

Ⅱ 耐震設計編

耐震設計の際に、設計者が必ず確認すべき事項を耐震設計チェックシート（設計精査時）（添付資料 4-1）にまとめ、その記載要領・解説を巻末に掲載しています。耐震設計時のより実用的な資料として活用してください。

1. 耐震診断法の構造検討の範囲

対象住宅は 1981 年 6 月に壁量の基準が強化される以前の住宅です。また、2000 年に壁配置のバランスの検討と、耐力壁を構成する柱の柱頭・柱脚や筋かい端部の金物補強が義務付けられました。壁の耐力（≒壁量）、壁配置のバランス、金物補強の有無は耐震診断法でも評価されるため、対象住宅を耐震診断すると、その上部構造評点はほとんどの住宅でかなり小さく算定されます。さらに、建設当時 100 c m であった札幌市の垂直積雪量は、同じ 2000 年に 140 c m に改正されています。屋根上の積雪量は加わる地震力に大きな影響があり、垂直積雪量の強化は上部構造評点がさらに小さく算定される要因です。1981 年以降に建設された住宅でも、上部構造評点が 1 未満で算出されることは珍しくありませんし、壁配置のバランスが悪い住宅では著しく小さくなることもあります。

ほとんどの居住者は、上部構造評点を 1 以上にする耐震改修工事を行うと、構造的な不安は全て解消されると考えます。屋根に雪がたくさん積もると、小屋梁の補強などの対処を行わなければ、最上階の扉が開きにくくなるなどの状況は耐震補強工事だけでは解消しません。当然、暖かい住宅になるわけでもありません。耐震改修工事で実現できるのは、端的には大地震に対する備えです。耐震診断法に基づく耐震診断や耐震設計は、地震力に限定して構造耐力を確認するもので、固定荷重や積載・積雪荷重による鉛直荷重に対する構造検討は行いません。

耐震診断法に基づく耐震設計の構造検討の範囲を居住者に説明することは重要です。耐震設計の構造検討範囲に該当しなくても、構造に起因する問題点について設計時に聞き取り、対応方法を入居者に説明することが望まれます。

対象住宅では経験を元に棟梁が構造を決めていることが多く、設計図面が残っていても柱の位置や梁組・梁の断面寸法などが異なっていることは珍しくありません。設計図面がない住宅を耐震改修することもあります。対象住宅となる 1981 年以前の木造住宅では、小屋梁の断面決定の根拠はあいまいで、垂直積雪量の強化により鉛直荷重に対して既存不適格に近い状況になっています。落雪屋根を無落雪屋根に改修しているケースなどでは、屋根の積雪による不具合が生じていることもあります。既存の梁組や梁断面等を把握することの重要性はその住宅の現状や改修工事の内容によって異なります。設計時より改修工事に着手してからのほうが確認しやすいので、住宅の状況や改修工事の内容に照らして確認する範囲や時期を検討します。

特に、間取りを変更し、構造耐力上主要な部分に該当する柱や壁などの撤去を伴う耐震改修工事では、上部の梁寸法などを確認して、不足している場合は補強するなどの配慮が必要です。

2. 上部構造評点の算出方法

札幌市補助制度の耐震補強設計後の上部構造評点は、防災協会が発行する「木造住宅耐震診断プログラム（一般診断法 2012）」（略称 Wee2012 または 2021 年バージョンアップ版（略称 Wee2012(Win10)）：

以下、Wee2012 と総称する) か、V 資料編の 2 に記載されている防災協会の評価プログラムを使用して算出します。Wee2012 と評価プログラムは、防災協会の一般診断法または精密診断法 1 に則っていますが、両診断法は建築物の耐震改修の促進に関する法律（平成 7 年法律第 123 号）の指針と同等以上の効力を有するものとして認定されています。

札幌市補助制度の耐震診断は一般診断法の方法 1 により行います。耐震設計も引き続き一般診断法で行われることが多いので、技術編の記載は一般診断法の方法 1 に基づいて耐震設計を行い、Wee2012 を使用して補強計算する場合を前提としています。

2021 年バージョンアップ版(Wee2012(Win10))を使用すると、表 3.1 ルート（床面積あたりの必要耐力を表 3.1 で算定し、壁配置のバランスを 4 分割法で確認する方法）の他に、精算法ルート（各階の床面積を考慮した解表 3.3 で床面積あたりの必要耐力を算定し、壁配置のバランスを偏心率法で確認する方法）で補強計算を行うことができます。

例えば、既存図面に記載されていても目視確認ができない筋かいをないものとして補強計算すると、表 3.1 ルートでは上部構造評点が大きくなることはありませんが、精算法ルートでは評価しないことによって偏心率が向上して上部構造評点が大きく算定されることがあります。精算法ルートで補強計算を行う場合には、厳密な事前調査が必須です。また、精密診断法 1 により補強計算を行う場合には、破壊調査を含む事前調査が必要です。精算法ルートや精密診断法 1 により、耐震設計に先立つ耐震診断や耐震補強設計後の上部構造評点を算出する場合には、事前に事務局と協議してください。

防災協会耐震指針の補強計画では、耐震補強設計は精密診断の結果に基づいて行うのが最も望ましい方法として推奨されています。一般診断法に基づいて耐震設計を行う場合の注意事項が、防災協会耐震指針の「第 6 章 補強計画」に規定されていますので、次ページに引用します。

3. 一般診断法の特徴

一般診断法の現地調査は基本的に非破壊調査です。耐震設計時には適切な現地再調査を実施する必要がある一方、居住している住宅の現地調査には限度があります。一般診断法に基づいて耐震設計された住宅の解体工事は、破壊調査による確実な現地確認を兼ねている側面を持ちます。事前調査で確認が難しく想定により補強計算した事項は、耐震改修工事中に確認する必要があります。

一般診断法による補強計算では診断時の劣化低減をそのまま用いるのが原則です。耐震設計で劣化低減を解消する場合には確実な現地確認が必要です。例えば、内壁に雨漏りの痕があって劣化低減されているケースで、雨もりによって構造体が腐朽している場合には、単に内装材を張り替えるだけではなく、雨もり自体と構造体の腐朽を解消しなければ、劣化低減は解消できません。

耐震診断法では、建築基準法などに壁倍率の規定がない工法にも、壁基準耐力が設定されています。一般診断法で計上できる壁基準耐力の扱いは、次のとおり分類されます。新築では耐力要素とならない工法でも壁基準耐力を評価できるものがあり、厚 9 mm の石膏ボードのように、はがしてしまうと評価できなくなってしまう工法もあるので、耐震設計の際に注意が必要です。

- ① 耐震診断では評価できるが、詳細に調査を実施した場合を除いて、耐震設計では評価しないもの（化粧合板、劣化したモルタル壁など）。
- ② 建築基準法などに規定されていないが、耐震診断で評価でき、耐震改修工事で撤去しないで既存の

まま存続する場合は壁基準耐力を継続できるもの。ただし、これに該当する、健全なモルタル壁、窯業系サイディング（釘で固定したもの。金具留めのものは耐震診断・耐震設計とも評価できない）、金物補強のない筋かい、厚 9 mm の石膏ボード、ラスボードなどは補強には使用できない。

- ③ 建築基準法や性能表示制度に壁倍率が規定されていて、耐震診断でも耐震設計でも評価できるもの（所定の金物で補強した筋かい、構造用合板・構造用パネル（OSB）・石膏ボード（厚 12mm 以上）などの耐力壁と準耐力壁（一般診断法に壁基準耐力が設定されていない工法は、壁倍率を 1.96 倍して小数点以下第 2 位を四捨五入した値を壁基準耐力とする）。
- ④ 壁倍率や壁基準耐力の認定を受けている工法は、耐震診断でも耐震設計でも評価できる（壁倍率の扱いは③と同じ。施工する際に、施工者や設計者の登録や講習受講が認定条件となっている工法もある）。

6.3 一般診断法による補強の計画

一般診断法の現地調査は、基本的には非破壊検査である。よって、壁体内の劣化や耐力壁面材や接合部の仕様等は推定によるため、補強設計にあたっては、既存の壁の評価や劣化の評価に注意が必要である。以下に、一般的な事項を記す。

- ・耐震補強工法には、従来の工法である筋かいや構造用合板などや、第三者機関等により評価がされた工法を用いる。
- ・劣化したモルタル塗り壁や化粧合板などは、詳細に調査を実施した場合を除いて、補強設計で評価しない。
- ・仕様が不明な壁の耐力は、調査によって仕様を特定した上で耐力を評価する。不明な壁のままでは耐力を評価しない。
- ・劣化低減係数は、詳細な調査を実施した場合を除いて、原則、補強前の診断で用いた低減係数を用いる。

【解説】

耐震補強後の診断には原則、精密診断法を用いることを推奨するが、一般診断法をもとに実施した耐震補強設計も許容することにした。ただし、その際は、様々な注意事項があるので、それらを厳守しなければならない。以下に注意事項を列記する。

- ・既存の壁は一般的な工法である、筋かいや面材耐力壁である。既存と補強が組み合わせられた際に性能が確実に担保される既存の工法を用いる。ただし、日本建築防災協会「住宅等防災技術評価制度」等、公的機関の評価を受けた補強構法は一般的な工法と同列に評価が可能と考えられるので、既存の工法と同等の扱いが可能である。
- ・構造劣化しているモルタル塗り壁や所定の厚さのない化粧合板など、確実に構造性能を発揮できない可能性のある壁は、耐震補強計画では評価しないことを原則とする。
- ・解体工事中に軸組の内部の調査も可能となり壁の仕様が特定できる。よって、一般診断法での非破壊検査で特定できない場合に用いられる不明な壁の評価はもちいず、仕様を特定した上で補強設計に用いる。
- ・劣化度による低減係数について、一般診断法による調査結果をもとに耐震補強をおこなう場合、外観上の不具合が確認された部分の補修をおこなったとしても、壁内の劣化部分を補修したわけではないため、完全に劣化事象を取り除いたことにはならない。よって、外観上の不具合を補修しただけの場合は、補強後の診断においても補強前の劣化低減係数を用いることとする。また、外観上の不具合が確認された部分について、下地材を取り除くなどして詳細に診断をおこなった上で壁内の補強・補修したとしても、全ての劣化事象について補修・補強、さらには確認したことにはならないため、補強後の診断における劣化低減係数については上限を 0.9 とする。補強前の診断で劣化低減係数が 0.9 以上であった場合は、補強後の低減係数は変わらないものとするが、可能な限り劣化事象を取り除いておくべきである。

