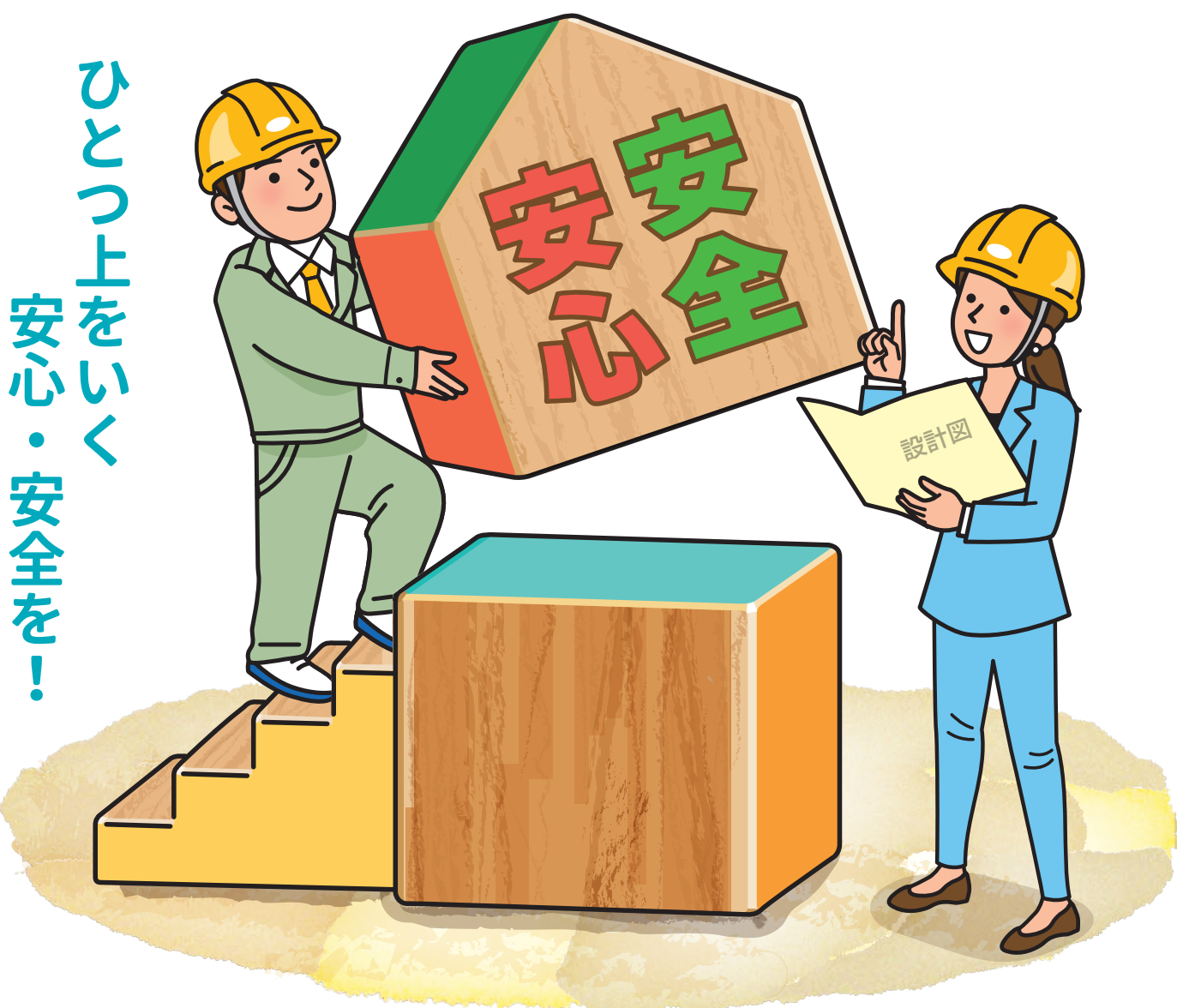


住宅等の小規模
木造建築物の

耐震設計・施工には “より安全な設計・施工” が必要です

耐震性能確保のための留意事項
(設計・施工編) 第2版

令和6年1月に発生した能登半島地震や平成28年4月に発生した熊本地震では震度7を観測し、多くの人的被害や建物被害が生じました。これらの地震では建築基準法の旧耐震基準（1981年5月以前）の建物に倒壊・崩壊被害が多く発生しましたが、新耐震基準（1981年6月以降）の建物においても一部倒壊・崩壊被害がありました。地震によっては想定を超える揺れが生じる場合があることから、余裕のある耐震性能の確保について建築主に理解していただき、より安全なものとなるように設計・施工しましょう。



耐震性能確保のための留意事項 設計編

余裕をもった耐震設計に努めましょう。▶建築主への説明を丁寧にして納得していただくことも重要です

1 余裕をもった壁量を確保し耐震性能を向上させる

1-1 建築基準法での仕様規定による壁量は最低限の基準です。予想もできない大規模地震や連続した大規模地震による倒壊を防ぐためには、以下の壁量を確保することも検討しましょう。

※「耐震等級2」「耐震等級3」を満足するためには、単に壁量を増やすだけではなく、床組、小屋組等の床倍率が必要床倍率以上であることの確認など、各種の条件を満足する必要があります。

