

震度に関する検討会
(第 1 回)

設置条件等の不適切な観測点の点検とその扱い

平成 20 年 12 月 8 日
消防庁・気象庁

観測点のあり方、設置条件に関する検討事項

【Ⅰ】防災対応の指標として、ある場所の震度を計る際に必要な条件とは

○震度に関して問題とされる例

- ※発表される震度が、付近の揺れと比べて常に大きい(小さい)。
- ※小さい震度ではそれ程でもないが、大きな震度では付近の揺れとの差が大きい
- ※隣接する観測点で、震度の差が大きい
- ※隣接する観測点で、一方は、すぐに震度 1 以上となる（震度 1 以上の回数）

○どういう施設に設置すべきか

- ※地域の防災拠点となる役場、消防署などのほかに、どんなところがあるか
- ※震度データを確実に伝達するため、通信経路の多重化を考慮して、無線通信系を確保できる役場などに設置する例が多い。市町村合併等で無線通信系の設備が無くなる場所では、どのように震度観測を継続すれば良いか

○どういう設置方法が良いか

- ※震度計台は建物や柱状構造物からどの程度離すべきか
- ※設置候補地の近くに段差や斜面がある場合、どれくらい離すべきか
- ※震度計台の形状やサイズはどういうものが適しているのか
- ※建物内に設置することの適否をどう考えるか

○代表性確保のために考慮すべきこと

- ※地域内に揺れやすいところと揺れにくいところがあり、その差が大きい場合、どこで観測するのが良いか
- ※人口密集地に比べて震度観測点の地盤が柔らかく、発表される震度が大きめになる場合、どの程度なら問題ないか。（人口密集地に比べて震度観測点の地盤が固く、発表される震度が小さい場合、どの程度なら問題ないか）
- ※人の住んでいないところに観測点があっても、人口密集地の揺れと概ね合っていれば、その地域の代表値として問題ないか

【Ⅱ】移設、新設時に確認しておくべき事項とは

○観測場所としての適否をどのように評価するか

- ※盛土などの場合、地盤として問題ないことをどのように確認するか
- ※簡便に行える良い方法はあるか

【Ⅲ】観測点の点検として実施すべき事項とは

○必要な点検項目、内容とは何か

※環境の変化

※機器の動作状態（劣化）

【Ⅳ】情報発表する際に留意すべき事項とは

○情報発表名称を決定する際に留意すべきことは何か

岩手県洋野町大野の震度計台の調査について

岩手県洋野町大野の震度観測点について、震度計台の埋設状況等の調査を行った。

1. 設置場所の状況

震度計台は岩手県洋野町役場大野庁舎の敷地内、隣家との土地境界にある高さ 1.6 m程度の斜面の上端付近に設置してある。

2. 調査結果概要

- ・震度計設置箇所付近は、庁舎建設時（昭和 47 年）に盛り土を行った場所（洋野町役場大野庁舎の職員より聴取）。
- ・周辺の住民等から、震度が大きいのではないかとの声があったとのこと。
- ・震度計台付近の地盤の斜面は、全体として崩れかけている様子が見られ、また、震度計の北西側に位置する排水柵のコンクリート部に幅約 4 c mの亀裂が認められた。
- ・別途実施した地盤調査から、埋設箇所周辺の地盤が緩いことが分かった。
- ・震度計台直下 20 c m程度のところに、直径 33 c mの土管が埋設してあった。

震度計台の設置位置、埋設状況・寸法等を図 1、2 に、地盤調査結果を図 3、4 に示す。また、震度計台付近の斜面の様子を写真 1、排水柵コンクリート部の亀裂の様子を写真 2、設置作業及び埋設状況の様子を写真 3～7 に示す。

3. 異常な震度を観測した原因について

- （1）震度計の設置地点が斜面に近いこと、当該箇所が盛り土でありかつ緩い地盤であったことから、揺れが増幅されやすい条件にあったことが推測される。
- （2）震度計台直下に土管が埋設されていたことから、震度計台直下の地盤が不均質な状態となっており、揺れに影響を与えた可能性がある。

