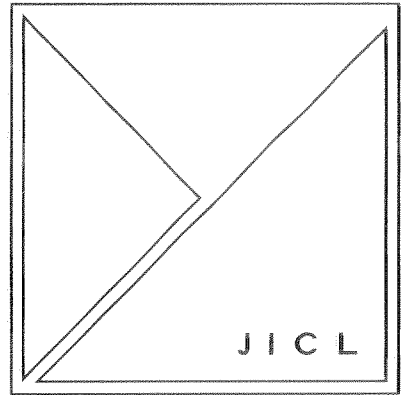


No.26, Winter, 2007

日本マンション学会



Japan Institute for Condominium Living

日本マンション学会誌

マンション学

JOURNAL OF CONDOMINIUM LIVING

第26号

特集

マンションの多様なリスクを考える

——リスクをいかに管理するか——

構造設計の落とし穴

辻 英一*

1 はじめに

筆者は、1967年に組織建築設計事務所構造部門に入社し、構造設計、構造監理、電算プログラム開発などの業務に約40年間従事してきた。本稿はその経験から見聞し、感じたことをテーマに関連してキーワードごとにまとめたものである。

2 構造設計者

構造設計者の所属はさまざまである。大型の組織建築設計事務所、ゼネコン設計部門、構造専門事務所などがある。

設計施工一貫のように営業部門に隸属するようなどころでは、構造設計者は自らの識見や設計思想を業務で実現することは難しい。法規制が設計目標であり、法律で定める限度ぎりぎりの、全くゆとりのない建物が、「経済設計」として横行している。自主監理といっても、同じ会社内で施工経費が増加し利潤を減らすような厳しさは望めない。丸投げされた構造事務所の作業者は、責任意識など全くなく、計算作図オタク、パソコンオタクで建築現場も経験していないのが実情である。

構造専門事務所も多くは下請けであり、確認業務に必要な事務的作業のみを行っている。実際の作業は無資格者が行っており、年収300万円くらいが実情である。設計図書と実際に建つ構造体との照合、つくり方のチェックを構造監理という。構造監理は竣工してしまうと建築主には全く見えないこともあって構造監理分の報酬も支払われず、ほとんど行われていない。

3 設計基準

法令告示、社団法人日本建築学会規準、仕様書のほかに行政庁の指導をまとめたルールブックなどがある。これらは重複や食い違いも多い。過日、どのくらいあるかを示すために積み上げてみたのが、下の写真である。彼女の身長は162cmである。



* 榎安井建築設計事務所常任顧問・工博

これだけをすべて読んで理解している者はいないだろう。構造設計者はもちろん確認申請担当者、認定・評定の大学教員など、建前としては関係者のすべてが知っていることになっている。

これらの文書は、国土交通省の下請法人や学会の各委員会などが何の脈絡もなくせっせと出版して、改訂を繰り返している。少しの改訂でも講習会が行われ、高額な講習料とテキスト代が各法人の収入源になっている。もっとも、後で述べるコンピュータの多用から必ずしも全部を読みこなさなくとも確認申請に必要な設計図書は作成できる。

法規制として厄介なのは、2000年の性能規定化によって透明性を増すという触れ込みで建築基準法が改正され、その条件で「……構造計算によって、その構造が安全であることを確かめなければならない」という条文が「……前号で定めるもののほか、政令で定める基準に従った構造計算によって確かめられる安全性を有すること」というものになり、以後続々と、構造計算に関する詳細な告示が出てきている。

