

広振動数範囲を対象とした水平振動感覚の評価に関する検討

SENSORY ASSESSMENT OF HORIZONTAL VIBRATION
OVER A WIDE FREQUENCY RANGE

石川 孝重*, 野田 千津子**

Takashiye ISHIKAWA and Chizuko NODA

In this study the sensory experiment on sense of horizontal vibration was done. It was over a wide frequency range assuming the vibration in low-rise and high-rise buildings. This paper investigates the characteristics of five scales; degree of discomfort and magnitude, sensory limit assessment, uneasy feelings and expression with adjectives. Every scale has the opposite slides in a low and a high frequency range. More physical assessment has a clearer relation with a single physical element. More subjective assessment varies more widely and has a stronger effect of acceleration. The comparative result between the scales finds the relative differences of them. Because the highest scale differs on a vibration range, it is needed to grasp such sensory characteristics to reduce inhabitants' complaints.

Keywords: Horizontal vibration, Sensory assessment, Scale, Psychometric method, Semantic Differential method, Habitability

水平振動, 感覚評価, 評価尺度, 心理学的測定法, SD法, 居住性

1. はじめに

居住性評価の規範として水平振動に対する感覚に着目した既往研究のほとんどは、風や地震などで高層・超高層住宅に生じる長周期水平振動を想定したものであった。この範囲の振動を対象とした学会指針¹⁾も、これらの既往研究の成果をふまえたものである。しかし近年では3階建ての戸建て住宅が増えるにつれ、これらの低層建物で交通や工事などによって生じる高振動数の水平振動が居住性に支障をきたす事例も発生しており²⁾、このような高振動数範囲を対象とした研究も中田ら³⁾などいくつかみられる。音響学会にはこれらの振動数範囲を包含した三輪ら⁴⁾の研究などがあるが、建物の居住性を観点とした既往研究では対象振動数範囲が限定されており、高層から低層建物までを想定した広い振動数範囲を対象に統括した条件で実験を行ったものはない。これらの既往研究の結果を比較した⁵⁾ところ実験時の総合的な環境条件や振動の入力方法、アンケート方法など、周辺的な条件の違いによって水平振動の知覚に大きな違いが生じることがわかっている。そのため、異なる振動数範囲を対象に数多く蓄積された既往の成果を、同じ位置づけで比較することが難しい。そこで、広振動数範囲を対象とした水平振動感覚を知るためには、1つの統一した実験条件で行った結果の提示が求められる。

筆者らはこれまでも、0.1Hz～1.6Hzまでを中心とした低振動数

範囲の水平振動感覚に関する実験結果を報告してきた^{6)~9)}が、本研究では上記の実状をふまえ、実験範囲を0.1～40Hzまでとした。0.1～1Hz程度までの超高層住宅における長周期の振動、3Hz前後を中心とした低層住宅の交通振動、さらに高振動数の振動が予想される機械設備などによる振動を想定している。ここではこれまでの研究の流れをふまえ、これらの振動について水平振動の観点からとらえるものとし、広振動数範囲の水平振動に対する感覚を検討する。

一方、先の学会指針¹⁾をはじめとして、建物の振動に対する居住性に関しては、振動を感じないことを前提とした評価が従来の主流となっており、知覚閾の把握に関してはこれまでも多くの蓄積がある。しかしこのように高層化、多様化が進む将来の居住環境では、振動を感じないレベル、すなわち知覚閾以下におさえることが一層難しくなることは否めない。そこで今後は知覚閾以下に振動をおさえるだけでなく、ときに知覚閾を越えるレベルとなる振動を居住者の感覚にそった許容範囲におさえる評価を考える必要がある。そのためには、知覚しうる振動に対して生じる感覚の詳細な把握が重要になる。そこで本論文では、振動の大きさ、振動に対する不快感や不安感などの心理的な判断を含む評価尺度に着目し、従来の評価の規範である知覚との対応関係を明らかにする。それに基づいて各評価尺度の特性を明らかにし、相互に位置づけることが目的である。

なお、この一部は既に文献¹⁰⁾において速報している。

* 日本女子大学住居学科 教授・工博
** 小山工業高等専門学校建築学科 助手・修士(家政学)

Prof., Dept. of Housing, Japan Women's Univ., Dr. Eng.
Research Assoc., Dept. of Architecture, Oyama National College of Technology,
M. H. E.

2. 実験の概要

実験では振動台上に3m四方、高さ3mの鋼材製の居室を設置した。図1に示すようにこの居室にはサッシ窓があるが、今回の実験では鋼材製のふたをして外部と遮断し、視覚的な影響がないように配慮した。このなかで椅子に腰掛けた43名の被験者(女性、18~24歳)に対して、左右の水平方向に定常的な正弦振動を与えた。動電型の加振装置を用いているため振動発生器からの機械騒音はきわめて小さい。また居室の壁は鋼板の間に10cm程度のグラスウールを遮音材として充填し、外部からの騒音にも配慮している。この壁体は外部の騒音を15dB低減させる効果をもつ。さらに実験中は一定の音量で音楽を流した。

