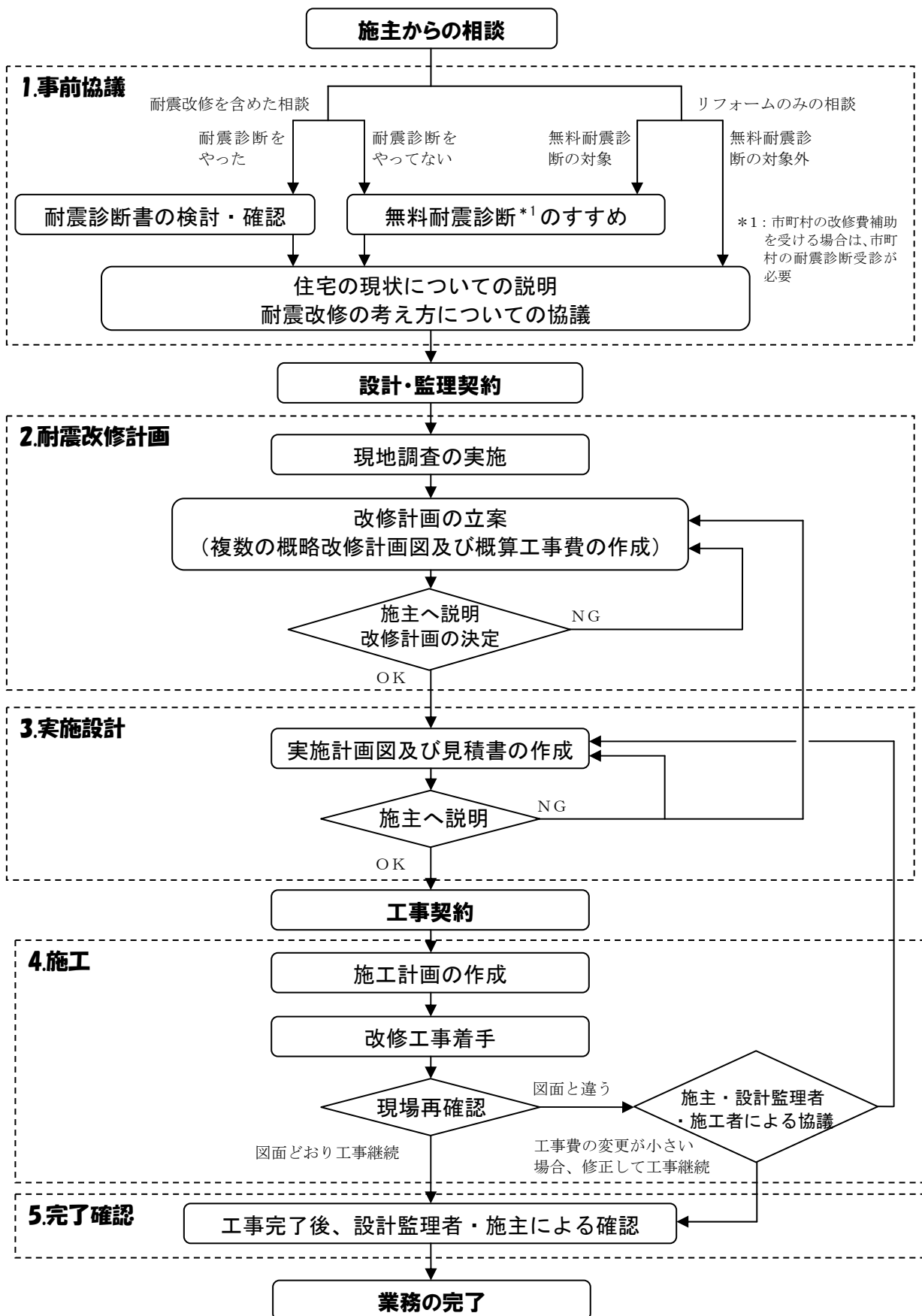


第2章 木造住宅の耐震改修の進め方

1. 改修工事申込から完了までのフロー



2 事前協議

(1) 耐震改修の提案

施主からのリフォームの依頼の形態や意向の強弱については、様々な状況が想定される。施主の住宅に対する不満や不安、改修への意向を十分汲み取り、設計者という立場から説明を行い、改修への意向をより一層確実なものへと導いていくことが必要となる。

無料耐震診断の対象となる昭和 56 年以前の木造住宅について、リフォーム相談で、無料耐震診断が行われていなかった場合には、耐震改修の重要性について説明し、まず無料耐震診断をすすめる。無料耐震診断、耐震改修費補助制度について説明し、耐震改修費補助を受けるためには無料耐震診断が必要であることを示す。

耐震診断書がある場合には、その内容について十分検討・確認を行い、施主へ現状の住まいの耐震性について説明を行う。

無料耐震診断の対象外である場合には、設計者自らで(財)日本建築防災協会による「木造住宅の耐震診断と補強方法」により耐震診断を行い、現状の住まいの耐震性について説明を行う。

(2) 無料耐震診断

住宅の所有者が市町村に無料耐震診断の申し込みを行うこととなる。通常は、市町村が指定した診断員が調査を行うが、市町村によっては診断員を指名することができる場所もある。

