

震度に関する検討会
(第 3 回)

設置条件等の不適切な観測点の点検
とその扱い

本資料は検討のためのたたき台であり、
最終案ではありません。

平成 2 1 年 2 月 1 0 日
消防庁・気象庁

震度計設置環境基準の見直しについて

1. 震度計設置環境基準の見直しの考え方

現在、震度観測には震度計が用いられていることから、適切な震度観測のためには、震度計をどのように設置するかが重要となる。震度計は、計測部（加速度計）に地表面の揺れが適切に伝わるように設置する必要がある。また、震度がその周辺の揺れを代表する値であることから、局地的に特殊な揺れとなるような場所を避けて設置することが望まれる。さらに、落下物の衝突など、地震動以外の外力の影響がないようにしておくことも必要である。

こうした震度計設置環境の重要性から、気象庁では、震度計設置環境基準を「震度計設置環境評価指針」として定め、この指針に基づき、震度計の設置環境の評価を行ってきた。評価は、基本的に、設置環境に関する評価項目毎に定められた配点を加算して、合計点に応じてA～Eにランク分けすることにより実施している。地方公共団体の震度計の設置環境評価結果については、平成16年12月及び平成18年4月に公表してきたところである。

また、各ランクに応じた利用方法を定めており、A～Cについては気象庁の情報発表上の利用制限なし、Dは品質を確認のうえ利用、Eは利用しないこととしている。

一方、平成20年7月の岩手県沿岸北部の地震において、岩手県洋野町大野で震度6強を観測したが、地震発生後設置した臨時観測点との比較結果から、震度6強を取り消す（不明とする）こととなった。このことを受け、現地調査を行ったところ、震度計の設置地点が斜面に近く、盛り土でありかつ緩い地盤であったことなどが分かった。一方、当観測点は、設置環境調査ではBであり、現行の基準では設置環境が十分に評価されていなかった可能性がある。

さらに、現行のランク付け方式については、採点方法が複雑で、B以下の震度観測点について、どこを改善すればよいかが、必ずしも分かりやすいものとなっていない。さらにB及びCランクは、いずれも改善すべき点があるとされている一方で、取り扱いには違いがなく、この2つを分ける必要性が必ずしも明確ではなかった。また、Dランクは震度階級で1程度異なるおそれがある一方、条件付きではあるが発表の対象としてきた。

以上のことから、震度計設置環境基準をより適切なものに見直すとともに、判定結果の分類は、単に「合格」と「不合格」のみとすることとしたい。なお、従来Dとしてきた観測点については、調査を行い、結果に応じ、「合格」または「不合格」の扱いとすることとしたい。

	設置環境	取り扱い※
合格	理想的、また震度を発表するに十分な設置環境にある	気象庁からの発表対象とする
不合格	震度を発表するには不適切な設置環境にある	気象庁からの発表対象としない

※ 設置環境基準に加え、住民の体感震度等も参考にして、発表対象としないかどうかを最終判断する。

2. 震度計設置環境基準の見直し案

「震度計設置環境評価指針」(平成 16 年 12 月 3 日改訂) 及び「正確な震度観測を行うために」(平成 19 年 10 月一部改訂) をもとに、震度計設置環境から震度情報を発表できる条件を満たしている震度計かどうかの判定項目をまとめた。

表 震度計設置環境から震度情報を発表できるかどうかの判定項目一覧 (1)

