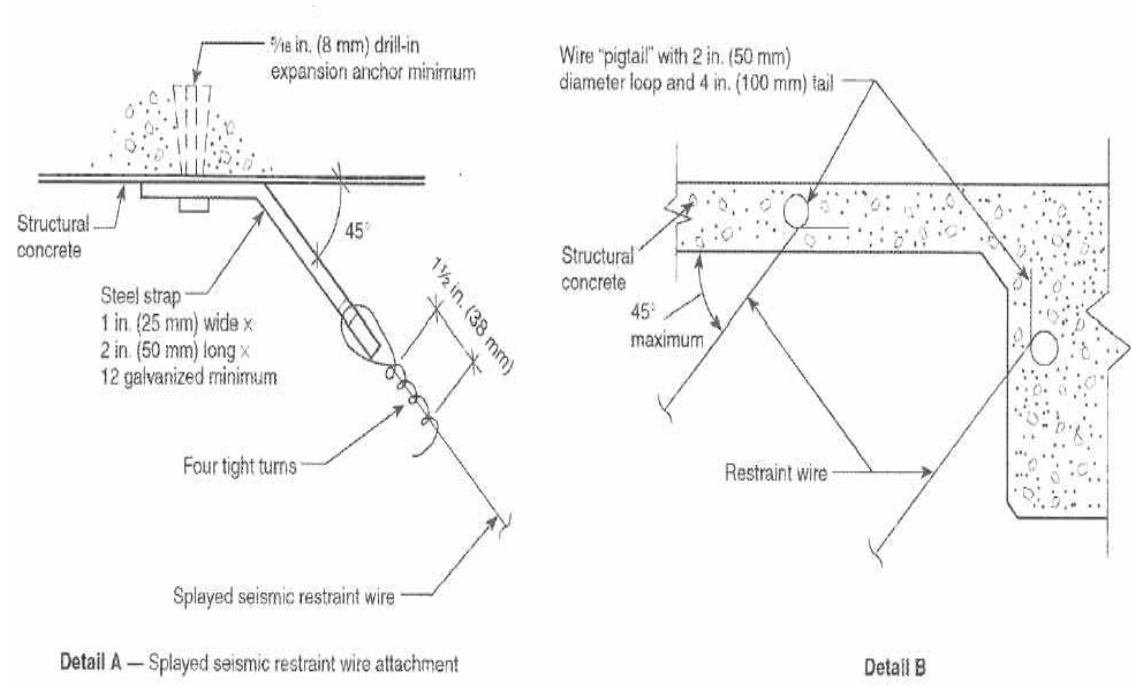
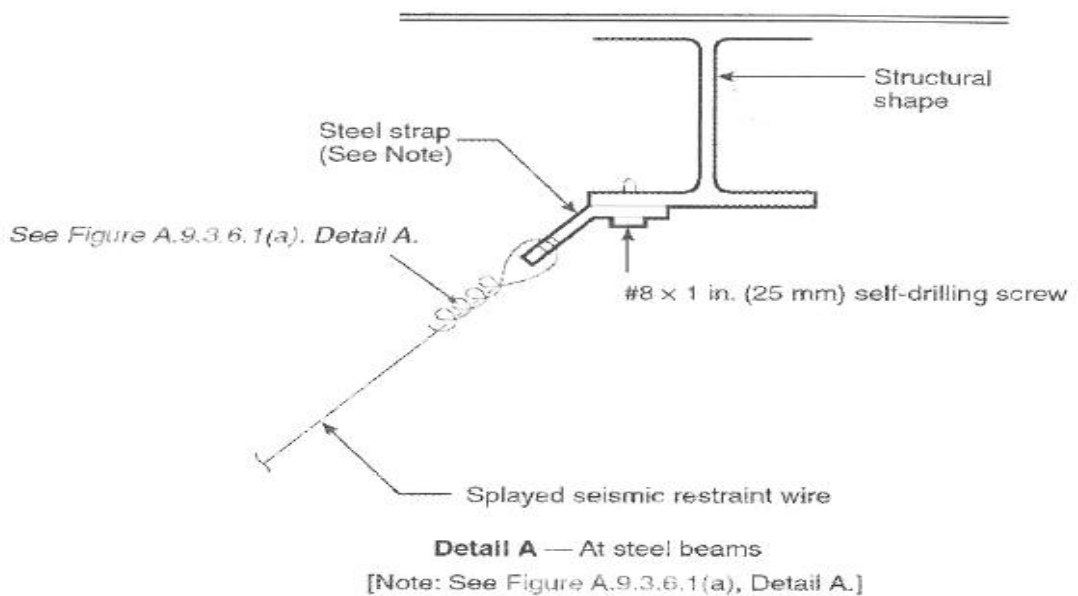
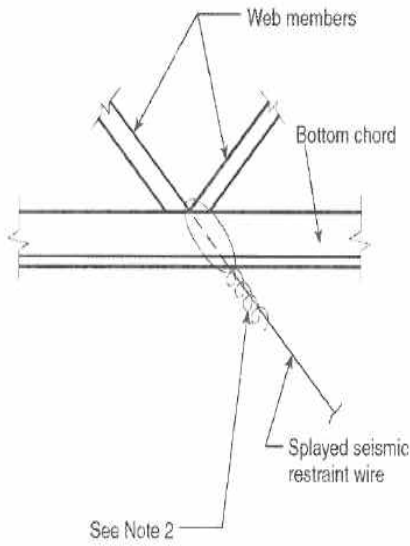