4. 耐震補強設計の進め方

札幌市補助制度を利用する耐震補強設計では、耐震改修でも段階改修でも、必ず上部構造評点を 1.0 以上とする必要があります。対象住宅の形態などによっては、上部構造評点を 1.0 以上にするための検討に多大な労力を要し、大規模な補強工事が必要となる場合もあります。上部構造評点を高くするためには合理的な手法があり、慣れていないと大きな手戻りを生じます。下記の手順を参考に耐震補強設計を進めると手戻りを防ぐことができます。

耐震性を向上させる補強方法の確認 → 耐震診断内容の確認 → 耐震補強方針の検討 →
耐震補強後の上部構造評点の試算 → 現地再確認 → 耐震補強計算 → 耐震補強図の作成

札幌市補助制度では、補助金交付申請を行い、交付決定通知後に申請者との設計契約を締結してから設計に着手します。厳密には、上記の手順全てが設計に該当しますが、耐震設計では、上部構造評点を 1.0 以上にするにはどの程度の補強が必要か、そのための工事費はどの程度かなど、事前に目途をつけないと設計契約を結びにくい要素を数多く含みます。申請者との信頼関係を保ち、スムーズに設計を進めるためには、耐震診断後の上部構造評点の試算までを事前に行ってから設計契約を締結することがひとつの方法です。

5. 耐震性を向上させる補強方法

あまり使っていない 2 階を解体して平屋にするなどの「減築」は、地震時に加わる水平荷重自体を小さくして、耐震性を向上させます。壁配置のバランスにも配慮しながら増築をして、増築部分を中心に耐力を強化する方法も耐震性を向上させる有効な方法ですが、どちらもかなり特殊な方法です。

外観を変えないで行う耐震改修に限定すると、耐震性を向上させて上部構造評点を高める補強方法は、「(ア)耐力を大きくする補強方法」と「(イ)耐力の低減を防ぐ補強方法」の 2 つです。2 つの補強方法には、それぞれに該当する補強工法や手法があります。対象住宅の状況や予算を考慮しながら補強方針を検討し、(ア)と(イ)の補強工法等を組み合わせ、「耐力を大きくする補強方法」の効果を「耐力の低減を防ぐ補強方法」と併用することで、合理的な耐震設計を行います。

一般診断法の方法 1 では、壁（無開口壁と有開口壁）を耐力要素としています。無開口壁では、両面に張られる面材の工法と筋かいの仕様で壁の合計耐力が決まり、その上限値は 10 k N/m です。壁の耐力は、壁の合計耐力×壁長×低減係数で算定されます。低減係数は、壁の設置位置と壁端柱の接合部や壁下部の基礎の状況によって決まります。壁を補強して合計耐力を大きくしても、壁端柱の補強を行わない場合や下部に基礎がない場合などには、その効果が低減される場合があります。

(ア)耐力を大きくする補強方法

- ①既存の無開口壁を筋かいや面材などで補強する。あるいは既存の筋かいに補強金物を設置する（無開口壁の合計耐力を大きくする。図 1 参照：図や写真は 5 章末に掲載する（共通））。
- ②耐震上有効ではない部位に無開口壁を設置する、あるいは有開口壁（窓等が設置されているか、垂壁が設置されている部位）を無開口壁とする（図 2 参照）掃出し開口等を窓型開口にしても耐力は増加するが効果は小さい。

(イ) 耐力の低減を防ぐ補強方法

- ①(ア)の①や②の補強工法により効果的な位置の耐力を大きくすることで、壁配置のバランスによる低減を改善する(図3参照)。
- ②耐力要素である壁端柱の柱脚・柱頭に補強金物を設置する(接合部仕様を強化する。図4参照)。
- ③基礎を補強する(基礎仕様を強化する。図5参照)。
- ④水平構面(小屋組及び2階床組)の床仕様を強化する(図6・7参照)。
- ⑤劣化低減を改善する(図8及び図9参照)。

耐震設計で主力となる補強工法は、耐力壁を構成する柱の柱頭・柱脚に所定の金物補強を行った上で、所定の金物で補強した筋かいや構造用面材を設置する工法です。

外壁を解体して外側から補強する工事では、どちらの補強工法でも新築と同様に施工することができます。ただし、内壁側の面材を残して筋かいをたすき掛けで設置する場合は、筋かいの厚さや補強金物の選択に配慮する必要があります。

外壁を残して内側から補強する工事では、既存の天井を一部解体しなければ、筋かいの設置はできません。補強金物の取付スペースが限定される場合も多く、補強金物をより慎重に選択する必要があります。構造用面材で補強する工法には、構造用面材を上下の横架材に緊結する耐力壁仕様と既存の床と天井間に構造用面材を設置する準耐力壁仕様があります(図10参照)。

耐力壁仕様には、大壁仕様、受材仕様、床勝ち仕様などがあります。告示1100号に、構造用合板、構造用パネル(OSB)、構造用パーティクルボード、構造用MDFを使用した、高倍率(大きな壁基準耐力)の耐力壁が追加されました。構造用合板と構造用パネル(OSB)には大臣認定仕様もあり、その他に、建材メーカー等で認定を取得している工法も多数あり、構造用面材による耐震補強工法のバリエーションは豊富で、有力な補強工法です。構造用面材耐力壁の仕様毎に使用する釘の種類(写1参照)やピッチが規定されていますし、施工する際に、施工者や設計者の登録や所定の講習の受講が必要な認定もありますので、留意してください。

外壁の外側から構造用面材耐力壁を使用して補強する場合には、内部結露に対する注意が必要です。対象住宅は断熱が不十分で、特に気密性能が確保されていない住宅がほとんどです。構造用合板や構造用パネル(OSB)などの透湿抵抗が高い面材を張ると、充填断熱の外側で気密性能を上げることになり、内部結露の発生を促進する可能性が高くなります。構造用MDFなどはある程度の透湿性があり、内部結露発生の不安をある程度低減します。根本的な解決方法は、構造用面材の外側に付加断熱材を厚く張ることです。予算との関連もありますが、外壁を剥がして耐震改修と断熱改修を同時に行うと合理的で、工事後の住宅の居住性は著しく改善します。構造体の劣化が目視確認できる利点もあります。

合計耐力の大きな耐力壁で補強すると、強度の大きな金物補強が不可欠になります。1階の柱脚にはホールダウンタイプの金物を設置するケースが多くなり、柱の近くにあと施工アンカーボルトを施工するかホールダウンアンカーを施工する必要があります。既存のアンカーボルトの配置を耐震設計時に確認することは不可能で、施工時に確認することになります。必要な位置に既存のアンカーボルトが設置さ

れている可能性は低く、耐震改修工事にはあと施工アンカーボルト（写 2 参照）の設置が欠かせません。

耐震改修工事の補強として、構造用面材耐力壁や筋かいの設置、それに伴う金物補強やあと施工アンカーボルトの施工は必須です。

構造面以外の留意点として、延焼の恐れのある部分の防火措置があります（図 1 1 参照）。法 2 2 条区域内では、延焼の恐れのある部分の外壁は準防火構造以上の仕様とする必要があります。建設当時は内装材については問われませんでしたが、現在は厚 4 mm 以上の合板か石膏ボードが張られていなければ適合しない可能性が高くなっています。延焼の恐れのある部分の内装が厚 3 mm 程度の化粧合板の場合やユニットバスがある場合には、防火上、既存不適格となっている可能性が高く、耐震改修工事と同時に適法化することが望ましい対応です。

札幌市補助事業の対象となり、下屋がある 2 階建の木造住宅の外観を変えないで行う耐震補強設計を前提として、補強方法のポイントについて説明します。

（1）一般診断法で採用できる補強工法

一般診断法で採用できる耐震補強工法は、建築基準法などで壁倍率が設定されている工法か、壁倍率や壁基準耐力の認定を受けている工法に限られます。既存のまま補強しない部位は、劣化したモルタル外壁や化粧合板などを除いて、耐震診断時の耐力（補強に使用できない工法の壁基準耐力を含む）を引き継ぎます。

次に該当する工法は、一般診断法で補強に使えます。

- ①一般診断法で壁基準耐力を定めている工法のうち、次の工法。
 - ・所定の金物で補強した筋かい（既存の筋かいに所定の補強金物を取り付ける場合を含む）
 - ・構造用合板（耐力壁仕様・準耐力壁仕様）・構造用パネル（OSB）
- ②2004 年版の一般診断法で壁基準耐力を定めている工法のうち、建築基準法で壁倍率を設定している工法（木ずりを除く）。
- ③建築基準法で壁倍率を設定している工法（木ずりを除く）や壁倍率や壁基準耐力の認定を受けている工法。壁倍率は 1.96 倍して壁基準耐力に換算する（小数点以下第 2 位を四捨五入）。
- ④性能表示制度の準耐力壁に該当する工法（木ずりを除く）。壁倍率は 1.96 倍して壁基準耐力に換算する（小数点以下第 2 位を四捨五入）。

（2）耐力を大きくする補強方法と基礎及び接合部仕様の関係

耐震設計上、基本となる補強工法は（ア）の①です。南面に大きな窓等が設置され、南面の無開口壁だけでは十分な耐力の確保ができない場合や、内部の間取りの変更を伴う改修を併用するような場合には、（ア）の②の補強手法を併用すると合理的です。補強後の無開口壁の合計耐力は、1 階は基礎と接合部の仕様に応じて、2 階は接合部の仕様に応じて、低減される場合があります。接合部仕様による低減を防ぐため、壁端柱に補強金物を設置する手法が（イ）の②です。（イ）の③に基礎を補強する手法を掲げていますが、基礎を補強するのは施工と工事費の負担が大きいため、なるべく仕様の高い基礎の上にある壁を

優先して補強するのが合理的です。

多雪区域内に建設されている住宅は、積雪時と無積雪時の両方を計算して小さい方の数値を上部構造評点としますが、ほとんどの場合、積雪時で決まります。札幌市内の積雪深は、定山溪などを除き 140 c m です。積雪深が 140 c m で、無開口壁の合計耐力がそれぞれ 2.0、3.0、5.0、7.0～10.0 k N/m の時に、壁の設置位置と基礎及び接合部仕様の組合せによる耐力の低減係数を表にして、次ページに示します。基礎・接合部の各仕様は以下のとおりです。