4. 今後の対策

震度計が上記のような地盤条件等の場所に設置されないよう、設置環境の基準や要領の改善を検討する。

（具体的な内容については、震度に関する検討会にて検討を行う。）

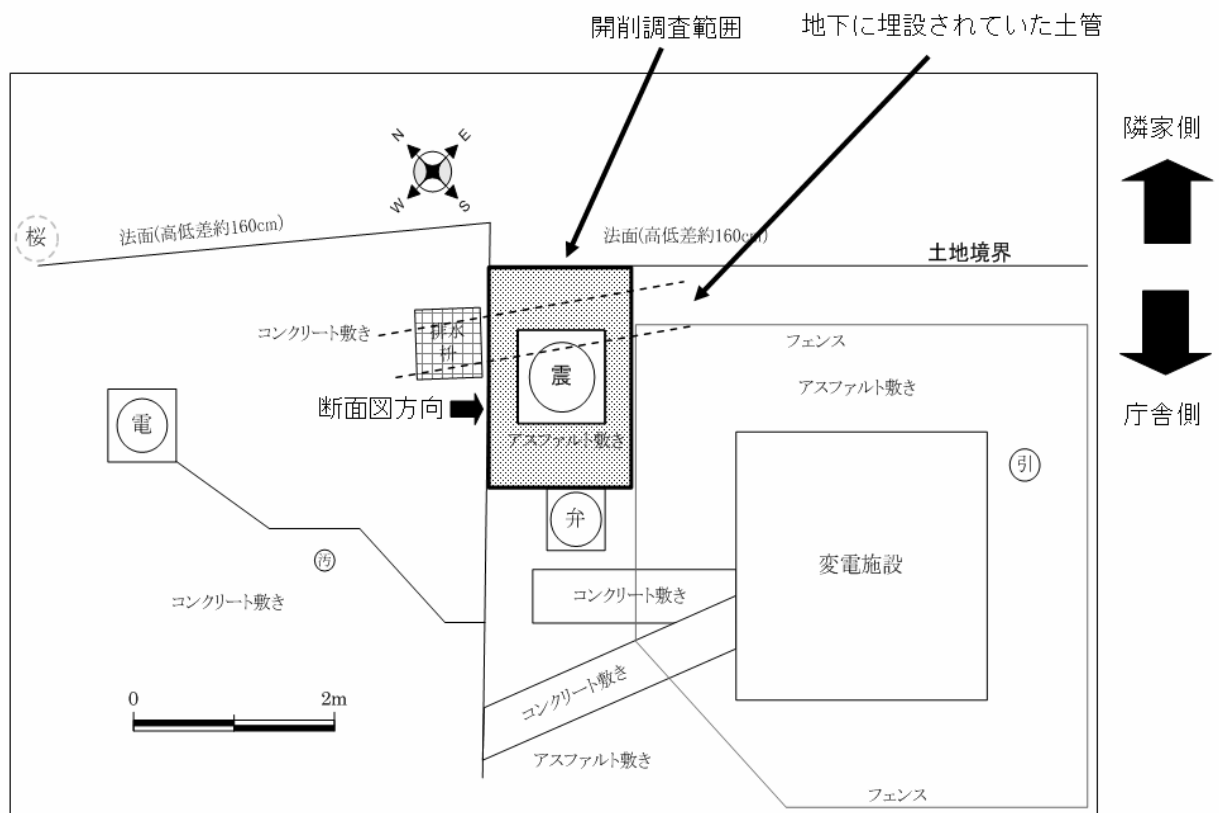


図 1 開削調査範囲図

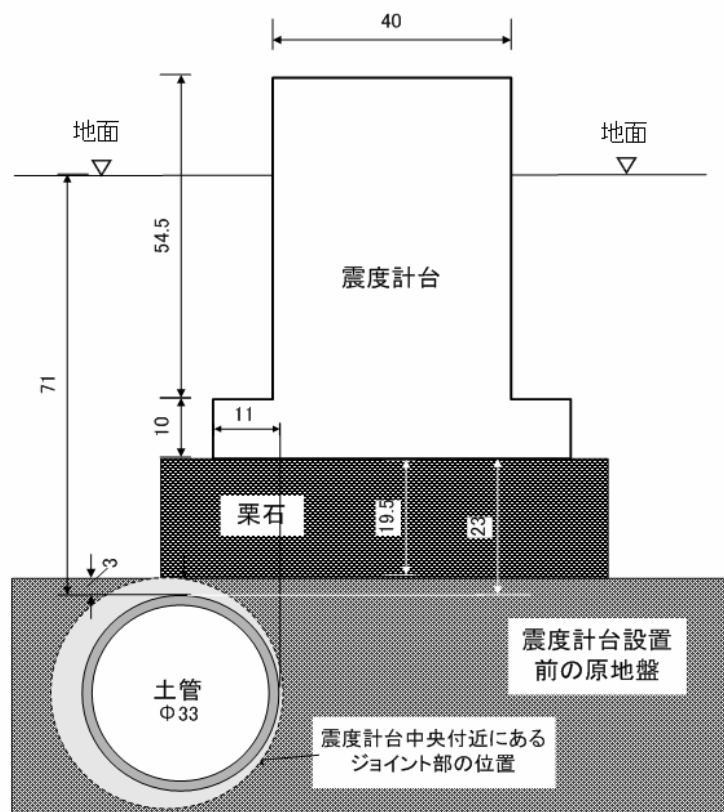


図 2 震度計台及び土管の埋設状況（断面図）

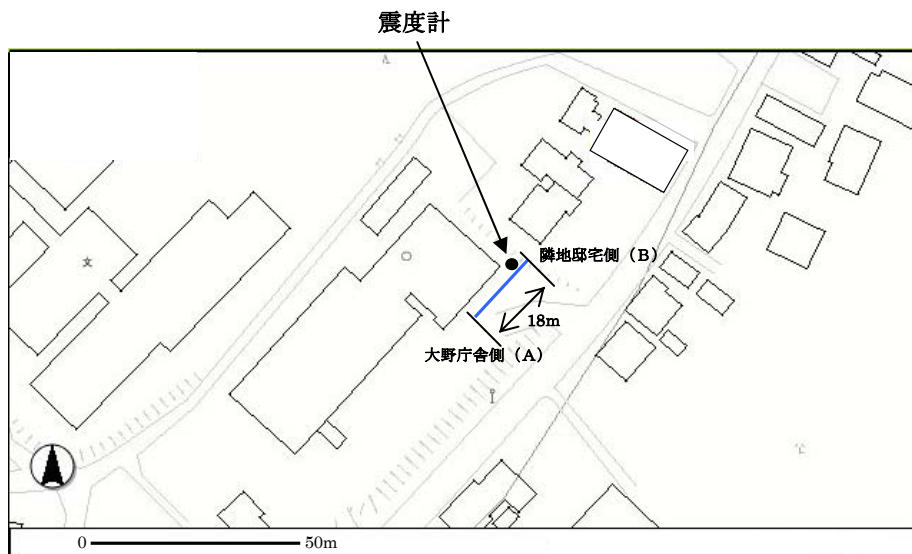


図3 表面波探査の測線位置図

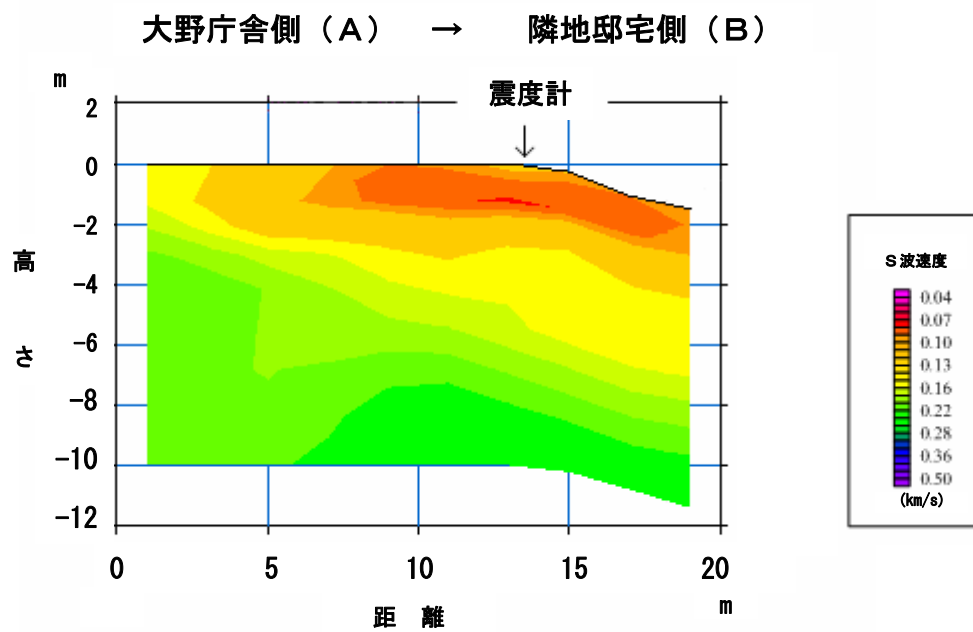


図4 震度計付近の測線の断面図

震度計台コンクリート枡
(変電施設フェンス奥)



写真1 震度計台付近斜面



写真2 排水枡コンクリート部の亀裂



写真3 北西断面側開削終了



写真4 コンクリート枡の蓋撤去



写真5 砂利撤去後



写真6 震度計台周囲開削終了後



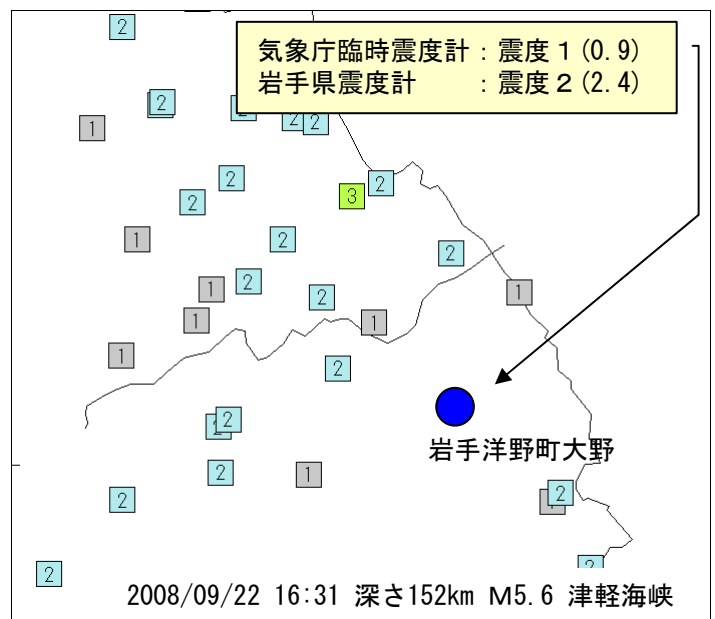
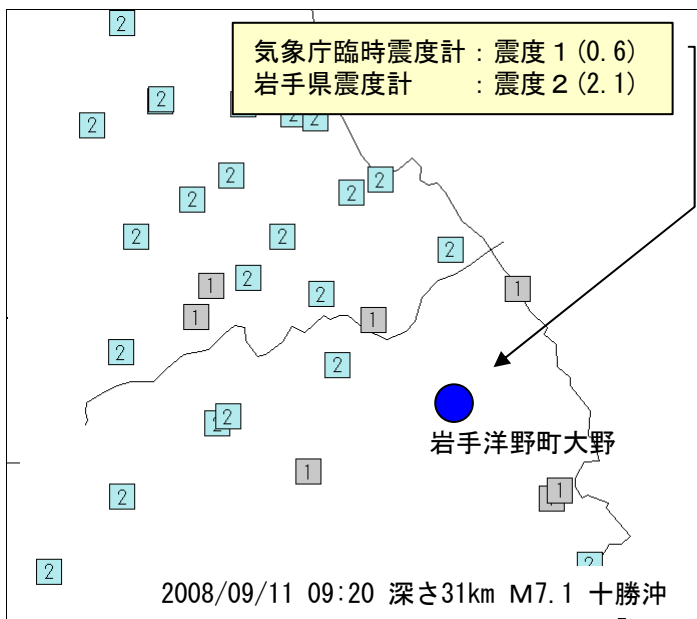
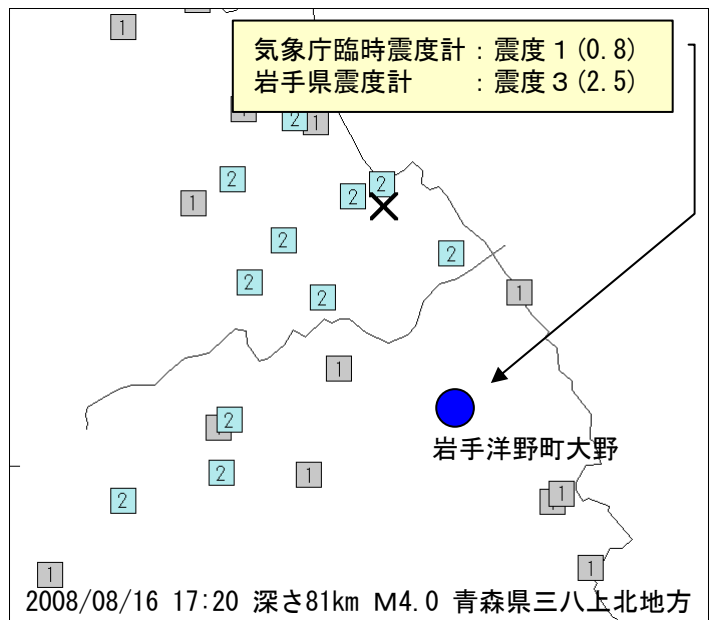
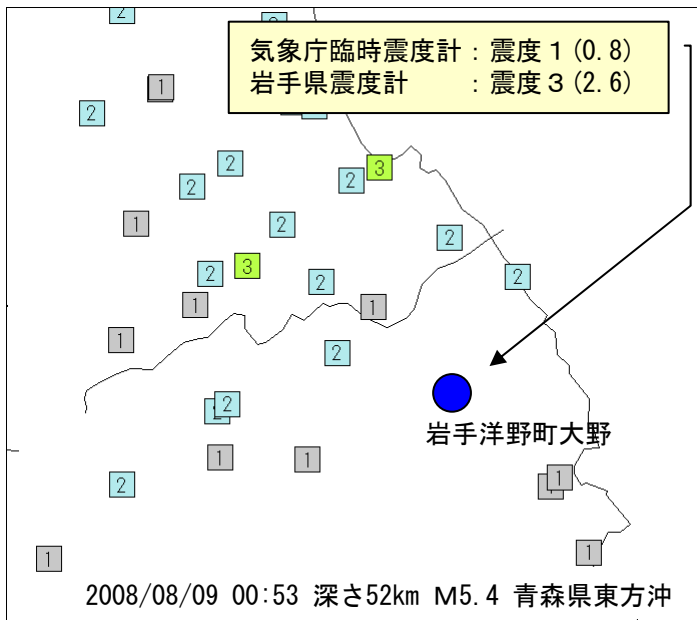
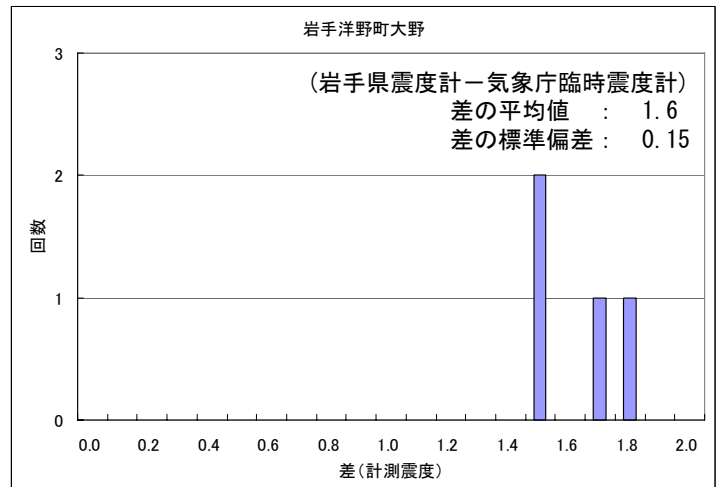
写真7 震度計台撤去後

