

# 水平振動を受ける被験者の状況が知覚閾に及ぼす影響

## INFLUENCE OF THE SUBJECTS' SITUATION ON PERCEPTION THRESHOLD OF HORIZONTAL VIBRATION

野田 千津子\*\*, 石川 孝重\*  
Chizuko NODA and Takashige ISHIKAWA

This study focuses on subjects' situation as it influences their perception threshold of horizontal vibration. As a comparison of the past experimental results, the subjects' consciousness of vibration has the most influence on the perception threshold, and that depends on the methods of evaluating the perception threshold. In the case where the subjects are expecting the vibration, they can perceive smaller acceleration vibrations. However, in the case where the subjects are not expecting the vibration and are relaxed by television etc., the perception threshold becomes higher. The individual differences of perception threshold vary more widely than the differences depending on the subjects' situation. It is necessary to reflect the scatter of perception threshold to the assessment of habitability in a daily environment based on this result.

**Keywords:** Horizontal vibration, Perception threshold, Circumferential factor, Prescience, Habitability, Design assessment  
水平振動, 知覚閾, 周辺要因, 予知, 居住性能, 設計評価

### 1. はじめに

水平振動に対する居住性能は従来、体感による知覚閾を基盤に評価されており、既往研究も多い。本学会の居住性能評価指針<sup>1)</sup>もそれら既往研究をもとに設定されている。これまでに行われてきたほとんどの実験では、被験者は振動の発生を直前に知らされて実験に臨んでいる。しかし実際には、居住者は振動の発生を常に意識して生活しているわけではない。また居住者は様々な生活行為を行っており、振動の発生に対する意識は紛れていることも多い。このような生活環境と実験時の状況における違いを意識して、生活環境にできるかぎり近い状況における知覚閾を知るために、実存建物における実測・実態調査が行われてきた<sup>2~4)</sup>。しかしこれらの調査では、振動の物理的な大きさとその際の居住者の感覚を精度良く対応させることは難しい。

また、多くの既往研究による知覚閾を比較すると、被験者の性別や姿勢、振動の入力方向などによる知覚閾の違いが研究間で異なる場合がある。また、実験内で個別に検討されてきたこれらの要因より、研究間における知覚閾の違いの方が大きいことがわかる<sup>5)</sup>。これは個々の実験環境などの周辺要因によるところが大きいものと考えられる。しかしながら、周辺要因が知覚閾に及ぼす影響は不確かであり、既往の知覚閾における相違点とその要因は未だ解明されていない。これら既往研究を概括して評価するためには、各実験における知覚閾の違いとその要因を解き明かす必要がある。周辺要因の

違いは、実際には居住者の状況の違いに対応するものと考えられる。居住者が様々な状況におかれる生活環境では、被験者がある程度一定の状況に制限される実験時以上に、知覚閾にばらつきが生じることも想定される。

そこで本研究では、振動の発生に対する予知や意識的な構え、緊張感など、被験者の状況を中心とした周辺要因が知覚閾に及ぼす影響に着目した。被験者が振動の発生を直前に知らされることなく、テレビなどを見てリラックスできる場合や、振動の発生を直前に知らされていても、揺れに対する意識的な構えが異なる場合など、いくつかの条件で知覚閾を知る実験を実施した。それぞれの結果を比較することで、周辺要因が知覚閾に及ぼす影響を明らかにする。本論文は、知覚閾のレベルを被験者の状況をふまえて詳しく説明することで、より精度良く居住性能評価を行うための有効な資料ともなる。なお、本研究の一部は文献<sup>6, 7)</sup>で速報している。

### 2. 実験の概要

本報では、筆者らが行った表1の実験をとりあげる。実験方法の詳細は既報<sup>6~8)</sup>を参照されたい。図1に各実験の実施状況を示す。

各実験は同じ振動台で実施した。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。振動台上に設置した3m四方、高さ3mの居室も同じものであり、壁に約10cmの吸音材を充填して外部からの騒音を15dB程度低減できるようにした。さら

\* 日本女子大学住居学科 教授・工博  
\*\* 日本女子大学住居学科 助手・修士(家政学)

Prof., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., Dr. Eng.  
Research Assoc., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., M. H. E.