基礎Ⅰ：健全な鉄筋コンクリート造布基礎またはべた基礎

基礎Ⅱ：ひび割れのある鉄筋コンクリート造布基礎またはべた基礎

健全な無筋コンクリート造布基礎または軽微なひび割れのある無筋コンクリート造布基礎
柱脚に足固めを設け鉄筋コンクリート底盤に柱脚または足固め等を緊結した玉石基礎

基礎Ⅲ：ひび割れのある無筋コンクリート造布基礎、玉石、石積、ブロック基礎

無開口壁等の下部に基礎がない場合

接合部Ⅰ：壁端柱の柱脚・柱頭が告示 1460 号に適合する仕様

接合部Ⅱ：壁端柱の柱脚・柱頭が羽子板ボルト程度の金物補強

接合部Ⅲ：壁端柱の柱脚・柱頭がほぞ差し、釘打ち、かすがい等（構面の両端が通柱）

接合部Ⅳ：壁端柱の柱脚・柱頭がほぞ差し、釘打ち、かすがい等

多雪区域・積雪深 140 c m : 壁の合計耐力ごとの設置位置と基礎・接合部仕様による耐力低減係数

壁の合計耐力 : 2.0 k N/m以下

設置位置	2 階建ての 1 階			1 階の下屋部分			2 階
仕様	基礎 I	基礎 II	基礎 III	基礎 I	基礎 II	基礎 III	—
接合部 I	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
接合部 II	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
接合部 III	1.0	1.0	1.0	—	—	—	1.0
接合部 IV	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

壁の合計耐力 : 3.0 k N/m

設置位置	2 階建ての 1 階			1 階の下屋部分			2 階
仕様	基礎 I	基礎 II	基礎 III	基礎 I	基礎 II	基礎 III	—
接合部 I	1.0	1.0	1.0	1.0	0.87	0.79	1.0
接合部 II	1.0	1.0	1.0	0.92	0.84	0.79	0.92
接合部 III	1.0	1.0	1.0	—	—	—	0.79
接合部 IV	1.0	1.0	1.0	0.79	0.79	0.79	0.79

壁の合計耐力 : 5.0 k N/m

設置位置	2 階建ての 1 階			1 階の下屋部分			2 階
仕様	基礎 I	基礎 II	基礎 III	基礎 I	基礎 II	基礎 III	—
接合部 I	1.0	0.92	0.89	1.0	0.82	0.72	1.0
接合部 II	0.97	0.92	0.89	0.85	0.74	0.69	0.85
接合部 III	0.89	0.89	0.89	—	—	—	0.69
接合部 IV	0.89	0.89	0.89	0.71	0.71	0.69	0.66

壁の合計耐力 : 7.0~10.0 k N/m

設置位置	2 階建ての 1 階			1 階の下屋部分			2 階
仕様	基礎 I	基礎 II	基礎 III	基礎 I	基礎 II	基礎 III	—
接合部 I	1.0	0.89	0.81	1.0	0.82	0.72	1.0
接合部 II	0.97	0.89	0.81	0.8	0.72	0.64	0.77
接合部 III	0.81	0.81	0.81	—	—	—	0.61
接合部 IV	0.81	0.81	0.81	0.41	0.41	0.41	0.58

※対象住宅が 3 階建ての場合は、「2 階建の 1 階」を「3 階建の 2 階」に、「1 階の下屋部分」を「2 階の下屋部分」に、「2 階」を「3 階」に読み替える。

合計耐力が 2.0 k N/m 以下の無開口壁は、どの位置に設置されていても、基礎や接合部の仕様に関わらず耐力は低減されません。合計耐力が 3.0 k N/m の無開口壁は、2 階建の 1 階部分では基礎や接合部の仕様に関わらず耐力は低減されませんが、2 階や下屋部分で壁端柱が金物で補強されていない場合の耐力は 0.79 倍に低減されます。札幌市補助事業の耐震診断では、無開口壁の合計耐力は 3 程度以下のことが多く、基礎や接合部の仕様が上部構造評点に及ぼす影響はあまり大きくありません。

壁端柱が金物で補強されていないと、無開口壁の合計耐力が 5 程度の場合、耐力は 2 階建て部分の 1 階で 0.9 倍程度、2 階や下屋部分で 0.7 倍程度に低減され、合計耐力が 7 ～ 10 k N/m の場合には、2 階建て部分の 1 階で 0.81 倍、下屋部分で 0.41 倍、2 階で 0.6 倍程度に低減されます。

耐震補強設計では、無開口壁の合計耐力を大きくすることが多く、上限値の 10 k N/m に近い値とする場合もあります。合計耐力が概ね 5.0 k N/m 以上の無開口壁は、仕様が基礎Ⅰかつ接合部Ⅰである場合を除いて、存在する位置及び基礎と接合部仕様の組合せに応じて耐力が低減されます。合計耐力を大きく補強する場合、壁端柱の柱脚・柱頭は接合部Ⅰに適合する補強を行い、1 階では仕様の高い基礎の上部に設置することが、耐力の低減を防ぐ上で重要なポイントです。

この表を参考に、どの位置で補強すると効果が大きいのか、壁端柱にどの程度の補強金物を設置するかなどの検討を行い、想定した補強を Wee2012 に入力して上部構造評点の試算を行い、補強の効果を確認しながら耐震設計を進めます。

【無開口壁の合計耐力を 10 k N/m に補強する場合】 () : 壁基準耐力 (k N/m)

○既存の無開口壁

厚さ 9 mm の石膏ボード張り (1.1) + 厚さ 3 mm の合板張り (0.9) → 合計耐力 : 2.0 k N/m

○補強後の無開口壁 (既存の両面仕上材を撤去)

構造用合板張り (耐力壁仕様 ; 5.2) + 構造用合板張り (準耐力壁仕様 ; 3.1) + 筋かい

(36 × 105 mm、端部 1.5 倍金物設置 ; 2.4) → 合計耐力 : 10.0 k N/m (5.2 + 3.1 + 2.4 = 10.7 → 10.0)

※補強後の合計耐力は上限値の 10 k N/m で既存の 5 倍

○補強後の無開口壁の壁端柱の接合部仕様 : Ⅰ ～ Ⅳ で低減状況を比較

○接合部Ⅰの場合 (接合部Ⅱの場合)

- ・ 2 階にある場合 → 耐力は 10.0 k N/m、低減なし (耐力は 7.7 k N/m に低減)
- ・ 1 階の下屋部分にある場合 → 耐力は 10.0 k N/m、低減なし (耐力は 8.2 k N/m に低減)
- ・ 2 階建て部分の 1 階にある場合
 - 下部の基礎がⅠ → 耐力は 10.0 k N/m、低減なし (耐力は 8.0 k N/m に低減)
 - 下部の基礎がⅡ → 耐力は 8.2 k N/m に低減 (耐力は 7.2 k N/m に低減)
 - 下部の基礎がⅢ → 耐力は 7.2 k N/m に低減 (耐力は 6.4 k N/m に低減)

○接合部Ⅳの場合 (接合部Ⅲの場合)

- ・ 2 階にある場合 → 耐力は 5.8 k N/m に低減 (耐力は 6.1 k N/m に低減)
- ・ 1 階の下屋部分にある場合 → 下部の基礎がどの仕様でも、耐力は 4.1 k N/m に低減 (接合部Ⅳと同じ)
- ・ 2 階建て部分の 1 階にある場合 → 下部の基礎がどの仕様でも、耐力は 8.1 k N/m に低減 (接合部Ⅳと同じ)

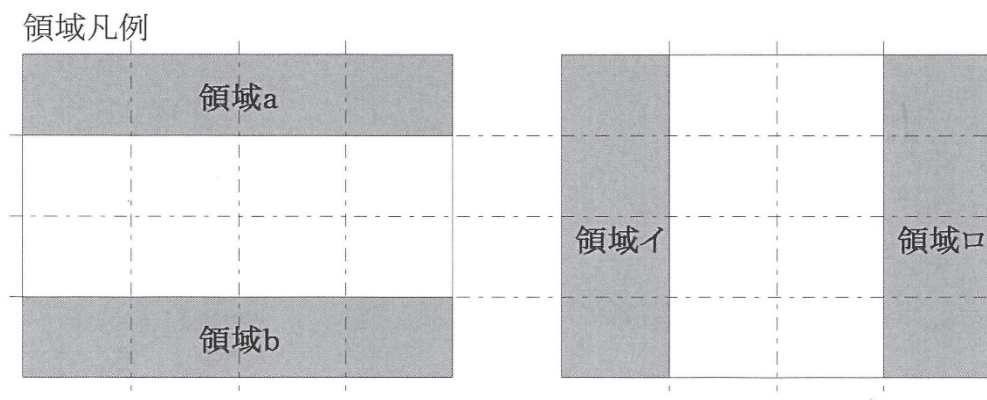
(3) 壁配置等のバランスによる低減を改善する手法

壁配置等のバランスによる低減は、Wee2012 の「6. 耐力要素の配置等による低減係数」で確認します。この低減係数は、各階ごとに、X方向とY方向の側端部分（両端 1/4 部分）に存在する耐力の充足率の比率と、床の仕様の組合せによって決まり、「8. 上部構造評点」の表で、配置などによる低減係数として各階・各方向のそれぞれの上部構造評点に乘じられます。

X方向の側端部分とは、下図の領域 a（＝X方向側端部分上）と領域 b（＝X方向側端部分下）をいい、Y方向側端部分は領域イ（＝Y方向側端部分左）と領域ロ（＝Y方向側端部分右）です。領域の耐力の充足率は、領域の無開口壁の耐力（ Q_w ）／領域の必要耐力（ Q_r ）です。1階X方向の耐力要素の配置等による低減係数は、1階の領域 a と領域 b の充足率の比率で決まり、仮に充足率が 1.0 に達していなくても、それぞれの充足率が一定の範囲で近い場合は低減されません。床仕様のレベルが高い（2階床と屋根の水平構面の剛性が高い）ほど、「一定の範囲」が広くなり、低減されにくくなります。

