

【総説論文】

建築構造安全における基準の意義と役割*

Means and Roles of Standards for Structural Safety of Buildings

神田 順**

Jun KANDA

Abstract. Most people in Japan consider that the structural safety level of building is specified by the law and it is not their matters to be decided. Safety standards in various fields are also regulated by the authority but a building is a unique product and the design load event for the safety is very rare in years of life. Since many uncertain factors are involved in the structural safety, professional engineers' involvements are necessary to maintain the safety quality. Current regulatory specifications based on the building standard law are very rigid and complex but they are minimum requirements. The safety level should be decided based on the consensus of stakeholders with sufficient supports of professionals by applying rational technical standards.

Key Words: Technical Standards, Structural Safety, Building Standard Law, Building Regulations, Professional Engineer

1. はじめに

多くの国民は、大規模な建築物の所有者も含めて、建築構造安全は、自ら判断する問題というよりは、国が法律で規定すべき問題のように認識している。2005年に姉齒元1級建築士による構造計算書偽装事件が、民間確認機関における内部告発により発覚して、初めて構造設計を行う専門家の存在が広く知られることになった。結果的には、翌年、法律による管理をより厳格化するという方向に、短期間の審議により法改正がなされたことも、そのような国民の認識を前提としているように理解される。一方、当時の専門家からの指摘は、審査の厳格化が安全の質を向上させるものにならないばかりか、一部の不正の存在に対処するための確認項目の増大は、かえって健全な専門職能を疲弊させるという批判的なものであった（浅野, 2007）。

そこには、市場原理の中に置かれた建築物の構造安全という、見えにくい性能の、社会における

位置づけの問題が見て取れる。多くの場合、マンションを購入するにあたって耐震性は大きな関心事であるが、適法に建設されている以上は安全なはずであるとみなして、設計図書の詳細を自ら検証しようとは思わない。価格が低い物件を見つけたということは、良い買い物をしたという消費者意識を満足させるものである。構造安全という性能が、どのような形で社会に認識されているか不透明なときに、市場原理による価格競争が、質を低下させる要因になることは明らかであるが、それを制限するものとして法が存在している。

しかし、建築基準法は、専門家や行政の間では明らかな、最低の基準を定めるとした法であるにもかかわらず、一般の国民にとっては、安心のよりどころを求めるものになっているという意識のずれなど、工学的な安全性の議論の枠を超えた問題が含まれている。いわゆる基準と法律は、別の概念のものでありながら、建築基準法という呼び方がそれを混同することにもなっている。筆者は

* 2014年3月5日受付, 2014年5月14日受理

** 日本大学理工学部建築学科 (Department of Architecture, College of Science and Technology, Nihon University)

建築に関する法制度全体の変革の必要性を論じて来ており、日本建築学会においても、多年にわたり委員会を構成して議論を繰り返し、その成果は報告書の形でまとめられている（神田，2005；神田，2007；日本建築学会，2012）。

安全を国民の望むものにするために、基準の果たす役割は極めて大きい、そのためには、基準をどのように理解し、社会の中で位置付けていくかを考察する必要がある。建築構造の専門家の立場から、論じたい。

2. 投資と工学による安全への対応

現代の安全の問題は、多くが工学の成果をもとにしていることもあり、安全にどの程度の投資をするかという視点を外して考えることができない。G. Walkerは、「高度な投資による災害低減経営」と題した論文で、農業生産における水源確保のための対応を、自然災害における構造安全問題の説明のために解説している（Walker, 2007）。降雨量は年によって異なるので、干ばつのときは、作物が取れずに収入もなくなるが、何年に一度かの干ばつを予想しての多少の貯えがあれば乗り切れる。若干の投資をして溜池を作れば、5年10年に一度程度の水不足は、しのげるようになる。しかし、20年に一度の干ばつにはとても耐えきれないことがおきる。溜池を信じて、また投資もしたので、貯えを持たないでいると大変なことになる。それならとさらに大規模な投資を行って、50年100年に一度の干ばつにも問題のないような大規模な水源ダムを建設する。それにより毎年、安定した収入が保証されるようになるが、今度は、ごく稀な200年300年に一度の大干ばつが来ると、長いこと干ばつのないことに慣れていただけに、しかも多大な投資をしていたために、損失は大きく、大災害を招くことになるという話である。すなわち、あるレベルを想定して投資を行っても、そのレベルを超えることが起きて大災害を招く可能性があるということである。