項目		震度情報を発表できる条件を満たしている 震度観測点（合格※ ¹ ）	震度情報を発表できる条件を満たしていない 震度観測点（不合格※ ² ）	（要調査※ ³ ）	
屋外	崖等の段差	上端付近	- 段差の上端から高さ以上離れていない - 段差の下端から高さの3倍以上離れていない(高さ～高さの3倍の範囲は要調査)。 - 大きな揺れで崩壊の危険が推測される不安定な場所	- 段差の下端から高さ程度～高さの3倍程度離れている - 免震構造物の近傍(免震ピットを段差として判断して調査)	
		下端付近	段差の高さ以上離れており、崩落等の影響のおそれがない(崩落防止の措置がなされているものを含む)	崩落等の影響のおそれがある	段差の高さ以上離れていない(崩落等の影響のおそれの有無や揺れが周囲と異ならないか要確認)
	特殊な地盤		- 改変のない自然地形もしくは切土 - 花壇等の特殊な地盤であってもその下にある本来の硬い地盤まで掘り下げて震度計台を設置している	- 花壇や、小さな池を埋め立てるなど特殊な地盤に設置しておりその下にある本来の硬い地盤まで掘り下げて震度計台が設置されていない - 盛土の場合、十分な転圧が行われておらず地盤が軟らかい	盛土などにおいて、地盤の軟らかさが不明(震度計台周辺で飛び跳ねたり震度計台を手や足で押すなどにより軟らかさを確認)
	空洞や地下タンク等構造物の有無		直下または近傍に空洞や、地下タンク、地下埋設管などがない	直下または近傍に空洞や地下タンク、地下埋設管などがある	建物の近傍(地下埋設管が多く、それらの有無について要調査)
	近傍の構造物の有無		- 近傍に建物がないか、あっても影響がない - 低く軽量の柱状構造物が近傍にあっても影響がない	- 高い柱状構造物や大きい木が近傍にある(1mないし高さの1/10も離れていない) - 低い柱状構造物が震度計台の基礎部とつながっている	柱状構造物が近傍にあるが揺れに影響を及ぼす程度が不明
	駐車場内の設置		- 駐車場には設置されていない - 車の衝突を防ぐ保護柵が設置されている	車の衝突などの恐れがあっても、対策がなされていない	
屋内	建物の構造、設置階数、設置床面の状況等	- 建物の耐震性が高く大きな地震でも倒壊のおそれがない - 低層の建物の1階、または建物周辺の犬走り - 設置床面はひび割れもなく強固である	- 免震構造や制震構造である - 建物の耐震性が低く大きな地震時に倒壊するおそれがある 2階以上もしくは地下3階以下に設置 - 設置床面が強固でない	- 免震構造物の近傍(免震ピットを段差と判断して調査) - 地下1, 2階の場合(1階や地上と揺れが同程度かどうか要確認) - 低層の建物の1階だが、下に中空階がある(地上と揺れが同程度かどうか要調査) - 設置床面が強固であるが若干ひび割れ等の損傷が見られる	
震度計台	震度計台の材質	強い地震でも壊れない強固な材質(コンクリート等)	- 震度計台内に空洞があったり、コンクリート等ではない材料でできている - 多数のひびが見られる	コンクリートにややひびが入っている(強固かどうか調査)	
	形状	- 気象庁の震度計台と同様の形状(凸型、上段：一辺50cm 高さ50cm、下段：一辺1m 高さ60cm) - 上記以外の場合、縦長でなく(高さが底辺の1倍程度未満)重量が震度計の100倍以上	縦長であったり下面が上面よりも広い形状でないなど不安定な形状であり、埋設したものを手や足で押すなどして揺れるもの		

表 震度計設置環境から震度情報を発表できるかどうかの判定項目一覧（２）

	項目	震度情報を発表できる条件を満たしている 震度観測点（合格※ ¹ ）	震度情報を発表できる条件を満たしていない 震度観測点（不合格※ ² ）	（要調査※ ³ ）
震度計台	設置・埋設	- 地盤下に 2/3 以上埋設しており、栗石、捨てコン、填圧等が十分なされている - 地盤下に埋設されているのは 1/2～2/3 程度だが、パイルを打つなど工夫してある	地盤下に 1/2 以上埋設されておらず、震度計と地盤の一体性が確保されていない	地盤下に 1/2～2/3 程度埋設されている（震度計台と地盤との一体性が不明の場合、震度計台を手や足で押すなどにより確認）
	周囲との切り離し	周辺のアスファルトまたはコンクリートと切り離されている		
その他	震度計の固定状況	- 震度計台または強固な床面にアンカーボルト等でしっかりと固定されている - 震度計が水平に設置されている	- 床面に設置する場合、床面が強固でない。 - アンカーボルト等で固定されていない - 震度計が許容範囲を超えて傾いている	- 震度計がやや傾いている（震度計業者に傾きの許容範囲を要確認） - 床に置いた台の上に震度計が設置してある（床と台、台と震度計がそれぞれしっかりと固定されているか確認）
	落下物の対策	影響がありそうな落下物はない	落下物の衝突の可能性があるが対策がなされていない	落下物の衝突の可能性がある（落下物対策について要確認）
	自動車や鉄道の影響	道路や鉄道が近傍にはない（注１）	—	—
	空調機等の影響	近傍に空調機や観測機器等はない（注１）	—	—