全ての側端部の充足率を 1.0 以上とする耐震補強は、地震時の平面的なねじれを小さくする効果があります。1階の外周には、ほとんどの住宅で布基礎が設置されているので、外壁で金物補強を伴う耐震補強を行うと、壁の合計耐力の低減も抑えられ、信頼性の高い耐震設計につながります。

Wee2012 の「6. 耐力要素の配置等による低減係数」を確認し、充足率が 1.0 未満となっている領域に耐力のバランスを考慮しながら、耐力上有効な壁を設定していくと、(イ)の②の床仕様を強化する補強手法を取らなくても、壁配置等のバランスによる低減をなくすことができます。床仕様の強化は、屋根や2階床の仕上材を撤去しないとできないので、これに該当する大規模な改修工事以外では現実的な補強手法ではありません。



(4) 劣化低減事象を解消するための前提となる考え方

劣化低減は、Wee2012 の「7. 劣化度による低減係数」で確認します。劣化低減係数は、 $1 - (\text{劣化点数} / \text{存在点数})$ で計算され、最大 0.7 まで低減されます。劣化低減係数は、「8. 上部構造評点」の表で、各階・各方向全ての上部構造評点を低減させます。全体にかかるので、劣化事象を解消すると効果的ですが、耐震診断時の劣化低減係数が 0.9 以下であった場合は、全ての劣化事象を解消しても劣化低減係数は 0.9 が上限となります。一般診断法では劣化の現地確認を目視で行うことが原則で、メンテナンス工事を適切に行っている住宅では、劣化事象が見えなくなっている場合もありますし、札幌市補助事業の対象は、少なくとも 40 年以上経年している住宅ですので、診断時に劣化事象が確認されていない場合（劣化低減係数＝1.0）でも、耐震補強設計後の上部構造評点の算定上は劣化低減係数を 0.9 とするのが適切だと考えます。

劣化低減係数は、目視で劣化が確認された場合には、その周辺の見えない構造材を劣化させている可能性が高いので保有する耐力を低減するという考え方です。外装材の亀裂を例にすると、亀裂から雨水が浸入し、構造体である柱などを腐食させている可能性があるという判断です。表面的にその亀裂を補修することに留まらず、亀裂周辺の構造体を確認し、健全ではない場合は交換や補強をするなどの措置（P 22 の図 9 参照）をしないと、劣化点数は解消できません。屋根、外壁、バルコニー部分の劣化事象は、雨水の浸入による構造体の腐朽につながりやすく、浴室周りの劣化事象は漏水や内部結露による構造体の腐朽につながります。床鳴りが確認された部位はその解消に留まらず、床組が健全であることを確認する必要があります。

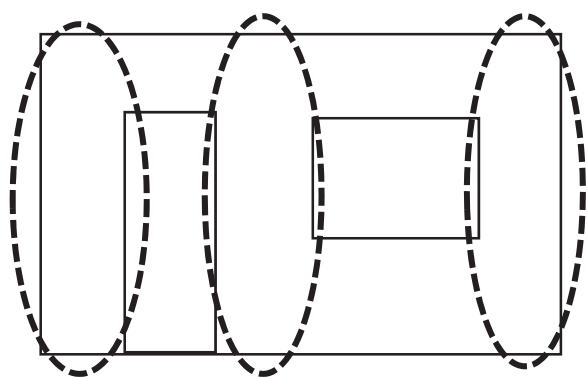
一般診断法により補強計算を行う場合には、診断時の劣化低減をそのまま引き継ぐのが原則で、劣化低減を解消するためには、詳細な現地調査が必要です。

(5) 床や基礎仕様の強化

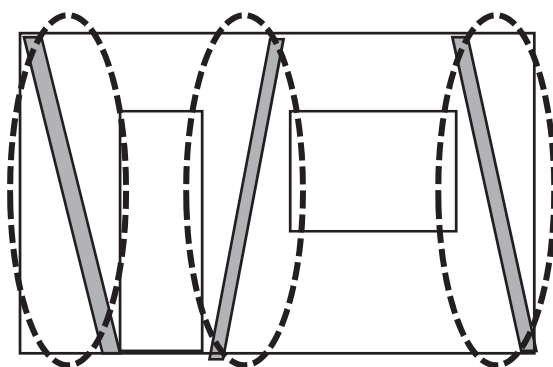
前述したとおり、床や基礎仕様の強化は大規模な改修工事につながります。

床仕様の強化方法は、2 階床組と小屋組に火打ち梁を追加するか、2 階床と屋根の下地を合板張りにするかのどちらかで、屋根や 2 階床を全面的に改修する場合以外は難しい方法です。床仕様の強化は、壁配置等のバランスによる低減を改善する一つの要素ですが、適切な壁配置となる耐震補強を行えば、床仕様を強化しなくても、低減の解消は可能です。

無筋コンクリート造の布基礎を鉄筋コンクリート造にするには、既存の基礎に隣接して鉄筋コンクリートの基礎を設置することになります。外周の基礎でも重機による土工事は難しい場合が多く、内部の基礎ではさらに 1 階床の解体が前提となります。耐震改修だけを行う場合、床や基礎仕様の強化は大掛かりな工事が必要になるので、どうしても上部構造評点が 1.0 に達しない場合の最後の手段的な位置付けになります。

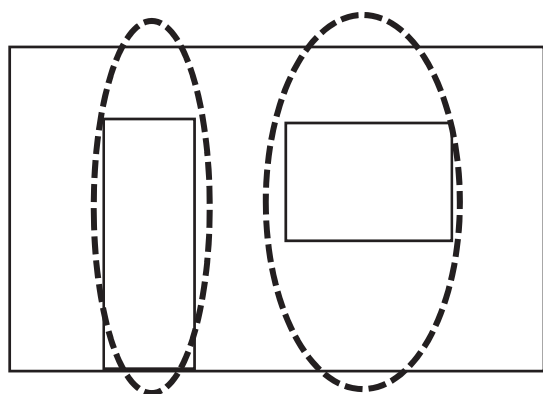


既存無開口壁

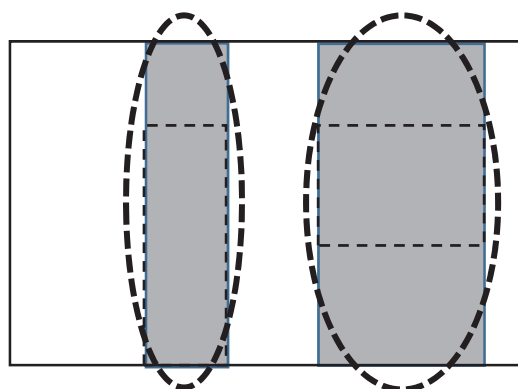


筋かいや面材で補強

図 1

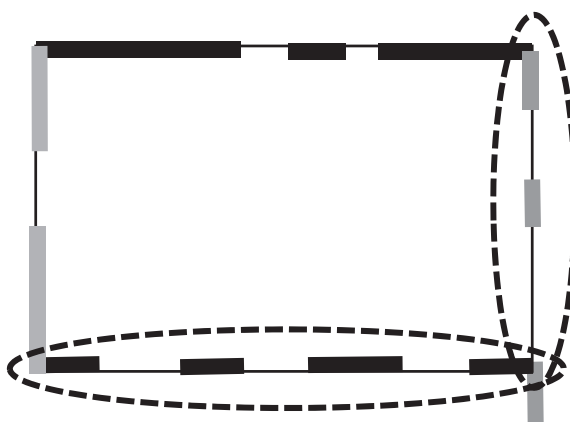
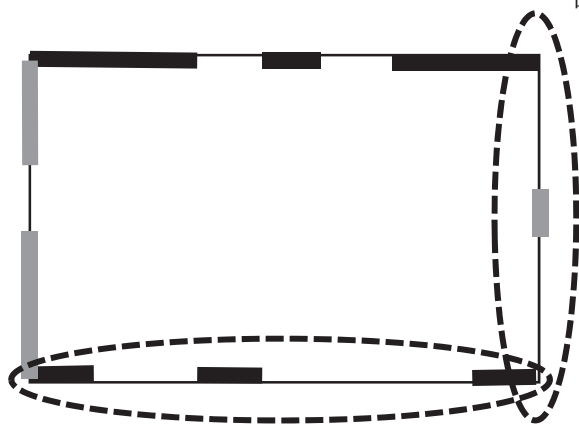


既存有開口壁



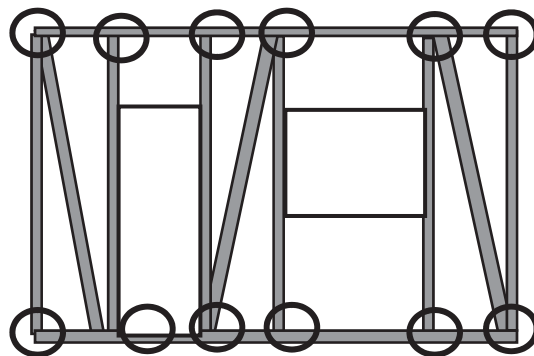
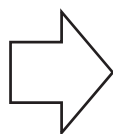
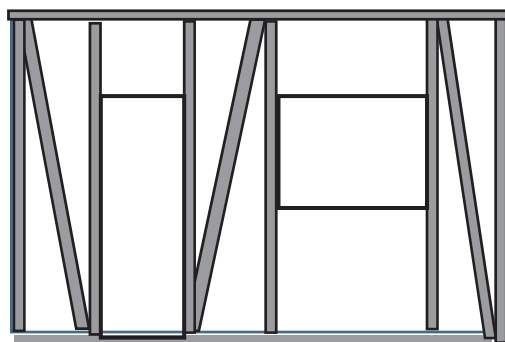
無開口壁にして補強

図 2



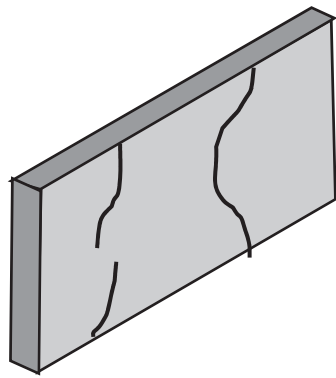
壁配置バランスを改善

図 3

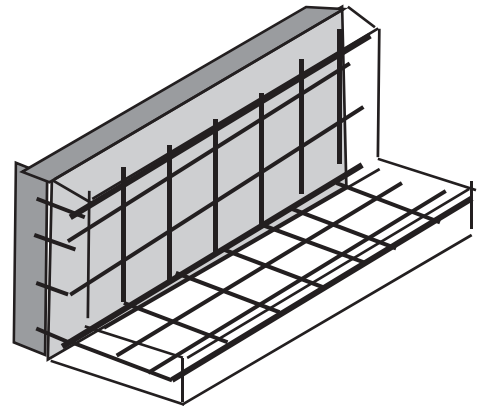
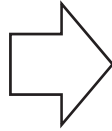


