

耐震フォーラム

(2017冬耐震キャンペーン)

◆講演 13:55～14:40

「戸建て住宅の耐震改修工法・装置の事例紹介」

中澤 守正氏

(日本木造住宅耐震補強事業者協同組合 顧問、一級建築士)

開催日時：平成29年1月17日(火)

開催場所：東京都議会議事堂 都民ホール

中澤様：

日本木造住宅耐震補強事業者協同組合、非常に長いので木耐協と称していません。丁度今日1月17日の阪神淡路地震を契機に生まれた協同組合です。ご存知のように阪神淡路では住宅で多くの方が亡くなりました。住宅建設に関わる我々にも責任の一端があるのではないかとということで、「再び住宅で人を殺すようなことはあってはならない」という決意の下に組合を作りました。全国で仲間が1,000社を超えています。東京都にも148社おります。これまで165,000棟の耐震診断と約50,000棟の耐震リフォームをさせていただきました。私共は耐震診断の調査ではなくて「強い家を造る」ということを目標にした工務店等の集まりです。リフォームを巡っては悪徳リフォームの話があります。そういった問題もあって健全なリフォーム事業者の集まりを国土交通大臣が登録するという制度ができて、昨年と書いてありますが実は一昨年になりますが、平成27年に私共もその登録をいただきました。お客様とトラブルを起こさないように未然防止に努めるとともに、問題があったらすぐに解決を図ることを団体としてお引き受けするという制度です。この下のマークが登録団体として認定を受けたマークです。このマークは安心していただける事業者であることのシンボ

ルなのです。

前置きが長くなりましたが、戸建て住宅の耐震補強と言っても、戸建て住宅には鉄骨造もあるし、鉄筋コンクリート造もあります。ただ、世の中の 90%以上は木造住宅ですので、今日これからお話しますのは木造住宅を前提にお話します。皆さんがお住いの木造住宅は、色々な建て方で造られています。ここに代表的なものを 4 つ挙げました。まず伝統的工法、お寺、農家、それから町家という風に、先程中川さんから石場建ての建物の話がありましたが、そういう伝統的な工法の住宅ですが、最近のものは少なく、相当古い住宅になります。それから筋交いがある住宅、在来軸組工法と言いますが、木造住宅の多くはこれに該当します。桝組み壁工法。2×4 工法とも呼びますが北米特にアメリカで発達した工法を日本が昭和 40 年代に導入した比較的新しい工法です。そして、工業化工法住宅、所謂プレハブ住宅です。桝組み壁工法も工業化住宅も昭和 30 年代から 40 年代、かなり耐震技術が開発されてきた時代の建物ですので、これらの工法の住宅にお住まいの方はまず安心してよろしいのと思っています。ですから今日は、伝統的工法、そしてなканずく在来軸組工法を中心にお話いたします。

また、建てられた時期が非常に重要です。先程お話がありましたように新耐震

基準が導入された昭和 56 年を境に、それ以前かそれ以後かです。それから平成 12 年、木造住宅については大きな基準の追加がありましたので、この前後であるかどうかということも一つの目安になります。また色々と技術基準があっても世の中にはそれに適合しない違反住宅とか施工ミスという問題がありますので、一概には言えませんが枠組み壁工法と工業化住宅に加え、平成 12 年以降の木造住宅についてはひとまず安心してよいと思います。ですから、これからは平成 12 年以前の在来軸組工法に焦点を当ててお話しします。

ご自分の家が地震に対して強いのかどうか、どうすればわかるのか。地震が起ると家がガタガタ揺れ、ギシギシときしむ音がします。地震があると、地震が建物に力を及ぼして、構造材である柱とか梁に押ししたり、引っ張ったり、曲げたり、捻ったりといった力が働きます。そういう働く力（応力）に対して柱や梁の木材が強ければ（許容応力）、地震に耐えられるということになります。実際に建築を設計する場合には、そういう力が働いた時に耐えられる太さの柱・梁を選ぶというやり方をします。RC 造などでは、そうした構造計算を行っていますけれども、我々の木造住宅の場合は、なかなかそういう訳にはいきません。木造については、関東大震災の後にひとつの考え方が示されました。