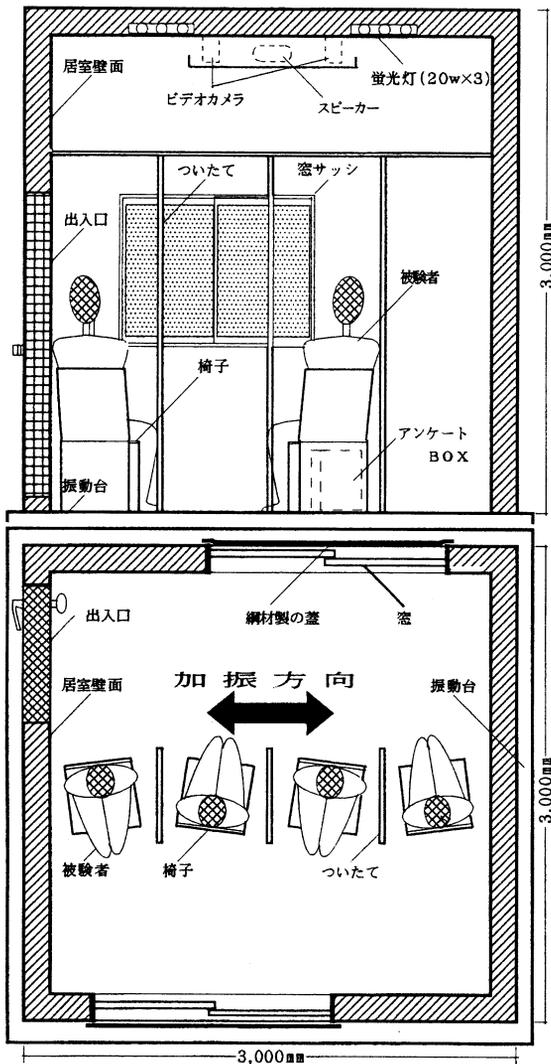


図1 実験の状況

入力振動は振動数0.1~40Hz、加速度最大値1.6~400gal、変位最大値0.000025~10cm(以降、単に加速度、変位とする)の範囲で49種類の振動を設定した。これに無入力を加えた合計50種類の振動を

被験者に与えた。これらの振動は実験中にひずみゲージ式加速度計とオシログラフィックレコーダを用いて実測し、再現性をその都度確認した。この方法で振動台上や椅子などの加速度を実測した結果、感覚に対して支配的であった椅子上の振動の実測値を振動換算図上に●でプロットしたものが図2であり、波形の一例を図3に表す。換算図の●付近の交点は入力目標値であり、振動台上の加速度とほぼ一致する。

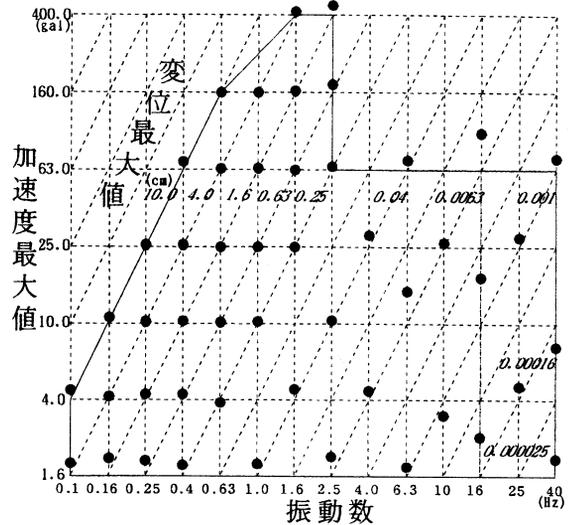


図2 入力振動の実測値

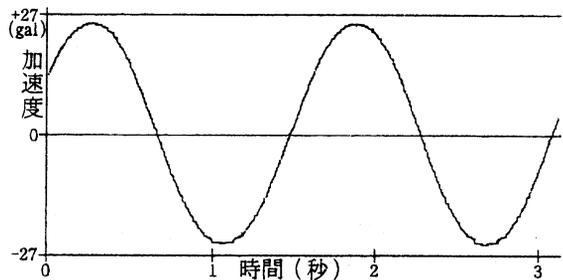


図3 記録波形の例 (0.63Hz, 25gal)

図4はアンケート用紙のなかの本論文でとりあげた部分である。設定した評価尺度を表1に示す。この用紙を用いて、0.63Hz、25gal、1.6cmの振動を基準とした各振動との一対比較のアンケートを行った。被験者は基準とする振動を30秒間感じた後、アンケート用紙の所定の質問に回答する。さらに、約10秒間振動を停止した後、入力範囲のある1種類の振動を感じながら、実験者の指示に従って残りの質問に順次回答する。この手続きを全50種類の振動に対して繰り返して行い、1単位の実験を終了した。比較対象となる各振動の入力順序はランダムに設定した。

CCDカメラと内部マイクを用いて居室内部の被験者の状況を外部から常にモニタリングしながら、比較対象の各振動の入力時間を180秒程度で調整した。その他の指示などもすべてマイクを通じて外か

水質A No. _____

Q1	先の振動	まったく不快でない ← 非常に不快である					
Q2	大きさ度合	_____ / 100					
Q3		まったく感じない	あまり感じない	不安を感じる	かなり感じる	非常に強く不安を感じる	
Q4	後	まったく感じない	あまり感じない	感じる	強く感じる	耐えられない	
Q5	の振動	非常に重い	かなり重い	やや重い	どちらでもない	やや軽い	非常に軽い
		強い					弱い
		かたい					やわらかい
		安心な					不安な
		鋭い					鈍い
		嫌い					好き
		落ち着いた					あわただしい
		不快な					快い
		うるさい					静かな
		細かい					荒い
動		よい				悪い	
		おとなしい				はげしい	
		小さい				大きい	
					速い		