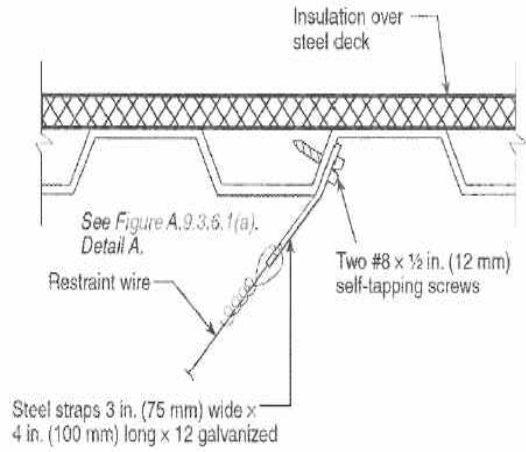
그림 A.9.3.6.1(a) 현장 타설 콘크리트에 부착하는 와이어





- Notes:
1. Splay wires parallel to joist. Splay wires cannot be perpendicular to joist.
 2. See Figure A.9.3.6.1(a), Detail A.

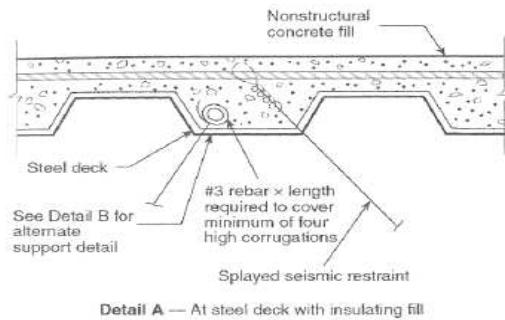
Detail B — At open web steel joist



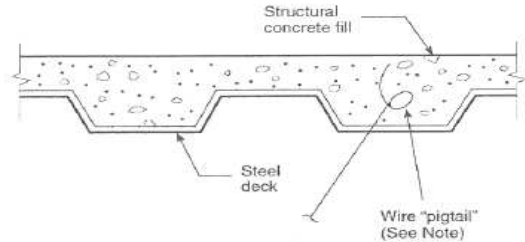
Note: If self-tapping screws are used with concrete fill, set screws before placing concrete.

Detail C — At steel roof deck

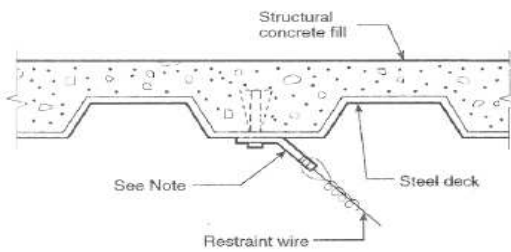
그림 A.9.3.6.1(b) 허용가능한 상세도 - 철골조에 연결하는 와이어



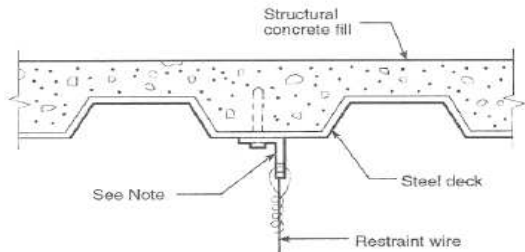
Detail A — At steel deck with insulating fill



Note: See Figure A.9.3.6.1(a), Detail B.
Detail B — At steel deck with concrete fill



Note: See Figure A.9.3.6.1(a), Detail A.
Detail C — At steel deck with concrete fill



Note: See Figure A.9.3.6.1(a), Detail A.
Detail D — At steel deck with concrete fill

For SI units, 1 in. = 25.4 mm.

Note: If self-tapping screws are used with concrete fill, set screws before placing concrete.

그림 A.9.3.6.1(c) 상세도 - 충전된 철판 데크에 연결하는 와이어

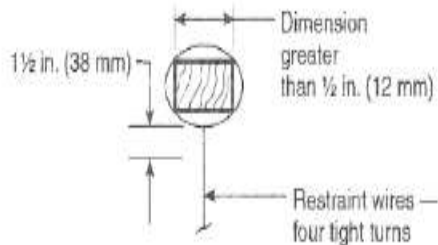
표 9.3.6.4 (a) 철제가지매관 고정장치 사이의 최대 간격치(ft)

Pipe (in.)	Seismic Coefficient (C_p)		
	$C_p \leq 0.50$	$0.5 < C_p \leq 0.71$	$C_p > 0.71$
1	43	36	26
1 1/4	46	39	27
1 1/2	49	41	29
2	53	45	31

표 9.3.6.4 (b) CPVC 및 동가지매관 고정장치 사이의 최대 간격치(ft)

