

### 「免震建物の維持管理基準-2017-」年版の差し替えについて

「免震建物の維持管理基準」はこれまで、2～3年毎に改訂を重ねてきており、昨年度は「免震建物の維持管理基準 - 2017 - 」を発行したところであります。

しかしながら「第3章3. 1クリアランス」について、設計者、施工者、点検技術者において様々な議論があり、この点について改めて整理を行いました。

前回の改定から1年しか経ておりませんので、2017年版を購入された方々には、2018年版で改訂された「第3章3. 1クリアランス」について協会ホームページに公開しダウンロードが出来るように致しました。ご理解のほどよろしくお願い申し上げます。

## 第3章 解説

### 3.1 クリアランス

#### 3.1.1 クリアランスの意義

本節では、免震建物点検技術者がクリアランスを計測し管理値の範囲かどうかの判定をするうえで、計測した数値の背景を理解し適切に判断するための考え方を示している。また、設計者がクリアランスを決める際に考慮しておかなければならない要因、および施工者が考慮すべき要因も合わせて示している。個々の建物により設計者の意図や表記が異なることもあり、点検技術者は、疑義が生じた場合は点検を開始する前に、設計図書に記されているクリアランスの意図を施工者や設計者に確認することも必要である。

クリアランスの大きさは、一般的に設計用地震動による免震層の応答変位、地震動の不確実性や様々な要因を考慮して決められている。構造躯体、内外装材、設備配管、電気配線などが地震時に想定される変位や様々な要因による伸縮に対し、機能が損なわれないようにするために必要なのがクリアランスである。ここでは構造躯体のクリアランスについて述べる。

#### 3.1.2 クリアランスの種別

免震建物におけるクリアランスは、従来は設計者がどのような要因を考慮して設定したかが明確でなかった。このため、維持管理における点検の計測結果で誤解や混乱が生じることもあった。そこで、クリアランスの意味とそれぞれ考慮すべき要因を以下のように整理した。

##### (1) 設計クリアランス

設計クリアランスは、建物の位置、高さ、長さなどを設定する時に用いる値で、設計者が地震時の応答変位や応答値のばらつきなどに加え、様々な要因\*を考慮して、建物の竣工時に確保すべき値として設定される。この寸法は、建物竣工時に確保する必要がある管理値として設計図書に記載される。どのような要因を考慮して設計クリアランスを決めるかは設計者の判断に委ねられているため、本基準ではその要因のみを記載する。竣工時に設計クリアランスを下回った場合は、設計者の指示に従って対応する必要がある。

##### (2) 最小クリアランス

最小クリアランスは、当該建物の免震性能を維持するために必要な最小限のクリアランスで、許容できる残留変位などを考慮した管理値として設計者が設定する。最小クリアランスは維持管理における管理値であり、この値を上回ることが条件となる。維持点検時でのクリアランス計測値が最小クリアランスを下回った場合は、設計者の指示に従って対応する必要がある。

クリアランスが最小クリアランスより小さくなると、地震時に躯体と擁壁などが接触または衝突する可能性が高くなることを意味し、免震層に、電気、ガス、上下水道、情報通信などの配線、配管がある場合には、これらに対する影響にも配慮する必要がある。

地震後の残留変位により最小クリアランスを下回る箇所がある時は、上部構造を原位置に戻すことが必要な場合もある。

##### (3) クリアランスに関し施工時に考慮すべきこと

施工者は、施工に際し型枠設置位置などを設計クリアランスに従って進めるが、設計クリアランスに考慮すべき要因\*が統一されていないこともあり、施工者はどの要因が設計クリアランスに含まれているかを、設計者に確認することが大切である。また、施工誤差の設定について設計者、工事監理者と協議することも必要となる。

\*クリアランスに影響する要因：

水平方向：構造躯体の温度伸縮、コンクリートの乾燥収縮、残留変位など

鉛直方向：積層ゴム支承の沈み込み（常時荷重時）、積層ゴム支承のクリープ変位、  
積層ゴム支承の温度伸縮など

### 3.1.3 水平クリアランス

免震建物は、免震層において大きな水平変形が生じるため、上部構造と下部構造との間に一定の水平クリアランスを確保し、構造躯体同士などが接触、衝突することを防止する必要がある。しかし、クリアランスについては前項で解説したように二つのクリアランスを設定しているため、その解釈はやや複雑となる。図 3.1.1 は水平方向のクリアランスの考え方を示した。なお、設計クリアランスは、設計者により考慮している要因が異なることもあり、一般的な条件を考慮した範囲で示している。

