

第2章 振動の測定と評価



1 振動の測定と評価

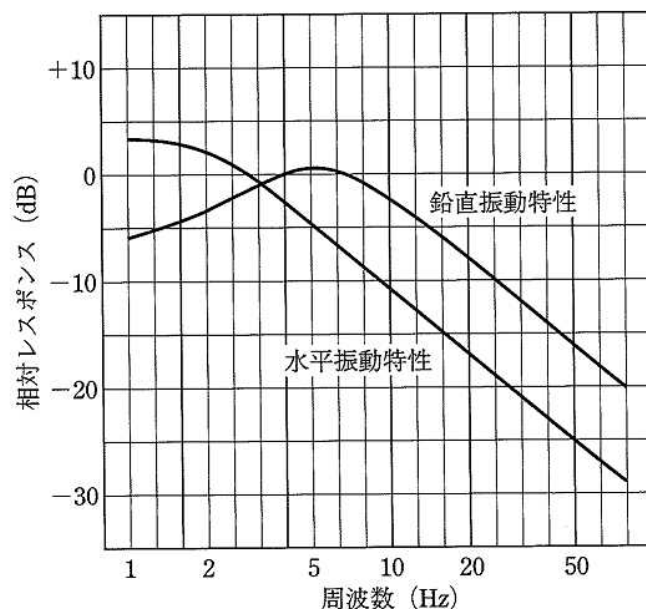
振動の測定と評価に関しては、変位、速度、加速度が長年研究されており、建築、機械、環境等、それぞれの分野で採用されてきました。環境部門においては、種々の検討の結果、人体の振動についての反応は、振動加速度を基本にするのが適切と国際的にも認識されています。

そこでISOでは、振動加速度を基本とする測定評価手法が取り上げられ調査検討が進められ、昭和49年にISO 2631が制定されました。我が国においても、このISO 2631(原案)を基にJIS C 1510が制定され、これを参考に振動規制法の測定評価方法が決められました。現在、地方公共団体においては、このJISに沿った測定器で、計量法第71条に基づき特定計量器に適合した振動レベル計が使用されています。

なお、ISO 2631は、その後、種々の改良が加えられて国際的に使われており、我が国においても最新のISO規格に基づくJIS B 7760シリーズが制定されて、車両や船舶内の振動等で使われています。

2 振動加速度と周波数

人体の振動に対する感じ方は、周波数により異なっているため、これをどのように補正するかが重要な問題となります。JIS C1510においては、鉛直振動特性、水平振動特性について、下図のように振動感覚の周波数補正を定めています。



なお、振動規制法の制定時における測定結果からみると、鉛直方向の振動が卓越していたことから、法令の規制においては、作業手間を省くことから鉛直方向のみにより規制を行うことに決められました。ただ、苦情処理の場合などでは、上階の部屋での水平方向の振動が大きい場合などもあり、水平方向特性を使用して振動の測定を行うこと

もあります。

具体的には、計量法第 71 条の条件に合格した振動レベル計を用いて測定を行う事になります。

計量法第71条の条件

振動規制法では、測定に計量法第 71 条の条件に合格した特定計量器を使用するとなっている。この計量法第 71 条においては、特定器量機器の検定合格条件が定められており、①構造検定、②器差検定、の条件を満足することされている。振動等の測定においては、検定に合格した機器を使うことが必要で、特に有効期間内（振動レベル計は 6 年）である検定証印が付されている機器であることを確認しなければならない。

この振動レベル計は、周波数範囲が 1/3 オクターブの中心周波数で 1～80Hz となっており、振動加速度レベルの基準値には、 10^{-5}m/s^2 が採用されています。なお、諸外国では 10^{-6}m/s^2 が採用されており、我が国では、数値的に 20dB 低く表示されることになります。

ここで記述した計量法とは、国際的な計量基準に統一してトレーサビリティの維持を目的としています。具体的には、計量の基準、国際単位(SI)の採用、JISとの整合性確保等を規定するとともに、騒音・振動については、国際機関で合意された評価量等について定めています。

振動レベル計や騒音計などについては、この法律に基づき特定計量器とされ、合格条件として、①構造が技術上の基準に合格、②器差が検定公差を超えない、ことが必要です。振動規制法等の関係法令においては、計量法第 71 条の条件に合格したもの、すなわち特定計量器を使用することが求められています。

