

水平振動を対象とした人間の感覚に基づく確率手法による 居住性評価(1)

石川 孝重

— 視覚因子の影響と言語表現に関する分析 —

1. 研究の目的

住居において量的供給が満足された今日では、居住環境の質的充足を求める声が高まっている。一方で、近年急速に進んでいる居住環境の高層化に伴い、水平振動に関する居住性評価にも、様々な対応が求められるようになってきている。

我が国では、日本建築学会の居住性能評価指針²⁾にみられるように、居住環境における振動は感じないことが前提とされている。そのため、体感により振動を感じるか否かという、知覚閾を規範とした評価が主流を占めてきた。しかし、より広い範囲で居住性を評価するためには、体感で感じる範囲における、不快感や不安感などの、居住者の感覚に基づく許容限界の把握が急務である。しかし、知覚閾に関する既往研究には多くの蓄積がある^{2,3)}一方、振動を感じる範囲における感覚を検討し、それを居住性評価に結び付けた研究は少ない。

居住環境においては、刺激との直接的な対応だけでこのような感覚が決定されるのではなく、様々な周辺因子が影響を与える。実際、居住者は体感で振動を感じるだけでなく、身近な物の揺れや風の音などによって揺れていることを認識することがある。⁴⁾これらの周辺因子を考慮した場合、振動と感覚との関係にはより多くの要因が含まれ、その表現は多様化する。このような感覚の表現は、従来から多く用いられてきた、実験者側が評価の観点を設定した尺度だけでは把握することはできない。

本研究では、これまでの関連研究^{5,6)}の結果を踏まえ、水平振動に対する感覚に影響を与える周辺因子として、視覚・聴覚因子を取り上げる。また、水平振動感覚のより自然な表現として言語表現に着目する。本年度は、この2つの目的に対して、それぞれに関する基礎的な特性の把握を試みた。視覚因子を考慮した水平振動感覚の基礎的特性を検討し、従来の評価の規範である体感因子と視覚因子との関係を把握する。一方、言語表現に関しては、水平振動感覚を表現する言葉の特質を明確にし、その特質と振動の物理成分との関係を探る。また、このような感覚を検討するためには、そのばらつきを積極的に評価に取り入れるべきであると考え、確率手法を用いた評価の1つの方法を模索した。

本報では、視覚因子を考慮した水平振動感覚と言語表現に関する基礎的な知見をまとめる。

2. 視覚因子を考慮した水平振動感覚の基礎的特性

視覚因子を考慮した水平振動感覚を検討するため、被験者と視対象の相対的な動きを変化させた実験を計画し、視覚因子と体感因子との関係を検討した。

2.1 実験の概要

視覚因子を考慮して刺激条件を変化させるため、ここでは体感因子と視覚因子の単純な組合せを考えた。具体的には、被験者が振動を体感し、視対象が被験者と同じように動くために、被験者からは相対的に止まって見える場合(体感刺激のみを受ける場合)と、視対象は止まっているために、被験者からは相対的に動いて見える場合(体感・視覚刺激の両方を受ける場合)を設定した。更に視対象が相対的に動いて見える条件として、被験者は振動を体感せずに視対象のみが動く場合(視覚刺激のみを受ける場合)の3種類を刺激条件として設定した。

実験では、図2-1のように振動台上に設置した鋼材製の居室の中で、25名の被験者(男性15名、女性10名、年齢20~39歳)は壁の高さ80cmにある幅140cm高さ100cmの窓から約140cm離れ、窓の方を向いて腰掛ける。このような被験者に対し、左右方向に定常的な水平振動を与えた。視対象は白と黒の5cmピッチの縦じまとし、窓の外側に接するように設置した。視覚刺激のみを受ける場合には窓の外側に視対象を貼り、被験者は振動台の外から、窓型の治具を通して視対象の動きを見る。

入力振動は正弦振動を目指した波形とし、強風や地震による高層住宅の応答を想定して、振動数0.1~1.6Hz、加速度最大値1.6~400gal、変位最大値0.25~10cm(以降、単に加速度、変位とする)の範囲で設定した。具体的な対象は、結果の図2-12, 13に示す、No.ア~ヒまでの27種類の振動である。

ここでは3回の実験を1組として、被験者は各刺激条件を提示する場所を順番に移動し、1回目の実験で受けた刺激条件の振動に対する評価を基準と考え、各刺激条件を比較して、振動を感じながらアンケートに回答する。1回の実験の振動の入力時間は約180秒であり、被験者が

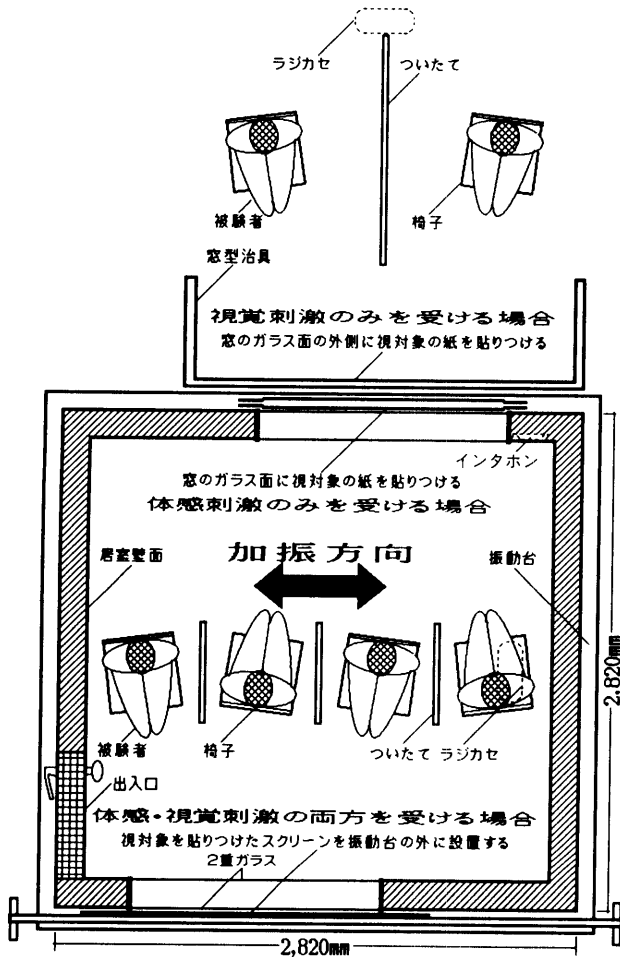


図2-1 実験の状況

回答し終わった時点で1回の実験を終了した。

2.2 視覚因子を考慮した水平振動の知覚

実施したアンケートの中から、知覚閾を含む許容限界の表現である限界評価を取り上げる。被験者は「まったく感じない」から「耐えられない」までの5つの表現の中から感じた程度に当てはまる表現を1つ選択する。

