

平成 18 年 3 月 7 日

## 建築物の耐震安全性について

福岡大学 高山峯夫

### 建築基準法令における耐震規定

建築物が安全であるとか、安全性が高いとは何で判断するのか。

建築基準法令で規定される計算法に従っていれば安全なのか。基準法令にいう安全とはどういう状態を想定しているのか。「適法」であれば、適法 = 安全と言えるのか。建築基準法における目的と構造耐力については以下のように規定されている。

#### 建築基準法第 1 条【目的】

この法律は、建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を定めて、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もって公共の福祉の増進に資することを目的とする。

#### 建築基準法第 20 条【構造耐力】

建築物は自重、積載荷重、積雪、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して、安全な構造のものとして、次に定める基準に適合するものでなければならない。

あくまで建築基準法は「最低の基準」を定めるとしているが、「基準」という名称のためか「最適」基準になっているようだ。第 20 条にある「基準」としては、建築物の規模などに応じて次に示す 4 つの方法を使い分けることができる。

#### ・許容応力度等計算

建築物に横からの力（地震力）を加えて、倒壊しないだけの強さ（保有水平耐力）を持つように計算する。変形の制限がある（階高の 1/200）。

#### ・限界耐力計算

地震動の特性や地盤の特性を考慮でき、地震の揺れで建物がどれくらい変形し、変形すると揺れ方がどう変わるかを推定した上で倒れない強度を計算する。構造体の変形能力は設計者の裁量で決定できるため、高度な判断が必要な反面、大きな変形を許容することもできる。

#### ・エネルギー法

地震で建物が受けるエネルギーと構造体の変形したり壊れたりして消費するエネルギーの釣合を計算する方法。構造体のエネルギー吸収能力を評価する際に高度な判断能力が必要。

#### ・時刻歴応答解析

地震の際に建物の各部に生じる力や変形を時々刻々に把握して、計算していく方法。主として、超高層建築の設計で用いられる。

許容応力度等計算(保有水平耐力)は1981年の建築基準法改正の時に導入された方法であり、限界耐力計算は1998年の改正で、エネルギー法は2005年に導入された。どの手法で計算するかは設計者の判断となる。同じ建築物をこれらの方法で計算した場合、出来上がる建築物の耐震性は同じであろうか、異なるとするとどれくらい違うのだろうか。この点に関して、国・行政の説明責任は不十分である。

このように計算法が法律で規定されていれば、設計者はこれに従えば良いと思うようになる。何も考えずに法令に従うことが効率的で生産性もあがる。設計しようとしている建築物の耐震性はどれくらいが良いか、どういった構法・技術を使うのが良いかなどといったことを考えさせないようになる。結局、法令が整備されればされるほど、それは強力な免罪符として機能する(現にしている)。政府や行政は、強力な免罪符をつくっておいて、何か問題があると、当事者間の問題であると言うのは矛盾している。この際、法令で細かい計算法を規定することなどは止め、政府・行政は責任を取らないということを宣言してはどうか。社会や国民(専門家も含め)を国家から自立させることが必要になっている。

## 建築物の耐震安全性

構造計算手法が同じであったとしても建築物の耐震性は設計者の判断でかわる。計算では建築物の構造耐力上重要な部材を対象とする。すなわち柱や梁、耐震壁などである。壁の扱いなどは非常に重要で、地震力に抵抗するのか、抵抗させないのかを判断することになる。設計上、この耐震壁は無視しようなどをいうこともある。柱は建築物を支える重要な構造体であるが、その柱にかかる力は、構造体の重さ、仕上げや設備機器などの重さ、家具や床に載せる荷物の重さなどで変化する。その部屋の使い方などに応じて、柱が支えないといけない重さをできるだけ正確に予測しようとするが、ある程度のばらつきは存在する。コンクリートの強度はどうだろうか。設計で指定された材料をきちんと施工しないと所定の強度は発揮されない。

大地震時には構造体は塑性化することを許容する。塑性化とはひび割れが生じたり、鉄筋が降伏したりして、完全に元の状態には戻ることができない。ある部材が塑性化すれば抵抗力が弱まるため、他の部材でその分を負担する必要がある。塑性化する部材がどんどん増えていって、最終的に構造体が抵抗力を喪失した段階が崩壊となる。建築の骨組がみんな協力して地震力に抵抗できれば、粘り強い構造体となるし、協力的でなければ特定の階に損傷が集中するようなことも起きる。構造体の崩壊状態を求めるのは高度な判断能力が不可欠である。現実的にはコンピュータプログラムの力を借りることになるのだが、プログラムの仮定やモデル化、計算理論などに対する知識が不可欠である。