図4 アンケート用紙

表1 設定した評価尺度

名称	評価手法	評価方法・意味づけ
不快度合	数値尺度法 絶対評価	基準の振動と比較して各振動に対する不快感を5段階の数直線で回答。主観的判断を含む振動の評価として設定。
大きさ度合	7段階・推定法 絶対評価	基準の振動の大きさを100として各振動の大きさを比較して数値で回答。振動の物理的性質の評価として設定。
不安感	カテゴリ一尺度法 絶対評価	各振動に対する不安感にあてはまる表現を5つから選択。日常環境での評価に近い表現として設定。
限界評価	カテゴリ一尺度法 絶対評価	各振動を感じた程度にあてはまる表現を6つから選択。知覚限界から許容限界を含む感覚限界の表現として設定。
形容詞による表現	SD法 絶対評価	各振動を感じたイメージを形容詞対による7段階の数直線による回答。自然な言葉による表現に近い評価として設定。

ら行っており、実験中に実験者が居室内に入ることはない。

3. 水平振動感覚を表す4つの評価尺度の特性

図4のアンケート用紙に示したうち心理学的測定法¹³⁾を用いた4つの評価尺度と物理成分とのかわりに着目し、各評価尺度の特性について分析する。

3.1 感覚限界の評価

図5は各振動に対するそれぞれの表現の回答率を直線補間して求めた、限界評価の回答率曲線である。図中の実線は「まったく感じない」、点線は「強く感じる」と「耐えられない」と回答した人の回答率を示す。この実験範囲では「耐えられない」と回答した人が少なかった。実験では振動の発生を予知している上、最終的には安全であることの安心感などもあり、実環境とは評価に違いがあることが予測できる。そのためここでは「耐えられない」と「強く感じる」の回答を統合して扱うこととした。

「まったく感じない」の回答率曲線は本実験における知覚曲線として評価できる。各曲線は2.5Hz付近を境に傾きが逆となり、下に凸となることが特徴的である。文献¹⁴⁾でも同じような位置に傾きが逆になる点があり、水平振動の知覚は振動数範囲によって特性が異なることがわかる。全体として加速度が大きいかほど回答率は低いが、「まったく感じない」にあてはまる振動の範囲が狭く曲線の間隔が

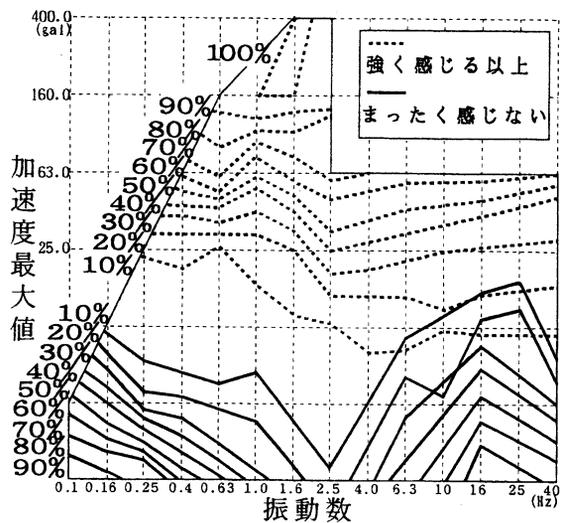


図5 限界評価の回答率曲線

ほぼ均一であり、知覚は物理量の変動に対して鋭敏な反応であると推察できる。この傾向は特に低振動数範囲で顕著である。

一方「強く感じる」以上の曲線は全体的に加速度に沿う傾向が強い。加速度が大きいかほど回答率が高く、振動を感じる強さ、振動に対する許容限界の表現は加速度に依存する。「まったく感じない」と同様に、低振動数範囲の方が物理量の変動に対して感覚的に鋭敏な反応を示す。一方高振動数範囲では低い回答率の曲線が加速度が低い範囲に広がり、「まったく感じない」の回答率曲線と重なる範囲もある。高振動数の振動に対する被験者のとらえ方にはばらつきが大きく、個人差が生じやすいことがわかる。

3.2 大きさ度合の評価

図6では、各振動の大きさ度合の平均値を直線補間した等評価曲線を常用対数で等間隔に表現した。各曲線は限界評価と同様、2.5Hz付近を境に傾きが逆になる。25gal程度までは曲線はほぼ等間隔で

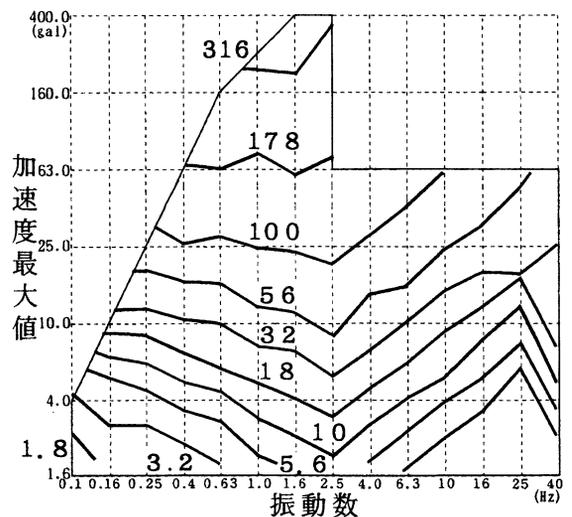


図6 大きさ度合の等評価曲線

ある一方、それ以上の加速度では曲線の間隔が徐々に広がるのが特徴的である。振動の大きさの評価では、物理量の変動に対する増加率が加速度の大きさによって変化する。

低振動数範囲では加速度が小さいほど曲線が右下がりとなり、加速度が小さい振動の大きさの評価は振動の知覚と関係することが推察できる。一方振動を明らかに感じる10gal以上の範囲では、曲線は加速度に沿う傾向が強くなり、大きさの評価は加速度に依存する。また2.5Hz以上では約45°に右上がりの曲線がほぼ等間隔にあり、高振動数範囲の大きさの評価は速度とのかかわりが強い。

