

## 4. 耐震設計・施工上の留意点

本章では、第2章の「消防用設備等の地震被害事例」と第3章の「消防用設備等の地震時に作用する外力の類型化」を踏まえて、耐震設計・施工上の留意点について整理する。過去の地震被害事例や外力の類型化から、設計法・施工法としてのディテールを表1.2の部位や構成要素ごとに整理し、その結果を「4.2 各部位の耐震設計・施工（※01～※30）」に記載する。また、図4.1に消火設備を例とした耐震措置のイメージを示す。本章で、ディテールとしてまとめた事項を仕様とすることで、耐震性の向上に寄与できると考える。本章では、既存文献から参照した図面・写真を整理・掲載した。また、本章は、第6章の「既存の消防用設備等の評価法」に対する解説として利用することも目的としている。

### 4.1 各部位の耐震設計・施工に関する検討項目

耐震措置について、センター指針では、表4.1に表す項目に基づいて各詳細図を示している。本章では、この構成をベースに、特に消防用設備等に係る耐震設計・施工上の留意点をまとめた。なお、アンカーボルトや基礎の設計・選定は、第3章の「消防用設備等の地震時に作用する外力の類型化（B. 各部設計法）」を参照されたい。

また、表4.2は各設備の部位を体系化し、その施工上の留意事項を整理した。

表 4.1 各部の耐震設計・施工に関する検討項目

対象	耐震設計・施工上に関する検討項目	
設備機器の据付け	アンカーボルト	
	基礎	
	頂部支持材	
	ストッパー	
配管の接続部	エキスパンションジョイント部の変位吸収措置	
	建築物導入部の変位吸収措置	
	設備機器との接続部の耐震措置	可とう性のある接続
		設備機器の固定
		配管支持
配管自体の支持	横引き配管	架構による支持
		吊り材による支持
		斜材による振れ止め
		ブラケットによる支持
		梁・壁貫通部の処理
	たて配管	配管途中で固定
		配管下部で固定
		貫通部の処理

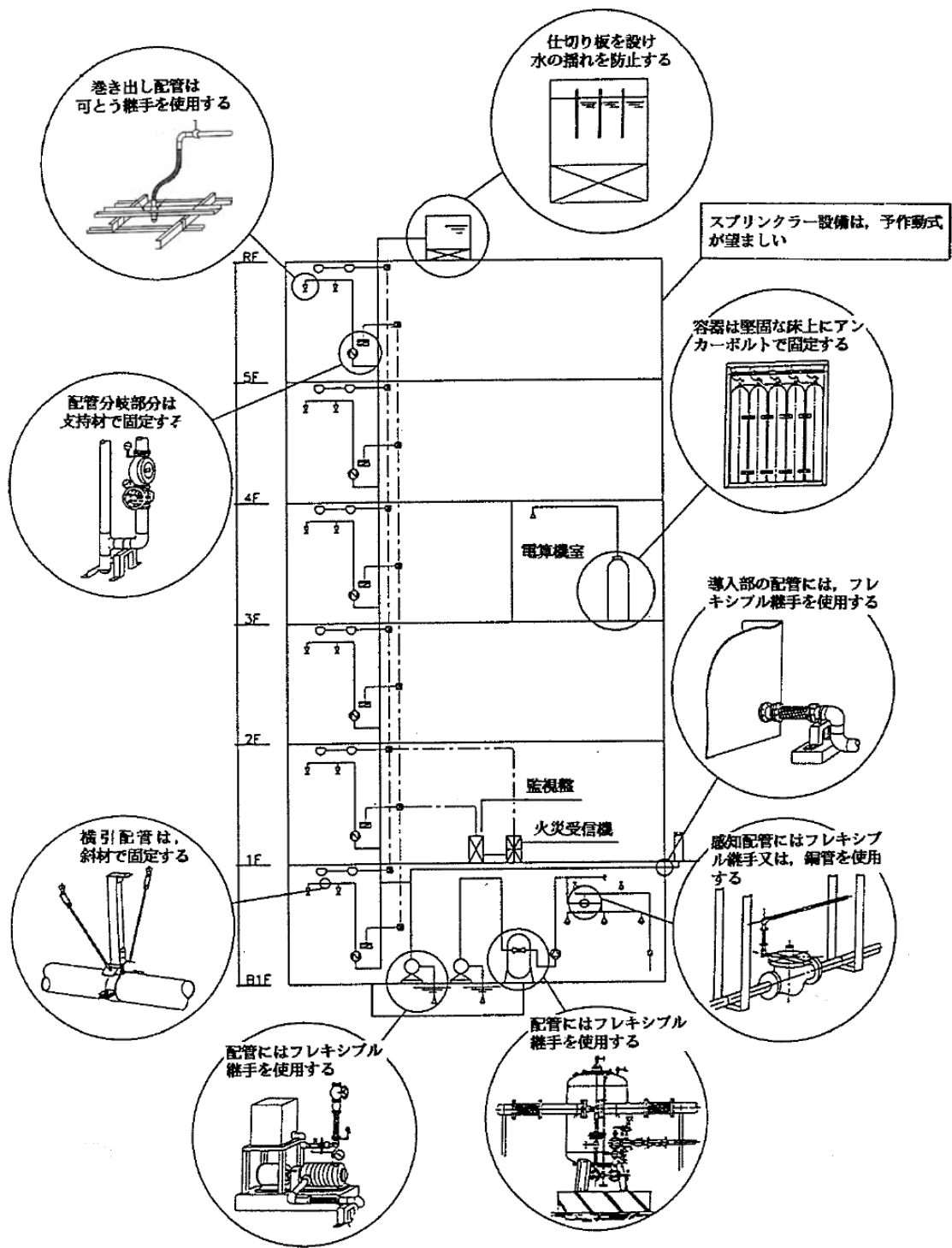


図 4.1 消火設備の各部位に関する全体イメージ

出典：損保 H7 より作成

表 4.2 消火設備の部位に関する施工上の留意事項

消火設備			施工上の留意事項							
作用する外力	分類	部 位	基礎	アンカーボルト	(頂部・背面)固定	フレキシブル継手	振れ止め	配管耐震支持	主なチェック項目	
										加速度
ブースターポンプ(超高層)	○	○		○						
補給水槽(屋上)	○	○		○			水槽: フレキシブル継手			
消火水槽(パネル水槽)	○	○		○						
ガスポンベ(CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> 、ハロン)	○	○	○	○			ポンベ: ユニット頂部耐震固定、 ポンベ上下2箇所固定			
貯蔵槽(泡原液、粉末、圧力)	○	○	○	○						
電気系	非常用発電機	○	○					防振支持+耐震ストッパ		
	蓄電池	○	○					余長		
	トランス	○	○					防振支持+耐震ストッパ		
	受電・配電盤	○	○	○				余長		
変形	② 配管系	(横引き) 配管・ダクト・電線管					○	○	配管支持:振れ止め有	
		(たて) 配管・ダクト・電線管						○		
		エキスパンションジョイント				○	○	○	フレキシブル継手	
		引込管				○			ピット、フレキシブル継手	
加速度	③ 端末部系	スプリンクラーヘッド等				○			フレキシブル巻出し管	
		ガス用ノズル			○				固定方式	
		屋内消火栓箱			○				枠補強、ドア	
		屋外消火栓箱			○					
		送水口			○	○			送水口廻り耐震措置	

## 4.2 各部位の耐震設計・施工

「4.2.1 機器・水槽」～「4.2.7 その他の留意事項」で分類した消防用設備等について、耐震設計・施工を考慮する消防用設備等を表 4.3 に示す。

表 4.3 消防用設備等の耐震設計・施工一覧

節番号	番号	名称
4.2.1 機器・水槽	※01	消火ポンプユニット
	※02	水槽
	※03	泡原液タンク・圧力タンク
	※04	ガス系貯蔵容器ユニット
4.2.2 スプリンクラーヘッド・ガス系の端末部	※05	スプリンクラーヘッドのフレキシブル巻き出し管
	※06	スプリンクラーヘッドと防火戸の衝突防止
	※07	ガス系消火設備の端末部
	※08	消火栓箱
	※09	消火栓弁への配管の支持・固定
4.2.3 建築物エキスパンションジョイント部	※10	建築物エキスパンションジョイント部（配管）
	※11	建築物エキスパンションジョイント部（電気配線）
4.2.4 建築物導入部	※12	建築物導入部（配管）
	※13	建築物導入部（電気配線）
	※14	送水口まわり
4.2.5 配管	※15	横引き配管の耐震設計
	※16	たて配管の耐震支持間隔
	※17	配管分岐部
	※18	配管の集中荷重、分岐部の配管支持
	※19	スプリンクラー配管の振止め
4.2.6 電気設備	※20	電気設備（トランス、モーター）
	※21	非常用発電機の吸排気サイレンサ
	※22	発電機付帯設備、その他周辺機器
	※23	蓄電池、配電盤
	※24	防災センター
	※25	電気配線
4.2.7 その他の留意事項	※26	バックアップ対策
	※27	スプリンクラーの水損害の回避
	※28	発電機設備室の水損害の回避
	※29	呼水装置の設置省略化対策
	※30	電源確保の考え方

※各シートの備考欄は、下記に示す部分と関連付けられている。

A〇〇・B〇〇 : 「3.4 外力の類型化」シートの左上番号

事例〇〇 : 「2. 消防用設備等の地震被害事例」の表内の被害原因番号

参〇〇 : 参考資料のページ番号

その他 : 「参考文献一覧」に示す記号

なお、本シート中に記載した配管の耐震支持種類や寸法等の基準は、本調査において参考とした学会等の推奨値であり、法的な基準等として定められている数値でないことに留意する必要がある。

#### 4.2.1 機器・水槽

※01：消火ポンプユニット

※02：水槽

※03：泡原液タンク・圧カタンク

※04：ガス系貯蔵容器ユニット

※01 :	消火ポンプユニット
出典 :	消火設備 R : P32-33

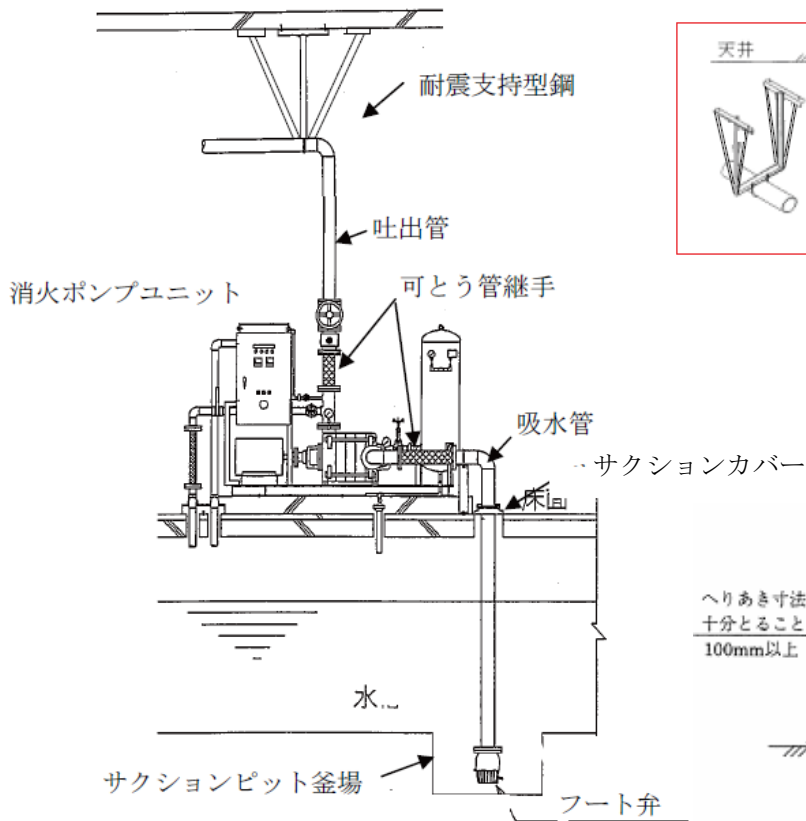


図 ポンプユニットの耐震対策 (例)

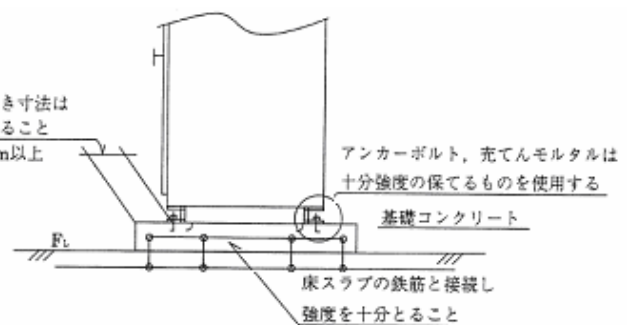
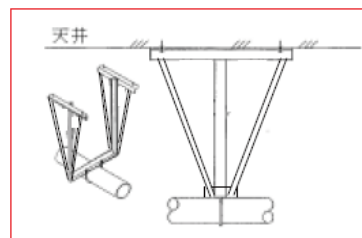


図 基礎の構造 (例)

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	ポンプは、製造事業者指定の要領で基礎に堅固に固定する。	B 0 1
2	機械基礎は、地震の際に移動しない構造のものとする。	B 0 2
3	吸水管・吐出管に可とう管継手を設置する。	B 1 3 事例 1 1
4	サクションカバーを床面にアンカーボルトで堅固に固定し、水槽内の水のゆれによる吸水管の動きを防止する。	事例 9 事例 1 0
5	フート弁は、水槽内の水の揺れで、フート弁がサクションピット (釜場) 壁面に当たって破損しないように、サクションピットの中央に配置する。	事例 5
6	吐出管配管の支持材は、耐震支持とし、床上部において構造体に堅固に固定する。	B 1 1 参 1 指針:P239
7	防振基礎の場合は、耐震ストッパを設置する。ストッパの隙間は 1cm 以下とする。	B 0 5
8	呼水槽は省略するために、消火貯水槽は床上設置型 (地上式) とすることが望ましい。	事例 6 事例 7

