

居住者意識に基づいた水平振動に対する居住性能のグレード化に関する研究

HABITABILITY GRADE OF HORIZONTAL VIBRATION BASED ON RESIDENTS' CONSCIOUSNESS

野田千津子*, 石川孝重**

Chizuko NODA and Takashige ISHIKAWA

This study intends to set a habitability grade based on residents' consciousness on a performance assessment of horizontal vibration of building. A sensory test was conducted with forty subjects to investigate the relationship between habitability grade and physical quantity of horizontal vibration. A feature of this study is to bring out subjects' consciousness of habitability grade using a questionnaire before and after the test.

Results of the sensory test and the consciousness survey show physical quantity of each grade vibration. The validity of this habitability grade is verified based on a relationship with performance level of actual buildings to wind-induced vibration.

This study determines specific meanings of habitability grade of horizontal vibration based on residents' consciousness, such as a standard level and a request level of a majority of people.

Keywords : *Environmental vibration, Residents' consciousness, Performance-based design, Performance assessment, Perception probability, A.I.J. Guidelines*

環境振動, 居住者意識, 性能設計, 性能評価, 知覚確率, 居住性能評価指針

1. はじめに

性能設計において, 対象建物の性能は, 建築主の要求に応じて個別に決定される。目標性能の決定主体となるのは建築主である一方, 設計者には, 対象建物を社会的にも良好なストックとするべく, 建築主の決定が妥当なものとなるよう支援することが求められる。

環境振動をはじめとする居住性能を対象とした場合, 最低限の性能が法規制で定められる構造安全性能と比較して, 目標性能設定に対する建築主の意向の意味づけが大きいと考えられ, 合意形成をはかる上で十分なコミュニケーションが不可欠である。そのために設計者は, 建築主となり得る市民のニーズとして要求性能がどのあたりにあり, 社会ストックの観点から目標性能をどこに求めるかなどの事前理解がきわめて重要なことになる。

このような背景をふまえて, 本研究では, 床の鉛直振動を対象とした既報¹⁾に続き, 風や交通による水平振動に対する市民のニーズをくみ上げることに着目する。

筆者らがこれまで進めてきた研究^{2~4)}も含め, 環境振動の性能評価を目的とした研究^{5~7)}の多くは, 知覚閾をはじめとする振動感覚を性能評価の基盤と位置づけ, 設計指標となる振動の物理量との関係からとらえようとしている。現在, 環境振動を対象とした設計では居住性能評価指針⁸⁾が一般的に用いられているが, 同指針も, 既往研究の蓄積を吟味した上で, 知覚確率との関係から性能評価曲

線を提示している。同指針の性能評価曲線に拠ることで, 対象建物で, どの程度の人が振動を感じるかを知ることができる。しかし, 性能としての標準や推奨されるグレードなどのように, 建築主の要求と対応した意味づけを与えているとはいえないとの指摘がある。

そこで, 本研究は, 建物の水平振動に関する性能としての意味づけをもった等級分けである性能グレードの提示を目的に, 性能グレードと水平振動の物理量との関係を知るための振動体感実験と, 水平振動に対する性能評価のとらえ方などに着目する意識調査を, 同一の対象者に行う。

本論文では, これらの実験および調査の結果に基づいて, 水平振動の居住性能評価に対する意識を反映した性能のグレード分けを試みる。さらに, 知覚確率との関係から居住性能評価指針⁸⁾に基づいて性能グレードを再評価し, 実建物の風振動に対する性能との比較を通して, その位置づけを検証する。あわせて, 意識調査の結果から, 性能グレードに対する意味づけを具現化し, 多くの人が標準的にとらえるグレードや自宅への要求性能を提示する。

最終的には, 建築主となり得る市民の要求をふまえた水平振動に対する性能グレードを, 設計指標となる振動の物理量との関係から提示することで, 構造設計に際して, 設計者が建築主との合意形成をはかるための基礎資料となることを考えている。

なお, 本論文の一部は, 文献^{9,10)}において速報している。

* 日本女子大学 学術研究員・修士(家政学)

** 日本女子大学住居学科 教授・工博

Researcher, Japan Women's University, M. H.E.

Prof., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's University, Dr. Eng.

2. 研究の特徴と前提とした性能グレードに対する考え方

本研究では、図1に示すフローのように、床の鉛直振動を対象とした既報¹⁾と同様の手法をとる。すなわち、性能設計において目標性能の決定主体である建築主となり得る市民を対象に、意識調査と振動体感実験を行い、彼らの環境振動の性能評価に関する意識を明らかにし、その意識を反映した性能のグレード分けを試みる。

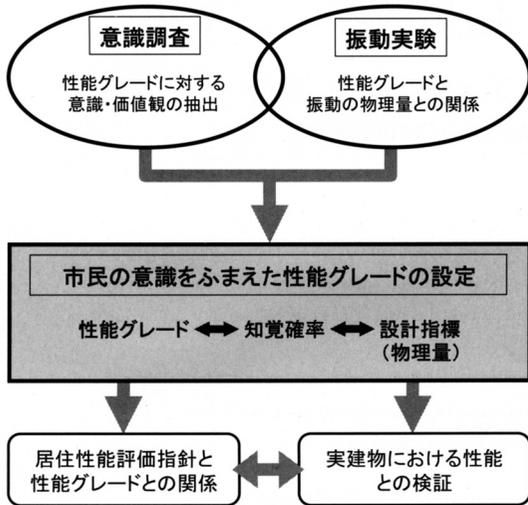


図1 本研究のフロー

意識調査は、グレード分けした性能に相当する振動のイメージを言葉や知覚確率を用いて表現し、現在の住まいの性能グレードや自宅に望む性能グレードなどの回答を通して、水平振動の性能評価に対する意識を明らかにしようとするものである。一方、振動体感実験では、振動を感じながら性能グレードにあてはめることで、設計指標となる振動の物理量との関係を明らかにする。