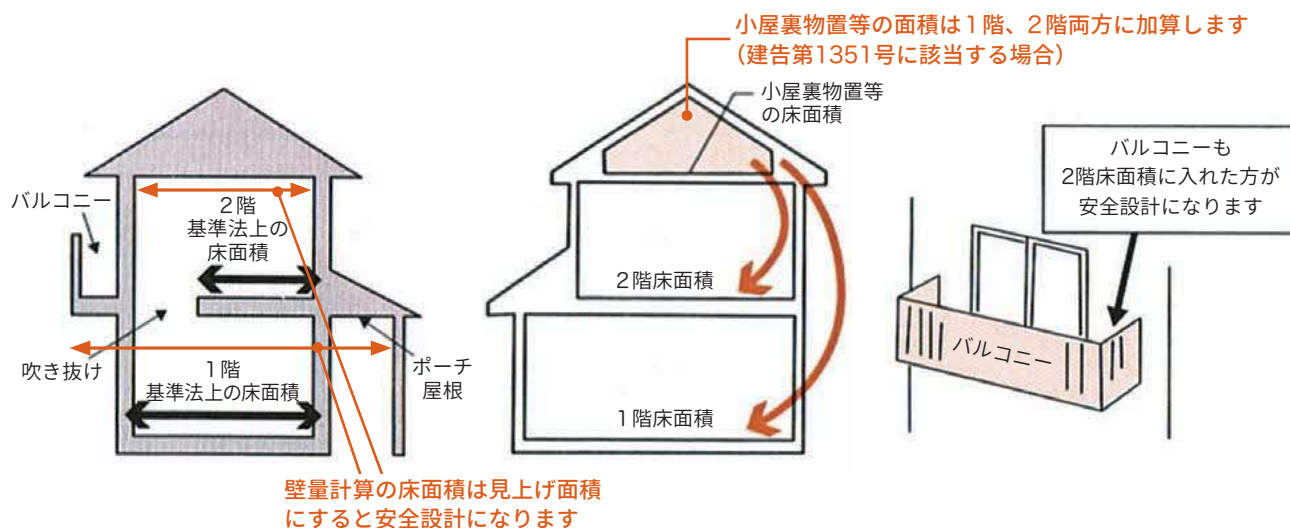


注) 品確法：住宅の品質確保の促進等に関する法律

壁量計算の基準（建築基準法施行令第46条、平成12年建設省告示第1352号）をぎりぎりクリアしている建物でも、大規模の地震で倒壊した事例があるため、壁量充足率を1.5以上の余裕ある壁量にすることが望ましい。

1-2 床面積の取り方に注意しましょう

通常の壁量計算の床面積は見下げ面積です。これに含まれない小屋裏物置等、バルコニー、ポーチなどの面積は安全を考慮して壁量計算の床面積に含めて壁量計算をすると良いでしょう。



1-3 荷重の実態に応じて算定式（早見表、表計算ツール）により、適正な床面積あたりの必要壁量を算定しましょう。屋根仕様、外壁仕様、1階2階の床面積割合、太陽光パネルの有無等により床面積あたりの必要壁量を求めると共に、更に重い外装材を使用する場合や積雪荷重も適切に評価し、必要壁量に反映すると良いでしょう。

※早見表、表計算ツールは（公財）日本住宅・木材技術センターのWebで確認できます。

1-4 軟弱地盤は地震力の割り増しをしましょう

地盤調査や地盤図等により軟弱地盤であることが疑われる場合には、必要壁量を割り増して設計しましょう。通常行われる柱状改良や小口径鋼管杭打ちでは軟弱地盤での大規模地震の揺れを防ぐことはできません。

【参考】地震時の地盤の揺れやすさを示す指標としてGs値（表層地盤増幅率）があります。（国研）防災科学技術研究所が運営する「地震ハザードステーション」のウェブサイトで日本各地のGs値を約250m四方単位で確認でき、0.5～3.0の範囲で示され、数値が大きいくほど地盤は軟弱で揺れは大きくなります。Gs値が「1.6」以上で地盤が弱いことを示すとされています。このGs値により軟弱地盤を評価するの一つの方法です。

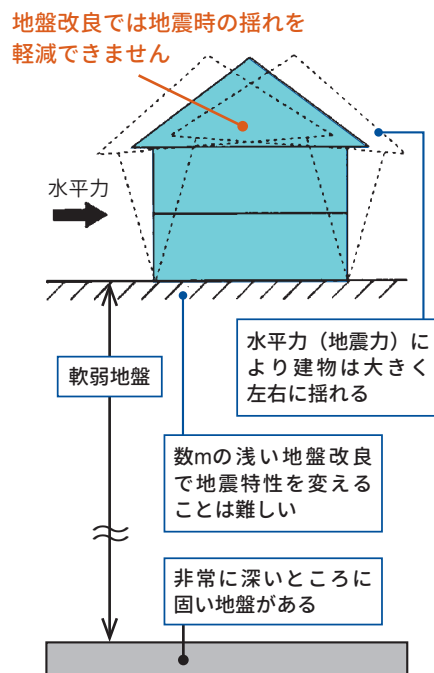
1-5 2階建て以下の木造住宅でも許容応力度計算により安全性を確保しましょう

許容応力度計算による耐震等級3は、品確法による耐震等級3より耐震性能が高くなります

1-6 許容応力度計算による構造計算の他に、より高度な計算方法により建物の安全を確認することが望めます

例えば、フリーソフトとして公開されている『wallstat(※)』は過去に起こった地震や告示で規定される設計用の人工的地震動に対し、「時刻歴応答解析」により各部にかかる力を計算し、その力による損傷の程度や変形を計算します。これにより建物がどの様に損傷していくかを、色変化で「見える化」することができます。このソフトを使用することにより新築物件の安全性を確認できると共に、建築主に対しても視覚的に安全性をアピールすることができます。