河川管理の場合も同様で、毎年のように洪水に見舞われると、大変ではあるが、それに対しての対応も生活の一部としてできている。洪水に見舞われる地域の家は高床にしたり、舟を軒に吊ってあつたりする光景は、日本でも最近まで残っていた。しかし、50年に一度の増水に対する堤防が建設されていると、少々的大雨でも被害がでないことで安心する。その結果、一生のうちであるか

ないかの大雨に対しては、堤防が破れて大洪水が発生し、大災害に至る。

雨と同様、強風や地震に対しては、過去の実験から想定される状況に対して、それに耐えられるように作られるが、自然現象は、それを上回る激しい強風や地震が発生しうる。ある程度の自然ハザードを考え、安全を意識して、家や建物が作られても、安全が確実に保証されることには、なかなかならないという現実がある。

安全のための対策や構造物の設計は、あるレベルを想定して行われるが、対象が自然現象であれば、それを超える可能性があることを承知しておく必要がある。安全のための投資がされたとなると、どの程度の想定であるかにかかわらず、安全であるとみなしがちである。またその想定が国レベルの承認で行われることになると、国民としてはそれを超える災害を考えなくなりがちである。このことは、東日本大地震の津波災害においても教訓として得られているはずである。

3. 安全の基準が問題となる他分野の例

冒頭でも触れたように、現代の経済社会にあって市場原理に基づく価格競争が国民にとっての安全を損なわないためには、基準の存在やそれに基づく規制が欠かせない。いわゆる環境安全の問題は、1970年代の公害問題に対しての国の役割が社会的にも認識され、空気や水、土壌といった、生活に直接関わる物質の安全性について、基準が作成され、情報も公開されるようになった。ここで安全を確保するための基準とは、有害物質の量的な規制値を示すということであるが、実際に被害が発生したことが規制の契機となっていることから、根拠は比較的に明確に議論しやすいと言える。

例外は、現在問題となっている放射線量の基準である。データも不十分ということから、専門家の間でも基準の適否が論じられている状況にあり、社会的認知を得るに至っていない。対策を講じたり、個人としての生活上の判断も迫られるという状況を考えて、不十分なりに過去のデータがあるので、本来は、国や専門家集団が、1年程度で合意形成をして基準を運用するということが必要であろう。

空気に対しては大気汚染防止法、水に対しては水質汚濁防止法、土壌については、土壌汚染対策法などがそれぞれ制定されている。共通して言え

ることは、それらすべてが、環境基本法のもとに整合性がとられており、都道府県知事が規制主体となっていて、国が基準を定めると同時に、規制については、都道府県知事の責任で地域を指定したり、数値を定めたりしている。

空気・水・土壌の場合はすべてが、自然に形成され循環しているものであるところに、人工物としての汚染物質をその循環系に排出することで人体影響が出る、という構図の中での国や自治体の規制である。そして、一般的な汚染の程度は、通常の場合では、規制値を10分の1とか100分の1とかはるかに下回り、無視できる程度の値が達成されていることが当たり前になっている。特定の汚染源がある場合に規制の問題が発生することから、汚染源を除く手段を取るという状況である。

食品安全においても、規制基準の存在は、工業製品としての食品が一般化することにより発生した問題と言える。自然に採れた野菜や穀物、海産物を、自ら手を加えて食するという過程では、法規制や基準を問題とすることは生じない。安全性については、すべて個人の責任で判断される。規制の実態としては、食品安全基本法により、国や地方自治体の責務が示され、内閣府に設けられた食品安全委員会が安全基準を達成するための判断をする。

食品の劣化防止や着色ということが、市場価値を保持するのに必要となることから、そのための人工物の添加は、安全基準以内で行われる必要があり、従ってそのための基準が必要となり、さらにそれを監視する機関が必要となる。この場合も、空気・水・土壌と同様に、大半は基準の数値をはるかに下回る量の添加であり、人体側の過敏さも配慮して決められる。有害食品が特定されることになると、提供企業としては致命的であり、国の基準によるとしながらも、十分な余裕の存在することが一般的になっている。多くの分野の例で共通して言えることは、基準の公開性と国の法規制および自治体による規制の運用が、それぞれ役割分担されていることである。

一方、医療の現場においては、病気という状況を逃れるための手段としての薬品や治療ということもあり、安全基準そのものも、どこまでが安全でどこからが危険かという境界は、極めて連続的であり、個別の条件によることも多く、医師や薬剤師といった専門家の個別の判断による部分も少なくない。薬事法による医薬品の安全規制は、工