無料耐震診断は以下のような形で行われるので、この点についても施主に説明しておく。

【無料耐震診断の方法】

- ・市町村が指定した診断員から電話連絡が入り、現地調査の日時を決める。
- ・現地調査は 2 時間程度。建物の内外を目視調査するので、天井裏や床下点検ができるよう片付けをしておく。確認申請の書類や設計図等の資料があれば準備しておく。

■現地調査の内容

- 建物の概要を調査する。
- 基本項目（地盤と地形、基礎、屋根材料、劣化度）について選択肢を判定する。
- 壁・床・柱を調査する。
- 部分的な欠陥を調査する。
- 写真を撮影する。
- 各階平面図を作成する。

- ・1 か月程度で診断結果がでる。市町村の審査後、診断員が報告書を持って説明を行う。耐震診断結果とともに、耐震改修概算工事費、改修方法についてのアドバイスなどが行われる。

【耐震診断結果について】

無料耐震診断では、一般診断法を用いており、上部構造評点は右のように判定される。

上部構造評点	判定
1.5 以上	倒壊しない
1.0 以上～1.5 未満	一応倒壊しない
0.7 以上～1.0 未満	倒壊する可能性がある
0.7 未満	倒壊する可能性が高い

一般診断では、大地震での倒壊の可能性についての診断を行うものと位置づけ

られており、評点 1.0 未満の場合には大地震時に建物の安全限界変形角を超え、倒壊の可能性を示している。また、「倒壊しない」とは人命に対しての判断であり、建物に損傷を受けることはあっても、倒壊して人命が失われるほどの被害は受けないという評価である。

無料耐震診断は、限られた時間の中で現状の住まいの耐震性について調査を行い、診断結果を一つの耐震性の目安として算出し、住宅所有者に情報提供することを大きな目的としている。そのため、同じ耐震診断結果の判定値であっても、得られた情報（筋かいの記入された図面があった、現地で筋かいが確認できたなど）の程度によって精度が異なっているともいえる。

また、愛知県では、平成 20 年度より耐震診断結果とあわせて耐震改修概算工事費*を提示している。耐震化への熱意が高い耐震診断の結果報告時に耐震改修費用の目安を示すことにより、より円滑に耐震改修に取り組むことができるようにすることを狙いとしたものであるが、調査の限界もあり実際よりも高い金額が提示されることもあるので留意が必要である。

*：評点が 1.0 未満の住宅については、耐震改修により改修後の判定値を 1.0 以上にするために必要な概算改修工事費用を算出。具体的には、壁の配置と劣化度に問題がないと仮定した場合に、構造用合板を幅 90cm で施工した補強枚数を想定し算出している。

■WEE による一般診断法の限界

無料耐震診断では木造住宅耐震診断員養成講習会で配布された「一般診断法による木造住宅の耐震診断プログラム（WEE）」を用いて診断を行っている。パソコン上の操作で比較的容易に診断することができ便利であるが、一般診断法の考え方や算出する数値の意味をよく理解した上で診断結果を利用する必要がある。

愛知県では耐震診断結果の統一を図るため、無料耐震診断では WEE による一般診断法の結果を用いることとしているが、WEE では 1 階のすべてに 2 階が載っているものとして診断を行っているため、2 階の小さい建物では評点が小さくなってしまふ。このような場合には、独自に各階の床面積を考慮した必要耐力の算出法（精算法）による診断を行い、実態に近い評点を示すことが重要である。また、WEE では柱接合部による低減係数について柱接合部形式Ⅳ（またはⅢ）で診断するケースが多いため、耐力の低減値が大きく、評価が下がっている。N 値計算をすることによって接合部の評価をあげることができる。診断方法によっては耐震改修が不要になる場合もあることを理解しておく必要がある。（付録 2 に解説を示す）

(3) 耐震改修についての考え方

評点が低いほど危険性が高く、耐震改修が必要であるが、その数値を引き上げるためには耐震改修に要する費用がかさむことになる。この場合、費用面から施主が耐震改修をあきらめることも考えられるが、その地域で予想される震度を踏まえつつ、目標とするところを認識しあうことが重要である。少しでも評点がアップすれば、その分安全性は高まる。

また、耐震補強の工法も様々であり、付録 1 で紹介しているように安価な工法も開発されている。これらを参考に施主の希望を踏まえ、安価な工法について提案していくことも重要である。

住宅全体を耐震改修すると費用がかさむ場合で日常的にあまり使わない部屋がある場合には、その部分には手を入れず、部分的に耐震改修をすることも考えられる。この場合、耐震改修費補助を受けることはできないが、改修費用の総額が抑えられるため、施主の負担は軽くなる。