気象庁の臨時震度計と岩手県の洋野町大野震度計との比較

期間：2008/07/25 18:00 ～ 2008/10/28 12:00

2008/07/25 18:00から2008/10/28 12:00の期間中に、気象庁の臨時震度計と岩手県の洋野町大野震度計で震度を観測した4地震について、比較を行った。

岩手県震度計が気象庁臨時震度計に比べて、平均で1.6（計測震度）大きい。



震度計の設置環境変動

庁舎と地盤における震度の違い

4 階建て程度の地方自治体庁舎で一般的な建物 1 階では周辺の自由地盤に比較して平均して約 0.2 程度計測震度が小さくなることが指摘できる。逆に、建物 4 階フロアでは自由地盤に比較して約 0.8 の震度増加がみられる。

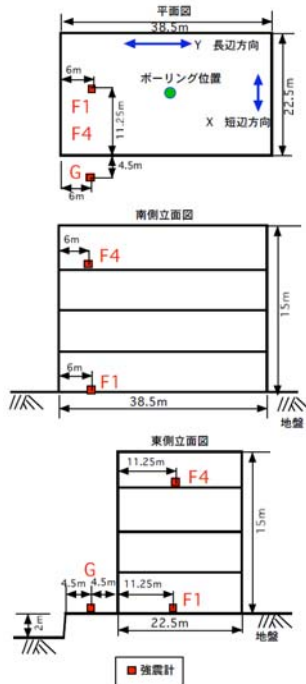


図 1 6 号館建物の概要と強震計配置

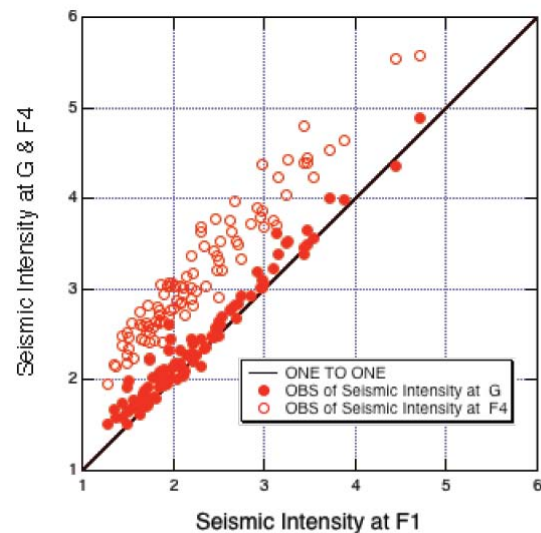


図 18 全地震の観測点による計測震度の違い（横軸：1 階フロア F1、縦軸：地盤 G および 4 階フロア F4）

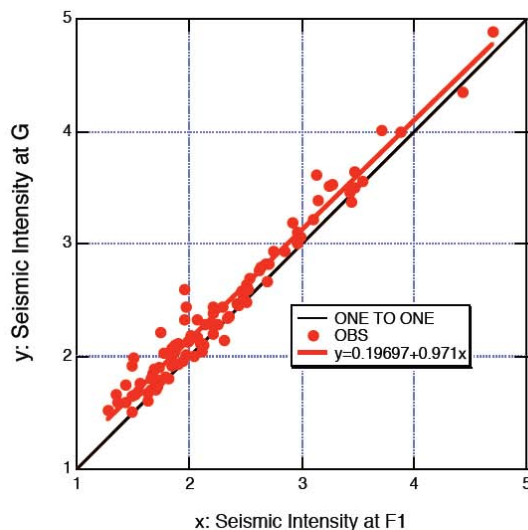


図 19 全地震に対する 1 階フロア F1 と地盤 G での計測震度の差異と回帰分析結果

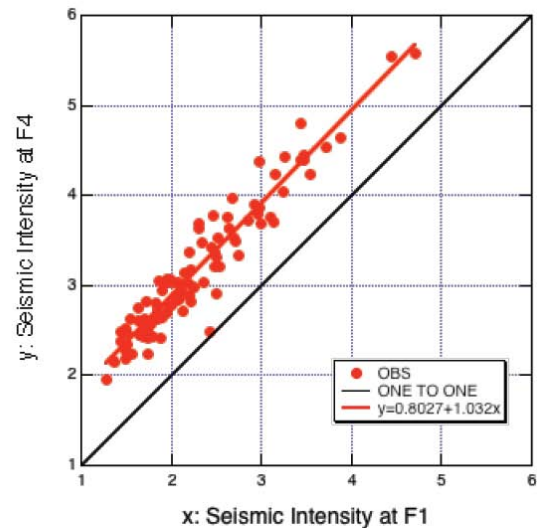


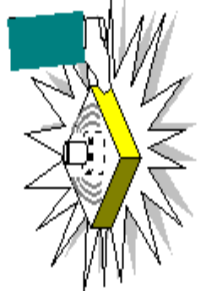
図 20 全地震に対する 1 階フロア F1 と 4 階フロア F4 での計測震度の差異と回帰分析結果