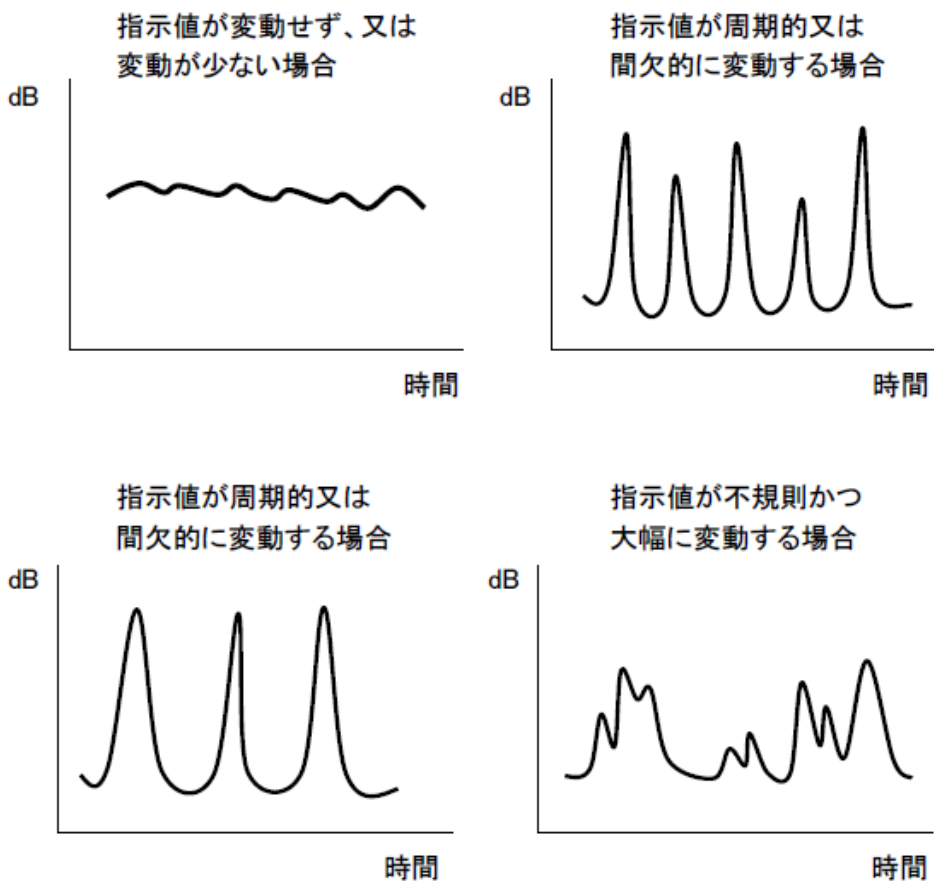
3 振動レベル

振動規制法で使用される振動レベルとは、振動加速度レベルに人間の鉛直方向における振動感覚補正を加えたもので、鉛直方向振動加速度レベルと呼ばれています。人体の振動感覚閾値は、50%の人が感じる振動レベルでおおよそ 60dB、10%の人が感じる振動レベルでおおよそ 55dB とされています。法令の基準値は、ほとんどの人が振動を感じないことを基本に検討されました。

建設作業現場等で測定を開始するときには、作業が行われていない時などに暗振動レベル（バックグラウンド）の値を必ず確認する必要があります。他に振動源が無いことを確認することが重要で、建設作業や道路交通がないときは、大きくても振動レベルが 30dB～40dB 程度であることが一般的です。

4 測定値の決定方法

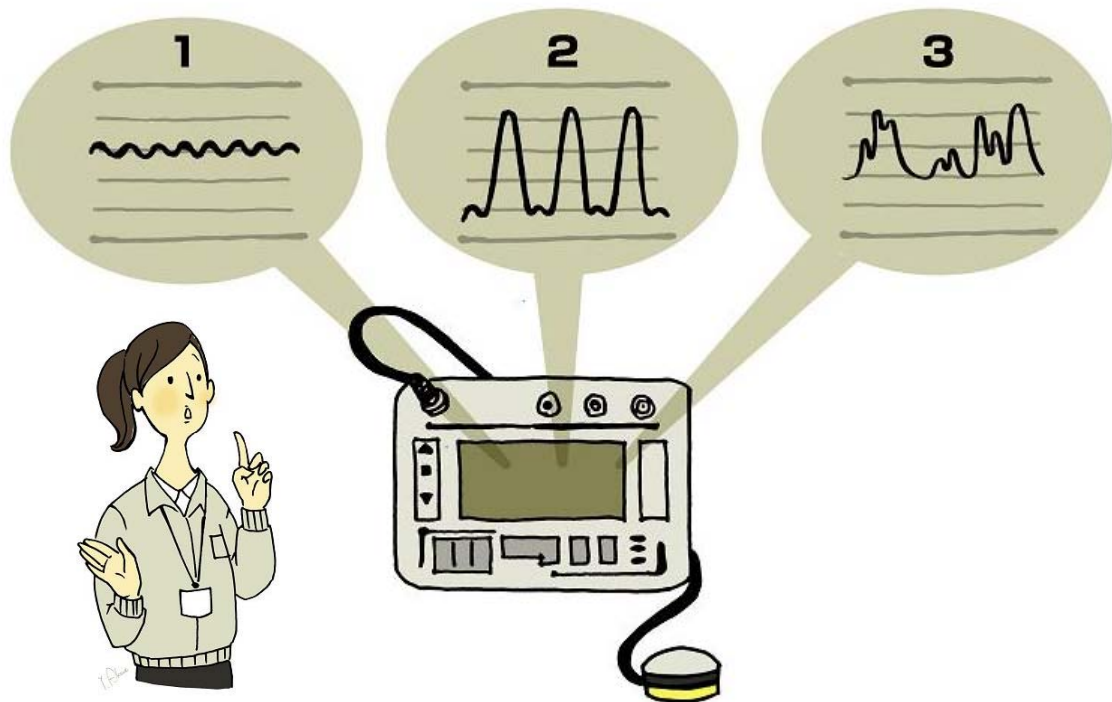
振動の測定では、いろいろな変動波形に出会いますが、振動規制法においては、それを区分して、測定値の決定方法を定めています。振動規制法における振動レベルは、80%の上端値(L_{v10})等が採用されており、下図及び下表のように規定されています。