耐震改修のレベルと効果について説明を行った上で、改修の意向、改修目標、予算、改修実施上の制約等について聞き取りを行い、設計監理契約を促す。

コラム④ 耐震改修って保険みたいなもの？

「3ヶ月後の〇月〇日、午前7時25分に震度6強の地震が来ます。そのとき、あなたの家は倒壊します。今、耐震改修をすれば倒壊はまぬがれ、地震後も今まで通り住み続けることができます。そのための改修費用は〇〇円です。」 信頼できる情報としてこのようなはっきりしたものがあれば耐震改修をするかどうかの意思決定も明快になり、地震に対する住宅の備えは飛躍的に向上するでしょう。でも、地震という相手は自然現象。いつ起こるのか、どこで起こるのか、どれくらい大きい揺れなのか、残念ながら100%の話はできません。

そこで、過去に発生した地震の記録や、地震発生メカニズムの研究などから、これから30年の間に東南海地震発生する確率は60~70%、南海地震が発生する確率は50%程度という情報が公開されています。50%程度ということは、ほぼ「半々」です。「こんなバクチみたいな話に、百数十万円も出せるかっ!」。という気持ちもわかりますが、起こる確からしさが「半々」ってそんなに実行に移すことが難しい数字でしょうか？

例えば、身近な危険のひとつとして交通事故があります。30年間の推定死亡者数を単純に日本の人口で割ってみると、交通事故で死ぬ確率は約0.15%となり、地震の発生確率よりもずっと小さな値になります。違反取り締まりや道路整備など、この程度の危険でもそれを減らそうと多くの努力がなされているのが今の日本社会なのです。これに照らせば、「半々」で発生する巨大地震というのがいかに切迫度の高いものか、理解いただけると思います。

耐震改修は発生が不確かな地震に対して備えることから、「保険みたいなものですから」と理解している人がいます。でも、これは明らかに間違っています。例えば、生命保険は万が一命を落としたときのための遺族に対する経済的な保証ですから、生命保険に入ったことによって死ぬ可能性が低くなるわけではありません。でも、耐震改修は実施すれば家の倒壊によって命を落とす確率は必ず小さくなります。予算や時間の許す範囲で構いません。少しでも住まいの耐震性を高めて、地震の被害を小さくすることが今私たちに求められています。

(井戸田秀樹)

■耐震改修の効果について

バリアフリーリフォームなどはその成果が施工後すぐに実感でき、費用対効果もわかりやすいが、耐震改修はまれに発生する大地震に対するものなので、日常生活の中でその効果を実感することは難しい。したがって、施主に対し、耐震改修の費用対効果を理解してもらうためには、地震の大きさと予想される住宅の被害との関係を説明し、費用とそれに見合った安心感を実感を伴った形で伝えていく必要がある。

そのためのツールとして活用してもらいたいのが下図である。地震の大きさと予想される被害の関係を評点ごとに示した性能マトリクスを中心とし、被害の程度や地震についてわかりやすい解説を添えた意思決定支援ツールである。たとえば、この住宅の例では、現状の評点 0.4 では、震度 5 強の地震で大破、震度 6 弱以上では倒壊が予想されるが、評点 0.7 の補強案 1 で改修すれば、震度 6 強までは倒壊を免れることができる。また、さらに高い性能を希望するのであれば、評点 1.0 の改修案 2、評点 1.3 の改修案 3 などが用意されている。改修費用はもちろん各住宅ごとに異なってくるが、施主への説明時には可能な限り改修費用も表中に示し、費用対効果を実感するのに必要な情報が一目でわかるような工夫が大切である。