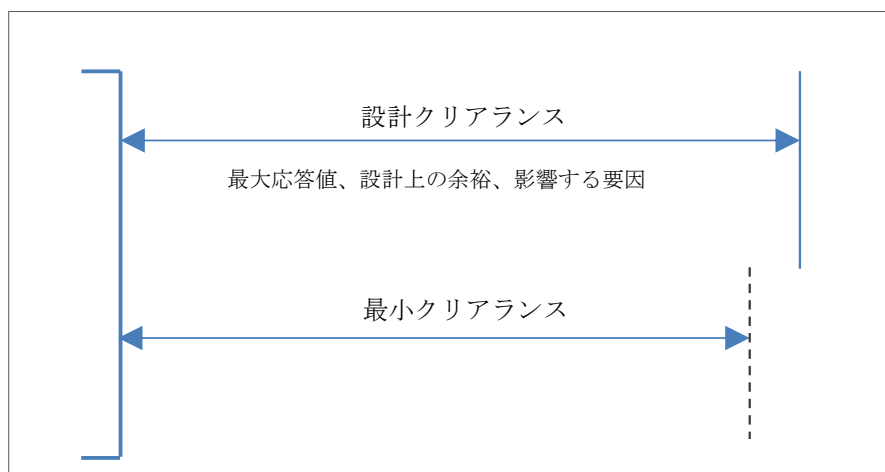


図 3.1.1 水平クリアランスの考え方

設計クリアランスは、設計図書に明記されているが、実際の建物では躯体の温度伸縮やその他の要因により点検計測値と異なる場合がある。表 3.1.1 に設計用地震動による応答値、および応答値のばらつきに対する余裕値以外で、水平クリアランスに影響する主な要因について考え方の例を示す。記載している数値は、一般的な値を示したもので、各建物の特性によって異なるため、使用にあたっては留意する必要がある。

表 3.1.1 水平クリアランスに影響する要因 (例)

要 因	解 説
温度伸縮	<p>鉄筋コンクリートの線膨張率は、<math>10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}</math>程度で、長さ 50m の建物の場合は、真冬 (<math>0^\circ\text{C}</math>) と真夏 (<math>30^\circ\text{C}</math>) では、<math>50 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} \times (30-0) = 15\text{mm}</math> 程度の長さ変化が生じる場合がある。建物中心を不動とした場合、片側で 7~8mm 程度伸縮する。建物の基礎や擁壁など温度変化が小さい地中に設置されている下部構造も温度変化で伸縮するがクリアランスに与える影響は小さい。中間期 (<math>15^\circ\text{C}</math>程度) における建物長さを標準とした場合、伸縮幅は<math>\pm 4\text{mm}</math>程度となる。</p>
乾燥収縮	<p>コンクリートは、打設直後から乾燥に伴い収縮を始める。コンクリートの平均収縮率は、<math>8 \times 10^{-4}</math>程度であり長さ 50m の免震建物の上部構造は、<math>50 \times 10^3 \times 8 \times 10^{-4} = 40\text{mm}</math>程度収縮する。鉄筋コンクリート部材では、鉄筋が収縮を拘束すること、下部構造も収縮することからクリアランスへの影響はこの値よりかなり小さくなると考えられる。なおコンクリートの乾燥収縮は、かなり長期間続きクリアランスが増加する方向に働く。</p>
施工誤差	<p>コンクリート構造物の施工誤差は 10~20mm と言われているが、水平クリアランスはその 2 倍、すなわち施工計画時の寸法から最大 40mm 減少する可能性がある。確率的に誤差が片方向に集中することは想定しにくく、また免震建物において重要な水平クリアランスを確保する上で、これほど大きい誤差を容認すべきでないとの考えもある。設計クリアランスを確保できるように当該建物の特性に従って設定する必要がある。</p>
残留変位	<p>免震建物は、大地震や暴風を経験すると残留変位が生じる場合がある。残留変位とは、上部構造が地震の揺れが収まった時点で、ある方向に偏って静止した際に生じる変位である。免震部材に弾塑性的挙動を示す高減衰ゴム系積層ゴム支承やプラグ挿入型積層ゴム支承あるいはすべり支承などを多用した場合、鋼材ダンパー、鉛ダンパーなど弾塑性挙動を示す部材を使用した場合に残留変位が生じやすい。許容される残留変位の大きさは、50mm 程度に設定される場合が多いが、余震などの繰り返しの揺れを受けると残留変位が増大する場合や、揺れ戻し効果で残留変位が小さくなる場合もある。</p>

### 3.1.4 鉛直クリアランス

免震建物では、上部構造と下部構造との水平クリアランスが確保されていても、免震部材以外の部位で上部構造と下部構造が鉛直方向に近接あるいは接触している場合、地震時に水平変位を拘束、または接触している部材が破損する恐れがある。したがって上部構造と下部構造との間に 50mm 程度の鉛直クリアランスを確保し、構造躯体同士の接触を防止する必要がある。図 3.1.2 は鉛直クリアランスについての考え方を示したものである。また表 3.1.2 には、設計用地震動による応答値、および応答値のばらつきに対する余裕値以外で、鉛直クリアランスに影響する主な要因を示す。なお鉛直クリアランスにおいても、設計クリアランスは設計者により考慮する要因が異なることがある。