※１：これらの項目をすべて満たした場合、合格とする。

※２：これらの項目に一つでも当てはまる場合、不合格とする。

※３：合格、不合格いずれにも当てはまらない場合、震度計を設置すべき場所と震度を比較するなどの調査を行うことが望まれる（計測震度で±0.2～0.3 程度以下の違いであれば、設置環境は適切であるとし、合格とする）。

（注１）理想的な設置条件として記述。

（注２）本項目は、設置環境基準そのものではないが、点検項目として含めることが適当である。

上記の設置環境基準に加え、住民の体感震度等も参考にして、気象庁の発表対象とするかどうかを最終判断する。

1. 理想的な震度観測点（合格）

理想的な震度観測点は、以下の項目を満たしているものである。

なお、以下の項目に加え、住民の体感震度等も参考にして、気象庁の発表対象とするかどうかを最終判断する。

（１）設置場所について

<屋外への設置>

- 平坦な土地でかつ周囲に段差（盛り土等による人工的な段差を含む）も見られない
- 崖等の段差がある場所では、
上端付近の場合・・・段差の上端から高さ以上離れた場所、もしくは下端から高さの3倍以上離れた場所
下端付近の場合・・・段差の高さ以上離れており、崩落等の影響のおそれがない
- 改変のない自然地形もしくは切り土の地盤である。花壇等の特殊な地盤であってもその下にある本来の硬い地盤まで掘り下げて震度計台を設置している。
- 震度計の直下および周辺に空洞や地下タンク、地下埋設管などが無い
- 近傍に建物がないか、あっても影響がない。また、低く軽量の柱状構造物が近傍にあっても影響がない
- 駐車場には設置されていない。駐車場であっても車の衝突を防ぐ保護柵が設置されている。

<屋内への設置>

- 建物の耐震性が高く大きな地震でも倒壊のおそれがない
- 低層の建物の1階、または建物周辺の犬走り
- 設置床面がひび割れもなく強固である

（２）震度計台の設置について

- 震度計台はコンクリート等の強固な材料でできており、ひびが入っていない
- 気象庁が用いているもの（凸型、上段：一辺 50cm 高さ 50cm、下段：一辺 1m 高さ 60cm）と同様の形状。または、縦長でなく（高さが底辺の1倍程度未満）重量が震度計の100倍以上
- 地盤下に震度計台が2/3以上埋設してあり、栗石、捨てコン、填圧等が十分になされている。地盤下に埋設されているのが1/2～2/3程度でも、パイルを打つなど工夫がしてある。
- 震度計台が周辺のコンクリートやアスファルトと切り離されている

（３）その他

- 震度計台または強固な床面に震度計がアンカーボルトでしっかりと固定されている
- 震度計が水平に設置されている
- 影響がありそうな落下物はない
- 近傍に、道路や鉄道、空調機や観測機等がない

2. 震度情報を発表できる条件を満たしていない震度観測点（不合格）

震度計観測点の設置条件等において、震度情報を発表できる条件を満たしていない震度観測点を以下にまとめる。これらの項目のうちいずれかの項目に該当する観測点を不合格な観測点とする。