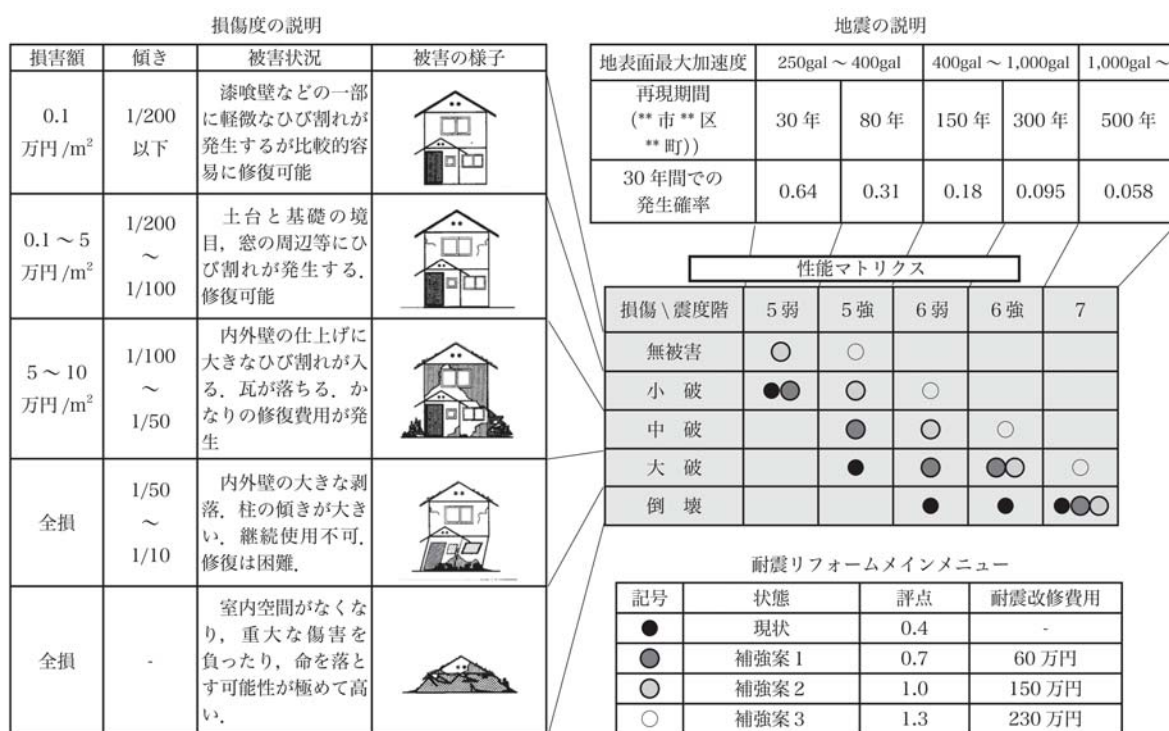


図 耐震改修の費用対効果の説明、および目標とする耐震改修評点決定のための意思決定支援ツール

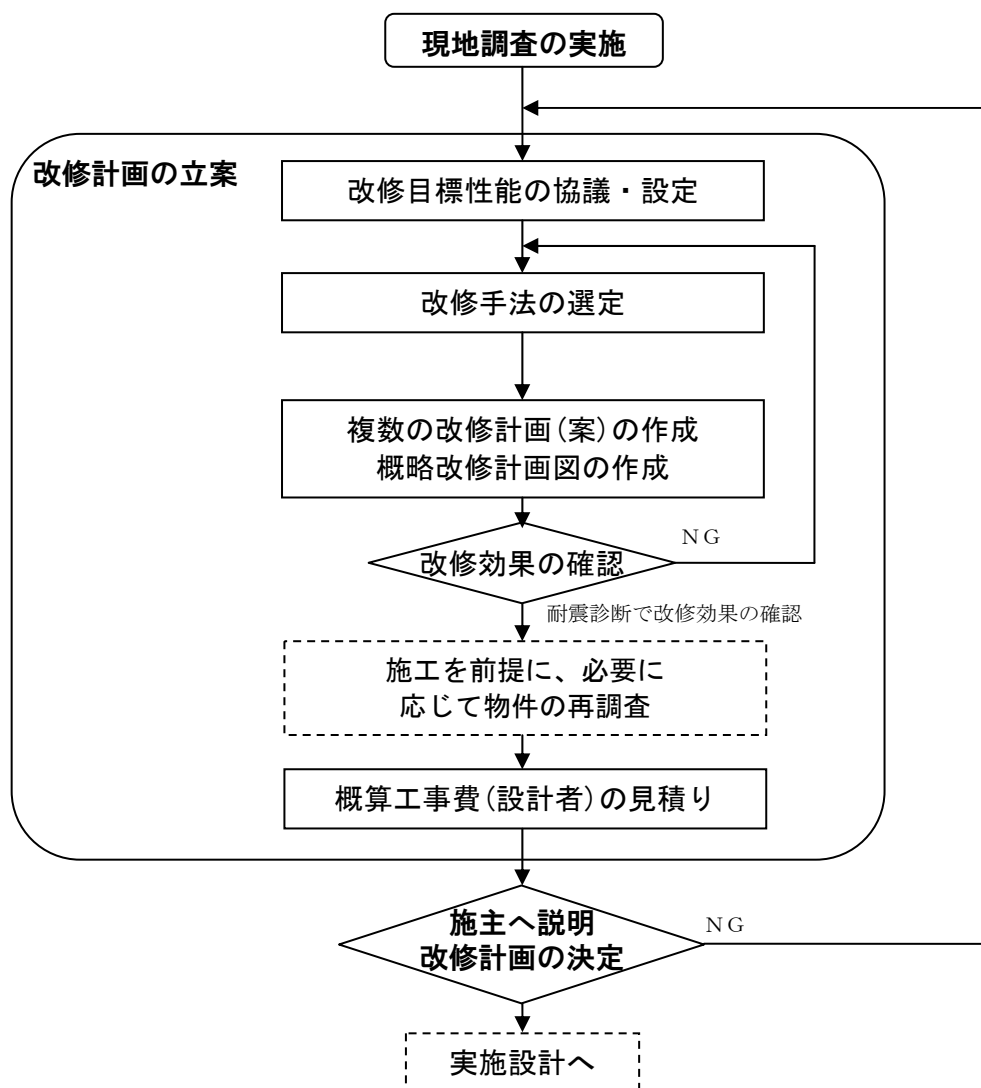
注：耐震改修費用および被害額は住宅ごとに異なる。対象とする住宅ごとに可能な限り詳細な積算を行った上で提示することが望ましい。

出典：井戸田秀樹，嶺岡慎悟，梅村恒，森保宏：在来軸組木造住宅における一般耐震診断の評点と損傷度の関係耐震改修促進のための意思決定支援ツールに関する研究（その 1），日本建築学会構造系論文集 第 612 号，pp.125132，2007年 2 月