図2-2に「まったく感じない」という表現に対する各振動の回答率を直線補間した回答率曲線を示す。各曲線は線上の振動を感じなかった人の割合を示し、本実験における無知覚曲線と見なせる。

体感刺激のみを受ける場合には、最高88%と回答率が高いが、回答率曲線がみられるのは加速度が小さい範囲の振動に限られる。曲線は全体としてはほぼ加速度に沿い、体感による振動の知覚は加速

度に依存する。

体感・視覚刺激の両方を受ける場合にも、回答率曲線がみられるのは加速度が小さい範囲に限られるが、回答率は最高でも32%と極端に低い。体感で振動を感じない範囲でも、視対象の動きを見ることで視覚的に振動を認めるため、感じない人が著しく減少する。このように、振動の知覚に対しては視覚因子の影響が大きい。また、変位が特に小さい振動に対して感じないと答える人が若干多く、視覚的に見ることができると変位が小さいことが、振動を感じるか否かという知覚の判断に対して心理的な影響を与えるものと推察される。

視覚刺激のみを受ける場合には、回答率曲線はほぼ全範囲にみられる。回答率は最高でも50%程度であり、視覚的に振動を認めるために、感じないと答える割合は全体的に低い。また、各回答率曲線は複雑に折れ曲がり、明確な傾向を示さない。視覚刺激のみを受けて振動感覚としてとらえることは難しいものと推察される。

2.3 刺激提示順序の違いによる影響

以上のように、水平振動の知覚に対しては視覚因子の影響が大きく、視覚因子を考慮した場合、水平振動を全く感じないレベルにおさえることは難しい。そのため、振動を感じた大きさや不快感などの心理的な反応を評価の規範とする必要がある。そこで、アンケートの中から大きさ度合と不快感合を取り上げる。大きさ度合では各振動の感じた大きさを数値で表現する。その際の目安として、体感刺激のみを受ける場合のNoチ(0.63Hz, 25

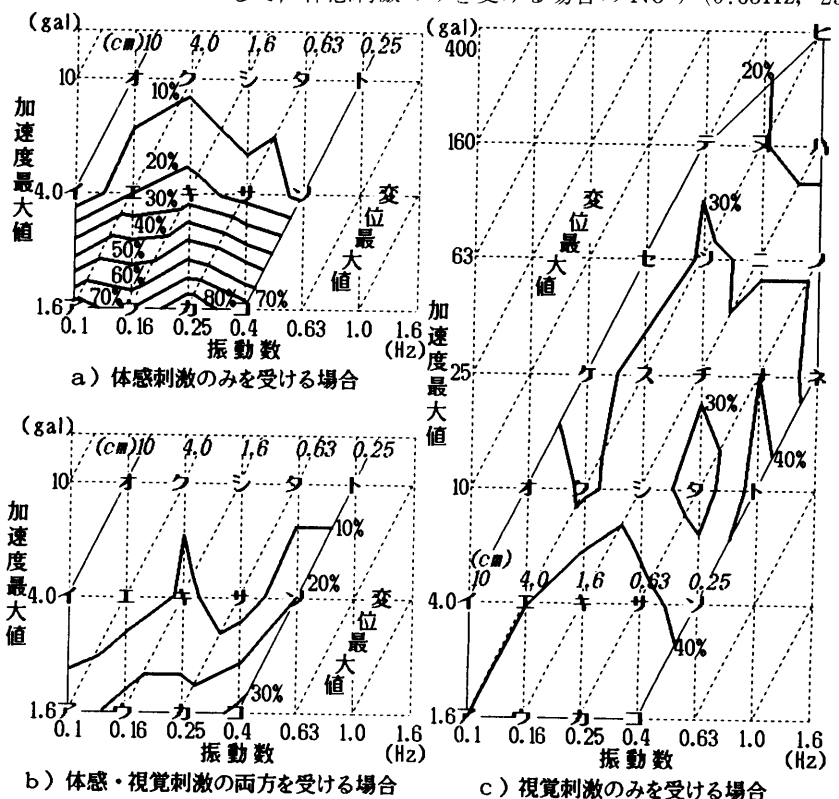


図2-2 刺激条件が異なる場合の「まったく感じない」の回答率

gal, 1.6cm)を与え、その感じた大きさを100とした。不快度合では、「まったく不快でない」から「非常に不快である」の間の5段階の数直線に対して、各振動に対する不快感を表現する。また、被験者自身が判断した体感因子と視覚因子の分化を知るために、両因子の区別なく総合的に判断する総合判定、体で感じた振動について、目で見えた振動についての3つの判断をアンケートした。

この実験では、刺激条件の提示を受ける順序が被験者によって異なるため、その違いが評価に与える影響を検討する。図2-3に、被験者を刺激提示順序が異なる3つの集合に分け、体感・視覚刺激の両方を受ける場合について、大きさ度合の総合判定の平均値の変動を示す。

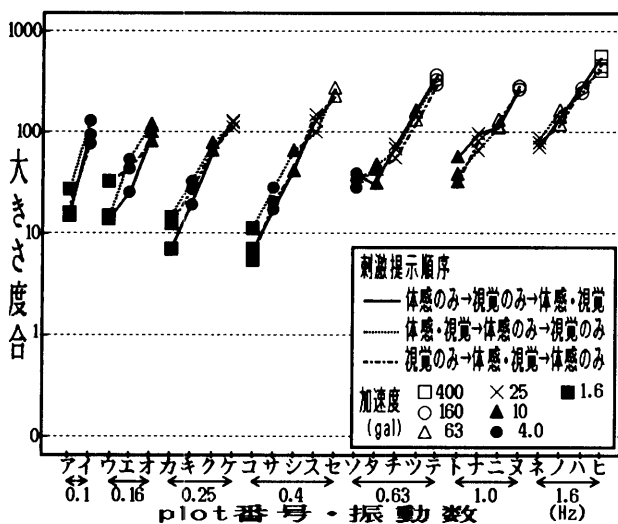


図2-3 体感・視覚刺激の両方を受ける場合の異なる刺激提示順序の大きさ度合の平均値 (総合判定)

体感・視覚刺激の両方を受ける場合には、提示順序によらず各振動の大きさ度合の平均値はほぼ等しく、その影響は小さい。一方の因子に対して刺激量が小さい場合にも、視覚的に振動を認める、あるいは体感で振動を感じて、物理成分を確認する情報を得られることが影響を小さくするものと考えられる。