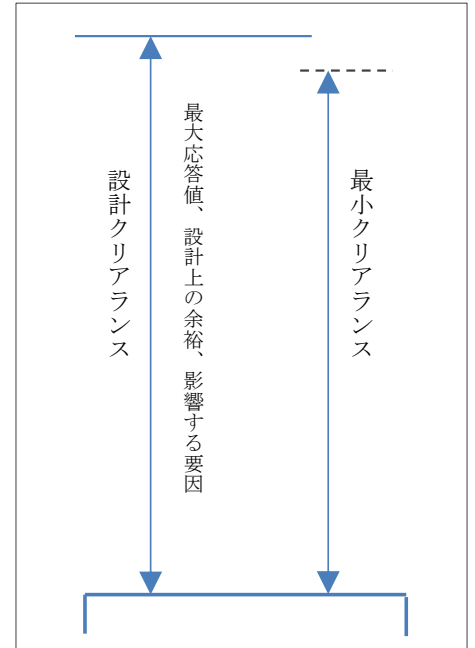


図 3.1.2 鉛直クリアランスの考え方

表 3.1.2 鉛直クリアランスに影響する要因 (例)

要因	解説
沈み込み (常時荷重時)	積層ゴム支承は、施工時に上載荷重が増加するとともに、鉛直方向に弾性変位で沈み込む特性がある。
クリープ変位	積層ゴム支承は、長期間上部構造を支えていると、クリープ変位を生じ高さが僅かに減少する性質がある。支えている荷重(面圧)やゴムの種類などにより異なるが60年後を推定した実験では、ゴム総高さの2~3%の変位が報告され、ゴム種によってはメーカーのカタログなどに6~8%と記載されている。すなわちゴム総高さが250mmであれば5~20mm程度のクリープ変位が生じる可能性がある。
温度伸縮	積層ゴム支承の鉛直方向の線膨張係数はゴムの種類によるが $5.8 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$ 程度であり、温度変化により数ミリ伸縮する。したがって定期点検時に計測した積層ゴムの高さは、標準温度(20°Cが多い)に換算して竣工時検査結果などと比較する。
施工誤差	コンクリート構造物の施工誤差は10~20mm程度と言われているが、鉛直方向ではクリアランスが50mm程度と小さく、下部構造および上部構造それぞれに20mmの誤差を許容するとクリアランスがほとんど確保されないこととなる。したがって鉛直クリアランスが50mmと設定された場合、施工誤差は最大でも5mm未満に抑えるのが望ましい。

鉛直クリアランスが水平クリアランスと異なる点は、水平クリアランスでは乾燥収縮以外は全て正負両方向に変動する可能性があるのに対して、鉛直クリアランスでは施工誤差や温度伸縮以外のほとんどの要因がクリアランスを減少させる方向に作用することである。また、建物竣工時には、積載荷重を除いた上

部構造の荷重が作用しているため、常時荷重による沈み込みは完了しており、竣工時の計測値は施工段階のクリアランスより減少する。水平方向の残留変位による鉛直方向の沈み込みは微小のためここでは省略した。なお、鉛直クリアランスは、雨水、粉塵、小動物の侵入を防止をするため変位追従性のある材料で塞ぐ場合がある。

### 3.1.5 設備配管、電気配線のクリアランス

設備配管、電気配線（ケーブルラック）などは、可撓継手や余長が設けられており、地震時に免震層に水平変位が生じた場合、それらが三次元的な挙動を示す場合があるので、これらの挙動に対し躯体や相互の接触・衝突が生じないように水平や鉛直クリアランスを確保することが必要である。なお、設備配管、電気配線などの場合、その重要度に応じて別途、クリアランスを設定する場合もある。

### 3.1.6 クリアランス設定の留意点

#### (1) 壊す設計と壊さない設計

クリアランスの設定には、地震時に建物が変位した場合にやむを得ず破損することを予め見込んだ設定と、破損しないようにする設定がある。前者を壊す設計、後者を壊さない設計として建築計画書2つに分類される。以下にそれぞれの設計についての留意点を示す。

#### a) 壊す設計

建物に近接したフェンスなどは人や動物の侵入を防止する観点から建物に密着して設置する場合がある。この場合は、いわゆる“壊す設計”として下記について注意する必要がある。

- ・免震性能に影響しないこと
- ・人的被害や建物本体の破損が生じないこと
- ・所有者や使用者に文書などで説明されていること
- ・壊れた場合の補修費用負担責任が明示されていること

#### b) 壊さない設計

免震部と非免震部の相対変位に追従できる納まりとすること。

#### (2) その他

クリアランスに関連し免震性能への影響は少ないと考えられるが、設計時または施工時に把握しておくべき点を以下に示す。

- ・躯体や配管に設置されている断熱材（断熱材厚さ）
- ・配管のフランジ継手部（フランジの外形部分が構造体などと接触）
- ・ケーブルラックの支持ボルト部（支持ボルト部分が構造体などと接触）
- ・免震部材の固定ボルトの突出部と配管（フランジ継手部やボルト余長部分との接触）
- ・建物外周の駐車スペース（建物上部構造と駐車車両とのクリアランス）
- ・建物本体と周辺樹木（樹木は生長に伴い幹などが太くなる）
- ・人や車が通行する免震エキスパンション部での、地震時における突き上げや開口の発生