3 耐震改修計画

(1) 改修計画立案の流れ

- ・耐震改修計画づくりは概ね以下のようなフローで行う。



(2) 現地調査の実施

設計・監理契約締結後、設計者は改修計画立案のため、詳細な現地調査を実施する。改修計画の立案では詳細な壁の調査を行うことを前提としているため、1階床下及び天井裏から外周壁の仕様（外装材、外装下地、心材、内装材）及び内壁の仕様（内装材、心材）の状況把握に努める。

内側が見られない部分については、その周りの調査可能な部分の状況から推測せざるを得ないが、より精度の高い改修計画を立案するため、既に劣化していたり破損しているところなどについては、施主の了解を得て部分的に解体を行うなどして、その内部について詳細に調査を行うなどの対応が必要である。

(3) 改修目標性能の協議・設定

耐震改修にあたって、施主と改修目標性能の協議を行い、目標を設定する。

一般的には評点 1.0 以上が目標としてあげられ、耐震改修費補助も 1.0 以上が補助の対象となる。より高いレベルの目標としては 1.5 以上ということになる。

■改修の目標レベルと改修後耐震診断上部構造評点

改修の目標レベル	改修後上部構造評点
大地震*でも倒壊しないというレベルに引き上げたい	1.5 以上
大地震でも一応倒壊しない(人命が失われるほどの被害は受けない)というレベルに引き上げたい	1.0 以上

* 極めて稀に発生する地震・震度 6 強程度

しかし、評点が低い住宅をより高いレベルまで改修するためには、改修費用がかさむこととなり、費用面から施主が耐震改修をあきらめることも考えられるが、その場合に、その地域で予想される震度を踏まえつつ、どういった補強を行えばよいかを十分に施主と話し合い、目標とするところを認識しあうことが重要である。

損傷度把握のための数値解析の結果*より耐震診断評点と損傷度の関係が下図のように示されている。震度 6 弱・6 強の地震に対し、耐震診断評点 0.4 の住宅の場合は「倒壊」を覚悟しておかなければならないが、耐震診断評点 0.7 の住宅の場合は「大破」を覚悟しておけばよいことを示している。

改修レベルがどのような意味を持つかを施主に十分理解してもらった上で改修目標を決めることが重要である。

耐震診断評点と損傷度の関係

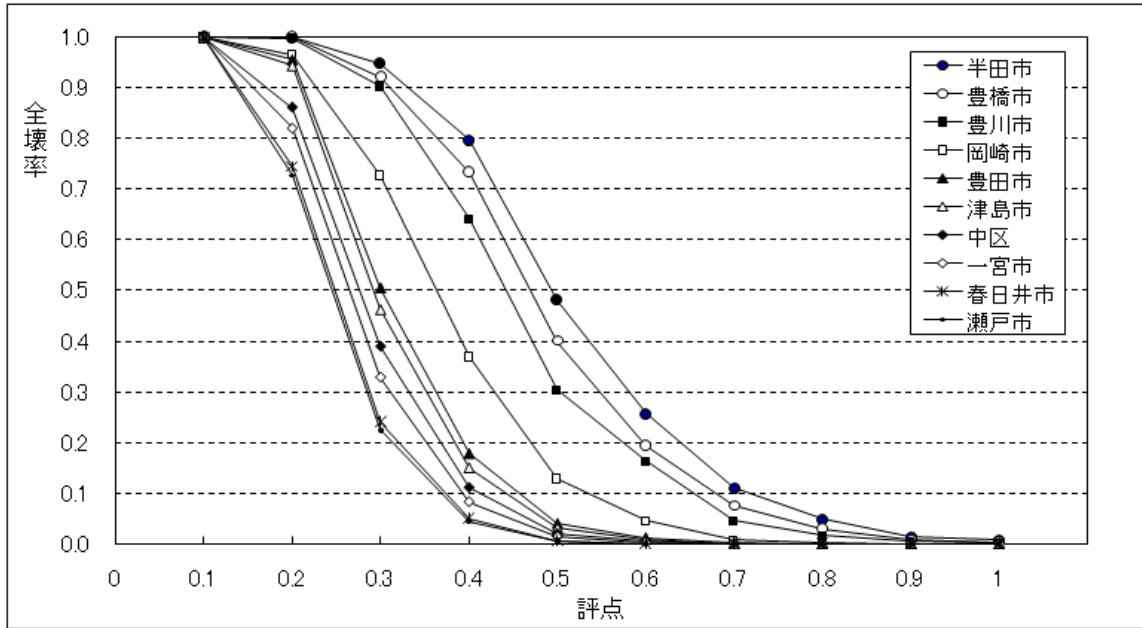


* 覚悟しなければならない被害の最大値 (非超過確率 99% に対応する値) に対応した損傷度

注：損傷度の説明は P17 の表を参照

* 井戸田秀樹, 嶺岡慎悟, 梅村恒, 森保宏：在来軸組木造住宅における一般耐震診断の評点と損傷度の関係 耐震改修促進のための意思決定支援ツールに関する研究 (その1), 日本建築学会構造系論文集 第 612号, pp.125132, 2007年2月