振動レベルの波形の例

波形区分と決定方法

変動波形の区分	測定値の決定方法
指示値が変動せず、又は変動が少ない場合	その指示値
指示値が周期的又は間欠的に変動する場合	変動ごとの最大値の平均値
指示値が不規則かつ大幅に変動する場合	5 秒間隔 100 個以上又はこれに準じる間隔と個数の測定値の L_{V10}



なお、上記の規定は、アナログ式の振動レベル計のメータを目視で読み取った時代に定められた規定であり、法令の記述内容と現実との差異について、気になる場合もあると思われます。最新式のデジタル型振動レベル計においては、種々の処理機能が内蔵されており、これらの高性能な機能も有効に活用することができます。このような場合については、0.1 秒間隔で 5 分から 10 分間(サンプリングデータ数で 3000~6000)というのが一般的に実施されており、法令に規定されている事項との関係に留意しながら、参考情報として用います。

5 測定値の評価方法

振動等の測定値は、通常は〇〇.〇と小数点 1 位まで振動レベル計に表示されます。この測定値を基準値と比較する事になりますが、その際の測定結果の扱いに十分に注意する必要があります。

すなわち、振動等の法令の基準値は、整数で示されており、測定値については、整数に四捨五入して評価する必要があります。

具体的には、次のとおり、整数で評価することになります。

測定器の出力	60.3
四捨五入	60
基準値	60 以下
評価	基準達成

この例では、60.3 は規制基準値を超過していないと評価することになります。

最近の測定器は、小数点以下まで細かく表示しますが、振動規制においては、最終的に整数値で表して評価することに留意してください。

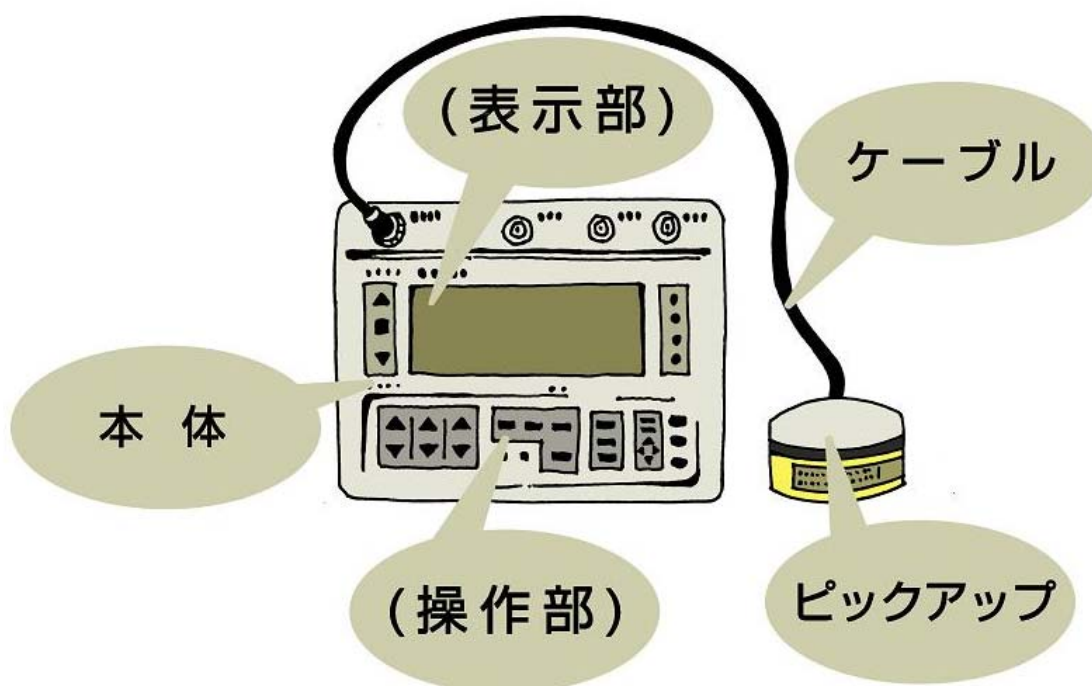
6 振動規制法に基づく測定方法

(1) 振動レベル計の概要