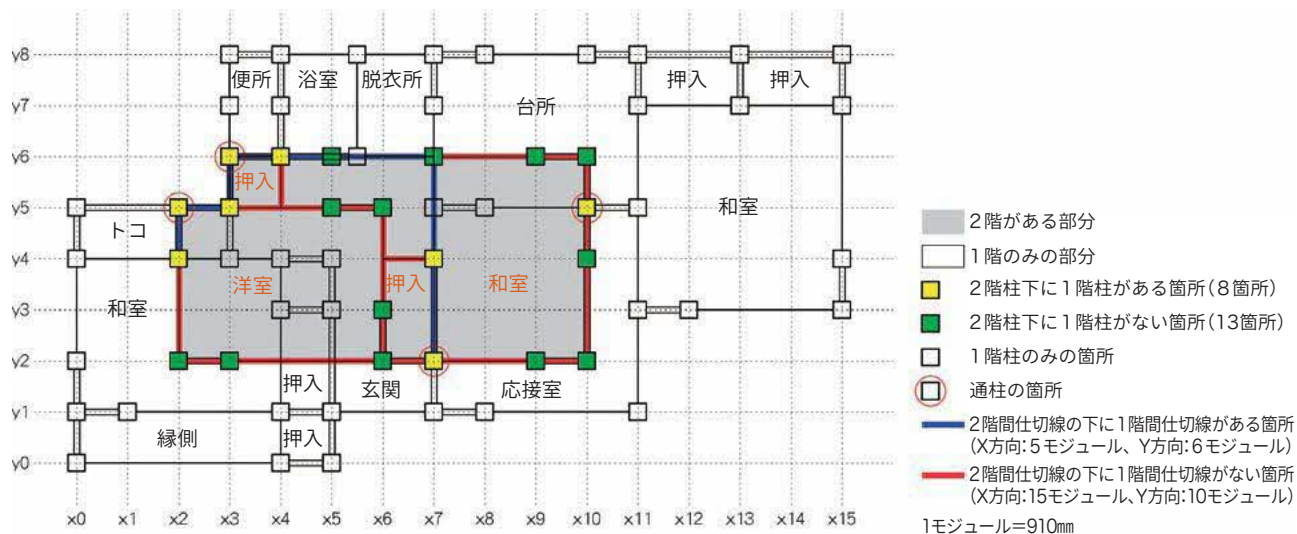
※開発者:京都市大学 生存圏研究所 准教授 中川貴文氏



実際の解析例：色が黄色→橙色→赤色と変化し倒壊するのが分かります

2 柱直下率及び壁直下率の確保

2-1 建築基準法では規定されていませんが、壁直下率（2階間仕切線の下に1階間仕切線がある割合）は60%以上、柱直下率（2階柱下に1階柱がある割合）は50%以上が望ましいとされています。壁直下率及び柱直下率が低い場合、2階の荷重は2階床横架材をへて1階柱に伝達されることになり、地震時の横架材の鉛直荷重負担が大きく、設計した耐力壁の性能を十分に発揮することができません。柱直下率及び壁直下率を考慮した平面計画にすることにより、通常時の構造瑕疵も防ぐことができます。

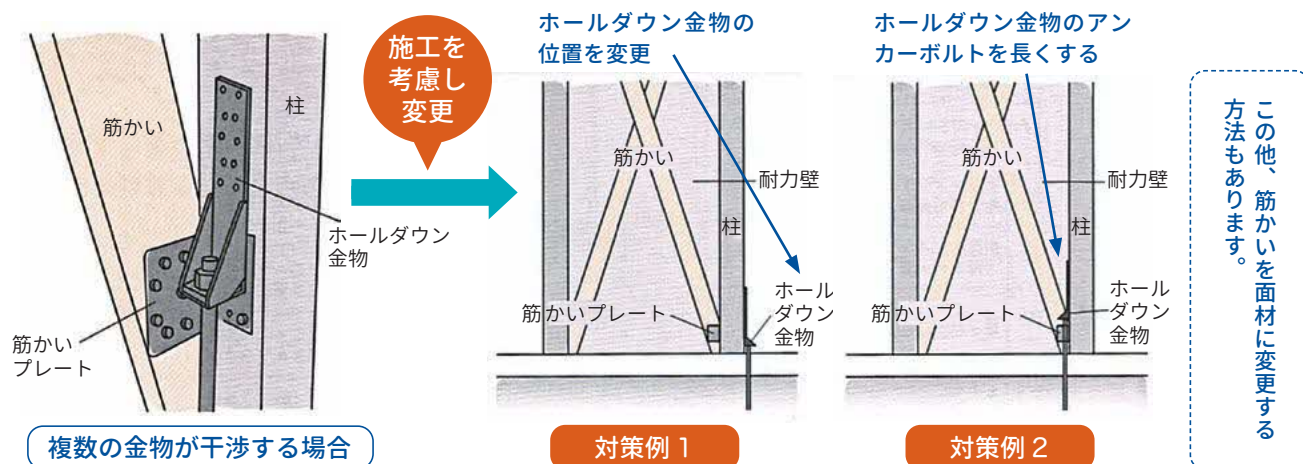


この建物において、壁直下率はX方向: $5/20=25.0\%$ 、Y方向: $6/16=37.5\%$ 、柱直下率は $8/21=38.1\%$ となっています。2階の出隅柱のうち3箇所が通柱ではなく、1階・2階で平面が大きく異なっているのが分かります。このような建物は平面計画から再検討しましょう。

3 構造金物の適正な選定

3-1 柱の柱頭及び柱脚の接合金物種別は、告示第1460号の仕様表またはN計算により選定します。ただし、告示仕様表は全ての耐力壁配置に対応しておらず、階高も3.2m以下に限られています。告示仕様表が使用できない場合は、N値計算で選定することが必要です。

3-2 柱頭・柱脚には筋かい金物、柱接合金物、ホールダウン金物など多くの金物類が取り付け場合があります。実際の施工を考慮し取り付け可能な金物を選択しましょう。筋かいの代わりに面材を使用することにより金物を減らし、施工性を向上させるのも一つの方法です。