3.3 不快感の評価

不快度合では「まったく不快でない」を1、「非常に不快である」を5、両者の間の各段階を2, 3, 4として評価した。図7では、各振動と基準とする振動に対する不快度合の差をとった相対的な不快度合を表した。各等評価曲線の-は基準とする振動より不快感が小さいこと、+はより大きいことを表す。

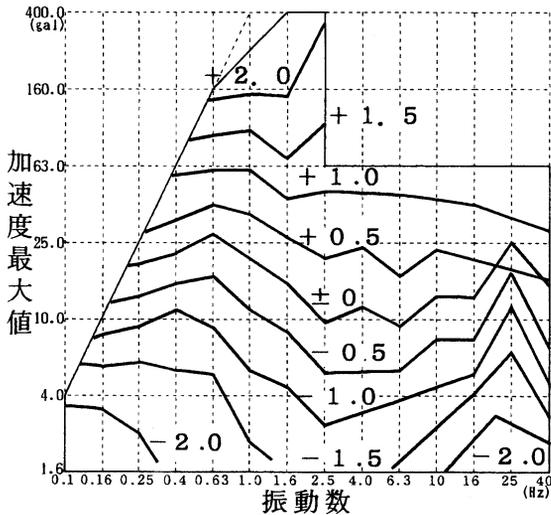


図7 不快度合の等評価曲線

他の尺度と同じように2.5Hz付近、さらに変位が大きい範囲で曲線の傾きが逆になることが不快度合の特徴である。限界評価、大きさ度合と比べて各曲線は複雑に折れ曲がり、振動に対する不快感の評価は振動の範囲によって影響する物理成分が異なる上、それ以外の要因にも影響を受けてばらつくことがわかる。高振動数範囲では曲線の折れ曲がり方がより複雑であり、より多様な要因に影響を受けてばらつきが大きくなっているものと推察できる。

3.4 不安感の評価

図8は不安感の回答率曲線である。実線は「まったく不安を感じない」、点線は「かなり不安を感じる」と「非常に強く不安を感じる」と回答した人の回答率曲線を示す。

回答率曲線の範囲が広いことからわかるように、「まったく不安を感じない」の回答は全振動に対してみられ、振動を感じることや不快感が不安感に直接通じないことがわかる。他の評価尺度と同じように2.5Hz付近を境に曲線の傾きが逆になり、全体的には加速度が大きくなるほど回答率は低くなる。

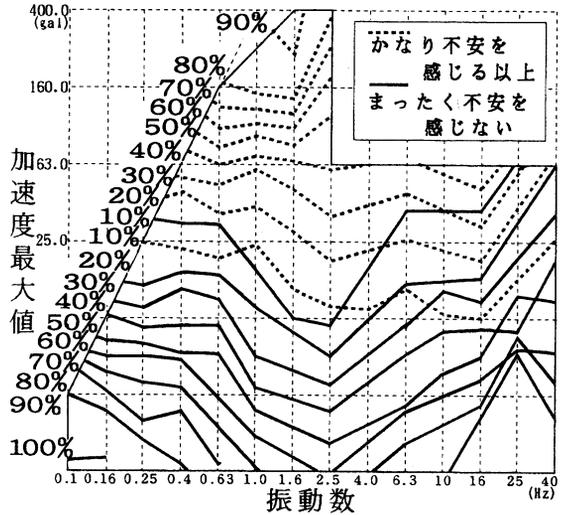


図8 不安感の回答率曲線

一方「かなり不安を感じる」以上の曲線は、全体的には加速度軸に沿う傾向が強い。「強く感じる」以上の曲線と同様に、高加速度範囲の振動に対する不安感の評価は加速度に依存する傾向が強いことがわかる。

不安感では特に実験時と実環境とで評価が異なることが予想され、実験時の評価にはこの評価尺度に対する被験者個々のとらえ方の違いが影響することが、被験者に対する実験後のヒヤリングからわかっている。各曲線はもっとも複雑に折れ曲がり、「まったく不安を感じない」と「かなり不安を感じる」以上の回答率曲線が重なる範囲も広い。振動に対する不安感の評価は振動の物理的変動に対する反応だけでなく、主観的な心理判断が含まれる程度が強いため被験者による個人差やばらつきが大きいものと推察できる。

4. 水平振動感覚の形容詞による表現の特性

これら4つの評価尺度は、実験者が設定したとらえ方に基づいて評価される。そこで被験者のより自由な表現を知るためにSD法に基づく評価を試みた。図4に示す形容詞対は、これまでの結果⁷⁾を鑑みて水平振動感覚とかわかりが強い言葉を中心に選択し、SD法の基本尺度¹²⁾と呼ばれるものを含めた。

4.1 各形容詞対の特性

各被験者がそれぞれの振動に対して14組の形容詞対に与えた評点を1サンプルとし、この結果に対して主成分分析を行った。固有値1.0以上の主成分を採用した結果、表2に示す固有値、寄与率をもつ第3主成分までを抽出した。各主成分を縦横の軸にとり、これらの主成分に対する各形容詞対の負荷量を示したものが図9である。