表1 実験条件の一覧

実験名	文献番号	被験者数	1回人数	被験者の条件		振動予告	振動の条件			知覚閾の評価方法	実施状況	その他のアンケート
				姿勢	行動		方向	入力方法	順序			
実験①	6	32人	1人	床座	自由(本, TVなど可)	無し	—	振幅増加	パターンA	揺れを感じた合図	実験①→②	なし
実験②	6	32人	1人	床座	制限(アンケートのみ)	有り	左右	振幅増加+定常	パターンA	揺れを感じた合図	約5+約2時間	心理測定4問
実験③	7	35人	1人	床座	制限(アンケートのみ)	有り	左右	振幅増加+定常	パターンA	揺れを感じた合図	実験③→④	心理測定4問
実験④	7	35人	1人	床座	制限(アンケートのみ)	有り	左右	振幅増加+定常	パターンA	アンケート:「まったく感じない」	約2時間ずつ	心理測定4問
実験⑤	8	43人	4人	腰カ	制限(アンケートのみ)	有り	左右	定常(ランダム順)	パターンB	アンケート:「まったく感じない」	約7時間	心理測定5問

注: 文献番号は本文中の引用文献と対応している。

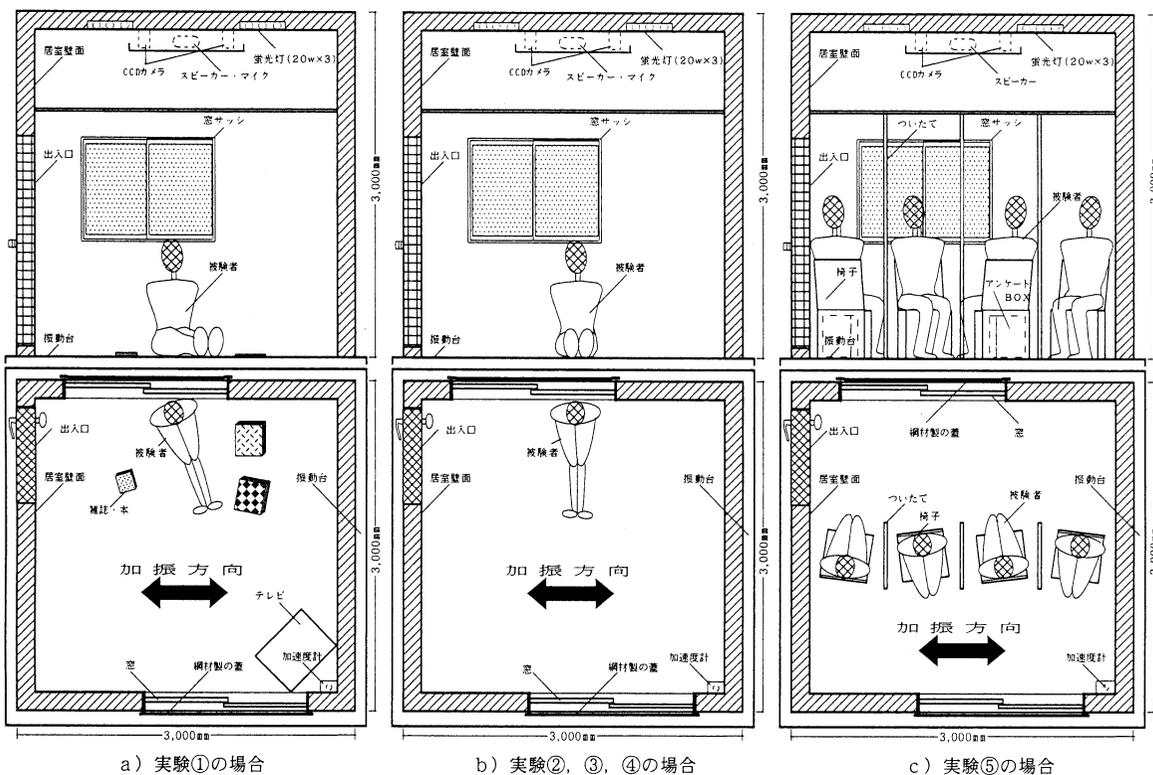


図1 各実験の実施状況

に実験①以外では、実験中に一定の音量で同じ音楽を流している。

居室の壁にあるサッシ窓には鋼材製の蓋をしてふさぎ、振動の視覚的な手がかりを得られないようにした。実験者はCCDカメラで居室内の状況を外部から常にモニタリングし、実験開始などの指示もすべてマイクを通じて外から行った。