3-3 同一位置の柱で1階、2階の金物種別が違う場合は、1階柱頭、2階柱脚部の金物は耐力の大きい種別を選択し、同一の金物を使用します。詳しくは施工編で解説しています

3-4 告示により接合部仕様は（い）～（ぬ）まで種別がありますが、接合部仕様が多い場合に、例えば（い）（ろ）（は）の接合金物を（は）にまとめる等で金物種類を少なくし、施工時の煩雑さを減らすのも一つの方法です。

4 耐力壁の配置

4-1 耐力壁の幅と高さを守りましょう

柱間最小幅	筋かい耐力壁は900mm以上、面材耐力壁は600mm以上
柱間最大幅	筋かい耐力壁は2,000mm以下、面材耐力壁は2,500mm以下
最大高さ	筋かい耐力壁は幅の3.5倍以下、面材耐力壁は幅の5倍以下

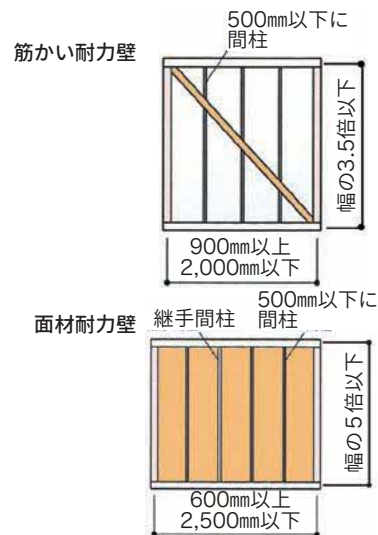
※（公財）日本住宅・木材技術センター：「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年度版）」に準拠

階高が3.2mを超える場合、筋かいの壁倍率に次の低減係数（ α_n ）を乗じます

低減係数（ α_n ）＝3.5×（柱間隔／階高）

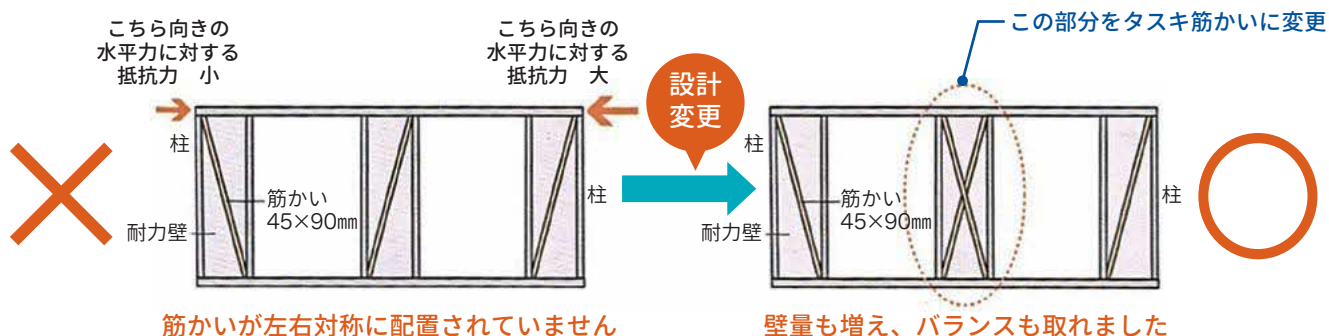
ただし、低減係数が1.0を超える場合は、低減係数は1.0とする

※耐力壁の高さが高くなると引抜き力が大きくなり、柱が曲るため耐力が低下します



4-2 筋かいは左右対称に配置しましょう

筋かいは圧縮方向と引張方向で強度が違うことを考慮し、各階・各方向毎に左右対称に配置することが原則です。

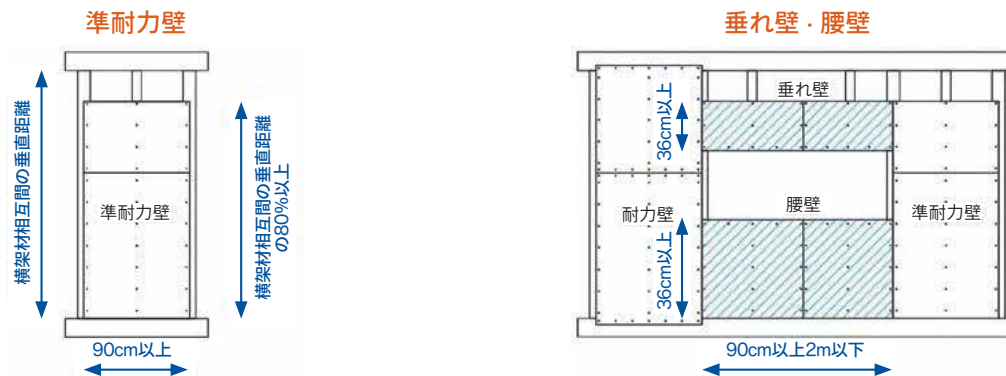


4-3 面材を活用しましょう

面材は筋かいに比べ耐震性を向上させることができます。使用箇所に応じた正しい施工が可能な面材を選択し設計しましょう。

4-4 面材を準耐力壁等として活用できます

準耐力壁等の壁量は、各階・各方向の必要壁量の1/2以下の範囲まで任意に算入することが出来ます。ただし、準耐力壁等はあくまでも余力と考え、本来の耐力壁のみで耐震性能向上を検討することが望めます。



