

## 2. 研究の動向

### 2.2 建物内の体感振動の評価

Assessment of vibration in buildings

石川 孝重 (Takashige Ishikawa)  
日本女子大学  
(Japan Women's University)

#### 1. はじめに

現代では、建築も社会のなかの一要素として、その社会的意味づけの再構築を迫られている。具体的には2000年の「建築基準法」改正と「住宅に関する品質確保の促進等に関する法律(品確法)」の施行になって現れた、設計現場として、その影響は「仕様設計」から「性能設計」への移行へとつながることになる。

このような社会的な流れのなかで、2004年に大幅に改定した日本建築学会「建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説」<sup>1)</sup>(以降、学会指針)は、環境振動を対象とした性能設計において、設計者・技術者を支援する資料として活用されている。

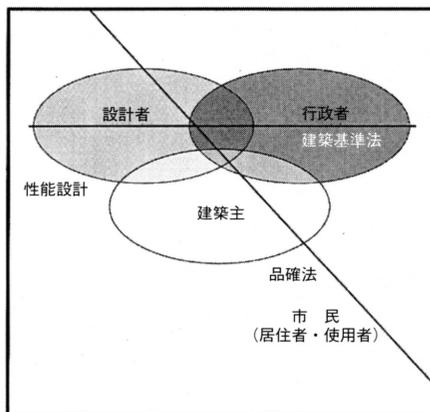
本稿では、建築物で主に問題となる人間の動作等による床の鉛直振動や、交通による水平・鉛直振動、風による水平振動に対する学会指針における評価方法、振動の測定方法について述べる。

#### 2. 性能設計における目標性能の設定

これまでの建築の設計は、設計者をはじめとする専門家に任せられ、設計者は法律を遵守することで設計してきた。図1の建築物の意思決定にかかわる概念図の中で、横線で示したのがこれを表している。一方、斜線で示したのは今後の意思決定のあり方を提示したものである。

建築は一品生産であることが多く、設計者には、個々の建築に求められる環境を建築主の要求に応じて設計することが求められ、専門家としてその多様な建築主や市民ユーザーの要求に即した性能を実現するための総合的な判断力が必要になる。

住宅の品質確保の促進等に関する法律、建築基準法の改正施行をきっかけに、現在の建築設計は確実に性能設計へと移行しつつある。これに基づけば、設計者の裁量による自由度は高くなり、個別の要求と環境に即した設計条件を設定し、それぞれに適した手法で性



注：横線は従来の安全性レベルの決定主体、斜線は今後のレベル決定主体を示す

図1 建築に関わる意思決定主体

能を担保すればよいことになる。一方で、目標とした性能が実現されなかった場合は、設計者の職能としての責任は重くなり、責任追及が厳しくなることが容易に予想される。

図2は、性能設計の枠組みをフローとしてまとめたものである。性能設計における最初の重要なステップは、各建築に対して個別に決定される目標性能の設定である。この決定主体は、あくまで建築主やオーナーであり、したがってその最終責任も彼らにあることになる。プロである設計者にここで求められるのは、性能に関する知識をもたない建築主が適切な性能レベルを選択できるよう、専門家としての高度な知識と経験に基づいた支援を行うことである。

大半のユーザーは建築物の性能に関する専門的な知識も興味も薄い。要求が語られたとしても日常的な言葉で性能を表現する。環境振動のような日常的性能の場合、その表現は快い、不快である、感じる、感じないといった感覚的なものとなることが多い。こういったユーザーの曖昧な要求を、設計指標とどうとり合わせるのか、これが設計者・技術者の直面する課題である。これを解決するには、ユーザーが実感できるようにわかりやすく性能を説明する必要があり、そのためノウハウ作りが急がれる。

#### 3. 学会指針における建物振動の評価方法

制定後13年を経て2004年5月に改定した「建築物の振動に関する居住性能評価指針」<sup>1)</sup>では、この性能設計におけるユーザーとのインターフェースを意識し、そのための資料をできるかぎり盛り込んでいる。