振動の入力範囲も同じであり、基本的には被験者に対して左右水平方向の正弦振動を入力した。振動数0.1~40Hzで14種類、加速度最大値1.6~400galで7種類、変位最大値0.000025~10cmで10種類(以降、単に加速度、変位とする)の組み合わせから49種類の振動を対象とした。図2に対象とした振動の目標値を●で示す。実験⑤ではこれらに無入力を加えた50種類の振動を入力した。この中で、0.63Hz、25gal、1.6cmの振動をアンケートの基準となる振動とした。入力した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。

実験①では被験者1名がカーペットを敷き詰めた居室の床に直接

座り、居室内のテレビ、本や雑誌などを自由に見ながら過ごす。実験者はその間、被験者に対する直前の予告をせずに、約10~30分のランダムな間隔で加速度が徐々に大きくなる振動を入力する。一定時間に対して加速度の常用対数値が一定の割合で大きくなるように振幅を増加させ、他の実験でも同じ方法をとった。被験者は約5時間自由に居室内で過ごしている間、揺れを感じたときだけ実験者に合図し、実験者はモニタを見ながらその前後の振動を収録する。

実験②は実験①の比較対照として行った実験であり、被験者は振動の発生を直前に知らされている。実験者は実験開始を宣言した後、基準となる振動を約30秒間入力する。約10秒間振動を停止した後、任意の振動数で加速度が徐々に大きくなる振動を入力し、図2の●に対応する所定の加速度で振動を定常にする。被験者は揺れを感じたらすぐ実験者に合図する。実験者は被験者の合図前後の振動を収録する。

実験③は実験②とほぼ同じように行った。実験④は実験③の後で

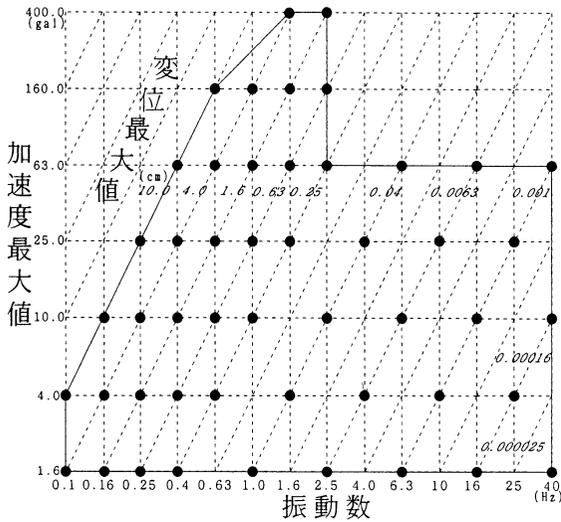


図2 入力振動の目標値

実施し、振動の入力方法や被験者の状況は実験③と同じであるが、知覚閾の評価方法が異なる。任意の振動数で加速度が徐々に大きくなる振動を入力している間に所定の加速度で振動を定常にし、実験者の指示に従って被験者はアンケートに回答する。

実験⑤では4名の被験者が椅子に腰掛けている。振動の入力方法も他の実験と異なり、基準となる振動と50種類の振動をランダムな順序で一対比較となるように入力した。被験者は一対ごとにアンケートに回答するため、対象となる振動は常に定常振動である。

実験④、実験⑤で行ったアンケートの中で、本論文では各振動を感じた程度にあてはまるものを5つのカテゴリーから選択する限界評価をとりあげる。その中で「まったく感じない」に対する回答をもとに各実験における知覚閾として評価する。

被験者はすべて女性であり、年齢は20歳前後が多く分布している。

### 3. 振動発生の予知が知覚閾に及ぼす影響

実験①と実験②は同じ被験者に対して行った実験である。被験者は実験②では振動の発生を直前に知らされ、その時期を予知しており、振動を感じたら合図することに集中している。一方、実験①では振動の発生する時期は被験者には直前に知らされず、被験者はテレビなどを見ながらリラックスした状態で過ごしている。そのため、振動の発生に対する意識はより弱くなっている。両方の実験結果の比較から、振動発生の時期を予知しているか否かを中心とする周辺要因が知覚閾に及ぼす影響を知ることができる。

図3は実験②における、各被験者が揺れを感じた合図の加速度をプロットしたものである。0.16Hz以下の振動数では、実験の最大加速度でも揺れを感じない被験者がいた。特に、0.1Hzでは4gal、10cmで被験者の半数以上が揺れを感じていない。