業製品の規制という意味では、食品安全と似た状況と見ることはできるが、個々の運用にあたっては専門家が関わるしくみになっている。

以上の建築構造安全以外の分野における安全の基準の問題は、人体への影響を見て基準が定められ、公的に規制がなされている。規制に適合しないものを作ったり、放置したりすることは、人体影響がどこかで生じるので、検証が比較的容易ということから、規制を守るという動機は一般に、生産者側に期待できると考えられる。

4. 現代における構造安全をどう捉えるか

次に、建築構造安全の場合について、基準の果たしている役割を考えてみよう。

建築構造安全においても、安全はリスクの裏返しとして理解すれば良いと考えるが、広い意味では建築物の機能を果たし得なくなる可能性、狭い意味では倒壊する可能性が十分に小さいことを安全という。一般には、不具合の度合いとそれが生じる確率との積をリスクと定義し、リスクが十分に小さいことを安全と定義することができる。建築物においても、そのような損失の期待値として定量化されたリスクという表現を受け入れる場合も少なくない。

いわゆる財産としての安全ということになると、広い意味での議論となるが、壁や柱に多少のひび割れが生じたり、外装材・内装材の補修が必要になるという状況に対しても考えることとなる。構造設計においては、そのような状況に至ることを使用限界、さらにその先で倒壊に至ることを終局限界という言葉で区別している(ISO, 1998)。補修は前者の対象とするが、ここでは、後者の終局限界として、安全を狭い意味で捉えて、安全が損なわれることとは、倒壊あるいはそれに準じる状況になって、人の生命への直接的な危険が生じる状況を考えることとする。

使用限界、終局限界という表現は、信頼性理論に基づく限界状態設計法の中で定義されて用いられている(日本建築学会, 2002)。1998年の建築基準法改正に伴う施行令告示の中では、類似の用語が新しく登場し、「限界耐力計算法」の中で、損傷限界と安全限界という言葉が定義され、ほぼ同様な意味で用いられている。限界耐力計算法は必ずしも確率論や信頼性理論に依拠していないが、従来、許容応力度設計法においてなされた計算上の安全検証を、より耐力の限界に近いところ

まで評価して行うようにしたという意味では、限界状態設計法のねらいと同様である。

資産運用などでも安全とリスクという言葉は一般的に使われることから、建築構造安全においても財産価値が損なわれることに対するのと同様に、人命が損なわれることに対するものと同様に、ここで人命への波及可能性に限定して、倒壊することを安全が損なわれるとして考察を行うことは、単に便宜的なものである。

建築構造の特殊性の一つは、工学的成果に多く依存しているが、一品生産であること。そして、ひとたび完成品になると、耐震性や耐風性は、ごくまれに発生する地震動や台風にめぐりあわない限り、検証が困難ということがある。空気・水・土壌・食品・薬品などは常時存在する状況での安全性を問題にしており、加えて、人体影響は、頑健な人から脆弱な人まで存在する中で、影響評価統計において、多くの事例の中から少数に問題が発生することで、現実的に危険性が理解される。具体的評価が、比較的短期間でも統計的に検証可能である。しかし、建築構造安全については、後に詳述するように、数百年単位で考える必要があり、容易でない。もっとも、先に触れた放射線障害のように、長期間にわたって初めて人体影響がでる種類の物質については、例外的に建築構造安全と類似している面もある。

建築構造安全の検証の難しさの一つとして長期間を要するということは、対象とする事象の発生頻度の問題と捉えなおすことができる。安全の喪失の可能性を生じる、地震・強風・豪雪といったハザードについては、1年間の超過確率としては、500分の1程度が、現行の建築基準法のもとで定められている安全の基準の規制値となっている。もう少し正確に表現すると、地上積雪深に対しては、年超過確率1/50の値を定め、それに係数を乗じて1/500の値を用いるようにしている。強風に対しては、行政区画ごとに年超過確率1/50の風速値を定め1/500の値に対しては、全国一律の係数を乗ずるとしている。地震動に対しては、法規制上は明記されていない。

年超過確率1/500ということ一つとってみても、めったに直接的に体験することはないことがわかる。加えて、建築物の側での、そのような自然による力に対抗する抵抗力を仮に耐力と呼ぶとすると、その耐力がどの程度であるかという評価

は、設計時点で決められる。

建築構造としては、設計図書による指示のもとで施工された耐力を保有しているが、工業製品のように同じものが作られるわけではないので、設計が正しくなされているか、設計どおりに施工されているかを、所有者や利用者が確認することは、なかなか困難である。一般には、施工者は、施工管理者を配置して適切な施工がされるよう管理すると同時に、設計者は本人または別途に施工監理者を置いて、設計図のとおり施工がされているかの監理を行う。