このような意識調査では、性能のグレード分けに対する対象者の意味づけを具現化することはできるが、そのグレード分けを振動の物理量に直接結びつけることは難しい。そこで振動体感実験の結果とすりあわせることで、対象者の意識を反映した性能グレードを、相当する振動数や加速度とともに提示することが可能となる。

環境振動に対する日常的な意識は希薄なことが一般的であり、住宅購入層を対象とした一般的な手法による意識調査¹¹⁾では、回答のばらつきが大きく、その結果から特徴を抽出するには限界があった。そこで本研究は、同一の対象者に対して、水平振動の体感実験と意識調査を同時に行い、かつ同一のアンケート用紙を用いた意識調査を、振動体感実験の前後に行なうことで、回答の集約をはかろうとするところに特徴がある。実験・調査後に実施したヒアリングでは、実際の環境を想定しながら振動を体感することで、自分なりにグレード分けの基準が感じとれるようになったという指摘が対象者より多く聞かれた。このような状況を反映して実験後の回答は比較的収束する傾向を示す^{1,9,10)}ことがわかっている。

このように本研究では、振動体感実験と意識調査を同時に行うため、今回の対象者は限られた条件となっているが、多数のとらえ方という観点で結果を評価することで、市民の意識としてとらえるこ

ととしている。

また、本研究では、設計者らのブレインストーミング¹¹⁾をふまえ、床の鉛直振動を対象とした研究¹⁾と同様の性能グレードに対する考え方(図2)を前提とする。すなわち、

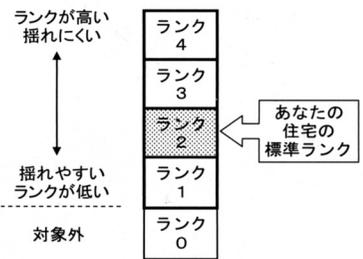


図2 性能グレードに対する考え方

環境振動の居住性能は

4段階のグレードに分けられ、下から2番目を、対象者の自宅と同じ住宅形式における標準とする。また、ランク1との境界を定めるため、環境振動に対して設計対象外となるランク0を設定した。

このような居住性能としての評価は、知覚や心理評価などの振動をどう感じるかという観点だけでなく、生活への支障などをふまえた総合的な判断であるが、従来は知覚確率との関係からのみとらえられている。環境振動を対象とした設計で一般的に用いられている居住性能評価指針¹²⁾も同様であり、本研究では、知覚確率を媒介とすることで、同指針が提示している性能評価曲線との関係を明らかにし、実建物における性能との関係から性能グレードを検証することも試みている。なお、同指針が、交通振動と風振動を振動数範囲のみで区別し、いずれも正弦振動による実験結果に基づいた性能評価曲線を用いていることから、本研究も、同様の条件で振動体感実験を行ない、同指針との対応をはかろうとしている。

3. 実験および調査の概要

(1) 水平振動体感実験の概要

水平振動の性能グレードに対する評価を設計指標となる振動の物理量に結びつけるため、水平振動の体感実験を行った。振動台を用いた実験の状況を図3に示す。3m×3mの加振テーブルの上に、天井高さ3mの鋼材製の居室を設置し、床面にはカーペットを敷いて

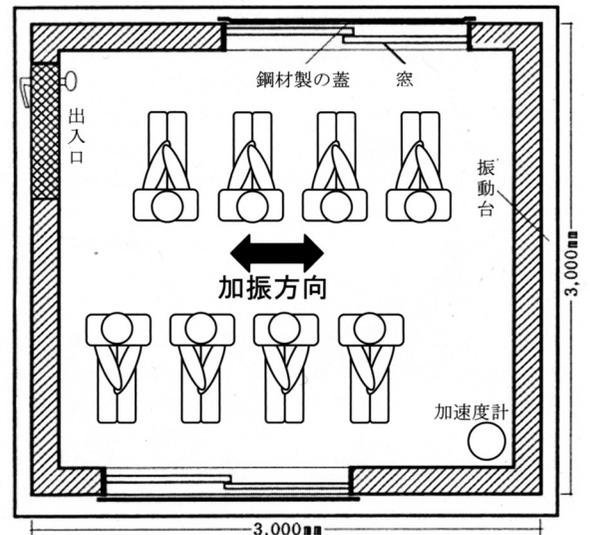


図3 水平振動体感実験の状況

いる。そのほか、壁、窓などの内装も一般的な建築と同様の仕上げを用いている。被験者（女性・18～47歳・合計40名）は、この居室内で、足をのばした状態で床に直接座る。