図2-4に示す体感刺激のみを受ける場合には、加速度が小さい振動の一部で、3つの順序の平均値が若干異なる。この範囲では体感に対する刺激量が小さいため、判断を決定する情報量が少なく、提示順序が影響することになる。一方、図2-5に示す視覚刺激のみを受ける場合では、体感刺激を受ける2条件と比較して、提示順序により平均値が異なる振動が多い。振動感覚に対して重要な要因となる体感に対する刺激が存在しないため、振動感覚としての表現はとらえにくく、心理的反応としての側面がより強くなる。そのため提示順序の影響を受け、評価もばらつくものと考えられる。

以上より、体感刺激が存在する場合には大きさの表現は安定し、提示順序はほとんど影響しない。しかし視覚

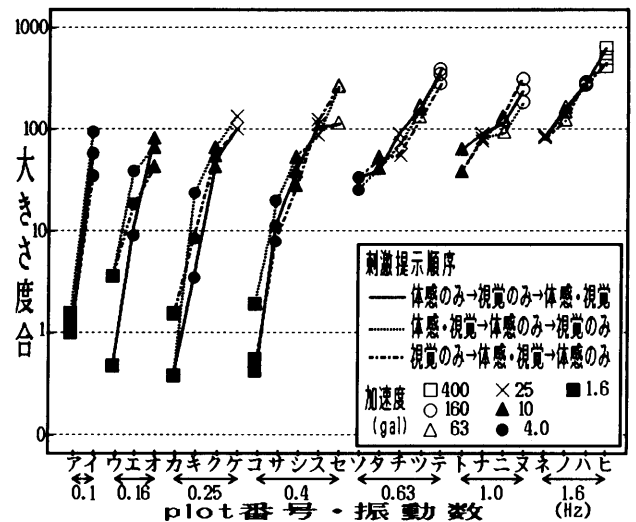


図2-4 体感刺激のみを受ける場合の異なる刺激提示順序の大きさ度合の平均値 (総合判定)

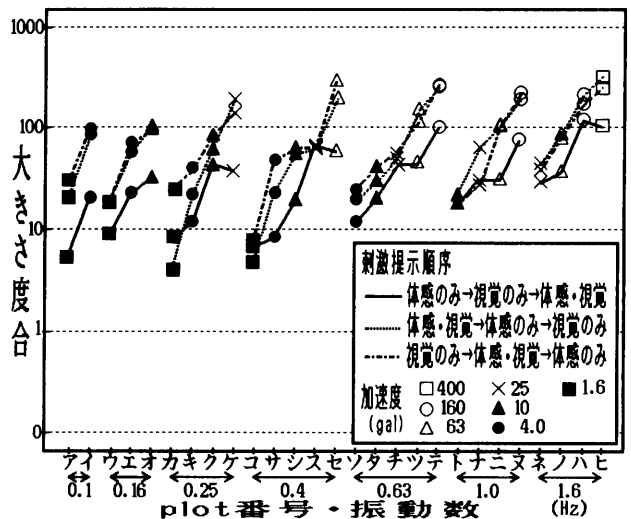


図2-5 視覚刺激のみを受ける場合の異なる刺激提示順序の大きさ度合の平均値 (総合判定)

的な刺激だけを受けて振動感覚としてとらえることは難しく、提示順序の影響を考慮する必要がある。

2.4 視覚因子と体感因子の関係

以上のような提示順序の影響を加味し、物理的な刺激の条件の違いによる体感因子と視覚因子の関係から、視覚因子を考慮した水平振動感覚の基礎的特性を検討する。

図2-6に、刺激条件ごとの大きさ度合の総合判定の平均値の変動を示す。低振動数範囲では、体感による感じ方は小さく、視覚による感じ方が大きいため、体感・視覚刺激の両方を受ける場合には、体感による感じ方は小さくても、この視覚による感じ方の大きさに引き上げられて、大きさ度合が大きくなる。特に低振動数・低加速度の振動は体感では知覚しない範囲であり、体感刺激

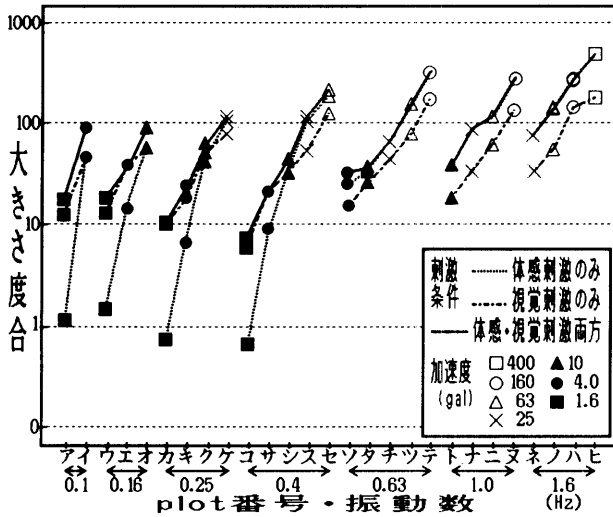


図2-6 刺激条件が異なる場合の大きさ度合の平均値 (総合判定)

のみを受ける場合の大きさ度合だけが極めて小さい。視覚因子が存在する場合には、視対象の動きを視覚的に認めることで、振動を知覚し始める点が引き下がる。

高振動数・高加速度の範囲では、体感刺激を受ける2条件の平均値がほぼ等しく、視覚刺激が存在しても、視覚因子の影響をほとんど受けないことが分かる。その間の範囲では、体感刺激を受ける2条件の平均値が徐々に近接し、振動感覚に対する視覚因子の影響量は、振動の物理量と対応して徐々に変化することが分かる。

このような視覚因子の影響は、図2-7に示す不快度合でもみられるが、大きさ度合と比較すると全体的な傾向は明確でない。大きさの表現は振動の物理的特性により近い表現であるため、視覚因子の影響が明確にみられる。しかし不快感は、振動の物理的な刺激を取り込み、更に感覚的に判断して表現されるため、刺激条件の違いが分化されにくいものと推察される。

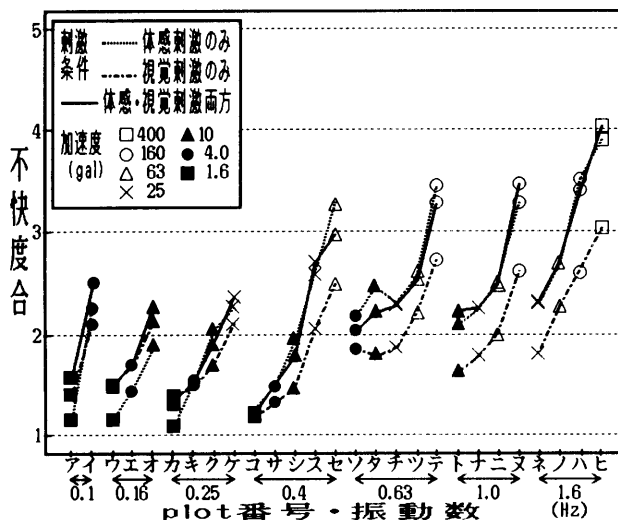


図2-7 刺激条件が異なる場合の不快度合の平均値 (総合判定)

