

## 環境振動の性能評価に向けて Performance evaluation of environmental vibration

石川 孝重  
Takashige Ishikawa

日本女子大学住居学科，教授，工学博士

性能設計，性能表示，説明責任，居住性能，学会指針  
performance-based design, indication of performance, accountability, habitability, AIJ guideline

### 1. はじめに

2000年4月に住宅の品質確保の促進等に関する法律の施行、続く6月に改正建築基準法の施行を経て、現在の建築設計は確実に性能設計へ移行しつつある。

特に環境工学分野で対象とする多様な環境刺激はいずれも、居住環境や執務環境の性能を左右する重要な要素となる。しかも、構造安全性を決定する非日常的な自然災害等と比べて、ユーザーにとっては日常的に接する機会がより多い性能が多く、その要求は多様であり、より厳しい評価が求められることも少なくない。

このような環境工学に位置づけられる環境振動分野にあっては、早くから学会指針によって、環境振動の居住性能評価を提示してきた。今年5月には、性能レベルに関するより明確な説明を可能とするべく改定を行ったが、他方で、公害振動に関する振動規制法や国際基準など関連する規準類との整合、日本住宅性能表示基準への取り込みなど、実務に環境振動の性能評価を根づかせるためにはまだまだ課題が山積している。

本PDでは、環境振動の性能評価という観点から、比較的新しいトピックに絞って話題を提供し、環境振動の性能評価を体系化するために何をなすべきか、ご参加戴いた皆様と一緒に今後の方向性を模索したい。

### 2. 性能設計への流れと消費者保護

2000年6月に施行された改正建築基準法では、構造強度や防火に関する構造や材料の性能規定化を含む大幅な改正によって、材料や寸法などを具体的に定めた仕様規定に従わなくても、定められた性能を満足すれば、自由に設計できるようになった。これにより、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、それぞれ適した手法で性能を担保することが可能となった。その一方で、目標とした性能が満足されなかったときに、設計における専門家としての職能の責任は、より追及されることも否めない。

また住宅においては、それ以前に施行された住宅の品質確保の促進等に関する法律によって、それまでユーザーにとっては明確にみえにくかった住宅の品質を、性能というかたちで客観的に明示できる尺度の提示が試みられた。この住宅性能の表示の適性化を図るための共通ルールとして日本住宅性能表示基準が定められた。これら

の法律の目的は、住宅の品質を確保し、建築主や買主の利益を保護することであり、瑕疵担保責任の義務づけや紛争処理機関の設立なども含めて、消費者保護として機能するものと期待している。がしかし、果たして現在、法律で規定されている内容や、これら法律が運用されているバックグラウンドを鑑みるにつけ、真の意味で消費者保護として機能しているか、疑問がある。

### 3. 個々の要求と環境に対応した設計へ

建築や社会システムにかかわる技術の高度化によって、都市は高密度化し、建築にかかわる振動源は多様化・複雑化の様相をみせている。一方、都市に住まう人々のライフスタイルの変化によって、建築物に対する要求性能は多様化し、設計者もこれらの個別要求に応えることが求められる。

性能設計の枠組みでは、建築物に付与する性能の最終決定（責任）者は建築主である。建築主が自身の要求に即した合理的な性能レベルを決定するためには、専門家、なかでも設計者が情報開示を行うなど、十分に職能としての説明責任を果たすことが求められる。

建築物にまず求められるのは構造安全性であるが、この元となる地震外乱の再現期間はあまりに長い。建築主も含めユーザーにとって、一生の間で遭遇しないかもしれない数百年、千年に1回の地震について判断を求められても実感がともなわない。彼らには間取り、日々の日照、近隣からの騒音、前面道路の交通による振動など、日常的な性能の方が関心ごとであり、具体的な要求としてまとめやすい。

このようなユーザーの意識をふまえると、再現期間が短く、ユーザーが日常で感じられる居住性能や使用性能に立脚した設計体系を新たに構築することも考えられる。居住性能や使用性能ではもともと剛性確保を目的としたものが多く、そのなかで耐震性能を満足する設計システムを構築することはそれほど難しくない。これによって身近な性能が要求指標となり、ユーザー理解が促進される。社会的に認知されてはじめて、建築は社会基盤に立脚した揺るぎないものとなる。理解が得られれば耐震安全性の向上や、性能レベルと建築価格との適正化にも寄与することになろう。性能レベルと建築価格との間に適正な関係が築かれてはじめて、ランク付けされた性能レ

