

新時代における性能設計と信頼性設計の展望 — 社会と対話する構造設計へのパラダイムシフト —

石川孝重 (日本女子大学住居学科)

1. はじめに

現代のようにテクノロジーが工業から情報へと急激にシフトする中で、日本の建築界もまた大きな変化を迫られている。1998年の建築基準法改正は、性能規定化への道を開ききっかけとなった。1999年には性能表示を一つの柱とした「住宅の品質確保の促進等に関する法律」が成立した。これらによって建築物の性能情報が開示され、保有性能が評価・表示される時代になることは間違いない。

これらの変化は、1995年の阪神・淡路大震災で顕在化した「安全神話の崩壊」などをバックグラウンドにしており、社会が建築界に突きつけた課題に対する一つの回答といえる。

しかし、社会はこれで満足というわけにはいかない。実は社会は、従来の「構造設計については専門知識を有した専門家に一任する」という社会規範を、「インフォームド・コンセントに基づく性能の設定」という新しい思考的枠組に転換することを求めているのである。性能設計の実現に加えて、思考的枠組の転換が揃ってはじめて、新しい世紀への展望が開けてくる。これが「専門家一任型」から「社会と対話する性能明示型の構造設計」へのパラダイムシフトである。日本の建築界は今、性能情報の開示とともに、このパラダイムシフトについて、対応を迫られている。

医学分野では以前から「インフォームド・コンセント」（説明を受けた上での同意）が問題とされ、今日では医療の基本と考えられるようになっている。建築物も、所有者（オーナー）や使用者（ユーザー）の財産であり、オーナー・ユーザーが自己責任と経済負担を負うものであるがために、医療と同様の考え方ができる。したがってインフォームド・コンセントに基づく構造設計が行われてしかるべきであったが、残念ながらこれまではほとんど行われてこなかった。

21世紀を目前に控え、この変化に対応したかたちで建築物の設計を行うためには、建築物の性能やそのレベル確保について、建築物のオーナーやユーザーである国民の要望を受け止め、そのニーズを専門家が常に理解しつつ、社会の動向を鑑みた設計を行うことが強く求められる。またこれまで以上に、設計者としての見識を十分に活かした設計が求められよう。その際には、建築主と十分

にコミュニケーションをとる能力も要求され、両者の合意の上で設計がなされるというプロセスを確立することが重要になる。法律を守るだけの設計者よりも、オーナーやユーザーをはじめ社会と常に対話する設計者が求められるようになる。こうした設計を通じて、設計者一人一人がより強力に、日本の構造安全性能の標準レベルを決定する役割を担うことが容易に予想される。

社会全体が求める、あるいは許容する安全性レベルを踏まえるなかで、オーナーはじめユーザーと対話しながら、建物個々の安全性能レベルを設計者が決定していくことが求められる。図1は建築をめぐる意思決定プロセスを模式的に表現したものである。

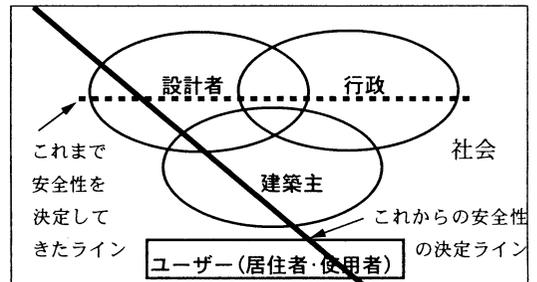


図1 建築が成立するための社会的基盤

建築が現代社会に受け入れられるためには、太線で示される新しい「安全性決定ライン」の確立が急務である。

2. ユーザーに分かりやすい性能設計の重要性

性能設計が進展すれば、ユーザーは性能レベル決定に対する自己責任をまっとうできるよう、各性能を理解し、承認していくが必要になる。一方で設計者は、性能を保証する責任が問われることになる。したがって性能設計では、設計された安全性を検証するために、ユーザーと専門家による安全性のチェック・検査が欠かせない。特にユーザーの自覚が重要な要素であり、設計項目の性能が理解できなければ何の意味もない。