※02 :	水槽（その1）
出典 :	消火設備 R : P31、センター指針 : P53

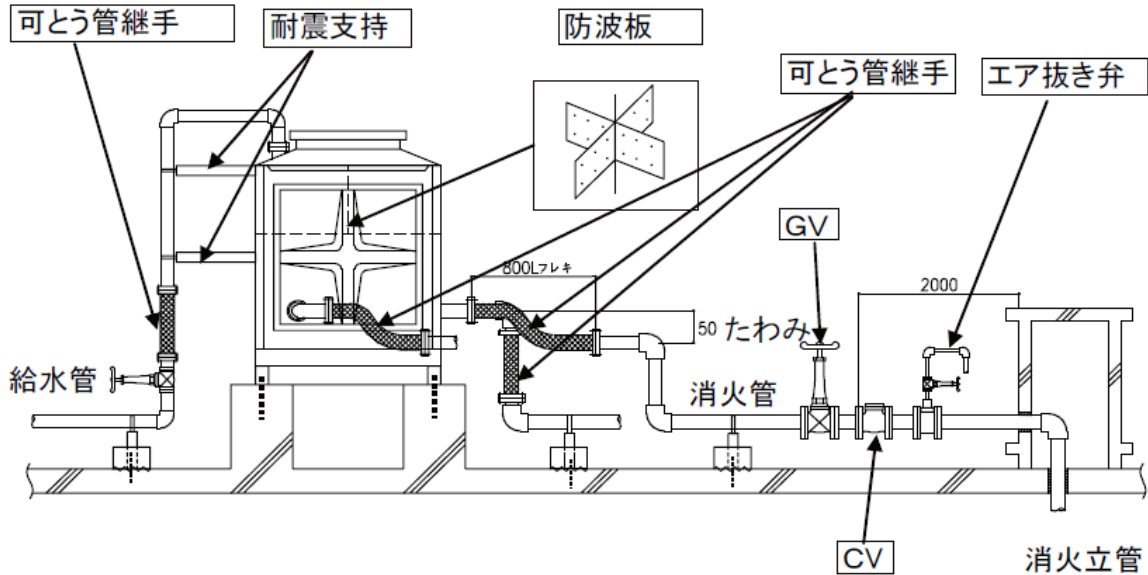
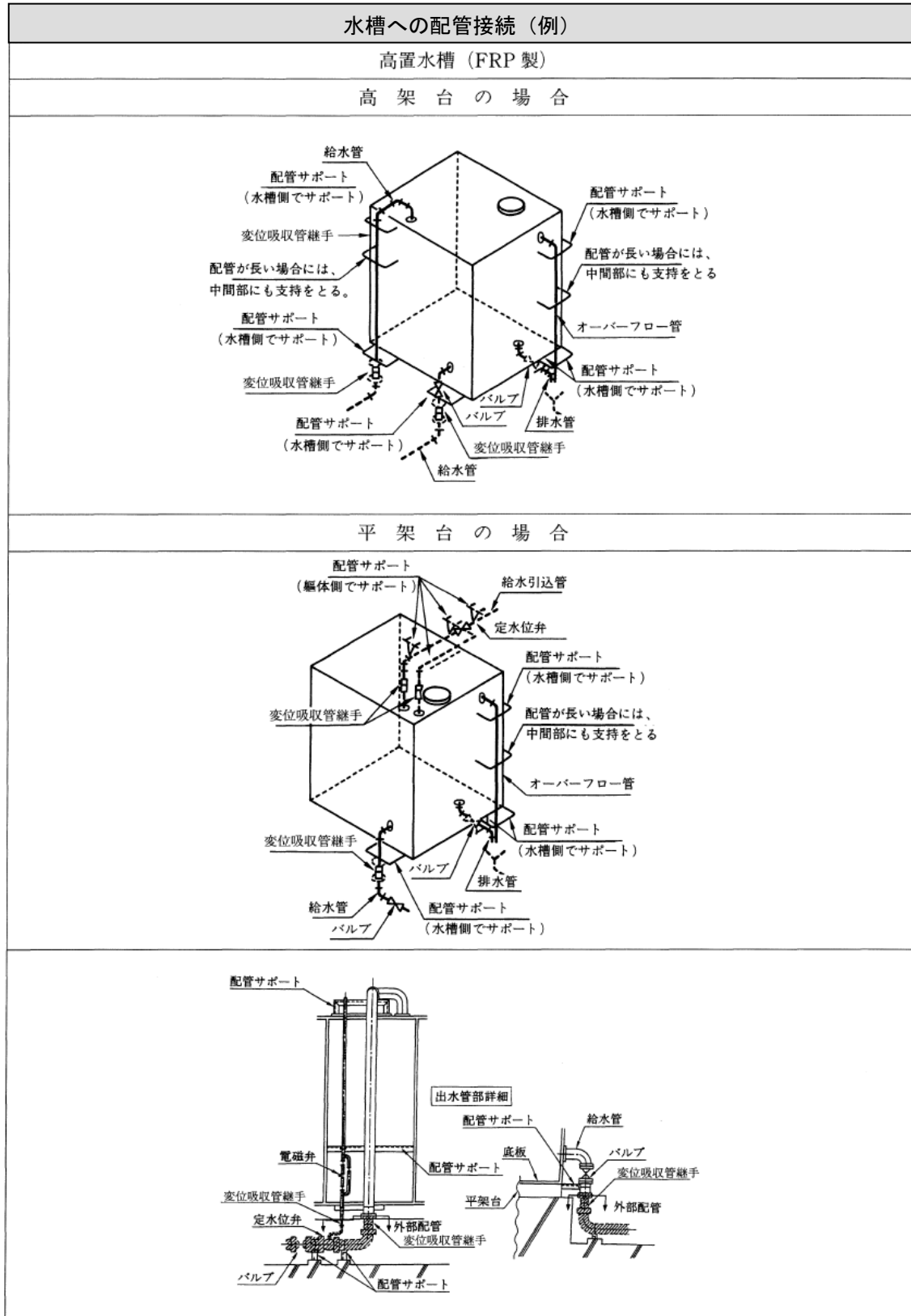


図 消火用水槽の耐震対策（例）

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	自動消火設備の場合、水槽本体の耐震仕様は、屋上設置の場合 2.0G 以上、それ以外の場合でも 1.5G 以上とする。スロッシング現象対策として、FRP製の本体パネルの強度があるもの、又は強度のある鋼板製を採用する。自動消火設備の場合、内部に防波板を設置するのが望ましい。	事例 4 1 事例 4 2
2	水槽本体と架台は、製造事業者指定の標準図に基づき堅固に支持・固定する。	B 0 6 事例 4 3
3	架台は機械基礎に堅固に支持・固定する。アンカーボルトの径、本数、へりあき寸法を十分にとること。	B 0 1 事例 4 5
4	機械基礎は、地震の際に浮き上がり及び移動しないよう構造躯体に固定する。	B 0 2 事例 4 4
5	給水管・消火管等は、水槽接続部に可とう管継手を設置する。 オーバフロー管等の配管接続がないものは水槽に支持する。 可とう管継手は水平 2 方向の応力を吸収可能なように鉛直方向に設置するのが望ましい。水平取り付けの場合は、軸直角変位 50mm を設け変位を吸収する。 可とう管継手取り付け標準長さは、鉛直取り付け 600mm、水平取り付け 800mm とする。 可とう管継手の両端には、反力相当の耐震支持を設置する。	B 1 3 指針:P53 事例 4 7 事例 4 8
6	たて管から消火用補給水槽までの距離が 10m を越える横引き配管には、近接する構造体と一体の柱、壁、基礎に S <sub>A</sub> 種耐震支持を設ける。	指針:P277 事例 4 7
7	たて管から横引き管に展開する 2m 以内の位置に、水槽側より仕切り弁、逆止め弁、エア抜き弁を設置する。	指針:P277

※02 :	水槽 (その2)
出典 :	センター指針 : P53



注) 重要度の高い水槽では出水管接続部に地震感知によって作動する緊急遮断弁などを設けることが望ましい。

※03 :	泡原液タンク・圧力タンク
出典 :	消火設備 R : P28・P34

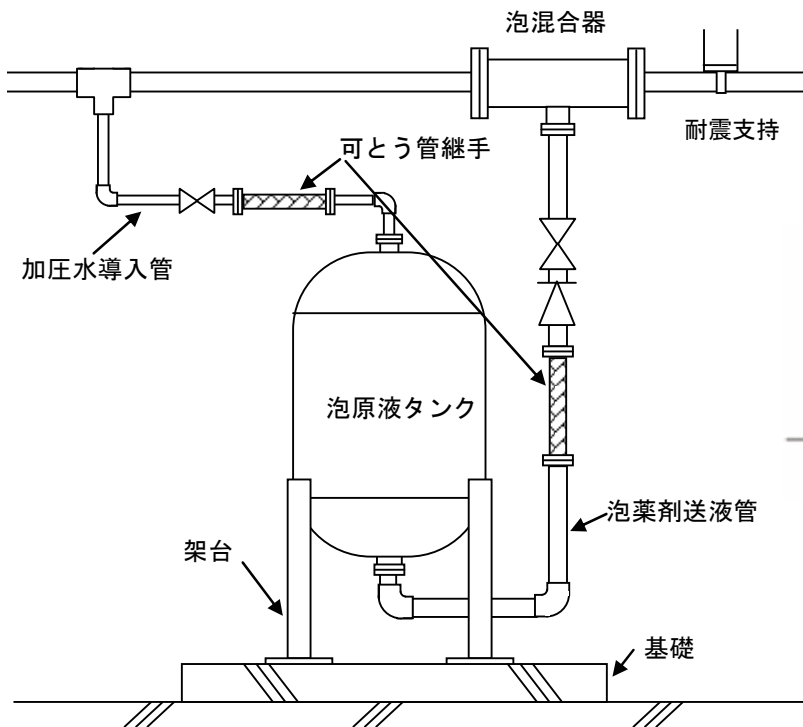


図 泡原液タンク耐震施工 (例)

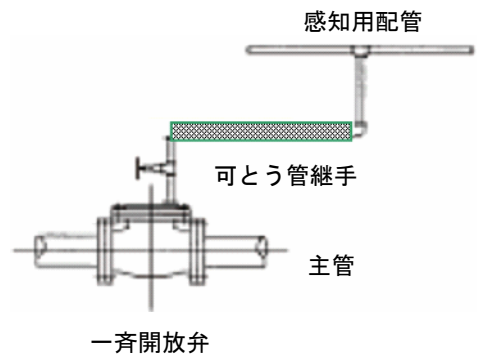


図 泡消火感知配管施工 (例)

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	泡薬剤送液管、加圧水導入管に可とう管継手を設置する。 圧力タンクの場合は、接続管に可とう管継手を設置する。	B 1 3
2	タンクは、機械基礎に堅固に固定する。	B 0 1 事例 6 2 事例 6 3
3	機械基礎は、地震の際に移動しない構造のものとする。	B 0 2
4	泡消火感知配管と一斉開放弁は可とう管継手で接続する。	B 1 3 事例 6 6
5	感知管には、一つの一斉開放弁につき、1 箇所以上の A 種耐震支持を設置する。	参 1
6	50A 以下の配管も、耐震クラス S の耐震基準に基づいて耐震振止めを設ける。	指針:P239
7	枝配管 (配管用炭素鋼管) の末端部は、B 種耐震支持とする。	参 6

※04 :	ガス系貯蔵容器ユニット
出典 :	消火設備 R : P35

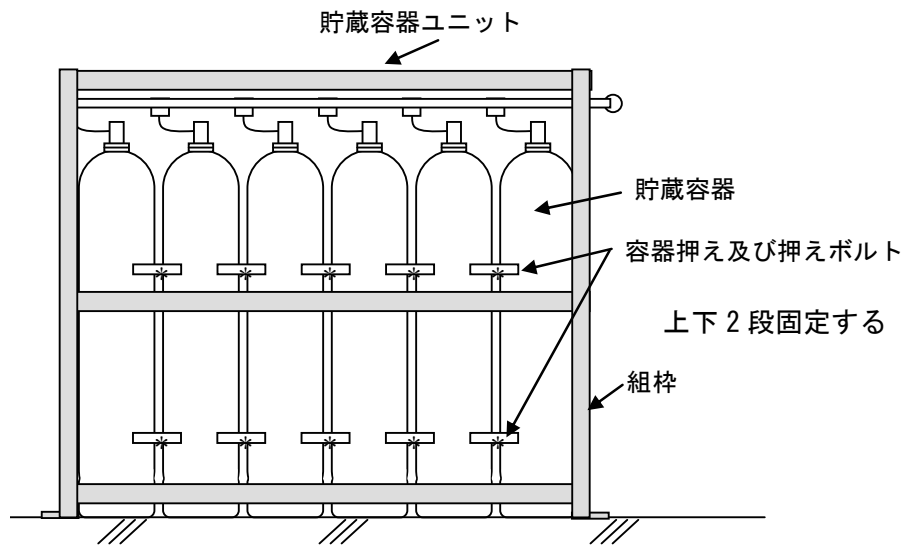


図 貯蔵容器の固定 (例)

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	枠組の部材は、L - 50×50×6 以上の強度のあるものを使用する。 ユニットの枠組の大きさは、長手方向の長さが 3m を超えないようにする。	ガス系:P15
2	容器押えは上下2段に設置し、容器押えボルトは M12 以上とする。	ガス系:P15 事例5 7
3	枠組を床に固定するアンカーボルトは 4 本以上とし、床に堅固に固定する。基礎はアンカーボルトの耐力が十分に発揮できる大きさのものとする。	B 0 1 事例5 5
4	50A 以下の配管も、耐震クラス S の耐震基準に基づいて耐震振止めを設ける。	参 1 指針:P239
5	頂部支持を考慮する。耐力ある壁面からの頂部支持や複数の容器ユニットがある場合は、これらの枠組単位として頂部連結によって耐震措置を図る。	B 0 3

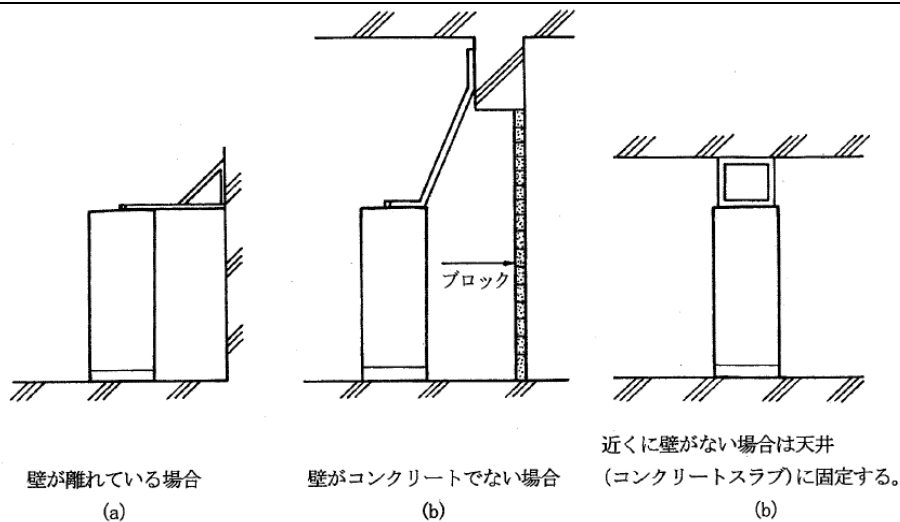


図 頂部支持 (例)