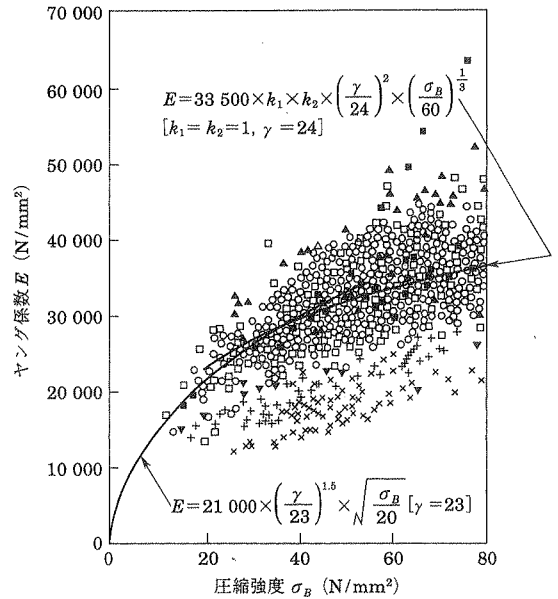
以上をきちんとフォローすることは、人間としての頭脳のキャパシティを超えている。

4 法規制と構造現象

建物は、竣工してから長期間使われて取り壊されるまでに、自重、什器備品の荷重、温度荷重、風荷重、地震荷重などさまざまな荷重を受ける。これを机上の計算やルール（理論）で予測し、安全性、耐久性、使用性を損なわないように事前に配慮して梁や柱、床、壁の寸法や配筋を決めるのが構造設計ということになる。その予測方法として構造計算がある。

法律で定める普通の建物を対象とした計算、超高層で行われるようないくらか詳しい計算、研究レベルで行われる局所的で詳細な解析などがあるが、いずれによっても実際の建物の挙動をピタリと予測することはできない。特に大きい地震は、頻度も少なく震害データも少ない。倍半分の世界である。耐震が研究され始めてから1世紀にもなるだろうが、今日もまだ解明にはほど遠い。

材料としてのコンクリート、部材としての鉄筋コンクリートはひび割れる現象が付きまとい、計



〈図1〉 コンクリートの圧縮強度とヤング係数の関係（日本建築学会・鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説より）

算や解析に乗りにくい性質がある。その計算の根拠となっているコンクリートの強さをヤング係数（Eという記号で示される）といい、おおむね200 tf/cm²くらいであるが、社団法人日本建築学会標準では〈図1〉のように極めてばらつく値を統計処理して図中の太い実線で示す曲線のような複雑な式をもって精算式と扱っている。

このような仮定を積み上げた、複雑な計算の結果から、たとえば地震時の応力はこの数値で、変形はこの数値とっているのである。多くの人々は、荷重も応力・変形などの計算結果も誰がやっても唯一無二の正解と称する数値が出て、許容値と比較して安全が保証できる、と考えている。

マンションなどは鉄筋コンクリート造が多いが、その計算の大前提になっているヤング係数1つをとっても、現象のばらつきからして、その程度がわかっていただけではないか。

加倉井正昭氏は、1999年の社団法人日本建築学会大会のシンポジウムで、構造材料のばらつきとして土の変動係数は40%、コンクリートは10%、鉄は5%に達すると述べられている。実際の構造物全体としては、特に地震荷重のばらつきや施工精度などが複合し、相当大きなばらつきになる。

いかに研究が進んでも、決定論的に現象をピタリと予測することはできない。国民、国会議員、裁判官、弁護士、官僚など関係する人たちがすべて、構造計算とはどの程度のことか、ということについて認識を変える必要がある。

5 コンクリート

マンションのほとんどはコンクリート造である。コンクリートの品質は美観性のほか、耐震性と耐久性を決定づけるものであるが、購入者はすぐには見えないこともあって、全く関心がないようである。

コンクリートは碎石、砂、セメント、水からつく。特によい品質のコンクリートには、水をセメントの硬化に必要な量以上多くしないことが理想である。すなわち、高品質のコンクリートは、できる限り水量の少ないコンクリートを、丁寧に打設し、十分な湿潤状態で長期間養生することである。