そのため、設計者がユーザーに分かりやすく性能を伝えることができるかが鍵となる。

「分かりやすく」という観点は、これまでの設計プロセスでは重視されてこなかったために、構造設計に関しては特に欠落している要素である。

したがって構造設計は、素人にはほとんど理解できないほど難解な言葉が使われ、ユーザーの立ち入る隙がほとんどない状態になっている。諸学会で作成された諸基準や指針もまた、ユーザーと共有できるものではない。

当研究室では、これを打ち破るためのひとつの試みとして次のような調査を行い、「ユーザーに分かりやすい性能表示」を模索している。

たとえば耐震安全性を取り上げ、ユーザーにとって分かりやすい性能指標をアンケートした¹⁾。その結果、ユーザーになじみのある言葉を使うことが分かりやすい説明方法につながることが分かった。たとえば、震度階は加速度、再現期間、余裕度など他の言葉と比べて、分かりやすい結果となっている。これらのなかでも特に分かりにくいものは余裕度であり、説明を加えても分かりにくいイメージをもつ人が多くいた。信頼性設計においてキーワードとなる再現期間については、ユーザーもある程度のイメージをもてる状況であったが、再現期間の概念を正確に理解しているわけではなく、設計スペックとして規定する条件との食い違いが生じる可能性がある。これらの専門用語については、一般的な言葉で説明することで、ある程度までは分かりやすくなる可能性がある。

さらに性能表示の内容を、より広くユーザーに理解してもらうためには、万人に理解できるような表現方法の模索が必要である。不特定多数のユーザーに対して性能を明示する場合、性能について基礎知識がない人々にも、建物の性能をイメージできる方法であることが望まれる。そこで、ピクトグラム（絵文字）による性能表示を検討し、分かりやすさの要素をアンケートした。ピクトグラムの利点は世代、言語、性別などの違いにかかわらず、知識がない人にも概念を伝えられることにある。道路標識やサイン計画などの調査結果をふまえてピクトグラムによる性能表示を模索した結果、ユーザーがもつイメージを強調する表現を用いたり、日常的になじみのある記号・図柄などを織り込むことや、絵文字だけでなく簡単なキーワードも併記することで、より具体的なイメージにつながりやすい表現になることが分かった。

このような調査を通して、ユーザーにとって分かりやすい説明方法とは、専門用語を平易にし日常的になじみのある表現や言葉を用い、居住者の状況に即した表現をすることであると考える。たとえば耐震安全性であれば一般的に浸透度の高い震度階を用いたり、居住性の場合には居住者の状況をできるかぎり多角的に、居住者が用いる言葉で説明することが有効になる。すなわち、評価の主体であるユーザーやオーナーに、できるかぎり

近い表現とすることが求められる。ただし、ユーザーに分かりやすい表現は、概して定量的な評価につながりにくいことが多い。これらをいかに設計に使える要求性能としてくみ取るかが、設計者の担う重要な役割のひとつになる。

3. ユーザーニーズを把握するための調査

性能設計ではユーザーの具体的な要望に沿ったかたちで各性能を実現することができ、そのレベルを個別に保証することができるという特徴をもっている。その意味ではユーザーニーズを反映しやすい設計方法であるが、ユーザーの集合体である社会全体のニーズを常に把握しておく必要がある。

反対に性能設計では個別の性能の決定が求められる、その項目数が膨大になりやすいという欠点をもつ。ユーザーが特に要望する項目に対してはきめ細かく、ユーザーの関心が薄くても体系として重要な項目は設計者が逆にユーザーを啓発するようにして、各性能を確保する必要が生じる。

こうした性能設計に対するユーザーニーズの調査には、建設省建築研究所で行われた調査²⁾や、当研究室での全国の女性ユーザー 585名に対する調査³⁾あるいは別のアンケート⁴⁾などがある。これらの結果からは、ユーザーも専門家との対話を大いに望んでいる結果³⁾が得られている。

