

A-5 不振動性

その1 人間の動作による鉛直振動

1. 性能項目の定義

人間の動作による鉛直振動とは、建築物内の人間の動作により発生する、鉛直方向の床振動のことである。人間の動作による床振動は、単純な正弦振動とは異なる複雑な性状を示すため、独自の評価方法が必要である。なお、設備機器や道路交通など他の振動源による鉛直振動の評価には、日本建築学会「建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説」を適用されたい。

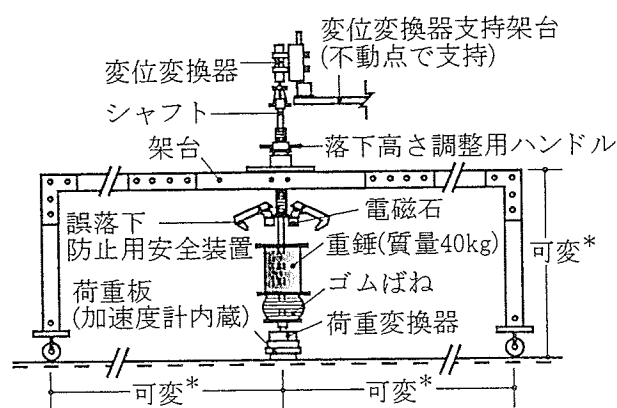
2. 評価の観点

評価の観点は、居住性とする。具体的には、振動の気になり具合の観点から評価する。なお、振動のさしさわり具合、不安感の感じ具合の観点からの評価も、気になり具合と同程度であることが、明らかとなっている。

3. 適用範囲

床の用途：特に限定しない

床の材料、構法：特に限定しない



*：架台の伸縮による

重錘とゴムにより
質量40kg
固有振動数約4Hz
減衰定数約20%
の1自由度振動系を構成

図-1 床振動測定装置の概要(例)

4. 性能評価方法

床振動の評価方法は、動作した人間自身が振動を感じる場合(振動発生者と受振者が同じ場合)と、動作した人間とは別の人間が感じる場合(異なる場合)とで、別々に提示されている。ここでは、実際に問題となる事例が多い、後者を中心に述べる。

(1)測定方法

図-1に、“床振動測定装置”の概要を示す。本装置は、質量40kgの重錘を減衰性の大きいゴムばね上に載荷した形式の1自由度振動系を有している。この振動系の固有振動数は約4Hz、減衰定数は約20%であり、人体の有効質量、固有振動数、減衰定数と近似している。本装置は、受振者の人体の代わりに振動特性の近似した1自由度振動系を