振動規制法の規制基準に関する測定を行う場合、前述のとおり、計量法第 71 条に規定する振動レベル計を用い、鉛直方向に振動感覚補正を行った振動加速度、すなわち振動レベルについて測定を行います。

最近の振動レベル計は、鉛直方向及び水平方向(2 方向)の計 3 方向の振動レベルを同時に測定でき、その測定機器は、デジタル方式で演算器機能が備わっていて、最大値や L_{v10} 値などの演算を行い、結果を本体の内部メモリやメモリカードに記録できるものがあります。その具体的な使い方については、次頁に示しました。

振動レベル計の一例と各部の名称は、下図のとおりとなっています。

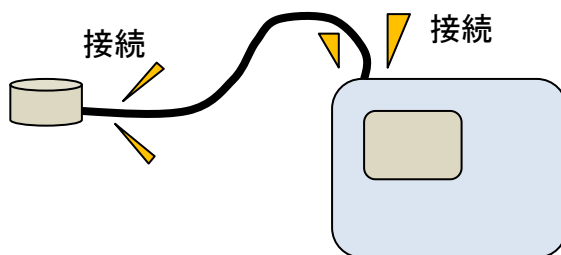


(2) 測定方法

ア 振動レベル計の操作方法

<事前準備編>

- ① ピックアップ、ケーブル、本体を結線します。



ピックアップとケーブル、ケーブルと本体の接続作業は、ゆっくりと丁寧に行ってください。
コネクタ類の接続には、十分に注意してください。

- ② 電源を入れる。電池を新品に交換します。

事前準備時に電池残量が残っていても、現場ですぐに電池が切れる場合があります。必ず新品の電池を用意してください。
なお、充電電池や外部電源を使用することも考えられます。

- ③ 測定が振動レベル(鉛直方向による振動加速度レベル)になっていることを確認します。

振動レベル L_v
42 dB

振動レベル計の種類によっては、表記が異なります。
取扱書を確認してください。

- ④ 測定方向が鉛直方向になっていることを確認します。

Z方向
42 dB

測定方向には、X、Y、Zがあります。
鉛直方向はZ方向です。

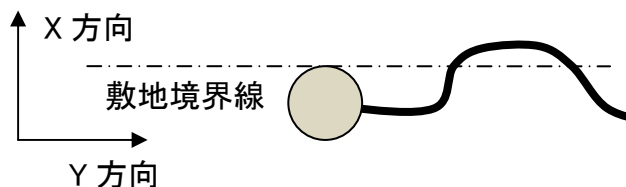
- ⑤ L_{v10} 値などの演算機能が使用可能であることを確認し、測定時間の設定をします。