神山・長内・松川(2007)：地盤－建物アレー観測による震度の設置環境変動、日本地震工学会論文集、第 7 巻、第 2 号（特集号）

不適切な震度計の設置例

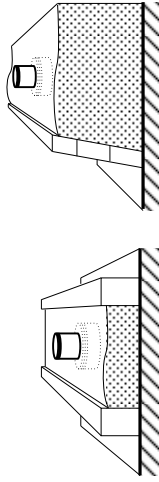
●基礎工事が不十分な場合

震度計台の埋設が不十分であったり、震度計の固定が強固でないなど基礎工事が不十分な場合には、震度計が独自在動してしまい、大きな震度が計測される。人間が蹴っただけでも震度を計測してしまう。



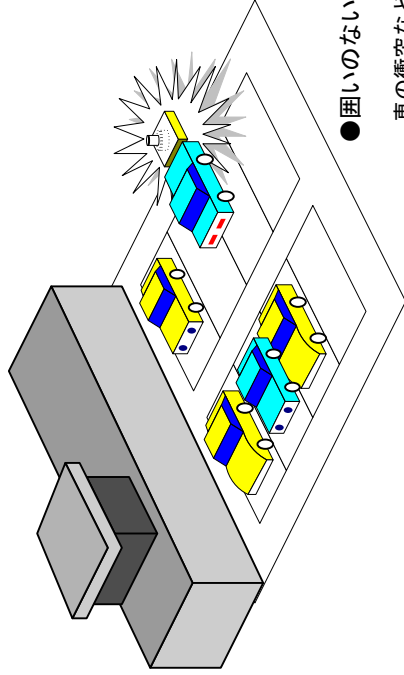
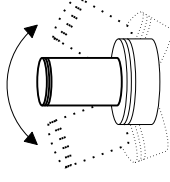
●盛り土等の上に設置した場合

盛り土等（造成地、土手、花壇、崖の近くの高台等）の上に震度計があると、揺れが増幅され周囲よりも大きな震度が計測される。



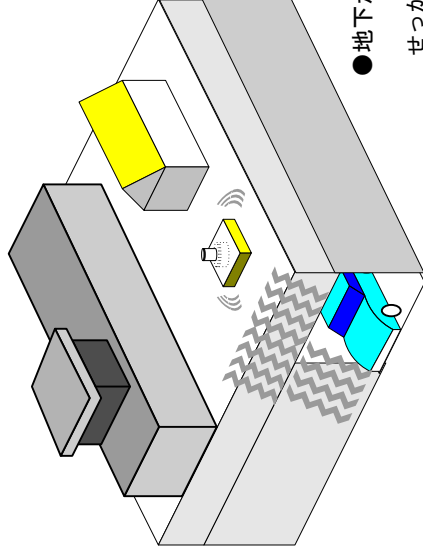
※ロッキング現象(Rocking)

震度計台を地盤が緩い場所などに設置した場合や震度計台の構造が不安定な場合（縦方向が長すぎるなど）には、震度計台自体が回転振動（ロッキング現象）してしまい正確な震度が計測できなくなる。



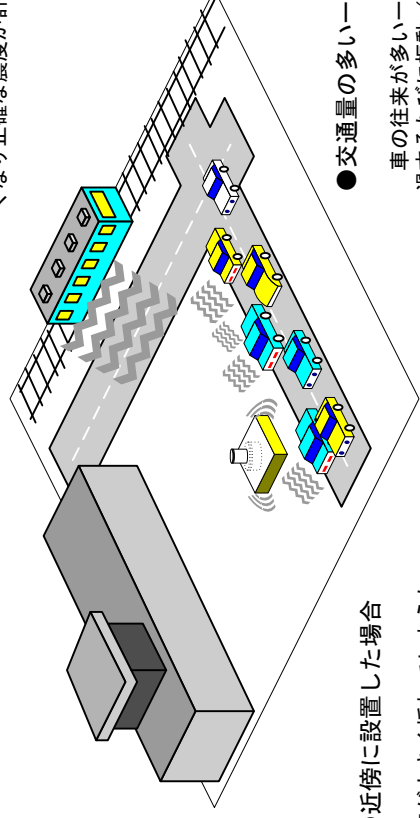
●囲いのない駐車場内に設置した場合

車の衝突などにより誤った震度が計測される。



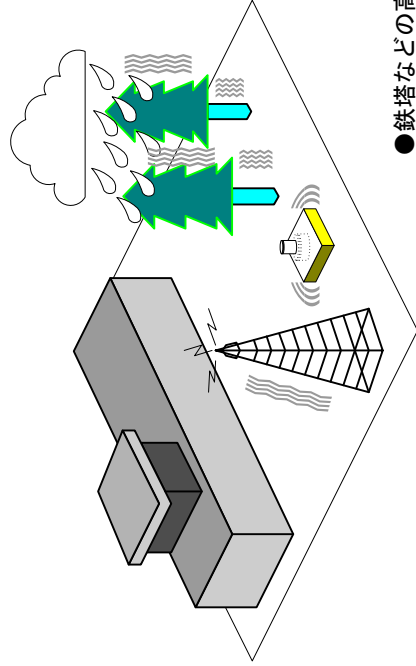
●地下が空洞になっている場所に設置した場合

せっかく基礎工事をしっかり施していても設置場所の地下が空洞になっていると、地震による揺れが大きくなり正確な震度が計測されない。



●鉄塔などの高い柱状構造物等の近傍に設置した場合

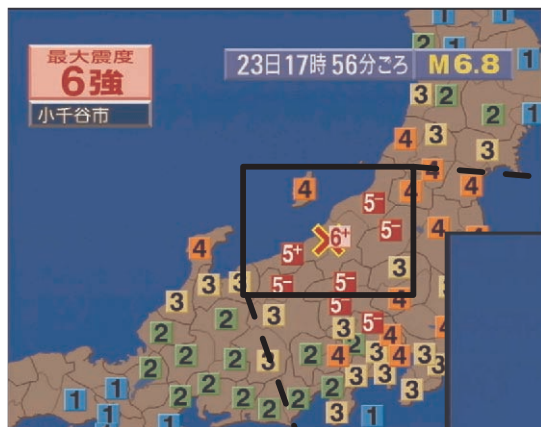
地震の際、鉄塔などの柱状構造物等が大きく揺れてしまうため、震度が大きく計測される。また、風雨等の影響でも柱状構造物等が揺れ正確な震度を計測できなくなる。



●交通量の多い一般道等の近傍に設置した場合

車の往来が多い一般道や鉄道の近くでは、車等が通過するたびに振動（ノイズ）が生じており、地震の際に正確な震度を計測できなくなる。また、ノイズにより振動が増幅され震度が大きく計測されることがある。

正確な震度観測を 行うために



地震発生直後の各地域の震度分布



地震発生直後の各市町村の震度分布

< 平成16年(2004年)新潟県中越地震 >

< 各震度分布図は日本放送協会提供 >

気 象 庁
平成17年8月
平成19年10月一部改訂



1. 震度計と震度観測体制

(1) 震度の観測について

気象庁では、明治17(1884)年以来、120年以上震度観測を実施しています。観測開始以来、震度観測は体感で行ってきましたが、観測を客観的に行い、その成果を迅速に発表するため、気象庁は、平成3(1991)年、世界に先駆けて震度計を開発しました。

平成8(1996)年4月からは、震度観測は全面的に震度計で行うこととし、体感による観測は廃止しました。同年10月からは、現在の10階級の震度階級(震度5及び震度6をそれぞれ弱・強の2階級に分割)による震度を発表しています。

(2) 震度計の導入のメリットについて

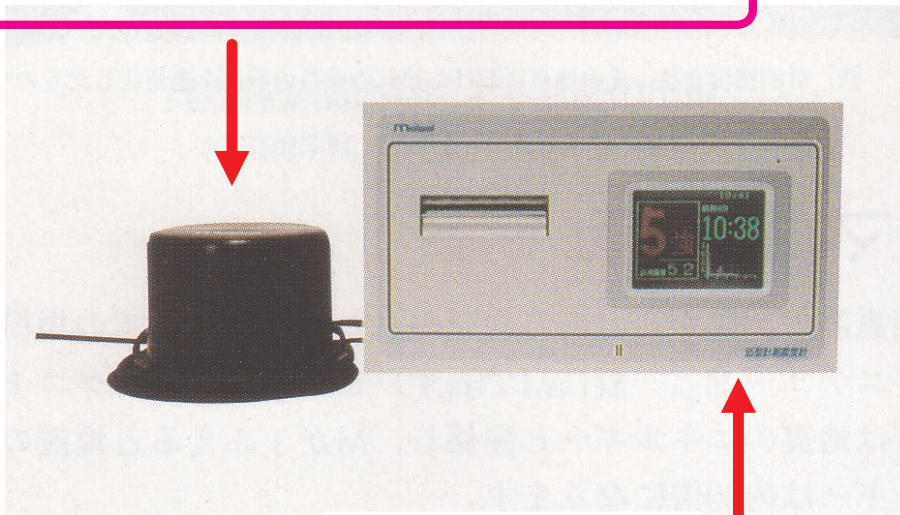
震度計の導入により、

- ①客観的な観測が可能。
- ②無人でも観測可能なため、震度計を設置することにより観測点の多点化が可能。
- ③震度データ収集が自動化されることにより、震度情報の迅速な発表が可能となりました。