以上のように、体感の有無は振動感覚全般において大きな要因となり、振動を感じる範囲では体感により振動感覚がほぼ決定される。それに対して視覚因子は、視覚的な情報から振動の物理成分を確認する要因となる。これらの結果は、振動感覚全般における体感との関連の強いこと、視覚因子は知覚し始める点を引き下げただけでなく、振動の物理成分と対応して徐々に変化する影響をもつことを示唆するものである。

2.5 被験者自身が分化した体感・視覚因子の関係

更に、被験者自身の判断による体感・視覚因子の分化を検討し、物理的な刺激条件の違いにより得られた知見を検証する。

図2-8に、体感刺激のみを受ける場合の、被験者が分化した体感・視覚因子の判断に関する大きさ度合の変動を示す。全範囲を通して総合判定と体で感じた振動の平均値がほぼ等しい。体感刺激のみを受ける場合には総合判定は体感に依存し、視覚刺激が存在しないことがほとんど影響しない。振動を視覚から認めることは実際にはできないが、体が実際に揺れることなども関連して、目で見えた振動の平均値も振動によって変動する。

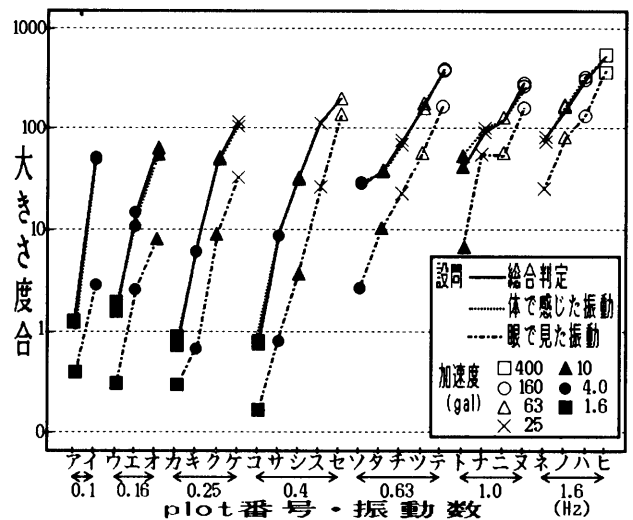


図2-8 体感刺激のみを受ける場合の被験者が体感・視覚因子を分化した大きさ度合の平均値

図2-9に示す視覚刺激のみを受ける場合には、体で感じた振動に対する平均値だけが極めて小さい。体感刺激が存在しないことが、振動の大きさの表現に大きく影響しており、それによって総合判定も目で見えた振動より若干引き下げられる。体感刺激のみを受ける場合に総合判定が視覚因子の影響を受けないことと比較すると対照的であり、ここでも振動感覚全般における体感の支配性の強さをみることができる。

図2-10に示す体感・視覚刺激の両方を受ける場合には、両因子による評価が互いに影響するものと考えられ、

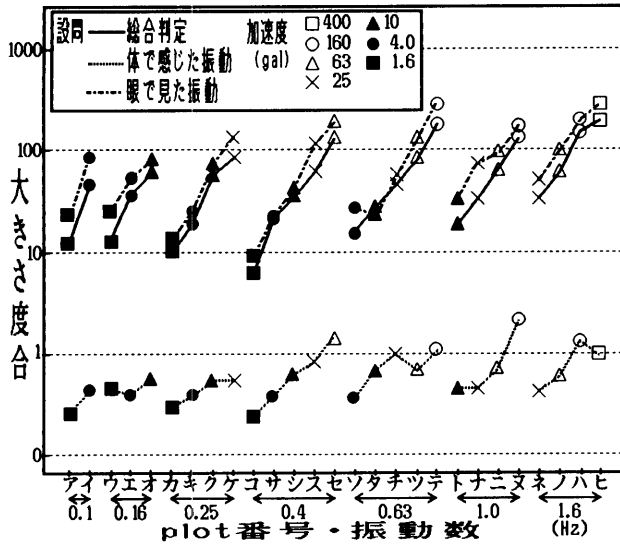


図2-9 視覚刺激のみを受ける場合の被験者が体感・視覚因子を分化した大きさ度合の平均値

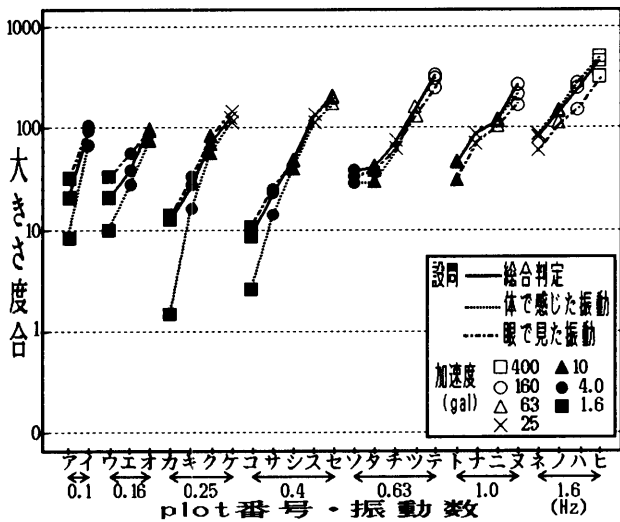


図2-10 体感・視覚刺激の両方を受ける場合の被験者が体感・視覚因子を分化した大きさ度合の平均値

3つの判断の違いは小さい。低振動数範囲では目で見えた振動の平均値が最も大きく、視覚的な情報となる変位の影響が大きい。しかし加速度が小さいため、体感に影響を受ける総合判定は、体感の感じ方が小さい範囲では若干引き下げられ、体感しない範囲では目で見えた振動に依存する。一方、高振動数・高加速度の範囲では、総合判定は体感によりほぼ決定される。その間の範囲では体感刺激を受ける2条件の平均値が徐々に近接し、視覚因子の影響が徐々に小さくなる。

以上のような被験者の判断における特徴は、図2-11の不快感合にもみることができる。ここでは体感・視覚刺激の両方を受ける場合のみ示すが、特に低振動数・低加速度範囲で、体で感じた振動の平均値と、視覚刺激が関連する他の2つの判断との差が小さいことは、大きさ度合と比較して特徴的である。