【震度情報を発表できる条件を満たしていない震度観測点の条件】

（１）設置場所について

● 屋外への設置

① 崖等の段差付近

(ア) 崖等の段差の上端付近にあつては、上端から高さ以上離れていない場所、または段差の下端から高さの3倍以上離れていない場所（高さ程度～高さの3倍の範囲は要調査）。また、大きな揺れで崩壊の危険が推測される不安定な場所。

(イ) 崖等の段差の下端付近にあつては、崩落等の影響のおそれがある場所。

② 特殊な地盤

(ア) 花壇や、小さな池を埋め立てるなど特殊な地盤に設置しており、その下にある本来の硬い地盤まで掘り下げて震度計台が設置されていない

(イ) 盛土の場合、十分な転圧が行われておらず地盤が軟らかい

③ 震度計台の直下に、空洞や地下タンク、地下埋設管などがある

④ 高い柱状構造物や大きい樹木が近傍にある（1 mないし高さの 1/10 も離れていない）。低い柱状構造物であっても震度計台の基礎部がつながっている

⑤ 車等の衝突などの恐れがあっても対策がなされていない

● 屋内への設置

⑥ 建物が免震構造や制震構造など人工的に震動を制御する機構である

⑦ 建物の耐震性が低く大きな地震時に倒壊するおそれがある

⑧ 2階以上、あるいは地下3階以下に設置してある

⑨ 設置床面が強固ではない

（２）震度計台について

⑩ 震度計台に空洞があつたり、コンクリート等の強固な材質でできていない。また、コンクリートに段差やひびが多く入っている

⑪ 震度計台が縦長であつたり下面が上面よりも広い形状でないなど不安定な形状で、埋設したものを手や足で押すなどして揺れるもの

⑫ 震度計台が本来の地盤下に 1/2 以上埋設されておらず、震度計と地盤との一体性が確保されていない

(3) その他

- ⑬ 震度計の固定状況において、床面に設置する場合、床面が強固でない。
- ⑭ 床面や震度計台と震度計がアンカーボルト等により強固に結合されていない
- ⑮ 震度計台が許容範囲を超えて傾いている
- ⑯ 落下物の衝突の可能性があるが対策がなされていない

【震度情報を発表できる条件を満たしていない震度観測点の対策】

上記の震度情報を発表できる条件を満たしていない震度観測点の条件の項目に対しては、次のような対策を講じることを推奨する。

(1) 設置場所について

● 屋外への設置

(1) ① 崖等の段差付近

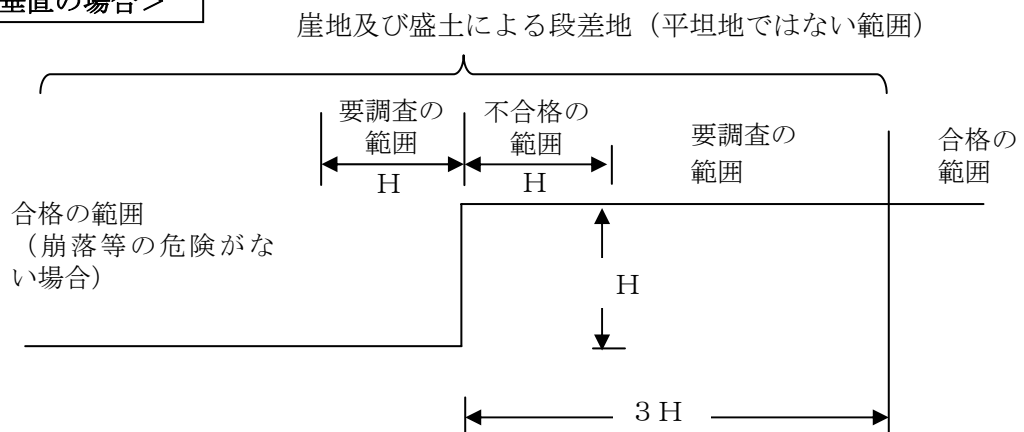
平坦ではない地形で崖等の段差となっている場所においては、高さによらず脆弱な土留めや崖等の段差の端の近傍など強震時に崩壊の危険が推測される場所、または大きな揺れで崩壊の危険が推測されるなど不安定な設置場所などを回避しなければならない。