また別の側面からみれば、建築物の性能設計に対するユーザー全体の意識は数年来高まっているものの、生命に関わる危急的な事象としてとらえられているわけではない。ユーザーニーズの調査、あるいは専門家側からの働きかけなどの諸活動を通じて、ユーザーの建築に対する関心を高め、基礎知識を高めることが期待される。

4. 性能設計時代における確率的表現の意味

構造性能を表示し保証するには、外力などに不確定な現象が含まれるため、100%確実な保証をすることが困難な場合がある。そこで信頼性設計に代表されるように、確率を指標として組み込んだ設計が、あいまいな事象を包含しつつ的確な性能表現を可能にする。

「振動に対する居住性能評価」に関する設計者アンケート^{5), 6)}では、確率の概念を用いた評価法の導入に対して肯定的な意見が多い。その理由として、性能レベルの表現として定量化しやすい、設計方法の種類が増えることは好ましい、実現象が確率事象のため評価にも確率の概念が必要である、居住者に分かりやすい表現になる可能性がある、などがあげられている。ただし、確率手法を用いる際の設計者の懸念と関連して、算定方法や

評価方法が複雑・不明瞭にならないこと、評価レベルの表現がユーザーにとっても分かりやすくなること、などが設計への確率導入の決め手となるという意見が多い。また、現状のデータ蓄積や研究結果が、実際の設計行為に耐え得るだけの精度を保ち得るのかという懸念もきかれた。総体的には、確率手法の導入を歓迎する声は大きい、実設計に適用する上では、検討すべき事項が多く残されているという認識であろう。

5. 要求安全性レベルの定量的評価に向けて

構造設計の目的は、「人命と財産をどのくらい守れるレベルに設定するか」という安全性レベルの決定問題に帰着する。現在の構造設計ではそのレベルを定量的に表すことは困難であるが、今後性能設計の進展とともに最も追求すべき問題であろう。上記の考察から導かれる結論としては、ユーザーにできるだけ分かりやすい定量的な指標が望ましく、確率的表現が組み込まれたものが適切であると考えている。

現在、社会的にどのくらいの安全性レベルが受け入れられ許容されているのかという具体的な問題に対する明快な答えはない。これまで調査が行われたこともほとんどないのが実態であろう。しかし近い将来、その答えが必要になる。

個別の建物の安全性レベルの決定主体は個別オーナーであるが、その選択範囲は社会規範にある。社会とはその大半がユーザーであり、ユーザーの意識・認識の影響は計り知れない。したがって、専門家からの議論だけでなく、社会に直接問いかける必要がある。

こうした観点から、社会における人々の意識をさぐるアンケートによって目標耐震安全性レベルを定量的に解明する試みを続けている。数年間に渡り、ユーザーや専門家に調査を行った結果から分かったことは、安全性をめぐる、ユーザーと専門家との間に意識のギャップがあることである³⁾。自分で建物の安全性を考え、選びたいユーザーが増加するなかで、ユーザーは安全性について、あるいはそのレベルについて正しい理解をしていないことが多い。たとえば現状レベルに対する認識を建物種別でみれば、集合住宅の安全性レベルは一戸建よりもよく理解されていないのが現状である。専門家はこの現状をよく認識する必要がある。

現在よりコストをかけて構造安全性を求めるというユーザーが多く、金額の上昇を伴ってでもより高い安全性が求められている。今後の設計では、これに応えられるようコストと安全性レベルとの関係をいっそうクリアにしていかなければならない。しかし現状では、ユーザーの安全性レベルに対す

るイメージと、専門家のイメージには図2のような異なりがある。図中のA点は、住宅の平均的な価格であり、その10%割増した点がB点である。安全性と価格が無関係であるというイメージ⑥が専門家に多いことは、コストをかけてもいい建物ができないのではないかとというマイナスイメージをユーザーに抱かせることにもつながり、社会の期待や信頼を裏切る恐れがある。社会が抱えている要求を認識し、それを踏まえる必要がある。

