

環境振動の 新展開

環境工学委員会
環境振動小委員会

石川孝重

環境振動小委員会主査/日本女子大学教授

新しい環境振動問題の兆し

近年の都市環境の変化とそれともなうライフスタイルの変化などによって、環境振動にかかわる課題は、多様化・複合化の様相をみせている。高度に発達した交通システムや物流システムは加振源の複雑化を生み(→図1)、多機能化する建築物は、同一建物内にさまざまな加振源と受振対象を内包することとなる。一方、24時間化する生活環境によって、人々のライフスタイルも多様化し、さまざまな価値観が混在している。これら的高密化した都市環境を支えるうえで、高度なIT技術や機器類の要求性能を満足する必要がある。

ここでは、都市環境・建築・人々の生活における変化にともない、すでに顕在化し始めているか、これから顕在化しようとしている環境振動にかかわる問題に焦点をあてる。

都市環境の変化

24時間動き続ける都市環境には、縦横無尽な交通ネットワークが不可欠である。また、物流システムの変化により、重量化・高速化した車両が24時間走行している。これらは都市の利便性を支えるとともに、常に振動や騒音の発生源となる可能性がある。近年では、駅ビルなどの商業施設だけでなく、マンションなどの居住施設の内部を交通網が貫通する事例も増えている。このように複合化した交通システムの場合、振動源を特定することは容易ではない。

限られた都市空間を有効利用するために、高層化や地下空間の利用などによる鉛直方向への拡大だけでなく、土地の造成による水平方向への拡大が進んでいる。造成された軟弱地盤は常時にも揺れやすいだけでなく、地盤沈下も生じやすい。床スラブの下の地盤がいつのまにか沈

下して浮き床状態になり、建設時には問題のなかった機械振動が増幅され作業に支障をきたす事例もある。建築物の構造安全性や耐久性の確保を目的とするだけでなく、環境振動を視野に入れた地盤改良も注目されるようになって

建築物の変化

都市に内包される建築物の高層化・大スパン化も、振動環境に大きな変化をもたらしている。大屋根をもつアリーナ施設では、風による屋根面の振動で透過光や反射光が振動し、競技中の選手の視覚障害を引き起こす場合もある。一方、大規模化した床面が観客の足踏みのリズムと共振し、最悪の場合には構造破壊に至り死傷者を出すこともある。また、その際生じた大振幅の振動が地盤を伝わり近くの建築物に振動障害を与えた例もある。

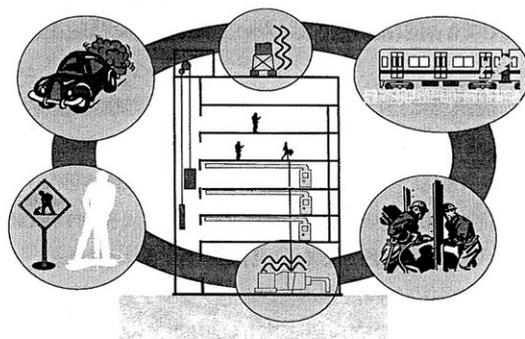
建築物の使われ方も変化しており、最近では、ひとつの建築物が多様な用途に使用されることも多い。居住空間、ホテル、オフィス、商業施設、会議場など、用途によって求められる居住性能は異なり、一律に設計することは難しい。それだけでなく、上層部のスポーツ施設から生じる床着地時の繰返し衝撃が建築物の下方や側方に伝播した例もある。このような建築物の多機能化を支えるのは高度なIT技術であり、居住性能評価の対象は、利用者だけでなく、機器類の機能が十分発揮できるような領域にも広がっている。

また、建築物の長寿命化にともなって、劣化による剛性低下が生じ、竣工時にはなかった振動障害を顕在化させたり、長期間の使用における用途変更などで、積載荷重が変化したり、間仕切壁の除去といった大幅な模様替えによって建築物の動特性が変化し振動障害が発生することもある。

ライフスタイルの変化

このような都市環境の変化に応じて、人々のライフスタイルもまた変化し、一方で都市生活者の要求に応じた技術

図1 振動源の多様性・複合化



革新のスピードはさらに加速している。経済的に成熟したわが国は、豊かさや質を追求する時代に入り、生活水準の向上ともなっており、性能のひとつである環境振動に対する人々の感じ方も考え方も変わっている。オフィスなどでは、高度のハイテク化・オートメーション化により、人の作業性能だけでなく機器系の機能性を保証することが要求される。一方、機械化と合理化が追求される都市で生活する人々の心的ストレスは増大し、余暇の過ごし方にはゆとりが重視され、居住空間には高い質が求められる。24時間活動する都市に住む人々の生活時間は長くなる一方で、そのなかで常に快適で安全な環境が求められている。

個々の要求と環境に対応した設計へ

このような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も多く、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る。

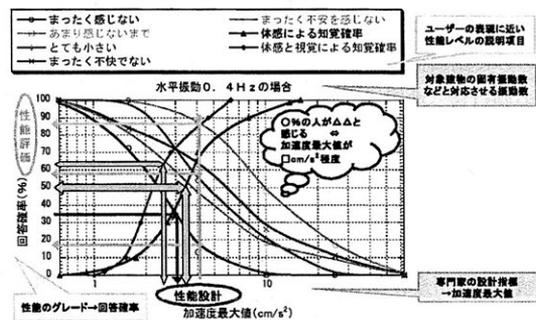
性能表示とわかりやすい性能説明

日本住宅性能表示基準は、現状でもこのような再現期間の短い身近な性能をいくつか取り上げている。が、環境振動に関しては残念ながら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。しかし、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である。この判断では、個別の入力値に対する評価が重要であり、その出力としての評価をどこまでに抑えられるかが、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、揺れて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、そのノウハウ作りが急がれる。

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・同解説』では、このユーザーとのインターフェースを意識している。たとえば、各評価曲線を知覚確率と対応させ、「〇%程度の人が感じる可能性がある」というような意味づけを明確にした。付録には、より多角的な性能説明資料の一例として、図中の緑矢印のように、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(→図2)を示してみた。この利用を進め、性能設計の過程のなかで、図中の赤矢印のように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可能である。

図2 環境振動に関する性能説明資料の考え方



参考文献

- ★1…石川孝重/「新しい環境振動の領域とそれにかかわる課題——環境工学の未来を拓く研究と技術開発」/第7回環境工学シンポジウム/日本建築学会/pp.11-14/2004.1
- ★2…環境振動評価WG/「環境振動評価の今後の課題」/2003.3
- ★3…石川孝重/特別寄稿「ユーザー、社会が認知する構造設計・評価の実現——対振動性能と構造設計との関係を通して」/『Structure』/日本構造技術者協会/第84号/pp.8-9/2002.10
- ★4…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/2004.5.1

いしかわたかしげ

1951年生まれ/東京理科大学卒業/同大学院博士課程修了/環境振動・構造安全/工学博士/共著に『地域の環境振動』ほか