壁倍率＝面材の基準倍率×0.6×（面材の高さ合計／横架材相互間の垂直距離）

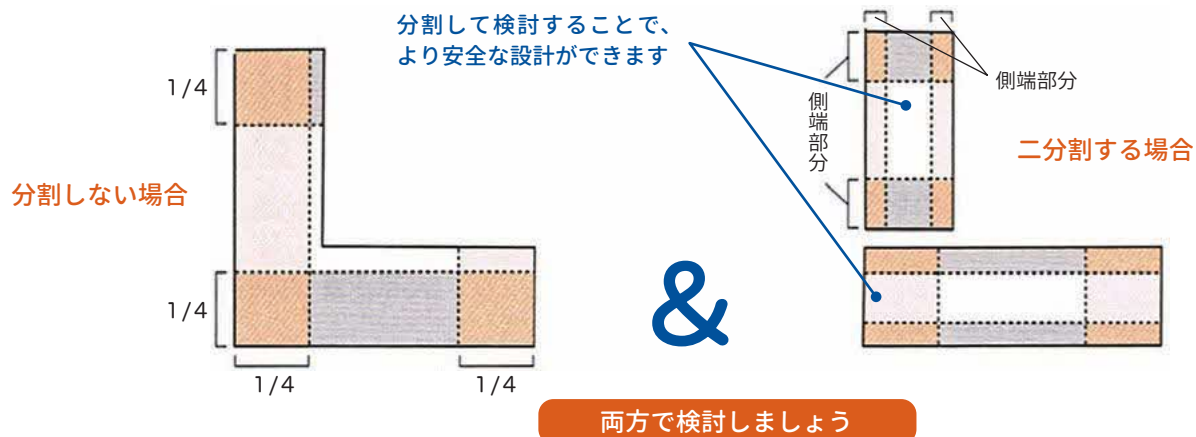
注1：面材は柱・間柱に川の字に釘打ち、横架材等には釘打ち必要なし

注2：釘の種類・間隔などは基準面材の仕様に同じ

注3：垂れ壁・腰壁は両側に耐力壁または準耐力壁があること

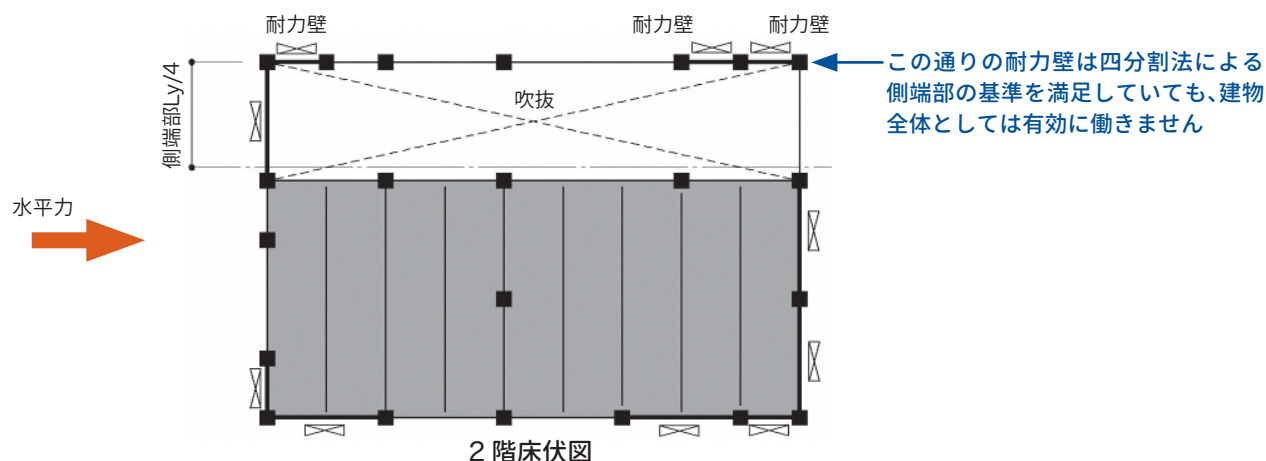
4-5 不整形な建物は分割して検討しましょう

建物形状が不整形な場合は、建物全体で壁量計算・四分分割法により検討するだけでなく、建物を整形になるように分割し、それぞれについても壁量計算・四分分割法で検討しましょう。



4-6 吹抜、オーバーハングがある建物にも注意が必要です

大規模な吹抜、オーバーハングがある様な建物は四分分割法では十分に安全が確認できません。構造計算（許容応力度法）による安全確認が必要です。

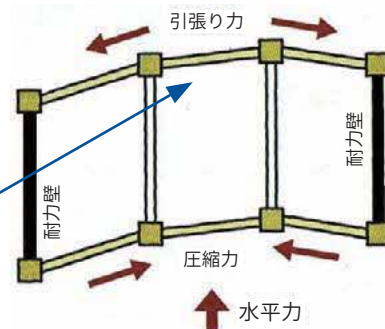


4-7 耐力壁の配置は以下のことに注意しましょう（品確法による検討をしない場合は特に注意が必要です）

1. 耐力壁間隔を適正にしましょう

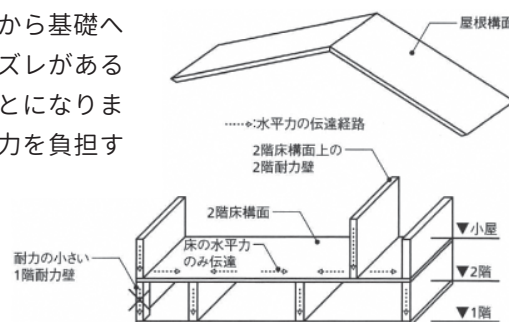
最上階などで両端外周部にのみ耐力壁を設ける場合、四分割法を満足していても当該方向に地震力を受けた場合、中間部分が大きく変形することが考えられます。そのため水平構面仕様（床倍率）に応じた適正な耐力壁間隔にすることが望めます。