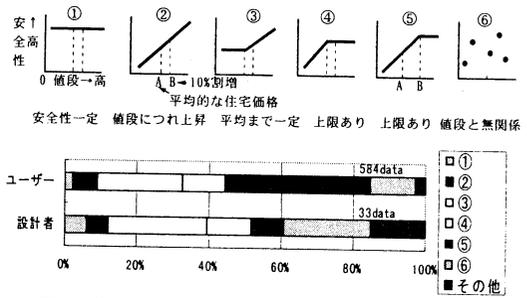


図2 住宅価格と耐震安全性レベルの関係イメージ

上述したようにユーザーに分かりやすい震度階を使って、現状の耐震安全性レベルと望ましいレベルについて質問した。現状認識の結果は図3ようになった。ここではユーザーは住宅の耐震性レベルを答えている。回答者の多くは現状として住宅が震度5に耐えると考えていることが分かる。建築基準法では大地震動に対する人命保護を目的とした震度6～7程度だとすると、これよりも低いレベルを想定している。

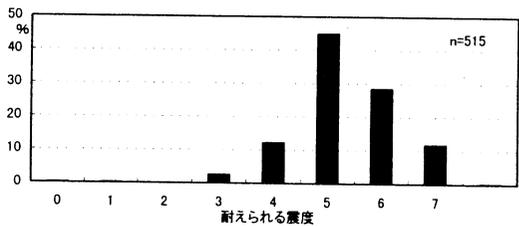


図3 平均的な価格の住宅が耐えられる震度

望ましいレベルと、各自の希望する支出金額について質問した結果は図4ようになった。回答全体を近似した結果でみると、破線で示したように住宅の平均価格(100%)では震度6程度を希望していることが読みとれる。全体傾向としては、

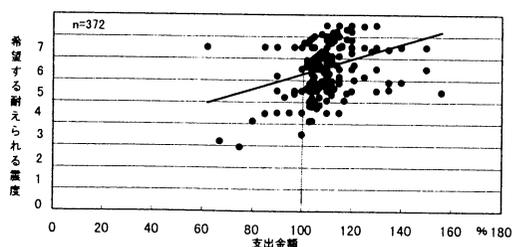


図4 回答者が支払う住宅価格と希望する震度

現在よりも高い金額を支出して、より高いレベルを希望していることが分かる。ただし平均よりも高い金額を出して、現在よりも低いレベルを希望するといった回答が複数みられることから、ユーザーの震度に対する誤った認識を含む結果であることに注意する必要がある。このように震度階で質問すると回答者は理解しやすいが、安全性レベルを正しく理解していない人も含まれるため、結果をそのまま社会的に要望されるレベルと解釈するには早急である。そこで、各自の希望する震度と現状で耐えられる震度との差をとってみた。回答者の多くは相対として平均的レベルと同じレベルか、1つ上のレベルを要望していることになる。

また、回答者が支出する金額から可能な安全性レベルを抽出し、確率的指標を用いて表現したのが図5の結果である。安全性指標は信頼性設計で用いられる信頼性指標 β としている。

