

地震への備え

講師：矢野克巳氏



“総合的な耐震性”を考える意義と設計者の役割

私は建築の構造設計の技術者です。最近OBのようなものですが、私どもがJASOの前身に当たるJARACを立ち上げたのは阪神大震災後のことで、その経緯を手短かに言いますと、実は大変ショックを受ける経験をしました。当時社内で起きたトラブルなのですが、私どもで設計させて頂いたある工場がやはり被災しまして、もちろん担当者がすぐ駆けつけてチェックし、会社にレポートしたわけです。そのレポートが、建物被害は軽微であるという内容で、事実その通りだったのですが、それを会社の役員がお見舞いがてらお客さんのところに行って、軽微で良かったですねと挨拶したら、何を言っとるかという事になったそうです。工場に据えられている機械類が転倒または転落したりして操業不能に陥っている状態で、建物が健全であろうがどうであろうが操業を続けられるかどうかが大問題なわけです。ところが建築設計者というのは、建物だけを見て内部の機械はあなた任せという、誠にセクショナリズムなレポートを提出したのですから、お客さんから見れば、何を言っているのかといわれるのも当然なわけです。更にそれに輪をかけるように、その工場ばかりでなく、建物の構造体が大して被害を受けていないから良かったと言っている構造設計者が社内にゴロゴロいるわけです。これはもう皆んなばらばらではないか、このままではまずいということで総合的な耐震性を考えようという会を開いたのが動機です。

今日は主催者から、偽装問題についても言及せよと注文を受けましたので、少しお話し致しますが、1950年に建築基準法が制定されてから56年経っています。建築基準法では建物を造るに当たって三つの立場の人が役割を分担することが明記されています。一つは設計者で一級建築士や二級建築士、木造建築士といった建築士がいます。そして建築確認を行う建築主事という立場、三つ目が建物に対する性能を表示、要求する立場の建て

主です。このそれぞれが制定当時のイメージと大幅に変わってしまっています。建築設計者は、建築設計、構造設計、設備設計、設備も電気、機械、更に造園、インテリアという具合にどんどん専門分化が進んで先程申し上げたように、実はお互いばらばらに近くなってしまっている。建築確認も同様に、設計者が専門分化しているのに対してチェックする側の人一人ではチェックしきれぬわけがなく、もしできるという人がいても例外的なスーパーマンであって一般論としてはまずくない、もはや責任をもてる体制が崩壊しかけているようです。そして建て主さんも、竣工検査を受け終わるまで建て主の役割を果たしているに過ぎず、大半は所有権がほかの人に渡るといように、世の中の状況に対して三つの役割が全く変わっています。更に基準法では建物の維持管理は所有者または居住者が適切に行わなくてはいけないと決めているわけで、この点は中々手回しよく、建て主と居住者は別人の可能性があると読み込み済みになっている。要するに時代に適応できなかった部分が、例えば、偽装問題という形で表面化してしまったということです。

経済性と安全性は両立するか

—安い物には理由がある

大雑把な見方ですが、建築基準法は1971年に大改正をし、更に81年にも大改正をして新耐震に移行しています。また、98年にも神戸の地震を受けて改正していますが、これは、例えば、ピロティ型のマンションなどで非常に被害が多かったのでピロティ型の設計基準を変えたわけです。その結果1981年以降のマンションでもピロティ型のマンションは構造的に現在の法定値を1とすれば既に既存不適格に該当し、建物にもよりますが厳しく見れば、なべて×0.8くらい、ひいき目で×0.9近辺が多いかなといったところです。ところが奇妙なことに、今回国交省は、1981年を一つの切れ目として色々仰っている。私ども構造設計に

携わる者から見ても妥当とは思いますが、これは1割や2割のプラスマイナスで細かいことを言っても、地震というのはそんなに型にはめられるものではありませんよと、言っているような気がします。