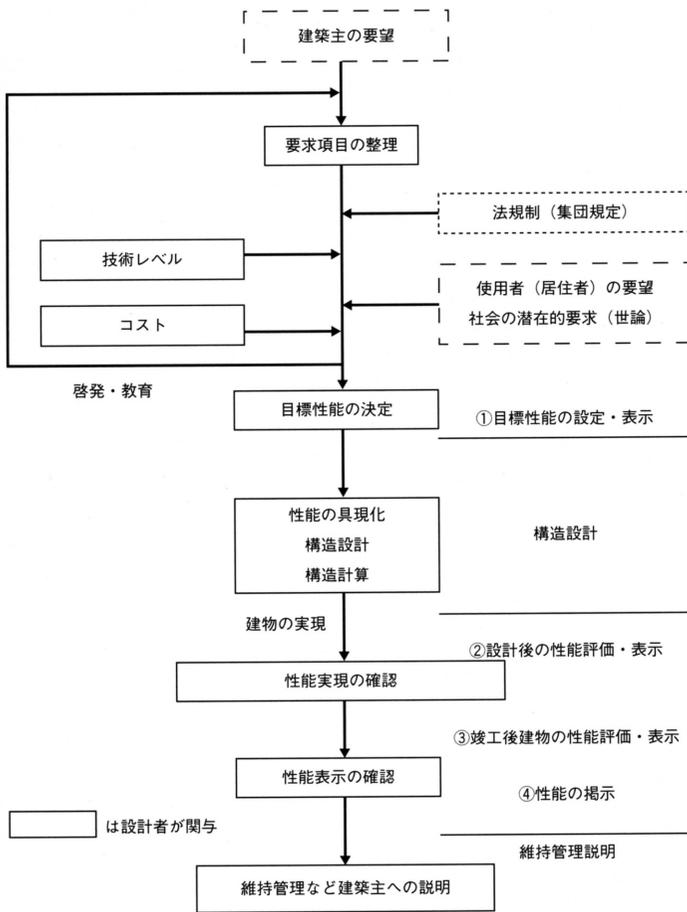


図2 性能設計の実現フロー

性能設計において、最初のもっとも重要なステップは、要求(目標)性能レベルの決定にある。そこで学会指針では、標準ランクや推奨ランクなどを提示せず、要求性能レベルの設定を個々の物件ごとに設計者が建築主の意向をふまえて決定できるよう、数段階の評価

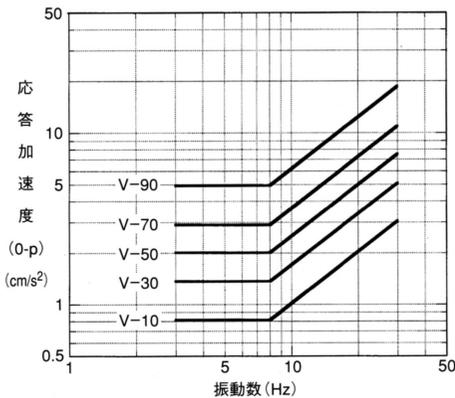


図3 鉛直振動に関する性能評価曲線

曲線を提示している。

またそのためには、設計者が性能レベルを決定できるような資料や、建築主などの市民レベルが分かりやすく理解できるような資料が必要になる。そこで図3, 4のように評価曲線を知覚確率と対応させ、「〇%程度の人を感じる可能性がある」というようにどの程度の振動が暴露されるのかをわかりやすく表現した。例えば鉛直振動では、V-10が知覚確率10%、V-30が知覚確率30%にほぼ相当するレベルである。日常的な振動に関する居住性能を建築主に説明する上で、「〇%の人が感じる」という確率的な表現は、改定作業に先立って実務者に行ったアンケート調査<sup>2)</sup>でも、建築主に受け入れられる可能性があると言われたものである。

さらに目標性能の具体的なイメージをユーザーに喚起するためには、振動を受けた際の居住者らの状況をできるかぎり把握することが望ましい。そこで、居住性能評価指針の付録には、より多角的な性能説明資料の一例として、知覚確率および感覚評価の回答確率と、設計指標となる加速度最大値との関係を、振動数ごとに図5, 6のように例示した。