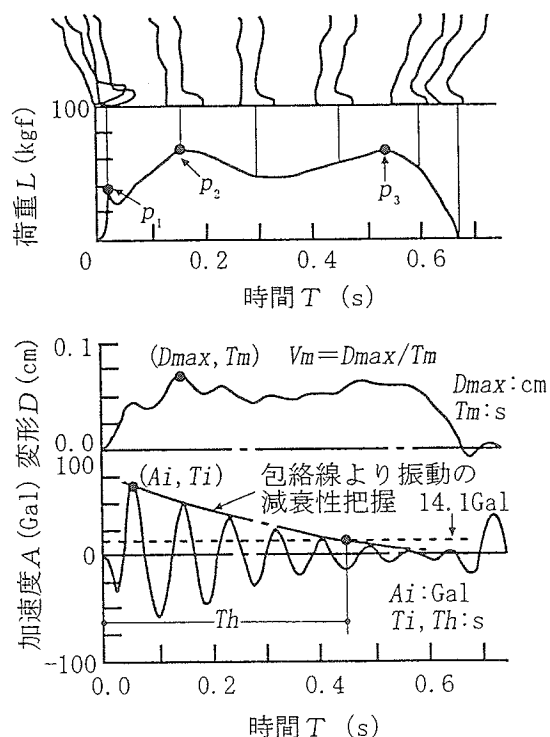


図-2 人間が歩行時に床に与える荷重および歩行時に発生する床振動の例

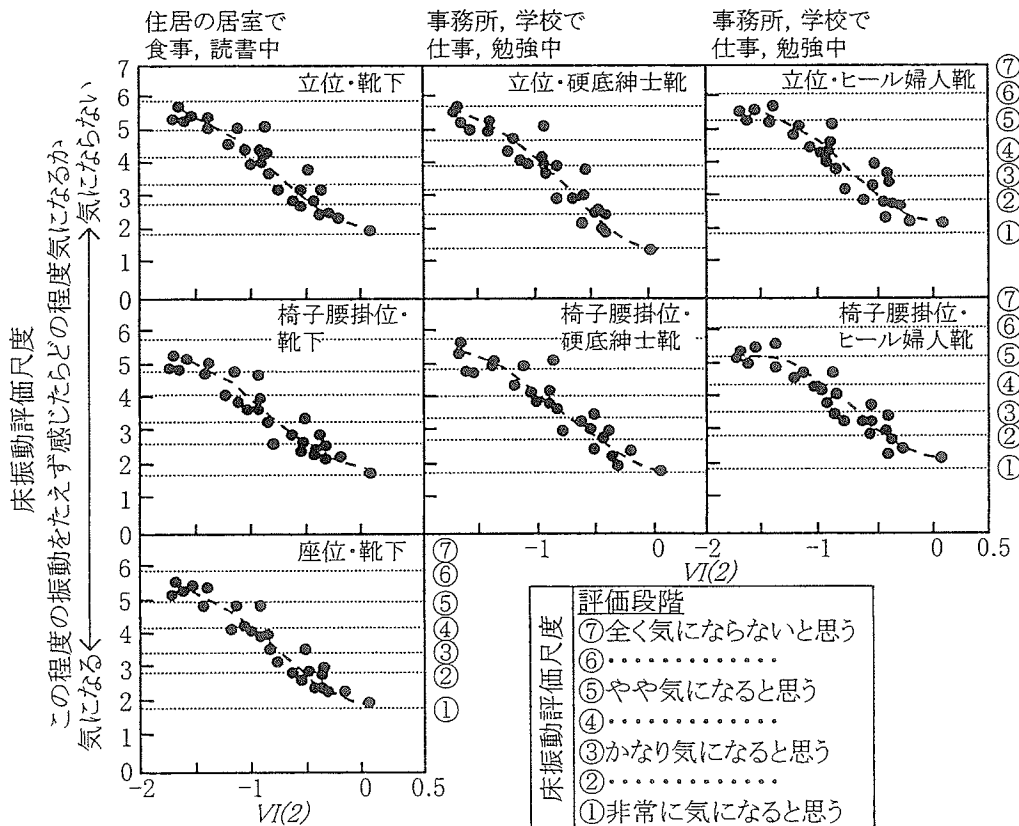
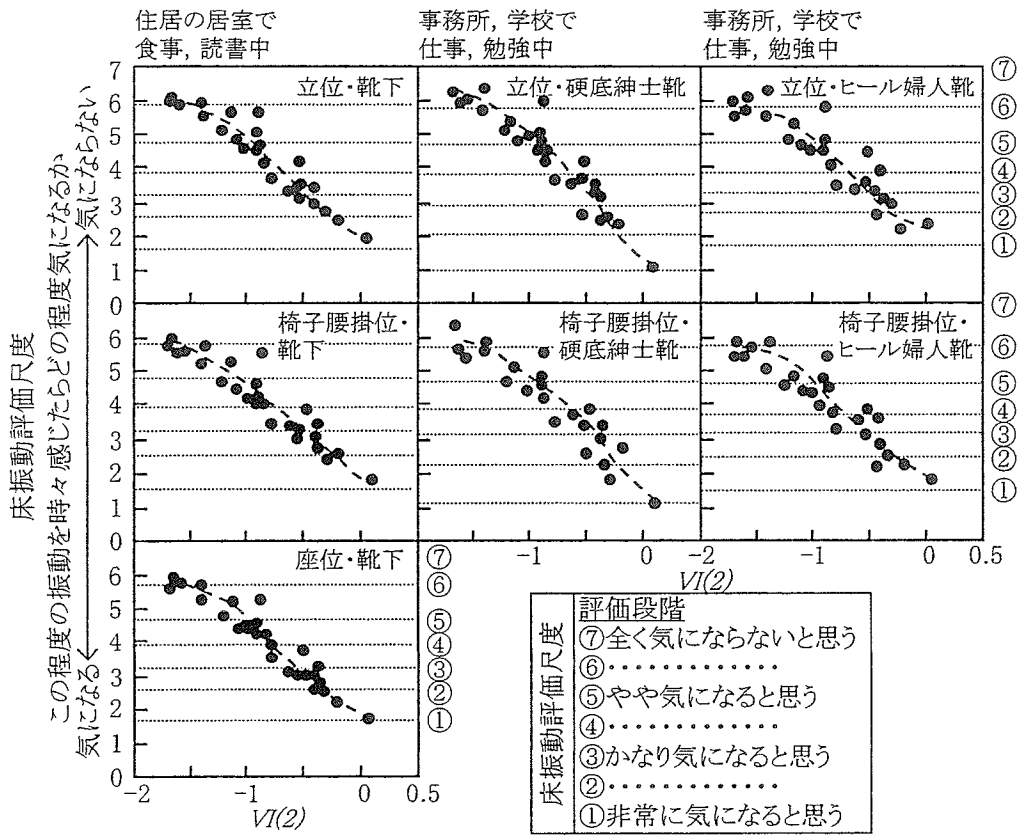