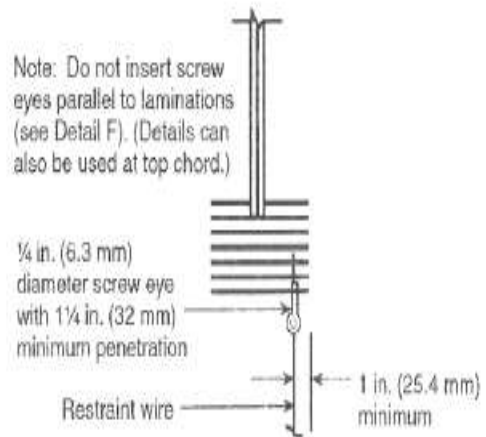
Pipe (in.)	Seismic Coefficient (C_p)		
	$C_p \leq 0.50$	$0.5 < C_p \leq 0.71$	$C_p > 0.71$
3/4	31	26	18
1	34	28	20
1 1/4	37	31	22
1 1/2	40	34	24
2	45	38	27

Detail E — Restraint wire parallel to wood truss

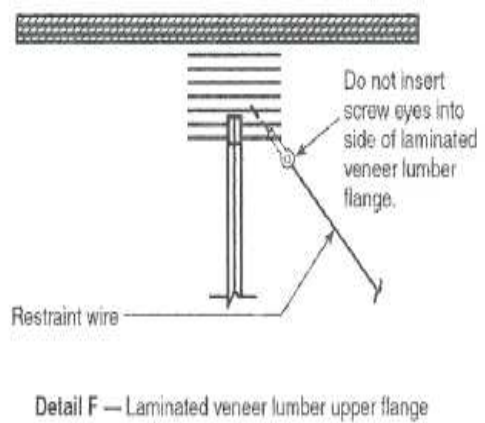
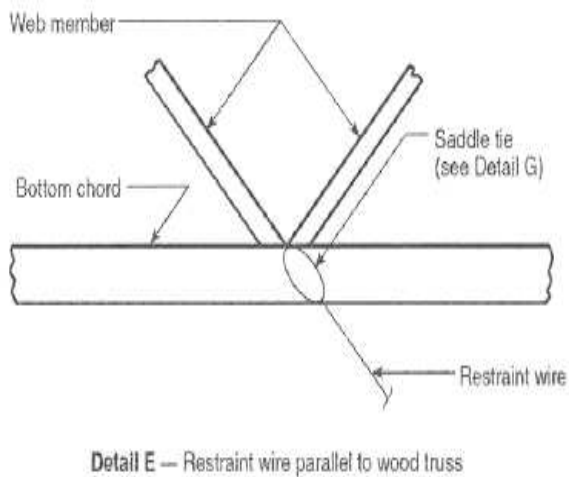
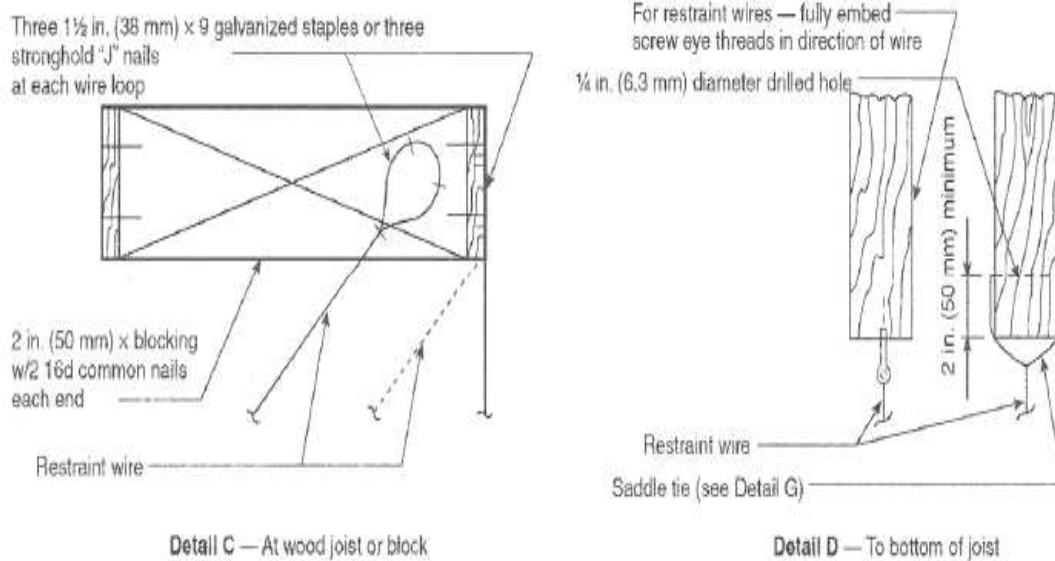
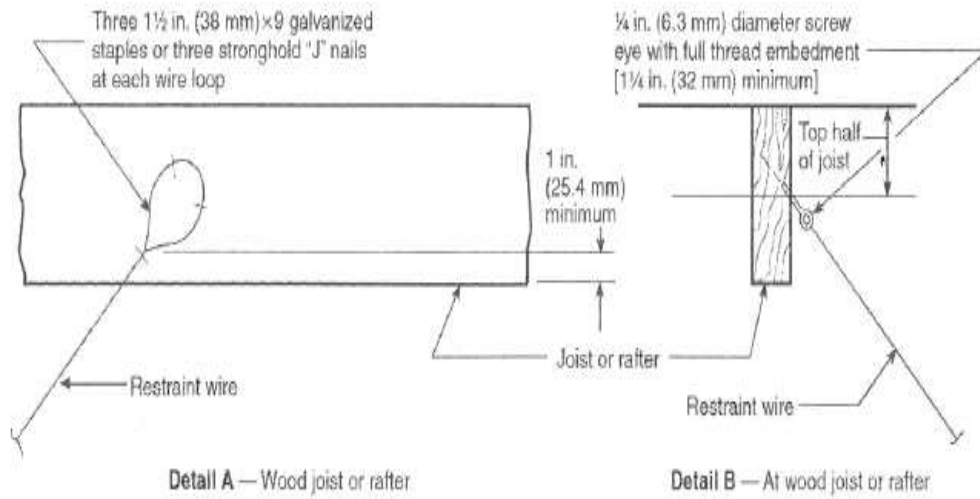