補強金物を設置

図 4

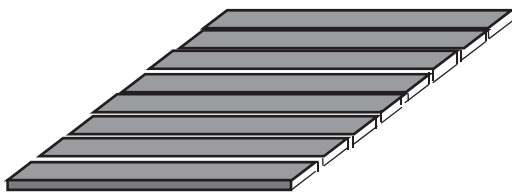


無筋コンクリート造布基礎

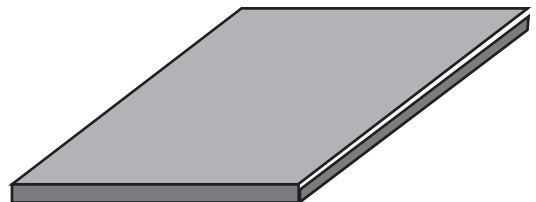


鉄筋コンクリート造布基礎で補強

図 5



荒 板



構造用合板で床仕様を強化

図 6

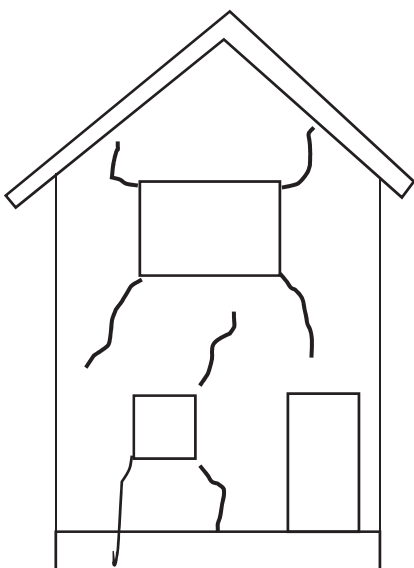


吹抜け

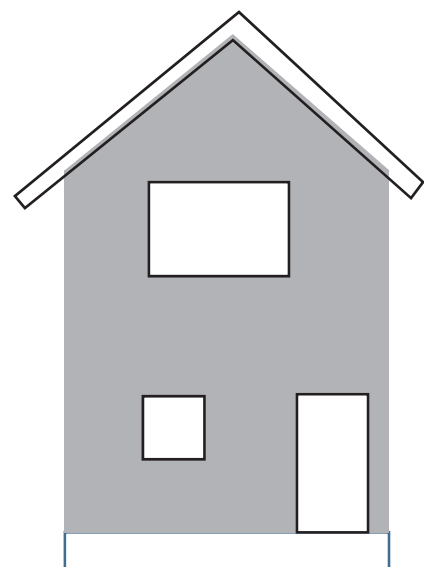


火打梁で床仕様を強化

図 7



下地材腐朽・モルタル壁ヒビ割れ



腐朽下地材交換・補強、モルタル壁撤去・
外装材新設により劣化低減

図 8

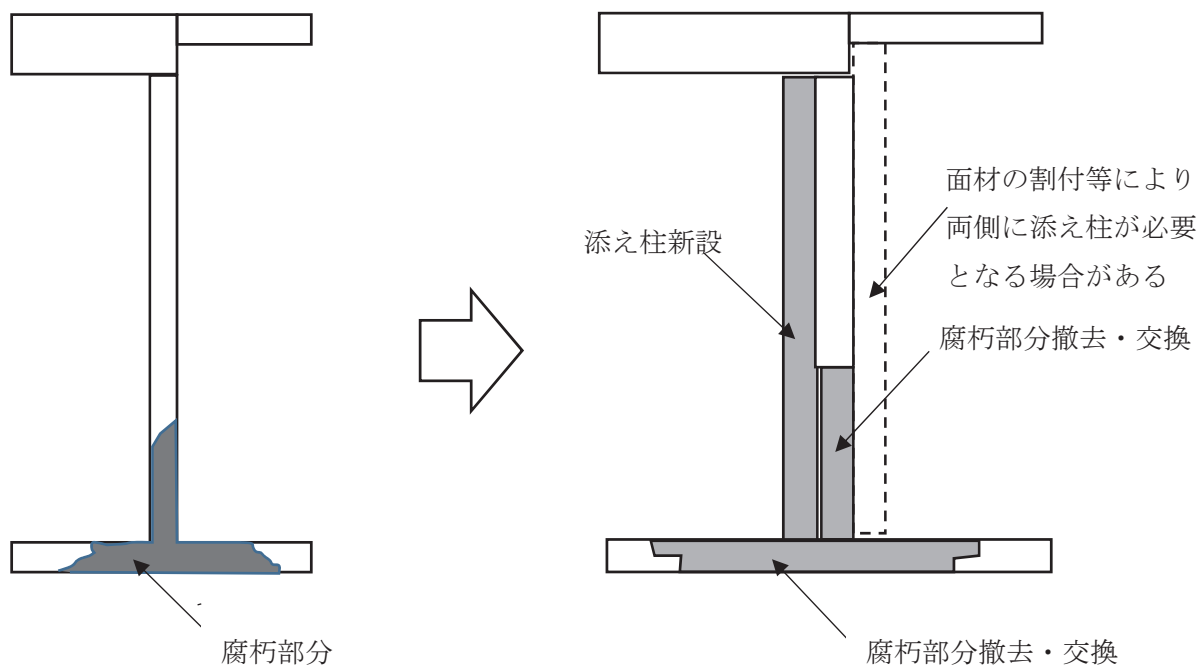
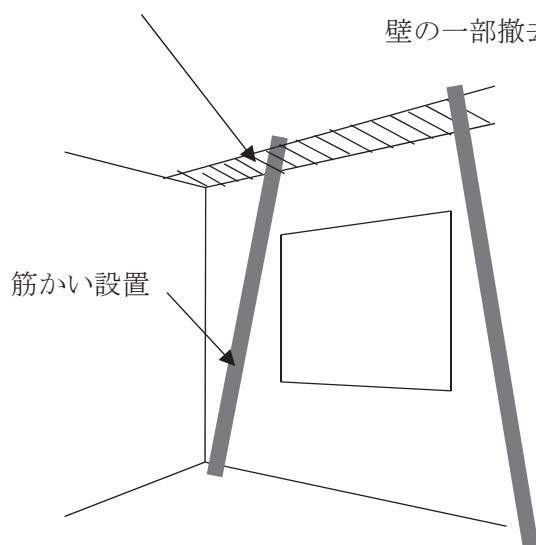


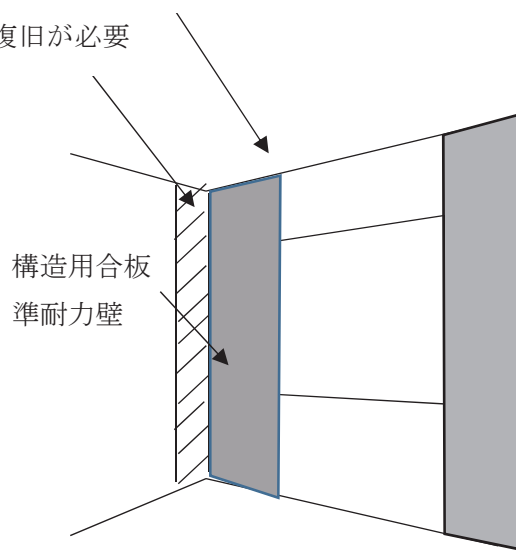
図 9

天井の一部撤去・復旧が必要

天井は撤去不要



壁基準耐力 2.4 k N/m (30×90 以上)
3.1 k N/m (45×90 以上)
所定の筋かい金物を使用



壁基準耐力 3.1 k N/m
構造用合板の高さ $\geq$ 横架材間内法寸法 $\times 0.8$
最小幅 90cm 以上・入隅を含め大壁仕様

図 10

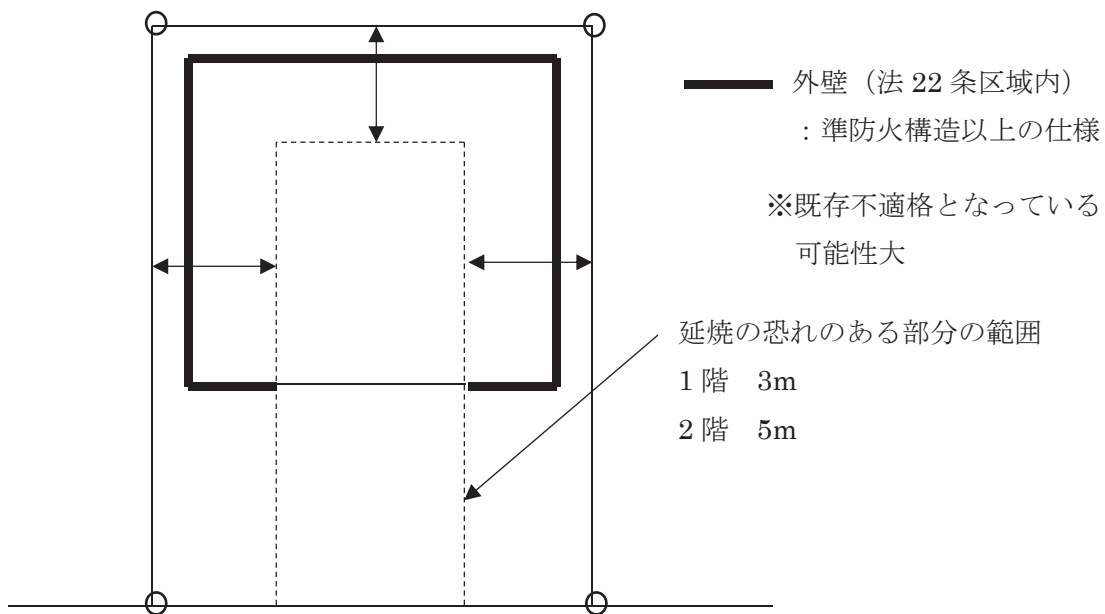


図 11



N 釘（黒または無色）



CN 釘（緑色）

写真 1



写真 2

6. 耐震診断内容の確認

耐震診断と耐震補強設計の違いを念頭に、「耐震性を向上させる補強方法」を意識しながら、耐震診断の内容の確認を進め、耐震補強方針のイメージ造りにつなげます。

(1) 耐震診断と耐震補強設計の違い

札幌市補助制度の対象となる住宅は旧耐震基準で建設されているため、耐震診断で上部構造評点が1.0以上になることは全くと言っていいほどありません。平面形態や壁の外・内装材などは現地確認しますが、既存の図面がある場合は、現地調査で相違が確認できた場合や明らかに不合理な場合を除いて、既存図面の記載内容に基づいて耐震診断を行います。記載された位置に、記載されたサイズの筋かいが設置されていることを全て確認することは困難です。一般診断法の現地確認は目視が前提で、図面表示や想定に基づいて実施している面があり、既存図面がない場合にはさらにその傾向が強まります。耐震診断の上部構造評点は、極論すれば、対象住宅がどれだけ地震に弱いのかを示す目安の数値です。