多くの場合、設計が建築基準法に適合していないと建設が許可されないの、建築されている以上は、建築基準法に適合していることとなり、従って安全であると考えられることになる。法規制に対して、どの程度の余裕をもって設計されたかとか、施工にあたって設計をどの程度、忠実に再現したかは、専門家がしかるべき対応をしたはずと信ずる以外にない。

1998年の建築基準法改正により、建築確認機関による中間検査制度が導入されたが、それとでも、数か月から、大規模工事では数年に及ぶ工事期間において限定された回数の中間検査で、すべてが確認できるというものではない。ということ、は、建築主が、建築物の構造安全性を、実感として理解するという状況は、現場実務を十分に把握している設計者や施工における専門家に、詳細に説明を受けるか、現場に立ち会うということでもない限りは、生まれない。

5. さまざまな建築基準の存在

ここまでは、建築の基準ということで主に、建築基準法における基準を中心として解説してきたが、建築構造に関しては、実はそれ以外にもさまざまな基準が存在する。法的基準と区別する意味では技術基準と呼ぶことができる (Kanda, 2011)。ここでは、それらについての実状を紹介する。安全の度合いについて、専門家の間で統一的な理解が求められることから基準が定められる。しかし、現実には基準の性格を有していて、そのような名称で呼ばれるものもさまざまである。

日本建築学会においては、分野ごとに、またその趣旨の違いから、基準、規準、指針などさまざまな名称をつけているので、それが利用者に混乱を生じないように、見解を示している (日本建築学会, 2001)。簡単に解説すると、基準は基本的な

考え方や枠組みを示したもので、規準はそれを実務において使いやすい形に整理されたもの、指針は最新の研究成果などを設計や施工に活用することが望ましいものについて統一的な考え方が整理されたものという具合になる。

それらは、一般には建築学会の出版物であるということで十分に機能を果たし、裁判などにおいては技術現状として参考とされることはあるが、法的な拘束力を伴うものではないということからすると、名称の差が社会的にどれだけの異なる意味を有するかは定かでない。日本建築学会に所属する専門家としては、せめて1級建築士を名乗る以上は、学会の基準くらいは、すべて理解しておいてほしいと思うが、現実においては、基準を作る側も、利用する建築士の側もそのように位置付けているとは言えないのが現状である。

建築構造安全に関しては、我が国は法令規制が厳格に適用されており、そこでは、建築基準法とそれを補完する建築基準法施行令および国土交通省告示がある。それらは、法的な拘束力をもつものであり、現実の建築物の安全性において、最低基準であるとされながらも、基準として安全性を工学的に定義している。さらに超高層建築や一部の免震建築に対しては地震動に対して時刻歴応答計算が法によって義務付けられている。その場合は、建築確認に先立って性能評価機関における業務方法書に従った評定がなされる。その内容は一般の建築物よりは明らかに高い安全水準を要求するものでありながら、法の形式上では最低基準としての規制であり、同等に安全とみなすものになっている。

1968年に霞が関ビルが、我が国最初の超高層建築として竣工し、その後、2000年に告示が整備されるまでは、超高層建築の構造安全基準は、当時の建築基準法においては、「同等の安全性」という表現はされていたものの、建築基準法の規制では判断できないものとして、特別に審査委員会で評価され、大臣の認定をもって、個別に安全を確認していた。結果として一般の建築よりも高い安全性を付与されているものとして当時の委員会でも認識されていたが、法改正にあたっては、最低基準としての安全性は1つであるという内閣法制局の判断により、安全の水準として区別しない扱いとなっている。

職能団体である日本建築構造技術者協会も、構造設計に関する書籍を出版しており、また、日本

免震構造協会も設計基準や維持管理基準を出版している。さらには、国際規格として、ISOにも、構造設計に関するさまざまな基準が存在する。国としては、ひとたびISO文書となったものについては、国内規制をISOに整合させる義務をもつはずであるが、現実には、罰則規定があるわけではなく、極めて拘束力の緩い国際標準としての役割を果たしているにすぎない。ヨーロッパにおいては、ユーロコードによるEU社会における統一基準が作られており、かつウィーン協定によって、ISO基準との整合性も踏まえたうえでの基準づくりであることから、少なくとも基本原則 (ISO, 1998) において同等性が図られている。その意味からもユーロコードは国際的な実用規準としての性格をもっているが、我が国ではそのような対応がとられていない。