Detail G — Typical saddle tie

Detail F — Laminated veneer lumber upper flange



Detail H — Laminated veneer lumber lower flange



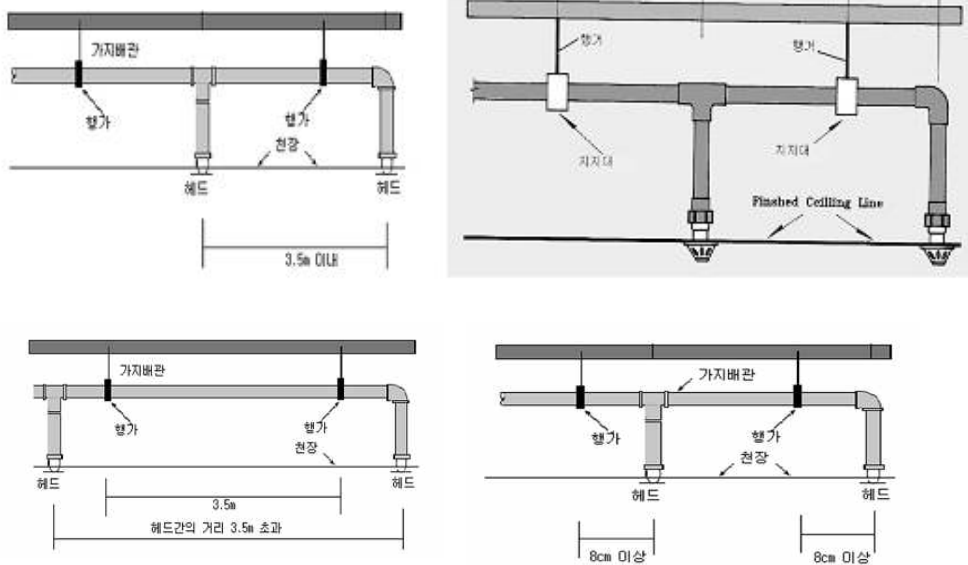
건축물 구조에 따른 와이어 고정 방법의 예 (NFPA 13)

[관련 법규]

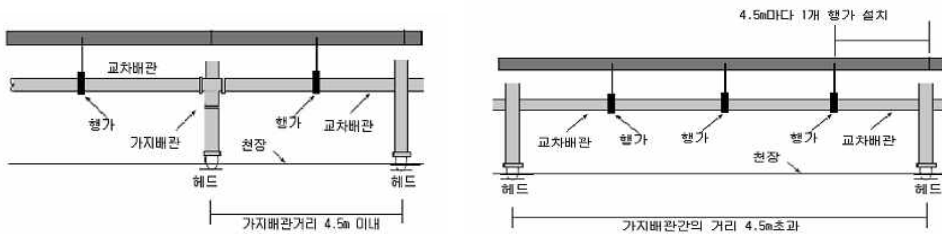
「스프링클러설비의 화재안전기준」 제8조제13항 (배관)

제8조(배관) ⑬ 배관에 설치되는 행가는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1. 가지배관에는 헤드의 설치지점 사이마다 1개 이상의 행가를 설치하되, 헤드간의 거리가 3.5m를 초과하는 경우에는 3.5m 이내마다 1개 이상 설치할 것. 이 경우 상향식헤드와 행가사이에는 8cm 이상의 간격을 두어야 한다