スタート、ストップボタンを押すことによって、任意の時間の測定をすることも可能です。

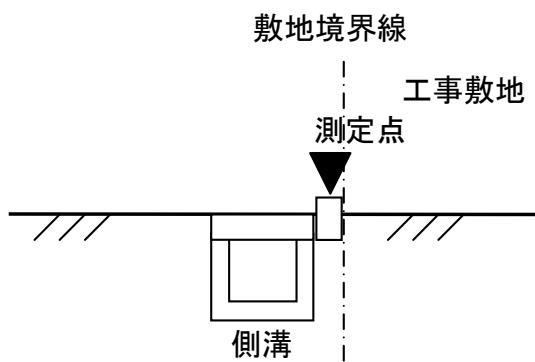
<現場測定編>

① 事前準備編の①～⑤の手順で計測の準備をします。

② 振動ピックアップを測定場所に設置します。



測定は原則 Z 方向(鉛直)のみですが、ピックアップの設置は、敷地境界線と直行方向を X、平行方向を Y としてください。

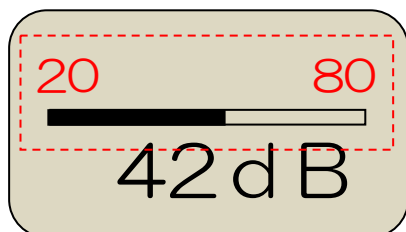


敷地境界線上に無理に設置しないで、道路や縁石などに設置してください。

側溝の蓋の上など、地盤と異なる部分に設置することは避けてください。

③ 測定レンジの設定をします。

測定レンジの表示



現場の状況や機種によりますが、上限を 80dB としてください。測定が「オーバー」などの表示が出る場合は、上限を 90dB などに設定してください。

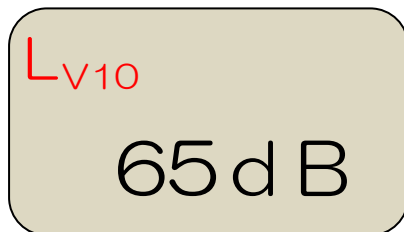
④ 測定スタートボタンを押して、測定を開始します。



測定スタートボタンを押した後、測定開始のマークが表示されていることを確認してください。表示方法は機種により異なりますので、取扱書を確認してください。

測定中は、常に値が変動します。
現場では、振動レベルの変動と建設作業の状況をできる限り確認し、野帳に記入するようにしてください。

⑤ 測定結果を確認します。



振動レベル計の種類によっては、様々は測定結果が表示されています。
小数点以下は四捨五入で整数値に丸めてください。

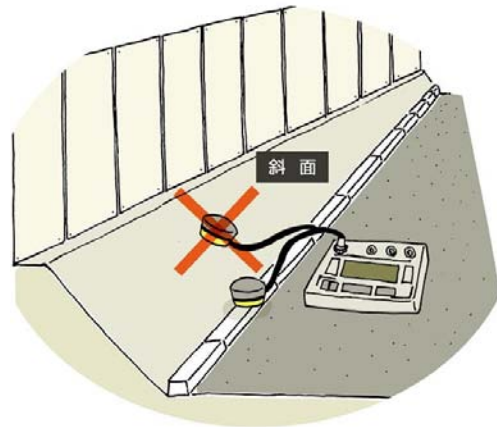
(参考) 振動評価量

量記号	説明
L_v	振動レベル
L_{v10}	80%レンジの上端値(10%値)
L_{vmax}	最大値

イ 振動ピックアップの設置方法

振動の測定で最も留意しなければならないことは、振動ピックアップの設置方法です。堅い地表面に置く場合には問題はありませんが、すべての測定現場の地表面が堅いとは限らないので十分に注意する必要があります。

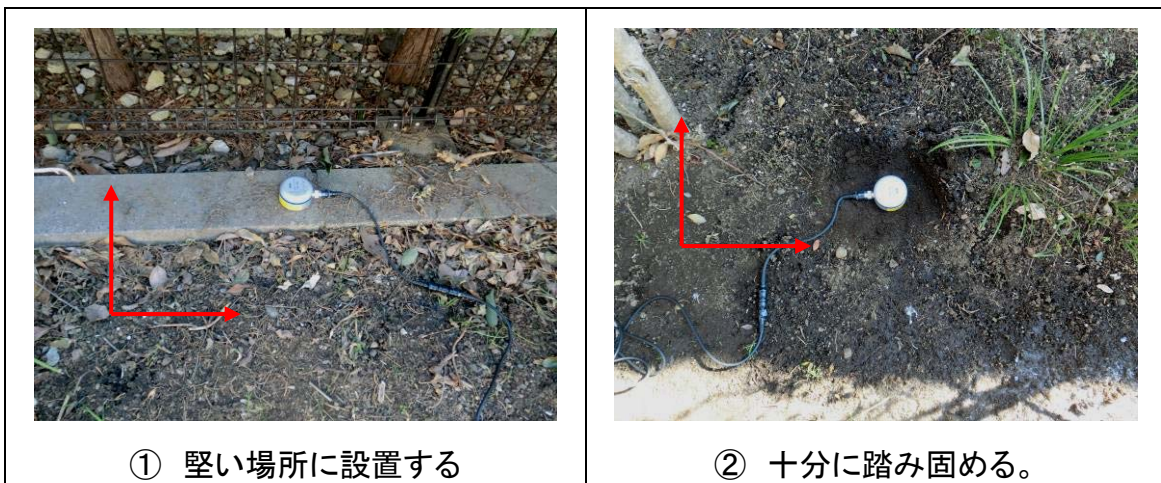
一般に、振動ピックアップの重量と接地の間では、1つの振動系がつくられており、振動が増幅され地表面の動きとは著しく異なってしまう、本来の振動以上に振動することがあります。これを設置共振と呼んでおり、振動を正しく測定するためには、振動ピックアップの動きが、地表面の動きと完全に一致しなければならず、この設置共振が生じないようにして測定をする必要があります。なお、振動ピックアップの設置に際して測定方向と傾きがあると当然にも感度が低下するので、できるだけ水平を保つようにしてください。