図3と同じように実験①における個々の被験者の知覚閾を図4に示す。振動発生の時期を予知している実験②と比べて、0.1~0.16Hzを中心とした低振動数範囲では知覚閾が特に大きくなり、0.1Hzでは4gal、10cmでも1人しか揺れを感じていない。

振動発生の時期を予知しているか否かによらず、16Hzでは知覚閾

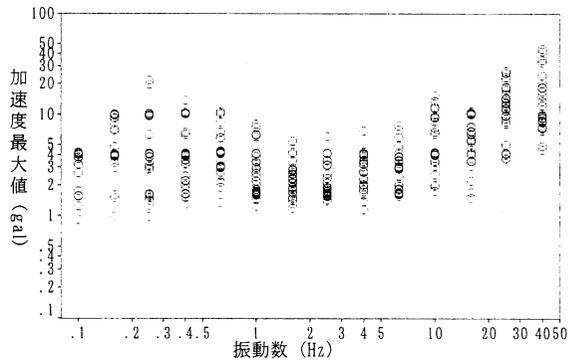


図3 実験②(直前の予告あり)における知覚閾の分布

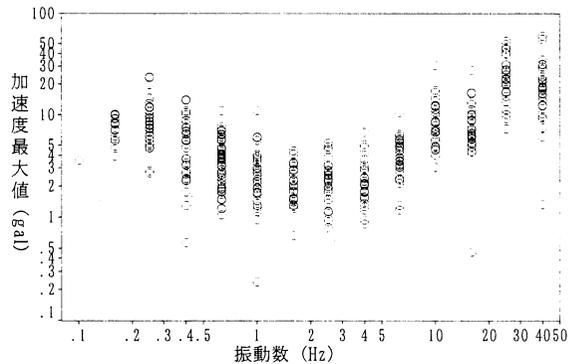


図4 実験①(直前の予告なし)における知覚閾の分布

の最大が10gal程度であり、10Hzや25Hzと比較して極端に小さい。居室躯体の固有振動数が16Hz付近にあるため10gal程度から発生する共振音の影響している。体感で振動を感じていない被験者も、この音によって振動を認識して合図するためである。16Hz以外ではこのような音の発生はない。

振動に対して敏感な1.6~2.5Hzほど知覚閾のばらつきが小さく、低振動数、高振動数ほどばらつきが大きいことは共通した特徴であるが、振動発生の時期を予知しているか否かによって知覚閾のばらつき方が異なる。

振動発生の時期を予知している場合、知覚閾の最小値は振動数によらずほぼ一定であるが、振動数ごとに知覚閾のばらつきは異なり、低振動数ほど広くばらつく。一方振動発生の時期を予知していない場合には、極端なはずれ以外の全体的なばらつきは振動数によらずほぼ等しい。

振動発生の時期を予知している場合、ほとんどの被験者は振動を感じようと集中した状況にあると考えられる。そのため知覚閾もある程度の加速度範囲に集中する。一方振動数によらずかなり小さい加速度で振動を感じる人がおり、知覚閾の最小値は振動数によらずほぼ一定になる。この中には緊張度合が特に高く、振動が実際に感じられる加速度になるまでの時間経過に耐えきれずに、早めに反応したデータも含まれるものと考えられる。

一方振動発生の時期を予知せず、テレビなどを見て揺れに対する意識が紛れている場合には、個々の被験者のリラックスしている度合が様々である。また同じ被験者でも、集中して本や雑誌を読んで

いたり、ぼんやりテレビを見ていたり、その時々状況は異なる。このように様々な条件が混在するため、知覚閾に極端に大きい場合や小さい場合が存在する。

振動発生を予知しているか否かによる知覚閾の違いを明確にするために、同じ被験者で実施した実験①と実験②における知覚閾の50パーセンタイル値を回帰し、重ね合わせたものが図5である。

