

主旨説明－環境振動と性能設計

日本建築学会環境振動運営委員会主査
日本女子大学 石川孝重

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。

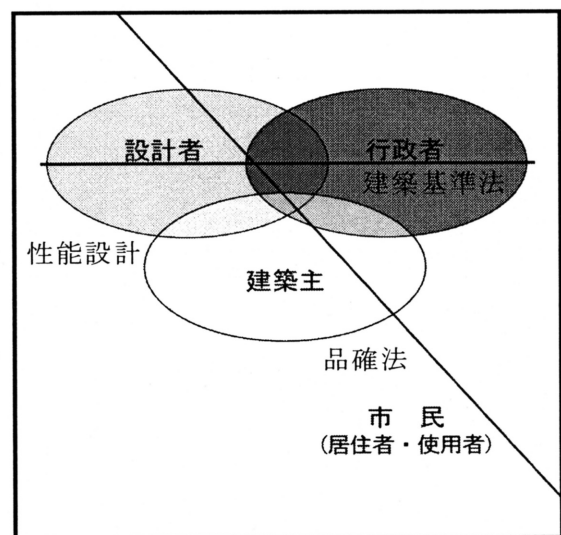
このような社会的な流れのなかで、2004年に改定した「建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説」¹⁾は、環境振動を対象とした性能設計において、設計者・技術者を支援する資料として活用されている。しかしながら、環境振動に対する性能設計を総括すると、個々の対応事例が蓄積されるにとどまっており、環境振動を対象とした性能設計法を体系化することが望まれる。

2. 性能設計における意思決定と設計者の役割

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、このことを表している。

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。最終的には建築は私有財産であることが多く、その場合は資金提供者である建築主などのユーザーが性能選択の権利と責任をもつことになる。設計者をはじめとする専門家は、その判断が適切に行えるよう、支援することが求められる。もちろん、単体規定はともかく、公共の福祉などを担保するために必要な集団規定は、建築基準法をはじめとする関連法令で最低限規制されることになる。

特に建築は一品生産であることが多く、設計者をはじめとする専門家には、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、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。責任を追求されるような事態になる前に、社会・市民に対する対応を急がなければならない。対象物件個々の目標性能レベルについての合意を形成し、「いくらのお金」を出して「どのくらいの性能」を確保するのか、これには市民にも最低限の知識が求められるが、設計者にもわかりやすい表現で性能を語ることは、地道で、粘り強い建築主やユーザーとの対話が必要不可欠である。



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

3. 性能設計における目標性能の設定

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。目標性能レベルの決定の際には、各種性能に関する建築基準法の問題と時代背景をも