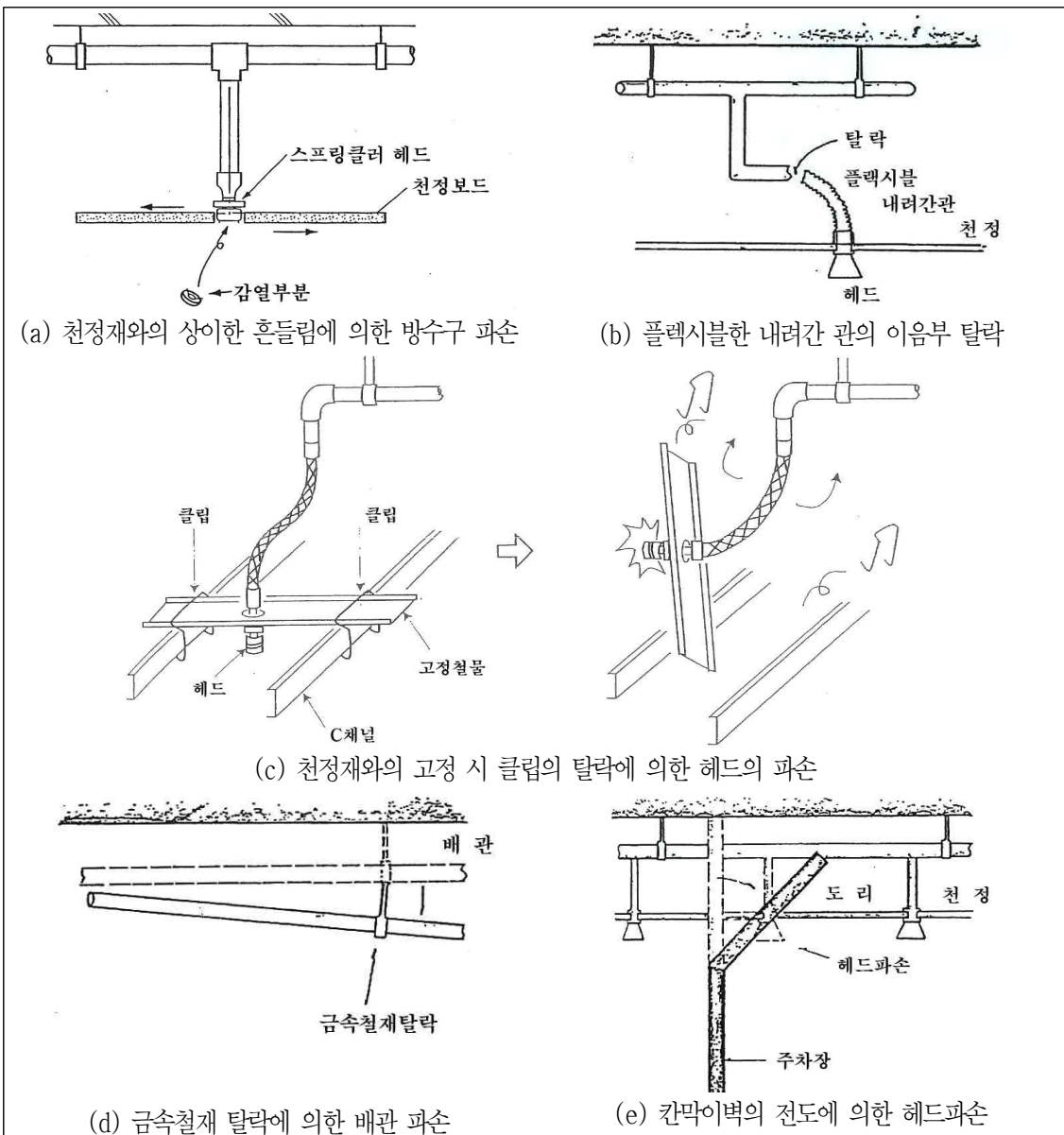
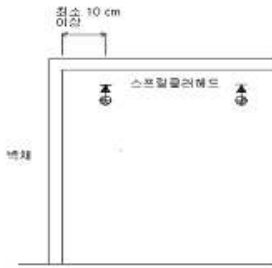


2. 교차배관에는 가지배관과 가지배관 사이마다 1개 이상의 행가를 설치하되 가비재관사이의 거리가 4.5m를 초과하는 경우에는 4.5m이내 마다 1개 이상 설치 할 것



3. 제 1호 내 2호의 수평주행배관에는 4.5m이내 마다 1개 이상 설치 할 것

4.헤드는 지진 시 천장이나 보 등과 충돌하지 않도록 10 cm 이상의 이격거리를 확보하여야 한다.



스프링클러 설비관련 파손사례 예

제14조(제어반) 제어반은 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1. 벽면에 설치하는 경우 직경 8 mm 이상의 고정용 볼트를 4개 이상 고정하여야 한다.
2. 바닥에 설치하는 경우 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 설치하여야 한다.
3. 수계소화설비에 사용되는 수신기 및 중계기는 지진발생 시 전도되지 않도록 설치하여야 한다.

[해설]

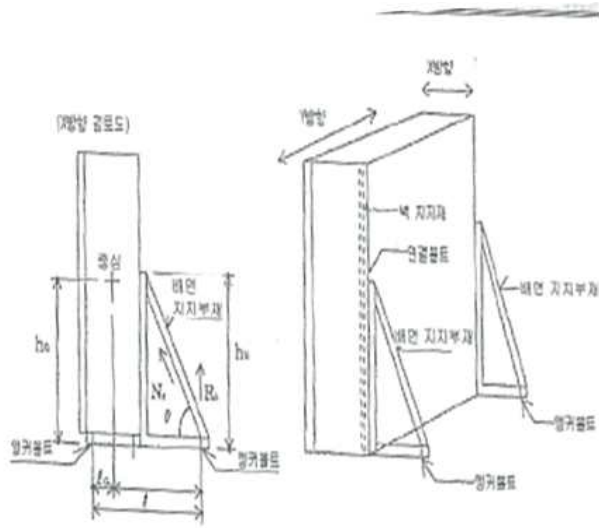
1. 제어반의 정착 방법

벽면에 설치하는 경우 직경 8 mm 이상의 고정용 볼트를 4개 이상 고정하여야 한다. 단 벽면 부착은 내력벽에만 부착한다. 바닥에 고정시 대부분의 제어반은 1,000kg 이내 이므로 가동중량 1,000 kg 이하인 설비를 기준을 적용하여 정착하도록 한다. 바닥면에 고정되는 길이가 긴 변의 양쪽 모서리에 직경 12 mm 이상의 앵커볼트로 고정하여야 하며 앵커볼트의 근입 깊이는 10 cm 이상이어야 한다.