木造というのは非常にファジーな建物です。曖昧というか非常に幅のある構造です。無機物の鉄筋の場合ですと、この材料はどのぐらい強さか、例えば引っ張ってみるといつかはプツンと切れます。いつ切れるかは、だいたい予想された、鉄筋はこのぐらい持ちますと言われていたところで切れます。ところが木造は生きた材料です。例えば杉材、杉と言っても高野槇も杉ですし、所謂秋田杉も杉です。色々と種類があります。北の秋田杉、南の飢肥杉と産地があります。生えている所も山か平地か、日の当たる所か当たらない所か、そうするとそれぞれの木に個性があります。そういう風に非常にばらつきのある材を使って建てる。しかも木造は、木と木をほぞで継ぐなど、継手・仕口と言いますがそういった仕様があります。そして、木を取るときも樹木の中央の芯材か、辺材という端の方の材を使うのか、そういう違いもあります。また、例えば東京と京都、関西とでは間（基準寸法）が違います。関東間、関西間といわれるものです。

また、人によって、大工さんによっては作る手順も違う。棟梁に連綿として技が受け継いできた。そういう背景もあって単なる建築工学の考え方だけで押し切ることができません。造るのは大工さんですので、所謂建築技術者、エンジニアではないのです。技能者です。ですからこういったことを前提に、さてどうす

るか。構造解析をするのではなくて、一応どのぐらいの力が加わったかということ
とを壁の量に置き換え、示そうということになりました。では、この建物には、
どのぐらいの壁が必要であるか、そして実際に建物にどのぐらい強い壁を配置
すればよいのかということになりました。耐震診断では、建物の壁の持つ強さを
建物に必要とされる壁量で割った耐震診断評点で判定します。言ってみれば評
点が1以上あれば一応安心だと見るのです。

必要な壁量は どうやって決めるかということ、力というのは重さに関係します。
重いものほど地震の働く力が大きくなります。では、家の重さは どうやって計る
かということ、平屋建て、2階建、3階建てと階数が大きくなればなるほど力は重
くなります。そして、広い家ならば、面積が大きいとたくさんの重さがあるから、
これも重くなります。家のタテ・ヨコの規模によって力の大きさが違うというこ
とです。次に、家自身の重さがあります。特に屋根と壁が違います。瓦葺きの屋
根と鉄板葺きとでは、重さが3倍ぐらい違います。壁でも土壁とサイディング
とでは6倍ぐらい違います。こういう風に大きな差がありますので、重い住宅
か軽い住宅かという仕分けも必要になります。家の中に家財があります。私はケ
チだから何でも残すので家の中が荷物だらけになります。そういった家とかな

り整理されている家とか、お金持ちの人はたくさん荷物があるかもしれませんが、家の中においてある物の重さというのはあまり変わらないものなのです。ですから家のガラと言いますか屋根と外壁を見て重いか軽いかを決めます。そうすると家の規模とガラの重さで、だいたいその家の重さが決まりますので、その家に必要な耐力については、床面積 1 m²当たりどのぐらいの壁の量にしてくださいというのが決まります。

先程の話にも出ましたが、地震は、軟弱地盤であると地震の揺れ方が大きくなります。造成地や埋立地だと大きく揺れるのです。ですから地盤が悪いと壁量を増やした方が良いということになります。また、家が細長い家なのか四角い家なのかによって違ってきます。間口が 4m から 6m ぐらいまでのいわゆるうなぎの寝床というのは、地震の伝わり方が偏在しますので少し配慮しなければいけません。そうした要素を元に必要な壁量を計算します。

では、家の強さの方はどうなのか、これは基本的には壁の種類ごとの強さです。筋交いですと、板厚の大きい筋交いがあった方が強いです。そのように壁の種類ごとに、筋交いの厚さだとか合板などの貼る面材の種類によって、強さが決まります。ですから、家の強さは、壁の強さごとに、その壁が何枚あるかという

ことで計算します。壁の強さは、板厚 1.5 cm の筋交いで作った壁を建築基準法では壁倍率 1.0（耐震診断では壁基準耐力 1.6 kN/m）としています。板厚 4.5 cm の筋交いになると壁倍率 2.0 になります。そういう風にそれぞれの壁の強さを実験によって決めています。ですから、その壁がどんな材料できているか調べれば壁の強さが分かることになります。