入力振動は、振動数0.1～40Hz、加速度最大値（以降、加速度とする）1.6～400cm/s²の範囲を、それぞれ対数軸で等間隔とした目標値をもつ70種類の正弦振動である。具体的には、振動数を一定として、各目標値間の約24秒で加速度を徐々に増加し、目標値に達した時点で約50秒間、加速度を一定にする。振動数の大小の順序はランダムに設定し、全被験者共通の順序で振動を入力する。

実験者は、実験の開始を伝えて振動を入力し、加速度が目標値で一定となった約10秒後に、その都度、アンケートの回答開始を指示する。被験者は実験者の合図を受け、その時の振動を感じながら40秒程度で各設問に回答する。回答中の加速度は一定であり、この間の振動をサーボ型加速度計で収録し、結果の評価に用いる。

また、体感による評価を対象とするため、体感以外に振動を想起させる要因となる物の動きや音を、できるかぎり排除した状態で実験を行っている。そのため、居室自体の剛性をきわめて高くしているが、固有振動数付近の共振により、鉛直方向の振動と音が少なからず発生したため、16Hzのデータは解析対象から除いている。

アンケートでは、床の鉛直振動を対象とした既報りと同様の11種類の設問を用いる。そのなかから、本論文では表1の設問を対象に結果を述べる。被験者は各振動を感じながら、あてはまる表現を1つずつ選択する。性能グレードに関する設問では、住宅の寝室や学校の教室にいる場合を自由にイメージさせているが、それぞれの状況を具体的に想定して区別するよう、実験前に指示している。

表1 実験で用いたアンケートの設問（一部抜粋）

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
住宅の寝室の場合、日常的な振動の性能ランクとしてどの程度ですか？				
4 とてもよい	3 よい	2 普通 (標準)	1 やむを得ない 許容できる	0 あり得ない
学校の教室の場合、日常的な振動の性能ランクとしてどの程度ですか？				
4 とてもよい	3 よい	2 普通 (標準)	1 やむを得ない 許容できる	0 あり得ない

実験時にはあわせて、過去に実施した実験^{2～4)}と同じ設問を用いて、振動の入力条件やアンケートの構成などが水平振動の知覚や心理評価におよぼす影響を検証している。その結果、知覚や加速度が低い範囲の心理評価に対して、振動の入力条件の影響が若干みられるものの、被験者やアンケートの構成による影響はほとんどないことがわかってきている。¹⁰⁾

(2) 水平振動の性能評価に関する意識調査の概要

振動体感実験と同じ対象者に対して、実験の前後に同一の設問によるアンケートを実施した。

回答者には、「風や道を通る車などによって、あなたの住宅の骨組が揺れることがある。この揺れが夜間に生じる」という条件を回答前に提示し、対象とする振動を想定させる。その上で、図2に示す性能グレードに基づいて、言葉や知覚確率などを用いて、ランク2、ランク3に相当する振動について回答する。また、回答者の現在の住まいの性能や自宅に望む性能などを通して、水平振動の性能グ

レードに対するとらえ方について回答を得る。

振動体感実験後のアンケートが終了した後、回答者にヒアリングを行い、性能グレードに対するとらえ方や各用途に想定した状況などを個別に確認し、自分の住まいでの振動経験などに関する情報を得て、考察に反映している。

またヒアリングでは、自宅の住宅形式と関連して、振動にかかわる日常的な経験が異なり、このことが意識に影響している^{9, 11)}ことを確認した。そこで、日常的に振動を体験している人が多い木造戸建住宅の居住者と、地震以外では日常的に振動を経験したことがほとんどない非木造マンションの居住者として、住宅形式を区別して集計する。回答者は計40名であるが、そのうち、性能グレードと振動の大小関係が整合した回答（木造戸建住宅居住者19件・非木造マンション居住者13件）を評価の対象とする。

4. 水平振動に対する性能グレードの評価

水平振動の体感実験は、対象者の意識を反映した性能のグレード分けを、設計指標となる振動の物理量に結びつけることを主な目的としている。そこで、実験で実施したアンケートから、住宅の寝室あるいは学校の教室を想定した性能グレードに関する設問の結果を述べる。

(1) 性能グレードと物理量との関係

振動体感実験で実施した性能グレードに関するアンケートの回答と振動の物理量との関係から、図2に示す性能グレードの各ランクに相当する加速度範囲を振動数ごとに検討する。

図4は、横軸に加速度、縦軸に知覚確率・回答確率をとり、振動体感実験における性能グレードの回答確率と知覚確率を振動の物理量との関係から示したものである。0.25Hz、0.63Hz、1.6Hz、4.0Hz、10Hzの場合を例示する。

性能グレードについては、各ランクの回答確率をそれ以上高いランクの回答確率に加算した累積回答確率で評価する。表1に示すように、性能グレードについては、住宅の寝室と学校の教室を区別して質問しているため、それぞれの場合の結果を示す。また、表1のアンケート中の「まったく感じない」の回答確率を、その振動を感じなかった人の割合とし、それ以外を各振動の知覚確率として評価し、図4にあわせて示す。

図4では、各ランクまでの累積回答確率および知覚確率を入力振動の最大加速度に対応させてプロットし、データのばらつきを平滑化するため、加速度の常用対数値を説明変数とした4次式による回帰曲線で評価する。振動数ごとの実験実施範囲のうち、累積回答確率が0%あるいは100%で連続する加速度範囲を、評価から除外している。図中の回帰曲線の決定係数はいずれも0.9以上である。