#### 4.2.2 スプリンクラーヘッド・ガス系の端末部

※05 : スプリンクラーヘッドのフレキシブル巻き出し管

※06 : スプリンクラーヘッドと防火戸の衝突防止

※07 : ガス系消火設備の端末部

※08 : 消火栓箱

※09 : 消火栓弁への配管の支持・固定

※05：	スプリンクラーヘッドのフレキシブル巻き出し管
出典：	センター指針：P64、消火設備 R：P13, P37, P39

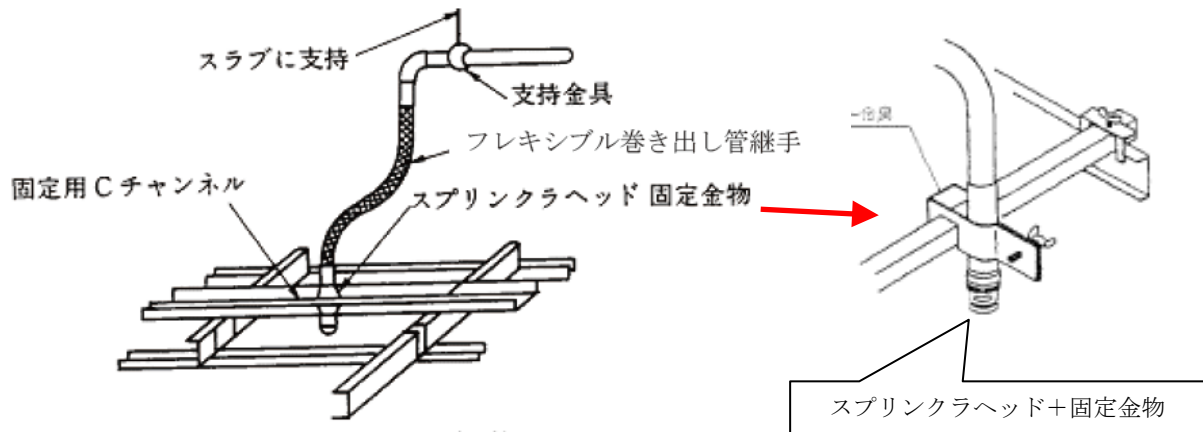


図 フレキシブル配管の施工（例）

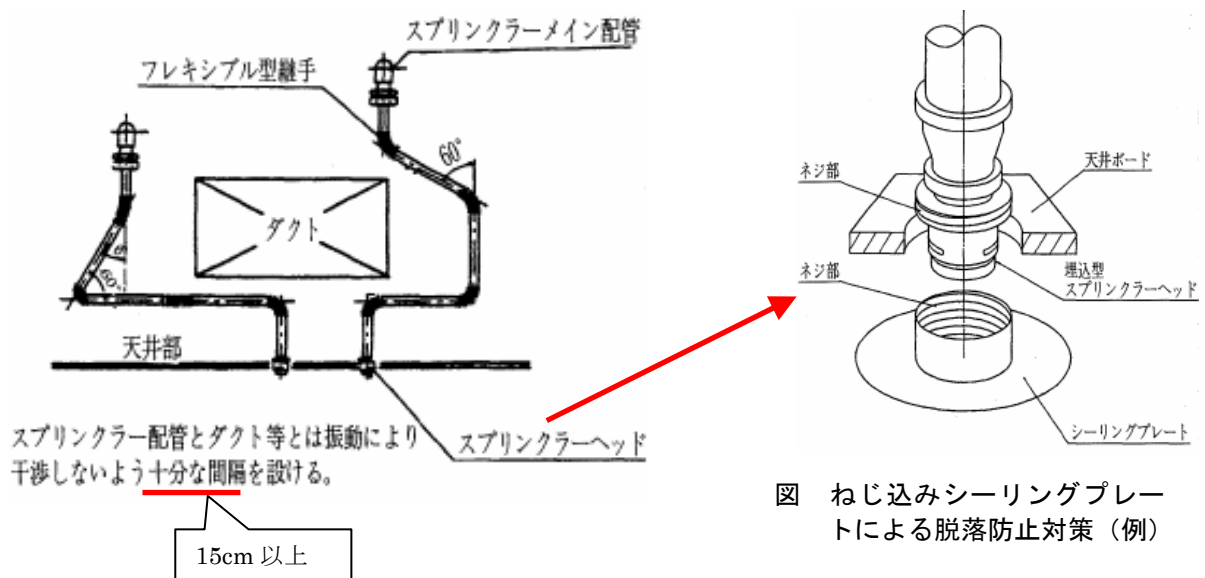


図 ねじ込みシーリングプレートによる脱落防止対策（例）

図 スプリンクラー設備の耐震対策（例）

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	巻き出し管は、ステンレス製フレキシブル巻き出し管とする。2mを超える場合は、中間支持を設ける。	B 1 3
2	フレキシブル形継手は、200mm 程度の変位に対応できる長さのものを選定する。	B 1 3
3	フレキシブル巻き出し管と他の構造物との距離を十分に保つこと（15cm 以上）。	事例 1 2 2
4	ねじ込みシーリングプレートにより脱落防止対策を図ることも有効である。	事例 1 2 1
5	50A 以下の配管も、耐震クラス S の耐震基準に基づいて耐震振止めを設ける。	参 1 指針:P239
6	枝配管の末端部は、B 種耐震支持とする。	参 6

※巻き出し管とは、スプリンクラー設備の配管と天井面に設置されたスプリンクラーヘッドを連結する配管をいう。

※06：	スプリンクラーヘッドと防火戸の衝突防止
出典：	空衛学会：P162、消火設備R：P40

防火戸の作動範囲にスプリンクラーヘッドがあると、地震動で作動した扉が天井のヘッドに当たり、誤作動するおそれがある。特に二つ折れ式の防火戸は、中折れ部が先に開き、正常の閉鎖作動では当たらないはずのヘッドに衝突する可能性があるため、防火戸上部を下り壁にするか、スプリンクラーヘッドを防火戸開口幅と同じ作動範囲内に設けない等対策を施す。

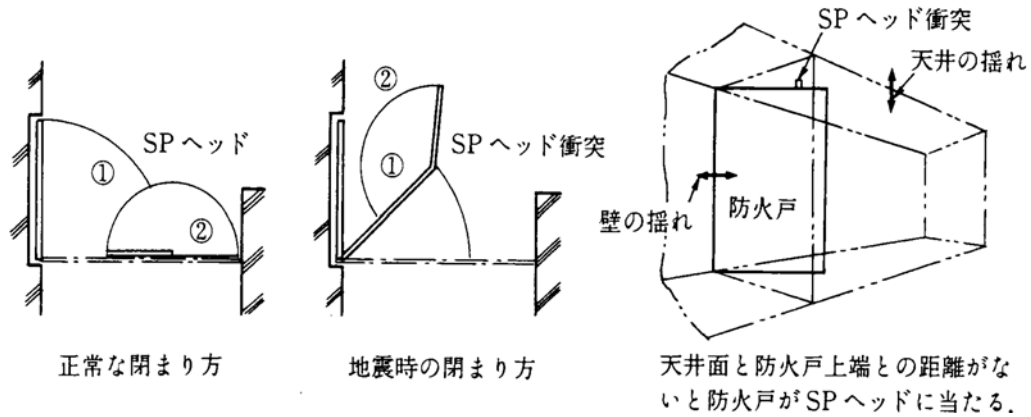


図 扉の動きとスプリンクラーヘッド

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	防火戸の作動範囲にあるスプリンクラーヘッドは、天井面の揺れにより防火戸に当たる可能性があることから、防火戸の位置や天井面の揺れを考慮して設置する（上図参照）。	事例122
2	（空中に設置する場合の衝突防止） 空中に設置するスプリンクラーヘッドの耐震措置は、地震時にスプリンクラー配管及びスプリンクラーヘッドが過大に振れて周囲の部材と衝突することのないようにする。 巻き出し管は、スプリンクラーヘッドのなるべく中心部上部近くで支持し、地震時に振れが過大にならないようにする。特にスプリンクラーヘッドが立ち上がり管頂部に設置される場合には、周囲部材との位置関係に注意する。	事例120 事例121
3	（泡ヘッドの場合） 泡ヘッドの耐震措置は、スプリンクラーヘッドを空中に設置する場合に準ずる。また、感知配管の手動起動装置部を柱等に支持・固定する場合は、地震時に吊り配管部分との相対変位を吸収できるように可とう管継手を介してつなぐか、応力が集中して感知配管等が破断しない支持方法による耐震措置を図る。	事例128

※07 :	ガス系消火設備の端末部
出典 :	消火設備 R : P42-43

ガス系消火設備の端末部系（噴射ヘッド、操作箱、音響警報装置、表示灯）は、いずれも軽量の機器であり、堅固に取り付けることが耐震措置となる。

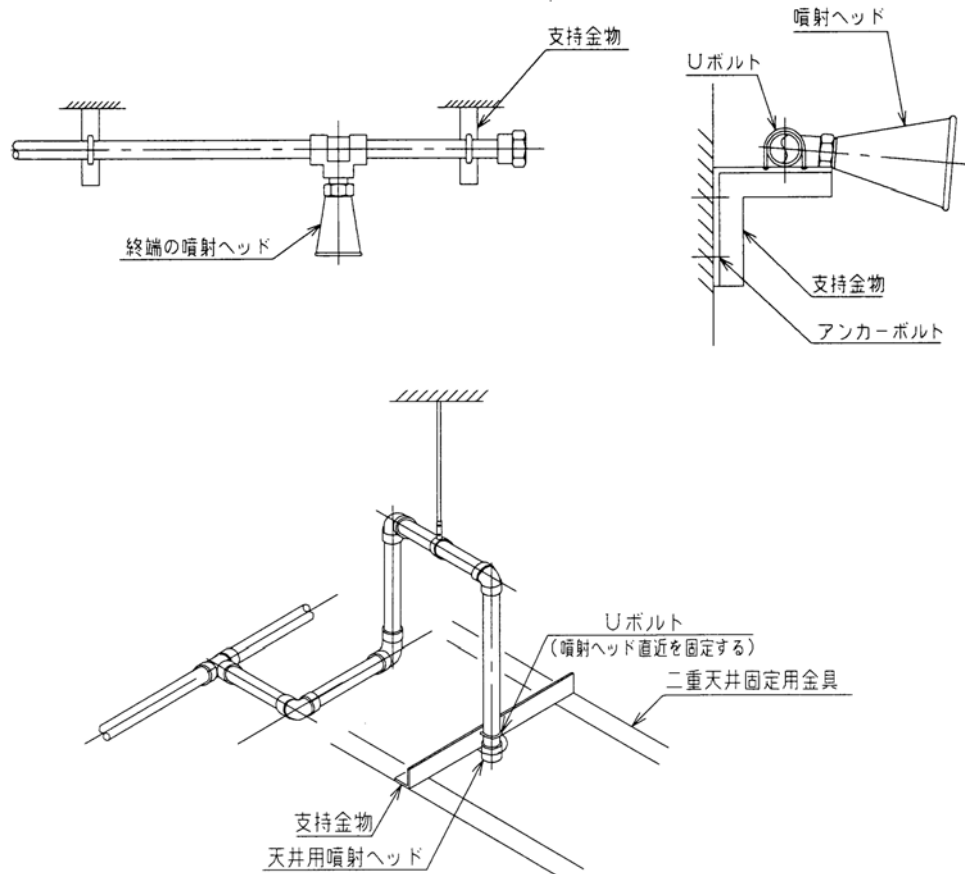


図 噴射ヘッドの取り付け(例)

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	端末部系の機器は、質量 20kg 未満とする。これら機器の取付け方法は、特に規定するものではなく、堅固に取付け、地震時の揺れ等に際しても脱落、移動、変形等が生じないものとする。	事例 1 3 2
2	噴射ヘッド周りの配管は、地震により発生する応力だけでなく、消火剤放射時の反力に耐えるように、次の配管支持・固定を取る。	ガス系:P15
	<p>a. 壁取付けの噴射ヘッドの場合 末端の噴射ヘッド周りの支持・固定は、噴射ヘッドが片持ち支持にならないように、上図に示すように、両端に支持・固定を取る。</p> <p>b. 吊り天井取付け型噴射ヘッドの場合 噴射ヘッド回りの配管は、上図に示すように、噴射ヘッド直近に支持・固定を取り、吊り天井からの支持・固定金物に固定する。</p>	ガス系:P15 事例 1 3 2

※08 :	消火栓箱
出典 :	消火設備 R : P41

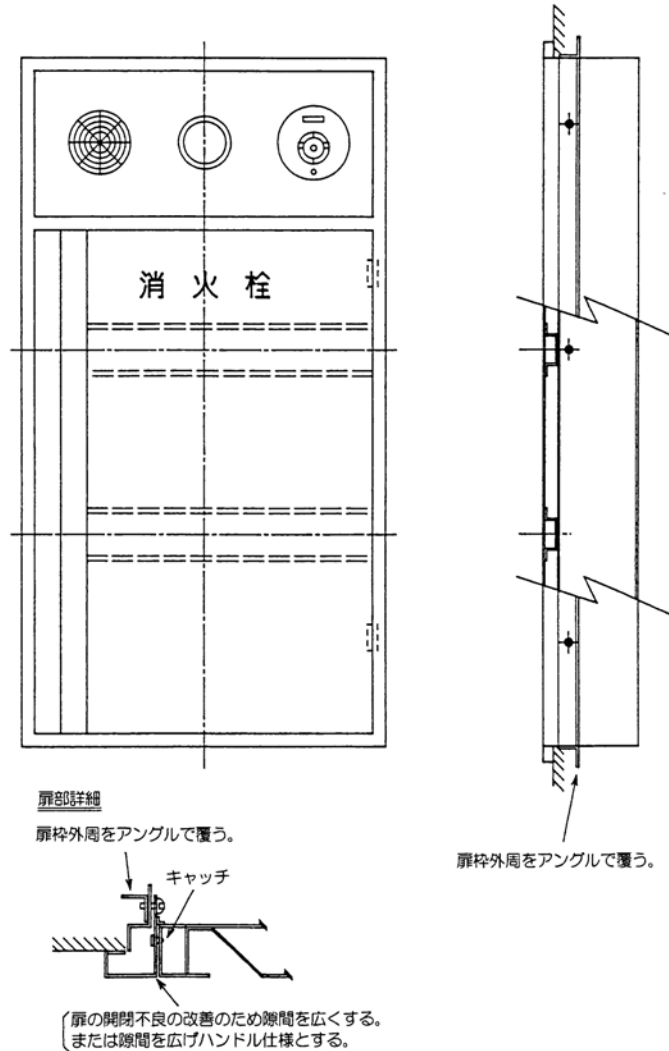


図 消火栓箱の耐震措置を講じた構造(例)

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	消火栓箱は、震災後においても外形の変形によって扉が開閉できなくなることを避けるため、開閉扉とその周辺枠の強度が耐震上十分な耐力を保持できるよう措置する。	水系:P67
2	地震時に消火栓箱の周囲の壁から応力を受けて、消火栓箱の外周枠が変形を生じないよう、枠の強度を高める又は震災後に消火栓箱の外周枠が若干の変形を生じても扉の開閉に支障が生じないよう、扉と枠との間に隙間を設ける等の措置を講ずる。	事例133 事例134

※09：	消火栓弁への配管の支持・固定
出典：	消火設備 R：P42

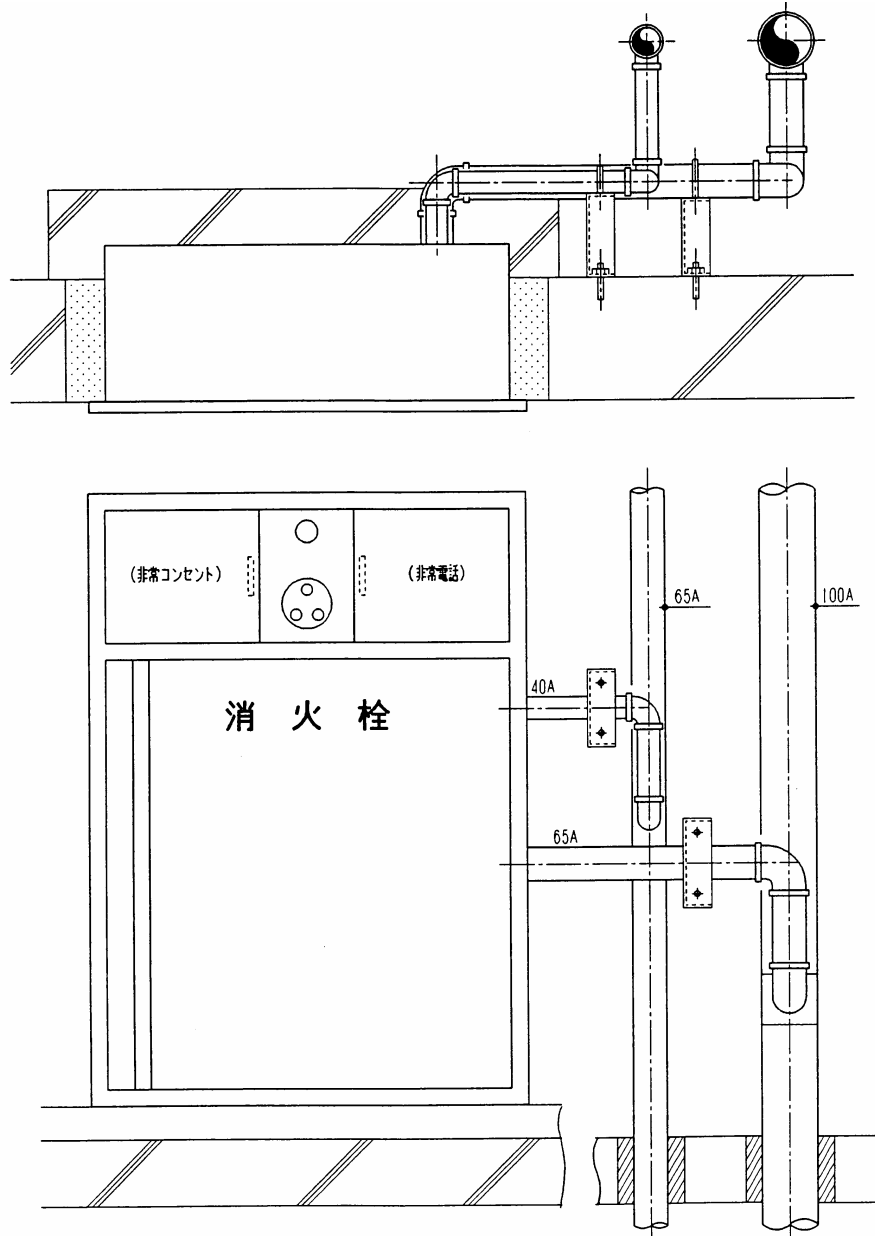


図 消火栓弁への配管の支持・固定(例)