経済性と安全性は両立するかという問題があります。建て主が金儲けの商売で売り終えればおしまいというような場合は、当前、善意の建て主かどうかとなるとかなり問題があるわけですから、経済性と安全性は必ずしも一致するわけではない。良心的かどうか、経済性と安全性のどちらにウェイトを置く売り主さんかを買い手の方が見定めることが必要で、それはお客さんのいわば能力の問題であり常識の問題ではないかなどとTVで言ったら、多分袋叩きに合うと思いますが(笑)。でも真面目に一所懸命やっている私どもからすれば、建築界だけが社会の常識で聖域のように扱われているのではないかと言いたくもなるわけです。そこで購入者としてぜひ考えて頂きたいのは、例えば、2000万、3000万の買い物をする場合に、本当に信用が置けるいいものが欲しければ相場の1割や2割高は当たり前だということ、輸入野菜が安いのも農薬漬けの大量生産という理由があるからで、そういう常識は社会人として誰もが持っているわけです。ただ建築の場合は野菜のようにしょっちゅう買うものではないし、買い手さんは素人ですから、ちょっと突っぱねた言い方になりますが、せめて1割くらいの200万~300万円をコンサルタント費に充てて安全なものを買うか、もしくはリスクをとるかのどちらかではないかと。もちろん偽装するなど全くけしからんことで、本当に腹が立って仕方がないのですが、ごく一部ではありませんがそういう人がいることも事実だとは思いますが。

法令の基準は「住めるか否か」ではなく「倒壊」

さて、本題に入らせて頂きますが、まずJASOの考え方を申し上げさせて頂きます。建物または地震性能を評価するときどのような立場で考えるか。建て主の立場か、使い手の立場か。端的に言って、建て主であれば、まず工事費、あるいは地震による財産の目減り、即ち被害総額が問題になります。一方、住む人であれば、住めるかどうか、住めない状態がどのくらい続くかが重要であって資産の被害額はそれほどでもないし、賃貸で借りている人ならどうでもいいと言ってもいいくらいで、判断の答は全く異なります。先程の工場の例でも申し上げたように、当会ではやはり建て主さんではなく、使い手の立場で建物をもう一度

考えてみようというのがテーマです。

ご承知の通り、地震というのは地方の小都市では家屋の倒壊や傾斜面の崩壊といった被害がありますが、火災は殆んどありません。また、太平洋などに面した沿岸の建物ならばまず津波を心配しなくてはならない。いくら耐震的に既存適格であっても津波に対しては別の対策が必要です。阪神の地震で、神戸から芦屋に向かって4つほどの市を帯状につないだ範囲が震度7の地区で、その地区で実は火災が起こり、かつ、建物が倒壊するというパターンの被害があったのですが、火災の起こり方としては地方の一中都市のパターンに過ぎません。それが東京のような巨大都市になると地震による被害は、実は、火災が中心で、倒壊は大したことはない。また、火災の原因も倒壊して火災が起こるといった関東大震災的なイメージは、今の住宅にはもうありません。調理は電子レンジが普及して、家庭ではガス台で1日コトコト煮込むなどという料理は殆んどしていないわけです。したがって、現在の火災は家具が倒壊したり転倒して起こる電気系の火災であって、建物の倒壊場所と出火場所とは一致しないのです。新聞やTVでも言われているように既存適格の建物ならば耐力1なのですが、これは建物が大破、かつ、倒壊するのは震度6強以上だとして、現在の基準法は、その辺のレベルを求めているわけです。これを言い出した張本人は実は私でして、いまや国交省がそれを裏打ちしてくれたようで誠に光栄なのですが、6強に耐えるのであれば当然既存適格として基準法に合格します。ただしそれは倒壊しないということで、地震の後、危険な建物に対しては立入り禁止の赤紙が張られますが、赤紙が張られるレベルは倒壊よりもずっと手前です。ということは6強の地震が来ても倒れないということで、住めることとイコールではありません。その点を読み違えないようにして頂きたいのです。もう一つ付け加えておきますと、建物の電気機器、給排水等の設備など全てにいえることですが、それらが損傷するという言葉と、その機械が間違いなく動くということとは全く別です。動くことを建築の世界では機能保持と称しますが、機能保持と損傷は別の次元の話です。損傷レベルという表現をしますが、端的に言えば、震度5で損傷が起こる可能性があれば、良心的なメーカーさんは耐震機能として震度4で止めるようにするわけです。その実施例がエレベーターであり、屋上に置く高置水槽で、耐震型と称するものは大体震度4で止めています。ですから震度4で故障が起こるのではなく、5で故障が起こる可能

性があるので4で止めようという、これがレベルであり、万一に対する身構えです。繰返しになりますが、震度6強に対して倒壊または崩壊しないということを、少なくともインフラやライフラインが復旧したら住めるというように誤解しないで頂きたい、これは構造設計者としての本音です。