耐力壁が外周部のみのため、耐力壁間隔が長く、屋根面の変形が不均一となり、屋根面の大きなせん断力が生じます



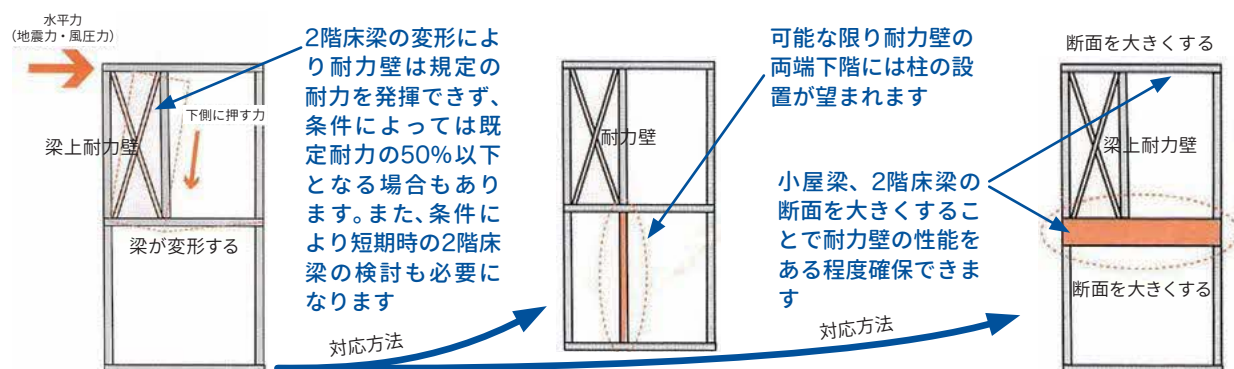
2. 上下階での耐力壁線のズレをなくしましょう

上下階で同じ通りに耐力壁があれば、スムーズに地震力を上部から基礎へ伝えることができますが、耐力壁線（耐力壁のある通り線）にズレがある場合は、上階の地震力を床面を通じて下階の耐力壁に伝えることとなります。その場合、下階に耐力壁がない上階床面はより大きな水平力を負担することになるので可能な限り上下階で耐力壁線を一致させることが望めます。



3. 梁上に載る耐力壁の耐力を適正に評価しましょう

上部耐力壁の両端下階に柱がない場合や、片持ち梁で支持させている梁に耐力壁がある場合は、耐力壁は通常の耐力を有しません。

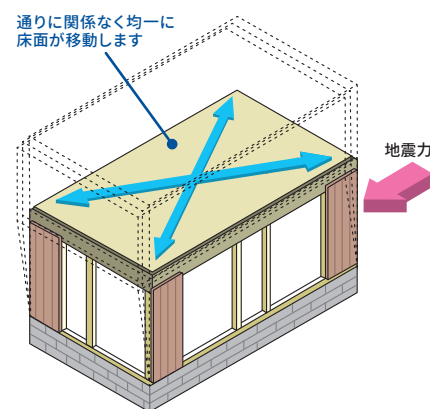


※片持梁に支持される梁に載る耐力壁も同様に耐力が大きく低下します

5 水平構面（剛床）の確保

5-1 設計した耐力壁が正しく性能を発揮するためには、地震時に床面が同一に変形する水平構面を確保する必要があります。通常使用されている火打梁のみでは水平構面を十分に確保できません。構造用合板などの面材を適切に使用すれば、水平構面が十分に確保され、設計した耐力壁の性能を十分に発揮することができます。

「剛床」として床面は建物と一体化させ、全ての耐力壁に地震力を分配します。構造が一体化されていないと、接合部の弱い箇所から崩壊します。



6 柱の小径等の確認

6-1 柱について以下の点を確認します

1. 柱の小径が、横架材相互間の垂直距離と荷重の実態に応じた算定式（早見表、表計算ツール）による数値以上であることを確認します。
2. 柱の有効細長比が1/150以下であることを確認します。