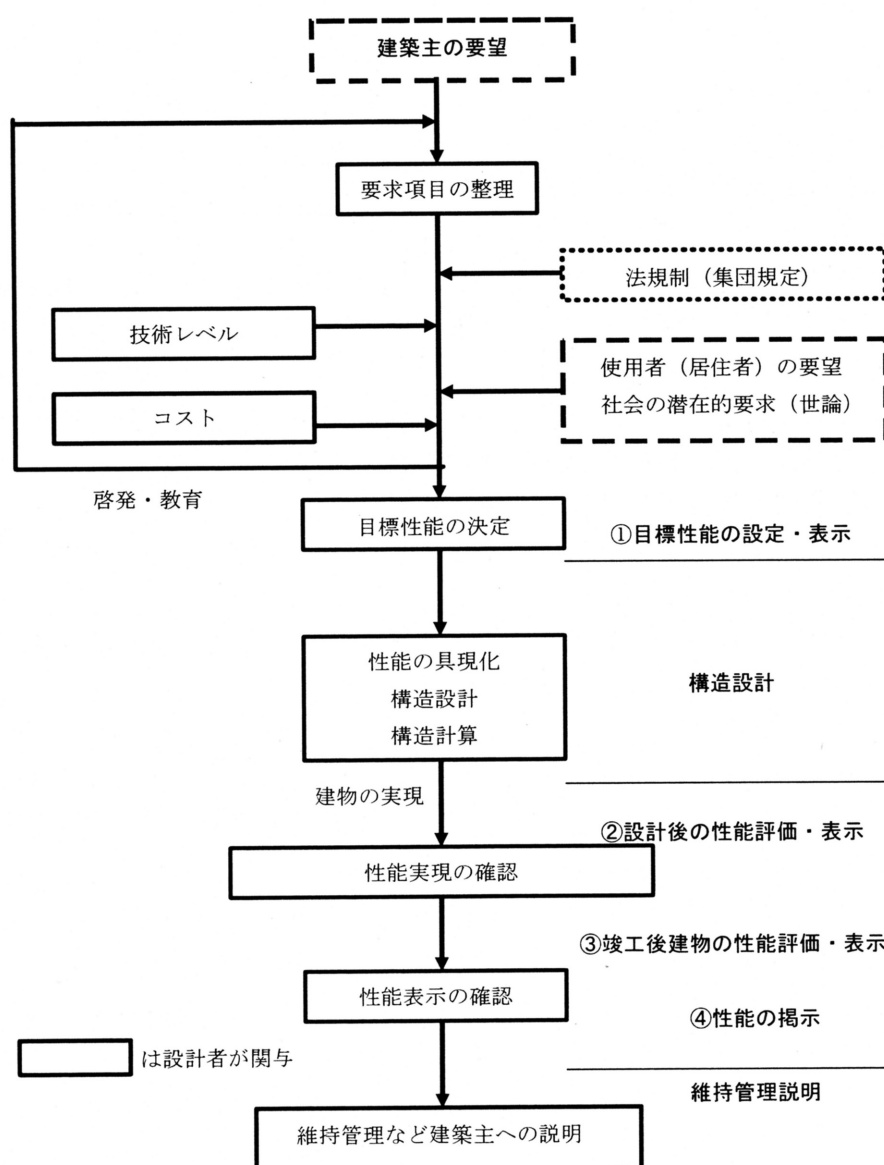


図2 性能設計の実現フロー

含めた社会の総意（潜在的要求）を十分に理解した上で行う必要がある。特に公共性の高い建築物など、建築主と使用者（居住者）が異なるような建物については、そのような配慮が強く求められる。

建築にまず求められるのは構造安全性であり、ユーザーの重視度合もかなり高い²⁾。しかし、このもととなる地震外乱の再現期間はあまりに長い。建築主も含めたユーザーにとって、一生の間で遭遇しないかもしれない数百年、千年に一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、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構築することが考えられる。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、それらを満足させた上で耐震性能を検証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、ユーザー理解の促進につながる事が期待できる。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る。両者の間に適正な関係が築かれてはじめて、ランクづ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. 性能設計で求められるわかりやすさ

大半のユーザーは建築物の性能、ましてや構造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。例えば、地震に対する安全性を表現する指標としてユーザーがもっともわかりやすいのは震度である³⁾。より日常的な性能の場合、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る、そのためのノウハウ作りが急がれる。

設計者としては、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ならない。予測法の精度がそれにたえるものになっているか否か、なかなか難しい問題である。しかしこのままでは、建築主やユーザーが求める性能評価には遠いものとなる。

居住者が真に求めるのは、個々の環境に満足できるかという絶対評価である。環境振動を例にして極端に言えば、居住者にとって、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さほど重要ではなく、建物の中でユーザー自身が受ける振動を、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明確にできるかが、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。

5. 環境振動にかかわる居住性能評価と性能設計

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」¹⁾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ふ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（目標）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居住性能評価指針では、図3、図4の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⁴⁾でも、建築主に受け入れられる可能性があると示唆されたものである。