一方、札幌市補助制度の耐震設計では、耐震補強設計後の上部構造評点を1.0以上とすることが必須です。対象住宅の現状の把握に不明な点がある場合は、耐震補強後の計算で上部構造評点を過大に算出しないように入力する必要があります。耐震診断の診断内容をそのまま踏襲すると、実際には存在していない筋かいの耐力を加算している場合や、実際には基礎上の壁なのに、下部に基礎がないものとして不利な計算となっている場合が予想されます。

耐震補強方針に合わせて、適切な現地の再調査を行い、現状をできるだけ正確に把握し直してから、耐震補強設計を行うことが重要です。現状の把握が不十分なまま、上部構造評点を過大にしないように耐震補強設計を進めると、対象住宅の特性によっては、補強後の上部構造評点を1.0に到達させることが難しいケースもあります。既存図面に表記されている筋かいで、補強工事を進める中でもその存在を確認できないものは、耐震補強設計に加えないなどの配慮が確実な耐震設計につながります。

防災協会耐震指針では、耐震補強設計は精密診断法に基づいて行うことを推奨し、一般診断法による補強計画には注意事項を定めています。その中で、劣化したモルタル塗り壁や化粧合板は、補強設計では原則として評価しないことになっています。精密診断法では、厚さ3mm以上の合板張りの壁基準耐力は一般診断法と同じ0.9kN/mですが、N25以上のくぎを使用し200mm以下のピッチで固定する設定です。化粧くぎを使用していることがほとんどである化粧合板張りは、釘の仕様やピッチが適合しない可能性が高いと思います。

現地の再調査やモルタル塗り壁、化粧合板、筋かいなどの扱いで変更が大きい場合は、それらを反映して耐震再診断を行い、それをベースとして耐震設計を行うとスムーズに進みます。

(2) 耐震補強設計につながる重要な確認項目

耐震診断計算書で、耐震性を向上させる補強方法に関連する項目を確認することは、耐震補強方針を検討する上で重要です。

耐震診断計算書の「8. 上部構造評点」の表を確認して、壁・柱の耐力(Q_u)が、必要耐力(Q_r)を下回っている階と方向では、必ず(ア)の補強方法によって Q_u を大きくする必要があります。補強する位置は、配置などによる低減係数(e_{Kf1})が小さい階・方向を確認し、「6. 耐力要素の配置等による低減係数」の表の充足率(Q_w/Q_r)の小さい部位を優先します。このような補強により e_{Kf1}

を極力 1.0 とします。

劣化度 (dK) の向上は、全ての階と方向に影響があり重要ですが、補強工事の方針によっては劣化点数の解消が難しい場合もあります。例えば、既存のモルタル外壁の上にサイディングを 2 重張りしている住宅で、外壁はそのままにして内部から耐震補強工事を行うような場合には、外壁の劣化点数は解消されません。耐震補強方針を定め、補強計算上の dK を決定し、 Q_u を dK の逆数分を割増しして、 $Q_u > (Q_r / dK)$ とすることにより劣化低減を補います。

このように、「8. 上部構造評点」の表を確認し、 Q_u と Q_r の比較により、 $eKf1$ を極力 1.0 にするように補強することや、劣化低減に応じた補強をすることが合理的な耐震設計につながります。

7. 耐震補強方針の検討

耐震診断内容を確認し、対象住宅の特性を把握して耐震補強方針を検討します。

依頼者の要望も方針に大きく影響します。

(1) 依頼者の要望を踏まえた検討

補強方針に大きく影響する、依頼者の要望や、要望に対する判断の例を列記します。

- ・なるべく安い予算で耐震改修したい。
 - 外壁を全て撤去して行う耐震補強は難しい。
段階改修を検討する。
- ・住宅全体の傷みを感じているので、確実な補強をしてほしい。
 - 外壁全体を外側から耐震補強すると外壁の構造体の劣化は目視確認が可能になる。小屋組みも確認でき、2 階床組の外壁側も見える。
- ・仮住まいをしないで、住んでいる状態で耐震補強工事をしてほしい。
 - 内部から大規模な耐震補強を行うことは難しい。外からの耐震補強でも足場の設置が必要で、騒音も発生し、居住性は低下するが了解を得られるか。
- ・外壁を張り替えたばかりなので、手をつけたくない。
 - 外壁を内部から耐震補強すると断熱や気密の処理が必要となるが、間仕切壁だけでどの程度の補強箇所が確保できるか。
騒音やほこりなどの問題があるが、仮住まいは可能か。
家具や荷物の移動や養生はどうするか。
- ・2 階はあまり使用していないので、手を掛けたくない。
 - 2 階の上部構造評点を確認して、どの程度の補強が必要か伝える。
(特に 2 階の上部構造評点が 0.7 程度の場合は) 段階改修を検討する。
- ・断熱改修を合わせて行いたい。
 - 外からの耐震補強を行い、断熱改修を併用する。
- ・水回りの改修を合わせて行いたい。
 - 水回り部分は内側から耐震補強しやすいが、補強位置として適切か。
水回りには、細かく基礎が設置されていることが多く耐力の低減は小さい。

耐震補強は技術的に難易度が高い設計と言えます。耐震改修に限らず、改修工事は住んでいる人が現状に不満を感じて行う工事です。住んでいる所で工事をするので、新築にはない難しさもあり、設計者も施工者も、技術だけではなく「コミュニケーション能力」が重要です。

(2) 外壁全体を耐震補強する方法

各階・各方向で全体的に上部構造評点が低い場合は、外壁全体を耐震補強すると有効です。2階の上部構造評点は1階に比べて高い場合が多いので、参考例に提示しているように、1階を外側から、2階は内部から耐震補強する判断もあります。工事費は高くなりますが、既存のモルタル外壁が劣化している場合などには、重いモルタル外壁を軽い外装材に変えることになるので、上部構造評点の向上以上に、実質的には耐震補強の効果が大きくなり、特に有効な方法です。外からの耐震補強には次のような利点があります。

- ・土台や外壁の構造体の状況が目視確認できる。
- ・金物補強がしやすい。
- ・外周の耐力を高める補強なので、壁配置のバランスが向上する。
- ・外部の工事が中心なので、住みながらの改修工事がしやすい(大規模な改修工事になり、足場を掛け、音も出るので、仮住まいしてもらうことの利点は大きい)。
- ・外装材が新しくなり、外観が一変する。
- ・断熱補強工事を併用しやすい。

耐震改修は地震時に限らず構造の安全性を向上させ、人命にもかかわり、最優先で検討すべき工事です。しかし、耐震改修工事だけを行っても、快適性の向上には貢献しません。断熱補強工事を併用するとその分、工事費は高くなりますが、耐震改修と断熱改修を別々に行うよりは極めて合理的な工事となります。構造用面材で補強した外側に、厚い付加断熱を施すと内部結露の心配もほとんどなくなり、断熱性と耐久性を確実に向上させます。構造体の状態を確認して、劣化している部分を交換や補強することもでき、設計者・工事監理者の立場からも不安を残さない方法といえます。改修工事後の耐震性能や断熱性能は、新築以上のレベルとすることも可能で、バリアフリー改修を併用すると、長く住み続けられる住宅になります。

(3) 施工箇所を限定して耐震補強する方法

各階・各方向の1～2箇所の上部構造評点が極端に低い場合は、特定の方向で壁の配置等による低減が大きいなどの要因が考えられます。南側に大きな開口部が設置され、有効な壁が少ない住宅のケースなどが当てはまります。大きな開口を切り詰め、その一部を合計耐力の大きい無開口壁とすると、上部構造評点が一気に高くなり、補強箇所が少なく工事費を大きくしないで耐震補強できる可能性があります。

(4) 内側から耐震補強する方法

耐震診断の内容を精査して、効果の大きい位置を優先して内側から耐震補強を行います。補強する位置に加えて室の用途も考慮します。上部構造評点を1.0以上にすると、倒壊する可能性は小さくなりますが、段階改修を行う場合は一定の期間、「倒壊する可能性がある」状態で住むことになるので、寝室など

の壁を優先して補強することは有効です。

効果の大きい位置は、Wee2012 の「6. 耐力要素の配置等による低減係数」を確認し、充足率が 1.0 未満となっている領域です。耐力のバランスを考慮しながら、耐力上有効な壁を設定していきます。用途も考慮しながら、補強する部屋をなるべく限定すると、工事を進めやすくなります。対角線の両端部分（例えば南西角と北東角の室）を重点的に補強する方法は、両方向の壁配置のバランスに配慮した補強につながります。押入などは、小さな空間に両方向の壁が配置されていて、仕上げも軽易でよいことから、耐震補強位置としては有利ですが、全ての壁の下に基礎が配置されていることはほとんどないため、補強壁の耐力の低減を考慮する必要があります。

内側からの補強が大規模になると、住みながらの改修工事は難しくなりますし、家具などの移動や養生も必要です。壁端柱の金物補強は床の根太や天井裏で行うことになり、隣接する天井や床の一部を解体して施工性を確保することや、特に、柱と筋かいの接合位置で、柱と土台や梁、柱と筋かいの両方を金物補強する場合には、施工可能な金物を選定する必要があります。

