

8. 建築設備の耐震設計

8-1 基本事項

- ・各施設の用途および期待される防災機能に応じ、大地震動に対する耐震安全性の目標を設定し、また、機器・配管等の移動、転倒、破損の生じない固定方法を検討し、選定する。構造体の変形、地盤との相対変位に追従し、所定の機能を確保することが可能な支持方法を選定する。

8-2 防災性能目標

- ・防災性能目標は表 2.3.6における建築設備の a 種および b 種により、下記のように設定する。

- ① a 種 : 無被害あるいは軽微な損傷で止まり、大きな補修をすることなく、必要な機能を継続できる。
- ② b 種 : 損傷、移動等が生じて脱落、転倒することがなく、人命の安全確保と二次災害の防止を図る。

※危険物を貯蔵又は使用する施設については建物の防災性能目標に加え、当該部分の安全性を確保する。

◇留意事項

【a、b種共通】

- ・二次災害を引き起こすおそれのある設備機器および配管類の脱落、移動、転倒および破損を防止する。
- ・在室者のための避難誘導、警報、消火等に必要な設備機器は十分固定する。

【a種】

- ・該当する設備機器は移動しないよう十分に固定し、大地震動による破損および誤動作の発生を防止するとともに、大地震動後は簡単な点検、補修により機能できるものとする。
- 大地震動後も機能する必要がある設備機器、配管等は、海水、河川水、雨水等の浸水や水槽、水配管等による水損被害を受け難いよう配慮する。また、建築非構造部材、他設備、什器等の衝突、脱落等の影響を受け難いよう配慮する。

- 免震構造および制震(振)構造による建築物並びに高層建築については、地震応答解析から得られた構造体の床応答加速度及び層間変形に対して設備機器、配管等の固定を検討する。また、本節の規定による他、「6-3(5)免震構造・制震(振)構造」に規定するところによる。
- ・ 建築設備が不測の事態により、必要な設備機能を発揮できない場合を想定し、代替手段に配慮する。
 - 予備機の設置、設備システムの二重化等、建築設備のバックアップシステムを図ることを検討する。
 - 移動電源車や可搬型発電機による応急対応等を想定し、接続の方策を検討する。
 - 電力、水等のライフラインの途絶対策として、対象施設の分類に応じて必要となる電力、水等の確保に配慮する。このため、蓄電池および発電機の設置並びに発電機の燃料油および上水・雑用水等の水の備蓄を検討する。

8-3 検討項目と検討方法

- ・ 水平方向および鉛直方向の設計用地震力は、設計用水平震度又は設計用鉛直震度に設備機器の重量を乗じたものとし、これらの力が設備機器の重心に同時に作用したときに、設備機器の移動、転倒等が起こらないように固定する。
- ・ 設計用標準震度は、地震応答解析等により床応答加速度が示されているものについては、床応答加速度により算出し、示されていないものについては、原則として、局部震度法により算出する。
- ・ 敷地の位置がHゾーン(6-1 設計用地震荷重 参照)にあり、特定の固有周期を有する施設では、地震荷重の割り増し($\phi=1.0\sim 1.25$)を考慮する。

□設計用地震力の算定式

- ・ 設計用水平地震力(F_H)

$$F_H = K_H \cdot W \quad (8.3.1)$$

$$K_H = Z \cdot \phi \cdot K_s \quad (8.3.2)$$

記号 F_H : 設計用水平地震力(kgf)

K_H : 設計用水平震度

K_s : 設計用標準水平震度(原則として、表8.3.1, 表8.3.2による。)

Z : 地震地域係数(市域においては1.0)

W : 機器の重量(kgf)

ϕ : 地震荷重割り増し係数(6-1 参照)

・設計用鉛直地震力(F_v) 注)但し、免震構造及び制震(振)構造の建築物は除く。

$$F_v = K_v \cdot W \quad (8.3.3)$$

$$K_v = 1/2K_H \quad (8.3.4)$$

記号 F_v : 設計用鉛直地震力 (kgf)