崖等の段差の上端付近での地震動は、局所的に大きくなる恐れがあることから、上端付近に設置する場合は段差の上端から高さと同程度以上離れた場所、及び下端付近からの高さの3倍程度以上離れた場所とするのが望ましい（高さ程度～高さの3倍の範囲は要調査）。

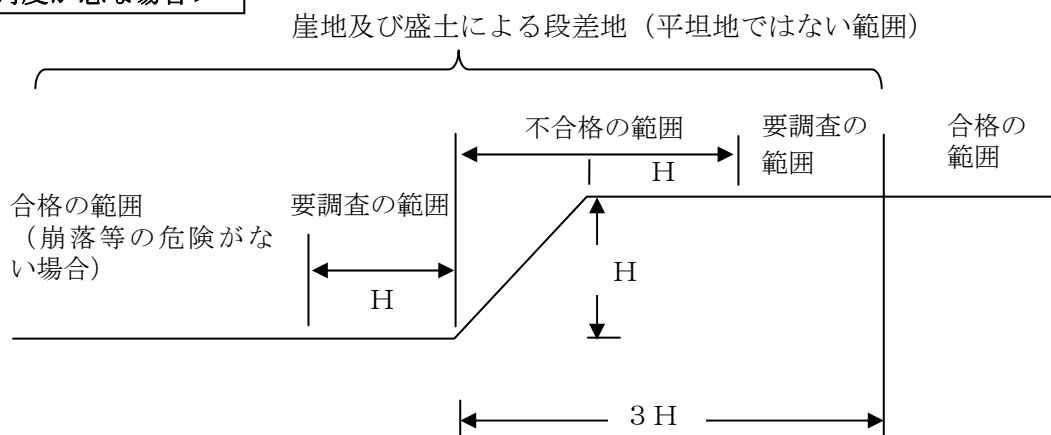
また、段差の直下では地震波がやや小さくなる傾向があることや、崩落のおそれがあることから、段差の下端付近で高さ程度以上離れていない箇所に設置する場合は、崩落等の影響のおそれの有無や揺れが周囲と異ならないかどうかを確認する。