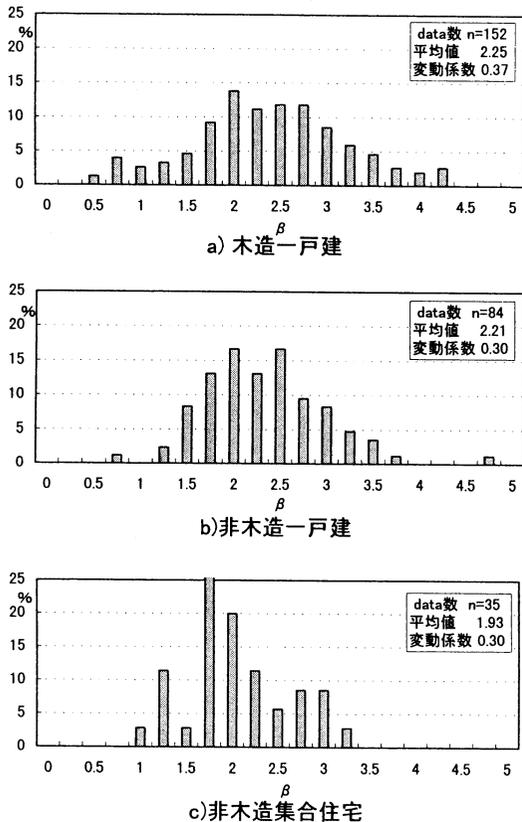


図5 ユーザーの希望する目標信頼性指標 β

回答者全体の β の平均値は2.2程度になる。 β の平均値を構造種別ごとに比較した場合、最も高いのが木造住宅で、集合住宅は比較的低くなっている。これは集合住宅に住みたいという希望者が回答者に少なく、建設地域も限られていることが影響していると考えられる。集合住宅のデータ数がより多くなれば、 β の値はより安定してくると

思われる。他の研究^{7, 8)}では建築基準法に基づく建築物の β が1.3~2程度になるという試算結果が出ており、社会的に要望される耐震安全性レベルも基準法とおおよそ同レベルか、あるいはもう少し高いレベルであることが読みとれる。

6. おわりに

構造性能について専門家とユーザーとが常に対話する体制がなければ将来の建築は社会に受け入れられない。その体制を構築するためには、性能設計をできるかぎりユーザーに分かりやすいものとし、どのような設計が行われているのかをいち早く開示することが必要である。専門家はユーザーに情報を分かりやすく伝えるだけでなく、ユーザーとの間で情報を共有できることが望ましい。

そのためにも正しい理解をしてもらう自助努力と、研究者も含めた専門家の啓発・教育活動を通じたユーザーへの働きかけなど地道な展開が求められる。21世紀には高度な情報共有社会が開けてくる。そのような状況下では「情報を知る立場にあった」専門家としての責任をより厳しく追及されることも予想される。こうした新しい社会的枠組のなかで、建築の未来を模索するには、ユーザーや社会とともに建物の性能を創り上げていく新しい思考をもつ専門家と、その具現化としての新しい設計体系の構築が欠かせない。

来るべき21世紀には、コミュニケーション能力に長けた専門家と、情報への認識が鍵を握る社会が到来することになる。

引用文献

- 1) 石川孝重, 平田京子, 坂田智子, 鈴木直子: 居住者が求める住宅の安全性とその説明方法に関する意識調査—その1 居住者が重視する住宅の安全性; その2 居住者にとってわかりやすい構造安全性の説明方法—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)(構造I), pp. 21~24, 1999年9月.
- 2) 青木義次, 他14名: 建設省総合技術開発プロジェクト「新建築構造体系の開発」要求性能調査SWG報告書 アンケートによる意識調査, 建設省建築研究所・建築研究振興協会, 平成10年3月.
- 3) 石川孝重, 平田京子, 沼田竜一: ユーザーの要望をふまえた性能設計の構築に関する研究—その1 ユーザーの求める性能と自己責任意識; その2 ユーザーのイメージする構造安全性と要求レベル—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)(構造I), 2000年9月発表予定.
- 4) 久木章江, 石川孝重: 住宅の構造安全に居住者が求める性能およびその水準に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, 第513号, pp. 51~58, 1998年11月.
- 5) 鈴木健司, 塩谷清人, 田野正典, 石川孝重: 「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: 鉛直振動について), 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)(環境工学I), pp. 315~316, 1999年9月.
- 6) 野口健一, 野田千津子, 石川孝重, 塩谷清人: 「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2: 水平振動について), 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)(環境工学I), pp. 317~318, 1999年9月.
- 7) 建設省総合技術開発プロジェクト「新建築構造体系の開発」平成8年度報告書, 建設省建築研究所, 平成9年3月.
- 8) 日本建築学会: 建築物荷重指針・同解説, 日本建築学会, 第3版, 1993年6月20日.