K_v : 設計用鉛直震度

□ 局部震度法による設計用標準震度

設備機器の設計用標準震度は、7-3の建築非構造部材における設計用標準水平震度(K_s)に機器の応答倍率をかけたものとする。

また、建築設備の防災性能目標のa種、b種による区別はここでは行わず、機器の用途、重要度により判断するものとした。

表8.3.1 局部震度法による(水槽を除く)建築設備機器の設計用標準水平震度(K_s)

	重要機器	一般機器
上層階 屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)
1階及び地階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)

防振支持の機器については、表中に()でその設計用標準水平震度を記載した。

これは一般機器と防振機器の応答倍率の違いを水平震度に反映させたものである。

表8.3.2 局部震度法による水槽類の設計用標準水平震度(K_s)

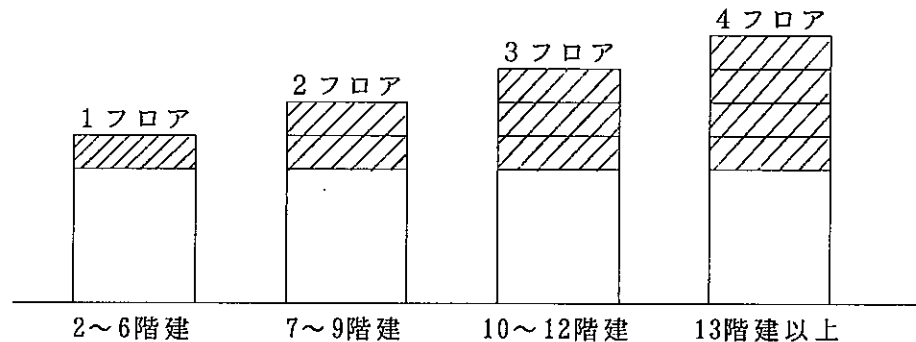
	重要な水槽	一般の水槽
上層階 屋上及び塔屋	2.0	1.5
中間階	1.5	1.0
1階及び地階	1.5	1.0

(注)1.表中の重要機器とは次の機器及びそれに類する機器を示す。

- ・災害応急対策活動を行うために必要な設備機器(発電機設備等)
- ・危険物による被害を防止するための設備機器(消火設備等)
- ・避難、消火等の防災機能を果たす設備機器(消火設備、排煙設備等)
- ・火災、水害、避難の障害等の二次災害を引き起こすおそれのある設備機器(ボイラ等)

2.本表は建築物がRC造、SRC造、S造の構造体のものに適用する。

3.上層階とは下図の斜線の部分を示すものとする。



4.中間階の定義は、地階、1階を除く各階で上層階に該当しないものとする。(平屋建は1階と屋上で構成され中間階はなし。)

5.設置場所の区分は機器を支持している床部分にしたがって適用する。床または壁に支持される機器は当該階を適用し、天井面より支持(上階床より支持)される、機器は支持部材取付床の階(当該階の上階)を適用する。

6.重要水槽とは重要機器として扱う水槽類(受水槽、高架水槽等)、一般水槽とは一般機器(膨張タンク等)として扱う水槽を示す。

また、水槽類にはオイルタンク等を含む。

□地震応答解析等による設計用標準震度

1. 設計用水平震度

高さ60mを越える建築物、免震構造および制震(振)構造の建築物等の場合において、構造体が上町断層の地動により地震応答解析されている場合は、その床応答加速度に基づき、機器の場合は(8.3.5)式により、水槽類の場合は(8.3.6)式により求めた算出値(K_s' または K_H)に対し、原則として表8.3.3を適用して設計用標準水平震度(K_s)を算出する。

(地震応答解析を行って設計された場合、構造体はA種或いはB種に相当しているものとする。)設計用水平震度は(8.3.2)式にこの K_s の値を用い算出する。

表8.3.3 地震応答解析等により定められる設計用標準水平震度

設計用標準水平震度(K_s)	算出値(K_s')
0.4	0.42以下(一般機器の場合)
0.6	0.63以下(重要機器及び水槽類の場合)
1.0	0.63を超え1.10以下
1.5	1.10を超え1.65以下
2.0	1.65を超えるもの