第1主成分に対しては-側に否定的な、+側に肯定的な意味あいの形容詞が集まる。負荷量が高い形容詞対ほど振動を否定的、肯定

表2 主成分の固有値および寄与率

	固有値	寄与率(%)	累積寄与率(%)
第1主成分	8.08	7.7	57.7
第2主成分	2.05	4.6	72.3
第3主成分	1.04	7.4	79.7

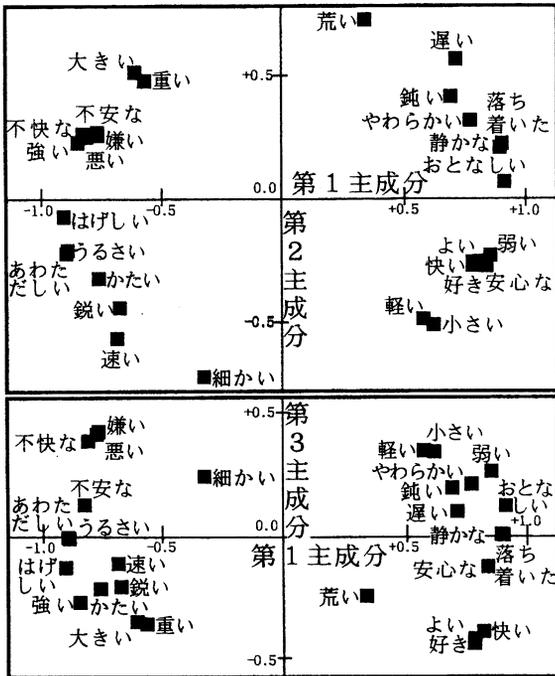


図9 各主成分に対する形容詞対の荷重

的に表現する意味あいが高く、振動が感覚に働きかける強さを表す主成分と考えられる。これはSD法による既往研究で一般的に抽出される力量性に対応するものであろう。一方第2主成分は「荒い／細かい」の荷重量ももっとも高く、荷重量が高い形容詞ほど振動そのものの性質を表現する傾向が強い。これは一般的な活動性に対応するものと考えられる。

さらに第3主成分は約45°の角度で2つの軸が直交した性質をもつ。1つは「好き／嫌い」など振動に対する好悪の評価を表す評価性、もう1つは変位の大きさと対応した「小さい／大きい」などの形容詞対である。既往の結果でも「小さい／大きい」は表現する対象によって特徴的な変動を示すことが指摘されており¹⁰⁾、水平振動感覚の表現でも他の形容詞対と異なる特徴的な変動を示す。

この結果はこれまでに行った実験¹⁾とも等しく、水平振動感覚を表現する言葉の特性として確度が高い結果であると考えられる。

4.2 評価性に基づく形容詞対の表現の領域

このような3つの特性をもつ形容詞対と物理成分との関係を知るためにそれぞれの表現に対応する水平振動の領域化を試みた。解析にはspssのクラスター分析を用い、説明変数を各サンプルの第1～第3主成分得点として全2150サンプルをクラスター化した。クラスター間の距離はユークリッド距離、融合後の距離の計算方法は最近重心ソート法とした。ここではこのクラスターの性質のなかで、第3主成分得点に対応して変動する評価性に着目する。

各被験者の表現に基づいた評価曲線を設定するために、以下のような手順で解析を行った。まず各クラスターに含まれるサンプルを被験者ごとに集計し、個々の被験者における表現に対応した振動の領域を知る。これらのクラスターに含まれるサンプルの主成分得点の分布から、個々の被験者が肯定的、否定的、中立すなわちどちら

でもない状態として評価する水平振動の領域を分化した。この結果に基づき、各振動に対して肯定的、否定的、中立に評価した人数を集計して、それぞれの人数に対応する肯定・中立・否定評価の領域を求めた。図10では全被験者数の約1/3である12人以上の各評価の領域を重ねあわせた、形容詞による表現の評価領域を表す。

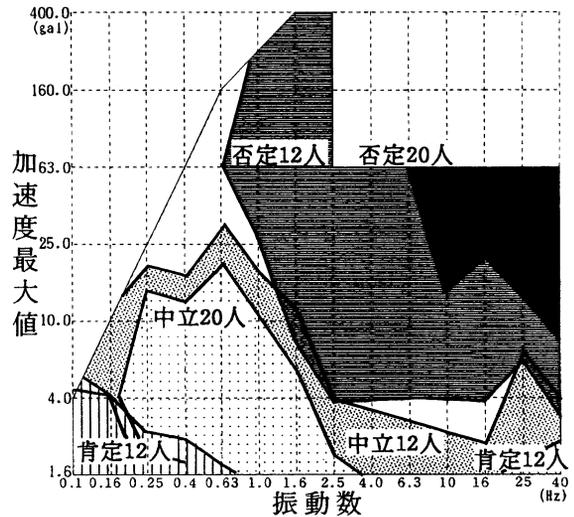


図10 形容詞による表現の評価領域

肯定的に評価される領域では人数がさほど多くないが、これは感じない振動を肯定的にとらえるか、中立にとらえるかが人によって異なることによる。そのため加速度が小さい範囲の振動を中立に評価する人数も多く、肯定評価の領域と中立評価の領域が重なる。

各評価の領域は2.5Hzを境に変化する。低振動数範囲では加速度が大きくなるにしたがって肯定+中立→中立→否定の評価と、段階的に領域が分かれる。このなかで変位が大きい範囲にどの評価にもあてはまらない領域があるが、これは変位が大きい範囲を否定的に評価する人が数名いる以外、この範囲の振動に対する評価がばらつくことによる。

一方高振動数範囲では、否定的に評価される領域が加速度がかなり小さい範囲まで広がるのが特徴的である。形容詞による表現では、他の評価尺度にはみられない振動数に対応した振動の性質を表現する活動性が存在する。高振動数範囲の振動に対してはこの活動性による振動数が高いという表現が卓越し、ほとんどの振動が否定的に評価される1つのクラスターとして領域化されるためである。