壁の強さは、図のように実験によって確かめています。基礎の上に土台が乗っていて、そして梁があって柱があり、斜めに筋交いがあります。こういうものを実際に横から押して壊れるまで押していきます。そうするとミシミシ音を出しながら曲がって行き、やがて柱が折れる、筋交いが折れる、割れるというようなことでその壁の強さが決まります。先程中川さんから話しがありましたように、柱、土台や筋かいなどをそれぞれ金物で止めていないとバラバラになります。右側の柱は上に引っ張られ、左側の柱は下に押されています。押されることに対して木は強いですから頑張ってくれますけれども、引っ張られると固定されていないと抜けてしまいます。壁の部材が折れる前に、接合部でばらばらになってしまうのです。ですから、金物で補強されていない壁は、本来の強さを発揮できません。残念ながら、平成 12 年以前の住宅では、十分な金物が使われていません

ので、どの程度壁の強さになるのか、金物の状態を調査して、一つずつ決めていかなければなりません。

それともうひとつは、壁の配置のバランスの問題です。バランスが悪いと、家全体の強さが発揮できません。地震が建物に働く力は重心に、建物の真ん中に働きます。一方、地震を受け止める、耐える力の中心はどこにあるかという、赤いのが壁とすると、これらの壁の中心、剛心にあります。この平面図では、壁は上方と右側に多いので、壁の剛心は、建物の真ん中より右上側にあります。お相撲で、力士同士ががっぷり四ツに組めば力は拮抗しますが、肩透かしされると倒れてしまいます。重心と剛心がずれると、建物にねじれが生じて壊れやすくなります。ですから壁の配置バランスが取れていないと並べた壁が建物全体として有効に効かないという問題が出てくるのです。金物の使用と壁の配置バランスがポイントになり、平成 12 年の改正になったのです。

これで、必要な壁の量も分かり、また実際に配置された壁の量も分かりました。その診断結果はどうだったかというと、配置した壁量を必要壁量で割った上部構造評点が 1 を超えれば、「一応倒壊しない」と判定します。評点 0.7 では、「倒壊する可能性がある」、危ないです。

では、実際に耐震診断してみると結果はどうなるのでしょうか？ 私どもは先程 15 万棟の耐震診断をしましたと申し上げましたが、平成 24 年に耐震診断法が刷新されましたので、ここに示したデータは新しい診断法に基づきまして行った結果ですので、データ数が異なります。昭和 56 年以前の建物は、旧診断と書いてありますが、これについて調べてみると 84%は真っ赤です。真っ赤というのは 0.7 未満です。「倒壊する可能性が高い」という残念な判定結果です。1.0 以上の安全ですとご安心いただいた家は本当に少なく、そういった状態でした。

では、耐震診断した家は当時の建築基準法に従って造られたものなのに、なぜこんな結果になるのでしょうか。これは先程言ったように昭和 56 年に建築基準法が改正されました。2 階建てを例にとるとスレート葺きの軽い屋根では、昭和 56 年以前の 2 階は 1 m²当たり 12 c mの壁が必要でした。1 階部分は 2 階の重さが加わりますからより厳しくて 21 c mの壁が必要でした。昭和 56 年以前はこれでよかったのです。しかし、政府は、地震被害が続いたことから、官民あげて総合プロジェクトというものを立ち上げて耐震技術の研究をしました。

先程中川さんからすばらしいシミュレーションを見せていただきましたけれ

ども、耐震技術は向上し、超高層建築物が出現し、コンピュータ解析が進み、そして大型実物大実験もできるようになりました。より問題点の整理が進みました。また、一方で我々の生活水準も上がってきました。もう住宅にお金をかけられない時代ではないということで、建築基準をもう少し引き上げた方が合理的ではないかということで昭和56年に改正されました。2階建ての2階の壁量は、それまでは12cmで良かったのですが、15cmに引き上げられました。25%アップです。そうすると昭和56年以前で基準に従って造られた家でも、この新しい観点で見ると評点1.0であったものが0.8(=1/1.25)になります。1階にいたっては29cmと34%基準が上がったので評点は0.73、1で作ったはずのものが新しい基準でみると0.73になってしまうのです。こういうことがあったので新しい基準でみると残念ながら危険側の判定になってしまうのです。