4.0Hzなどランクによって若干異なる場合もあるが、ほとんどの振動数で住宅の寝室と学校の教室を想定したランクに対する累積回答確率はほぼ等しい。実験後のヒアリングでは、それぞれの場合に想定した状況によって、住宅と学校に対する性能評価の相対関係が個々の被験者で異なることが示唆された。くつろぐための住宅の方が振動しないで欲しい、学校の方が丈夫であるべきなので振動しないはずなど、対象者の多様な観点による評価を総合すると、住宅の寝室と学校の教室を想定した性能グレードは、ほぼ同程度の加速度範囲に位置することがわかる。

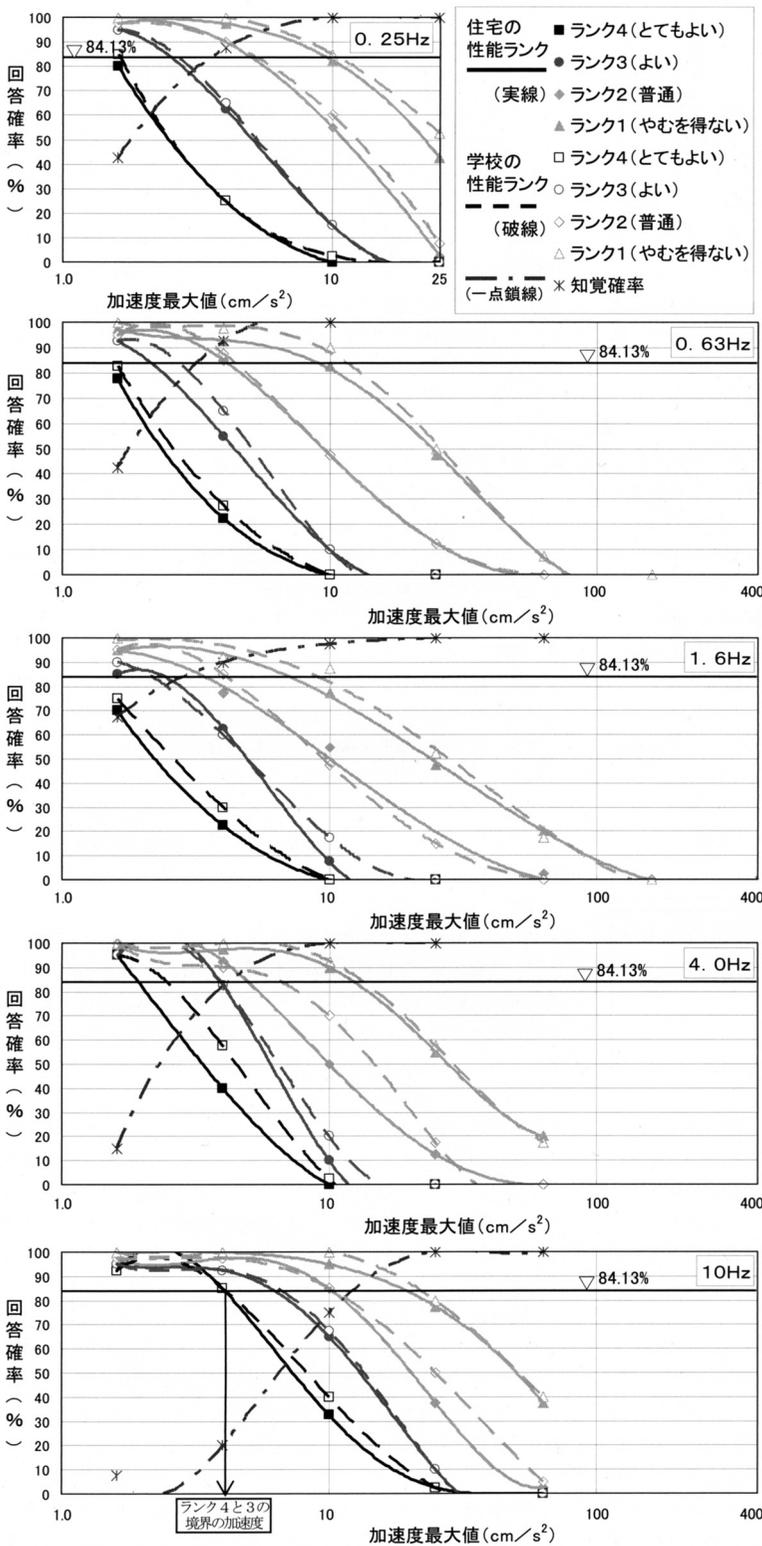


図4 性能グレードに対する評価と振動の物理量との関係

図4に示す累積回答確率を用いる場合、何%を基準に評価するかによって、各ランクの境界に相当する加速度が変動する。一方、同じ対象者に同時に実施した意識調査では、多くの人が日常で水平振動を体験したことがないなどを反映して、標準やその1段階上のランクに相当する振動は、全体的にかなり低い知覚確率として評価されている。⁹⁾