なお、測定の前に振動ピックアップ付近の地面を足で衝撃を与え、振動レベルの値が大きく反応し、測定器が動作していることを確認する必要があります。



法令においては、この振動ピックアップの設置場所について、下表のように記述されています。これをもう少し一般化すると振動ピックアップの設置方法については、後述の一般的な注意点に示すように整理できます。



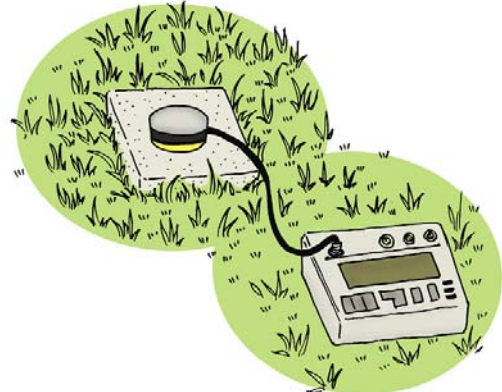
地表面が柔らかい地点の場合

法令に定められた振動ピックアップ設置方法

- 1 緩衝物がなく、かつ、十分踏み固め等の行われている堅い場所
- 2 傾斜及び凹凸がない水平面を確保出来る場所
- 3 温度、電気、磁気等の外因条件の影響を受けない場所

一般的な注意点

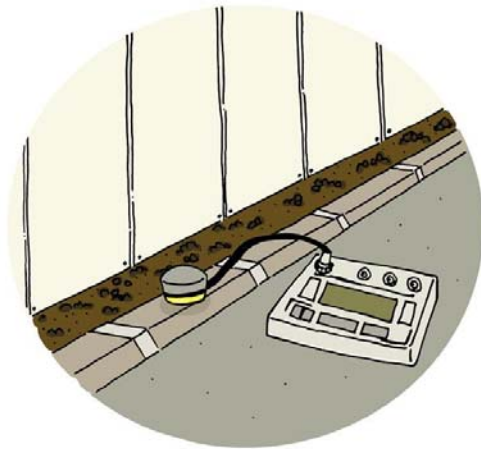
- 1 振動ピックアップを設置する面は固い面とし、地表面を強く踏み固め、雑草等が生えている場合には、これらを引き抜いた後で踏み固める。
- 2 鉄板、コンクリートなどで滑りやすい場合は、両面テープ等で振動ピックアップが動かないように固定する。
- 3 草地、畑地、砂地等で地中まで柔らかくなっている場所での測定は避け、代わりの測定場所を探す。
- 4 どうしても適切な場所がなく上記のような場所で測定を行う場合は、下記のように措置する。
 - ・ コンクリートブロック等を土中に埋め込み、その上に振動ピックアップを設置する。
 - ・ アルミ板を杭で固定して、その上に振動ピックアップを設置する。
 - ・ せっこうで地表面を固めて振動ピックアップを設置する。



また、測定員の歩行等による振動が測定値に影響する場合がありますので、本体と振動ピックアップをできる限り離すとともに、測定中は振動ピックアップの近くを歩くことが無いよう十分に注意をしてください。



好ましくない設置位置の例

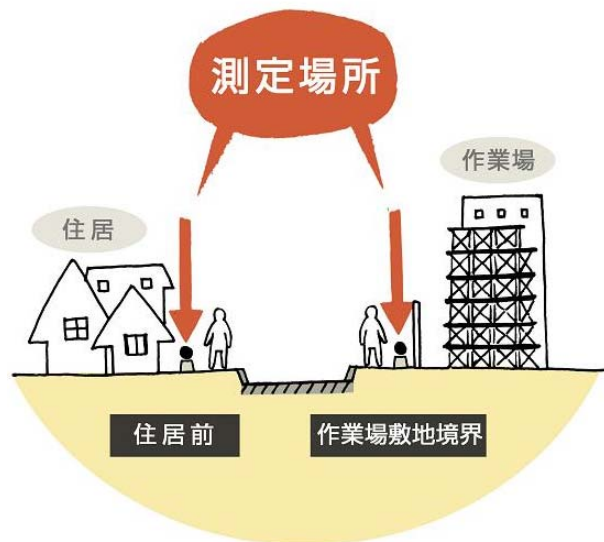


敷地境界線付近に溝蓋がある場合は、測定場所に十分注意してください。また、マンホール等の位置から配管等が地下に埋設されていると思われる場所も避けてください。

ウ 測定位置

建設作業振動の発生状況を確認するために、作業場の敷地境界線に測定点を設置します。原則として、図に示すように主要な振動発生源と家屋を結ぶ線上とします。ただし、問題となっている振動発生源が明確な場合は、最も振動源に近い敷地境界線で測定を行います。