図-3 床の鉛直振動の評価指標(元資料)

振動しない ← $VI(2)$ → 振動する -2.0 -1.0 0.0		評価の前提条件 床用途, 生活状態	姿勢・履物
	ときどき (断続的に) 振動したら気になるか	住居の居室で 食事・読書をして いるとき	立位 ・ くつ下 (男+女)
	たえず (連続的に) 振動したら気になるか		
	ときどき (断続的に) 振動したら気になるか	事務所・学校で 仕事・勉強をして いるとき	立位 ・ 硬底紳士靴 (男)
	たえず (連続的に) 振動したら気になるか		
	ときどき (断続的に) 振動したら気になるか	住居の居室で 食事・読書をして いるとき	立位 ・ 中ヒール (女)
	たえず (連続的に) 振動したら気になるか		
	ときどき (断続的に) 振動したら気になるか	事務所・学校で 仕事・勉強をして いるとき	椅子腰掛位 ・ くつ下 (男+女)
	たえず (連続的に) 振動したら気になるか		
	ときどき (断続的に) 振動したら気になるか	事務所・学校で 仕事・勉強をして いるとき	椅子腰掛位 ・ 硬底紳士靴 (男+女)
	たえず (連続的に) 振動したら気になるか		
	ときどき (断続的に) 振動したら気になるか	住居の居室で 食事・読書をして いるとき	椅子腰掛位 ・ 中ヒール (女)
	たえず (連続的に) 振動したら気になるか		
	ときどき (断続的に) 振動したら気になるか	住居の居室で 食事・読書をして いるとき	座位 ・ くつ下 (男+女)
	たえず (連続的に) 振動したら気になるか		

- : 評価段階「⑤やや気になると思う」を許容基準とした場合の許容範囲 (例)
- : 評価段階「④評価段階⑤と③の間」を許容基準とした場合の許容範囲 (例)
- : 評価段階「③かなり気になると思う」を許容基準とした場合の許容範囲 (例)

図-4 床振動の評価指標例 (簡易資料)

床に付加し、近傍で振動発生者が動作した時の床振動を、変位変換器, 加速度計で測定するものである。

図-2に、人間が代表的な動作である歩行時に床に与える荷重の時間変化(荷重・時間曲線)および足の接地状況との関係の例を、床振動測定装置で測定される近傍歩行時の床振動(変形・時間曲線, 加速度・時間曲線)の例とともに示す。歩行をはじめ、早歩きや小走りなどの動作時の床振動は、一般にかかとの先端が着地した時点の荷重のピーク p_1 などにより励起される床の固有振動数での減衰振動(加速度・時間曲線参照)と、足裏全体が着地した時点の荷重のピーク p_2 などに相応した動的変形(変形・時間曲線参照)が複合された、複雑な性状を示す。