国によっては、基準が整備されていても、実際の現場に十分反映されていないところも少なくない。特に発展途上国においては、地震被害が繰り返し起きている国であっても、耐震基準が存在するのに実務に反映されていないために、危険性が放置されているという状況は少なくない。当然、そのような場合には、規制の運用不全が建築構造の安全性を損なっているという状況を生む。その点において、我が国の確認制度における、法令規定の厳格運用は、少なくとも設計図書の段階では、達成されていると言えよう。しかしながら、基準、特に法令規定による安全性水準は、現実の安全の構成要素を、どのように定義して数値化するかによって異なってくるので、最新の科学技術的水準を反映することが求められるが、対応は遅れがちである。特に自然現象の把握においては、個々の状況の工学的判断によって、安全性が大きく変化することを理解しておく必要がある。

6. 構造安全の構成要素と専門性

構造安全に関する基準においては、安全がさまざまな要素からなっていることが記述されている。また、現代の技術水準がそれらの要素をどのように解釈しているかについて、工学的に検証してみる。いずれも、物理的特性を数値化する際に、不確実さを伴うので、その実態を考察するという意味をもつ。

(1) 材料の品質

工業材料と自然材料によって品質のばらつきには大きな差が生じる。概して工業製品は、規格の

存在によりばらつきが小さいが、自然材料はばらつきが大きく、専門家の判断が不可欠である。鉄鋼製品やセメントなどは、工場で管理されて出荷されるので、品質が安定しており、一般に日本工業規格製品が用いられる。それでも、質量や寸法においては、1%を下回る精度が確保されるが、強度や剛性などの物理的な特性においては、10%のオーダーのばらつきの存在は無視できず、一般に安全側の数値が規格値として設定されている。コンクリート部材にあっては、現場で製作されるものについては、打設時の管理状況や気温の影響を大きくうけることに注意する必要がある。コンクリート強度のばらつきは、一般的には15%程度とされるが、温度補正が必要となる場合に安全側の調合が行われたり、温度の予測が適切でなかったりすると、設計値を20%以上も上回る強度の材料が使用されることさえ、十分に予想される。

木材は自然材料であり、ばらつきが大きいことから、その性質を理解して用いることが必要である。自然材に対しては日本農林規格が、集成材などの加工木材に対しては、日本工業規格が適用される。最近では、柱や梁の構造材に、集成材として工場により管理された製品も多く用いられるようになった。

地盤は、液状化の可能性のある場合に人工的に地盤改良を行ったりすることもあるが、多くは、自然材料のままに用いられる。現状をどのように把握して、構造計算におけるモデル化を行うかということが、精度を決める。検査や試験方法は、確立しており、地盤の支持力や沈下計算によって安全性が確認される。国際規格、学会規準、日本工業規格などの整合性は概ねとられている。

(2) 解析の精度

構造物の物理的な特性を推定したうえで、さまざまな想定しうる荷重の条件下において、部材に生じる力や変形を評価し、倒壊に至らないことを計算によって確認することが構造計算である。建築基準法においては、構造計算で安全を確認することと規定しており、伝統木造工法のように、経験による技術が基礎になっている場合は、モデル化が容易にできないということから、過剰な安全性を要求することになったり、単純に建築確認が受理されないということも生じている。

構造計算の解析精度は、一般にモデル化の段階で、安全側の評価となるように設定されることか

ら、精度の安全性に与える影響といったものは、わかりにくくなっている。例えば、地震動が表層地盤により増幅されて、それが基礎を介して建築物に荷重として作用するわけであり、計算のためにそれを適切にモデル化することが必要となる。2000年の告示によって新規定として導入された「限界耐力計算」が、結果的に安全性を損ねるという問題が生じた。

従来から用いられており、現在も構造計算の方法としてもっとも一般的な許容応力度計算では、地盤は3種に分けられ、予め地盤種別に応じた荷重の大きさが決められていた。そこには、十分な精度はないが余裕が見込まれている。限界耐力計算においては、地盤を構成する地層の、質量や剛性に応じた増幅特性を計算で求める手法が示され、それぞれの地盤に応じ、より精度の高い評価を可能にした。設計者としては、いずれの方法でも適法とされたので、より精度の高い評価方法を用いて、地盤の増幅が小さめに評価されることで荷重が低減される場合のみ、限界耐力計算法を採用するということが行われた。このことは、新しい計算法の導入当初は、あまり問題視されなかったが、姉歯事件後に、構造計算書を再度検証するということにより、限界耐力計算法の導入が、結果的に従来よりも安全性の低いものを適法として世の中に出ていたことが明らかとなって、その後の限界耐力計算の利用を、厳格化というねらいのもとに、実質的に制限することとなっている。