(5) 劣化の低減を解消する方法

劣化の低減は、Wee2012 の「7. 劣化度による低減係数」で確認します。劣化低減の解消については、3. 耐震性を向上させる補強方法の「(4) 劣化低減事象を解消するための前提となる考え方」に記載したとおりで、慎重な対応が必要な方法です。劣化低減係数が 0.7 に近く、大きく低減されている場合には、劣化事象を解消すると確実に上部構造評点が向上します。劣化事象を放置すると構造体の腐朽などに直結することもあり、劣化事象を取り除くことは大切です。

8. 耐震補強後の上部構造評点の試算

耐震補強方針を検討する際に、上部構造評点の試算を行います。一度の試算で上部構造評点が 1.0 以上になることはまず有り得ません。試算を繰り返し、その結果を確認することで、より合理的な耐震設計となります。

耐震診断内容を精査して現地の再調査を行い、必要があれば耐震診断の再診断を行い、その設定で上部構造評点の試算を行います。Wee2012 の操作方法是、以下のとおりです。最終の補強設計後の上部構造評点の計算も同様の操作方法によって行います。

- ① 耐震診断のデータを読み込み、上部のツールバーで「概要」を選択し、表示された画面の基本設定の計算モードを現況診断から「補強計算」にチェックを入れ替えると、全体が補強モードになる。
- ② 上部のツールバーで「1 階」または「2 階」、引き続き「壁」を選択すると、1 階または 2 階の壁配置図が表示される。
- ③ 壁配置図の補強したい壁にポインターを合わせて右クリックすると、壁の入力表が画面に現れ、壁入力【修正中】が表示される。
- ④ 壁入力欄上部の現存部材を「補強部材」にチェックを入れ替える。
- ⑤ 両外面と芯に補強後の仕様を選択する。
- ⑥ 必要に応じて接合部と基礎の仕様を変更する。
- ⑦ 補強した壁は壁配置図の壁表示がWから「HW」に変わる。

耐震診断内容を精査して現地の再調査を行い、耐震診断の入力に多少の変更はあるが、再診断を行わない場合には、補強計算でそれらの変更を「現状部材」のまま入力します。耐震設計の精査を受ける際に、当初の診断内容に変更がある場合には、再診断の有無を問わず、「耐震診断の変更内容」を明示する必要があります。

補強モードでの入力方法の解説

建物概要の入力

基本設定
 計算モード: ☒ 現況診断 ☐ 補強計算
 診断方法: ☒ 方法1 ☐ 方法2
 モジュール: 1モジュール = 910 mm

建物概要 (解説は①～⑦の青い文字をクリック)

① 建物名称: 札幌太郎 診断依頼者: 札幌太郎 様

② 所在地: 札幌市中央区北1条西2丁目1-7

③ 竣工年: 年

④ 建物仕様
 建物の階数: ☐ 平屋 ☒ 2階建 ☐ 3階建 ☐ 1階はRC又はS造
☐ 軽い建物 ☐ 重い建物 ☐ 非常に重い建物
 屋根仕様: 鉄板葺き 壁仕様: ラスモル外壁+ボード内壁

⑤ 地域係数 Z: ☐ 1.0 ☐ 0.9 ☐ 0.8 ☐ 0.7 ☐ その他

⑥ 地盤による割増: ☐ 1.0 ☐ 割増係数

⑦ 形状割増係数: 短辺幅4.0m以上 ☐ 1.0 ☐ 1.13
 短辺幅4.0m未満

⑧ 積雪深さ (cm): ☐ 多雪以外の区域 ☒ 多雪区域 140 cm

⑨ 基礎仕様
☒ I 健全な鉄筋コンクリート造の布基礎またはべた基礎
☐ II ひび割れのある鉄筋コンクリートの布基礎又はべた基礎、無筋コンクリート造の布基礎、柱脚に足場の支保具が鉄筋コンクリート床面に柱脚または足場の支保具を支持した土留基礎、軽微なひび割れのある無筋コンクリート造の基礎
☐ III 玉石、石積、ブロック基礎、ひび割れのある無筋コンクリート造の基礎など

⑩ 床仕様: ☐ I 合板 ☒ II 火打ち+荒板 ☐ III 火打ちなし
☐ 4m以上の吹き抜けがある

⑪ 主要な柱径: ☒ 120mm未満 ☐ 120mm以上

⑫ 接合部仕様
☐ I 平成12年建設省告示第1460号に適合する仕様
☐ II 羽子板ボルト、山形プレートIP、かど金物CP-T、CP-L、込み栓
☐ III はさみ差し、釘打ち、かすがい等(構面の両端が通し柱の場合)
☐ IV はさみ差し、釘打ち、かすがい等

OK キャンセル

- 耐震診断のデータを読み込み、上部のツールバーで「概要」を選択し、表示された画面の基本設定の計算モードを現況診断から「補強計算」にチェックを入れ替えると、全体が補強モードになる。
- 上部のツールバーで「1階」または「2階」、引き続き「壁」を選択すると、1階または2階の壁配置図が表示される。
- 壁配置図の補強したい壁にポインターを合わせて右クリックすると、壁の入力表が画面に現れ、壁入力【修正中】が表示される。
- 壁入力欄上部の現存部材を「補強部材」にチェックを入れ替える。
- 両外面と芯に補強後の仕様を選択する。
- 必要に応じて接合部と基礎の仕様を変更する。
- 補強した壁は壁配置図の壁表示がWから「HW」に変わる。



壁の入力【修正中】

壁の厚さ: 36 木すり下地モルタル塗り壁 2.2

芯: 16 筋かい木材30×90以上、釘打ち(片筋) 1.9

外面: 42 合板(厚3以上) 0.9

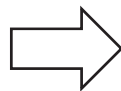
クリア 全て不明 合計耐力= 5.00

接合部: 同建物概要の接合部仕様

基礎: 同建物概要の基礎仕様

番号	工法の種類 (厚さ単位: mm)	壁基準耐力 (kN/m)
1	不明(両面・芯とも不明の場合)	2.0
2	塗厚40以上 横架材まで達する場合	2.4
3	塗厚50未満 横架材7割以上	1.5
4	土 塗厚50以上 横架材まで達する場合	2.8
5	塗厚70未満 横架材7割以上	1.8
6	り 塗厚70以上 横架材まで達する場合	3.5
7	壁 塗厚90未満 横架材7割以上	2.2
8	塗厚90以上 横架材7割以上	3.9
9	横架材7割以上	2.5
10 [11]	筋かい鉄筋9φ	1.5 [3.2]
12 [13]	筋かい木材15×90以上 びんた伸ばし	1.5 [3.2]
14 [15]	筋かい木材30×90以上 BP又は同等品	2.4 [4.8]
16 [17]	釘打ち	1.9 [3.8]
18 [19]	筋かい木材45×90以上 BP-2又は同等品	3.2 [6.4]
20 [21]	釘打ち	2.5 [5.2]
22 [23]	筋かい木材90×90以上 IM12ボルト	4.8 [9.6]
24	筋かい製材18×89以上(枠組壁工法用)	1.3
25	木すりを釘打ちした壁	0.8
26 [27]	構造用合板(耐力壁仕様)	5.2 (1.5)
28	構造用合板(耐力壁仕様)(枠組壁工法用)	5.4
29 [30]	構造用合板(準耐力壁仕様)	3.1 (1.5)
31 [32]	構造用パネル(OSB)	5.0 (1.5)
33	構造用パネル(OSB)(枠組壁工法用)	5.9
34 [35]	ラスシートモルタル塗り	2.5 (1.5)
36	木すり下地モルタル塗り壁	2.2
37 [38]	窯業系サイディング張り	1.7 (1.3)
39 [40]	石膏ボード張り(厚9以上)	1.1 (1.1)
41	石膏ボード張り(厚12以上)(枠組壁工法用)	2.6
42 [43]	化合成板(厚3以上)	0.9 (0.9)
44	ラスボード	1.0
45	ラスボード下地しっくい塗り	1.3
58	窓型開口壁	0.6
59	掃出し型開口壁	0.3
60	その他(別添仕様)	入力

注: []内は両筋の場合、()内は間筋仕様の場合の値を示す。



壁の入力

外面: 60 その他(別添仕様) 8

芯: 18 筋かい木材45×90以上、BP-2または同等品(片) 3.2

外面: 0 無し 0

クリア 全て不明 合計耐力=10.00

接合部: I 平成12年建設省告示第1460号に適合する

基礎: 同建物概要の基礎仕様

番号	工法の種類 (厚さ単位: mm)	壁基準耐力 (kN/m)
1	不明(両面・芯とも不明の場合)	2.0
2	塗厚40以上 横架材まで達する場合	2.4
3	塗厚50未満 横架材7割以上	1.5
4	土 塗厚50以上 横架材まで達する場合	2.8
5	塗厚70未満 横架材7割以上	1.8
6	り 塗厚70以上 横架材まで達する場合	3.5
7	壁 塗厚90未満 横架材7割以上	2.2
8	塗厚90以上 横架材7割以上	3.9
9	横架材7割以上	2.5
10 [11]	筋かい鉄筋9φ	1.5 [3.2]
12 [13]	筋かい木材15×90以上 びんた伸ばし	1.5 [3.2]
14 [15]	筋かい木材30×90以上 BP又は同等品	2.4 [4.8]
16 [17]	釘打ち	1.9 [3.8]
18 [19]	筋かい木材45×90以上 BP-2又は同等品	3.2 [6.4]
20 [21]	釘打ち	2.5 [5.2]
22 [23]	筋かい木材90×90以上 IM12ボルト	4.8 [9.6]
24	筋かい製材18×89以上(枠組壁工法用)	1.3
25	木すりを釘打ちした壁	0.8
26 [27]	構造用合板(耐力壁仕様)	5.2 (1.5)
28	構造用合板(耐力壁仕様)(枠組壁工法用)	5.4
29 [30]	構造用合板(準耐力壁仕様)	3.1 (1.5)
31 [32]	構造用パネル(OSB)	5.0 (1.5)
33	構造用パネル(OSB)(枠組壁工法用)	5.9
34 [35]	ラスシートモルタル塗り	2.5 (1.5)
36	木すり下地モルタル塗り壁	2.2
37 [38]	窯業系サイディング張り	1.7 (1.3)
39 [40]	石膏ボード張り(厚9以上)	1.1 (1.1)
41	石膏ボード張り(厚12以上)(枠組壁工法用)	2.6
42 [43]	化合成板(厚3以上)	0.9 (0.9)
44	ラスボード	1.0
45	ラスボード下地しっくい塗り	1.3
58	窓型開口壁	0.6
59	掃出し型開口壁	0.3
60	その他(別添仕様)	入力