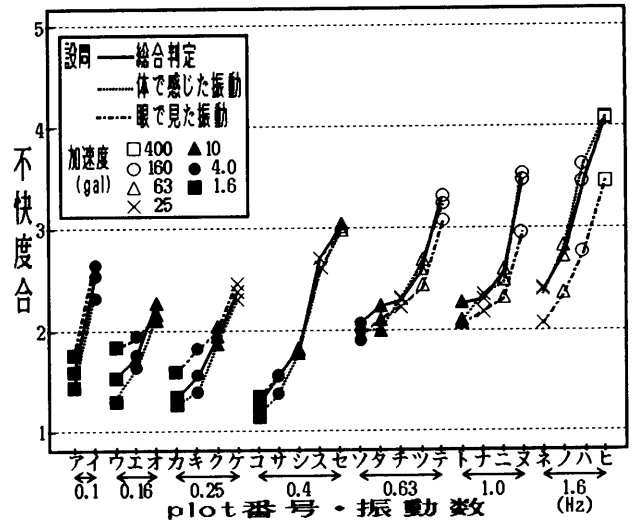


図2-11 体感・視覚刺激の両方を受ける場合の被験者が体感・視覚因子を分化した不快感合の平均値

以上のように、体感・視覚刺激の両方を受けて被験者が両因子を分化して判断した結果と、刺激条件が異なる場合に被験者が判断した評価からは、同じように視覚因子を考慮した水平振動感覚の特性が得られ、双方からこれまで述べた知見を検証することができる。

2.6 体感・視覚因子と物理成分との関係

以上のような性質をもつ体感・視覚因子と、水平振動の物理成分との関係を検討する。

図2-12に、各振動の大きさ度合の平均値を直線補間

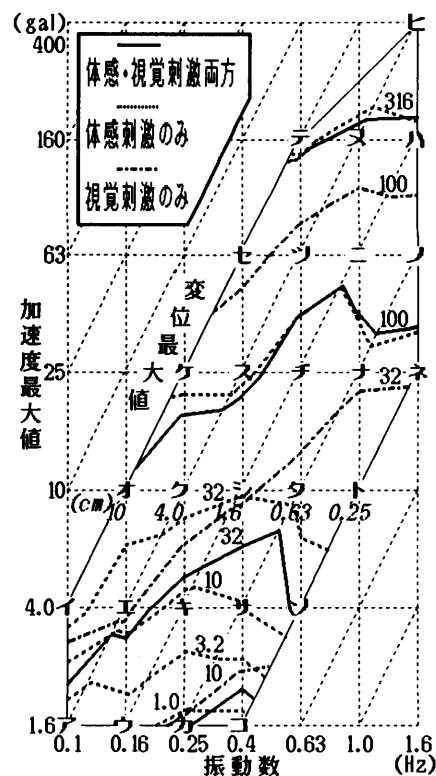


図2-12 大きさ度合の等評価曲線（総合判定）

した等評価曲線を振動換算図を用いて表現する。視覚刺激のみを受ける場合には曲線が変位にはほぼ沿い、体感刺激を受ける他の2条件と傾向が異なる。視覚因子は、視覚から得られる物理的な情報として把握しやすい変位と関連する。一方、体感刺激のみを受ける場合には、特に加速度が小さい範囲で曲線が加速度にはほぼ沿い、振動の体感はやはり加速度と関連する。このような関係は、体感刺激のみを受ける場合には、振動数や変位の大きさによらず、加速度が小さい振動を小さく感じるが、視覚刺激を受ける2条件では加速度・変位がともに小さい振動だけを小さく感じることからみることができる。

体感・視覚刺激の両方を受ける場合には、加速度が小さくても、振動数が0.4~0.63Hz以下の範囲では変位が大きいほど大きく感じ、視覚因子が影響を与えている。また、加速度が大きい範囲では、体感刺激のみを受ける場合と傾向がほぼ等しく、視覚因子が存在しても体感により感じ方がほぼ決定される。このように、体感・視覚刺激の両方を受ける場合には体感を主要な要因とするが、振動数範囲によって視覚因子の影響がみられ、低振動数ほど曲線は変位に沿う。

図2-13に示す不快度合では、全体的には大きさ度合と共通した傾向がみられるが、視覚刺激のみを受ける場合に、0.4~0.63Hz付近で曲線が明確に折れ曲がること特徴的である。この振動数範囲は、体感・視覚刺激の両方を受ける場合に体感との関連が強い範囲と視覚因子の影響を受ける範囲との境にほぼ等しく、視覚因子が与

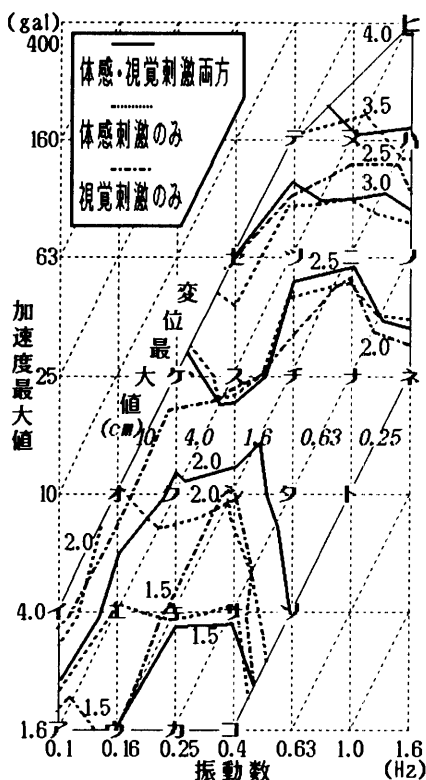


図2-13 不快度合の等評価曲線 (総合判定)

える影響の物理的特性を表している。

先に述べたように、視覚因子が存在する場合には視覚的に振動を認めるため、振動を全く知覚しないレベルにおさえることは難しい。視覚的に振動を認識しない状況が日常的に少ないことを考えても、体感による知覚閾ではなく、不快感などの感覚的反応を規範とし、視覚因子を考慮した振動感覚に基づいて居住性を評価する必要がある。そのためには、加速度が大きく体感に対する刺激量が大きい範囲では、体感に対して支配的な決定要因である加速度を中心に評価しても、視覚因子の影響が強い加速度が小さい範囲では、視覚因子に対して支配性の強い変位を考慮して評価する必要がある。

3. 水平振動感覚を表現する言葉の特質

水平振動感覚の言語表現を知るための手始めとして、SD法を用いた実験を計画し、水平振動感覚を表現する言葉の特質を検討した。

3.1 実験の概要

実験では、振動台上に両足立ちで自然な姿勢をとった16名の被験者(男性2名・女性14名、年齢18~39歳)に対して前後方向に、定常的な水平方向の正弦振動を与えた。加振範囲は実際の高層建築物において問題となる長周期水平振動を包含して設定し、振動数0.10~6.3Hz、加速度1.6~400gal、変位0.040~10cm、速度最大値0.63~25cm/s(以下、単に速度とする)とした。具体的な対象は、結果の図3-4に示すNo.1~19までの19種類の設定振動である。