震度計

計測部（加速度計）

地震による揺れを感知し、それを電気信号に変換する。



処理部

計測部から送られた信号から、震度を計算し、その結果を送出するとともに画面に表示する。

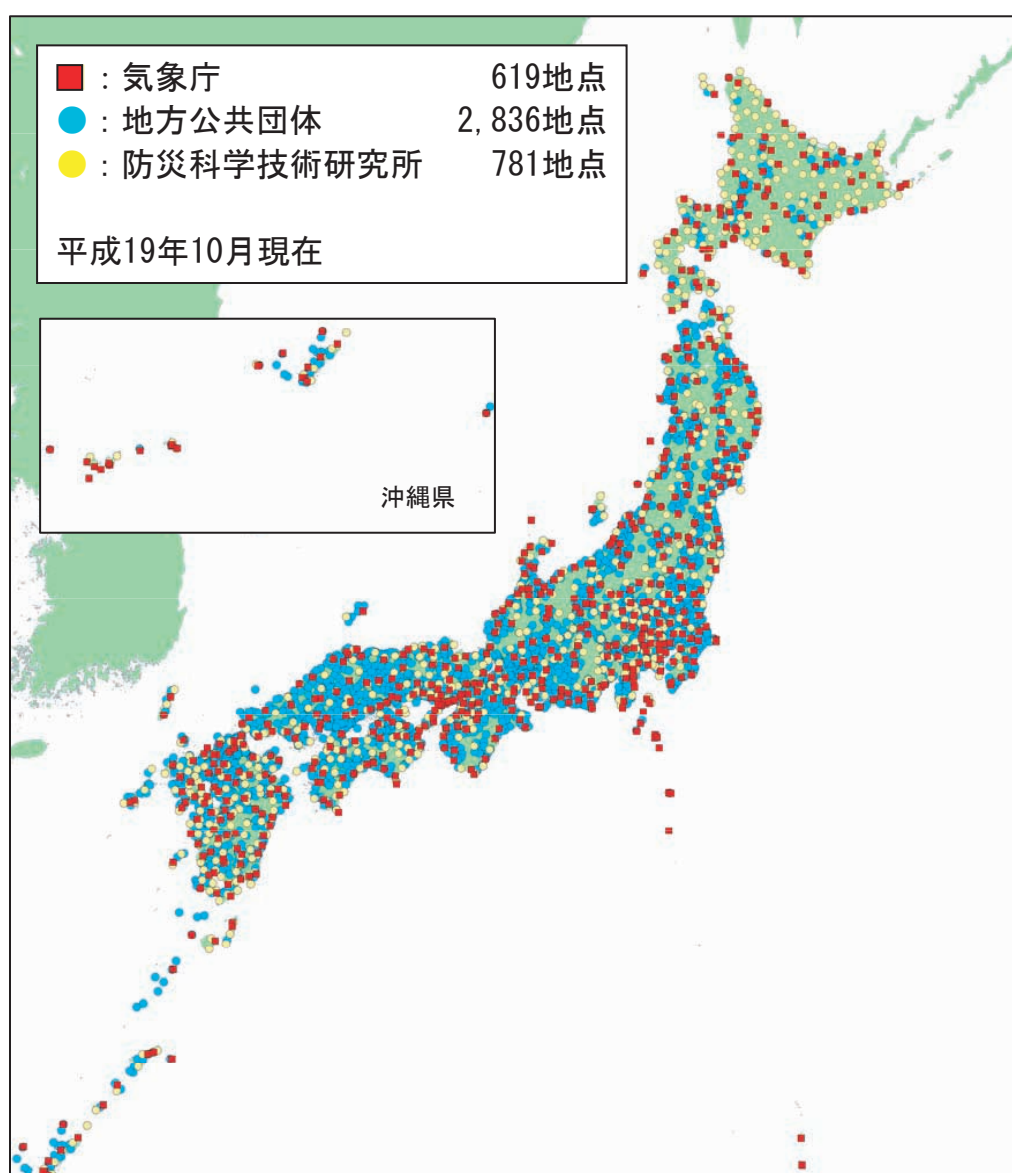
（３）震度観測体制について

平成19年10月現在、気象庁が発表する震度情報に活用している観測点は、約4200地点となっています（以下の震度観測点分布図を参照）。これらの震度計は、気象庁の他、都道府県等地方公共団体、（独）防災科学技術研究所により整備・運営されています。

観測結果は、各管区気象台等、都道府県庁または（独）防災科学技術研究所等に電話回線や防災行政無線等を使用し集約・処理され、地震発生から数分後には、気象庁へ提供されます。

なお、気象庁は、震度計の設置環境を事前に調査し、その評価を踏まえ震度情報に活用しています。

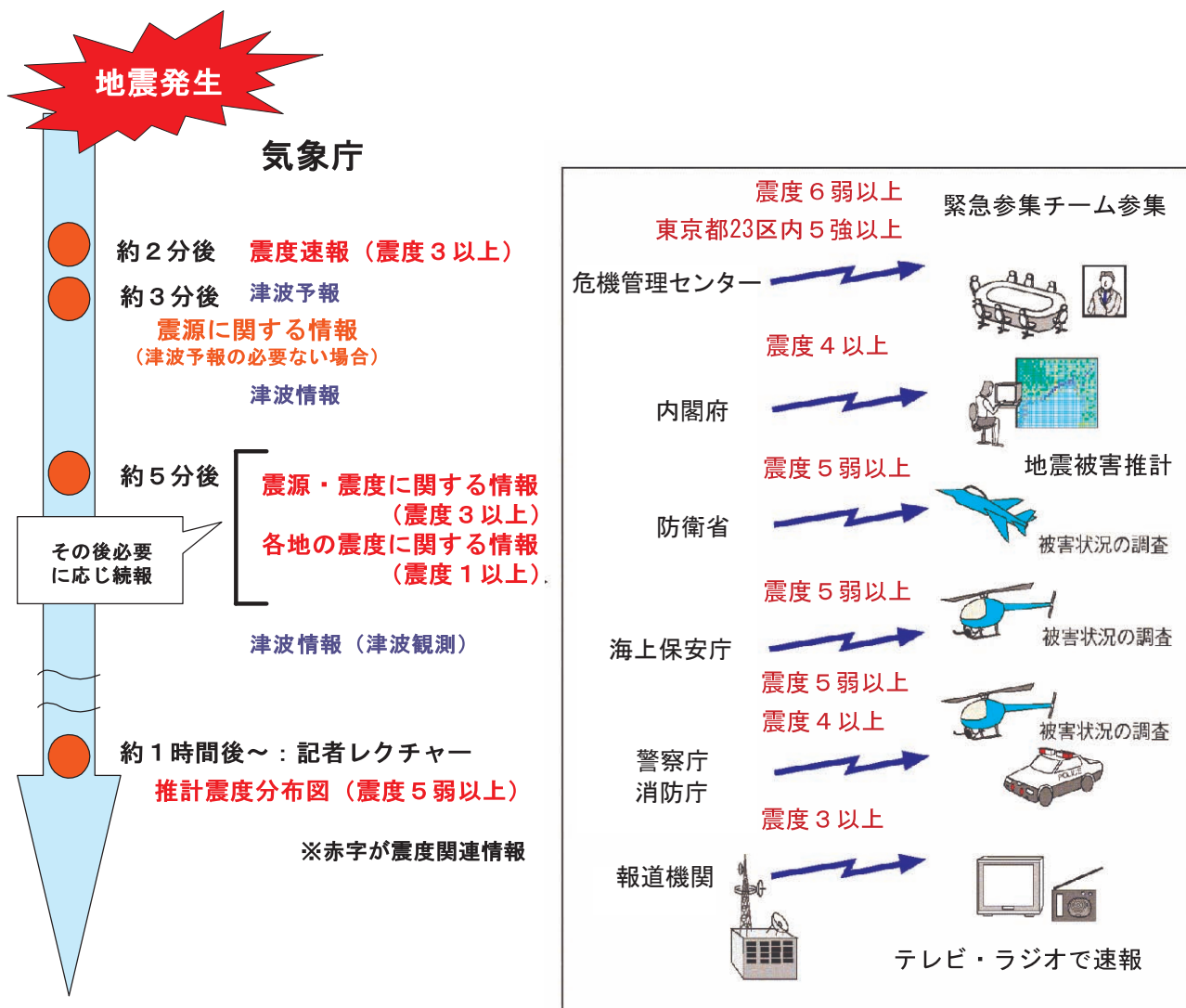
＜震度情報に活用している震度観測点＞



(4) 震度観測結果の利用と震度情報発表について

地震発生直後の震度観測結果は、気象庁から発表する震度情報に含められ、その情報は、発災後の初動対応の判断材料等として多くの防災機関に利用されており、地震防災上欠かすことのできない重要なものとなっています。