参考：東南海・東海連動地震が発生した際の評点別全壊率



出典：名古屋大学森保宏研究室

* それぞれ市役所の位置での全壊率（損傷度 0.6 以上になる確率）を示す。
 損傷度 0.6 以上は下図参照。

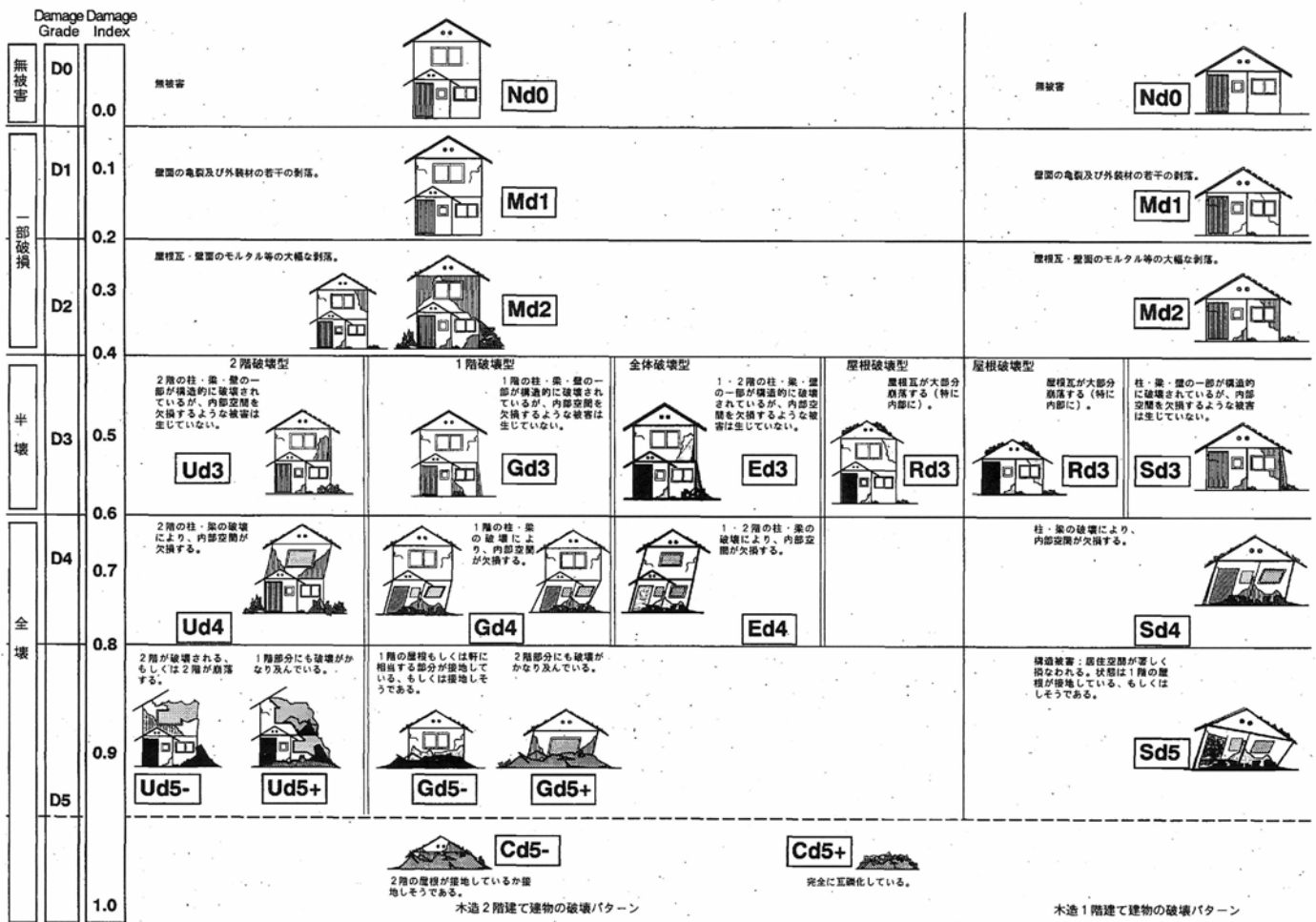


図5 木造建物の詳細破壊パターン (図左に配した被害状況表記は、筆者らが改訂した自治体統計(改訂版)である(図6参照))

出典：岡田成幸, 高井伸雄：地震被害調査のための建物分類と破壊パターン, 日本建築学会構造系論文集, 第524号, pp.6572, 1999年10月

(4) 耐震改修の手法

耐震改修の手法は、概ね次のように分類できる。

耐震診断の結果から、どこを補強すべきか選定を行い、建物全体の耐震性向上が図られるよう手法の組み合わせ等効果的な手法を選択する。

なお、改修効果の確認にあたっては、その建物に応じた診断方法を用いることが重要である。愛知県では耐震補強計画の作成にあたり、WEE による補強計算を認めているが、WEE では総 2 階、総 3 階を想定しており、2 階の面積が小さい建物や変形した建物などでは必要耐力は大きくなり、これに基づいて設計を行うと不経済な設計となってしまうため留意が必要である。