このような傾向をふまえた上で、設計者らによるブレインストーミングを通して、後述する実建物における性能との関係などを含めて検討し、既報りによる床の鉛直振動を対象とした場合と同様に、累積回答確率 84.13% (正規分布の平均値 + 1σ に相当) を基準に、水平振動に対する性能グレードを評価することとした。設計上の意味づけとして、過半の人が、該当のランクより高い評価である方が、建築主らの理解を得られやすい可能性があるなど、設計者の指摘も考慮している。

図4中に、評価の基準とした累積回答確率 84.13% を太線で示す。10Hz のグラフに ↓ で例示しているように、回帰曲線との交点は各ランクの境界に相当する加速度を表す。すなわち、この交点の加速度以下の範囲では、80% 程度の人が、該当するランクあるいはそれ以上に高い性能と評価することを表す。

(2) 性能グレードと知覚確率との関係

このようにして図4から得られる、各ランクの境界に相当する加速度を振動数-加速度軸上で評価し、同時に実験を行った知覚の結果と比較することで、性能グレードと知覚確率との関係を明らかにする。

図5に住宅の寝室、図6に学校の教室を想定した性能グレードと知覚確率との関係を、振動数-加速度の両対数軸上で表す。図中に、振動数ごとに各ランクの境界に相当する加速度をプロットし、加速度を目的変数、振動数を説明変数 (いずれも常用対数値) とした2次式による回帰曲線で評価する。回帰曲線の決定係数は、住宅の場合 0.74~0.86 の範囲、学校の場合 0.74~0.88 の範囲にある。それぞれの回帰曲線はランク間の境界を示し、各ランクは図に示す幅をもった振動範囲となる。また、図中の細い実線は、本実験による知覚確率である。図4と同様に、「まったく感じない」以外の回答確率を各振動に対する知覚確率として評価する。各振動の知覚確率を加速度 (目標値) 間で直線補間して、20% ごと の知覚確率に相当する加速度の大きさを振動数ごとに算出し、性能グレードと同様に2次式

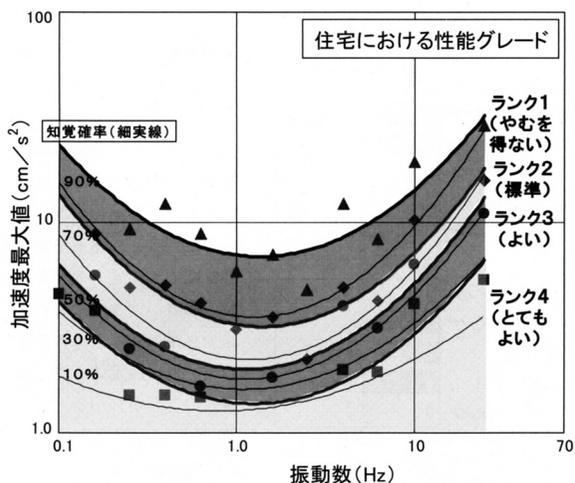


図5 住宅を想定した水平振動の性能グレードと知覚確率との関係

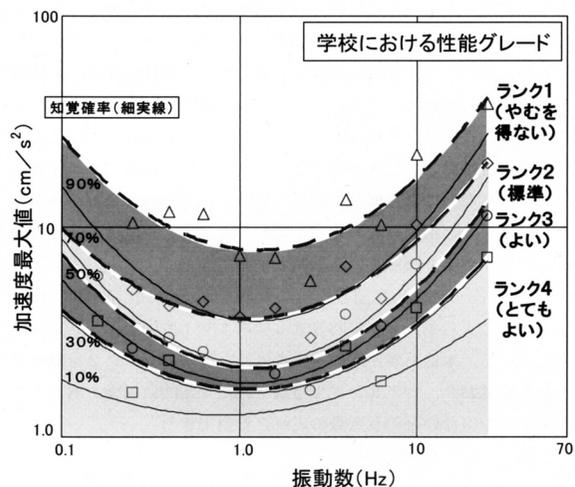


図6 学校を想定した水平振動の性能グレードと知覚確率との関係

で回帰した結果を示している。それぞれの回帰曲線の決定係数は0.81～0.87の範囲にある。

図5、図6から、住宅の寝室あるいは学校の教室を想定した性能グレードの評価曲線は知覚確率と類似した形状にあり、性能グレードを知覚確率との関係から評価できることがわかる。住宅・学校における性能グレードはいずれも、知覚確率との関係においてほぼ同様の傾向を示し、同程度の加速度範囲にある。

上記の結果をふまえると、住宅・学校における性能グレードと知覚確率との関係を、共通して次のように評価できる。振動数によって若干異なるが、設計対象範囲でもっとも低いランク1の限界は、ほぼ全員が振動を感じる程度となる。このことから、水平振動を対象とした設計では、知覚確率と対応させて居住性能を評価できるものと判断できる。また標準のランク2は知覚確率60～80%、自宅の性能として望む人がもっとも多いランク3は知覚確率30～60%に相当する。知覚確率30%以下は、とてもよいランク4と評価できる。

5. 居住性能評価指針をふまえた性能グレードと実建物との検証

本研究の最終的な目的は、設計時の設計者と建築主との目標性能の設定における合意形成をはかる資料の提示である。そこで、より汎用的な設計資料を提示すべく、建物の水平振動の評価に一般的に使われている居住性能評価指針⁹⁾の性能評価曲線に基づいて再評価した性能グレードを提示する。その上で、風振動に対する既存建物の性能評価事例と比較し、実建物がもつ性能との関係から、本研究が示す水平振動に対する性能グレードの位置づけをはかる。