注) 防振支持材を使用する場合には、応答倍率の2.0が適当な値であるかの確認のため水平方向の固有振動数が建物のそれと一致せず、共振を起こさないことを確認すること。

(イ) 機器の場合

$$K_s' = (G_f / G) \cdot K_2 \cdot I_s \cdot I_k \cdot D_s \quad (8.3.5)$$

記号 G_f : 床応答加速度

G : 重力加速度

K_2 : 機器の応答倍率(表8.3.4による)

I_s : 機器の重要度による係数(表8.3.5による)

I_k : 設備耐震設計に用いる建築物の重要度係数(1.5とする)

D_s : 構造特性係数(2/3とする)

ただし、 $I_s \cdot I_k \leq 2.0$ とする

表8.3.4 機器の応答倍率(K_2)

機器の支持種別	応答倍率(K_2)
防振支持の機器	2.0
その他の機器	1.5

表8.3.5 機器の重要度による係数(I_s)

重要度分類	係数(I_s)
重要機器	1.5
一般機器	1.0

(ロ) 水槽の場合

$$K_H = (G_f / G) \cdot \beta \cdot I \quad (8.3.6)$$

記号 β : 水槽類の応答倍率(表8.3.6による)

I : 重要度係数((8.3.5)式の $I_s \cdot I_k \cdot D_s$ に相当する。(表8.3.7による)

表8.3.6 水槽類の応答倍率(β)

水槽類の設置位置	応答倍率(β)
1階、地上階	2.0
中間階、上層階 屋上、塔屋	1.5

表8.3.7 重要度係数(I)

重要度分類	係数(I)
重要水槽	1.5
一般水槽	1.0

2. 設計用鉛直震度

設計用鉛直震度は(8.3.4)式による。ただし、免震・制震(振)構造の建物の場合、上層階、屋上および塔屋における最小設計用鉛直震度を0.4とする。

◇留意事項

以下に示す留意事項は、建築設備の防災性能目標 a、b種の双方に適用する。適用部位は「目標」を達成するために必要な箇所とし、適宜打ち合わせにより決定する。

表8.3.8 建築設備の設計用層間変形角

構造体の種類	鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造	鉄骨造
層間変形角	1 / 200	1 / 100

注) 1. 構造体の耐震安全性の分類がC種で、ルート3の設計手法(図6.4.1)による場合は、一次設計時の層間変形角が1/600以下となる場合を除き、保有耐力時の層間変形角を算定して設計用層間変形角とする。

2. 想定地震により応答解析を行う場合には、その最大層間変形角を設計用層間変形角としてよい。

- ・ 建築物内の配管等は、地震動による軸直角方向および軸方向の変位を抑制するよう耐震支持を行う。

-
- ・設備機器への配管等の接続は、設備機器、配管等に過大な反力を生じさせない方法で行う。特に、地震動時に大きな変位を生じるおそれのある防振支持をした設備機器や、本体がぜい性材(外力によってあまり変形しないうちに破壊する性質を持った材質)で構成された設備機器等に接続する場合は、十分な可とう性を有するもので変位吸収を行う。
 - ・防振支持した設備機器には、耐震ストッパーを設置する。ストッパーは、大地震動時の設備機器の接触による作用力に十分耐え得るものとし、設備機器の移動・転倒を防止する。
 - ・主要配管等は、原則として、建築物の2階床以上のエキスパンションジョイント部を通過させないよう配慮する。やむを得ず、エキスパンションジョイント部を通過する場合は、変位吸収のためその部分の層間変形角よりも長い余長をとる等の措置を講ずる。
 - ・電力、通信、給水、ガス等の配管類の建築物への導入部分は、大地震動時の変位吸収に配慮する。配管類は可とう性をを持たせることとし、ケーブル類は余長を持たせること等により変位吸収を図る。なお、大地震動時の地盤変位量は、地盤状況や過去の震災事例を勘案して設定する。
 - ・排水会所や電力・通信線引き込みのマンホールおよびハンドホールは、建築基礎との一体化などの方策を検討する。