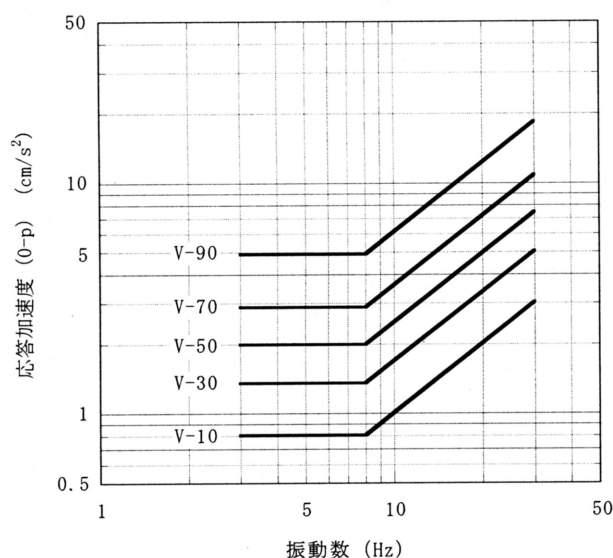


図3 鉛直振動に関する性能評価曲線

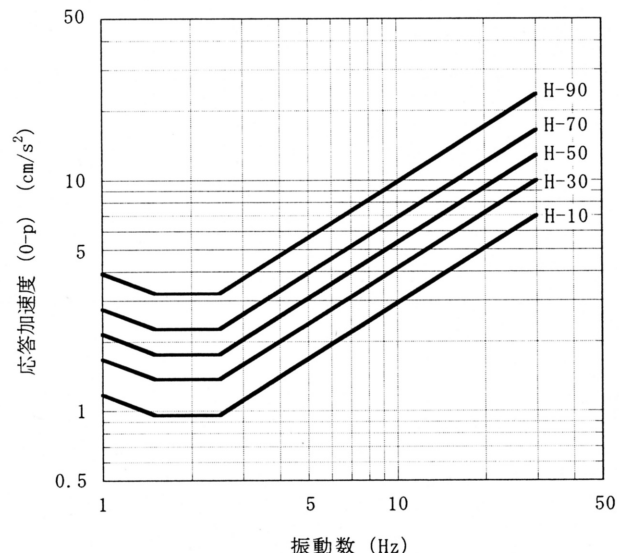


図4 交通による水平振動に関する性能評価曲線

環境振動の居住性能評価に際しては、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。そこで改定版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、図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 of 感覚を生じるのかが読みとれる資料になっている。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居住者がどのような状況になるのかを、具体的に説明することができる。図5、図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、感覚を表す語句で表現するなど工夫することでよりわかりやすく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はない。

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るとは、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