地盤による加速度の開きは都区内で約3倍

では、想定すべきはどの程度の地震かと言うと、例えば東京の場合、区部直下型地震で想定される震度6弱の範囲は区部の59%で、これが平均地盤の2種地盤といわれています。そして震度5強の部分が1種地盤、6強の部分が3種地盤です。そこで2種地盤で考えると、震度6強の再来確率に対して、震度6弱が起こる確率は3倍、5強では9倍でおおよそ10倍という桁変わる再来確率です。実は地盤によって、震度5強と震度6強の地盤とでは加速度の平均値でおおよそ3倍の開きがあります。ですから震度6強といってもピンとキリでは大体1.5倍の幅をひとまとめにしているのです、耐震というのもその程度の大まかさだということをお許し頂きたいと思います。そして何よりも理解して頂きたいのは、法律はともかく、ご自身で自分の建物の被害、今申し上げた倒壊、損傷、機能保持といったことを考えるときには、ぜひとも自分の建物の立っている地盤が1種か2種あるいは3種かを確認して頂きたい。地表数百メートルというその土地の特性で増幅率が3倍も違うのですから、同じ地震入力で

も大違いなのです。法律は東京都を一律に見ています。かつ、耐震性能というのは倒壊を防げればよしということです。日本全国を見渡せば首都圏などは2割程度ですからそれで正解かもしれませんが、東京は特例中の特例の場所ということで、倒壊だけを防いでも火災が主被害ですから何にもならないわけです。更に同じ東京都区内でも、揺れの程度には相当の差があることを示しているのが図1です。色々なところで使われていますが、区部直下地震を想定したデータで、左下の白い地図に四角で示している範囲の基盤層の直下に同じ入力を入れているものです。都区内の基盤層に均等に入力を与えると、地表では3種類の地盤によって大体5強から6強まで震度が分布しています。このデータは東京都が大分以前から出しているもので、最近では総理大臣直轄の中央防災会議でも殆んど同じデータが使われていますから、同様の判断になると思います。ということは、法律では東京どころか東海道も全て一律に1と決めているわけですが、それでは意味がないということで、例えば、静岡県では、東海地震が再発する恐れがあります。海洋性の地震ですが、それが発生したら震源からかなり離れたところでも地盤の悪い地区であれば震度7が間違いなく来ますから、基準法より上の1.2倍以上にしないと静岡県では既存適格扱いにはならない、その程度にはバラツキがあるということです。