では昭和56年以降、平成12年までのものの耐震診断結果は、どうかというと同じく12,000棟についてですが、残念ながら赤の比率が62%とこんなに多い。安全なものも増えましたがまだまだ10数パーセントです。なぜか、新しい壁量基準で配置したのにそんな結果なのではないでしょうか。これは、先程家の強さを量る時にマイナス要因というのがありました。柱や土台が腐っていたり、シロアリ

の被害があれば壁に耐力はありません。また、正しい接合金物が使われていないと、壁が耐力を十分発揮出来ずに、最も悪いケースでは 20 パーセントしか評価されません。また、壁の配置のバランスが悪いため、家全体の耐力を割り引かなければなりません。最悪 40%に耐力が落とされるケースもあります。

次の熊本の被害調査は、中川さんから詳しくお話があったので、飛ばします。

では、この建物の耐震診断は、具体的にはどのように行うのでしょうか。皆さんから私どもに耐震診断の依頼があると色々と電話口でご質問いたします。いつ頃建てたのか、構造はどんな構造ですか、何階ですかということ伺います。用途について住宅用ですか、店舗併用住宅ですかということもお聞きします。増築はされましたかというようなことも伺います。子供が大きくなったので平屋建てに 2 階を増築したという方もおられるでしょう。間取りを変更するときに、邪魔だから柱を取っ払ったということもよく聞きます。そういう履歴も必要となります。そういうことを伺った上で我々は調査に伺う準備をします。お宅の周辺はどんな状態か、地盤の状況はどんなか、ハザードマップというのが東京都で提供されているので、地盤の状態がどんなかということも下調べしてお宅に訪問します。

当日、お宅のブザーを押す前に、「300m ぐらい手前から調べろ」と言っています。それは地盤の状況を見るためで、ハザードマップは調べてありますが現況を見ないといけない。道路が波打っていないか、擁壁に崩れがないかなど観察しながら伺います。家の外からは、屋根の棟が乱れていないか、歪みがないか、周りを回って壁にクラックが入っていないか、雨漏りの跡がないか、換気孔が十分あるかということを外観から点検します。

耐震診断に行く時はこんな格好をします。勿論行くときからはこんな格好はしていません。お宅に入るとこんな格好になります。何か危険物を調べに来たようで、お隣の方がこの格好を見ると、あのお宅は伝染病でも発生したのかと疑われてしまいますので、「只今耐震診断中」の幟を立てます。なぜこんな格好かというと、接合金物、腐れ、シロアリ跡を実見するには、天井裏、床下に潜らなければなりません。部屋の中からは見えないからです。皆さんは天井裏を覗いたことはないと思います。蜘蛛の巣が張っていたり、床下に潜ると水たまりがあったりします。くさい臭いがすることもあります。ですからこんな格好をしています。小屋裏、2階の天井裏に上がると夏は本当に暑い。40度、50度はゆうにあります。汗がだくだくだく流れます。暗いから電灯を付けます、その電灯の玉に汗が

ポトッと落ちて爆発することもあります。しかし、そうしたことをやらないと建物の状況はわからないのです。

床下に潜るためには、床下収納庫があればそこから潜れます。ない場合は仕方がないので畳を上げさせてもらいます。畳を上げて床板を剥がしてそこから入ります。回りが汚れますから養生シートを敷き、お宅の中にゴミを持ち込まない配慮も必要です。それでもだめな場合は床の間の床板を外します。そういうことをしてでも地下に入らないと、床下に潜らないと基礎の状態だとか、金物が見えないのです。タイルが浮いていないか、叩きます。叩き棒を持っていきます。七つ道具を持って行きます。湿っぽい床下の場合、木が、土台が腐っていないか、シロアリがいないかを観察すると同時に突き刺してみる。全身全霊、五感を使って調べます。ですから調査の時にはぜひ一緒に立ち会っていただきたい。一緒に見て下さい。診断時間はベテランの者ですと2~3時間でできます。そのぐらいお時間をいただかないと、十分な調査ができません。では調査が終わって評点が1.0以上だったら「良かったですね、安心ですよ」とうれしい報告ができます。しかし、残念ながら、良い結果が出なかった場合は、耐震改修リフォームを検討することになります。