내력벽에 설치한 제어반 정착 사례

2. 수계소화설비에 사용되는 수신기 및 중계기 등 수직형 구조물은 지진발생 시 전도되지 않도록 보강재 등을 설치하여야 한다. 바닥에 설치하는 경우 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 표와 같은 정착 부재를 이용하여 바닥과 고정 하여야 한다.



[그림 3.4.4] 배면 지지부재의 작용력



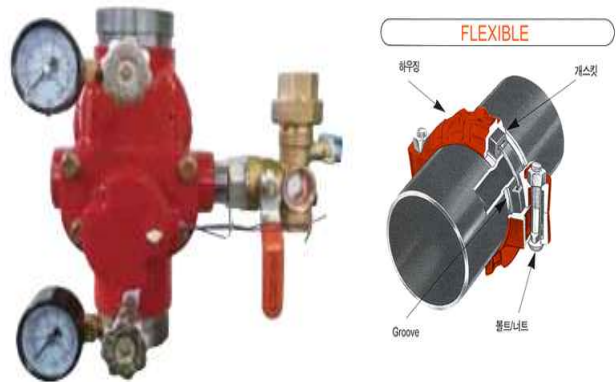
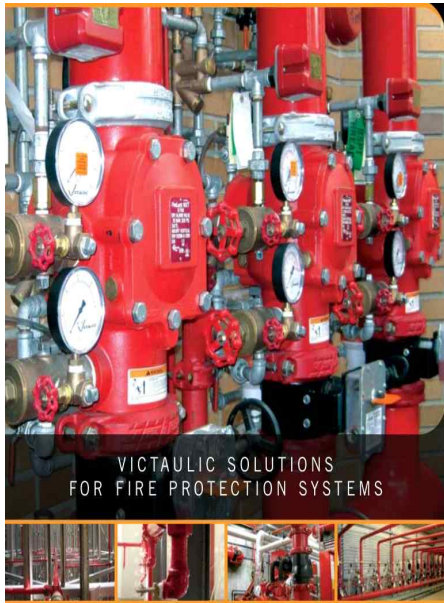
수직형 제어반 중량물의 고정 정착 방법의 예시

<표> 정착부재의 종류 및 정착방법

정착방법 및 정착부재 명칭	부재 개요	
앵커볼트		건축물에 기기를 고정하기 위한 부재 혹은 기기를 정착용 받침에 체결하는 부재 대립형 혹은 후시공형이 있다.
기초		기기 중량을 지지하는 구조체 혹은 옥상 등의 바닥 방수재와 실내 바닥의 콘크리트슬래브와의 결합을 위해 설치하는 부재
상단 지지 배면 지지		자립형 기기에서 기기 하단부의 정착에 추가하여 내진성을 증가시키고자 할 때 이용되는 정착방법 및 부재
스토퍼 (stopper)		방진고무 등으로 기기 본체에 전달되는 진동을 저 감하는 장치를 설치한 경우로 건축물에 직접 앵커 볼트로 연결할 수 없는 경우에 이용되는 정착방법
받침대		진동방지 등의 물리적인 여건에 의해서 앵커볼트로 바닥과 벽에 직접 연결할 수 없는 경우에 기기와 건축물의 사이에 설치하는 정착방법 및 부재

제15조(유수검지장치) 유수검지장치는 지진발생시 기능을 상실하지 않아야 하며, 연결부위는 파손되지 않아야 한다.

유수검지장치는 대부분 수직 입상관과 연결되므로 지진 발생시 수직배관에 대한 지진분리이음 등의 조치를 통해 지진력에 대한 대비를 하여야 한다.