具体的には、水量は現在1㎡あたり185kgが許容されているが、多すぎる。これを160kg台にまで落としたい。言い換えるとスランプ（コンクリートの柔らかさを示す）12cm程度のコンクリートにすることである。しかし、現在の施工屋の常識では、硬すぎて施工が難しいとされる。硬いコンクリートはホースが詰まりやすく、過密配筋では型枠の隅々まで回りにくい（過密配筋を避けるには断面が大きくなる、空間が狭くなる）、人工手間が増える、養生期間が長くなる、コンクリート工事についての技術が必要になるなど、施工会社の利潤を減らすことばかりである。しかも、購入者は品質に全く関心がない。そういうわけで、日本のコンクリート建物はひび割れが多く、建築としての耐久年限もヨーロッパの半分足らずの短い結果となっている。

筆者は構造家の井上博氏、株式会社コンクリートサービスの岩瀬文夫氏の教えもあり、数例ではあるが「岩瀬コンクリート」を試みている。構造設計者が特記仕様書にスランプや水量を記入するだけでは実現しない。実際には、上記の施工側からの抵抗がものすごく大きく、建築主の理解を得ることも大変である。構造設計者の良質のストッ

クをつくろう、という情熱だけが頼りである。環境問題に絡んでも、現在のような建築のスクラップ・アンド・ビルドは続かないし、購入者にとっての不動産価値評価のうえでもいずれ顕在化してくる。

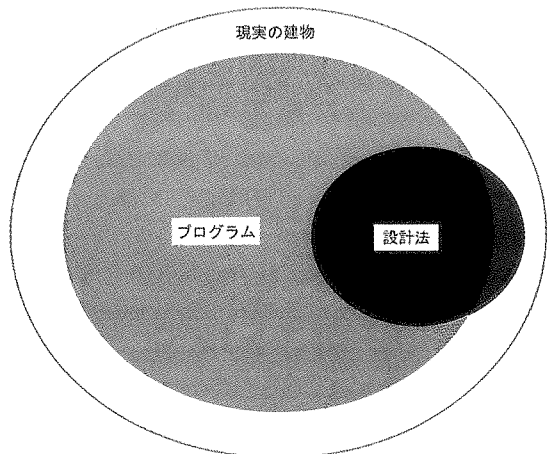
研究者は、仲間内のデリケートな理論や実験だけではなく、会議室から出て、現場やコストや建築生産のしくみを含めた広汎な改革戦略を実践することが必要であろう。ゼネコン研究所所員が仕様づくりの担い手委員になっているが、そもそもそういう組織にとっては施工利潤を減らすような活動は困るのだ。

マンションの販売価格に占める躯体費の比率は、さまざまな条件にもよるが6分の1くらいであろうか。販売にあたって、新聞の一面広告をするには数千万円が投入されている。有力数紙に一斉広告すると1回分でも億を下らない。それらはすべて購入者が払っているのだ。その何分の1でもよいから、よいコンクリートのために使ってほしいものだ。

まずは、購入者がスランプ値や単位水量を聞くくらいにコンクリートの品質に関心をもつべきだろう。

6 適用範囲

どんな設計法にも、多くの仮定が前提となっている。現在の法律の定める普通の建物の設計検証



適用範囲 (ex. せん断型・剛床・完全弾塑性 ……)

〈図2〉 現実の建物と構造計算プログラムの関係

法は、許容応力計算等（以下、「新耐震」という）、限界耐力計算、エネルギー法の3つである。いずれも直交する柱・梁・床・壁から構成されるジャングルジムのような形状、剛床、層特性は剪断型、単一構造種（梁がSで柱がSRCなどは適用外）の建物が前提とされ計算されている。これら多くの仮定・前提から逸脱する建物については全く言及されていない。しかし、日本の主権の及ぶすべての建物にこの規定が適用される。なお、エネルギー法は法制化されて間もないこともあり、現在のところほとんど実用されていない。