縦軸にとった知覚確率や回答確率の違いで性能のグレードを表現し、横軸に設計指標となる加速度最大値をとることで、発生する振動の振動数・加速度で、どの位の人がどの程度の感覚を生じるのかが読みとれる

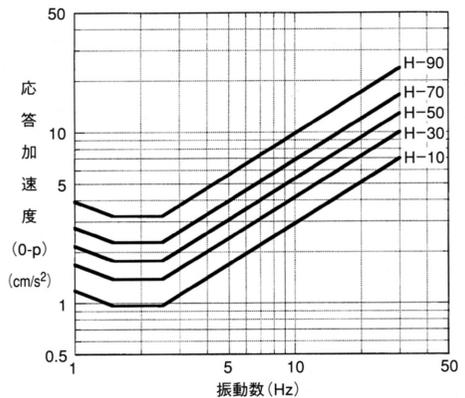


図4 交通による水平振動に関する性能評価曲線

## 2.2 建物内の体感振動の評価

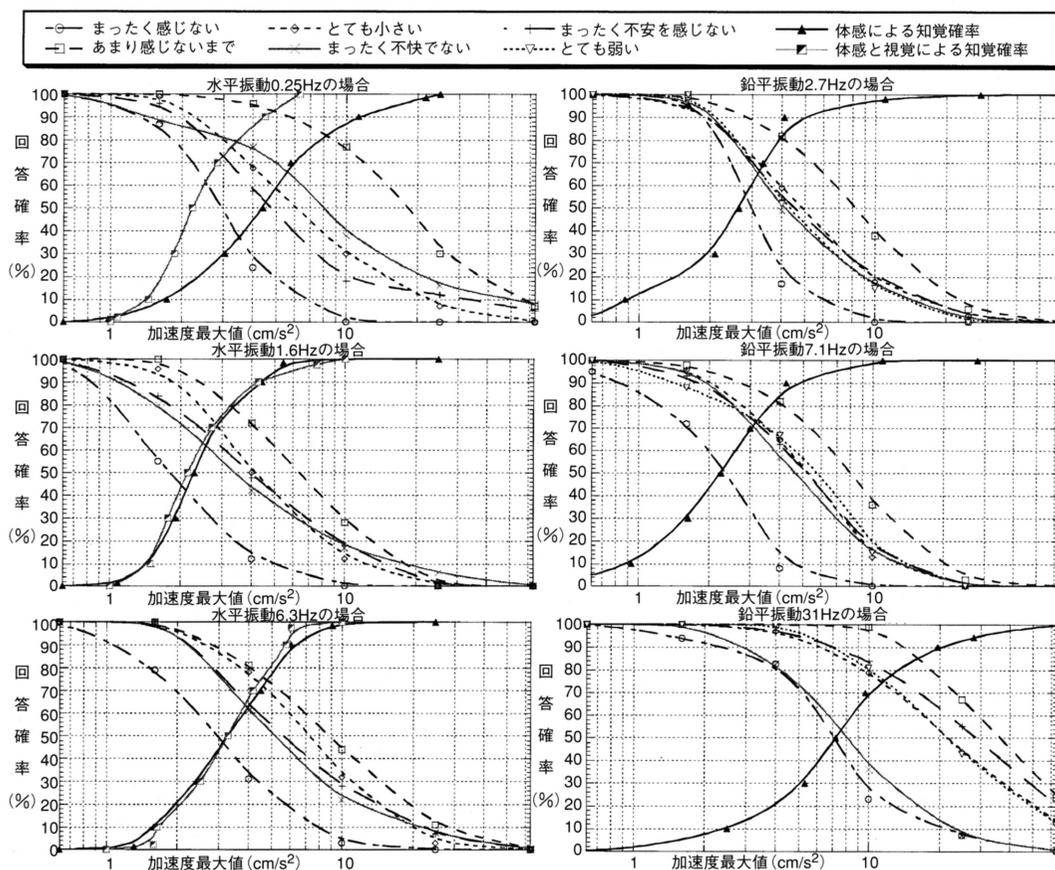


図5 水平振動に関する性能説明資料の一例

図6 鉛直振動に関する性能説明資料の一例

資料とした。

例えば、既存の建築物に生じる振動に対して居住性能を評価する場合、何らかの方法で対象建物に生じる振動の実測データや想定される応答振動のデータを得る。該当する振動数の資料を選択し、発生している振動の加速度最大値をあてはめ、その振動に対するユーザーの状況を「〇%の人が振動を感じる一方、まったく感じない人も〇%いる。また、〇%の人が振動をとても小さいと感じる」などのように説明できる。このようなユーザーの視点にたった具体的な説明を行うことで、建築主はじめ居住者の実感をともなった理解を得られる可能性が大きくなる。