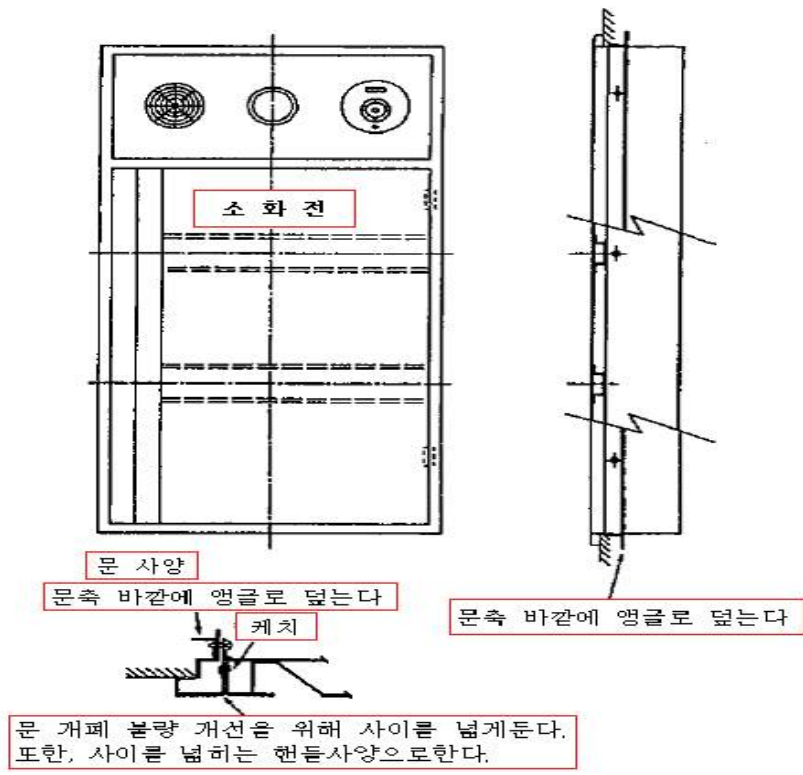


일반적으로 내진 설계에서 사용되는 양끝단 연결 방법은 신축이음쇠(그루브형 커플링)를 사용하며 플랜지형의 밸브를 사용할 경우에는 신축배관등을 사용하여 지진에 의한 흔들림을 방지하여야 한다.

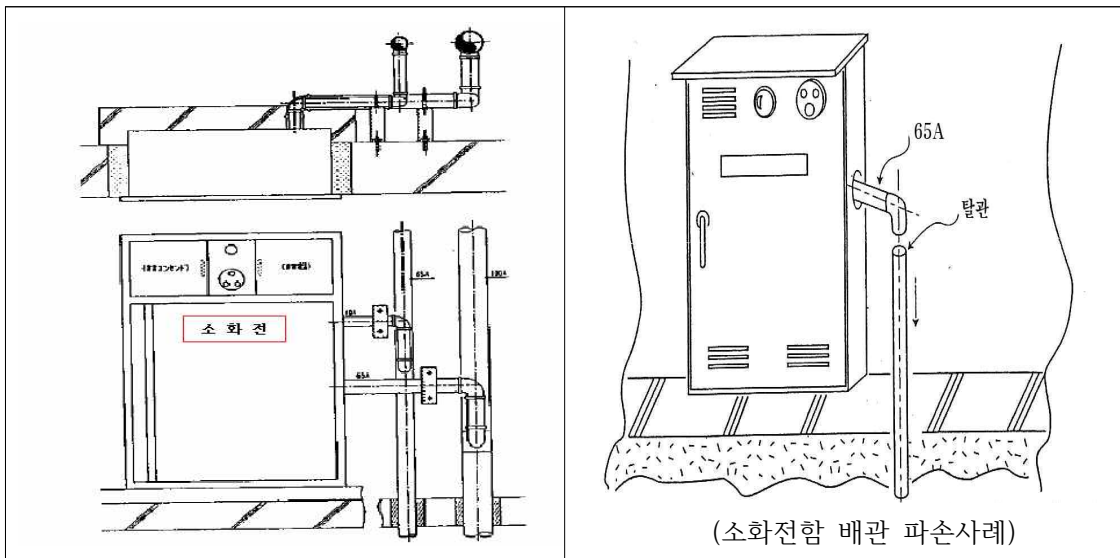
제16조(함) 함은 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1. 함은 지진 시 개폐에 장애가 발생하지 않아야 한다.
2. 노출형 함이 설치되는 벽면은 충분한 강도를 가져야하고, 노출형 함은 중량 1,000 kg 이하인 설비로 분류하여 제5조제1항에 따라 바닥면에 고정하여야 한다.
3. 비내력벽에는 함을 설치하지 않는다.

함은 지진 시 개폐에 장애가 발생하지 않도록 견고하게 고정하여야 하며, 내력벽에 설치가 불가능할 경우에는 지지대등을 이용하여 바닥 등에 고정할 수 있다. 이 경우 소방시설 내진 설계기준 제5조1항을 참고하여야 한다.



소화전함의 내진조치를 마련하는 구조 예시



소화전 밸브의 배관 지지 고정 예시

제17조(비상전원) 비상전원은 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

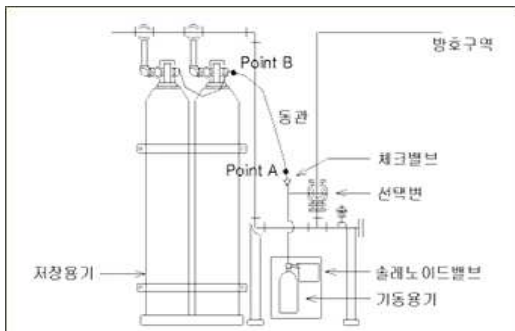
1. 비상전원을 위한 비상발전장치의 경우 제5조제1항의 기준에 따라 설치하여야 한다.
2. 예비전원은 지진발생시 전도되지 않도록 설치하여야 한다.

비상 전원의 경우 가압송수장치와 동일한 방법(제5조제1항)으로 견고하게 설치하여야 한다. 이는 지진으로 인한 비상 전원이 파손될 경우 위급시 전원 공급이 불가하여 소방 활동에 문제가 생기기 때문이다.