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	消火栓弁への配管は、躯体から支持・固定の措置を講ずる。	事例139 事例140 事例146
2	配管が消火栓箱に入る直前の部分で躯体から支持・固定を取る。スペース不足等により消火栓弁の直近に支持・固定が取れない場合は、主管（たて管）からの取出し部分の直近で支持・固定する。	

#### 4.2.3 建築物エキスパンションジョイント部

※10：建築物エキスパンションジョイント部（配管）

※11：建築物エキスパンションジョイント部（電気配線）

※10 :	建築物エキスパンションジョイント部 (配管)
出典 :	損保 H7 : P66、センター指 : 、P43

エキスパンションジョイント部を設ける場合は、配管等を通過させないような計画にすることを推奨する。やむを得ず、通過させる場合は、項目 (B12・※10) に留意されたい。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	建築物のエキスパンションジョイント部を通過する配管については、地震時の建築物相互間の揺れによる変位を吸収できる措置を講ずる。	B13 事例108
2	エキスパンションジョイント部を通過する配管は、できるだけ建築物の下層部を通過させる。(下層部の方が建築物間の変位が少ない)	事例107

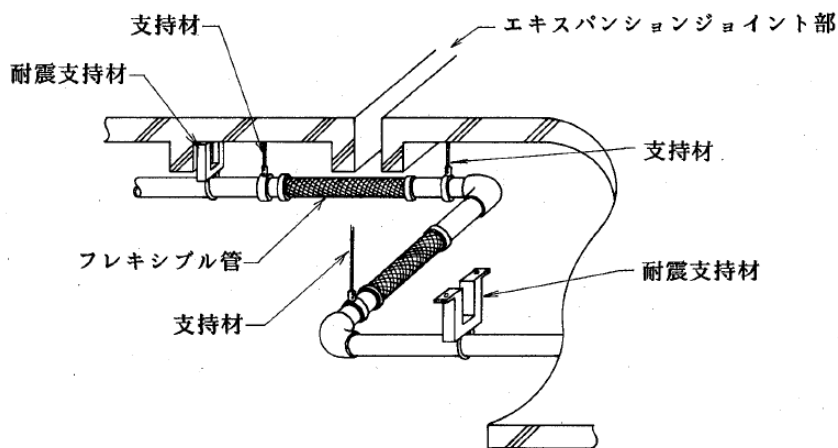
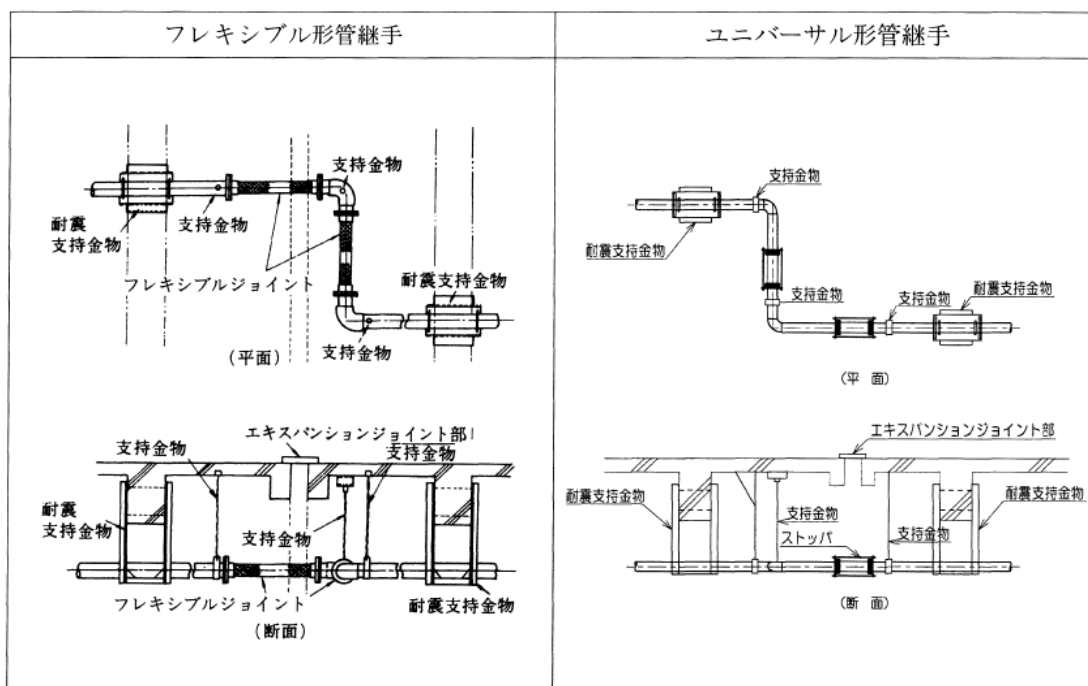


図 フレキシブル管を使用した変位吸収措置 (例)



注) 可撓性のある継手に挟まれた支持金物は配管に比して剛性の低いものかスプリングハンガーなどを使用する。

図 建築物エキスパンションジョイント部を通過する配管例 (その1)

※11 :	建築物エキスパンションジョイント部（電気配線）
出典 :	損保 H7 : P66、センター指針 : P43

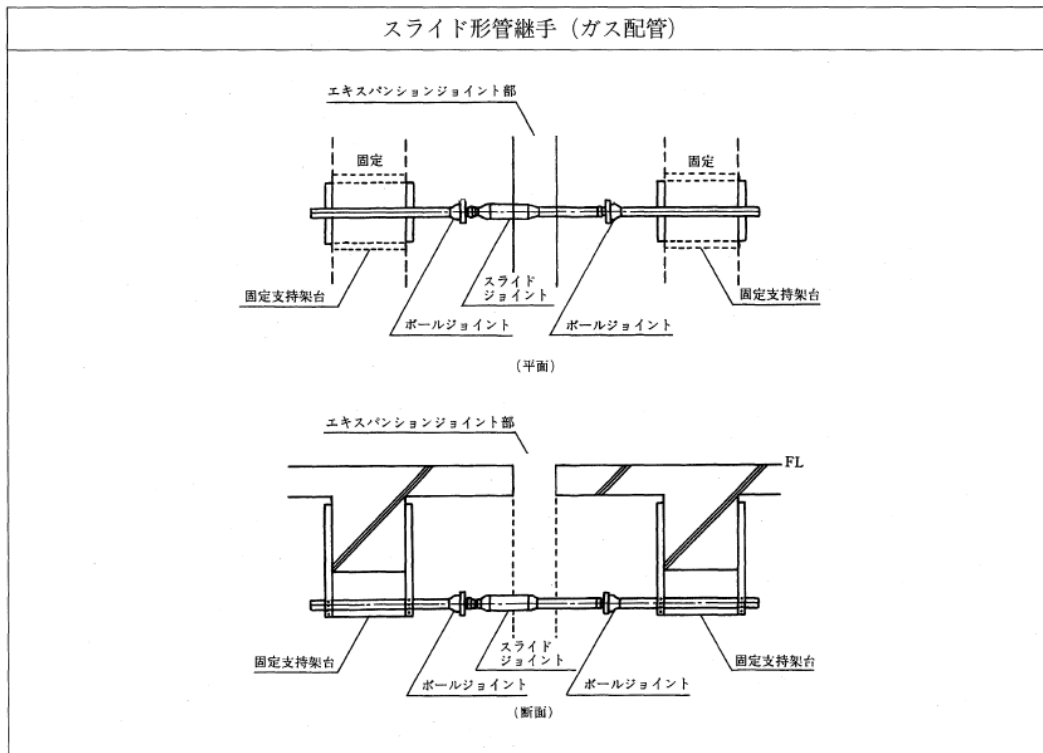


図 建築物エキスパンションジョイント部を通過する配管例（その2）

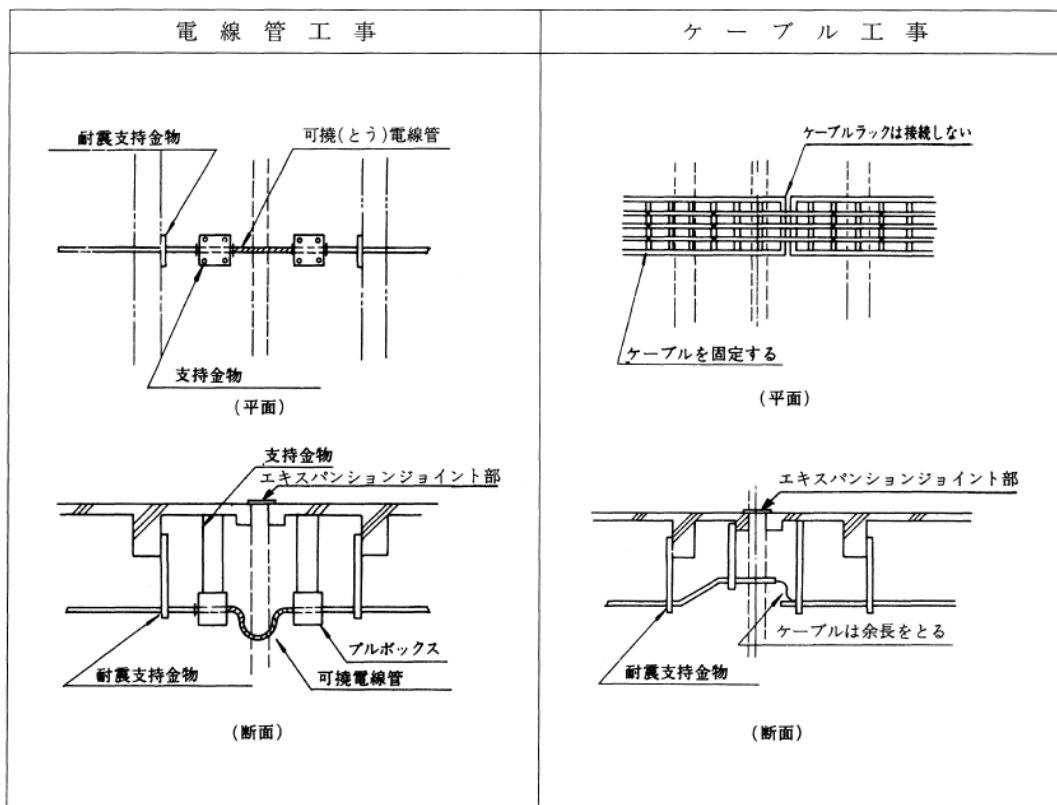


図 建築物エキスパンションジョイント部を通過する電気配線（例）

#### 4.2.4 建築物導入部

※12：建築物導入部（配管）

※13：建築物導入部（電気配線）

※14：送水口まわり

※12：	建築物導入部（配管）
出典：	センター指針：P46-48

地盤の性状が著しく不安定で、建築物と地盤の間に変位が生ずるおそれのある場合の、建築物導入部の配管等に施す耐震措置の例を下図に示す。

※建築物導入部（電気配線）も同様の留意点

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	配管の貫通により建築物の構造耐力上に支障が生じないこと。	—
2	貫通部にスリーブを設ける等有効な配管損傷防止措置を講ずる。	事例109
3	変形により配管に損傷が生じないように可とう継手を設ける。	B13
4	積層ゴム等を用いた免震構造建築物においては、地震時の相対変位量が大きいので、免震構造上部構造部分へわたる配管等には、この相対変位量を吸収できる措置を施す。（一般的な免震構造建築物の場合、相対変位量は400mm程度を考慮することとなるが、設計上想定される最大変形量を採用する。）	指針:P46
5	下図の様にトレンチを設ける場合は、トレンチは建築物と構造的に一体化しないこと	
6	例えば差筋等で一体化することは避ける。従って配管は建築物で固定し、トレンチ側出口はフレキシブルな埋め戻しとする。また、トレンチ内に水抜き装置を設けること	

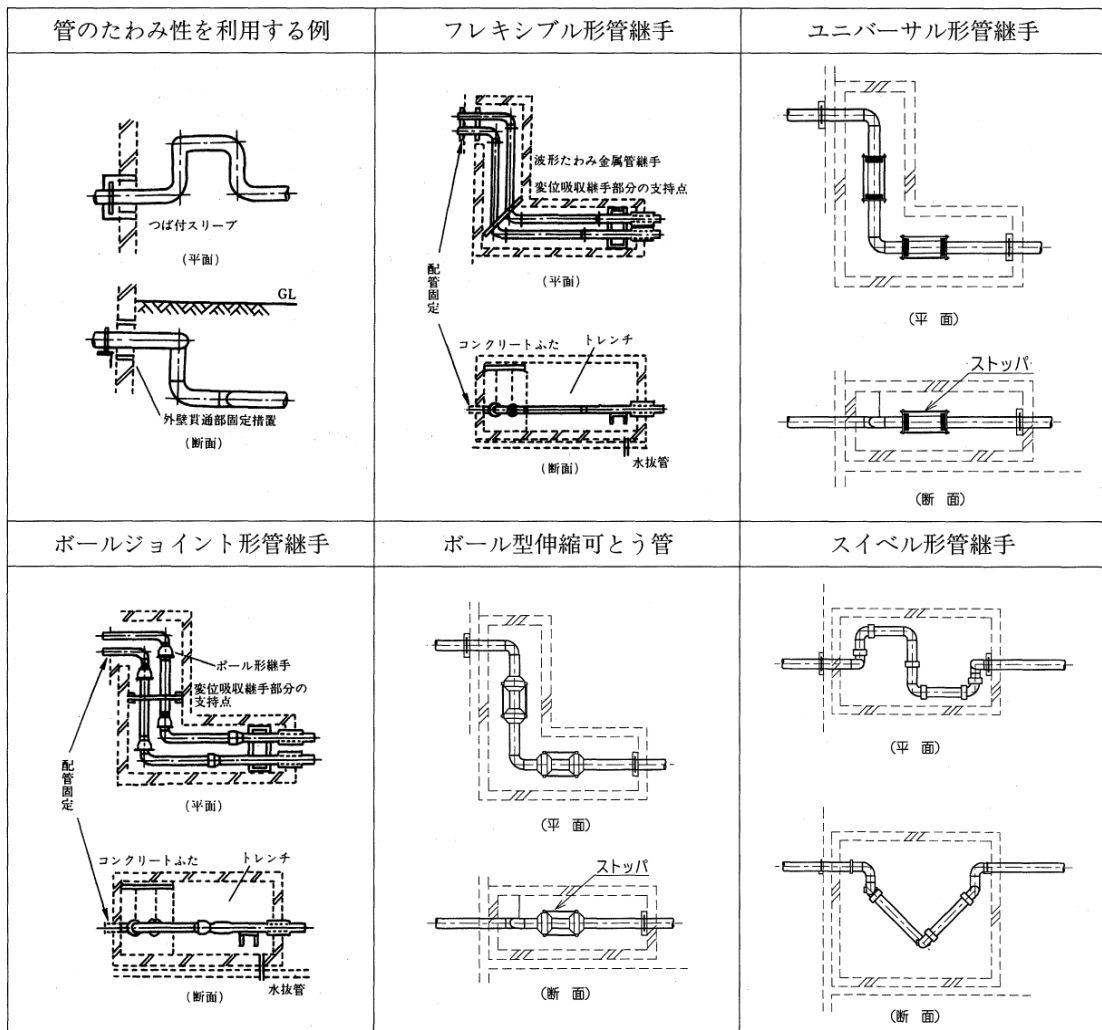


図 建築物導入部の配管（例）

※13 :	建築物導入部（電気配線）
出典 :	センター指針：P48

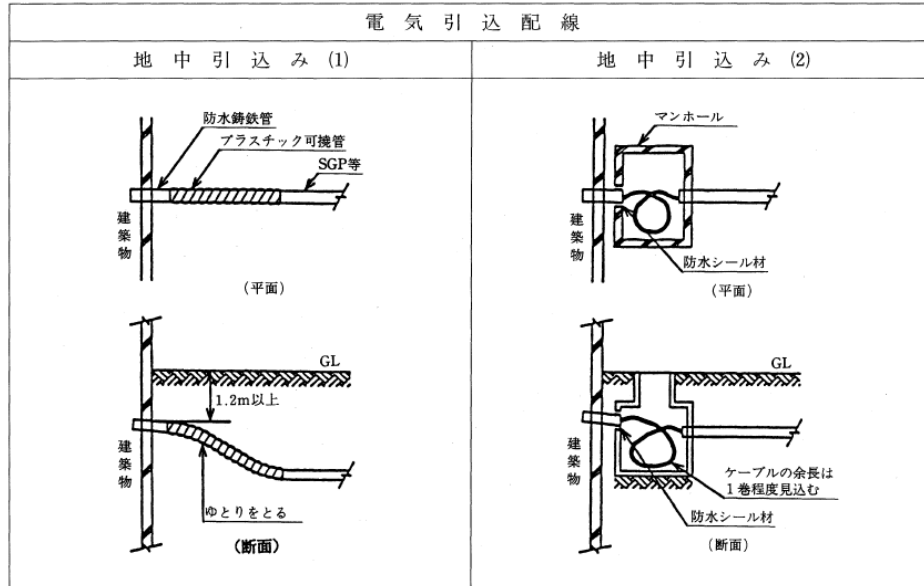
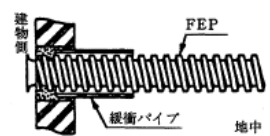
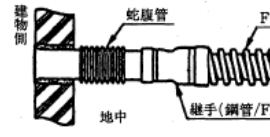
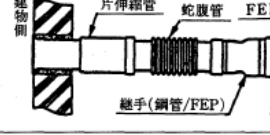
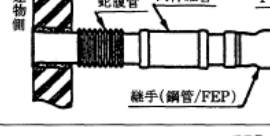
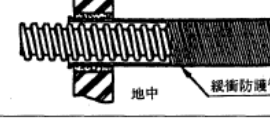