地震発生からの時間経過とともに、気象庁から発表する震度情報の種類を左下図(赤字)に、震度の大きさに応じて講じる防災対応の例を右下図に示します。



2. 正確な震度観測を行うために

－ 震度計の設置方法・設置場所について －

気象庁では、震度観測の信頼性を確保するため、震度計という測器が満たすべき性能の技術基準を定めるとともに、設置場所や設置方法等の設置環境についても評価基準を定めて、その改善に努めています。以下に、望ましい／避けるべき震度計の設置方法や設置場所について説明します。

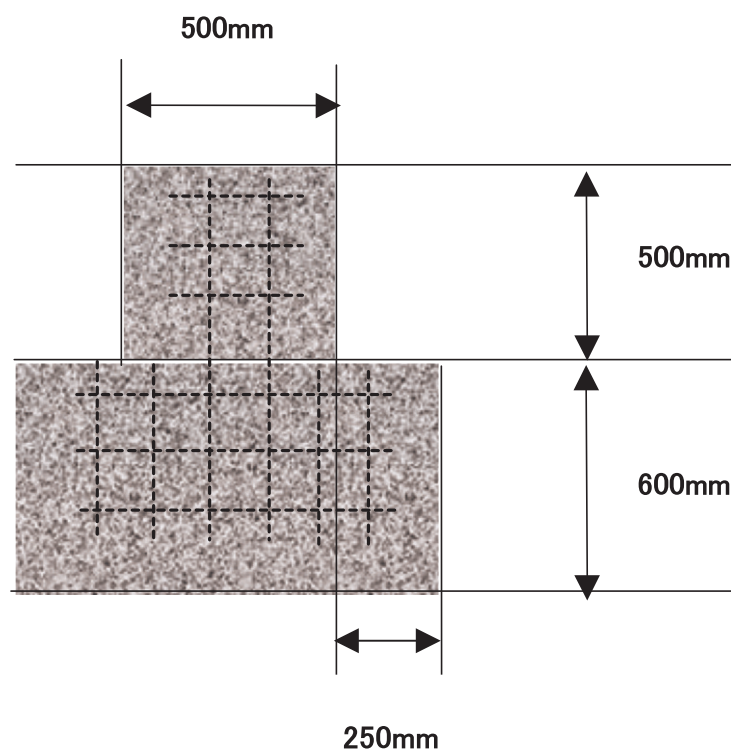
なお、設置方法や設置場所により震度計設置環境の総合評価(A～Eのランク表)を行っており、それについての説明は、最終ページを参照して下さい。

(1) 震度計台(基礎台)について

震度観測の基本は、地表面の地震動による揺れを観測することです。このため、震度計の設置場所は、『屋外』の平坦な地面が原則です。地面に震度計を固定するために震度計台(基礎台)を用います。

その震度計台は、下面が上面よりも広い形状を推奨します。それは、地震の強い揺れによる引き抜きに耐えるためです。さらに縦に細長い形状の場合は、ロッキング振動(回転振動)を起こしやすくなると考えられるため、地震動と異なる揺れの要因となるので極力避けたほうがよいと考えます。

下図は、気象庁の震度計台の例を示したものです。



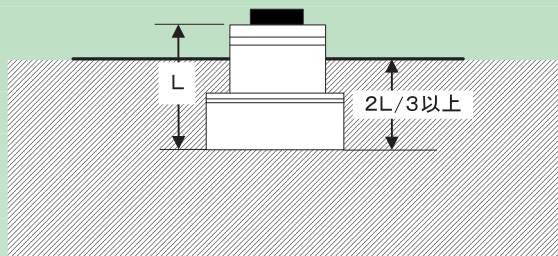
震度計台の例
断面図(南北、東西両方向とも同一)

(2) 震度計台の埋設について

(ア) 震度計台の十分な埋設(震度計台高さの2/3程度以上)を推奨

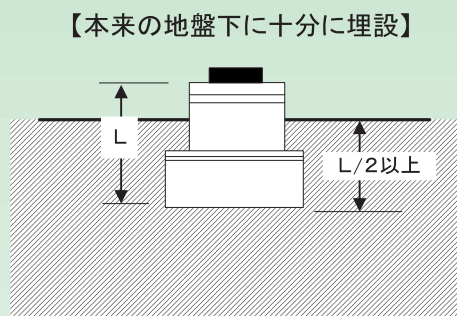
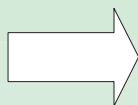
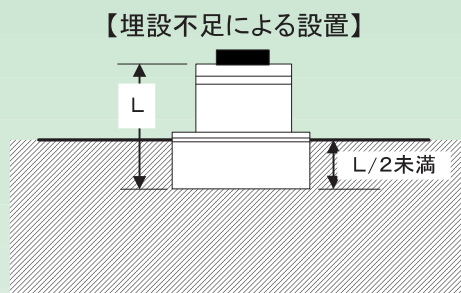
震度計台は周囲の地盤と一体となって振動するように、本来の地盤下に、十分埋設する必要があります。震度計台の高さの2/3程度以上埋設することを推奨します。

＜本来の地盤下に震度計台の高さの2/3以上の埋設＞



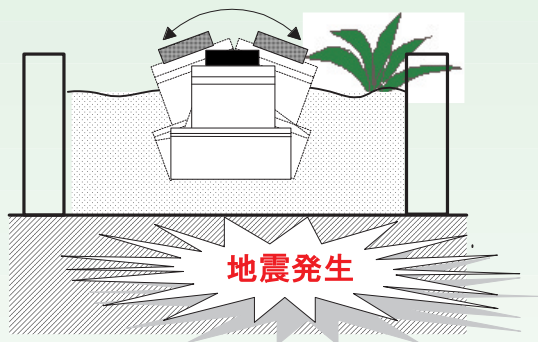
(イ) 震度計台の埋設における注意点

強震動により震度計台がガタついたり傾いたりして誤観測をすることがないように、本来の地盤下に、最低でも震度計台の高さの1/2以上埋設する必要があります。



※このような設置の総合評価は、「D」ランクとなります。

特に震度計台を花壇等の柔らかい腐植土等に囲まれた場所に設置した場合、例えば、地震動によりロッキング振動(回転振動)が発生し、過大観測する可能性が高いことから、このような設置は避けなければなりません。



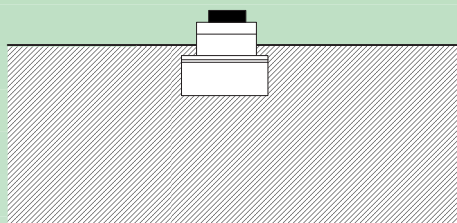
※このような設置の総合評価は、「E」ランクとなります。

(3) 設置場所の地形について

(ア) 平坦な地形で周囲に崖・段差がみられない場所への設置を推奨

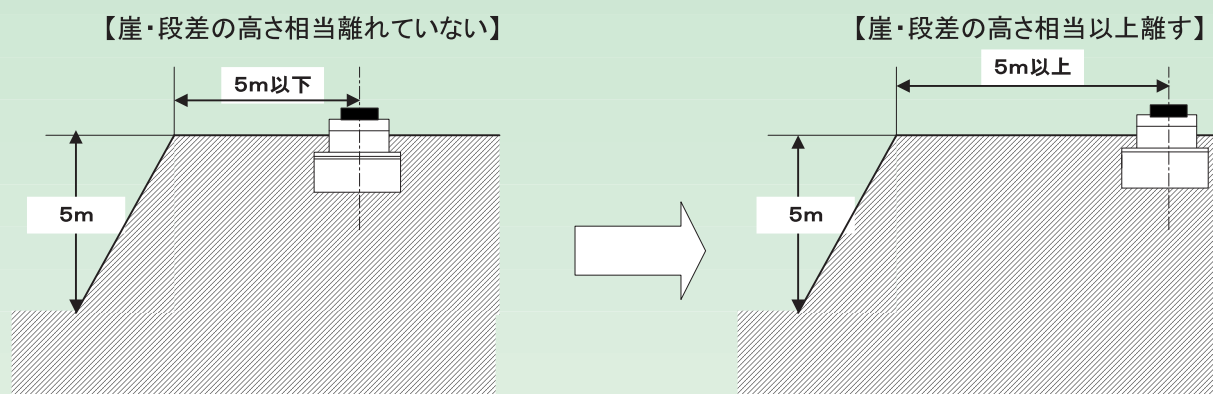
崖地や段差の上端付近では、地震波が集中するなど局所的に揺れが大きくなる恐れがあります。このような特異な地形の影響を受けないよう、平坦な場所への設置を推奨します。