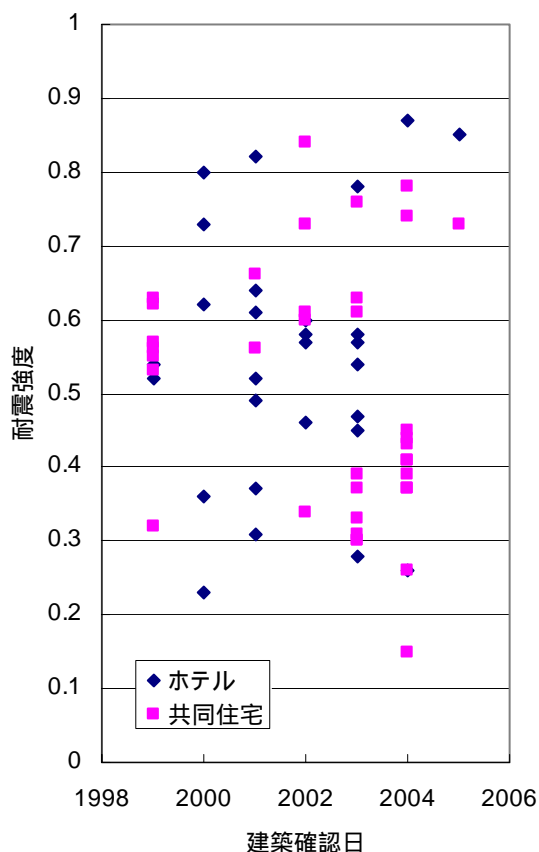
構造体を弾性にとどめようとするれば、耐震壁をたくさん配置したり、より強度の高い材料を使うことなどが必要となる。そうすると使い勝手は悪くなるし、意匠(デザイン)も犠牲にしないといけないかもしれない。大地震というのは滅多に遭遇するものではないから、万が一大地震に

遭遇したら被害が出てもおきらめようということにしている。もちろんどの程度の地震に対して、どの程度の被害を想定するのか、という判断が求められる。本来、施主と設計者はこういったことを考えて建築物の耐震性を決定すべきであるが、建築基準法に従うことが楽であるために、特殊な建築物を除いてこういう相談は稀ではないか。

地震の揺れというのも非常に複雑で、地盤の特性の影響も受ける。地震動や地盤の特性と建築物の特性の相関関係によって建築物の揺れ方も大きく影響されることになる。構造計算手法では地震動の強さや特性は法律で決めてあるため、あれこれ悩むことをしない人もいるかもしれない（いちいちそんなことを考えていたのでは計算を効率的に処理できないと言われそうだが）、法律に規定された通りに地震動はこないということは肝に命じておく必要がある。

構造計算を行うのに手計算では大変なので、コンピュータプログラムを使うことになる。プログラムが正しいかどうかを（財）日本建築センターで評価し、問題がなければ認定される。この時にどういう評価をしているのかはよくわからない。現在、認定プログラムとしては106あり、大手建設業、大手設計事務所、ハウスメーカー、ソフトメーカーなどが申請者として名を連ねている。認定プログラムは一貫構造計算プログラムとも言われており、建築物のデータを入力すれば、建築基準法で規定されている手法に従って計算し結果をだしてくれる（使ったことがないのであくまで想像だが）。まことに便利であるが、プログラムの中で何をしているのかを分かって使うべきであり、単にソフトの使い方だけに習熟したのでは、結果を正しく判断できないはずだ。

計算と設計は違う。



左の図は姉齒元建築士が構造計算した物件の耐震強度を年代ごとにプロットしたものである。データは日経アーキテクチャ(2006.1.23号)に基づいている。耐震強度が1.0以上のものは除外している。この図からホテルとか共同住宅(マンション)とかにかかわらず耐震強度は大きくばらついていることがわかる。建物ごとに偽造の方法を考えて異なる方法をとったとは考えにくい。同じ偽造手法をとったにもかかわらず、これだけのばらつきが存在するのはなぜであろうか。平均的に耐震強度は0.5程度であり、これを中心にばらついているようにも見える。このばらつきは保有水平耐力を算出するときのばらつきなのであろうか。