図 建築物導入部の電気配線例（その1）

No.	対 応 方 法	概 捻 図	沈下対応量の例
A	FEP+サヤ管による緩衝パイプ		~ 20cm
B	FEP+継手+蛇腹管		~ 40cm
C	FEP+継手+片伸縮管+蛇腹管		~ 60cm
D	FEP+継手+蛇腹管+両伸縮管		~100cm
E	FEP+緩衝防護管		~100cm

注) FEP：波付硬質合成樹脂管

図 建築物導入部の電気配線例（その2）

※14 :	送水口まわり
出典 :	消火設備 R : P28

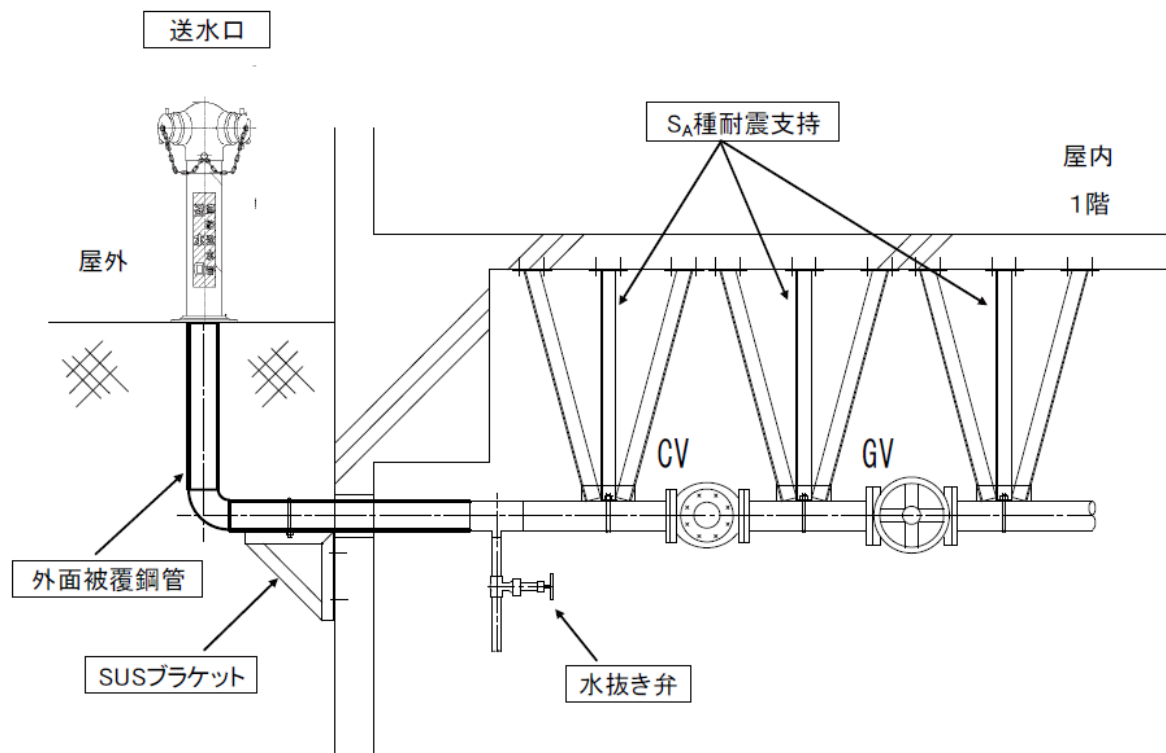


図 送水口廻り耐震措置 (例)

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	屋外埋設配管は、できるだけトレンチを設けて、トレンチ内で耐震支持する。ただし、上図の例のように躯体から十分な支持をとることが可能な場合は、省略できる。	事例153
2	地中埋設する場合は、鋼帯補強ポリエチレン管のような耐腐食性の高い配管を使用する(100A以下の配管で圧力1MPaの場合)ことが望ましい。	
3	送水口から建屋までの距離がある場合、変形により配管に損傷が生じないように、可とう管継手等の変位吸収管継手を設け有効な損傷防止措置を講ずること(※12参照)。	B13 参1 指針:P239

#### 4.2.5 配管

※15：横引き配管の耐震設計

※16：たて配管の耐震支持間隔

※17：配管分岐部

※18：配管の集中荷重、分岐部の配管支持

※19：スプリンクラー配管の振止め

※15 :	横引き配管の耐震設計
出典 :	消火設備 R : P23-24

### (1) 共通

屋上配管及び屋内配管について、共通する耐震設計・施工上の留意点を下表に示す。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	横引き配管は、地震の揺れによる配管本体の破損、他の配管等との衝突による破損及び落下等による二次的災害防止を目的として、地震による軸直角方向の過大な変位を制御するよう、耐震支持を行なう。	B08 参1 指針:P239
2	標準支持は、配管の標準支持間隔において、鉛直下向き <sub>の</sub> 自重と鉛直地震力を支持する。	事例92 ~
3	耐震支持の種類と適用に関しては、建築設備耐震指針を準用するが、自動消火設備の50A以下の配管も、耐震振れ止めを設ける。	事例101

### (2) 屋上配管（上層階・屋上・塔屋）

配管本体の過大な揺れにより、損傷を生ずることがあることに留意する。屋上部の横引き管を取りやめるか、やむを得ず設置する場合の屋上部横引き管の支持及び据付けには、下表の措置を施す。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	地震による軸直角方向の過大な変位を制御するよう、支持・固定を行なう。	事例93
2	機器類の接続部に可とう管継手を設置する。	B13
3	機械基礎は、地震の際に移動しない構造のものとし、耐震支持の場合は、建築物躯体と一体化する（耐震支持の基礎は、置き基礎としない。）。	B02
4	屋上横引き管の設置をできるだけ最小長さとし、10m以内に1箇所建築物躯体と一体の柱、壁、機械基礎にS <sub>A</sub> 種耐震支持を取る。できるだけ屋上配管は避け、屋上床下（最上階天井部）に移動させて室内横引き配管とする。これにより、錆発生 <sub>の</sub> 防止、躯体一体化による架台基礎が省略され、室内横引き配管と同仕様で設置することができる。	指針:P239 事例113 事例114

### (3) 屋内配管（中間階・1階・地階）

配管途中に質量の大きい弁等を取付ける場合は、地震時に配管等に損傷が生じないように、質量に応じた措置を講ずること。また、大口径配管から小口径配管を分岐する場合は、大口径配管にかかる応力がそのまま小口径配管に伝達しないように、配管形状及び支持方法を考慮すること。そのため、次表の措置を施す。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	配管は、地震による軸直角方向の過大な変形を制御し、かつ、建築物の層間変位に追従するよう支持・固定する。自動消火設備、特にスプリンクラー配管のように長い直管に対しては軸方向の振れ止め耐震支持を施す。	B 1 2 B 1 3
2	配管は、必要に応じて梁、床、壁等の構造材に適切に支持・固定する。	参 1 指針:P239
3	配管は、他の機器と接触しないよう距離を十分に保つ。	事例 9 7
4	分岐箇所には、耐震支持により大口径配管の変位をできるだけ少なくなるよう配慮する。分岐した小口径配管も、変位を考慮して地震による変位が大きくなるような措置を図る。自動消火設備、特にスプリンクラー配管のように分岐部の多い場合は、分岐部周辺に耐震支持間隔に応じた耐震支持を施す。	事例 9 8 事例 1 0 0
5	自動消火設備、特にスプリンクラー配管においては、末端部にB種以上の耐震支持を施す。	参 6
6	建築構造体が鉄骨梁のようなものから支持を取る留め具として製造事業者標準の耐震支持部材を用いる場合は、部材の強度が設計耐力以上あるかどうかを確認の上使用する。また、使用の際には抜け出し防止金物を付加し、外れないように施工する。	下図参照

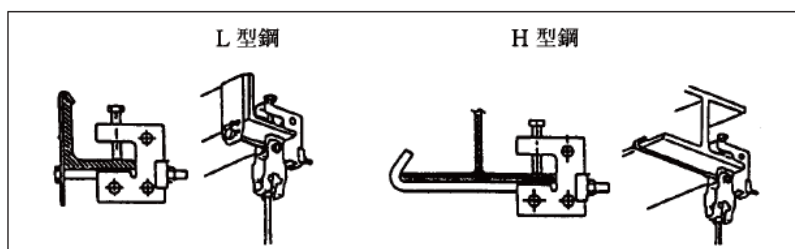


図 抜け出し防止金物（例）

※16 :	たて配管の耐震支持間隔
出典 :	消火設備 R : P26

たて配管は、地震による管軸直角方向の過大な変形を制御し、かつ、建築物の層間変位に追従するようたて配管を支持・固定するほか、必要に応じて梁、床、壁等の構造材に適切に支持・固定する。たて配管の支持間隔に関して、建築設備耐震指針から必要事項を抜粋する。本表は、層間変形角 1/100 を示しており、1/200 の場合は、支持間隔を長くすることができるが、実際的には、本表を使用すればよい。

表 a たて配管の耐震支持間隔の例（鋼管 単位：m 層間変形角 R=1/100）

呼び径 (A)	SGP空管		SGP満水管		STPG38Sch40 満水管
	溶接接合	ねじ接合	溶接接合	ねじ接合	溶接接合
65	2.0~6.4	3.0~6.4	2.0~6.5	3.0~6.5	1.5~6.4
80	2.0~7.5	3.0~7.5	2.5~7.5	4.0~7.5	2.0~7.5
100	2.5~9.7	4.0~9.7	3.0~9.7	5.5~7.0	2.5~9.6
125	3.5~11.9	5.0~11.9	3.5~12.0	—	3.0~11.9
150	4.0~14.2	6.0~14.2	4.5~12.5	—	3.5~14.1
200	5.0~18.6	8.0~17.5	6.0~13.0	—	4.5~18.5
250	6.0~23.0	10.5~18.5	7.5~13.5	—	5.5~19.5
300	7.5~27.5	13.0~18.5	10.5~12.0	—	6.5~20.5
350					7.5~21.5

注) 耐震支持材（振れ止め）の取り付け間隔は、本表の範囲内とすること。

表 b たて配管の耐震支持間隔の例（銅管 単位：m 層間変形角 R=1/100）

呼び径 (A)	銅管Lタイプ		銅管Mタイプ	
	空管	満水管	空管	満水管
25	1.0~2.4	1.0~2.4	1.0~2.4	1.0~2.4
32	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0
40	1.0~3.5	1.0~3.5	1.0~3.5	1.0~3.5
50	1.5~4.6	1.5~4.6	1.5~4.6	1.5~4.6
65	1.5~5.7	1.5~5.7	1.5~5.8	1.5~5.8
80	2.0~6.8	2.0~6.8	2.0~6.9	2.0~6.9
90	2.0~7.9	2.5~7.5	2.0~8.0	2.5~7.0
100	2.5~9.0	2.5~8.0	2.5~9.1	2.5~7.5
125	3.0~11.2	3.5~8.5	3.0~11.3	3.5~8.0
150	3.5~13.4	4.0~8.5	3.5~13.5	3.5~8.0
200	4.5~17.5	5.5~9.5	4.5~17.5	4.5~8.0
250	5.5~19.0	7.5~9.5	5.5~19.5	6.0~8.5
300	6.5~20.5	—	6.5~21.0	—

注) 耐震支持材（振れ止め）の取付間隔は、本表の範囲内とすること。

継手効率 0.9、水平震度  $K_H=1.0$  として算定した。

※17:	配管分岐部
出典:	損保H7:P67、水系設備:P60-61

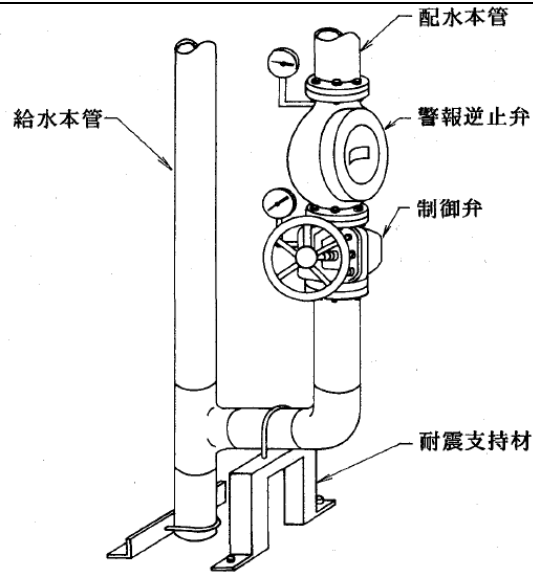


図 たて配管の耐震措置（例）

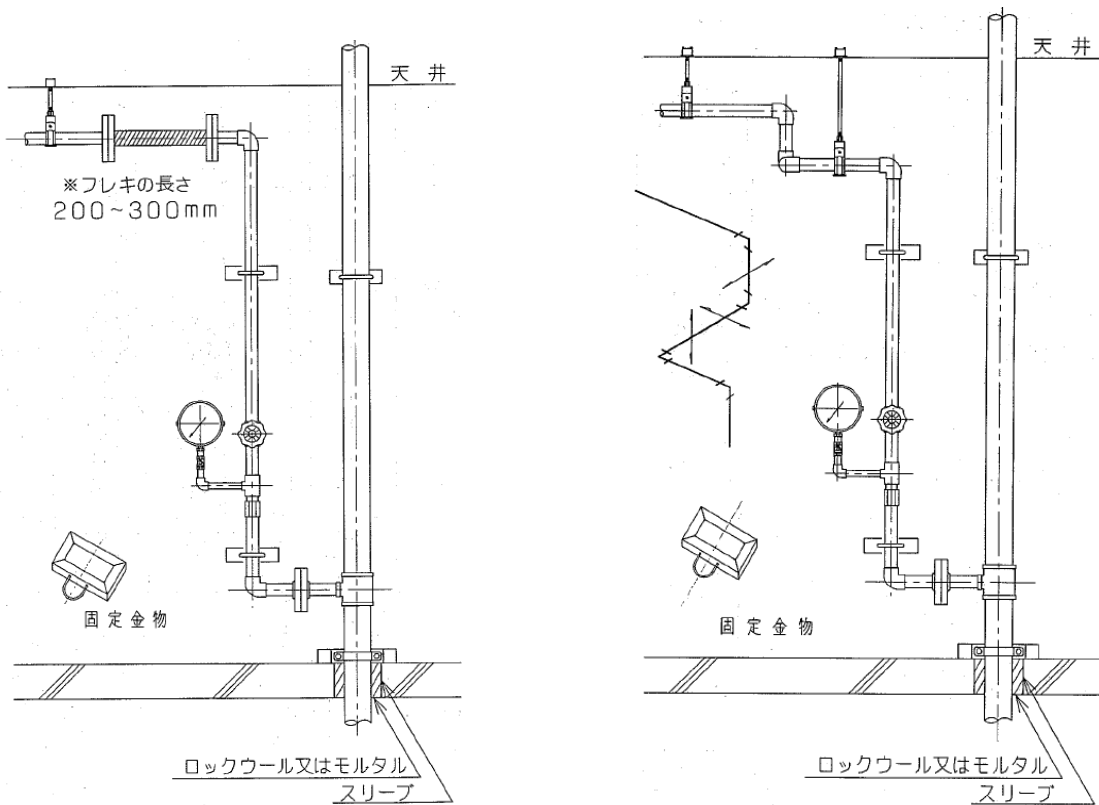


図 末端試験弁、泡手動起動弁の固定方法（例）

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	たて配管は、配管の軸方向に直角の振れを防止する措置を講ずる。	B09
2	たて配管の下部(立ち上がり部分)には、自重を支持できる措置を講ずる	参1 指針:P277