解析法により、安全を検証するうえでも、精度が異なることが生じるのは、当然であり、そもそも、どの程度の安全性を社会として受け入れるかという視点が、枠組みとして構成されていないと、部分的に精度を上げることによって、運用に矛盾が生じる例である。

最近の構造計算には計算プログラムの使用が不可欠であるが、プログラムも高度で複雑になると、どこかにかならずバグが存在することから、市販のプログラムでも常に改良を加えつつ使用されることが多い。計算という意味では誰でも使用できるが、その結果の妥当性の判断には、専門家の知識と経験が必要である。

(3) 荷重の想定

機械類やタンクなどでは、自らの仕様が荷重を決めるという場合が多いが、建築では、地震・強風・豪雪というように自然現象が主因となる。す

で述べた地震動における地盤増幅のように、それぞれの荷重特有の係数の設定という問題は、解析精度と同様な意味で、工学的な研究成果が、さまざまに反映され、標準的な考え方は、例えば、建築学会の荷重指針に整理されている（日本建築学会，2004）。強風にあつては、風速分布の評価、風力係数の評価、豪雪にあつては、屋根上積雪形状係数や積雪の密度評価などがそれにあたる。

建築物に作用する荷重の評価にあたっては、一般に、「荷重強さ」とそれに乗じるさまざまな係数の形で整理される。ここで荷重強さとは、地震動の場合は地盤における揺れの大きさ、強風の場合は地上10mにおける10分間平均風速、豪雪の場合は、地上積雪深が用いられる。

荷重強さの想定を議論することは、荷重の発生頻度をどの程度とするかということにつきる。再現期間が、その目安を与える。再現期間500年に対応する、すなわち年超過確率が500分の1となる、地震動や強風、積雪深を想定して安全を確認する、すなわち倒壊しないことを計算で確かめることが、現行における建築基準法に基づく政令で定める水準になっていて、法文上は、それをもって「安全なもの」とみなすとしている。

すでに述べたように、積雪深においては、再現期間500年ということが明示されているが、強風にあつては、行政区分ごとに風速が与えられている一方、地震動については、従来の0.7の沖縄を除き、0.8から1.0の地域係数を採用しているため、関東地方の太平洋沿岸では、概ね500年となっているが、全国では、かなり幅のある規定になっている。

設計において、荷重強さを想定する際に、再現期間あるいは、年超過確率の値を、どの程度とするかは、まさに直接的に安全性を左右するので、建築主や利用者の性能要求をどう解釈するかに関わる問題である。法の定める規定が最低の条件であるとすれば、専門家としてどの程度が適切と考えるかを、ある程度根拠をもって説明することが責務であると考えられるが、現実には、冒頭でも述べたように、法に適合することが安全であるとの認識を持っていると、専門家との対話も容易でないことが想像できる。

もっとも、この点においても、東日本大震災の教訓として、国の想定が安全を保障するものではないということが実感として国民の理解するところとなって、設計時点において、建築主が、構造

設計者に対して直接に対話をする機会は増えている。このことは、質の高い構造安全を実現するという意味で望ましいことである。

(4) 施工の品質

施工についても、さまざまな標準や仕様が用意されており、設計で要求される品質が確保されている場合が大半であると考えられるが、工期などの時間的制約や直接に施工に携わる人間の能力や経験などに依存する場合もあり、設計どおり施工されなかったことが見逃されたり、所定の品質が確保されなかったことが見逃されたりという例は、兵庫県南部地震における被害例などを見ても、ないとは言えない。

最近では、内部告発により、施工の不備が公表されて、すでに固まったコンクリートを解体して再度打設したり、極端な場合は、構造体が完成しているものを解体するという例も見られる。施工に対する建築主の意識が向上しているという見方もできる一方で、施工監理業務がどの程度まで有効にされているかという点での警鐘でもある。

(5) 維持管理

一般に建築の構造部位については、特別な維持管理を要求しないと考えられがちであるが、現実には、特に木造や鉄骨部位においては、腐食の進展を抑えるような維持管理が不可欠である。鉄筋コンクリート造にあつては、空気に触れることで表面からコンクリートの中性化が進行し、それが鉄筋に到達すると鉄筋の腐食が始まるということで、ひび割れを生じたり、鉄筋の断面が減少すれば耐力の低下をもたらす。

木造の場合は、雨漏りの放置や白蟻による害などは、維持管理によって避けなければならない。兵庫県南部地震における多くの木造家屋の倒壊は、その多くが老朽化にあったことも指摘できる。