結局、建築物の耐震性や安全性はよく分からないということになる。もちろん、できるだけ耐震性を分かるようにする努力が必要だ。耐震

性の判断には高度な専門的な知識と経験が不可欠である。専門家が建築物の耐震性を判断し、その過程や結果を分かりやすく国民に公開することが求められる。

## 耐震性の見える化

一般の国民は安全と言われた時に何をイメージするか。大地震が発生しても建築物にはひび割れくらいは発生するかもしれないが、住めなくなるとか、大規模な補修が必要になるなどは想像していない。しかし、実際には大地震ではなくても住めなくなるような被害が発生する可能性はある。2005年福岡県西方沖地震の際、新しい建築物（マンション）で大きな被害が発生し、住民は避難を余儀なくされた。

耐震構造では本当の安全性を確保することが難しい。安全ということ、大地震が発生しても構造体の損傷もなく、仕上げ材や設備機器の損傷もないという状態と定義すれば、免震構造を採用するしかない。現在の耐震構造は「不安全」と呼んではどうか。建築物は崩壊に至らないものの、安全性に不安があるという意味で。

建築物の耐震性はよく分からないということ的前提にして考えることが重要である。分からないからこそ、分かって努力をし、そのことを住民や国民に説明をする。住民は適法か否かだけにこだわるのではなく、住んでいる建築物の耐震安全性の程度を把握することが求められる。

震度5強で倒壊といったセンセーショナルな報道や耐震強度が1.0よりも小さいと大騒ぎする報道や行政の対応もまずいが、マスコミの報道に踊らされない慎重な姿勢が求められる。そもそも震度5で倒壊といった説明の根拠は何も明らかになっていない。

耐震強度が低いと判定された建築物をどうして早く取り壊そうとしているのか。耐震性の判定は保有水平耐力で検討されているが、その他の高度な計算手法が基準法令で規定されているにも係わらず。違反建築が日本に存在することはあってはならないといった雰囲気である。もし取り壊すにしても国が買い取って、実験で耐震性を確認してはどうか。そうすることが構造計算手法の信頼性を向上させ、学術の発展にも寄与できる。また、建て替えではなく耐震補強や免震改修により耐震性を向上させることは十分可能なのではないか。居住者や持ち主に対して、使用中止命令や取り壊しをする前にやるべき事があるはずだ。

逆に耐震強度が1.0より小さくても耐震性ありと判断された建物もある。限界耐力計算で再計算をすると耐震性ありとなった（細野透は自著「耐震偽装」の中で合法姉齒物件と呼んでいる）。建築基準法で最低限とうたっているものがダブルスタンダードであったことになる。高度な構造計算手法も使い方によっては経済性を追求する道具にされてしまう。使う人（設計者や技術者）の資格を厳しくすれば良いではないかということになるが、資格制度にたよるだけでは解決しない。やり方としては、完全に国の統制に委ねるか、プロの自治に委ねるかである。国（官僚）の統制に完全に任せるとすれば、何か問題があっても国が補償することになるが、建築の自由はなくなる（憲法29条の財産権とのかねあいもでてくるが）。プロの自治に任せると今回のような問

題が生じるのが危惧されるかもしれない。しかし、今のままでは免罪符に頼る設計者ばかりにならないか、高度な技術をもった設計者が自己の責任と権限において建築を設計し施工することが望ましい。そのためには、専門家集団は国民が納得できる自治の体制を構築し、国民に説明をすることが求められているのではないか。

## 今後の課題

緊急を要するのは、構造計算書偽造と判断され使用中止や退去命令が出された建築物の住民やオーナーへの対応であろう。本当に取り壊して建て替えるしか方法がないのか、耐震や免震による改修はできないのか、違法性だけでなく真の耐震性を評価することを速やかに実施すべきである。

また構造計算書の偽装が明らかになり、この問題は泥沼化してきている。このままでは日本全国の建築物を調べるという事態に発展しそうである。強度 1.0 あるいは 0.5 という数値だけが一人歩きしている。政府・行政は違法性だけを問うのではなく、建築物の耐震性というものがどのように判断されているのか、正しい情報を国民に知らせるべきである。

建築主の責任も重要である。建築は社会的な財産であり、こういった性能を持たせるのかは建築主の意向が強く反映される。加えて、居住者・購入者（国民）も建築物の耐震安全性を意識するとともに、監視の目を光らせる努力が求められる。

最終的な目標としては、プロがプロとして認知され、自分の責任と権限で活動できる成熟した社会を目指すべきである。建築の「価格」だけでなく「価値」を問う社会（国民）に移行すべきである。