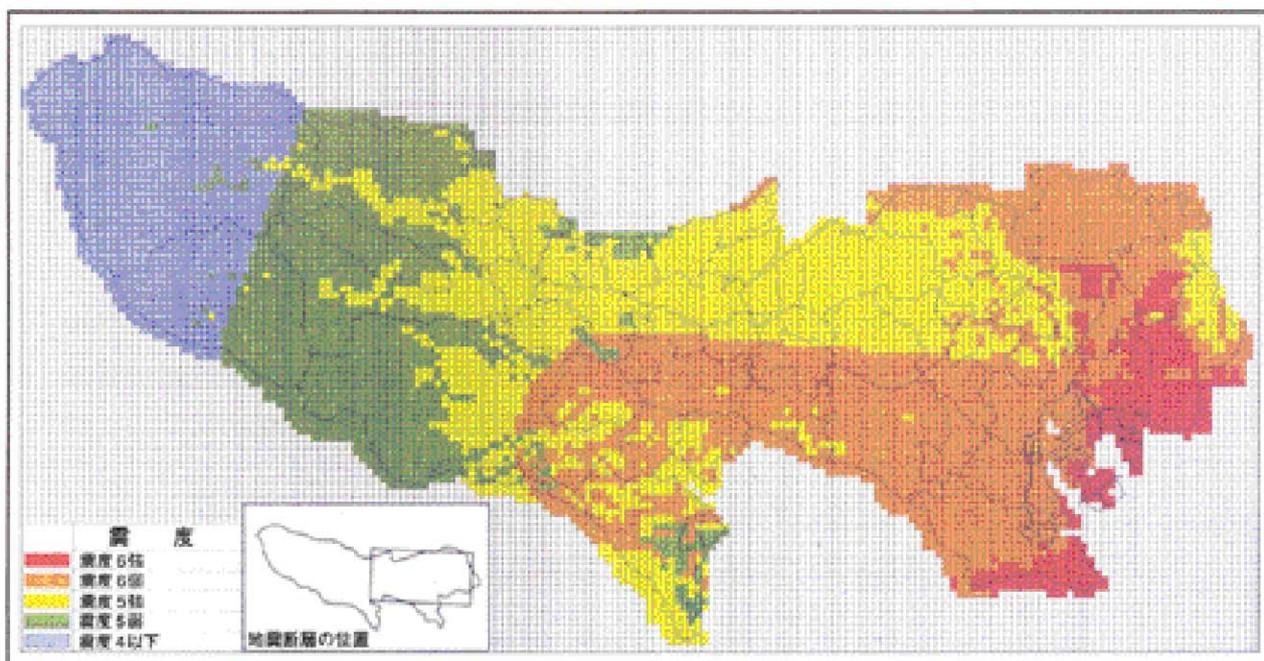


図1 東京都区部直下地震の区部震度分布図

マンションの地震時火災環境は「中野区型」

図2は、都区内の地盤の液状化地域を示したものです。地盤液状化では、ことに木造住宅が被害を受けるのですが、ご存知のように、古くは新潟地震では鉄筋コンクリートのアパートがひっくり返った例があります。これは区部直下の場合のデータですが、多摩直下の地震の場合はどうなるか。実は、多摩は震度がそれほど高く出ません。河口付近の区部の物騒なところで多摩よりもワンランク上の地表震度になってしまうのです。ましてや多摩直下地震による液状化となると、多摩では液状化も起こらずに下水道被害も大したことなく済むのに対し、都区部の赤い区分の地区では下水道が復旧できなくなるような大被害を受けることとなります。

また、東京都では震度から倒壊率を推定して倒壊危険度を示しています(図3)。この倒壊危険度の場合のパーセンテージは先程の1種、2種、3種の地盤による震度の差とはデータを使い分けているので少し内容が異なります。一方、図4は火災危険度を示したものです。東京の人であればすぐ分かるように、赤い地帯が環七沿いに集中しています。また、先程の地盤が悪くて揺れがひどいという場所とも少しずれているのですが、この中で最も大きな打撃を受けるのが中野区です。東京は火災被害が大きいと申し上げましたが、火災による焼失家屋は全壊のおよそ9倍と予測され、死亡者数も火災による死亡者は70%、建物の損傷等による圧死が26%と、東京の場合、まずは防火第一、火災時の避難第一ということになります。これを阪神の場合と比較すると、ブルーの