では、耐震改修工事のステージに入ると、まず、どのくらいお金がかかるのかなということになります。これも私共のお客様にアンケートで答えていただいた金額をグラフにしたものです。事業者に聞くと多少多め目に答ますので、お客様から直接お伺いするようにしています。平均 161 万円ほどでした。国の報告だとか東京都でまとめたものはもう少し高いかもしれません。我々是可以るだけ合理的に、効率的に改修しようと努めているので多少廉価にできているかと自負しています。耐震改修リフォームはお金がかかるとっておられるかもしれませんが、見てください。100 万円以下が 1/3 あります。100 万円以下でも耐震補強ができるのです。耐震診断判定の場合の想定地震の大きさは、震度 6 強程度のごくまれに発生する地震です。しかし実際に遭遇する地震は、震度がいろいろでしょう。また、自分の家の評点が 0.7 の場合、震度 6 強では、倒壊の恐れがあるのは分かったが、震度 5 強ではどうなるのだろうと心配になります。

この表は、名工大の井戸田先生のご提案の倒壊改修チャートですが、左側の下に倒壊、大破、中破、小破と地震の被害の程度、横が地震の強さになっています。少し厳しめの評価かなとも考えますがひとつの目安ではないかと考えています。例えば、診断の結果が評点 0.4 だった人は、震度 5 弱で小破。小破はどういうこ

とかというと「部分的にタイルが落ちたり、窓の周辺のタイルにひびが入ったり」で、これならちょっとした修繕で継続的に利用できます。ところが5強になると評点0.7の建物でも中破になります。中破がどういうものかということ、「外壁が落ちる、窓の開け閉めができなくなる、家が5センチから10センチ傾いたままになってしまう」地震被害です。もちろんこれは修復可能ですが、当面は避難所の生活をするようになるかと思います。震度5強だと評点0.4ですと大破、10センチ以上の大きな傾きがあります。内外装が剥がれる、壁も落ちる、余震で倒壊する危険性もあります。当然、避難生活を余儀なくされ、修繕も困難ではないかと思います。評点が出るとこの表と見合わせ、どんな被害を受けるのかわかり、どの程度の安全を求めるためには評点をどれほど上げればよいか、懐の具合と考えながら決めていくということになります。

先程耐震改修工事費100万円と言いましたが、地震の被害を受けると大破、倒壊すると家だけでなく、テレビ、冷蔵庫など多くの家財が壊れます。100万円どころの被害ではないはずです。また、避難生活を余儀なくされるといのは本当に辛いことです。熊本地震では死者は150名でしたが、そのうち関連死は60%の90名で、地震で直接亡くなられたのではなくて避難生活とかその後の生活の

変化で亡くなられたのです。そういうことも考えれば、耐震改修の計画を考えなくてはなりません。今後の自分達の住まい方はどうなるのか、このまま奥さんと二人で生活するのか、子供さんたちと同居するのか、そういうことも考えなければいけません。ペットをどうしようか、そういう問題もあります。これからは年金生活、いくらまでなら工事に使えるのか、そういう心配もあります。工事は住みながらするのか、大掛かりな工事になるから一時的に娘の家にでも身を寄せると、そういうことも考えないと改修計画は進みません。評点が0.4だったけれど、最低限0.7ぐらいまで上げて、大地震が来たらせめて命だけは守るため耐震シェルターを用意するかと、この表を見ながら決めていくことができます。

耐震シェルターについては、入口でこういう資料が用意されていました。耐震改修方法も含めてここに事例が沢山載っています。一部屋タイプとかベッドタイプとか、東京都が「これなら安心ですよ」とまとめられています。耐震改修方法も出ております。私の話よりこちらのパンフレットの方が良いかもしれません。これはぜひお持ち帰りいただいた方がよろしいかと思えます。