一方、ほぼすべての構造計算が電算プログラムで行われている。電算プログラムの使用者である構造設計者は、上記の仮定どおりであると自由に設計できないので、プログラム開発者に適用範囲の拡大を要求し続ける。その関係を概念図で〈図2〉に示す。重複している最も狭い範囲が合理的な領域である。程度の問題であるが、これ以外の領域では想定外の現象が生じてもおかしくない無理がある。

7 電算プログラム

電算プログラムは、財団法人日本建築センターで評定が行われ、大臣認定されたものがほとんどである。大臣認定は形式手続にすぎないが、問題は建築センター評定で、ここでは驚くべきことにプログラム本体の内容については何のチェックも行われていない。

昨年、筆者らは標準建物をいくつか設定し、数十社のプログラムでテストをしてもらった。お互いの結果を照合することでプログラミングのミス（以下、「バグ」という）を見つけることができた。それと、入力時の選択肢の違いにより、プログラムは間違っていないとも計算結果に2～3割の違いが生じることもわかった。

特に、不特定多数の設計者に販売されている電算プログラム（パブリックユースプログラム）は、顧客である全国の構造設計者からの要望もあり、巨大で複雑なものになっている。このように、巨大なプログラムではバグは避けられない。評定・大臣認定時から多くのバグがある。さらに告示や基準の増加、改定に対応するたびに新たなバグが

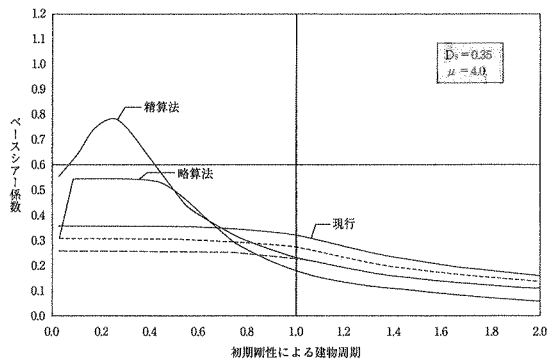
発生する。モグラたたきのようにバグは不滅である。

当初はこのようなバグは隠蔽されていたが、最近ではどのパソコンメーカーもインターネットなどで公表するようになった。毎日、バグが発生しているといつてよいくらいだ。ということは、バグが解消される以前の建物はそれら多くのバグのある構造計算に基づいて判断され、設計・建設され、そして使用されているということではないか。設計者の良心からいえば、判明しているバグだけでもぜひ遡及チェックをすべきであろう。そういう点で、すべての構造計算は大なり小なりミスがあるといつても過言ではない。この事実については、マスコミも国土交通省も沈黙している。この事態を救うのは、熟達した構造設計者の工学的判断しかない。

8 法規制

先にも述べたように、常用されている法律による設計検証法は現在のところ新耐震、限界耐力計算の2つである。2006年3月7日付け朝日新聞朝刊（「耐震強度計算で差、「不足」、一転「安全」に」）でも報道されたように、この2つの検証法で物差しが違っている。四捨五入した比較を、日本建築士事務所協会構造設計Q&A集から〈図3〉に示す。

大雑把に言えば、限界耐力計算による10階前後以上の建物では新耐震の半分以下の耐力で適法ということになる。



〔精算法：平12建告第1457号第7第一号によるGsを用いた値
略算法：平12建告第1457号第7第二号によるGsを用いた値
現行：昭55建告第1793号によるRt地震力〕

〈図3〉 大地震時の必要耐力の比較（日本建築士事務所協会連合会・構造設計Q&A集より）

姉齒秀次元建築士が改竄した構造計算による耐震強度0.5以下のマンションでも、限界耐力計算では適法となる場合がある。この点で、現行の限界耐力計算規定そのものを修正しようとする動きもある。もし、こうなれば、限界耐力計算の不備を国が認めたことになる。以前の限界耐力計算で検証した建物の中には、新たな「既存不適格」を生む場合が出てくる。この場合の補強費用は誰が負担するのか。