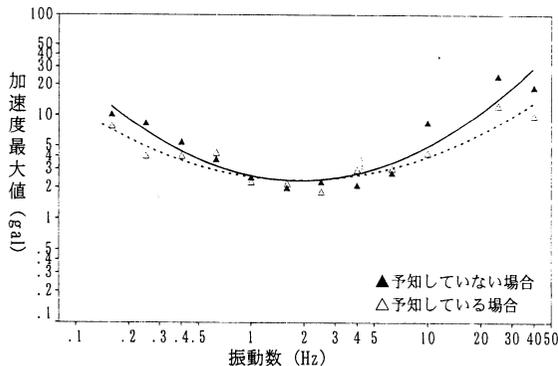


図5 振動発生を予知による知覚閾の違い

振動に対して敏感な1.6~2.5Hzを中心に、0.63~6.3Hzでは実験①と実験②の知覚閾がほぼ等しく、振動発生を予知しているか否かは知覚閾にほとんど影響しない。図3、4にみるように、この範囲では知覚閾における個人差のばらつきもほぼ等しく、小さい傾向にある。高振動数、低振動数になるほど、振動発生を予知しているか否かによって知覚閾に違いが生じ、それと同じように知覚閾のばらつきも大きくなる。

#### 4. 振動発生に対する意識が知覚閾に及ぼす影響

表1にあげた各実験からは、揺れを感じた合図と「まったく感じない」の回答の2種類から評価した知覚閾を得ることができる。同じ被験者に対して実施した実験③と実験④では評価方法だけが異なり、その他の条件は同じである。両者の比較から、評価方法の違いにともなう被験者の振動発生に対する意識の違いが知覚閾に及ぼす影響を知ることができる。

図6は実験④において、各振動に対する「まったく感じない」の回答率を直線補間して求めた回答率曲線である。それぞれの曲線は

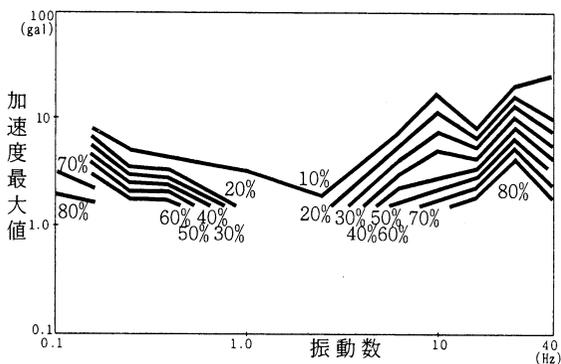


図6 実験④における「まったく感じない」の回答率

何%の被験者がある曲線上の振動を「まったく感じない」と回答したかを示す。

実験③における各被験者の揺れを感じた合図にもとづく知覚閾の分布は、図3に示した実験②とほぼ等しい。同じように、実験④と実験⑤の「まったく感じない」の回答率曲線もほぼ等しく、同じ評価方法による実験結果の違いは小さい<sup>7)</sup>。すなわち振動発生を予知している場合、これらの実験間で異なる条件である、振動の入力方法や1回の実施人数、被験者の姿勢などが知覚閾に及ぼす影響は小さいものと判断できる。

被験者の意識が知覚閾に及ぼす影響を明らかにするために、揺れを感じた合図の50パーセンタイル値と「まったく感じない」の50%の回答率に対する回帰線を重ね合わせたものが図7である。

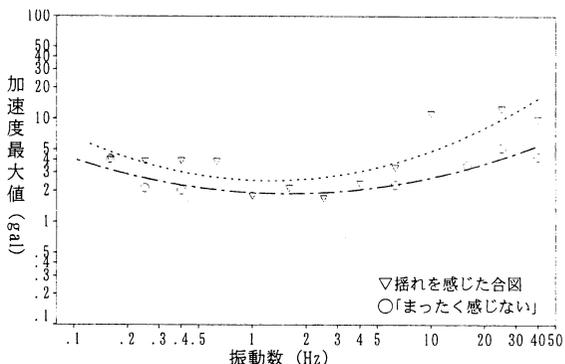


図7 被験者の意識による知覚閾の違い

実験④において、0.63~4.0Hzでは加速度がもっとも小さい1.6galの振動に対しても「まったく感じない」の回答率は50%以下であった。図にみるように揺れを感じた合図と「まったく感じない」の回答による知覚閾には大きな開きがある。すなわち、同じ被験者が同じように揺れを感じることに集中していても、評価方法によって知覚閾の違いが生じる。