ここで、振動発生者と受振者が異なる場合の床振動に対する人間の感覚は、図-2に示した変形・時間曲線より得られる D_{max} , V_m (受振初期の振動の強さを表す物理量)と、加速度・時間曲線より得られる振動が所定の振幅(14.1Gal)まで減衰するのに要する振動減衰時間 Th (振動の続き具合を表す物理量)を複合した、下式で与えられる物理量 $VI(2)$ で表示できる。

$$VI(2) = 0.2 \cdot \log(D_{max}) + 0.5 \cdot \log(V_m) + \log(Th)$$

ちなみに、振動発生者と受振者が同じ場合の振動感覚は、下式で与えられる物理量 $VI(1)$ で表示できる。ただし、この場合の Th は、25.1Gal までの振動減衰時間である。

$$VI(1) = 0.3 \cdot \log(D_{max}) + \log(Th)$$

(2) 評価指標

図-3に、床振動の評価指標を示す。図は、官能検査手法を適用して構成した振動の気になり具合に関する心理学的尺度と、VI(2)の関係を示すものである。

図-4は、図-3の各図から、仮に評価段階「③かなり気になると思う」～「⑤やや気になると思う」を許容基準とした場合のVI(2)の許容範囲(例)を求め、一覧にしたものである。

人間の動作時の床振動を受振点に床振動測定装置を設置して測定し、測定結果から D_{max} , V_m , T_h を求めVI(2)を算出し、図-3, 4に示した評価指標と照合することにより、該当する床振動を評価することができる。

なお、束、大引、根太などで構成される架構式の床では、加振点、受振点の位置により振動が異なるため、評価にあたっては架構部材の位置などを考慮しながら、いくつかの代表的な加振点、受振点を適宜選定する必要がある。

(3) 歩行時の床振動再現装置

人間の動作により発生する床振動は動作が同じでもばらつきが大きいことから、代表的な動作である歩行を対象に、歩行時と同等の床振動を安定して再現できる装置も開発されている。図-5に、歩行時の床振動を再現するための3種の装置(動的加振器、衝撃的加振器、受振器)の概要を示す。

動的加振器は、図-2に示したピーク p_2 などと同等の加振力を床に与え、 D_{max} , V_m を再現するための装置である。また、衝撃的加振器は、ピーク p_1 などと同等の加振力を床に与え、 A_i , T_i (図-2参照)を再現するための装置である。ここで、ピーク p_1 は動作の形態や履物などの影響で大きくばらつくため、衝撃的加振器の仕様は、図-5の(2)に示す通り、最も加振力が大きい履物である素足やくつ下での加振力の分布の中心近傍を再現