5. 水平振動に対する評価特性の相互比較

上述の考察をふまえ、図11では各評価尺度の特性を相互に比較しやすくするために振動数ごとに評価値を重ね合わせてみた。横軸に加速度、縦軸に評価値をとって表現した。評価値のレベルは図に示したように設定し、各評価尺度を相対的に位置づけてみた。その際にはそれぞれの手法に添った意味づけが適当であると考え、評価手法に対する心理学な認識を考慮して各評価尺度の扱い方を次のようにした。大きさ度合と不快度合では平均値、限界評価と不安感では各表現に対する回答率から評価値を設定した。この際には過半数と

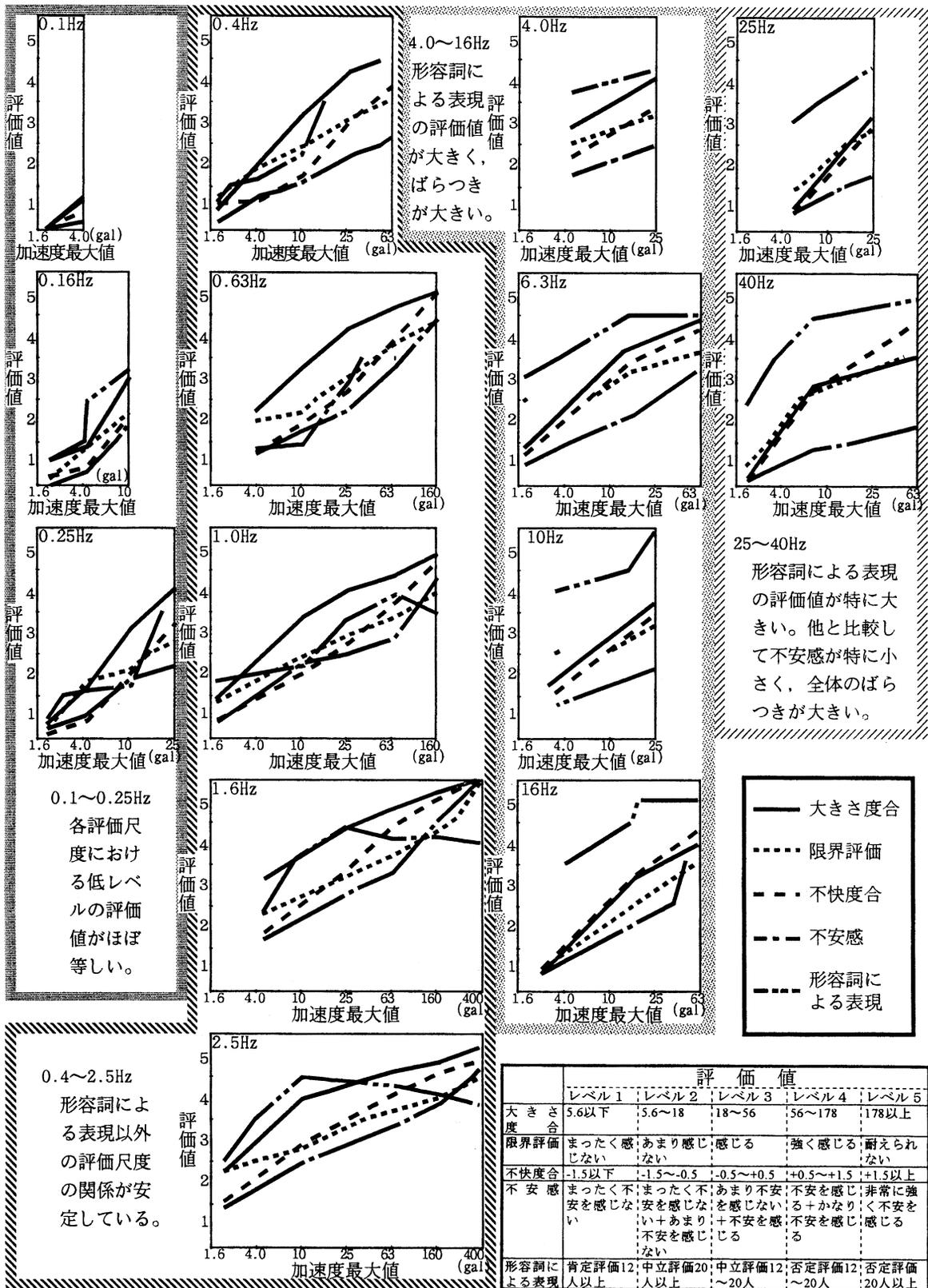


図11 各評価尺度における相互比較

いう代表値としての意味をもたせるため、50%以上の回答を得た振動の範囲に着目したが、不安感では回答のばらつきが特に大きく、1つの表現に限定すると50%以上の回答を得た振動がない場合もあるため、隣接する2つの表現を統合した。またSD法では14対の形容詞を1つの表現としてとらえるため、前述の多変量解析の結果から評価値を求めた。各評価尺度の違いから振動数範囲を4つに区切ることができる。

振動数がもっとも低い0.1~0.25Hzでは各評価尺度の低レベルの評価値がほぼ等しく、知覚と関係した評価であることがわかる。一方加速度が比較的大きい範囲では評価尺度によるばらつきが大きい。振動数、加速度が全体的に低く振動の刺激量が小さいため、各評価尺度のばらつきが大きくなっているものと推察できる。