これは、被験者の「揺れているに違いない」という意識の強さによるところが大きいと考えられる。実験④における「まったく感じない」の回答率曲線は、「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」の 카테고리から、被験者がそのときの感覚にあてはまるものを1つ選んだ結果から求めた。この場合、実験者がそのときの揺れについてアンケートに回答するよう指示するため、被験者はその揺れを1つのカテゴリーにあてはめることが求められる。その結果、被験者には揺れていることを前提とする心理がより強く働き、思いこみのようなものが生じる。これによって、自分で手がかりを探して判断するときには感じなかった低加速度の振動も揺れていると思う傾向にあり、「まったく感じない」人が全体的に少なくなるものと考えられる。

一方実験③のように揺れを感じたら合図する場合、被験者は自分で手がかりを探して揺れているか否かを判断する必要がある。その中には揺れていることをはっきりと確認してから合図した被験者も含まれており、知覚閾はより大きめに評価される傾向にある。

前章で述べた振動発生を予知が知覚閾にほとんど影響しない振動数範囲があることと比較して、このような振動発生に対する意識の

違いによって、知覚閾は全体的に小さくなるのが特徴的である。

### 5. 被験者の状況の違いが知覚閾に及ぼす影響

図8では表1の各実験における知覚閾を比較しやすくするために、50%を意味する代表値を2次曲線で近似した。実験⑤では椅子の共振の影響が強い16Hz以上、実験①、実験②、実験③では居室の共振音の影響が強い16Hzのデータを除いた。10gal程度から発生する居室の共振音に影響を受けない実験④のデータは対象に含めた。

線種	実験名	評価対象	予告	被験者状況
—	実験①	揺れを感じた合図50%・セタイル値	無し	リラックス
.....	実験②	揺れを感じた合図50%・セタイル値	有り	7ノットに集中
.....	実験③	揺れを感じた合図50%・セタイル値	有り	7ノットに集中
.....	実験④	「まったく感じない」回答率50%	有り	7ノットに集中
.....	実験⑤	「まったく感じない」回答率50%	有り	7ノットに集中

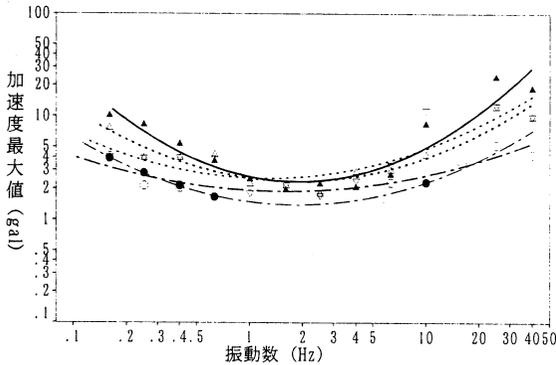


図8 各実験における知覚閾の比較

もっとも上に位置する実験①以外では、被験者は振動発生をの時期を予知している。その中で実験②と実験③の知覚閾、実験④と実験⑤の知覚閾はそれぞれほぼ等しく、実験②・③の知覚閾と実験④・⑤の知覚閾には違いがある。このことから、振動の入力方法、1回の実施人数、被験者の姿勢などが知覚閾に及ぼす影響は小さく、被験者の状況を中心とした周辺要因の影響によって、これらの知覚閾における違いが生じているものと判断できる。

もっとも下に位置するのは、実験④・⑤における「まったく感じない」の回答による知覚閾である。全体の中で、この実験④・⑤と揺れを感じた合図による実験②・③における知覚閾の違いがもっとも大きい。すなわち評価方法の違いが知覚閾にもっとも影響し、これは評価方法にともなう被験者の振動発生に対する意識の強さによるところが大きい。同じように振動発生をの時期を予知していても、実験④や実験⑤におけるアンケートのように「揺れているに違いない」という意識が強い場合、知覚閾はより小さくなる。

さらに揺れを感じた合図のように自分で揺れていると判断する場合にも、振動発生をの時期を予知しているか否かによって知覚閾は異なる。実験①では被験者は振動発生をの時期を予知していない上、本やテレビなどを自由に見ることができるため、揺れに対する意識は紛れている場合が多い。そのため振動の発生を直前に知らされ、振動を感じることに集中している実験②や実験③と比較すると、実験①の知覚閾はより大きくなる。