図5、6では、横軸を設計指標となる加速度最大値としているが、説明が求められる対象によって、振動加速度レベルを用いたり、性能としてのランクをわかりやすく日本語で表記するなど工夫することでより理解しやすい資料とすることができる。

この資料の活用を進めれば、性能設計の過程のなか

でユーザーの要望を引き出し、建築物の振動に対する要求性能レベルから目標性能を設定することも難しくない。

建物や住宅が竣工した後、振動によって何らかの支障が生じた場合、躯体などの剛性を高める方法で後追い対策しても大きな効果は望めない。さらに、制振装置などの設置にはまだかなりのコストがかかる。振動性能を確保するためには、竣工後の改善にすぎないよりは、設計時点での地盤や躯体に対する検討がきわめて重要である。設計における要求性能の決定時点で、このような資料も活用しながら、設計者が積極的に建築主などに働きかけ、彼らの意識を啓発し、要求性能を引き出すことが効果的である。

### 4. 建築物の振動に関する測定方法

学会指針では、床の鉛直振動、交通による鉛直・水平振動に関しては、応答波形から求められる1/3オクターブバンド分析結果を、図3、4の評価曲線に照

合することで評価する。いずれも、評価の対象となる振動の影響がもっとも大きくなると考えられる場所、時間などの適切な測定条件を設定する必要がある。

これは、改定前の指針において、評価に用いる振動の物理量が明確に定義されていなかったことから様々な物理量が評価に用いられたこと、またFFT分析の場合にはパラメータによる結果の差が大きいことなどを考慮したものである。1/3オクターブバンド分析ができない場合は、応答波形から求められる卓越振動数と加速度あるいは変位の最大値を評価曲線と照合することで替えることができる。

また、時定数に関しては、衝撃振動用時定数(10ms)を用いることが望ましいが、時定数Fast(125ms)として得られる実効値を用いる場合には、これに適切なピークファクターを乗じて最大値に変換したものを照合してもよいこととしている。

従来、建物振動の測定には定式化された方法がなく、個別の事例によって、それぞれ適宜測定条件を設定し、測定されてきた。また、改定版より新たに評価対象とした交通振動は、これまで主に公害振動として鉛直方向の振動レベルでの評価が主流になっていたことから、応答波形による評価が求められてきた建築分野においては、データの蓄積が不足しているのが現状である。

そこで学会指針では、床の鉛直振動、交通による鉛直・水平振動に関して、評価方法に準じた物理量を得

るための測定方法に関する大枠のガイドラインを付録に示している。関連委員会の実測データなどを紹介しながら、上記のピークファクターの参考となるデータ等も示した。今後、これらに基づいた適切な条件で統一的に測定され、学会指針に基づき評価されたデータが多く蓄積されることを望みたい。

### 5. おわりに

日本建築学会の「建築物の振動に関する居住性能評価指針」は、ユーザーが建築物の目標性能の決定主体であることを前提とする性能設計において、専門家がユーザーを支援するための有効な資料を提示している。

環境振動に対する竣工後の事後対処は効果が期待できない場合も多い。また環境振動に関するユーザーの理解に多くを期待できない現状から、設計時点で建築主との十分な意志疎通を行い、目標性能を明確に設定することがトラブル防止に役立つことは言うまでもない。そのために必要となる建築主とのコミュニケーション・ツールのひとつとして、これらの資料の活用を期待したい。

### [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2版、2004年5月1日。
- 2)石川孝重、塩谷清人ほか：「建築物の振動に関する居住性能評価指針」に関するアンケート調査結果—その1；その2—、日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学I)、pp.315~318、1999年9月。