※ 18 :	配管の集中荷重、分岐部の配管支持
出典 :	センター指針 : P63

1) 配管の集中荷重に対する配慮

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	配管途中に重量の大きい弁等を取付ける場合、地震時に配管等の損傷が生じないように、重量に応じた措置を講ずること。	事例 102

配管の集中荷重に対する支持の例を下図に示す。

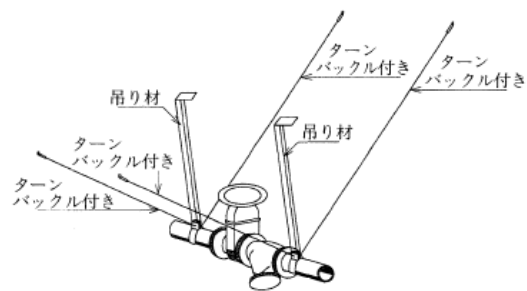


図 配管途中に集中荷重のある場合の支持方法 (例)

2) 分岐部の配管と例

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	太物配管から細物配管を分岐する場合は、太物配管にかかる応力が、そのまま細物配管に伝達しないように配管形状及び支持方法を考慮する。	事例 98

分岐部の配管と支持の例を下図に示す。

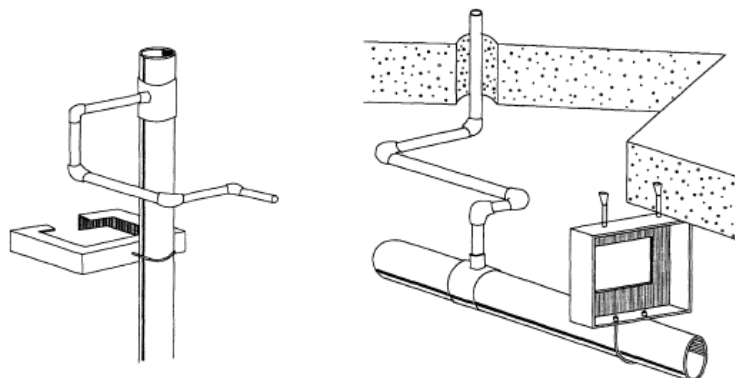


図 分岐部の配管・支持位置 (例)

※19：	スプリンクラー配管の振止め
出典：	消火設備 R：P25

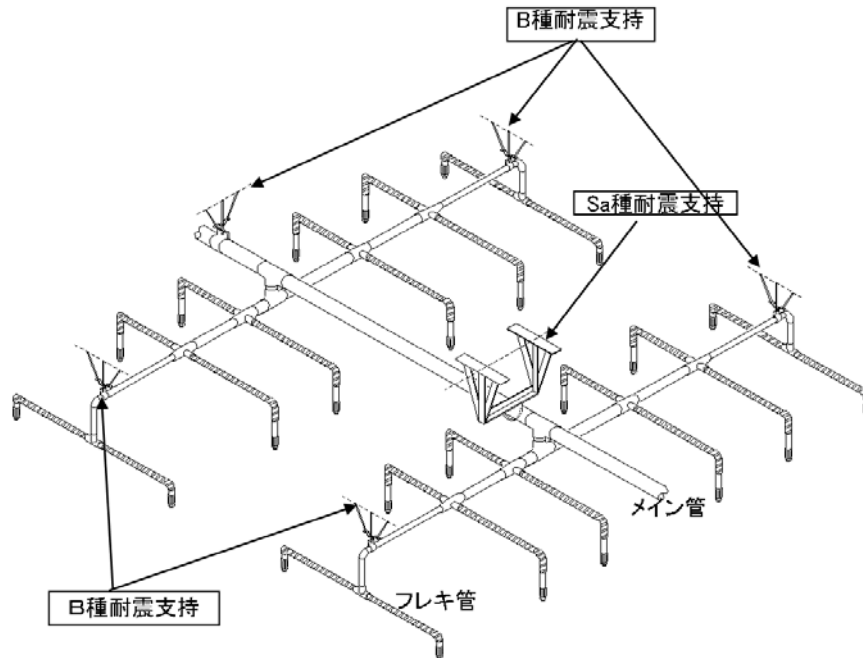


図 スプリンクラー配管の耐震振止め取付け（例）

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	50A以下の配管も、耐震クラスSの耐震基準に基づいて耐震振止めを設ける。	参1 指針:P277
2	中間階メイン配管の振止めは標準支持間隔の3倍以内にA種耐震振止めを取付け、 $S_A$ 種支持金物は50m以内に1箇所設置する。	参1 指針:P277 事例9.3
3	枝配管(配管用炭素鋼管)の末端部25A配管支持は、B種耐震支持とする。	参6 事例9.9
4	巻き出し管は、ステンレス製フレキシブル管を使用し、近接する他の構造物から15cm以上離隔する。2mを超えるフレキ管は、中間支持を設ける	B1.3



B種耐震支持設置状況



32A以下B種耐震支持金物  
(参考)



32A以上B種耐震支持金物  
(参考)

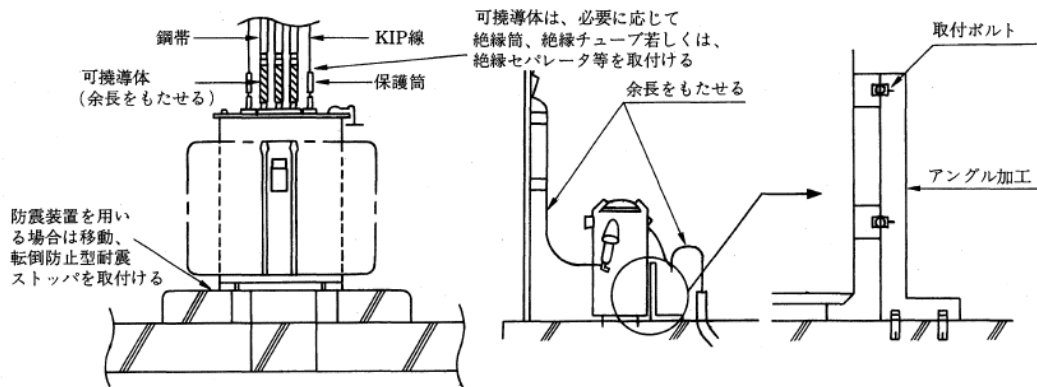
#### 4.2.6 電気設備

- ※20 : 電気設備（トランス、モーター）
- ※21 : 非常用発電機の給排気サイレンサ
- ※22 : 発電機付帯設備、その他周辺機器
- ※23 : 蓄電池、配電盤
- ※24 : 防災センター
- ※25 : 電気配線

※ 20 :	電気設備（トランス、モーター）（その1）
出典：	センター指針：P54

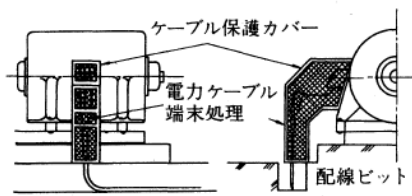
No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	設備機器は固定し、配管等は過大な変位を生じないように支持することにより接続部に損傷を生じないようにすることを原則とする。	事例90
2	消防用設備等の機器と配管等の接続は、機器・配管等に過大な反力を生じないように方法、材料により行うこととする。	

変圧器への接続例

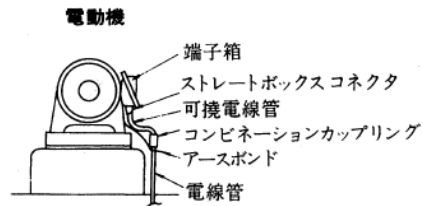


柱上変圧器を使用した例

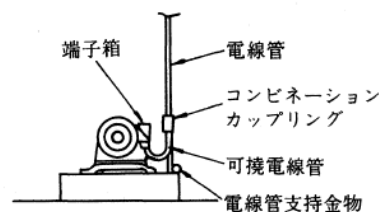
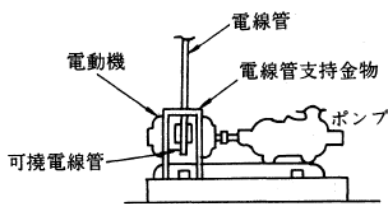
発電機・電動機への接続例



高圧発電機等への接続



床配管に接続する場合



引下げ配管に接続する場合

図 設備機器への電気配線接続（例）

※ 20 :	電気設備 (トランス、モーター) (その2)
出典 :	空衛学会 : P262

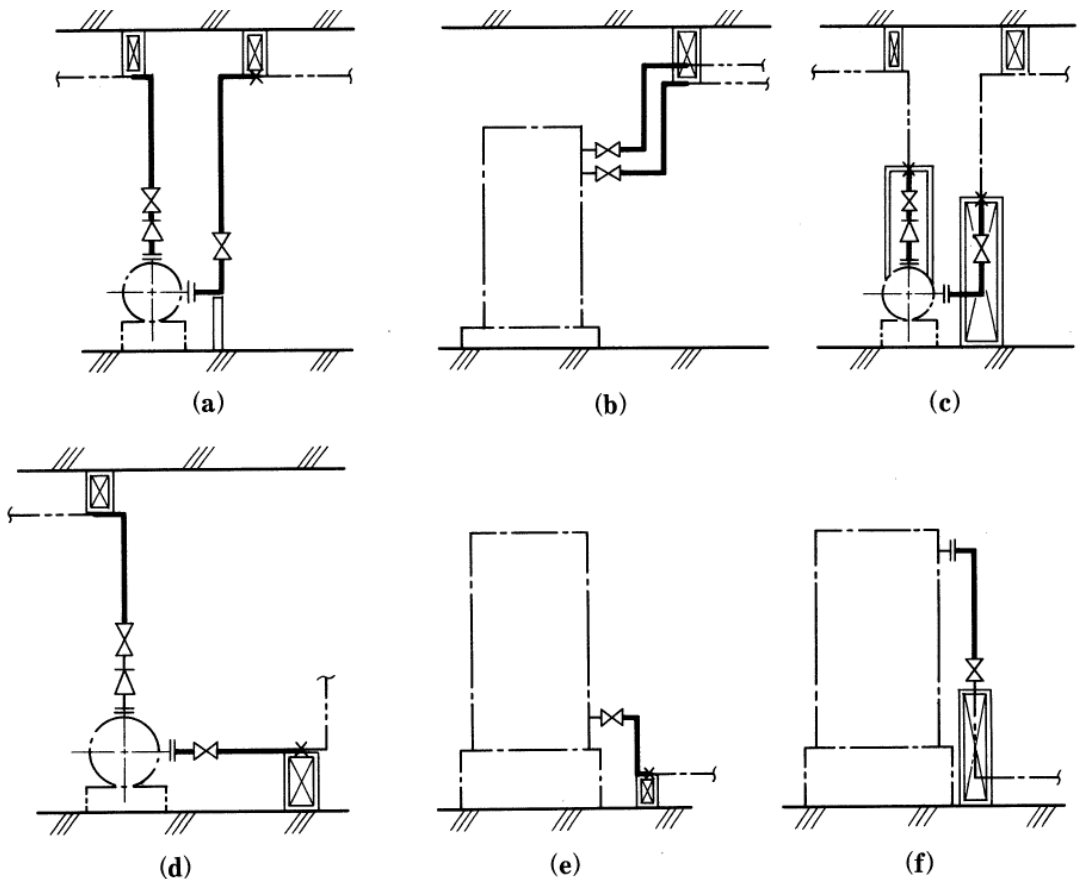


図 防振されている機器への接続部耐震支持 (例)

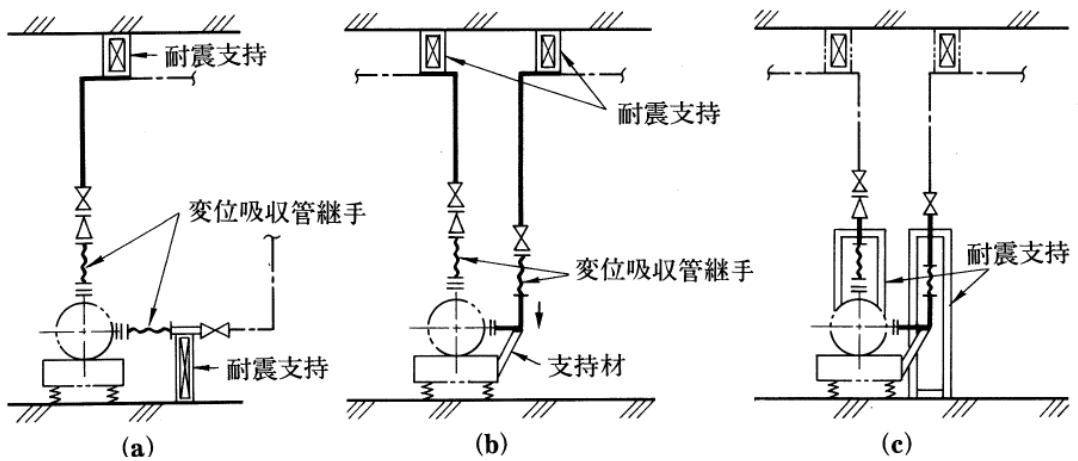


図 非防振設備機器と配管との接続方法と耐震支持方法 (例)

※ 2 1	非常用発電機の吸排気サイレンサ
出典：	自家発：P35

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	(床上据付形の場合) アンカーボルト等で固定する。	B 0 2 事例 7 2 事例 7 3
2	(天井吊下形の場合) 過大な振動変位を生じないように措置を講じる。	B 0 3
3	(天井吊下形の場合) サイレンサを弾性支持する必要がある場合には地震時に過大な変位が生じないように下図のような三方向のストッパを設ける。 ストッパとサイレンサとの間隙は熱膨張を考慮して決めるができるだけ小さくする。	事例 7 2
4	(天井吊下形の場合) サイレンサを堅固に支持する場合で、比較的大容量のものに用いられる例を下図 (b) に示す。A部の取付けボルトは、熱膨張を考慮した取付け方法とすることが必要である。	指針:P131