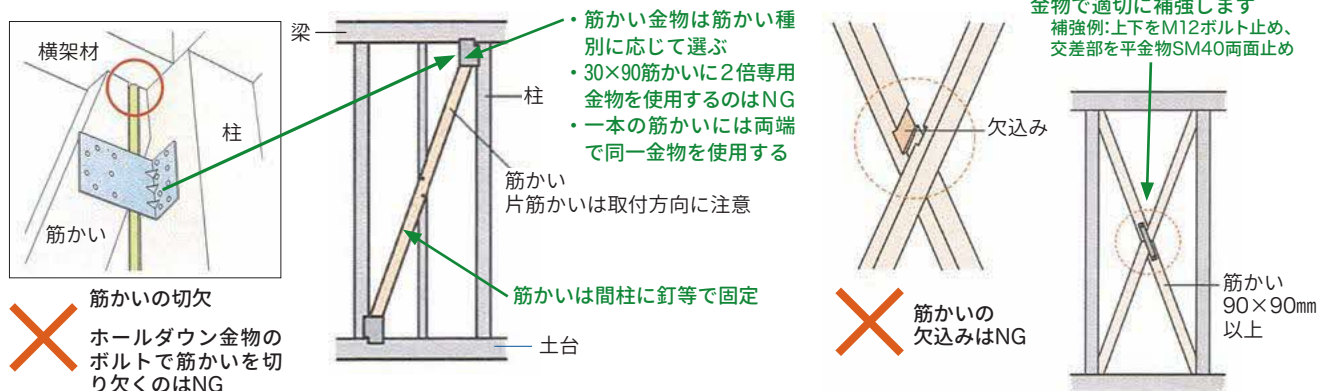
耐震性能確保のための留意事項 施工編

正しい施工方法で設計性能を確保しましょう。▶ 施工前に設計図書をよく確認し、設計と異なる施工をしようとする場合には監理者に確認することが重要です

1 筋かいの取付方法

point 筋かいの正しい施工方法を再確認して施工！

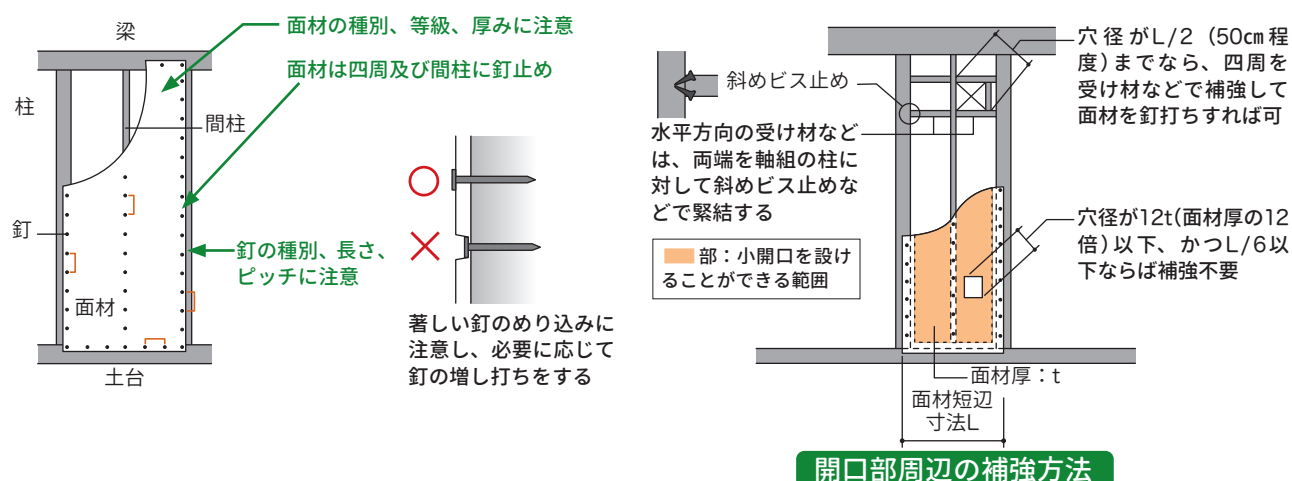
- 1-1 取付け方向がある場合は向きに注意しましょう。向きが変わると柱の接合金物種別が変わる場合もあります。
- 1-2 仕口に使用する金物は筋かい種別に応じたZ金物または同等認定を受けた金物を使用しましょう。各金物には使用する釘、ビス等の種別、本数が決まっています。説明書等で十分に確認しましょう。
- 1-3 筋かいは間柱に釘止め等で固定しましょう。これにより筋かいの圧縮時の座屈と面外へのハラミ出しを防ぎます。
- 1-4 筋かい端部でホールダウン金物のアンカーボルトが筋かいと干渉し、筋かいを欠込まない様に注意しましょう。
- 1-5 90×90mm以外の筋かいでタスキ掛けの場合は交差部で欠込みが生じない様に筋かいの位置を決めましょう。
- 1-6 90×90mmのタスキ掛け筋かいは交差部は相欠きにせず、片側の筋かいを切断し「かたぎ大入」とし金物で適切に補強しましょう。