次に低い振動数範囲である0.4~2.5Hzでは、全評価尺度の関係は安定した傾向にある。最大と最小の大きさ度合と不安感が不快度合と限界評価をはさむようなかたちとなる。不快度合と限界評価の大小関係は10~25gal程度の範囲で入れ替わる。

振動数が若干高い4.0~16Hzでは、形容詞による表現の評価値が大きく、全評価尺度のばらつきが大きくなることが特徴的である。そのなかで、大きさ度合と不快度合の増加率がほぼ対応している。

さらに振動数が高い25~40Hzでは、形容詞による表現の評価値が特に大きい。他の評価尺度のなかでは不安感以外がほぼ対応しており、不安感は他と比較して特に小さく、評価尺度全体のばらつきがより大きくなる。

これらから各評価尺度の特徴を以下のように纏めることができる。大きさ度合は加速度が低いほど評価値の増加が大きくなり、加速度が大きくなるにしたがって評価値の増加が徐々に小さくなる。不安感はそれと逆に加速度がある程度小さい範囲では評価値の増加は鈍いが、加速度が大きくなるにしたがって評価値の増加も大きくなる。特に63gal以上で不安を強く感じる範囲になると不安感が急激に増す。一方不快度合と限界評価は、加速度に対する評価値の増加が直線関係に近い。総じて限界評価の方が不快度合より増加率は小さい。

これら4つの評価尺度と比較して、形容詞による表現はまったく異なる傾向を示す。特にその評価値は高振動数範囲で卓越して大きくなるが、その境にあたる1.6~2.5Hzでは他と逆に加速度が大きいくほど評価値が小さくなる範囲もあり、振動数に依存した特徴を表す。

図12ではこれらの評価尺度の大小関係の違いによる振動の範囲を2次元的に示した。これまでの考察からそれぞれの評価尺度の特性は表3のように纏められるが、図12の領域はこの特性と対応した特徴を表していることがわかる。

特徴的な形容詞による表現を別個にとらえてみると、振動数が高い範囲ほど形容詞による表現の評価が卓越して大きい。それ以外の評価では、高振動数範囲では不快度合が大きい振動が多い。高振動数の振動は物理的な変位も小さく、振動の物理的な性質の評価は小さいが、好悪の評価や不快感など主観的な判断を含む程度が強い評価は厳しい方向に傾く傾向にある。

振動数がより低い振動に対しては、63gal程度までの範囲では主観的な判断よりも振動の物理的な性質の評価が厳しい傾向にある。一方63galを越える範囲では不快感もかなり大きいが、限界評価は小さく許容限界はより厳しい評価であることがわかる。

また不安感は63gal以下のほとんどの範囲でもっとも小さい。不

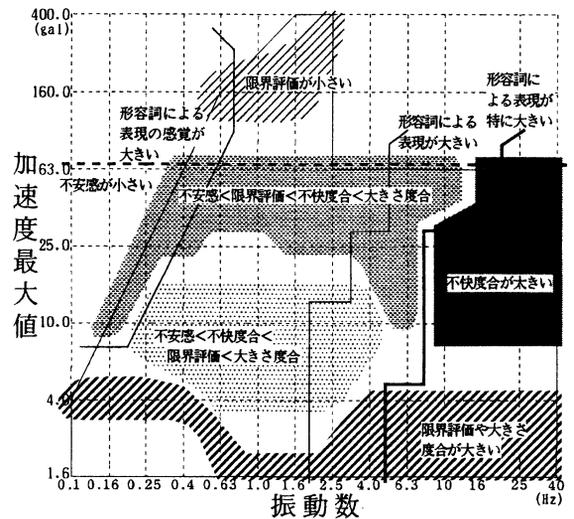


図12 各評価尺度の関係と物理成分との対応

表3 各評価尺度の特性

	評価の特性	対応する評価尺度と特徴
主観的	複数の物理成分や他の要因に影響を受けばらつく。曲線の傾向は複雑だが、主に加速度の影響が強い	形容詞による表現不安感
	単一の物理成分との関係が強い。物理量に対する変化率も安定しており、ばらつきも比較的小さい。	不快度合 限界評価 大きさ度合
物理的		振動数を表現する独自の特性をもち、高振動数ではこの性質が卓越する。主観的な判断も強く、周辺の要因の影響を強く受け、ばらつきが大きい。比較的低下速度から加速度に強く影響を受ける。変位にも影響を受ける。低加速度では知覚を表現する、それ以上では程度の主観的判断を含む。小さい範囲で知覚、高加速度で加速度高振動数範囲では速度と強い関係。

安感は主観的な判断を強く含み、ばらつきが大きいことも含め、より鈍い評価であることがわかる。すなわち日常環境で居住者が振動による不安を訴えた場合かなりの大きさの振動が発生しており、感覚的な評価も厳しいレベルにあることがわかる。既往のアンケート調査による揺れに関する居住者の満足度合の意識構造¹²⁾からも、不安は揺れに関する不満につながる事が予測できる。

一方揺れを小さいと感じたり、ほとんど感じない場合は不満につながることは少ない¹²⁾。知覚関と関係する加速度が小さい範囲では、感じる程度の判断や大きさの評価など物理的な評価が若干高く、他の主観的な判断の強い評価はそれ以下となっており、揺れに関する不満も小さいと考えられる。

既往のアンケート調査¹²⁾にみるように揺れに関する不満を構成する要因は居住者によってさまざまであり、知識や経験など周辺的な要因の影響も大きい。一方で不安や不快を感じるだけでなく、強い揺れや大きい揺れなど揺れの物理的な性質の評価が厳しい場合にも不満を生む要因となることがあるため、実環境における評価につなげる上でも水平振動感覚に対するさまざまな評価の特性を明らかにすることが求められる。