(1) 居住性能評価指針と水平振動に対する性能グレードとの関係

先に述べたように、水平振動に対する性能グレードの評価曲線は、知覚確率の評価曲線と同様の傾向を示す。そこで、居住性能評価指針⁹⁾が示す性能評価曲線と知覚確率との関係を活用し、図5および図6に示した知覚確率との関係を保持するかたちで、性能グレードと同指針の性能評価曲線との関係を次のように設定する。すなわち、ランク4がH-30以下、ランク3がH-30～H-60、ランク2がH-60～H-80、ランク1がH-80以上で振動を感じない人がほとんどいなくなる範囲(H-97相当)までとする。その上で、同指針の解説中に記載されている、知覚確率が対数正規分布に従うなどの条件をふまえて、各ランクの境界に相当する知覚確率の加速度を算出する。

このように居住性能評価指針⁹⁾に基づいて再評価した水平振動に対する性能グレードを図7に示す。図5、図6にみるように、水平振動の場合、住宅の寝室あるいは学校の教室を想定した性能グレードは、振動の物理量との関係において、ほぼ等しく評価されていることから、両者とも共通の水平振動に対する性能グレードを提示することとした。

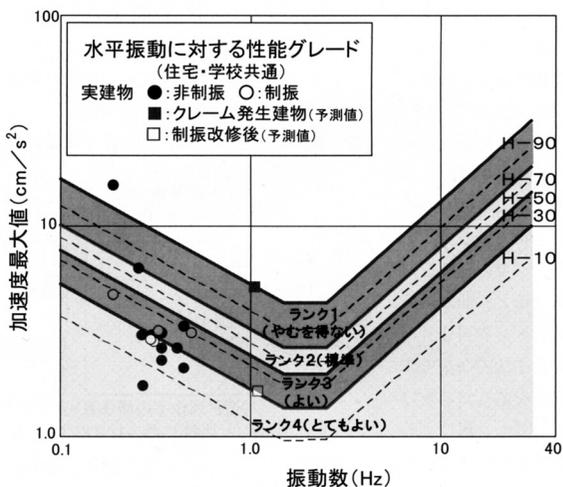


図7 居住性能評価指針⁹⁾をふまえた水平振動に対する性能グレードと実建物における性能との関係

(2) 実建物の性能をふまえた性能グレードの位置づけ

図7にはあわせて、既存建物における風振動の評価事例と性能グレードとの関係を示す。対象建物は30～40階建ての事務所や集合住宅が主である。構造種別は鉄筋コンクリート造を中心に鉄骨造なども含まれ、1次固有振動数は0.19～0.49Hzの範囲にある。図中

のプロットは各建物の風による水平振動の性能評価に用いた振動数と加速度を表している。多くは荷重指針¹²⁾に提示されている方法や風洞実験などに基づく解析による評価値と制振時の設計目標値であるが、実測による評価結果を数例含んでいる。

おおむね H・30～H・50 を目標性能とした建物が多く、風振動の評価結果も一定の範囲にある。多くの建物は、よい性能と評価されるランク3と、とてもよい性能と評価されるランク4の境界程度に位置する。制振対策を行っていない建物では、ランク1を上回る例もあるが、制振対策を行った建物は、総じてよい性能と評価されるランク3以上を目標としている。

今後、交通振動などを対象とした設計事例を蓄積し、高振動数範囲の検証を進める必要があるが、実建物の性能との関係からみて、本研究で提示した水平振動に対する性能グレードは、妥当な位置づけにあると評価できる。

6. 性能評価に対する意識をふまえた性能グレードの意味づけ

さらに、振動体感実験と同時にやった意識調査の結果を通して、回答者がもつ水平振動の性能グレードにかかわる意識について述べる。比較的収束した実験後の回答に着目し、多くの人が標準的にとらえるグレードや自宅への要求性能を明らかにする。それをふまえ、本研究で提示した水平振動の性能グレードに対して、対象者の意識に基づいた意味づけを具現化する。

(1) 標準の比較にみる性能グレードのとらえ方

意識調査では、日常的な居住環境として住宅の寝室に対する評価を前提に、学校の教室を想定した標準のグレードがどのように変化するかを問うている。図8に示すように両者の関係は、回答者によって様々である。ヒアリングでは例えば、学校の場合は休み時間や授業中、自宅の寝室の場合は眠っている状態や起きてくつろいでいる状態など、回答者によって多様な状況を想定していることが確認でき、それが性能グレードの評価を左右することも示唆されている。

一方、既報¹⁾とあわせて、床の鉛直振動と風による水平振動に対する標準のグレード

を比較した図9の回答を得ている。ヒアリングでの指摘をふまえると、非木造マンションの居住者は、日常生活のなかで床振動を感じた経験はあっても、風による水平振動を感じたことはない場合が多い。その結果、ほとんどの人が、床振動の標準を、風振動より相対的に1段階程度低く評価している。一方、木造戸建住宅の居住者の場合、築年数や構(工)法など