崖等の段差の近傍において上記の条件を満たした観測場所が見つからないが近くに庁舎等の建物がある場合には、建物内に設置することも視野に入れて検討する。

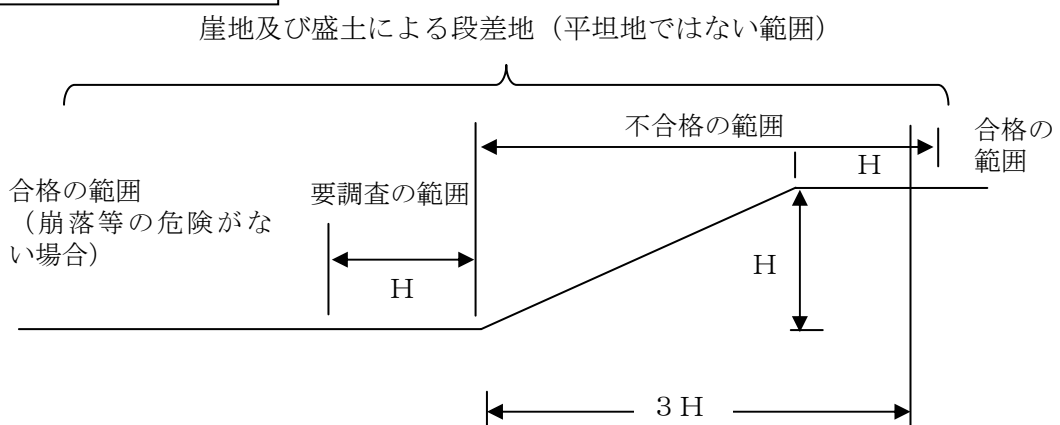
<段差が垂直の場合>



<段差の角度が急な場合>



<段差の角度が緩い場合>

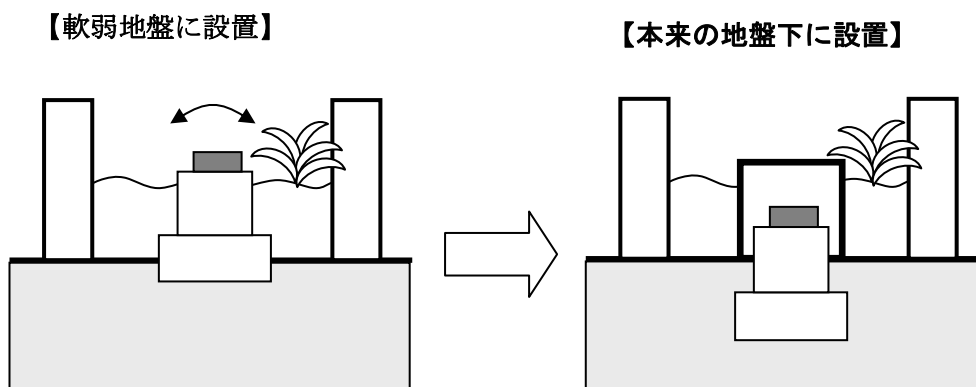


注) 要調査のものは、調査を行い、その結果に応じ、合格または不合格に区分する。

(1) ② (特殊な地盤)

花壇や小さな池の埋め立て跡（以下、「花壇等」）などその場所のみに見られる特殊な地盤種の場所への設置は、局所的な影響の要因となるため避けた方が望ましい。

なお、花壇等の場合、その盛土の厚さが薄い場合は盛土を取り除いた上で震度計を設置するなどその下の本来の地盤と震度計が十分結合するなど工夫する場合には震度観測を行っても良い。



また、盛土などにおいて、地盤の軟らかさが不明の場合は、震度計台周辺で飛び跳ねたり震度計台を手や足で押すなどにより地盤の軟らかさを確認する。

そのほか、地盤の状況を調べる方法としては、次のような方法が挙げられる。なお、近傍の適地での震度観測と同時観測を行って同等の観測結果が得られることが分かった場合、観測を行っても良い。

<地盤の状況等を調べる方法の例>

- A) 盛土であるのか切土であるのかを付近の住民等から聞き取り調査を行い確認する
- B) 新旧の地形図や航空写真、地形図、地質図等を参照し、地形・地質を把握する
- C) スウェーディング式サンプリング等の簡易的調査を行い、地盤の強度を判定する
- D) 表面波探査、常時微動測定等の物理探査手法を用いて、地盤の剛性や振動特性を把握する
- E) ボーリング調査を行い、詳細に調査を行う

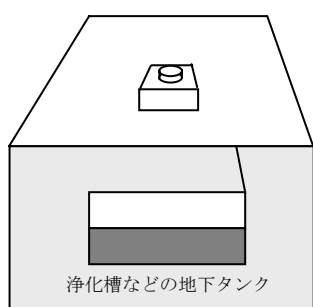
(1) ③ (空洞や地下タンク、地下埋設管等の存在)

震度計台の直下付近に空洞や地下タンク、地下埋設管等がある場合、地震動の伝わり方が特異となり、地下タンクの内容物の揺れなどにより、局所的な影響を受ける恐れがあるため、そのような場所は避ける必要がある。構造物からは最低限、奥行き $\frac{1}{10}$ (1 m未満の場合は1 m) 程度は離すことが望ましい。

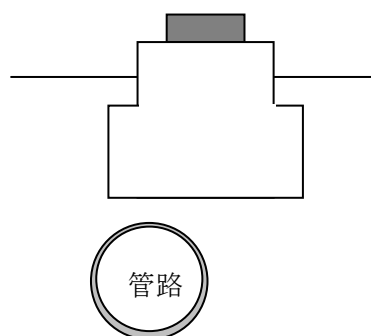
また、震度計台の直下に地下埋設管がある場合、埋設管周辺の地盤が緩んでいることがあるので、直上付近は避ける必要がある。