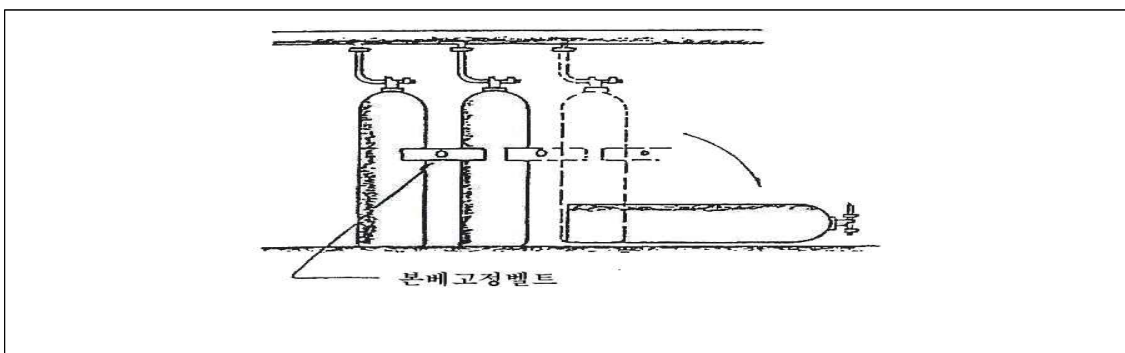
제18조(가스계 및 분말소화설비) ① 이산화탄소 소화설비, 할로겐화합물 소화설비, 청정소화약제 소화설비 및 분말소화설비의 저장용기는 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 하여야 한다.

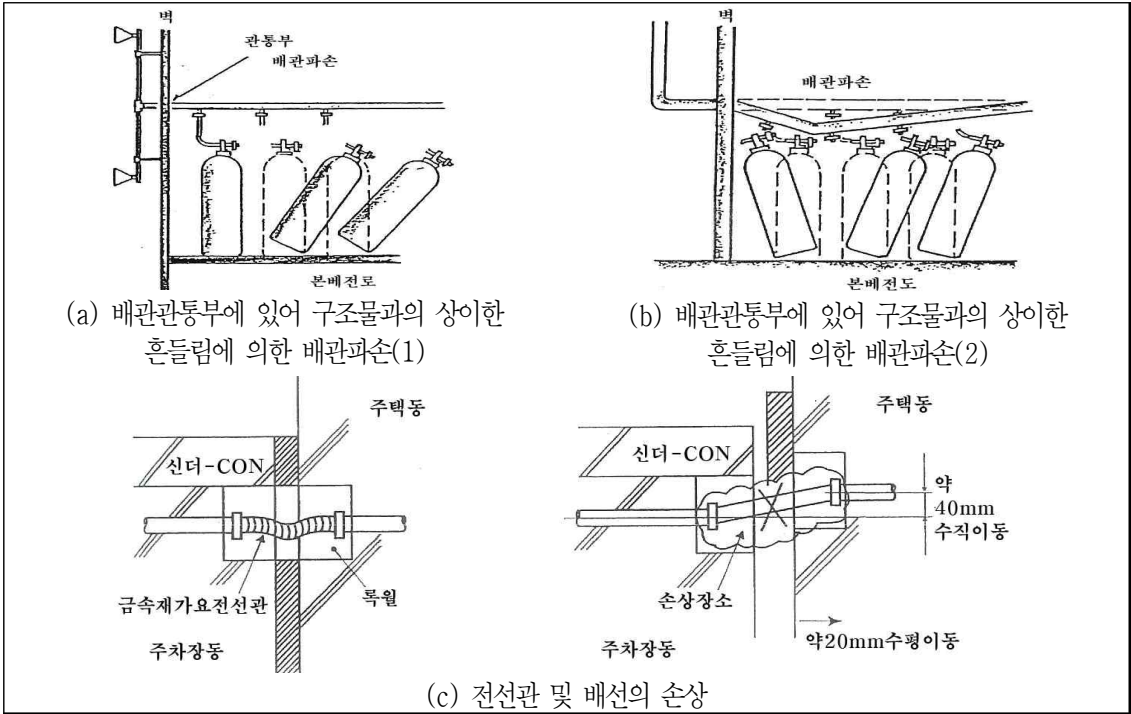
- ② 이산화탄소 소화설비, 할로겐화합물 소화설비, 청정소화약제 소화설비 및 분말소화설비의 제어반은 제14조의 기준에 따라 설치하여야 한다.
- ③ 이산화탄소·할로겐화합물·청정소화약제 소화설비 및 분말소화설비의 기동장치 및 비상전원은 지진으로 인한 오동작이 없도록 설치하여야 한다.

가스계 소화설비 및 분말 소화설비의 저장 용기는 지진에 의한 파손, 전도등을 방지하기 위해 견고하게 고정하여야 한다. 특히 저장 용기를 집합하여 고정하는 경우 고정틀의 바닥 고정은 소방시설 내진설계기준의 제5조 1항의 고정 방법을 참고하여 설치하여야 하며 벽면에 고정할 경우에는 내력벽에 설치하여야 한다.



집합형 가스 실린더실 지진발생시 전도방지 설치 예시





하론 소화설비 파손사례 예

제19조(설치·유지기준의 특례) 소방본부장 또는 소방서장은 기존건축물이 증축·개축·대수선되거나 용도변경되는 경우에 있어서 이 기준이 정하는 기준에 따라 해당 건축물에 설치하여야 할 소방시설 내진설계의 공사가 현저하게 곤란하다고 인정되는 경우에는 해당 설비의 기능 및 사용에 지장이 없는 범위 안에서 소방시설의 내진설계 기준 일부를 적용하지 아니할 수 있다.