維持管理において、補修・修繕の是非の判断は、実状の診断も含めて、基準をあてはめるだけでは困難であり、専門家の判断を仰ぐこととなる。

7. 社会規範としての構造安全性

我が国の建築物の構造安全性は、大きな地震動に対しても倒壊することなく、世界的に眺めると一般的には高い水準に達していると言える。筆者の兵庫県南部地震の被害を基にした試算によると、建築基準法で想定している地域係数1.0の地

域における400ガルの地震動の1.5倍の600ガルに対しても、構造計算に基づく1981年以降の建物の倒壊確率は0.5%程度であった(Kanda et al., 2007)。もっとも、0.5%ということは、100万の建物があれば5,000棟ということでもあり、必ずしも十分とは言えないという見方も成り立つことに加え、個別の倒壊事例では、上で論じた安全の構成要素についての個々の検証は、質を確保するという意味で欠かせないが、そのような形での検証は十分にされているとは言えない。

法が長期にわたり運用されると、社会の常識となり、それが規範を構成する。本来は、建築によって空間を占有するというわけであるから、周辺住民も含めた関係者に利害をもたらすということに対して、どの程度の構造安全性が、その社会にとって適切であるかということがもっと議論されるべきである。

科学的知見、技術現状、利用者の心理、経済などさまざまな要因が関係するが、それらを統合して社会的な合意形成を図るというようなことは、あまりなされていない。筆者らは、柏市における学校体育館が災害時に避難所として使用されることから、住民による構造安全の要求水準を集団協議によって決められるかというワークショップを開催しているが、試みの段階である(谷口、神田, 2011)。

構造安全性をどのように捉えるかという意味において、科学、技術、心理、経済のいずれをとっても、戦後の60年間にわたり大きく変化している中で、そのような変化にかかわりなく、それに優先する形で法規定が存在している。それは最低基準と言いながら、現実においては目標水準になってしまっていることも関係している。1950年制定の建築基準法によって規定された水準を、市場経済のもとで、多くの専門家が目標水準として、なるべく安くすることすなわち経済的な設計にすることを求めて来た、という現実がある。

国民の心理としては、安くて安全であることを望むので、法が安全を規定しているのであれば、地震や強風でも壊れないことになっていると解釈する。しかし、現実には、想定している地震や強風の強さとしては最低基準である。そして国や自治体も、最低であることを強く宣伝はしていない。災害が発生すれば、壊れないように法改正を求める声に耳を傾けがちである。実際に、1960年代から今日までの地震被害を受けての、さまざまな

規制の改正が、耐震安全性を向上させていることは明らかであり、「壊れないこと」を求める期待に対して、基準法が答える形をとってきた。一方で、なるべく安くという意味では、法適合の範囲でなるべく安くということになる。このような状況にあることが、最低基準が目標基準となってきたことの意味である。

建築基準法における建築確認の制度も、経済成長と効率性といった社会の要求に応じたものであったことは指摘できよう。実質的には建築行為に対する許可でありながら、法適合性の確認のみが求められるので、専門家の判断を必要としないものとみなしている。今日、人口縮小社会において、持続可能性や、新しい生活の質を求める時代にあつては、単に国に求めるという形ではない、自らが追求するものとしての構造安全性の規範が必要とされていると言えるのではなかろうか。

1998年の国際協調と性能規定化をうたった建築基準法改正は、直ちにすべての建築士が使えるようにという配慮を働かせたために、現実には、国際協調性もないままに、むしろ詳細な仕様規定として、設計側にも、確認側にも工学的判断をなるべく排除した、裁量判断の余地のない、いわゆる羈束性による法規制の運用という形を踏襲した。それが、姉歯事件でさらに固定化してしまったのは、専門家の能力を封じ込める不幸な状況を生んでいる。このことは、同時に構造安全を確保することが建物の所有者の責務であるという理念を弱めている。

筆者らは、2003年8月から、建築基本法制定という形を議論として提起し、新しい法体系の必要性を訴えている(神田, 2013)。建築構造安全性を、単に個人の財産権の侵害を最小限にするという論理からではなく、建築といえども社会資産としての質の確保がなされるべきで、そのためには、建築主、専門家が、それぞれに責務を果たすことを確認することが必要である。

法律は、それが行政に支えられて運用されるので、どうしても保守的になり、部分的な改編が繰り返されても、今の法律が間違っているということにできないために、時代を経て、煩雑、複雑になり、整合性のとれないものになる傾向が必然である。建築基準法はまさにその典型であり、社会規範がそのような法規範のもとに形成されてしまっていることは、個々の建築の創造性や地域性さらには、文化といったものも犠牲にならざるを