これらを総括すると、被験者の状況によって知覚閾にはばらつきが生じ、その違いは図8に示したような幅をもつことがわかる。ばらつきの大きさは振動数範囲によって異なり、振動に対して敏感な1.6~2.5Hz程度では周辺要因の影響は小さい。図3や図4にみるように、この範囲では知覚閾の個人差も小さい。すなわち水平振動に対して敏感な振動数範囲では、知覚閾が感覚受容器の生理的な特性に依存する傾向が強く、個人差や状況による影響も小さい。一方低振動数、高振動数範囲のように振動に対する感覚がより鈍い範囲では、被験者の状況の違いによって知覚閾に違いが生じるだけでなく、知覚閾における個人差も大きく、ばらつきは全体的に大きくなる。

### 6. 学会指針との対応と知覚閾の位置づけ

上記の実験結果と学会指針<sup>1)</sup>との対応を図9に示す。住居において標準的とされるH-2は、振動発生をの時期を予知している中でも揺れているに違いないという意識が強い場合の知覚閾と対応する。このレベルでは、振動発生をの時期を予知していても、それを強く意識していない場合には25%程度、振動発生をの時期を予知せずリラックスしている場合には10%程度以下の人が振動を感じるにとどまる。

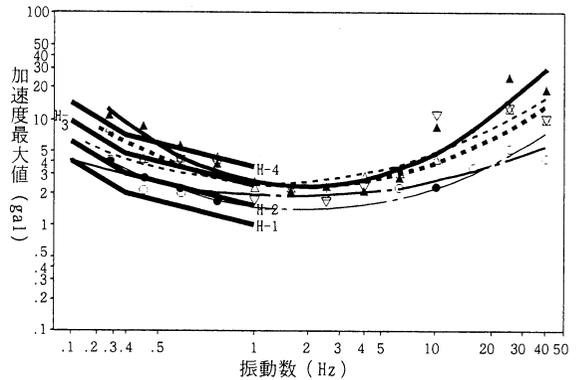


図9 居住性能評価指針との対応

一方、住居において下回ることがより望ましいとされるH-1は、振動の発生を意識してもほとんどの人が振動を感じない範囲、すなわち知覚閾のほぼ下限値に対応する。

また住居において上まわらないようにすべきとされるH-3は、振動発生をの時期を予知していても、揺れているに違いないという意識が弱い場合の知覚閾に対応する。このレベルでは、振動の発生を強く意識している場合にはほとんどの人が揺れを感じる。一方、振動数範囲によって異なるが、振動発生をの時期を予知せずリラックスしている場合には10~50%程度以下の人が揺れを感じる。振動発生をの時期を予知せずリラックスしている場合には、H-4でも半数以上の人が振動を感じない場合もある。

実験における被験者の状況の違いは、実際の生活環境における居住者の状況の違いと考えることもできよう。日常的な生活環境では、同じ超高層住宅でも、居住者の過去の経験などによって、その建物は揺れるという不安をもっている人や、逆に揺れるとまったく思っていない人など、様々な居住者が存在する。<sup>2)</sup> すなわち、居住者の状況は、上述の実験における被験者の状況のどれにもあてはまる可能性がある。

上記の実験のように30人以上を対象とした場合、同じアンケート方法で評価した知覚閾の50%を意味する代表値は、その他の条件が違っても差はほとんどなかった。しかし被験者の意識や振動発生時期を予知しているか否かなどの状況によって知覚閾には図8にみる違いが生じる。実際の環境において、居住者の状況はそのどれにもあてはまり、図8における知覚閾もあてはまる可能性がある。また知覚閾の個人差は、振動発生時期を予知せずリラックスしている場合にはさらに大きくなることから、生活環境では知覚閾のばらつきはより大きくなるものと推察できる。また多くの居住者はその建物が揺れるという前提をもっていたり、振動の発生を常に意識して生活しているわけではないため、実際の生活環境では実験時の知覚閾より大きい加速度でも振動を感じない可能性もある。

こういった周辺要因による知覚閾の違いは図3、4にみる知覚閾の個人差に包含されるため、個々の居住者の状況による違いは個人差に内在するものとしても評価できる。実際の生活環境に即した居住性能評価とするためには、知覚閾の個人差をばらつきとして確率的に評価することで、知覚閾に影響を及ぼす居住者の意識や状況の違いを性能レベルとして評価に精度良く反映できると考えている。