実験では、被験者は設定振動の中の1種類の振動を受け、実験開始とともに目を閉じて、約20秒間振動を感じる。その後、合図に従って24組の対句に5段階で回答する。結果の図3-2などに示すSD法の対句は、一般的な言葉から振動に関係すると思われるものを中心とし、それらの言葉との分化を知るために、振動には関係ないと考えられる言葉を含めて設定した。通常のSD法では、形容詞・形容動詞を用いるが、本実験ではより幅広く水平振動に対する感覚を表現する言葉をとらえるため、それ以外の感覚表現用語を含めた。本論文では、これらの形容詞と感覚表現用語を、水平振動に対する感覚を表現する言葉として取り扱う。

振動の入力時間は1種類の振動につき160秒程度とし、被験者全員が余裕をもって回答できるよう、状況に合わせて入力時間を調整した。振動の入力順序はランダムに設定し、この手続きを19種類全振動について繰り返して実験を行い、約1時間で実験を終了した。

3.2 主成分分析による言葉の特質の抽出

設定した対句の変動を総合特性値となる、より少数の

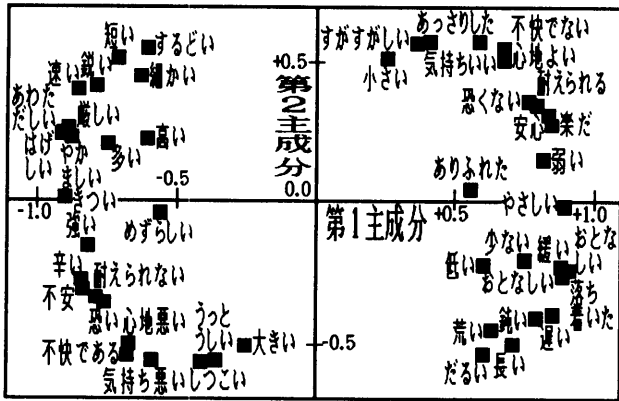


図3-1 主成分分析による尺度の主成分荷重

変量に集約し、それぞれの言葉が表す感覚の違いを明確にするために、主成分分析を行った。結果より、2つの主要な主成分を得た。第2主成分までの累積寄与率は69.3%であり、7割程度の変動はこの2つの主成分で集約できる。特に第1主成分は固有値13.0、寄与率54.0%と高く、固有値3.66、寄与率15.3%の第2主成分に対して、3倍以上の重みをもって各対句の特性を説明することができる。

図3-1に、各主成分に対する言葉の負荷量を2次元グラフで表現する。第1主成分に対しては「強い」「弱い」などが特に高い負荷量を持ち、既往研究などを通じて、SD法による表現に対して一般的に抽出される性質の中で、力量性を表すものと考えられる。一方、第2主成分は、「遅い」「速い」に代表される活動性、「不快である」「不快でない」に代表される評価性が複合した特性であると考察できる。

この結果にみられるように、水平振動を対象とした場合、第1主成分に表される力量性は、感覚に働き掛ける強さを表す性質であると推察できる。負荷量が高い言葉ほど、振動がもつ強さ、あるいは振動が感覚に働き掛ける強さを表す性質が強い。また、対句である2つの言葉は、第1主成分の負荷量が+側と-側の範囲に分かれる。+側には「楽だ」など、振動を積極的にとらえた言葉が集まり、-側には「辛い」など、消極的な表現が集まる。第1主成分の負荷量の符号で、振動に対して言葉がもつ意味付けが分化される。

これと比較して、第2主成分により表される活動性、評価性の位置付けは低く、この2つの性質は統合された1つの特性となる。その違いとなるのは、言葉が意

味する対象であり、活動性に対応する「遅い」「速い」などは刺激である振動に着目する性質が強く、評価性に対応する「不快でない」「不快である」などは、刺激の受け手である人間の状態に着目する性質が強い。これらの対句はすべて、あくまでも水平振動感覚を表現するものであるが、それぞれの言葉は、その感覚の中で意味する対象を分化していることが分かる。

主成分の性質より、この2つの特性は互いに無関係であり、それぞれの言葉を分化する上で独立した特質を表現している。水平振動感覚を表現する言葉の特性を最も分化することができる、感覚に働き掛ける強さの程度の違いは、刺激となる振動、あるいは受け手である人間の状態に着目する言葉であるか否かにかかわらず、それぞれの言葉が表す強さの相対的な違いを表している。

3.3 評価の類似性による言葉の分類

今回の実験で用いた対句は、以上の2つの特性により分化することができるが、それぞれの対句の相関係数から、対句に対する評価の類似性を検討すると、図3-2に示すようになる。多くの対句は互いの相関係数が比較的高く、同じような性質をもつものと考えられる。一方、他の対句との相関係数が低い言葉に対する評価は、他の対句とは異なる傾向を示す。