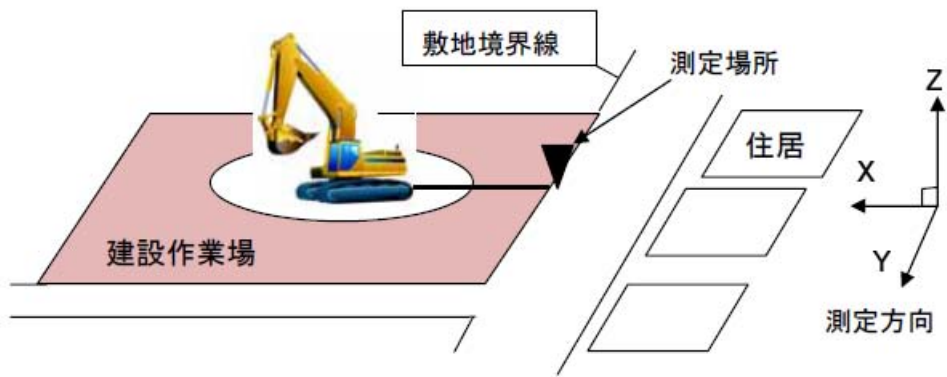
また、苦情における測定では、苦情実態の把握のために、苦情申立て人宅の近傍で測定を行う必要があります。



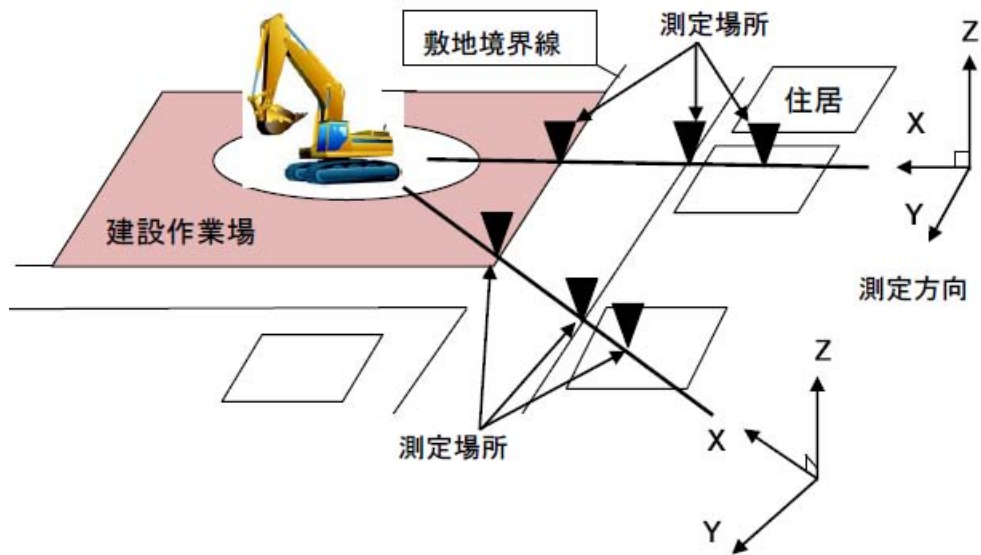
エ 測定方向

振動の測定方向は、法令においては原則鉛直方向(Z)のみです。苦情処理の際に水平方向も測定する場合は、下図に示す家屋と敷地境界線の測定点を結ぶ方向を X 方向、X 方向に直交する方向を Y 方向とします。