吸排気サイレンサの取付け例を下図に示す。

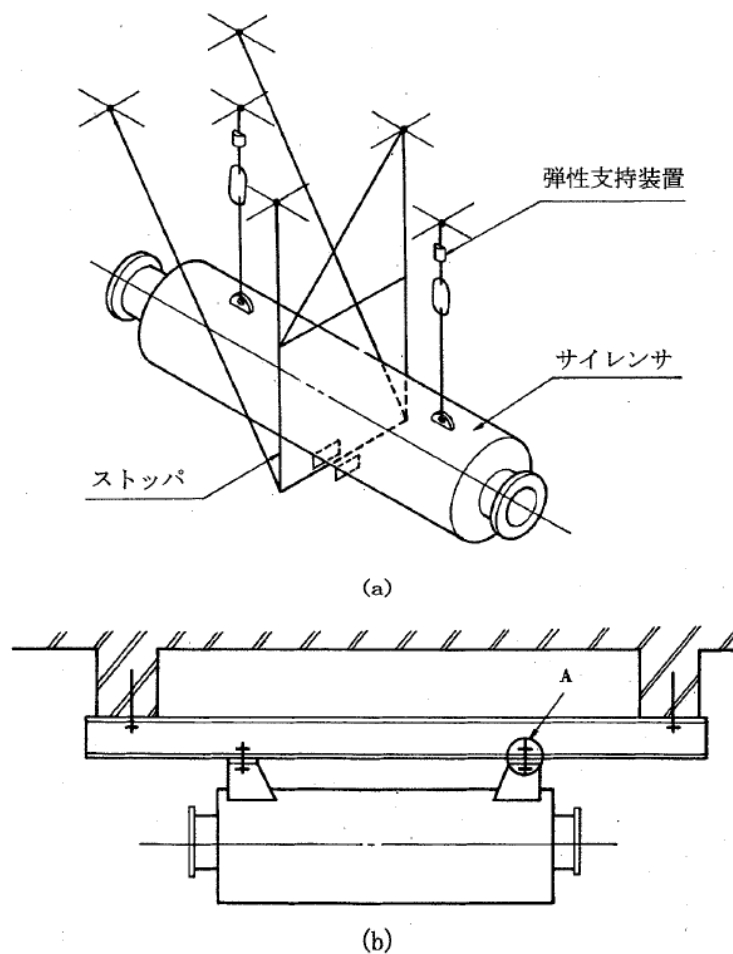


図 吸排気サイレンサの取付け (例)

※ 2 2 :	発電機付帯設備、その他周辺機器（その 1）
出典 :	電設協会 : P258

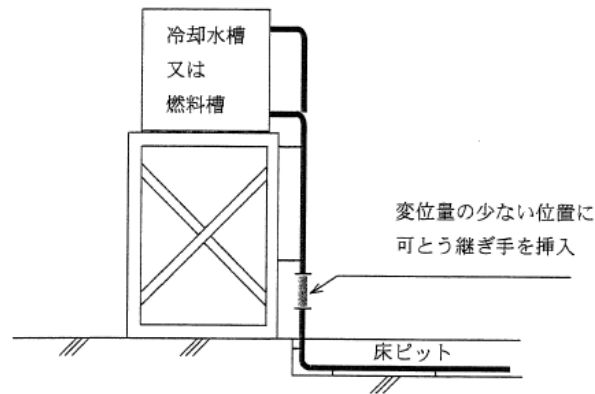


図 発電機の付帯配管類の耐震対策（例）

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	付帯配管類には変位量に応じた可とう継手を適切に挿入し、特に、消音器等の天井吊り重量配管の支持強度や、冷却水槽、燃料槽の架台を含む耐震強度を検討する。	B 1 3 指針:P53
2	盤内のリレー等小型軽量部品には脱落防止金具を付加する。	事例 1 7 事例 8 7
3	発電機室の床レベルは電気室と同様に設計時点で配慮しておく必要がある。	事例 8 8

**【参考：発電機の地震被害事例】**

本体は耐震強度を有していたが、冷却水配管、燃料配管、排気配管、給気ガラリ等の周辺付帯設備が破損又は変形したため運転不能になった。また、制御盤内の I C カードが脱落して起動不能となった。更に、発電機室に浸水し燃料ポンプが停止した例もあった。

※ 2 2 :	発電機付帯設備、その他周辺機器（その2）
出典 :	自家発 : P43

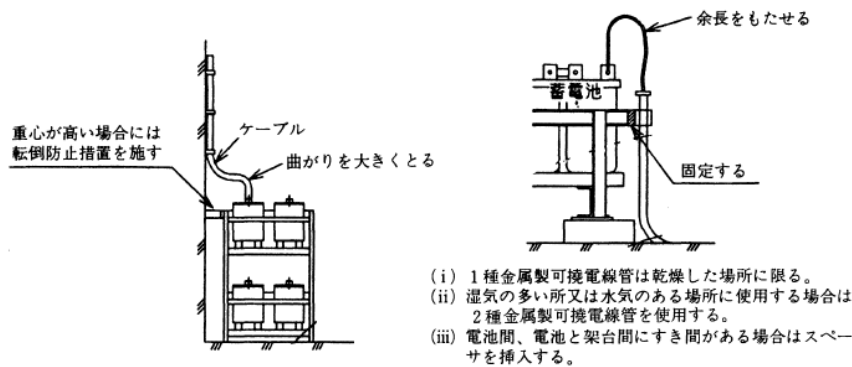
非常用発電設備の機能を維持する上で、以下の項目についても十分な配慮を払う必要があり、一定レベルの耐震措置を行うことが望ましい。

No.	一定の耐震レベルが望まれる設備	具体的な機器
1	原動機用冷却水の補給系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高架水槽</li> <li>・ 補給水配管</li> <li>・ 補給用ポンプ</li> <li>・ 冷却塔等</li> </ul>
2	換気設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 換気用ファン設備</li> <li>・ ダクト</li> <li>・ ルーバ</li> <li>・ 吸排気口周辺等</li> </ul>
3	原動機用排気ガスの排出系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 煙突</li> <li>・ 煙道</li> <li>・ 集合煙道等</li> </ul>
4	原動機用燃料油の補給系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 燃料小出槽までの補給配管</li> <li>・ 燃料ストレージタンク</li> <li>・ 燃料移送ポンプ</li> <li>・ 可とう管等</li> </ul>
5	自家用発電設備とは直接関係しない建築物、機器等で、地震中にこれらが破壊、破損、落下、移動、転倒等を行うことにより、自家用発電設備を損傷又は機能を害する恐れのあるもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電設備室</li> <li>・ 天井</li> <li>・ ブロック造内壁</li> <li>・ 煙突耐火煉瓦</li> <li>・ 天井吊り配管類 (特に電気関係設備上部の流体配管)</li> <li>・ 空調設備</li> <li>・ 照明機器等</li> </ul>

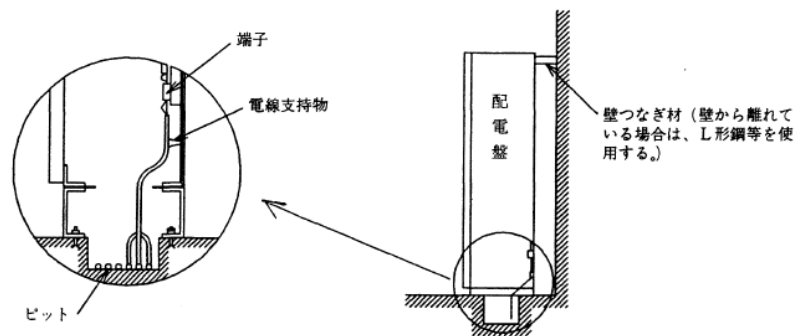
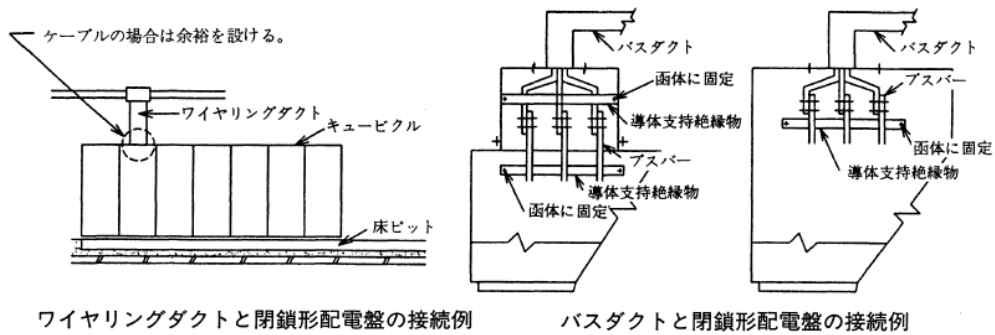
※ 2 3 :	蓄電池、配電盤（その 1）
出典 :	センター指針 : P55

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	設備機器は固定し、配管等は過大な変位を生じないように支持することにより接続部に損傷を生じないようにすることを原則とする。	事例 9 0
2	消防用設備等の機器と配管等の接続は、機器・配管等に過大な反力を生じないように方法、材料により行うこととする。	

蓄電池への接続例



配電盤への接続例



床取付けによる場合の例  
図 設備機器への電気配線接続（例）

※ 2 3 :	蓄電池、配電盤（その 2 : 頂部支持、関連機器）
出典 :	自家発 : P42

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	頂部支持材が固定される機器側に強度のある受け金物を設ける等、機器本体強度の再確認が必要となる。	—
2	縦横比の大きい自立型機器類や、機器の構造があまり堅固でないものには、転倒防止用に頂部を支持することが有効である。	B 0 3
3	縦横比が大きくなると転倒モーメントも大きくなり、脚部のみで固定する場合に作用する引き抜き力も大きくなる。このような場合に、頂部を建築構造体等につなぐと比較的小さい部材で転倒等を防止できる。	
4	頂部支持方法としては、頂部で水平 2 方向に対して有効に働くようにする方法と、頂部は水平 1 方向に働くようにし、他の水平方向に対しては脚部アンカーに負担させる方法とがある。	
5	地震時に機器等が移動、転倒しないように、機器と支持材及び支持材と建築構造体を固定する。同時に脚部もコンクリート基礎にアンカーボルト等を用いて固定する。	B 0 2
6	支持する壁としては建築構造体である鉄筋コンクリート等とし、コンクリートブロック等は避ける。	B 0 3
7	機器と頂部支持材との固定部、あるいは脚部のアンカーボルトとの締付け部の強度、選定した支持材やアンカーボルトから作用する力に十分耐える必要がある。	B 0 1

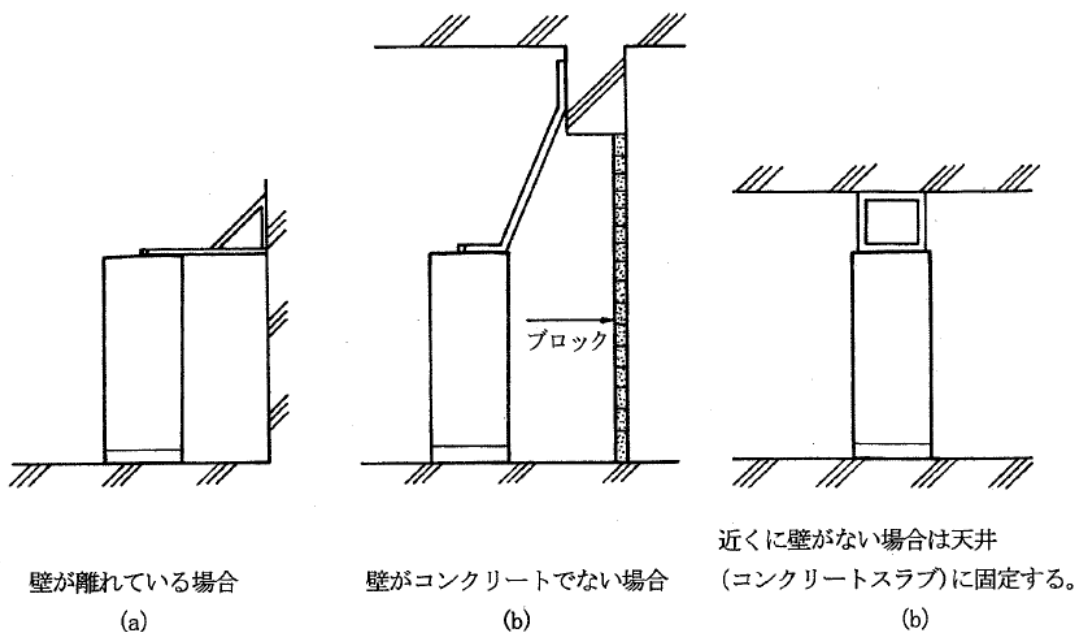
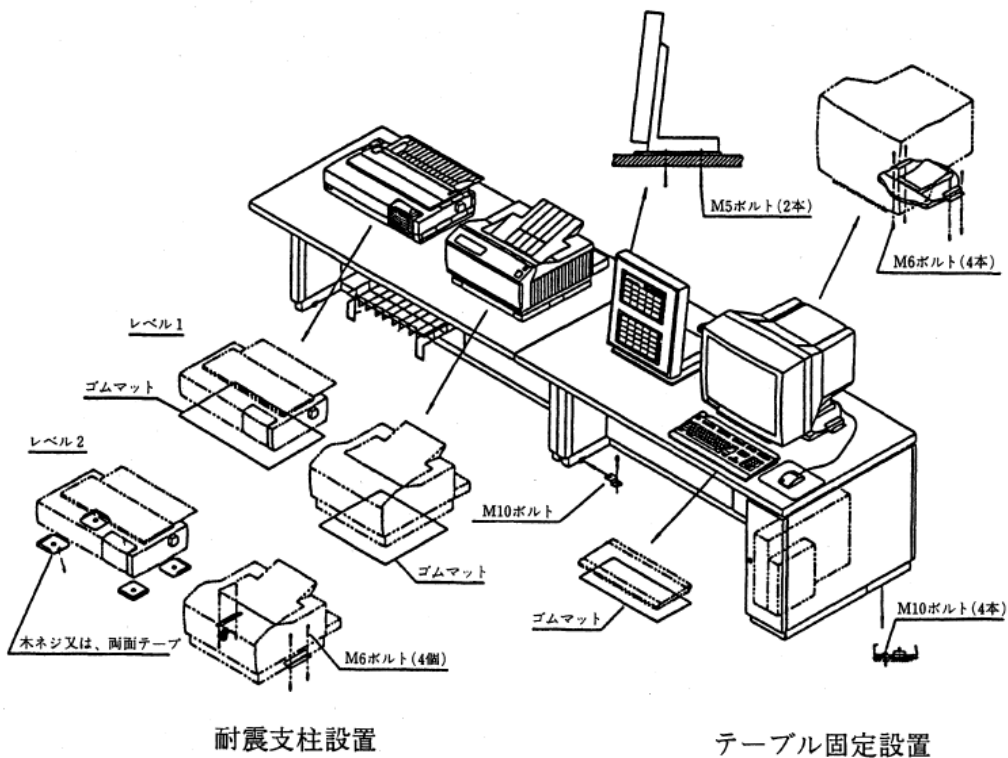


図 上部支持 (例)

※ 2 4 :	防災センター
出典 :	センター指針 : P56

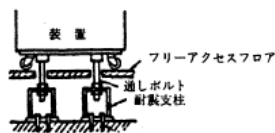
No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	デスク上に設置される各機器への耐震措置は、必要度に合わせてゴムマット等による滑り止めか、バンド・金具等による固定を施す。	移動・落下防止の観点
2	デスク自体の耐震措置も施す。フリーアクセス床の場合は、耐震強化仕様とするか、又は直接躯体への固定を配慮する。	

監視制御システムの耐震措置例を下図に示す。

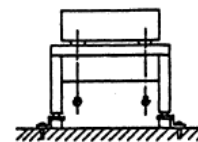


耐震支柱設置

テーブル固定設置



フリーアクセスフロアに設置される装置に適用し、装置を耐震支柱を介して床に固定する方法



装置を机の上にゴム足用ねじ穴などを利用して固定し、さらに机を床面に固定する方法

図 O A デスク形態での耐震固定 (例)