注: []内は両筋の場合、()内は間筋仕様の場合の値を示す。

診断時の木ずり下地モルタル塗り壁を補強設計で劣化があるため評価しない場合の入力方法（診断時の化粧合板壁を補強設計で評価しない場合も同様）

- ① 耐震診断のデータを読み込み、上部のツールバーで「概要」を選択し、表示された画面の基本設定の計算モードを現況診断から「補強計算」にチェックを入れ替えると、全体が補強モードになる。
- ② 上部のツールバーで「1階」または「2階」、引き続き「壁」を選択すると、1階または2階の壁配置図が表示される。
- ③ 壁配置図の補強したい壁にポインターを合わせて右クリックすると、壁の入力表が画面に現れ、壁入力【修正中】が表示される。
- ④ 壁入力欄上部の「現存部材」と「補強部材」の選択は、「現存部材」のままとする。
- ⑤ 外面の「木ずり下地モルタル塗り壁」を「無し」に変更する。
- ⑥ 壁配置図の壁表示はWのままとなり、壁の合計耐力の数値が変わる。



● 現存部材 ○ 補強部材

壁の入力【修正中】

外面 36 木ずり下地モルタル塗り壁 2.2

芯 16 筋かい木材30×90以上、釘打ち(片筋) 1.9

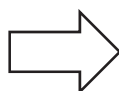
外面 39 石膏ボード張り(厚9以上) 1.1

クリア 全て不明 合計耐力= 5.20

接合部: 同建物概要の接合部仕様

番号	工法の種類 (厚さ単位: mm)	壁基準耐力 (kN/m)
1	不明(両面・芯とも不明の場合)	2.0
2	塗厚40以上 横架材まで達する場合	2.4
3	塗厚50未満 横架材7割以上	1.5
4	土 塗厚50以上 横架材まで達する場合	2.8
5	塗厚70未満 横架材7割以上	1.8
6	り 塗厚70以上 横架材まで達する場合	3.5
7	壁 塗厚90未満 横架材7割以上	2.2
8	塗厚90以上 横架材まで達する場合	3.9
9	塗厚90以上 横架材7割以上	2.5
10 [11]	筋かい鉄筋9φ	1.6 [3.2]
12 [13]	筋かい木材15×90以上 びんた伸ばし	1.6 [3.2]
14 [15]	筋かい木材30×90以上 BP又は同等品	2.4 [4.8]
16 [17]	筋かい木材30×90以上 釘打ち	1.9 [3.8]
18 [19]	筋かい木材45×90以上 BP-2又は同等品	3.2 [6.4]
20 [21]	筋かい木材45×90以上 釘打ち	2.6 [5.2]
22 [23]	筋かい木材90×90以上 M12ボルト	4.8 [9.6]
24	筋かい製材18×89以上(枠組壁工法用)	1.3
25	木ずりを釘打ちした壁	0.8
26 [27]	構造用合板(耐力壁仕様)	5.2 (1.5)
28	構造用合板(耐力壁仕様)(枠組壁工法用)	5.4
29 [30]	構造用合板(準耐力壁仕様)	3.1 (1.5)
31 [32]	構造用パネル(OSB)	5.0 (1.5)
33	構造用パネル(OSB)(枠組壁工法用)	5.9
34 [35]	ラスシートモルタル塗り	2.5 (1.5)
36	木ずり下地モルタル塗り壁	2.2
37 [38]	窯業系サイディング張り	1.7 (1.3)
39 [40]	石膏ボード張り(厚9以上)	1.1 (1.1)
41	石膏ボード張り(厚12以上)(枠組壁工法用)	2.6
42 [43]	化粧板(厚3以上)	0.9 (0.9)
44	ラスボード	1.0
45	ラスボード下地しっくい塗り	1.3
58	窓型開口壁	0.6
59	掃出し型開口壁	0.3
60	その他(別添仕様)	入力

注: []内は両筋の場合、()内は開縁仕様の場合の値を示す。



● 現存部材 ○ 補強部材

壁の入力

外面 0 無し 0

芯 0 無し 0

外面 39 石膏ボード張り(厚9以上) 1.1

クリア 全て不明 合計耐力= 1.10

接合部: IV ほぞ差し、釘打ち、かすがい等

番号	工法の種類 (厚さ単位: mm)	壁基準耐力 (kN/m)
1	不明(両面・芯とも不明の場合)	2.0
2	塗厚40以上 横架材まで達する場合	2.4
3	塗厚50未満 横架材7割以上	1.5
4	土 塗厚50以上 横架材まで達する場合	2.8
5	塗厚70未満 横架材7割以上	1.8
6	り 塗厚70以上 横架材まで達する場合	3.5
7	壁 塗厚90未満 横架材7割以上	2.2
8	塗厚90以上 横架材まで達する場合	3.9
9	塗厚90以上 横架材7割以上	2.5
10 [11]	筋かい鉄筋9φ	1.6 [3.2]
12 [13]	筋かい木材15×90以上 びんた伸ばし	1.6 [3.2]
14 [15]	筋かい木材30×90以上 BP又は同等品	2.4 [4.8]
16 [17]	筋かい木材30×90以上 釘打ち	1.9 [3.8]
18 [19]	筋かい木材45×90以上 BP-2又は同等品	3.2 [6.4]
20 [21]	筋かい木材45×90以上 釘打ち	2.6 [5.2]
22 [23]	筋かい木材90×90以上 M12ボルト	4.8 [9.6]
24	筋かい製材18×89以上(枠組壁工法用)	1.3
25	木ずりを釘打ちした壁	0.8
26 [27]	構造用合板(耐力壁仕様)	5.2 (1.5)
28	構造用合板(耐力壁仕様)(枠組壁工法用)	5.4
29 [30]	構造用合板(準耐力壁仕様)	3.1 (1.5)
31 [32]	構造用パネル(OSB)	5.0 (1.5)
33	構造用パネル(OSB)(枠組壁工法用)	5.9
34 [35]	ラスシートモルタル塗り	2.5 (1.5)
36	木ずり下地モルタル塗り壁	2.2
37 [38]	窯業系サイディング張り	1.7 (1.3)
39 [40]	石膏ボード張り(厚9以上)	1.1 (1.1)
41	石膏ボード張り(厚12以上)(枠組壁工法用)	2.6
42 [43]	化粧板(厚3以上)	0.9 (0.9)
44	ラスボード	1.0
45	ラスボード下地しっくい塗り	1.3
58	窓型開口壁	0.6
59	掃出し型開口壁	0.3
60	その他(別添仕様)	入力

注: []内は両筋の場合、()内は開縁仕様の場合の値を示す。

9. 現地の再調査

耐震診断時の現地調査より詳細な調査を行い、外周以外の基礎の位置や状況、筋かいの有無等を目視確認すると、合理的な耐震設計につながります。耐震診断と同じ診断員が耐震設計を行う場合でも、再度、より厳密な現地調査を実施すべきです。事前に試算を行うと、補強する上で重要なポイントが把握できるので、的確で要領を得た現地調査が可能になります。

以下の事項などについて再調査しますが、補助事業であることを考慮し、確認しきれない場合には上部構造評点が過大とならないように注意します。

- ・特に内部の基礎配置や状態
- ・基礎鉄筋の有無（スキャナーを使用する。）
- ・筋かいの位置と寸法（改修工事を通じて目視できない部分は筋かいが無いものと判断し、すると上部構造評点を過大にしない。改修工事で目視確認ができる場所の筋かいは、仮に相違があっても設定どおりのものに入れ替えればよい。筋かいの施工費は高くない。）
- ・既存の壁の合計耐力に関わるもの
- ・劣化事象の再確認（全体的にひび割れしていると判断していたモルタル外壁を再確認して、ひび割れが一部に留まっていれば、劣化点数は解消して、ひび割れ部分の壁基準耐力は0とするなどの対応が考えられる。）

また、対象住宅の建材等にはアスベスト（石綿）が含有されている可能性が高く、解体・改修工事を行う場合に居住者や施工者などに健康被害をもたらす懸念があります。このため、石綿障害予防規則や大気汚染防止法などの関係法令に必要な措置が定められています。アスベストが含有されている可能性が高いのは、モルタル壁の塗装や窯業系サイディング、軒天ボード、石膏ボードなどです。これらの解体を伴う場合はアスベストの有無について専門業者による事前調査を行い、調査結果を発注者に書面で提出するとともに、工事現場の見やすい場所に掲示します。また、解体工事の対象となる床面積の合計が 80 m²以上、または請負代金の合計が 100 万円以上の改修工事の場合は、事前調査結果を札幌市及び労働基準監督署に報告しなければなりません。（報告は、原則「石綿事前調査結果報告システム」を利用します。）

工事を進める上でも、外部足場を所定のシートで覆う飛散防止措置やばく露防止措置を行い、アスベストを含む解体材は適切に処分する必要があります。アスベストの有無は工事費にも影響するため、事前調査は重要です。

10. 耐震補強図と計算書の作製

Wee2012 による計算書は、耐震診断・再診断・耐震補強後の積雪時と無積雪時のものを設計精査確認時に提出します。接合部仕様の根拠となるN値計算書や土台を固定する後打ちのアンカーボルトの根拠などの提出も必要です。

耐震補強の作製図面は工事内容によってかなり変わりますので、参考例を確認しながら次の事項を明示してください。

- ・改修前の平面や立面
- ・解体や撤去工事の内容や施工範囲
- ・耐震補強工事の内容と施工範囲、その内札幌市補助事業の補助対象としている内容と範囲
- ・段階改修の場合、段階改修時点の耐震補強工事の内容と施工範囲
- ・伏図の提出が必要な場合もあります
- ・補強工法の詳細図
- ・他に利用している補助制度の名称とその工事内容と範囲

11. 設計精査と設計確認報告

耐震設計が完了したら、必要書類を事務局に提出して設計精査を受けます。耐震設計精査確認報告書（協会様式7）が交付された後に、札幌市に設計確認報告を提出します。詳細については、「Ⅰ 手続き編」を参照してください。