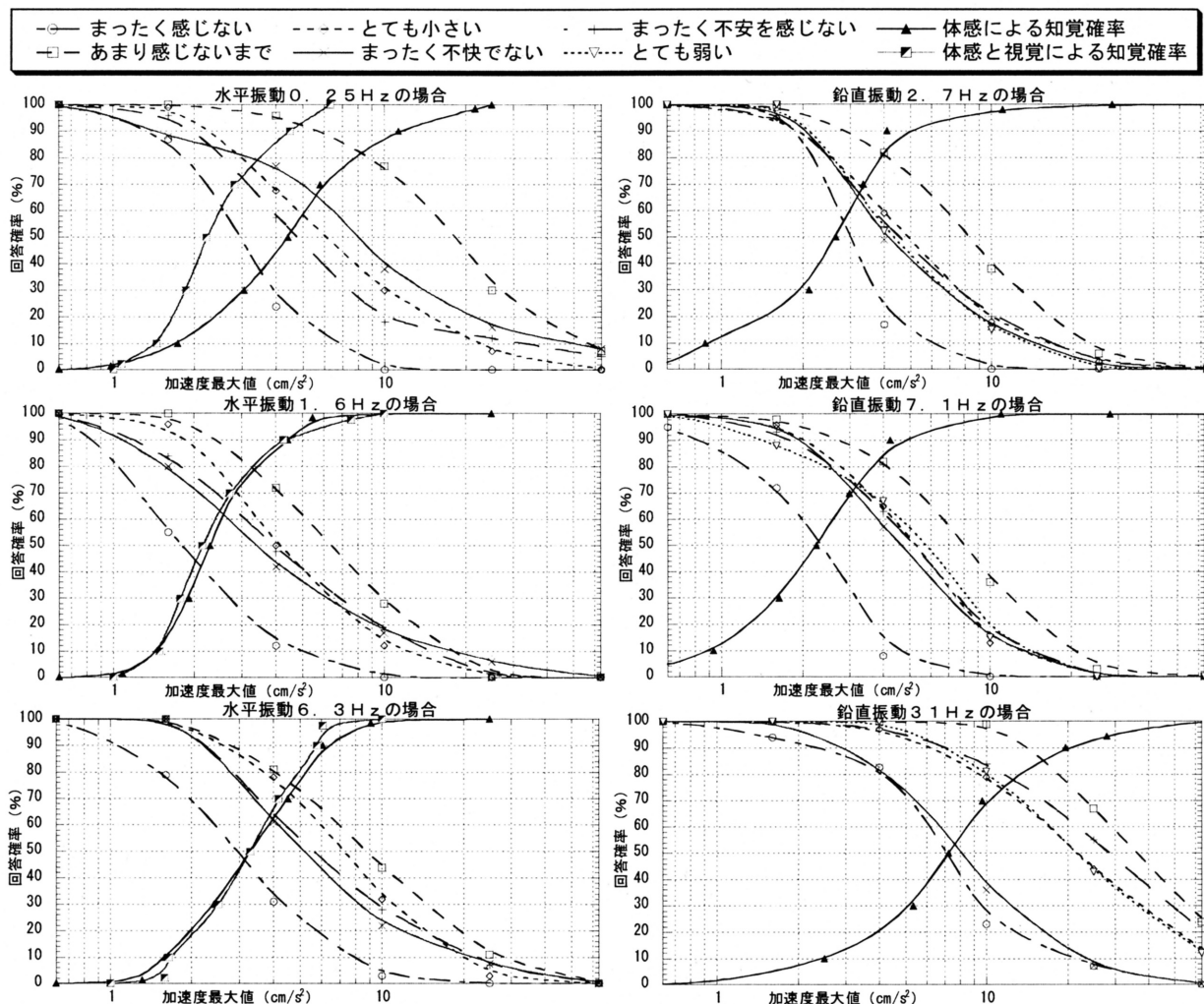


図5 水平振動に関する性能説明資料の一例 図6 鉛直振動に関する性能説明資料の一例

点で、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。

6. 説明資料を用いた性能評価と性能設計

既存の建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ら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。

またこれをさらに進め、性能設計において建築主の要求に基づいて、建物に付与する性能レベルを検討することも考えられる。すなわち、「〇%の人が振動をまったく感じないようにして欲しい。感じる人でも〇%位の人が振動をととても小さいと感じるようにして欲しい」などのように、建築主の要求を引き出す。それらを回答確率として、対象建物に予測される応

答振動の振動数のグラフに照合することで、建築主の要求性能レベルを加速度最大値に置換できる。

複数の表現を用いる場合、各項目として語られる建築主の要求はばらつくことが予想されるが、その場合は、そのなかでも高い性能レベルを設定するなど、設計者としての総合的な判断が必要になる。また、それぞれの表現による要求を、相互にすりあわせる努力も重要である。その際にもこの資料を活用して、それぞれの表現に対応した要求性能レベルの違いをビジュアルに示しながら、建築主との合意を経て、設計条件を決定することができると考えている。

振動に対する竣工後の事後対処は効果が望めない場合も多い。環境振動に関するユーザーの理解が高いとも限らないため、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有効である。そのために不可欠な建築主とのコミュニケーション手段の一助として、これらの資料を活用することも有益となろう。

7. おわりに

環境振動に対する居住性能を対象とした性能設計を実現する上では、目標性能の決定主体者であるユーザーとのコミュニケーションをはかり、彼らの要求性能を、現実的な設計条件に落とし込むことが必要になる。改定版居住性能評価指針の内容については、本会の創立 120 周年記念事業として、e ラーニング講習会と銘打ち 2006 年 6 月から本会ホームページにて配信している。

再現期間の長い地震を対象とした耐震性能と比較して、環境振動に対する居住性能は、再現期間が短く、消費者にとって身近で実感をともないやすい性能である。今回のシンポジウムでは、耐震設計との相互の関連を考慮しながら、環境振動に対する性能設計の体系的なあり方を考えたい。次年度には、環境振動に焦点をあてた性能設計の構築をめざして新たに小委員会の設置を予定している。そのためにも、参加の皆様と有意義な意見交換ができればと考えている。多くの皆様からきたんのないご意見を頂戴したいと願っている。

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・同解説，第 2 版，2004 年 5 月 1 日。
- 2) 平田京子，石川孝重：ユーザーの要望をふまえた性能表示と構造安全性のあり方に関する調査-その 1 住宅の性能表示に対するユーザーの要望-，1999 年度日本建築学会関東支部研究報告集（構造），pp.57～60,1999 年度。
- 3) 坂田知子，石川孝重，平田京子：居住者が求める住宅の安全性能とその説明に関する意識調査—その 2 居住者にとってわかりやすい構造安全性能の説明方法—，日本建築学会大会学術講演梗概集（構造 I），pp.23～24，1999 年 9 月。
- 4) 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。