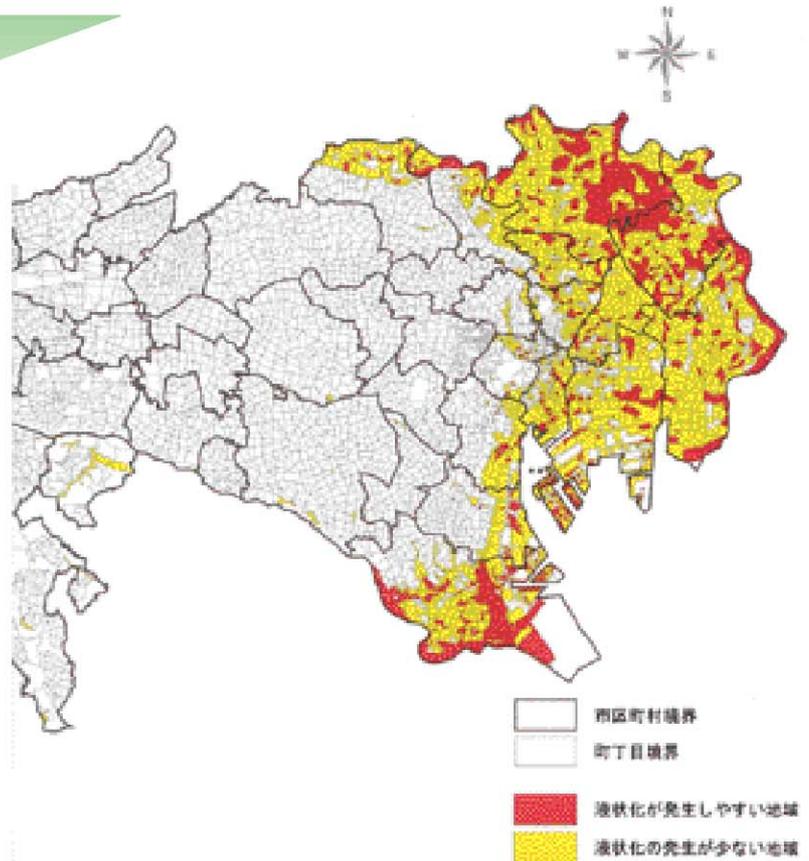


図2 東京都区部直下地震の区部液状化地域図

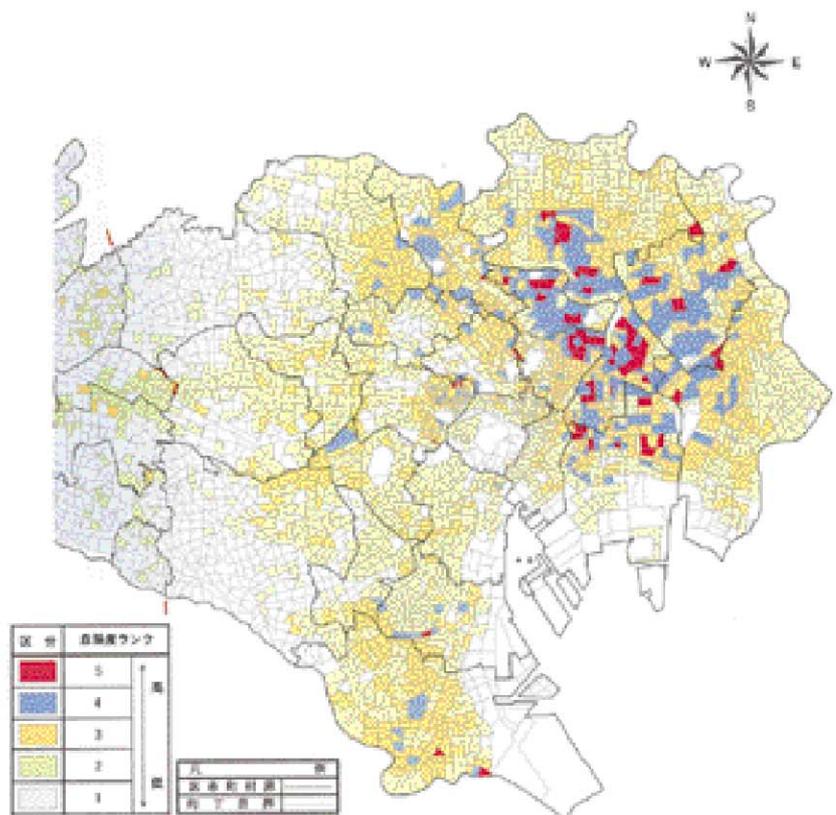


図3 東京都区部直下地震の区部倒壊危険度図

線が阪神、赤が東京の区部直下の場合で、阪神は圧死が7割であるのに対し、東京は焼死が7割と完全に逆転しています(図5)。地方との比較ではこれが更に顕著になります。東京都区内でも立地による差があり、先程も出ましたが、死亡率1位が中野区、かたや出火率1位が千代田区で、この2区について見てみると、ほどほどに揺れが大きいのが千代田区です。出火率がトップなのに焼失面積がゼロに近いのはなぜか。皆さんもご存知の通り、中野区というのは車1台がやっと通れるブロック塀で囲まれた路地が延々と続いて、ようやく幅6~8mほどの道路に出られる街です。一方千代田区は、路地裏から逃げ出すことは必要かもしれませんが、ちょっと走れば安全な広い道に出られます。ということは、消防も出火したところは消せるということです。しかし、中野区は消防車も入ることができず、延々とホースを引っ張らなければならない。しかもブロック塀が倒れていけば消防隊も手間取るし、避難する人は避難しきれずに焼死するというのが中野区のパターンです。そこでこのようなシミュレーションを区単位ではなくマンションで再現してもらえないかと火災の専門家に頼んでみたのですが、それは無理だと、要するに、火災の出火率は倒壊よりも1桁も2桁も少ないので、そのような火災発生率を仮定して、かつ、避難から危険度まで推定するのは無茶苦茶だということです。ということで敢えて東京都区内のマンション全体をなべて考えてみれば、マンションというのは中野区型だと思います。玄関の扉が無事に開いて家を出たとしても、そこから廊下を逃げて階段を降りて、ようやく建物のエントランスからちょっとした道に出て、広い道に出る。そこで初めて一息つけるわけですから、いくら立派なマンションであろうと、実際は、路地の奥の奥の超延々と続いた路地裏に住んでいるのだと考えざるを得ません。