なお、建物の近傍は地下埋設管が多いため、それらの有無について調査する。

【直下に地下タンク等がある】



【震度計台直下に埋設管がある】



(1) ④ (柱状構造物等の近傍)

震度計の近傍に柱状構造物 (鉄塔やポール、樹木など) がある場合には、これらの揺れが震度観測に影響を及ぼす恐れがあるため、できるだけ距離をとっておく方がよい。

人工構造物の高さに相当する距離を離しておくことが理想であるが、最低限、高さの $\frac{1}{10}$ (1 m未満の場合は1 m) 程度離すこととする。

なお、樹木については、当初設置したときに小さな木であっても、後年大きくなり影響を与えることがないように十分距離をとっておく必要がある。

(1) ⑤ (車等の衝突)

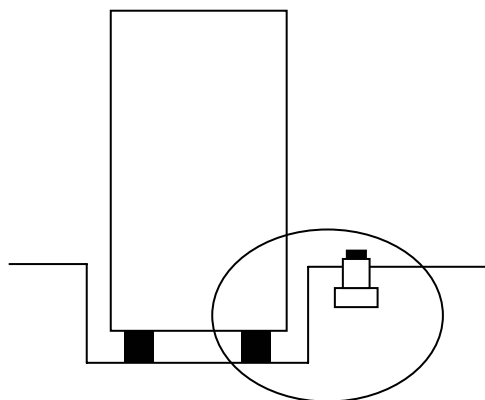
駐車場内に設置した場合は、車の衝突などの恐れがあることから、保護柵を設置するなどの対策を講じる。

● 屋内への設置

(1) ⑥ (免震構造や制震構造建物への設置)

免震構造や制震構造など人工的に震動を制御する機構を持った建物は、強震時に建物が大きく揺れるのを回避することを目的としており、明らかに地震動と異なる揺れが想定されるので、避けるべきである。

なお、免震構造物の近傍地盤に設置する場合には、免震ピットを崖として判断して、設置する地点を検討する必要がある。



(1) ⑧ (建物内設置における設置階数)

建物の階数が高くなるほど揺れが大きくなることや地階が深くなるほど揺れが小さくなる傾向があることから、2階以上もしくは地下3階以下に設置してはならない。

(1) ⑨ (設置床面の状況)

震度計を設置する床面は強震時に破壊されないようコンクリートの床面であるなど強固でなければならない。強度に影響はないと思われるが、ひび割れ等の損傷が見られる床面は避ける。

(2) 震度計台の設置について

(2) ⑩ (震度計台の材質)

震度計台は強震時でも壊れないような材質（コンクリート等）、構造（空洞がない）でなければならない。

また、震度計台のコンクリートに段差（1mm 以上）やひび（0.2mm 以上）が多く入っている場合には、補修を行うかまたは取り替えを検討する。

(2) ⑪⑫ (震度計台の形状、大きさ)

気象庁の震度計台（凸型、上段：一辺 50cm 高さ 50cm、下段：一辺 1m 高さ 60cm）と同様の形状が望ましい。それ以外の場合、縦長でなく（高さが底辺の 1 倍程度未満）、重量が震度計の 100 倍以上あることが望まれる。震度計台が縦に細長い形状の場合はロッキング振動（ブロック型構造物が両端を中心に回転運動を繰り返す振動）を起こしやすくなると考えられ、地震の揺れとは異なる揺れの要因となる。

(2) ⑬ (震度計台の埋設)

震度計台は周囲の地盤と一体となって振動するように、本来の地盤下に、十分埋設する必要がある。震度計台の埋設は高さの 2 / 3 程度以上とすることを推奨する。

強震動により震度計台がガタついたり、傾いたりしないようにするためには、地盤下に最低でも震度計台の高さの 1 / 2 以上を埋設する必要がある。

(2) ⑭ (震度計の固定)