なお、水平方向を測定する理由は、鉛直方向が規制値以下でも水平方向が苦情の原因となっている場合があるためです。



規制における測定場所及び測定方向

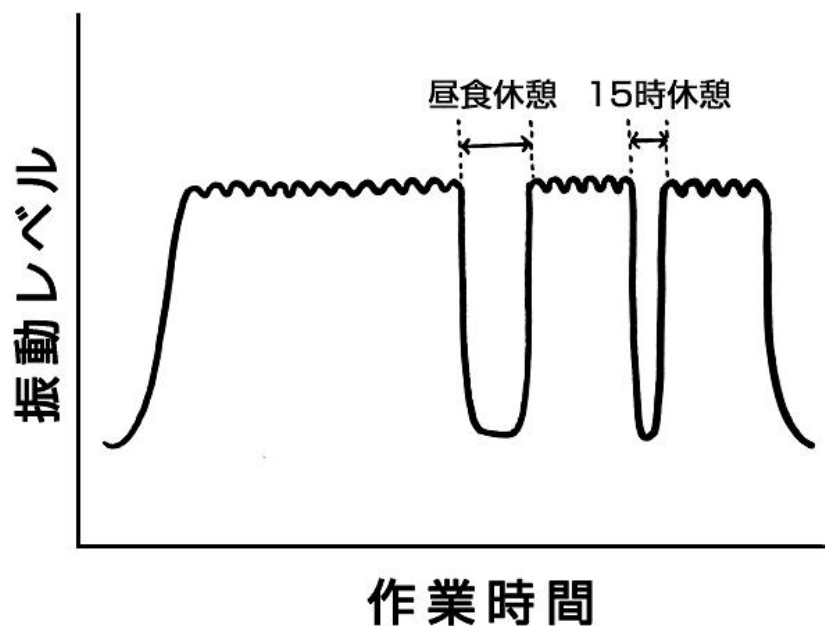


苦情における測定場所及び測定方向

オ 測定時間帯

原則として、苦情申立て人が、最も迷惑を受ける、あるいは最も不快に感じる振動が発生する作業を行っている時間帯を対象とします。下図に示すように、建設作業においては休憩をはさんで作業が実施されており、作業時間と休憩時間では振動レベルが大きく異なります。測定対象とする作業の実施を確認しつつ、休憩時間にかからないように測定開始・終了をセットしてください。測定対象となる作業実施の有無を確認することが必要です。なお、暗振動を測定する必要がある場合は、休憩時間に測定を行います。

下図のとおり、一般的には、昼食時と15時頃の休憩時に作業の中止が行われます。よって、作業時間内に測定を開始し、かつ終了するよう適切に設定してください。また、地域によっては若干異なるタイムテーブルも考えられますので、状況を十分に確認してから測定を行う必要があります。



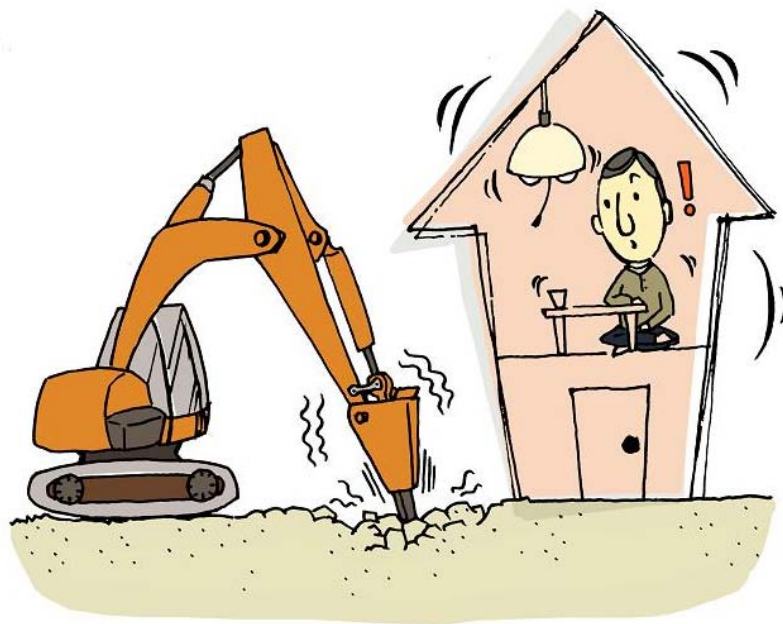
建設作業における振動レベルの変動

(3) 苦情にかかる測定の留意

苦情対応における測定では、可能な限り苦情申立て人に立ち会いを求め、苦情申立て人が指摘する振動がいずれの建設機械、あるいは作業工程に起因しているのかを捉えることも重要です。例えば、作業内容が確認できる位置に人員を配置し、測定者とトランシーバ等で連絡できる体制を整え、問題となっている振動の作業内容を特定する等の方法があります。

しかしながら、多くの建設作業では複数の機器が同時に作業しており、実際に個々の発生源を分離することは難しいと思われれます。このような状況では、個々の発生源を対象とするのではなく、複合振動として測定しながら、必要な対策を求める場合も考えられます。

また、苦情者の指摘が明確でない場合には、代表的な作業を対象とし、敷地境界線あるいは家屋近傍の測定点において、振動レベルの最大値と作業内容との対応を把握することが望ましいと考えられます。



振動苦情では、家屋内における振動を訴える場合がありますが、家屋及び基礎の構造によって状況は大きく変わるため、注意が必要です。本マニュアルの巻末に、付録として家屋の構造等の解説を掲載していますので御参照ください。

なお、振動を測定するとき、建設作業振動以外の振動(道路振動や鉄道振動等)である暗振動が大きいと測定への影響が生じます。これについて、JIS Z 8735 には補正量が示されていますが、暗振動の補正を使わなくてすむよう、振動測定を行うときは、原則として、暗振動とのレベル差が 10dB 以上の場所と時間を選んでください。