①耐力を増加させる。

○建物の水平せん断耐力を大きくする。

(壁を増やす、水平せん断耐力の高い壁にする等)

○基礎を丈夫にする。

(無筋の布基礎を鉄筋入りにする、礎石式基礎を鉄筋コンクリートべた基礎にする等)

○建物の上階から下階へ力がスムーズに伝達できるようにする。

(上下の壁を一致させる、下家の 2 階隅柱直下に耐力壁を設ける等)

②靱性、剛性を高める。

○接合部の緊結を十分に行う。

(耐力壁の筋かい端部や柱脚部を金物で補強する、床梁が抜けないように補強する等)

○建物の一体性を高める。

(屋根と 2 階床の下地を構造用合板にする、下家の天井面に構造用合板を張る等)

③偏心を解消する。

○建物の平面バランスをよくする。

(壁のない外周面に耐力壁を設ける、建物の四隅を L 字で壁に固める等)

④地震力(建物重量)を軽減する。

○建物の重量を軽くする。

(屋根葺き材を軽いものにする、外壁仕上げを軽いものにする等)

⑤老朽箇所、損傷箇所を改め、耐力を回復する。

○腐朽した土台や柱は取り替える。その後腐朽しないようにする。

(腐った土台を防腐防虫土台に取り替える、外壁の防水シートを張り直す等)

* 下記文献に具体的な方法や参考図等が掲載されているので参照されたい。

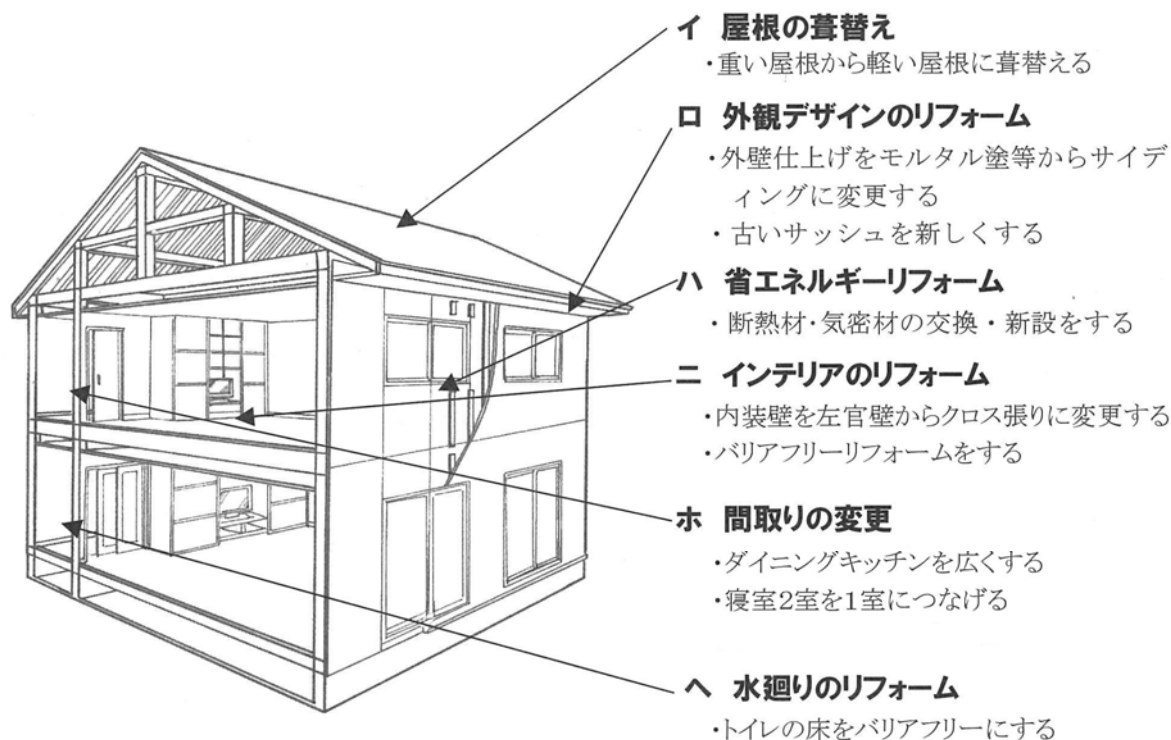
「木造住宅の耐震補強の実務－リフォームにあわせた耐震補強のすすめ－」2007 年 3 月
(財)日本建築防災協会 (25p～32p)

「改訂 愛知県木造住宅耐震改修マニュアル」2007 年 1 月 愛知県／愛知県建築物地震対策推進協議会 (21p～60p)

■耐震補強工事と一緒にできるリフォーム

リフォームによって耐震要素に直接手を加える、あるいは、耐震要素を直接見ることができるように仕上げ材をはがすリフォームは、同時に耐震補強を行うことによって、少ない費用と手間で耐震補強を行うことができる。

具体的には以下のようなリフォームが耐震補強工事と一緒にできるリフォームとしてあげられる。



■耐震性能上問題となるリフォーム

リフォームでは、小さな部屋を大きくしたいと、柱や壁、床を取り払い、大きな居間や吹き抜けを設ける例がみられるが、重要な耐力要素である柱・壁・床を減少させるこうしたリフォームは、住宅が満たすべき耐震性を損なう可能性が高い。