耐震シェルターは、金額は40～50万円から高いものは200～300万円を超えます。区や市町村によっては助成金を用意されています。

では耐震改修計画の検討を、まず地震が住宅に働く力の観点、必要壁量を減らす方策から始めましょう。子供が大きくなり受験するので増築したということもあるでしょうが、逆にもう二人だけの生活ならば2階を取り壊し平屋にすれば、評点は160パーセント上がります。評点0.7だったら1になります。もう広い家もいない、2階を少し減築するというのも有効です。そして、重い家、瓦葺から鉄板葺きに少し身軽にする方法もあります。こういうことで評点を上げることができます。

しかし、王道はやはり壁を強くすることです。それは強い壁にし、枚数を増やすことです。それと同時に壁の少ない方に設定することで壁の配置のバランスを回復して評点を上げることができます。

事例紹介1は、3タイプの壁の紹介です。左側は、筋交いで、金物が正しく付けられています。右側の壁、これが耐力壁のひとつです。下の土台と上の梁に合板を15cm間隔で釘打する、そうすると所謂耐力壁という強い壁になります。真ん中の壁は、上と下の部分には合板が張ってありません。これは床を壊さない、天井を壊さないで強い壁を作ろうという工夫です。これを準耐力壁と言っています。一般的には、この耐力壁の方は壁倍率5.2の強さになりますが、準耐力

壁の方は少し弱く 3.2 ぐらいになります。お客様の希望で、天井を壊すとお金がかかるから天井そのままにしたいといった場合には、こういう工法を選びます。今は業者が努力して、天井を壊さない壁でも壁倍率 5 以上出るような工法もあります。

事例紹介 2 は、壁の配置バランスを改修したものです。現況では、壁が左上方に片寄っています。ですから剛心が上の方にあり、重心とずれています。そこで、右側の方と下側に壁を作り、壁の量を増やただけでなく、配置バランスを回復しました。この家の改修前の評点は 0.5 でしたが、壁の配置バランスを改善することで、評点が 20% 上がり 0.75 となり、壁を 5 枚増やしたことで評点が 1 以上になりました。しかもすべて内側から工事をしています。ですから、あまり日常生活に影響を与えずリフォームができました。工事期間 4 日間、工事費 115 万円でした。

次に事例紹介の 3 は、蟻害と腐りのケースです。お風呂回りはどうしても水気が多い、そして昔の建物は換気孔が少ない、そうすると蒸れて湿度が上がるので腐るだけではなくてシロアリも入ってきます。そういう所を重点的に見ました。予想通り、土台・柱などに腐りとかシロアリの食み跡が出ていました。これ

については腐った所、シロアリの被害箇所を取り替える、継ぐという方法で、柱の下を切って新しい木材に変えました。土台を新しく入れ替えるということをやることになりました。このケースでは風呂場も古くなったのでユニットバスにしましたので、これだけで100万円かかりました。合計工事費は241万円程かかりましたが、工期12日でできました。

最後の事例紹介4ですが、これは全面リフォームです。築25年の比較的新しい建物でしたが、床下の老朽化が進んでいました。そして、新しい間取りにしたいという要望があったので、新築にするかどうか考えたのですが、結局耐震リフォームにしました。骨組みを残してそっくり換えました。建築手続き上の問題もあったのかもしれません。屋根は瓦から鉄板葺きに換えました。基礎もしっかり打ち直しました。防湿コンクリート、下にコンクリートを打って、湿気が上がらないようにしてあります。工事費は1,600万円かかりました。新築より、2割ぐらい安かったと思います。工期は3ヶ月、90日かかりました。この長い工事期間中アパートを借りてお住いいただくなど、ご不便をおかけしました。

右下の写真にみえますが、我々の営業のために現場見学会、近所の方にこのお宅を見ていただいて、こうやって耐震改修できますという宣伝に使わせていた

できました。ご協力に感謝します。

いかに丁寧にお宅の状態を耐震診断するか、そして、皆さん方に快適な住まい方を提案ができるか、しかも合理的な方法で耐震改修を行うことができるかが、我々の使命です。皆さん方の生活がそれぞれ違うように、耐震リフォームには決まったモデルがありません。

私の不十分な説明にもかかわらず、ご清聴いただき、感謝申し上げます。

ありがとうございました。