＜平坦な地形で周囲に崖・段差もみられない＞



(イ) 崖・段差の上端付近へ設置する場合の注意点

周囲に平坦な土地がなく、やむをえず崖地や段差の上端付近に設置しなければならない場合、地震波が局所的に大きくなる恐れがある高さ5m以上の崖・段差では、最低でもその高さ相当以上離して設置する必要があります。



※このような設置の総合評価は、「D」ランクとなります。

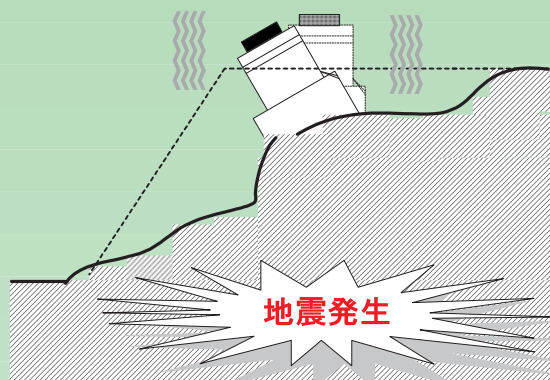
高さが5m未満の崖・段差の場合には、地形が震度観測に与える影響が小さいため、上端付近から高さ相当以上離れている必要はありませんが、強い揺れや豪雨等により崩れる可能性が高い場所は避けます。

なお、山間地域において周囲に平坦な土地が無く、傾斜地にも居住地域が広がっている場合、そのような場所に震度計を設置することで、むしろ防災上必要な震度情報を得られる観測点となり得ます。

さらに、崖地や傾斜地であっても露出した岩盤上に設置してある場合などは、周辺の土壤地面より地震波の増幅は抑制され、崖地等であるからといって一概に過大な震度観測の恐れがあるとは言えません。従って、このような露出した岩盤に設置してある場合は、崖地や傾斜地であっても防災上有効な震度情報を得るための観測点となり得ます。

(ウ)不安定な傾斜地への設置は不可

崖・段差の高さによらず、強い揺れや降雨により崩壊の危険があるような不安定な場所に設置してはいけません。



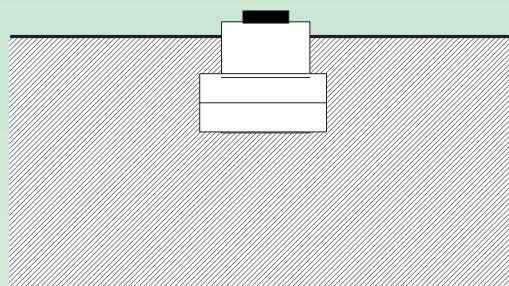
※このような設置の総合評価は、「E」ランクとなります。

(4) 設置場所の地盤について

(ア) 自然地形もしくは切り土への設置を推奨

設置場所の地盤は自然なもので、その地盤又は土質が広範囲に分布し共通した場所への設置を推奨します。

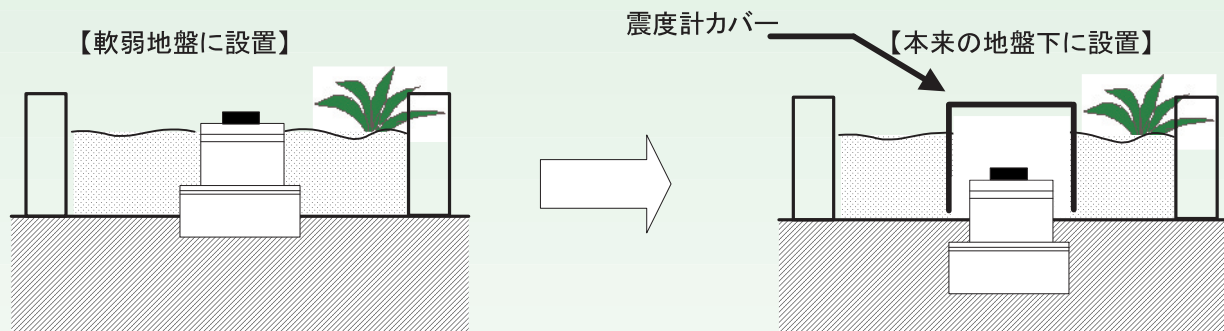
＜自然地形もしくは切土の地盤＞



(イ) 花壇等へ設置する場合の注意点

花壇や小さな池の埋め立て跡など、その場所のみに見られる軟弱地盤などに震度計台を設置した場合は、局所的に地震波が増幅されたりロッキング振動が現れたりする恐れがあります。

なお、周囲に適地が無く、どうしても花壇などに設置する場合には、表面の腐植土などを取り除いて、本来の地盤下に震度計を設置する必要があります。あるいは、パイルを打って本来の地盤との結合を強固にするなど施工に工夫が必要になります。

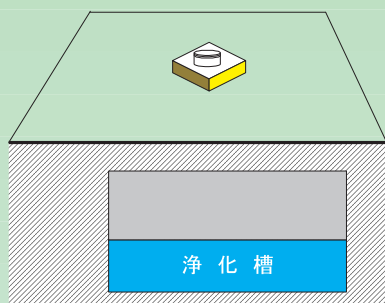


※このような設置の総合評価は、「D」ランクとなります。

(5) 地下にタンクや空洞がある場所への設置について

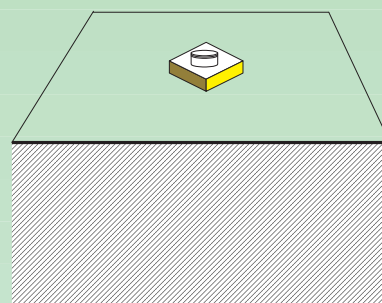
震度計台の直下付近に地下タンクや空洞がある場合、地震動の伝わり方が特異となったり、地下タンクの内容物の揺れにより、局所的な影響を受ける恐れがあるため、そのような場所は避ける必要があります。

【直下に地下タンク等がある】



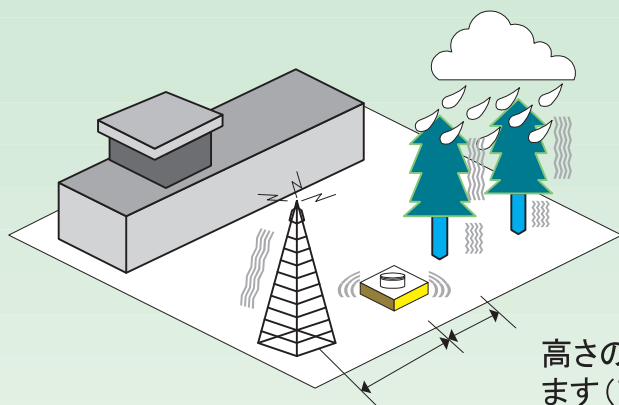
※このような設置の総合評価は、「D」ランクとなります。

【地下タンク等の回避】



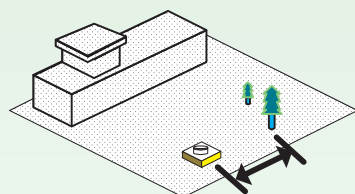
(6) 鉄塔などの高い柱状構造物等の近傍での設置について

柱状構造物が地震動により震動すると、その影響が構造物の根元から周囲に及ぶ恐れがあります。それを避けるために、柱状構造物からは最低限、高さの1/10(1m未満の場合は1m)程度離す必要があります。