強震時に震度計が地震計台または建物床面等と一体となって振動するよう、震度計は基礎台や建物床面とアンカーボルトにより、強固に結合されていなければならない。

(3) その他

- ✓ 震度計に落下物がある場合には、落下物を取り除くか、震度計にカバー等をして震度観測に影響のないようにする。
- ✓ 震度計の近傍に、道路（特に、大きな道路や高架橋）や鉄道、または空調機や他の観測機器等がある場合は、震度観測への影響があるのかを検討する。

上記の設置環境基準に加え、住民の体感震度等も参考にして、気象庁の発表対象とするかどうかを最終判断する。

○ 地元住民から「震度が異なる」との意見がある震度観測点の取り扱いについて

震度の観測点には、整備により、次の２種類の観測点に大別される。

（１）初動体制の基準用として整備された震度観測点

気象庁整備の気象官署及び都市部等の震度観測点（約 440 地点）、地方公共団体整備の震度観測点（約 2840 地点）がこれにあたる。

（２）地震観測を目的として整備された震度観測点

気象庁の地震津波早期検知網（約 180 地点）、（独）防災科学技術研究所の K－N E T の震度観測点（約 780 地点）がこれにあたる。

地質や地形条件等により震度が異なることから、地域内には揺れやすいところと揺れにくいところがある。地域住民から「震度が異なる」との意見があった場合には、「地域内で震度が同一でない」旨を説明し理解して頂く必要がある。しかし、その差について住民の方々の理解が得られない場合には、次のとおりの取り扱いとするのが適切と考える。

（１）初動体制の基準用として整備された震度観測点

■想定される状況

観測点がやや軟弱な地盤上にあるなどして、観測される震度が、観測点付近の住民の体感震度や同一市町村内の他の観測点と比べて常に大きい場合。

あるいは、観測点が比較的硬い地盤のところであり、多くの住民の体感震度や同一市町村の他の観測点と比べて常に小さい場合。

●対処案

地元の方々の理解が得られる適地に移設する必要がある。

<事例 1>

多くの住民の居る地域から離れた場所の斜面上端付近に観測点があり、市の中心部に比べて震度がやや大きめに観測され、その地域を代表する防災指標として、不適切との意見もあげられている。

<事例 2>

多くの住民が住む場所から少し離れた地盤の硬い所に震度観測点があり、震度計で観測される震度が住民の体感震度に比べて常に小さいことが指摘されている。

<事例 3>

震度観測点は、住民の居住区域にはあるものの、震度計のある場所の局所的な地質等の条件により、周辺に比べ震度が大きい（或いは、小さい）と指摘されている。

(2) 地震観測を目的として整備された震度観測点

■想定される状況

微小地震を含む地震観測のため観測点が地盤の硬い山間部等があり、観測される震度が、居住区域に比べて常に小さい場合。

あるいは、観測点がやや軟弱な地盤上にあるなどして、多くの住民の体感震度や同一市町村の他の観測点と比べ常に大きい場合。

●対処案

多くの地元住民の体感震度や同一市町村の他の観測点の震度と異なり、震度を発表することにより防災対応に混乱を生じると地元地方公共団が判断する場合には、地震観測を目的とする観測点の震度の発表は行わない。

このことにより、その市町村の初動体制の基準用の震度観測点が皆無となる場合、地元地方公共団体は新たな震度観測点を整備する必要がある。

<事例4>

微小地震を観測するための震度観測点は、震度が小さいとの理由からの移設は行わない。住民や地方公共団体の理解がある場合は発表を継続する。

<事例5>

強震観測を目的とした観測点の取り扱いはどうするか？

○ 設置環境としては適切でないと判断されるが、地元住民からは「観測されている震度は地元住民の体感震度と殆ど同じ(適切)」と認識されている震度観測点の取り扱いについて

地震の揺れは、地質や地形等の条件によって異なり、一見すると設置環境として適切でないと判断される場所においても、その場所の揺れの大きさ(震度)が、周辺住民の居住地域の揺れの大きさ(震度)と殆ど同じである場合がある。

このような震度観測点については、防災対応の観点から、震度を発表するに十分な条件にあると判断し、震度計設置環境基準としては「合格」として取り扱うこととするのが適切と考えるがどうか？