得ないといった状況を招いている。

より高い安全を要求するのであれば、コストがかかるが、そのコストを、技術、心理、経済の面から十分に説明可能であれば、社会的合意として、法の定める最低基準に捉われない構造安全性が達成しうるし、そのような実績が生まれることにより、新しい社会規範が形成されていくことが考えられる。2005年に制定された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」などからは、そのような基本理念を読み取ることもできる。法制度全体が、新しい規範を形成することは容易ではないが、一部にそのような気運は認められる。

8. まとめ

安全に関する社会規範が形成されるには、基準の役割が大きい。基準は、国民の知識水準や、権利意識、経済水準や技術現状など安全に関わる多くのことがらを反映したうえで、一般の国民よりは豊かな専門的知識に基づいて作られる。医療や食品の安全との違いの大きなところは、一度完成した建築物の、構造安全性をなかなか確認できないことであり、耐震性としての水準が倒壊確率として50年に1%程度だとすると、ほとんどの建物が、安全を確認しないままに取り壊されることとなる。したがって、所定の安全性が実現しているかどうかという点において、実質は専門家が推定せざるを得ない一方で、その国における建築物の構造安全性の水準の実態は、一部のものを除けば概ね基準にそっているとは判断せざるをえない。その意味で、安全の実態に対する基準の役割は極めて大きい。

しかし、基準はあくまで目安であり、科学や工学の最新の知見に対しては、どうしても遅れがちであることに加え、言葉の表現による限界をとまなう。したがって、専門家がどの程度、設計や施工さらには維持管理に、丁寧にかかわっているかによって、安全性における質が決まることは理解されよう。一方で、基準がどの程度に現実に反映できているかは、専門家の質、国民の期待にかかっている。

我が国における実態は、建築基準法を中心として法令規制により設計図書が作成されていることから決まる安全水準に依拠している。もちろん、法以外の学協会の基準もさまざまに活用されているが、法令規制が厳格化するほどに、強制力のない基準が顧みられなくなることは、現在の専門家

の質、特に1級建築士の質、および国民の専門家に対する期待の弱さ、構造安全性そのものに対する意識の低さによると言えるのではないか。

構造安全性に関して、すべての国民が満足できる水準の中で生活できる環境を整備するためには、法規制の厳格化の方向よりは、専門家の能力をどのように発揮しやすくするかの視点が肝要である。専門家を中心に開かれた議論により基準が更新され、個々の建築の安全水準が、国民の間でも納得できる形に整備されることが必要であろう。そのためにこそ、開かれた基準の果たす役割は大きく、また、専門家としては基準の内容を適確に国民に説明できる能力が求められている。

謝辞

広田すみれ氏（東京都市大学）には、原稿の段階で詳細な議論をしていただいた。特記して感謝したい。

参考文献

- 浅野未紗子編 (2007) 特集 もう黙ってられない建築基準法改悪, 建築ジャーナル 2007年7月号, 31-51.
- ISO (1998) ISO2394 General Principles on reliability for structures, 構造物の信頼性に関する一般原則, 第3版, 日本規格協会.
- 神田 順 (2005) 特集 法律に対処するための枠組み造りに関する特別調査委員会報告, 建築雑誌, 2005年11月号, 7-36.
- 神田 順 (2007) コラム5 建築法体系の見直しを, 信頼される建築をめざして, 日本建築学会, 136-145.
- Kanda, J., Takada, T., and Choi, H. (2007) Target structural reliability in life cycle consideration, *Int. J. Assessment and Management*, 7, 846-861.
- Kanda, J. (2011) Role of Standards and Regulations for Buildings, *8th International Conference on Urban Earthquake Engineering*, Tokyo Institute of Technology, 1427-1431.
- 神田 順 (2013) 建築基本法制定運動の展開, 市民と専門家が協働する成熟社会に相応しい建築関連法制度の構築, ユニブックス, 136-148.
- 日本建築学会 (2001) 学会規準・仕様書のあり方検討委員会報告書 (答申), 日本建築学会.
- 日本建築学会 (2002) 建築物の限界状態設計指針, 日本建築学会.

日本建築学会 (2004) 建築物荷重指針, 日本建築学会.
日本建築学会 (2012) 都市・建築にかかわる社会システムの戦略検討特別調査委員会2011年度報告書, 日本建築学会.
谷口裕子, 神田 順 (2011) 構造安全性に関わる

事前集団合議制導入のためのコミュニケーションツール, JCOSAR2011論文集, 329-336.
Walker, G. (2007) Managing Highly Capitalized Mitigated Disasters, *International Forum on Engineering Decision Making 2007*, Shoal Bay, Australia.