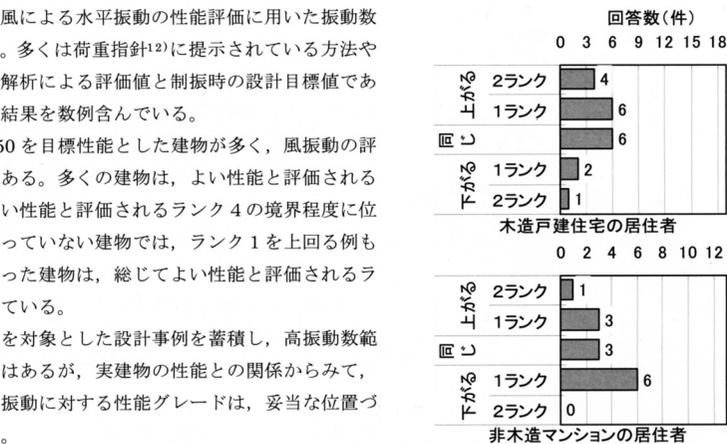


図8 住宅と比較した学校における標準のグレードとの違い

によって自宅での振動経験が様々であり、両者の標準的なグレードに対するとらえ方は回答者により異なる。

このように、環境振動に対する性能グレードのとらえ方には、作業や状況などを反映した過去の振動経験の影響が大きく、建物用途や昼夜の別などによる違いを一概に設定することは難しいことがわかる。

(2) 水平振動の性能グレードと要求性能

図10は、現在の住まい

の性能に関する回答である。木造戸建住宅の居住者では、ランク2を中心にランク1～4に回答が分散する。一方、非木造マンションの居住者では、ランク2を中心に高いグレードに回答が分布しており、木造戸建住宅の居住者と比較すると、現在の住まいの性能を若干高めに評価している。

実験後のヒアリングでは、非木造マンションの居住者のほとんどは、自宅で振動を感じた経験がない一方、木造戸建住宅の居住者の場合は、車などによる振動を感じた経験があるという発言が多かった。このような振動経験の違いを反映して、木造戸建住宅居住者の方が厳しい評価となっているものと推察できる。

一方、自分の住まいに望む性能については、図11に示すように、住宅形式によらず、多くの回答者は標準より1段階上のランク3を望んでいる。木造戸建住宅の居住者には、標準のランク2を望む者もある程度おり、ヒアリングで指摘された日常的に振動を感じることもやむを得ないという意識の表れと推察できる。

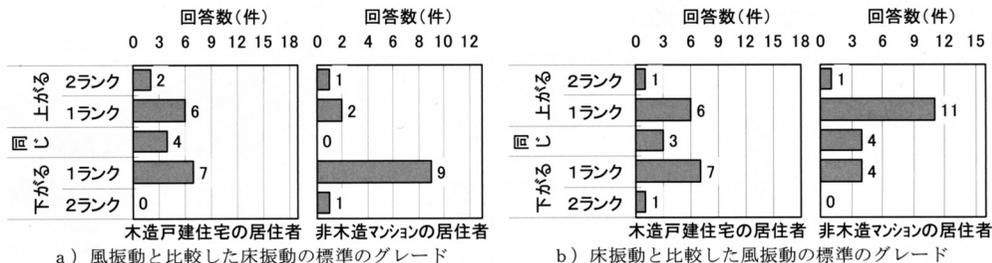


図9 床振動と風振動を比較した標準のグレードの違い

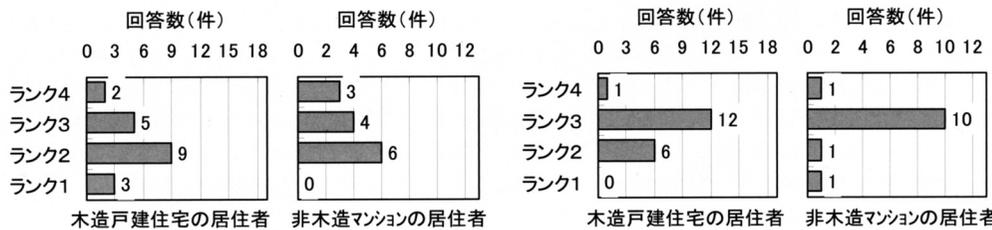


図10 現在の住まいの性能グレード

図11 自分の住まいに望む性能グレード

(3) 対象者の意識を反映した性能グレードの意味づけ

従来、環境振動の性能評価曲線は、知覚確率との関係からのみとらえられているが、意識調査の結果をふまえて水平振動の居住性能評価に対する意識を把握することで、水平振動に対する居住性能に、具現化されたグレード分けを与えることができる。

意識調査より、図7に提示した性能グレードのランク2は、多くの人が標準的にとらえるグレードとして位置づけられるが、そのとらえ方は自宅での振動経験などによる影響を受けやすいことがわかる。例えば、日常的に振動を感じることもある木造戸建住宅居住者の多くは、標準的な性能で振動を感じることをやむなしとする一方、非木造マンション居住者の多くは日常的に振動を感じた経験がないことから、振動しないことを標準にとらえている傾向がある。

一方、標準的な性能のとらえ方によらず、回答者の多くは、自宅に標準より1段階上のグレードを望んでいる。これをもとに考えれば、図7に提示したランク3を、多くの居住者が望む自宅への要求性能と評価することができる。