※ 25 :	電気配線
出典 :	センター指針 : P65

### 電気配線の配線軸方向の支持

#### ①幹線の支持

幹線の横方向への耐震支持と同様に軸方向についても耐震支持を施す。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	幹線の横方向への耐震支持と同様に軸方向についても耐震支持を施す。	参 1 指針:P283
2	地階においても、電気室回り等の重要な部分では、上層階・屋上・塔屋部における耐震支持を適用する。	
3	バスダクトについては、曲がり箇所付近で耐震措置を施すと効果的である。	事例 101

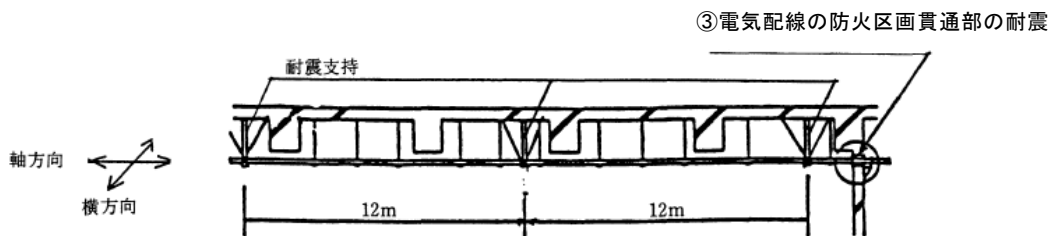


図 軸方向の支持 (例)

#### ②鋼材からの耐震支持

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	鋼材部分での耐震支持での取付け金具は、水平方向よりの引張り荷重が働いても脱落を防ぐ構造の吊り金具を使用しなければならない。	下図参照

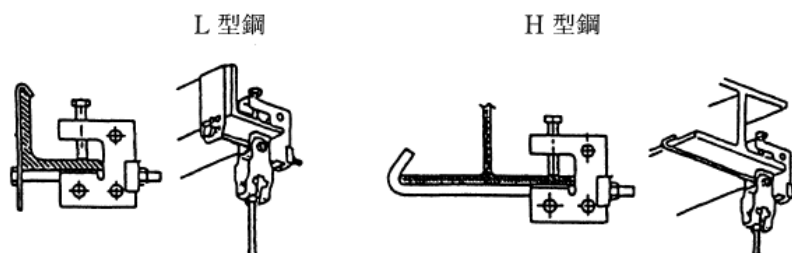


図 鋼材耐震型吊り金具 (例)

#### ③電気配線の防火区画貫通部の耐震支持

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	防火区画処理材の破損を防止するため貫通部付近に適切な耐震支持を施す。	事例 94

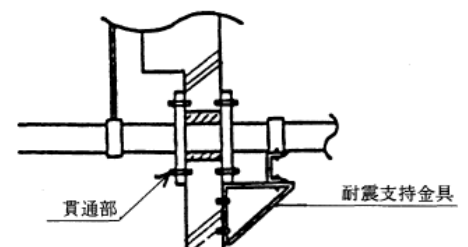


図 防火区画部貫通部の支持 (例)

#### 4.2.7 その他の留意事項

- ※26 : バックアップ対策
- ※27 : スプリンクラーの水損害の回避
- ※28 : 発電機設備室の水損害の回避
- ※29 : 呼水装置の設置省略化対策
- ※30 : 電源確保の考え方

※26 :	バックアップ対策
出典 :	損保 H7 : P72

消防用設備等の地震時の信頼性を更に向上させるためには、消防用設備等の重要部位のバックアップ対策が必要である。スプリンクラー設備の場合には、下表のようなバックアップ対策が考えられる。

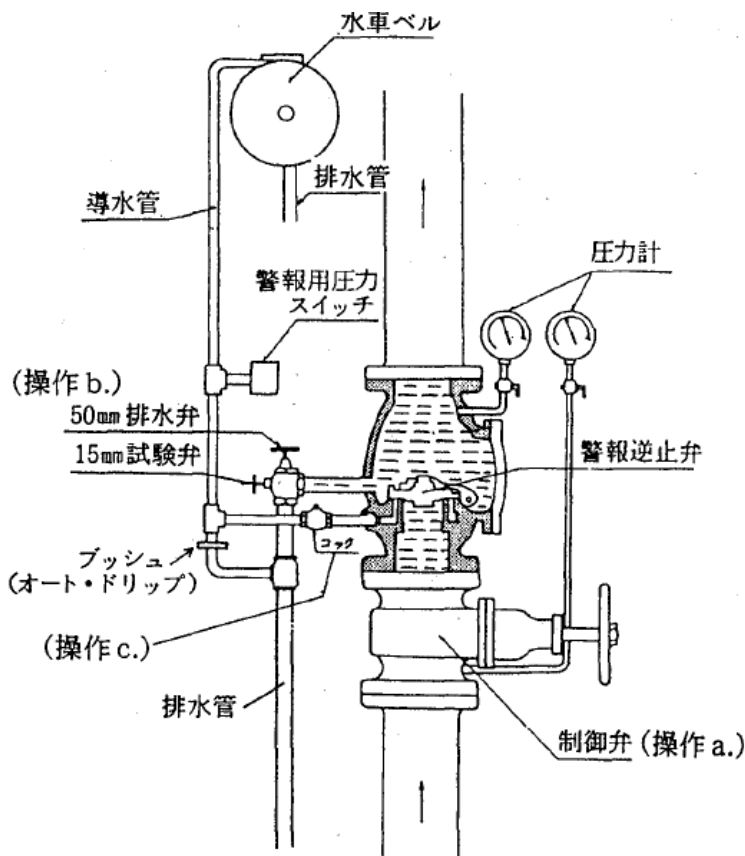
No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	一次給水源とは全く独立した二次給水源を別個に設ける。二次給水源は原則として、一次給水源とは別の場所に設け、かつ、動力源も別とする。 (注)一次給水源しかない場合は、別の動力源(例:非常用発電設備)を設置する。	
2	給水本管をループ化して、適切な間隔毎に区画制御弁を設け、地震による配管の破損があっても、漏水箇所をブロック化して機能停止するスプリンクラー装置を最少限にできるようにする。	—
3	高層建築物で高揚程が必要な場合、ポンプを直列配列することはなるべく避け、低層部と高層部はそれぞれ別個のポンプで単独に給水するよう配慮する(直列の場合はいずれか1台が不良の場合、影響を及ぼす範囲が大となる)。	

※27:	スプリンクラーの水損害の回避
出典:	損保H7:P71

地震によってスプリンクラーヘッドや配管が破損し、水濡れした場合、変電設備、配線、制御盤等の電気設備が水損を受けて消防用設備等の機能停止につながることもある。

このような火災時以外におけるスプリンクラーからの放水を不時放水というが、スプリンクラーを設置している場合には、下記のような不時放水対策を講じておくことが重要である。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	不時放水事故が発生した場合に、水損防止の観点から、下記の放水停止の措置が迅速・確実にとれるよう関係者に訓練し、徹底しておく。	放水停止の 手順参照
2	防水シートを常備し、漏水時に電気設備や商品等を覆う。	
3	なお、安全の観点からスプリンクラーの迅速な機能回復もきわめて重要であり、そのためには交換用のスプリンクラーヘッドを常備しておくことが特に大切である。	



#### 〈放水停止の手順〉

1. ヘッド等からの放水による火災警報が、火災の発生のためでないことをまず確認する。
2. ヘッドが開放した制御区域に対応する警報逆止弁に付設している制御弁を閉止し、給水を遮断する。(操作 a)
3. 50mm 排水弁を開放し、制御弁以降の配管内に充填されている水を排水する。(操作 b)
4. 警報用圧力スイッチと警報逆止弁の間にあるコックを閉止することにより、警報装置の作動を停止させる。(操作 c)
5. 消火ポンプを停止させる。
6. 火災が発生していない旨の館内放送を行う。

図 湿式スプリンクラー装置

※28 :	発電機設備室の水損害の回避
出典 :	電設協会 : P258

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	設備から漏水した水が下階に浸水しないように、床の防水性を考慮する。	事例88
2	漏水による水濡れを被らないよう、電気設備の設置場所を考慮する。水系の配管と近接させないこと、床面よりかさ上げして設置する等の配慮が重要である。	

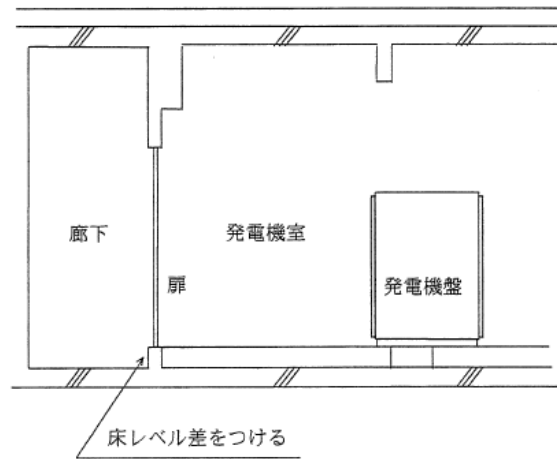


図 発電機室の止水設置 (例)

※ 29 :	呼水装置の設置省略化対策
出典 :	損保 H7 : P68

我が国において、消火ポンプに呼水装置を設ける方式が一般的に行われているのは、主として土地の高度利用の観点から地下式水槽が多く、かつコスト軽減のため消火ポンプを水槽上部に設けるために、次善の策として発達したものである。

呼水装置を設ける方式は消火ポンプの給水信頼性を著しく低下させるので、本来望ましくないことには変わりはなく、米国等のスプリンクラー装置等では通常認められていない。

しかも、地震時における損傷や異常が多く発生しているため、耐震性を高めるためにも今後は呼水装置を省略する方式の採用を提言したい。

なお、最近ビルにおいては衛生上の観点から地上式水槽も採用されている。この場合には呼水装置は不要であるにもかかわらず、呼水装置を設置している例が見られるため、呼水の正しい知識の普及が望まれる。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	消火貯水槽は床上設置型(地上式)とする。呼水槽は省略できる。 つまり、消火ポンプを水源の水位より低い位置に設置して、呼水槽の設置を不要とする。この方式は、通常時の給水信頼性を著しく高めるだけでなく、地震時には呼水装置の問題が発生しないというメリットも出てくる。	事例 6 事例 7
2	貯水槽を床上設置型と出来ない場合は、水平型ポンプでなく、縦型ポンプを使用することを検討する。	

※30：	電源確保の考え方
出典：	電設協会：P261～

### 特定施設におけるシステム強化対策

防災拠点施設あるいは重要度の高い施設等特定施設における電気設備は、地震時及び地震後において、その機能が維持されなければならない。このため、上位耐震クラスの適用や耐震措置の強化に加え、システム強化の検討を行う。この検討に際しては建築物及び他設備の耐震グレード、地震後に期待される機能維持内容、立地条件、経済性、及び設置者の意向等を考慮する必要がある。

#### (1) 受電確保対策

地震災害による電力供給停止とその復旧時間は他のライフラインに比べて短い方であったが、一週間程度も停電状態が続いた地域もあった。また、地盤沈下や建築物損壊の二次的被害である引き込み配線損傷による受電不能もみられた。受電確保の対策を下表に示す。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	受電の継続又は早期の復電を可能にするためには、受電方式を二重化（本線・予備線方式、ループ受電方式、SNW方式等）し、建築物への導入部と建築物内部の引込み配線を別ルート化することが望ましい。	—
2	上記の場合、電力会社の供給変電所が異なる別系統への接続が更に信頼性を高めることとなる。	

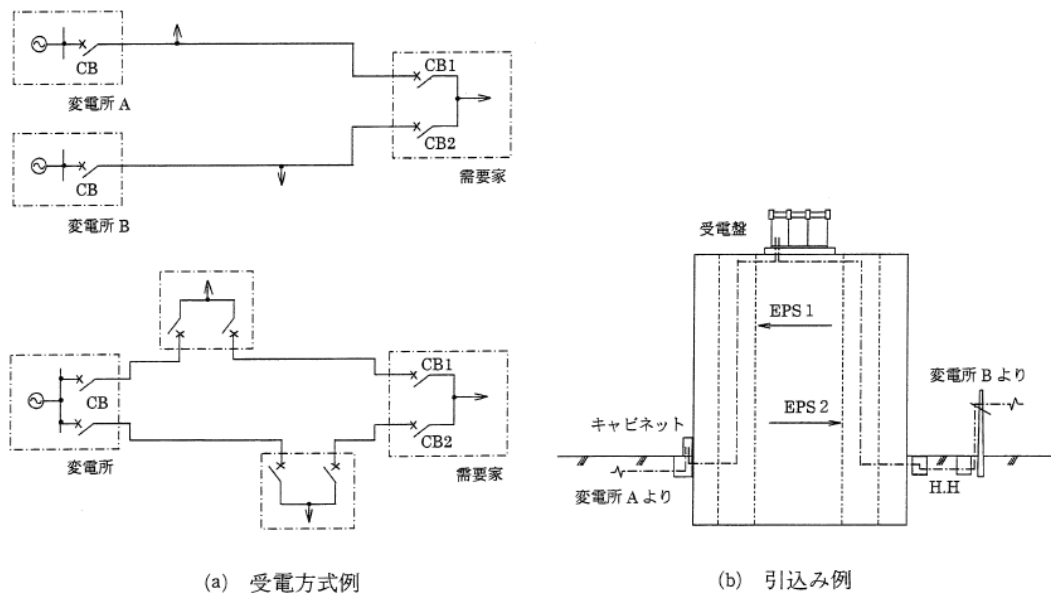


図 受電確保対策（例）

## (2) 自立運転確保対策

地震直後に自家用発電機が起動したが、燃料又は冷却水不足で自動停止し、災害復旧作業に支障をきたした。また、蓄電池が電圧不足となり停復電操作が不能となった。自立運転確保の対策を次表に示す。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	外部ライフラインの供給に対して、初動期間（3日間程度）の自立運転確保が望ましい。	—
2	発電機燃料、冷却水は防災規定で規定されている運転時間以上の量を確保することとなる。	
3	負荷制御可能な回路構成、保有燃料の変質固化防止、熱源設備燃料との整合、入手容易な軽油燃料の採用、蓄熱水槽の冷却水利用、空冷ラジエーター方式ディーゼルエンジン又はガスタービンエンジンの採用を検討する。	
4	蓄電池設備は操作用と非常照明用を分割設置し復電後の速やかな機能回復のため過放電防止を付加することが望ましい。	

## (3) 不要作動防止対策

機器固定強度は保持しており、商用電力供給も継続されていたが、保護継電器の不要作動により遮断機が開放してしまった。

また、地震災害がないにもかかわらず、発電機が無人時に感電起動により無用な長時間運転をしたり、運転継続必要時に中小余震による感電停止する例がみられた。不要動作防止の対策を下表に示す。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	継電器、制御機器等の誤作動防止には静止型機器の採用が有効である。	—
2	発電機の運転条件整備を行い、不要動作を防止する必要がある。	

## (4) その他

その他に、以下のような被害例が報告されている。

- ①重要負荷幹線が損傷し送電不能となった。
- ②中央監視制御配線が損傷し、運転監視が不能となった。
- ③移動用発電機を用意したが接続箇所が無かったり、負荷の切り分けが出来なかった。

その他の耐震対策を下表に示す。

No.	耐震設計・施工上の留意点	備考
1	重要負荷幹線は専用化、二重化することが望ましい。また、建築非構造材の損傷による二次被害防止のため配線ルートの検討が必要である。	—
2	遠隔監視制御方式には現場での手動発停可能な切換え回路を付加する。	
3	重要負荷回路用配電盤、分電盤には移動用発電機を接続できる端子を設けておくことが望ましい。また、照明分岐回路の千鳥配線等、負荷制御が容易な回路構成が必要である。	