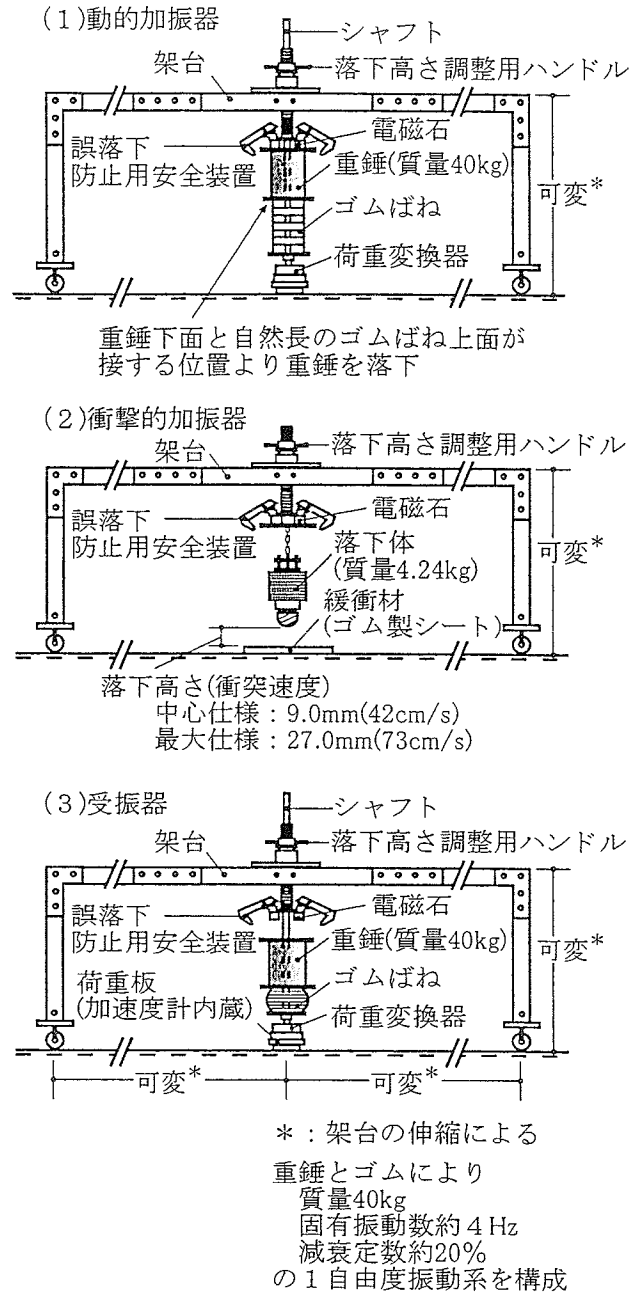


図-5 歩行時の床振動再現装置の概要(例)

できる“中心仕様”と、最大近傍を再現できる“最大仕様”の2種が設定されている。一方受振器は、歩行者の人体と近似した振動特性を有する1自由度振動系を加振点に付加し、床振動の減衰性を把握するための装置であり、基本構造は受振点に付加する床振動測定装置(図-1参照)と同一である。

動的加振器と床振動測定装置を用いて D_{max} , V_m を測定するとともに、衝撃的加振器と床振動測定装置を用いて A_i , T_i を測定

し、さらに受振器と床振動測定装置を用いて床振動の減衰性を把握し A_i , T_i とあわせて T_h を求めることにより、安定した加振力のもとでの $VI(2)$ を算出することができる。

5. 参考文献

- 1)小野英哲, 横山 裕:人間の動作により発生する床振動の振動感覚上の表示方法に関する研究 -振動発生者と受振者が同じ場合-, 日本建築学会構造系論文報告集, 第381号, pp.1~9, 1987年11月
- 2)横山 裕, 小野英哲:人間の動作により発生する床振動の振動感覚上の表示方法に関する研究 -振動発生者と受振者が異なる場合-, 日本建築学会構造系論文報告集, 第390号, pp.1~9, 1988年8月
- 3)小野英哲, 横山 裕:人間の動作により発生する床振動の居住性からみた評価方法に関する研究 -振動発生者と受振者が同じ場合(動作した人間自身が床振動を感じる場合)-, 日本建築学会構造系論文報告集, 第394号, pp.8~16, 1988年12月
- 4)横山 裕, 小野英哲:振動発生者と受振者が異なる場合の床振動の評価方法の提示
人間の動作により発生する床振動の居住性

からみた評価方法に関する研究(第2報), 日本建築学会構造系論文報告集, 第418号, pp.1~8, 1990年12月

- 5)横山 裕:歩行時に発生する床振動評価のための加振, 受振装置に関する研究 動的加振器, 受振器の設定および妥当性の検討, 日本建築学会構造系論文集, 第466号, pp.21~29, 1994年12月
- 6)横山 裕, 佐藤正幸:歩行時に発生する床振動評価のための加振, 受振装置に関する研究 衝撃的加振器の開発および振動減衰時間算出方法の妥当性の確認, 日本建築学会構造系論文集, 第476号, pp.21~30, 1995年10月
- 7)横山 裕, 佐藤正幸:歩行時に発生する床振動評価のための加振, 受振装置に関する研究 仕上げ材が施された床に対する加振, 受振装置の適用方法の設定, 日本建築学会構造系論文集, 第490号, pp.17~26, 1996年12月

6. 適用規格

- 1)日本建築学会:建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説, 2004年4月

A-5 不振動性

その1 人間の動作による鉛直振動

推奨値(案)

評価の観点：快適性(人間の動作により不快な鉛直振動が発生しにくい)

床の種類	動作の種類	推奨値(案)	備考
人間の動作による鉛直振動に対する配慮が望まれる床	加振動作：ゆっくりとした歩行など 受振動作：普通の立位，椅子腰掛位，座位など	$VI(2) = -0.9$ 以下 【聴覚，視覚的要因による振動認知の影響も考慮する場合】 $VI(2) = -1.2$ 以下	木造，軽量鉄骨造住宅などの床 1人歩行程度の加振力を想定

加振位置および測定位置：実際の使用時に動作が行われる可能性がある範囲内で最も大きな鉛直振動が発生すると思われる位置を加振しその位置の鉛直振動を測定