マンションの購入にあたっては、検証法と、いわゆる耐震強度値（保有水平耐力値／必要保有水平耐力値）くらいは消費者が確認すべきであろう。

さらに複雑なのは、〈図3〉からも読み取れるように、周期値の小さい低層建物は新耐震のチェックでパスしても限界耐力計算で検証すると不可となりうることである。この問題は、姉齒事件とは直接関係ないが派生的に指摘された別の法規制の問題点である。

筆者の所属する事務所ではこのことを予期して、限界耐力計算による検証を使用禁止にしてきた。

9 おわりに

今回の建築界を揺るがす事件の発端は、昨年11月に報道された姉齒元建築士の構造計算書改竄とそれを見過ごした（見ようとしなかった？）主事、確認審査機構の関係者から始まっている。構造の事件から始まって、各団体の思惑が入り乱れ建築基準法、建築士法など50年来の改革と混乱が予想される。

姉齒元建築士の裁判での証言や計算書を見ると、彼は新耐震設計法が理解できていなかったようである。もちろん、確認側の主事をはじめ関係者も構造計算書を見ようとしなかったか、姉齒氏同様新耐震が理解できていなかったようである。

3つの検証法のうち、最もわかりやすいとされる新耐震ですら関係者がすべて理解していなかった事実を極めて重く受け止める必要がある。筆者は、新耐震をきちんと適用限界まで理解しているのは多くて5000人くらいかと思っている。新耐震施行当時は手計算が前提で、自分の頭で理解しなければ設計できなかった。それで、当時は壁量を増加させて手計算では難しい保有水平耐力計算を

回避するケースが圧倒的に多かった。しかし、コンピュータの普及により理解しないまま、使用者が増えた。

限界耐力計算については、構造界を代表する大越俊男氏、北村春幸氏、細野透氏が日経アーキテクチュア2006年4月10日号で、限界耐力計算を理解できているのは全国で100～200人くらい、と述べている。たかだか200人くらいしか理解できないほどに難解複雑な検証法を法制化するのとは極めて危険ではないか。

筆者の勤務する事務所は、阪神・淡路大震災の強震域に400棟の作品があったが倒壊したものはなかった。大半が新耐震以前の設計である。幸運もあったかもしれないが、きちんと構造計画をし、十分に理解できる構造計算をして余裕をもった断面・配筋で、第三者として厳しく監理すれば震度法でも倒壊はしない、という実感をもっている。新耐震前後で明暗を分けたのは設計検証法の違いだけではあるまい。筆者の経験から新耐震以前の時代の施工現場は酷く危険な場所で現場員のレベルもモラルも低かった。施工レベルが新耐震頃からTQC運動など急速に改善されて、明暗を分けたという見方もできるのではないか。

筆者は、法規制で構造計算の詳細まで決めるとは無理があると考えている。設計責任を構造設計者に委ねて、その代わり設計者の裁量に委ねるという体系が理想である。そのような体系の確立には保険制度との関係など、広汎な各界の議論が必要である。

最新の研究成果を、直ちに法規制にとり入れるとかコンピュータを駆使する、というのは素人にはわかりやすい。しかし、実際の建物が関係者の誰からも理解されずにブラックボックスで設計されるほうがはるかに危険である。建築は他分野の工業製品とはさまざまな点で事情が異なる。一部の研究者や官僚の自己満足のために、設計検証法をコンピュータでしか実行できない複雑難解なシロモノにしてしまったのが最大の問題であると考えている。各地の一流大学からの新卒構造部員をみても、新耐震すらきちんと教育されていないのがわかる。大学教員も教育できていないのではないだろうか。

設計者、主事、大学教員が、設計法の全貌を理解できないことこそ、極めて危険であると考えます。現実的な措置は、難解な検証法を直ちに法規制から撤廃し、今までの震害教訓を盛り込んだ震度法、

許容応力度計算体系に回帰することである。

誰にでもわかりやすい、明快・骨太で簡略であり、手計算で可能な検証法に戻すことが、喫緊かつ根本的な解決策であると考えます。