また、平屋に2階を増築するリフォームも、基礎・1階に加わる地震力が大きくなり、1階が必要な強度を保てなくなる可能性が高い。住宅全体の耐震性を勘案して1階部分の補強を行う必要がある。

4. 高齢者に対する配慮 –高齢者の特性を踏まえた5つのアイデア–

高齢者住宅の耐震改修をすすめるには様々な阻害要因がある。高齢者の特性やニーズにあった耐震改修を提案していくことが重要である。

アイデア① バリアフリー化にあわせて耐震改修を行う

定年退職などを契機に住宅の改修を考える高齢者がいる。その際には単なるリフォームではなく、バリアフリーや耐震改修とあわせて行うことで効率的な工事が可能であり、地震に強く、快適な生活を送ることができる。将来の生活も考えた住みよい生活への提案をしていくことが望まれる。

アイデア② 使わなくなった部屋を減らす（減築）

家族人数が多かった時には必要だった部屋も高齢者のみになると使っていないケースが多い。特に2階建の家の場合、2階への昇り降りが大変なことからそのままになっているが、この2階をなくすことによって重い住宅を軽くし地震に強い家とすることができる。また、不要な部屋を減らすことで魅力的な外部空間を生み出すことも可能である。「積極的に小さく住む」というのも高齢者住宅にとっては有効な考え方である。

アイデア③ 住まいの環境を大幅に変更しない

高齢者にとっては住みなれた環境を変えることは精神的にも負担を与えることもあり、また、愛着のある住まいを壊したくないという思いも強い。そのため、建替ではなく、あえてリフォームを選ぶという人もいる。耐震改修では新たに壁を設置するケースもあるが、その際にもできるだけ従前と環境が変わらないようにするなどの工夫をすることが重要である。

アイデア④ 住まいの中に入らずに外側から工事を行う

高齢者にとって住まいの中に他人が入るということも大きなストレスになる。その場合、外側からのみ工事を行う工法は魅力的である。工事期間も短くてすみ、内装のやりかえが不要である分、工事費を安くできる場合もある。外観が変わるなどのデメリットもあるが、改修補助金の60万円にプラス数十万円の自己資金で工事ができるということであれば、経済的負担を大きな理由として耐震改修に踏み込めない高齢者にとっても選択肢になりうる。高齢者のニーズにあわせ、このような提案をしていくことも望まれる。

アイデア⑤ 特定の部分だけを改修する

大きな住宅で、特に昔ながらの開口部の多い住宅の場合、住宅全体の評価をあげようとすると、耐震改修工事がかなり高額になってしまう場合がある。その際に、普段あまり利用しない部屋については手を加えず、日常的によく利用する部屋（特に寝室）のみを補強することも選択肢として考えられる。この場合、住宅全体では評点を1.0以上にすることは困難となるため、耐震改修費補助を受けることはできないが、限定した工事によって費

用が抑えられるため、施主にとって負担は少なくてすむ。経済的負担から耐震改修をあきらめるような場合には、このような方法も考えられる。

コラム④ 住宅の耐震化 高齢者に配慮した心のケア

誰でも静かに住んでいる家庭に入り込んで天井裏を覗かれ、畳を上げて床下を点検されるのは心穏やかではない。まして耐震改修と称して押入の荷物を取り出して筋かい工事をしたり、畳の上にはビニールシートが敷いてはあるが土足で出入りされるのは、元気な若者でも好むまい。これが高齢者となると趣が違ってくる。子供たちを育てあげ、人生の思い出が詰まった家庭の静寂な生活を脅かされるのは誰も好むところではない。しかし、地震時に倒壊する可能性が高いと指摘されれば、不安を感じ耐震改修を考えなければならない。

高齢者の耐震相談会時に必ず聞かされるのが、いつ来るかわからない地震にかけられるお金はないという話だ。しかし、老朽化した建物は倒壊の危険性が高いばかりではなく、設備の劣化・断熱性の不足、そして居住している高齢者の生活環境にあっていない場合が多くある。

一例として浴室に白蟻が発生しているなど、改修の必要がある場合には、この機会にバリアフリーにすることを考慮し、ユニットバスにしても良いのではないかと思う。他方、一番長くいる寝室・台所などの保温性を高めることを検討し、外気に面するサッシ等を機密性の高いものに取り替えるのも良いかと思う。改修設計の説明にはスケッチ等を交えて充分にご理解をしていただき、後々誤解が生じないように意思の疎通を図り信頼を得て、工事へと進めていく配慮が必要だ。

今までひっそりと暮らしていた家庭に、耐震補強工事として朝から晩まで職人をはじめ、材料搬入のための工事関係者等が出入りすることとなり、住人として工事中生活の不自由さから出る疲れが不満として募らないようにし、監理に出向いた折には工事現場ではなく喫茶店等に誘い出し、たまった不安感を排除することが高齢者クライアントへの心のケアとして必要ではないか考える。(野川保)