この結果に基づき、水平振動感覚を表現する言葉の特性から、これらの対句を図3-3のように分類すること

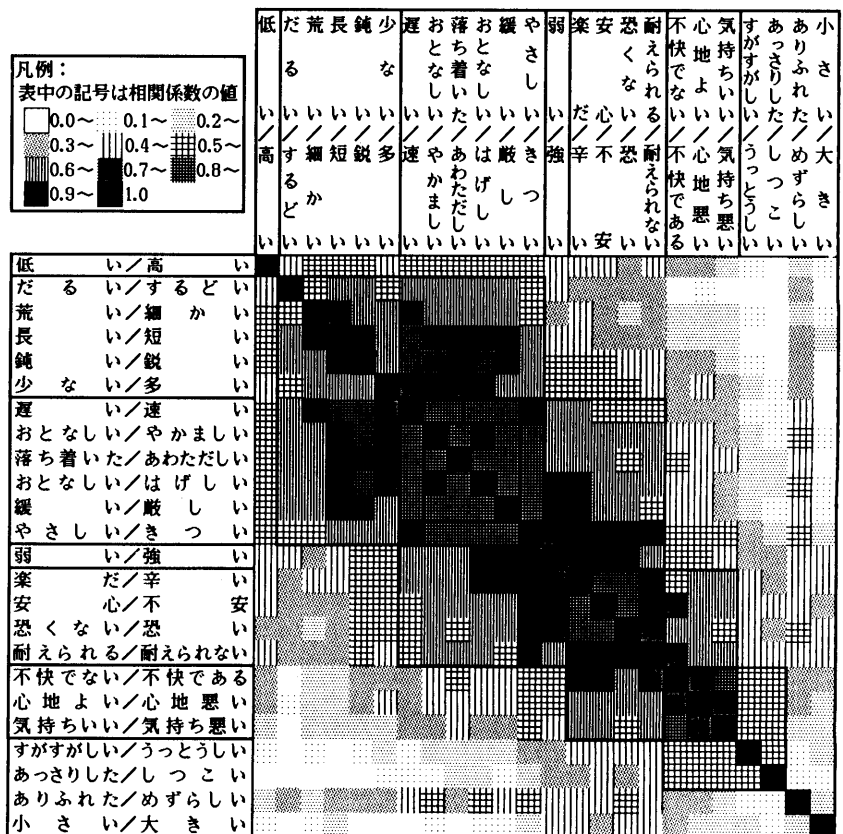


図3-2 尺度の相関係数

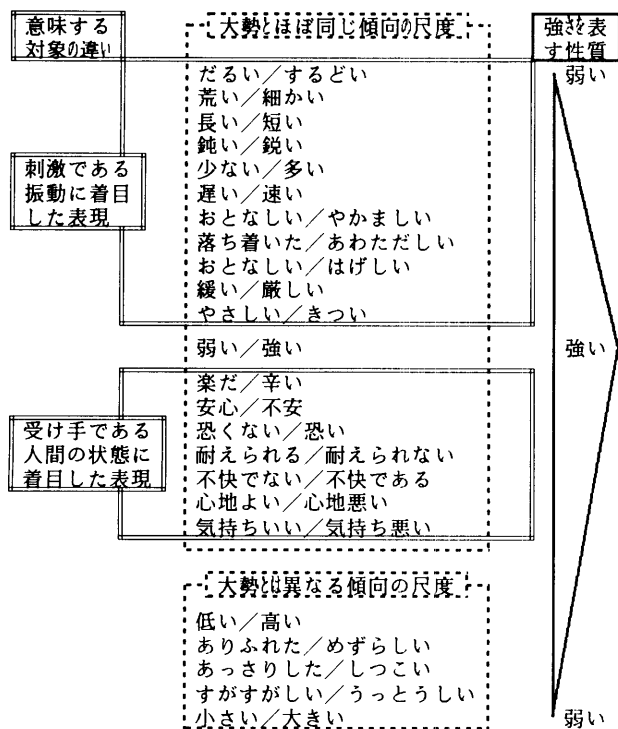


図3-3 特質からみた尺度の分類

ができる。これらの対句は特性が互いに類似した対句と、大勢とは異なる傾向を示す対句の2つのグループに大きく分けることができる。

これらの対句の分類の基盤は、第1主成分に表される感覚に働き掛ける強さを表す特性である。この特性が極めて強い「弱い／強い」から、比較的弱い「荒い／細かい」まで、今回用いた対句を段階的に並べることができる。一方で、これらの対句が水平振動感覚を表現する上で意味する対象は2つあり、「長い／短い」などの刺激である振動を表現する性質が強い言葉と、「気持ちいい／気持ち悪い」などの刺激の受け手である人間の状態を意味する性質が強い言葉に大きく分けることができる。強さの違い、意味する対象の違いという、この2つの独立した特性によって、それぞれの対句が分化されている。

以上のように、主成分分析により得た総合特性は、評価の類似性に基づく対句の分類においても、その基盤となる特性として表れる。またこれらの特性は、SD法に関する既往研究にみられる一般的な知見とも対応している。ここでは更に水平振動感覚を表現する場合の力量性、活動性、評価性という3つの性質の具体的な違いと、それぞれの性質を表す言葉との対応を図った。

3.4 クラスタ分析による振動の類型化

更に、SD法の対句を用いて水平振動を類型化する。感覚的に同じように表現される振動の領域を検討し、振動の物理的特性と感覚の表現との対応を図る。

24の対句の違いを集約する第1・第2主成分得点を説

明変数として、被験者16名が19種類の振動に与えた合計303のサンプルを対象に、クラスタ分析を行う。分析に当たっては、変数間の距離はユークリッド距離とし、融合後の距離の計算方法は群平均法を用いた。

融合過程の距離の変化や対象とする振動の数を考慮して、最終的なクラスタ数を4つとした。各クラスタに含まれるサンプルを、振動の種類ごとに集計した表3-1の結果をもとに、各クラスタと物理成分との関係を、振動換算図を用いて図3-4に示す。4つのクラスタは、加速度の大きさでほぼ2分される。最終ステップまでには加速度の小さい範囲のIとIIが、大きい範囲のIIIとIVがそれぞれ融合され、加速度の大きさで分かれる2つのクラスタを形成する。加速度が比較的小さく、振動数が低い範囲のクラスタIとIIは、速度の大きさで分かれる傾向にあり、変位とも若干関連する。感覚は複合的に関連するこれらの物理成分を総合した刺激として水平振動をとらえ、その刺激と対応して反応する。

表3-1 クラスタ分析の集計結果

plot 番号	クラスタ番号				小計
	I	II	III	IV	
①	8	8			16
②	14	2			16
③	8	8			16
④	3	13			16
⑤	14	2			16
⑥	9	7			16
⑦	8	8			16
⑧	2	14			16
⑨	2	12	1	1	16
⑩	6	1	4	5	16
⑪	11	3	1	1	16
⑫	1		15		16
⑬			15		15
⑭	1		10	5	16
⑮			14	2	16
⑯			15	1	16
⑰	1	1	6	8	16
⑱			12	4	16
⑲			13	3	16
合計 (%)	88 (29)	79 (25)	106 (35)	30 (10)	303 (100)

は10以上、は8以上のサンプルを含む場合を示す。

図3-5に示す各クラスタの主成分得点の平均値、これらのクラスタに含まれる領域の振動が、感覚的にどのような違いをもつかを示す。

第1主成分得点の平均値が最も異なるクラスタIとIIIを分ける大きな要因は加速度の違いである。特に、加速度が小さい範囲の振動を含むクラスタIとIIは第1主成分得点が+側にあり、加速度が大きい範囲のクラスタIIIとIVは第1主成分が-側にある。このように、感覚的に働き掛ける強さは加速度との対応が強い特性であり、加速度が大きい方が消極的な意味をもち、小さい