6. おわりに

本論文では低層から高層建物までを想定した広い振動数範囲の水平振動を対象に、居住性評価の規範となる感覚に着目した。知覚をはじめとする評価尺度を相互に比較することで、それぞれの特性を明らかにした。本論文により得られた知見を以下に纏める。

1. 4 gal程度以下の範囲では、水平振動感覚は知覚と対応して評価される。それ以上の加速度範囲では評価尺度ごとに異なる物理成分に依存して評価される。各評価尺度は主観的な判断が強く含まれるものと、振動の物理的性質を評価する傾向が強いものに分けられる。振動の知覚や感じた大きさなど振動の物理的な性質を評価する程度が強いほど曲線の傾向は安定し、単一の物理成分との明確な対応関係がある。一方不快感や不安感などの主観的な評価には加速度が大きく影響するが、複数の物理成分との関係から評価されたり、物理成分以外の要因からも影響を受けやすいため、ばらつきが大きい傾向にある。また形容詞による表現は振動数に対応した振動の性質を表現する独自の特性をもち、特に高振動数の振動が振動数によって評価される特徴がある。
2. 水平振動感覚の評価尺度は共通して2.5Hz付近で曲線の傾きが逆になり、この振動数を境に低振動数と高振動数で評価特性が異なることがわかった。低振動数範囲では評価値は振動の物理量の変動に対して安定した段階的な変動を示し、被験者によるばらつきも少ない。一方高振動数範囲では振動数が高いという形容詞の表現が卓越する。それ以外は個々の被験者によるばらつきが大きいことが特徴的であり、各評価尺度が依存する物理成分も加速度、速度、変位とさまざまであり複雑な特性を示す。
3. 各評価尺度の相互比較から、その特徴に基づいて振動数範囲を4つに区切ることができた。0.4~2.5Hz付近の範囲で各評価尺度の関係が安定し、それ以上の振動数範囲では形容詞による表現の評価がきわめて厳しく、各評価尺度のばらつきは大きくなる特徴がある。これらの大小関係は各評価尺度の特性と対応して変動しており、知覚閾とかかわる低加速度の範囲では主観的な評価は小さく、不満の要因も少ないことが予想できる。一方不安感が増す高加速度の範囲や不快感が大きい振動数が高い範囲などでは、それを要因とした不満が生じることも考えられ、これらの評価尺度の特性を考慮した評価が必要となる。

(現北陸ミサワホーム)、秋山泉(現東京都庁)の両氏にご協力戴いた。感謝の意を表する。また実験にご参加戴いた多くの方々には感謝する次第である。

引用文献

- 1) 後藤剛史：居住性に観点を置いた高層建築物に生じる振動の評価に関する研究(その1) 振動に対する人間の各種反応, 日本建築学会論文報告集, 第237号, 昭和50年11月, pp. 109~119.
- 2) 日本建築学会：建築物における振動に対する居住性能評価指針, 第1版, 1990年4月.
- 3) 大築民夫, 田村幸雄, 中田信治, 内藤俊一, 桐山伸一：道路交通振動に起因する鉄骨造住宅の振動性状, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学), pp. 1885~1886, 1994年9月.
- 4) 中田信治, 田村幸雄, 大築民夫, 内藤俊一, 桐山伸一：中低層建物における短周期水平振動の知覚閾に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学), pp. 1899~1900, 1994年9月.
- 5) 三輪俊輔, 米川善晴：正弦振動の評価法(振動の評価法1), 日本音響学会誌, 27巻1号, pp. 11~20, 1971年.
- 6) 野田千津子, 石川孝重：水平振動知覚における評価要因の影響とその程度—その1 知覚閾に関する既往研究レビュー—;—その2 知覚限界を対象とした比較と総括—, 日本建築学会関東支部研究報告集(構造), pp. 5~12, 1995年度.
- 7) 石川孝重, 野田千津子, 隈澤文俊, 岡田恒男：水平振動感覚を表現する形容詞・用語がもつ意味, 日本建築学会計画系論文報告集, 第455号, pp. 9~16, 1994年1月.
- 8) 野田千津子, 石川孝重, 隈澤文俊, 岡田恒男：視覚刺激を考慮した水平振動感覚を表現する言語の特質に関する研究, 日本建築学会関東支部研究報告集(環境工学), pp. 177~180, 1993年度.
- 9) 野田千津子, 石川孝重：水平振動感覚における評価の特質に関する一考察—個人プロフィールの対応にみる評価尺度の位置づけ—, 日本建築学会関東支部研究報告集(環境工学), pp. 13~16, 1994年度.
- 10) 野田千津子, 石川孝重, 斎藤亜樹子：体感刺激に対する水平振動感覚評価に関する実験的研究, 日本建築学会関東支部研究報告集(構造), pp. 5~8, 1996年度.
- 11) 田中良久：心理学的測定法 第2版, 東京大学出版会, 初版, 1985年5月10日.
- 12) 大山正, 池田央, 武藤真介：心理測定・統計法, 有斐閣, 初版, 昭和46年9月30日.
- 13) 一力ゆう, 石川孝重, 野田千津子：高層住宅の居住性をふまえた揺れ感覚に関する調査研究—その2 揺れに関する満足度合の意識構造—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学), pp. 97~98, 1993年9月.

(1997年7月10日原稿受理, 1997年11月14日採用決定)

本実験の実施, データ解析にあたっては, 当時卒論生斎藤亜樹子