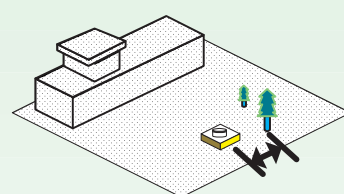


高さの1/10(1m未満の場合は1m)程度は離します(離さないで設置した場合の総合評価は「D」ランクとなります)。

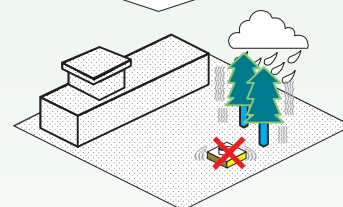
特に、近傍に樹木がある場合、設置当初には小さな木であっても後年大きくなり、震度計に影響を与えることがないように十分な距離をとっておく必要があります。



十分な距離をおく必要があります



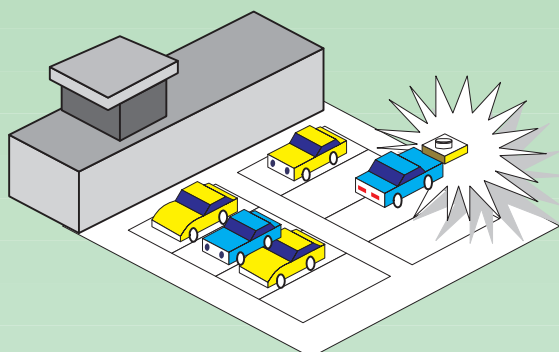
後年



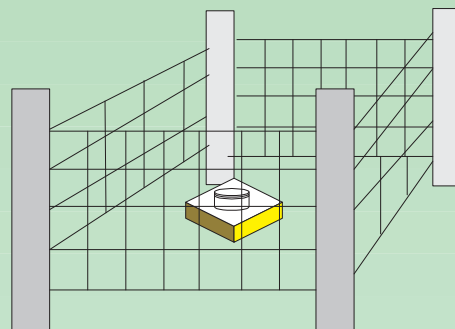
(7) 駐車場内への設置について

駐車場内に設置した場合等、車の衝突などの恐れがあるので保護柵を設置するなどの対策をしなければいけません。

【衝突の恐れあり】



【衝突の回避】



※このような設置の総合評価は、「E」ランクとなります。

(8) 屋内(庁舎等の堅固な建物内)への設置について

屋内設置は、どうしても、建物固有の揺れの影響を受けるため、地震による地面の揺れを厳密に観測することができません。できるだけ避けるべきですが、やむを得ず堅固な庁舎等屋内に設置せざるを得ない場合には、以下の点に注意して設置します。

なお、屋外であっても庁舎等の基礎や犬走り上への設置は、建物に直接設置した場合と同等とみなします。

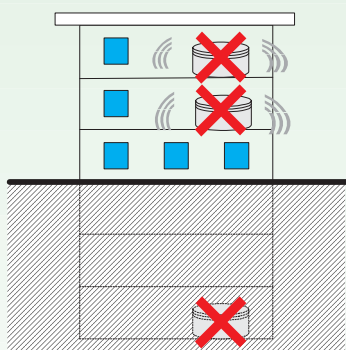
(ア) 設置する庁舎の構造

免震構造や制震構造など人工的に震度を制御する機能のある建物では、地面の揺れとは明らかに大きく異なる揺れが想定されますので、このような建物には設置してはいけません。

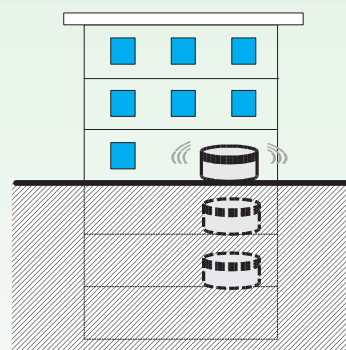
(イ) 震度計を設置する階

2階以上の建物の場合、地表面の地震動に比べ階が高くなるほど明らかに揺れが大きくなるため、地表での震度を観測する観点から、2階以上には設置してはいけません。また、地下階は、深くなるほど揺れが小さくなる傾向があるため、地下3階以深に設置してはいけません。できる限り1階の柱付近のしっかりした床面に設置します。

【設置してはいけない階】



【設置してもよい階】



(できる限り1階とします)
設置可能階

※このような設置の総合評価は、「E」ランクとなります。

(ウ)設置場所の床面の状況

強固ではない床面(コンクリート等の硬質ではない床面)には設置してはいけません。また、たとえコンクリート等の硬質な床面や犬走りであっても、ひび割れ等の損傷がある場所は避ける必要があります。

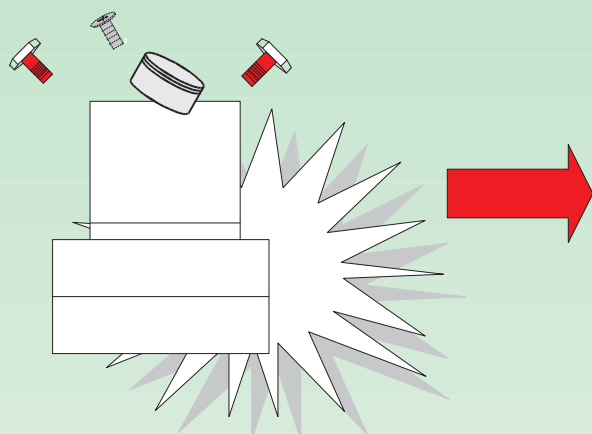
配筋の入ったコンクリートの頑強な床面を推奨します。

(9)屋内・屋外(共通)への設置について

(ア)震度計の固定不足の場合

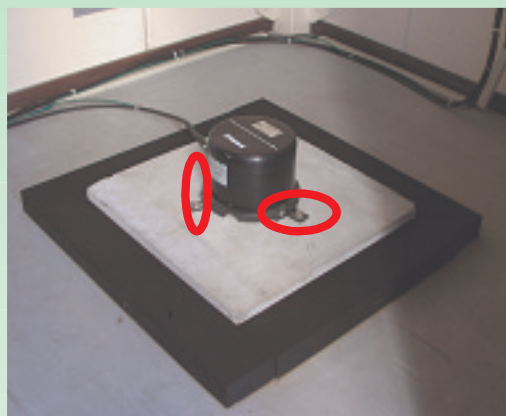
震度計の震度計台や建物床面への固定は、震度計の機種ごとに定められたしっかりとした方法で実施し、経年変化や強震動により剥がれないようにしなければなりません。アンカーボルトにより強固に結合することを推奨します。

【 固定不足 】



※このような設置の総合評価は、「E」ランクとなります。

【 アンカーボルトによる固定 】



(イ)落下物への注意

震度計周辺に固定されていない荷物等がある場合、落下するなどして震度計に衝突し、その揺れが観測される恐れがあるため、震度計にカバーを設置するか、落下等により衝突する可能性のあるものをあらかじめ取り除いておかなければいけません。

(10)その他注意すべき事項

自動車が行き交う道路や鉄道が近くにある場合は、地震が発生していない場合でもノイズによる誤った震度を観測する恐れがありますので避けます。

3. 設置環境の総合的な評価について

＜気象庁では震度計設置環境の総合評価を、以下のようなランク分けで行っています＞

この表は、2. 項で説明した内容を踏まえ、震度計の設置環境の評価を5つのランクに示したものです。より良い設置環境を目指すために、改善の余地がどの程度あるかの目安になります。

気象庁は、評価ランクの低い震度計の観測データを震度情報(3ページ参照)に利用する際、制限を設けるなど、初動対応に活用される震度情報の信頼性を損なわないようにしています。

ランク	評価内容	気象庁の情報発表での利用制限
A	よい設置環境と判断される。	なし。
B	初動対応の判断に利用する即時の震度情報で発表するには、問題のない設置環境と判断される。なお改善すべき点がある。	
C	初動対応の判断に利用する即時の震度情報のための震度を観測できる環境にあるが、設置環境に改善すべき点が多くある。	
D	地震の規模や震源との位置関係などによっては、観測される震度が周辺に比べ、震度階級で1程度異なるおそれがあり、初動対応の判断に利用する即時の震度情報に含めるためには、その都度観測値のチェックが必要である。	震度情報のうち震度速報の処理対象外とし、データ品質を確認の上、使用する。
E	観測される震度が周辺に比べ、震度階級で1以上も異なる可能性が高く、特に、震度が大きい場合には、初動対応の判断に利用する即時の震度情報のための震度観測には適さない。	すべての震度情報に使用しない。