ベルがユーザーの要求に対応する選択肢として機能する。

#### 4. 改定版居住性能評価指針と性能表示

制定後13年を経て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」では、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踏まえて決定することとした。性能設計において、最初のもっとも重要なステップは、要求性能レベルの決定にある。設計者が性能レベルを決定できるような資料の提示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。そのための方策として改定版指針では、例えば、各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。環境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でも、建築主などのユーザーに受け入れられる可能性があるとして指摘されたものである。

さらに付録には、より多角的な性能説明資料の一例として、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を読みとれる資料を示してみた。この資料を用いることで、建物に生じている振動によってユーザーがどのような状況になるかを、居住者など一般市民に具体的に説明することができる。

この利用を進めれば、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はない。

近年の住宅市場動向調査やユーザー調査をみても、住宅の性能の一つとして環境振動を意識しているユーザーは2割程度なのが現状である。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対応しても大きな効果が望めることは少なく、制振装置などの設置にはまだかなりのコストがかかる。環境振動に関する性能を確保するためには、設計時点での地盤や躯体にかかわる検討がきわめて重要であり、竣工後に大幅な改善は技術的に難しく、設計における要求性能の決定時点で、専門家から積極的にユーザーに働きかけ、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。

#### 5. 性能表示とわかりやすい性能説明

日本住宅性能表示基準は、現状でも、音や光、熱など、再現期間の短い身近な性能をいくつか取り上げている。しかしながら、環境振動に関しては残念ながらまだ対象になっていない。

任意項目の音環境で用いられているJISの遮音等級は材料の性能を定量的に示すものであり、これもひとつの評価法である。他の性能も同様であるが、住宅性能表示基準で示されているのは、建築物としての住宅の性能である。環境振動でいえば、加振源からの入力評価と振動

応答としての出力評価との比較から、住宅が振動をどの程度低減する効果をもつか、を等級として表現することとなる。すなわち、現在の住宅性能表示基準は、あくまで作り手側による性能のグレード付けの域を出ていない。設計者側からすれば、周辺環境や建物特性をできるかぎり正確にとらえ、性能評価の対象となる出力に対する評価の精度を上げなければ、責任がとれないというもうなずける。しかし、それでは、建築主・ユーザーの利益の保護を目的とした性能表示にあって、ユーザーが求める性能評価には遠い。

ユーザーが真に求めるのは、個々の環境に満足できるか否かという絶対評価である。極端に言えば、ユーザーにとって、その建物の振動が何によって発生しているか、原因となる加振源は重要ではなく、建物の中でユーザー自身が受けている振動を、どう感じるか、許容できるか否か、満足できるか否かが、評価の基準となる。この判断では、個別の建物における応答振動に対する絶対評価が重要であり、それに対するユーザーの評価をどこまで抑えられるかが、ユーザーとのインターフェースでもっとも重要なポイントになる。

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く、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。環境振動でいえば、トラックが前を通ると揺れる、揺れで気持ち悪いなどである。これらを設計指標の振動数や加速度とどうとりあわせ、設計条件に足るものとするのか、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、そのためのノウハウ作りが急がれる。

#### 6. おわりに

今後の社会では、明確な情報開示が求められ、契約の重要性が増し、その契約関係に基づいて、それぞれの職能における責任が追究されるのは必至であろう。契約社会においては、根拠が客観的に明らかであること、契約を結ぶ双方に合意が成り立つことが重要になる。建築設計の場面でも、これは例外ではない。ユーザーの要求性能に基づいた明確な設計が提示され、それによって建築の性能とコストとが適正な関係で連動するシステムが構築されて初めて、建築が社会基盤に根ざしたものとなる。

設計者にとって、ユーザーの実感がともなう身近な性能は、彼らとのコミュニケーションの糸口として活用できる。環境振動は、そのような日常的な性能のひとつとしてとらえられる一方、構造的な対応が求められるため、構造設計者・研究者ともよりいっそうのコラボレーションをはかり、設計者自身が揺れを含めた居住性能について、より意識的に取り組む必要がある。そのためにも、環境振動に対する居住性能評価を、設計上の検討項目として体系的に位置づけられるように検討するべきであると考えている。