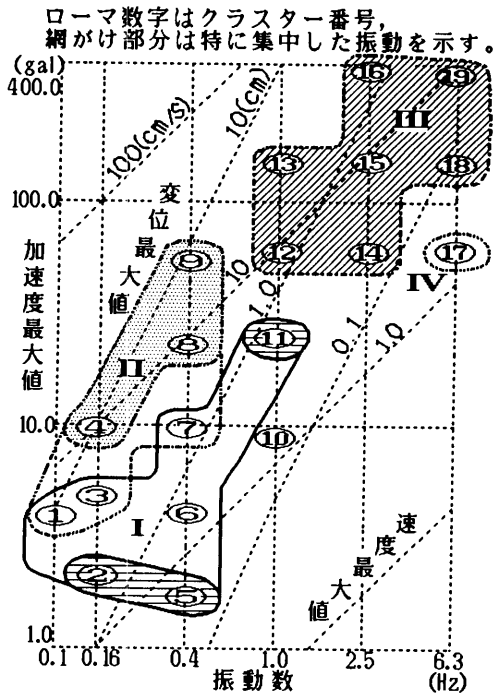


図3-4 クラスタと物理成分の関係

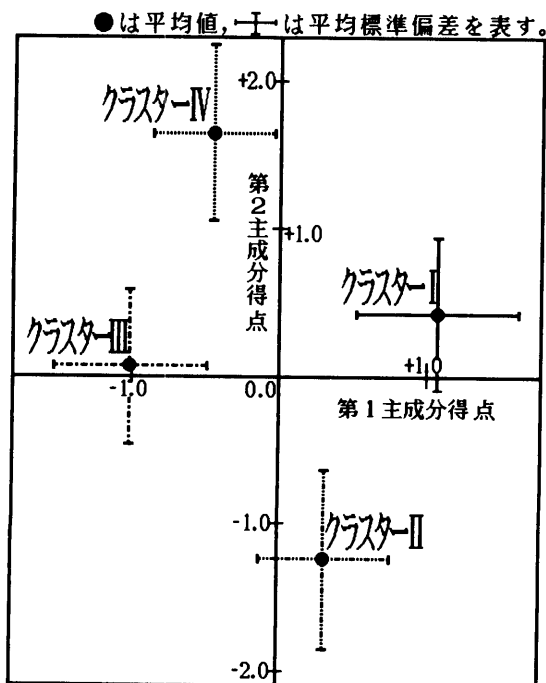


図3-5 クラスタの平均値および標準偏差

方が積極的な意味をもつことが分かる。

一方、第2主成分に対してはクラスターIIとIVの得点が高いが、図3-1の主成分分析の負荷量と対応させると、この範囲は刺激である振動を表現する性質が強いことが分かる。この2つのクラスターは加速度はほぼ同じ範囲であり、振動数が異なる。刺激である振動を分化する要因の中心は振動数であることが分かる。

クラスターIIと同じく、+側の第1主成分得点をもつ

クラスターIは、第2主成分に対しては、受け手である人間の状態を表現する性質が強い範囲にある。クラスターIとIIの領域は、速度・変位が複合して分かれており、人間はこれらの物理成分を統合した刺激として、1つの水平振動をとらえていることが分かる。

これらの結果より、感覚に働き掛ける強さは加速度と対応し、加速度63gal付近を境に、積極的あるいは消極的な表現に分かれる。一方で、振動を意味する言葉は振動数の違いをとらえた表現であり、人間の状態を意味する言葉は速度・変位などとも関連し、物理成分をより総合してとらえた表現であることが分かる。

4. 結語

水平振動感覚に影響を与えるであろう周辺因子として視覚因子を取り上げ、従来の規範となる体感因子の性質と対比しながら、その基礎的特性を検討した。一方、水平振動感覚のより自然な表現として言語に着目し、SD法に基づく実験より、水平振動感覚を表現する言葉の意味を、その特質、物理成分との関係から検討した。

従来の水平振動に関する居住性評価は、体感による知覚閾という一義的な規範に基づいて行われている。しかし本研究の結果にみられるように、その知覚に対しても、視覚的に振動を認められるか否かという周辺因子の影響が大きい。一方、実験者側が設定した尺度だけでなく、被験者がより自由に水平振動感覚を表現した場合、それぞれの言葉はより多様な意味を表している。

日常的な居住環境における感覚との対応を加味して水平振動に関する居住性を評価するには、視覚因子だけではない様々な周辺因子など、刺激となる振動と感覚との関係だけにとどまらない、包括的な検討が必要であり、居住者の日常的な表現である言語に基づく感覚の把握は、実状を考慮した評価への基盤となろう。

今後は、本年度に把握した視覚因子と言語表現の基礎的特性を踏まえ、確率手法により感覚のばらつきを取り入れながら、より日常的な居住環境に即した、水平振動に関する居住性評価を検討したい。

謝辞

実験の実施に際しては、日本女子大学、東京大学生産技術研究所、東京大学、千葉大学などの教職員、学生、大学院生をはじめ、多くの方々に被験者として実験に参加頂いた。深く謝意を表する次第である。

〈参考文献〉

- 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・同解説、第1版、1991.4
- 2) Robert J.Hansen, John W.Reed, Erik H.Vanmarcke : HUMAN RESPONSE TO WIND-INDUCED MOTION OF BUILDINGS, JOURNAL OF THE STRUCTURAL DIVI-

SION, Vol. 99, No. ST7, pp. 1589~1605, Proceedings of the American Society Civil Engineers, July 1973.

- 3) 山田水城, 宇野英隆, 後藤剛史: 長周期振動に対する人間の感応性に関する研究, 日本建築学会関東支部第39回学術研究発表会, pp. 49~52, 1967.
- 4) 佐野行雄, 神田順, 田村幸雄, 藤井邦雄, 大築民夫, 草加俊資: 長周期水平振動の知覚閾に関する基礎的研究(その1) — 1方向正弦波による座位と臥位の場合 —, 日本建築学会大会学術講演梗概集〈環境工学〉, pp. 225~226, 1989.10
- 5) 石川孝重, 野田千津子: 水平方向の揺れ感覚に対する振動実験と実態調査に関する研究 — その4 実験による自由記述とアンケートによる実状調査の分析 —, 日本建築学会大会学術講演梗概集〈環境工学〉, pp. 321~322, 1991.9
- 6) 石川孝重, 野田千津子, 隈澤文俊, 岡田恒男: 鉛直振動に対する感覚評価とその表現に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 第437号, pp. 1~10, 1992.7

〈研究組織〉

- | | | |
|----|-------|--------------------------------------|
| 主査 | 石川 孝重 | 日本女子大学住居学科助教授 |
| 委員 | 平田 京子 | 尚綱女学院短期大学常勤講師
(当時 日本女子大学住居学科助手) |
| 〃 | 伊村 則子 | 日本女子大学住居学科助手
(当時 日本建築センター評定部住宅課員) |
| 〃 | 野田千津子 | 日本女子大学大学院研究生
(当時 日本女子大学大学院生) |
| 〃 | 久木 章江 | 活水女子短期大学常勤講師
(当時 日本女子大学大学院生) |
| 協力 | 岡田 恒男 | 東京大学生産技術研究所教授 |
| 〃 | 隈澤 文俊 | 東京大学生産技術研究所助手 |