## 7. おわりに

体感による水平振動の知覚閾に影響を及ぼす周辺要因として、被験者の状況に着目し、これまでにを行った実験の結果を比較検討した。本論文で得られた知見を以下に纏める。

- 1) 振動発生時期を予知しているか否かは知覚閾のばらつき方に影響を及ぼす。振動発生時期を予知している場合、緊張度合が強い被験者が早めに合図するため、振動数によらず知覚閾の最小値はほぼ一定になる。また被験者の状況がほぼ一定であるため、知覚閾はある程度の加速度範囲に集中する傾向にある。一方振動発生時期を予知していない場合、被験者の状況が様々であるため知覚閾に極端なばらつきがあり、全体的なばらつきも大きい。
- 2) 同じ被験者でも振動発生に対する意識によって知覚閾が異なる。例えば、指示に従ってアンケートに回答するときには被験者は揺れているに違いないという意識を強くもつ。そのため、自分で手がかりを見つけて揺れていることを判断する場合より加速度が小さい振動を感じていると思うようになる。50パーセントイル値として知覚閾を評価した場合、その影響は姿勢や振動発生時期の予知など他の要因と比較してもっとも大きい。
- 3) 振動発生時期を予知しているか否かや揺れに対する意識の強さなど、被験者の状況が知覚閾に及ぼす影響は、姿勢や振動の入力方法などが知覚閾に及ぼす影響より大きい。周辺要因が知覚閾に及ぼす影響は振動数範囲で分けて考えることができ、知覚閾の個人差も同じ傾向にある。水平振動に対して敏感な1.6~2.5Hz程度の範囲では被験者の状況によらず知覚閾はほぼ等しい。この範囲では個人差も小さい。低振動数、高振動数になるほど水平振動に対する感覚が鈍くなり、それとともに周辺要

因の影響や個人差も大きくなる。

- 4) 被験者の意識や状況などの周辺要因との対応から、各実験の知覚閾の違いを位置づけることができた。これをふまえて居住性能評価指針と対応させると、現在の指針レベルが振動発生時期を予知している場合の知覚閾に基づいていることがわかる。

以上より、実際の生活環境では居住者の状況の違いが揺れを感じるか否かに影響するものと判断できる。日常的に居住者のおかれる状況は様々であり、その他の生活行為を行っていることも影響して知覚閾のばらつきは実験時より大きいと考えられる。周辺要因による知覚閾の違いや個人差のばらつきを考慮し、実環境に即した居住性能評価とするためには、確率手法などを用いて適切に評価することが必要になる。

建築基準法が改正されて性能設計への移行が進むと、設計者と建築主との間で十分なコミュニケーションをはかり、双方の合意のもとに目標性能を決定することが必要になる。その際には、対象建物に発生する水平振動と居住者の状況を建築主にできるかぎりわかりやすく説明することが求められる。居住者の状況をもとにして知覚閾の位置づけを詳しく説明できることは、その上でも有効な資料になると考える。

各実験の実施、データ解析にあたって、実施当時の当研究室卒業生秋山泉、斎藤亜樹子、上原翠沙、北川陽子、田宮麗子、渡邊みゆ子各氏にご協力戴いた。ここに記して感謝の意を表する。また実験にご参加戴いた多くの方々に深謝する次第である。本研究では一部を文部省科学研究費補助金・基盤研究(C)によっている。

## 引用文献

- 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・解説、第1版、1991年4月。
- 2) 石川孝重、一力ゆう、野田千津子他：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1 アンケートの概要とその結果—；—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.95~98、1993年9月。
- 3) 山田水城、後藤剛史、前島修：強風時における超高層ビルの揺れに対する居住者の反応について(その1)調査概要；(その2)調査結果および考察、日本建築学会大会学術講演梗概集(計画系)、pp.1137~1140、昭和55年9月。
- 4) 中村敏治、神田順、塩谷清人、長屋雅文：免震建物における地震時振動知覚の統計的調査、日本建築学会構造系論文集、第472号、pp.185~192、1995年6月。
- 5) 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。
- 6) 石川孝重、野田千津子他：生活環境に近い状況下での水平振動感覚とその評価—その1 実験方法の概要と心理評価の特性—；—その2 生活環境に近い条件と振動発生を予告した場合における知覚閾の違い—、日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I)、pp.323~326、1998年9月。
- 7) 野田千津子、石川孝重：体感による水平振動の知覚閾に及ぼす影響、日本建築学会関東支部研究報告集(環境工学)、pp.269~272、1998年度。
- 8) 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年4月。

(1999年1月8日原稿受理、1999年5月24日採用決定)