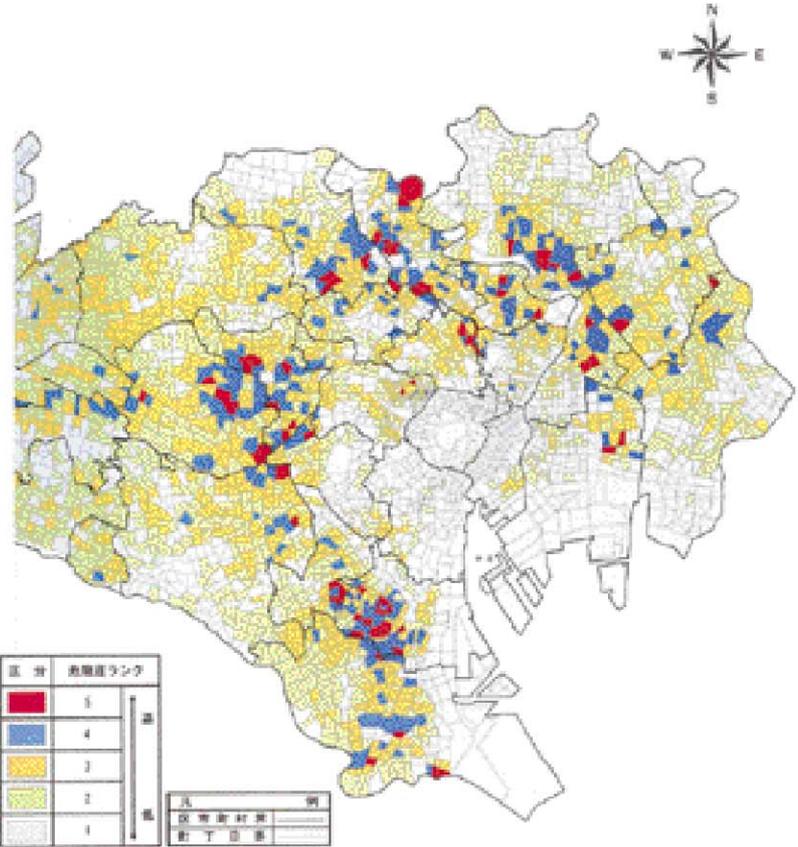


図4 東京都区部直下地震の区部火災危険度図

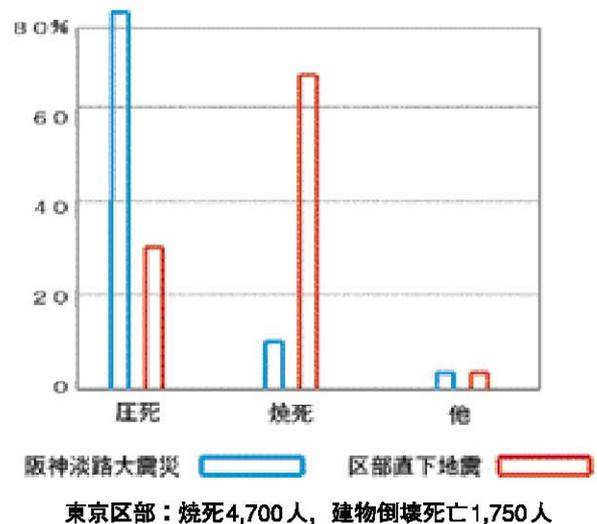


図5 阪神淡路大震災(神戸市)と東京都区部直下地震(区部)の被害比較

階層ごとに異なる揺れ方への備え

別の視点から見ますと、図6(次頁)は東京の2種地盤に建つ供用期間50年の建物における最大震度発生確率ということで、最下段にパーセンテージがありますが、要するに50年で10%、20%、60%、90%の確率で地表震度は大雑把に6強、6弱、5強、5弱の地震が発生するということです。

共用期間50年東京2種地盤の最大震度発生確率

上層階	5強	6弱	6強	7	7
中層階	5弱	5強	6弱	6強	7
低層階	4	5弱	5強	6弱	6強
地表震度	4	5弱	5強	6弱	6強
発生確率		約90%	60%以上	約20%	約10%