7. おわりに

本研究は、設計時の水平振動に対する目標性能の設定に際して、建築主との合意形成に有用な資料を提示することを目的に、建築主となり得る市民がもつ意識を反映した性能グレードの提示を試みるものである。本研究で得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 多くの人にとって、日常的には環境振動に対する意識は希薄であるが、水平振動の体感実験を通して、居住環境における性能評価と結びつけながら振動を体験することで、性能のグレード分けに関する意識調査の回答を集約させることができた。その結果、対象者がもつ水平振動の居住性能評価に対する意識を明らかにした。同一の対象者に、同時に実施した振動体感実験と意識調査の結果をすりあわせることで、その意識を反映した性能のグレード分けと振動の物理量との関係を明らかにした。
- 2) 水平振動の体感実験の結果に基づいて、住宅の寝室あるいは学校の教室を想定した性能グレードを、設計指標となる振動の物理量との関係から評価すると、両者のグレード分けは同程度となることがわかった。いずれの場合も、各ランクの境界に対する評価曲線は水平振動の知覚確率とほぼ同様の傾向を示すことから、水平振動に対する性能グレードを知覚確率との関係から評価することができる。
- 3) 知覚確率と性能グレードとの関係をふまえ、設計で一般的に用いられている居住性能評価指針に基づいた水平振動の性能グレードを提示した。さらに、実建物の風振動に対する性能と比較し、本研究で提示した性能グレードが妥当な位置づけにあることを検証した。
- 4) 水平振動の居住性能評価に関する意識調査の結果、建物用途でなく、個々に想定する状況や行為が性能グレードに対するとらえ方を左右することがわかった。また、標準的な性能や自宅に望む性能などのとらえ方に、個々の振動体験などが影響をおよぼすことがわかった。
- 5) 意識調査と振動体験実験の結果とすりあわせることで、多くの人が標準にとらえる水平振動の居住性能を明らかにした。さらに、自宅に対する要求性能が標準より一段階上のグレードに集

中することから、これを市民ニーズとして推奨されるグレードと評価できることを見いだした。

本研究で実施した水平振動体感実験と意識調査における居住環境としての性能評価、住宅と学校の区別などは、あくまで想定されたものであり、対象者の条件も限定的であるなど、実環境における評価との整合をはかるためには、今後検討すべき点もある。

しかしながら本研究で提示した手法は、これまで知覚確率との関係からのみとらえられてきた環境振動性能に対して、建築主となり得る市民の意識を反映した意味づけを与えることができたと考えている。このような性能グレードを設計時に用いることで、水平振動に対する目標性能の設定に際して、建築主との合意形成をはかる上で、市民のニーズをふまえた判断が容易になる。

実設計で目標性能を決定する上では、市民ニーズをくみ上げた性能グレードだけに拠るのではなく、設計者としての技術的判断や社会的背景に基づいた要求性能などをふまえる必要がある。それらとあわせて、本研究で提示した性能グレードが、建築主との合意形成をはかるための基礎資料として活用されることを期待する。

謝辞

本研究の一部は、株式会社大林組との共同研究「水平振動に対する居住性能評価に関する共同研究」によっている。本社設計本部 橋本康則氏、菊池正彦氏、柏俣明子氏、技術研究所 石川理都子氏、小泉達也氏にご協力いただいた。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 野田千津子、石川孝重：床振動に対する居住者意識に基づいた性能ランクの設定に関する研究、日本建築学会環境系論文集、第638号、pp.435～441、2009.4.
- 2) 石川孝重、野田千津子：広振動数範囲を対象とした水平振動感覚の評価に対する検討、日本建築学会計画系論文集、第506号、pp.9～16、1998.4.
- 3) 野田千津子、石川孝重：水平振動を受ける被験者の状況が知覚閾に及ぼす影響、日本建築学会計画系論文集、第524号、pp.9～14、1999.10.
- 4) 野田千津子、石川孝重：視覚が水平振動感覚に及ぼす影響に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第525号、pp.15～20、1999.11.
- 5) 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、pp.109～118、1975.11.
- 6) 藤本盛久、大熊武司、天野輝久、高野雅夫：長周期水平振動を受ける居住者の振動感覚に関する研究—その2.知覚閾—、日本建築学会大会学術講演梗概集（構造系）、pp.677～678、1979.9.
- 7) 塩谷清人、大築民夫、藤井邦雄：長周期振動に対する人体感覚の評価に関する研究—正弦波水平振動に対する検討—、日本建築学会大会学術講演梗概集（D 環境工学）、pp.321～322、1990.10.
- 8) 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、第2版、2004.5.
- 9) 野田千津子、石川孝重：環境振動における居住性能評価に関する意識調査—水平振動に対する性能ランクに着目した分析—、日本建築学会関東支部研究報告集（環境工学）、pp.685～688、2009.3.
- 10) 石川孝重、野田千津子他：水平振動に関する居住者意識に基づいた性能ランクの設定—その1—～その6—、日本建築学会大会学術講演梗概集（D-1 環境工学I）、pp.365～376、2009.8.
- 11) 野田千津子、石川孝重：居住者の意識調査に基づいた環境振動に対する性能評価ランクのあり方に関する検討、日本建築学会大会学術講演梗概集（D-1 環境工学I）、pp.385～386、2007.8.
- 12) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説、第4版、2004.9.

(2009年7月8日原稿受理、2009年10月27日採用決定)