階数別の上層階、低層階の範囲

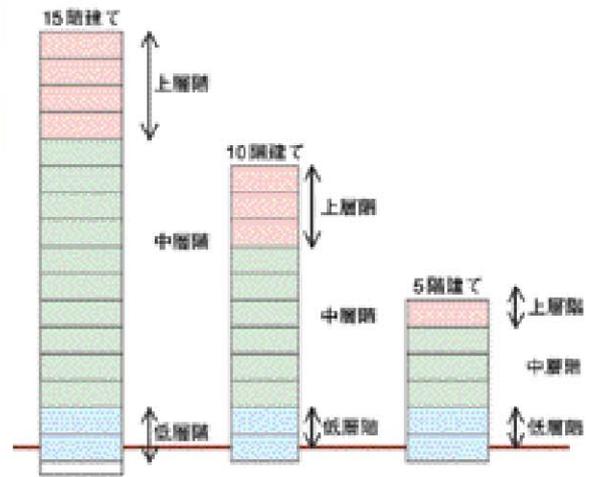


図6 地震震度と上下階の震度

法律で既存適格にするということは、このレベルで倒壊しないようにするということですが、確率的に最も高い東京の区部直下あるいは首都圏の東京湾北部直下地震の場合で考えると、普通の2種地盤に建っている建物を想定した場合、上層階、中層階、低層階の比較では、1階で震度6弱でも上層階では震度7に相当する揺れ方をします。もちろん建物構造はその辺を考えて安全な骨組で造ってありますが、家具や住まい方、設備機器などはどこまで考えられているか、例えば家具に対して、低層階の方と中層階、上層階の方では揺れ方が3倍以上違うということを覚悟されているかどうか、大変疑問に思います。住む階によって地震に対する構え方が異なるということ、それは色々な意味で言えることです。

賢いユーザーの選択

～弱点克服のための耐震診断

耐震診断をそのような観点から考えると、適法かどうかだけでは極めて不親切ではないか、敢えて言えば、建て主さんのためには造ってあっても住んでいる人のために造られているかどうか、かなり疑問があると。今申し上げたように住む側から見れば、住んでいる階によって揺れ方も違えば色々なことが違いますし、東京都の地盤は一律だということに見なすのも今や時代遅れではないかと。少なくとも地盤の違いが差を生むという認識は今や技術的には社会の常識なので、旧態依然たる法律だけにしがみついても仕方がないのです。賢いユーザーとしてはそれらをちゃんと見ていきましょうということで、まず診断のステップワンに当たるのが、お医者さんで言うと問

診です。普通はこの頃ちょっと体調が悪いのだけどもか言いながら診てもらわなければならないわけですが、お医者さんはその人の顔色や仕草を見ながら、話を聞いたり体温や血圧を測ったりして判断します。でも友人の医者によると、診察室に入ってきた時点で、風邪だから大したことはないだろうといったところから大きな病院で胃カメラの検査を受けた方がいいだろうくらいまで大体分かるそうですが、そのような判断をまずすべきであって、そのマンションの立地はどうか、火災に対する環境は千代田区型で万一の場合でも逃げられるし延焼もほとんどないかといったことについて、まずは問診を受ける。その上でステップツーとして何を身構えるべきかを判断して精密検査を受けなさいと。そこで構造体のコンクリート強度を調べたり、耐震計算をして既存適格かどうかを判断することになるわけです。少々オフレコ的な話になりますが、先程申し上げたように、1998年の改正より以前の1981年の新耐震適合ならまあ大丈夫だと国交省が言っているかのごとく、少なくとも新聞やTVからは聞こえてきます。例えば、ピロティでなくても構造的に見てピロティ型、即ち上下の階で壁の量や配置が大幅に異なるような建築物は、実は、98年の改正に照らしてチェックすれば不合格になるはずなのに81年以降であればまあいいよとしているようであって、その程度の判断でそれ以上騒ぎが広がらなくしているようにも私には思えてきます(笑)。そうしたことから診断結果が分かれば何をすべきかということも見えてきます。今日は時間がないのであまり触れられませんが、必ずしも建物を補強するだけが能ではありません。結局は人間ということで、住む人達が上手に力を合わ