2 面材の取付方法

point 面材を正しく使用して設計通りの耐震性能を確保！

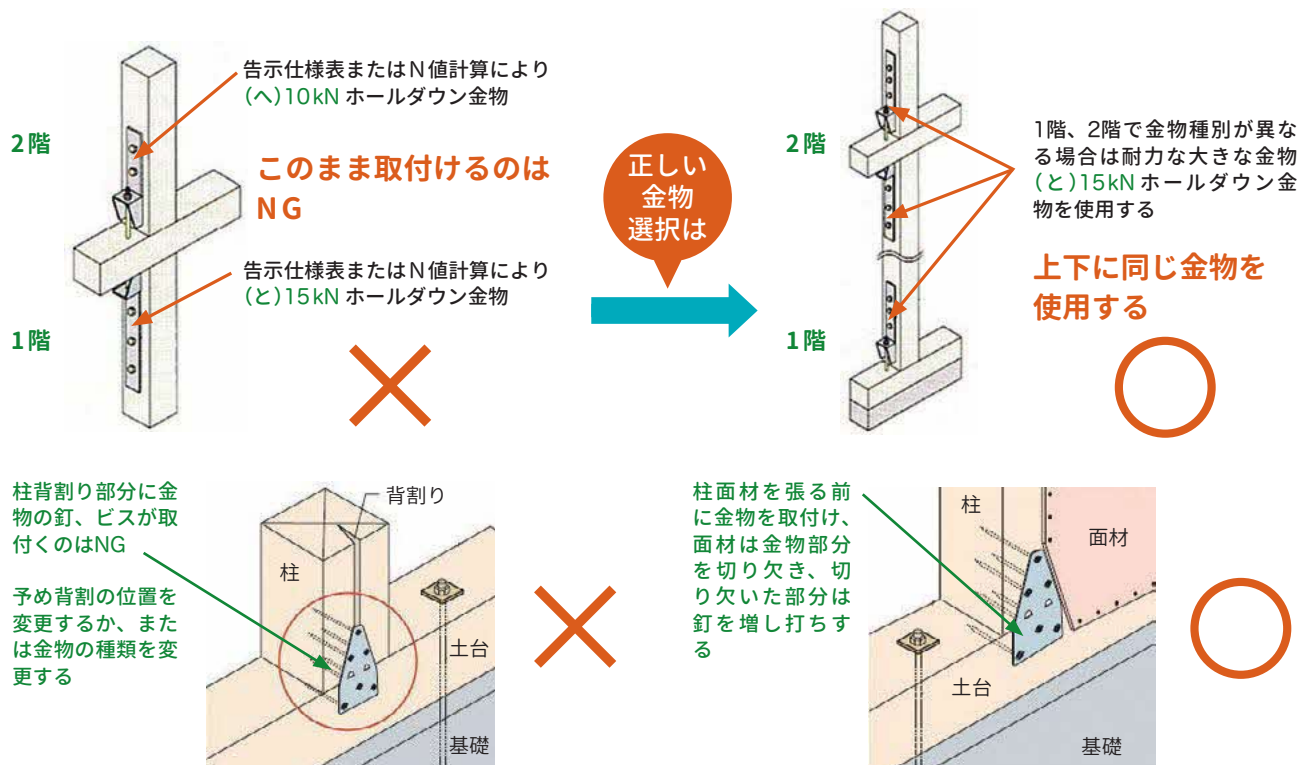
- 2-1 使用する面材は設計図書で指示された種別、等級、厚みの面材を使用しましょう。例えば、構造用合板の代わりにコンパネを使用することはできません。
- 2-2 使用する面材（国土交通大臣認定による壁倍率仕様による場合には、その仕様）に応じた釘種類、釘長さを使用し、決められた釘ピッチで釘打ちしましょう。
- 2-3 釘打機を使用する場合は著しく釘がめり込まない様に空気圧を調整しましょう。釘のめり込みが生じた場合には、釘の増し打ちをするなどの処置をしてください。めり込みが著しい場合、面材の耐力が低下します。
- 2-4 面材に設けることのできる開口寸法には上限があり、開口部周辺に補強材が必要な場合もあります。施工前に監理者と十分に打ち合わせしましょう。
- 2-5 柱の柱頭、柱脚部で使用する接合金物は面材張り付けに支障のないものを使用し、切欠が必要な場合は最小限の切欠に止めましょう。



3 柱頭及び柱脚接合金物

point 接合金物を正しく施工して、地震時に必要な引抜き力を確保！

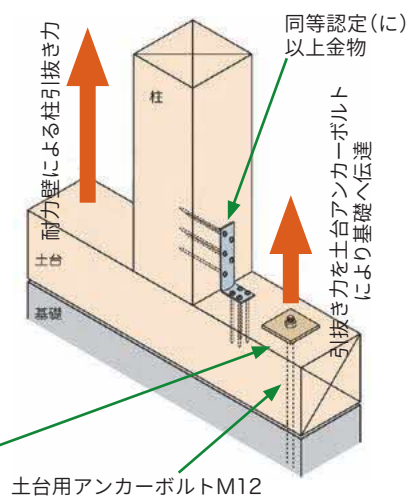
- 3-1** 告示により接合部仕様は (い) ～ (ぬ) まで種別があります。使用する金物はZ金物または同等認定を受けた金物を使用しましょう。各金物には使用する釘、ビス等の種別、本数が決まっています。説明書等で十分に確認しましょう。
- 3-2** 同一位置の柱で1階、2階の金物種別が異なる場合は、1階柱頭、2階柱脚部の金物は耐力の大きい種別を選択し、同一の金物を使用しましょう。



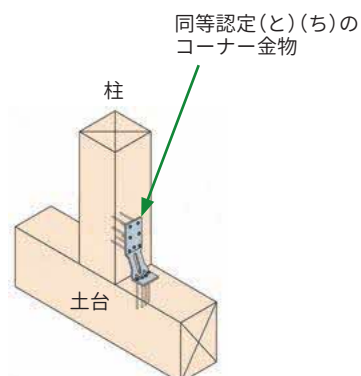
- 3-3** 接合部仕様 (に) 以上の同等認定金物を土台柱脚部に使用の場合は座金種別に注意しましょう

通常、土台用アンカーボルトM12にはW4.5×40の角座金を使用しますが、この座金の短期許容引抜き耐力は6.4kN (材種：すぎ類)、8.3kN (材種：ひのき類)、9.6kN (材種：ベイマツ類) で、これを超える引抜き力に対しては座金が土台にめり込みを生じます。この様に土台用M12のアンカーボルトを介して柱引抜き力を基礎に伝える金物を使用する場合は、引抜き力により使用する座金を選ぶ必要があります。W6.0×60角座金の短期許容引抜き耐力は14.4kN (材種：すぎ類)、18.7kN (材種：ひのき類)、21.6kN (材種：ベイマツ類) となります。更に、接合部仕様 (へ) の同等認定を受けた10kNを超える金物を使用する場合は、座金耐力だけではなく、引抜き時の座金の変形等を考慮し、柱の両側に土台用アンカーボルトM12を設けるなども検討しましょう。

柱引抜き力kN (=N値×2.7×1.96) による土台へのめり込み等を考慮し安全な座金を選ぶ必要があります



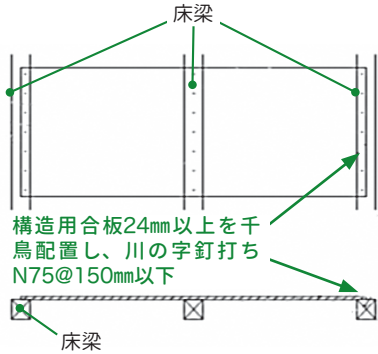
- 3-4** 接合部仕様 (と) (ち) の同等認定金物でビスを用いたコーナー金物がありますが、これを土台で使用する場合はアンカーボルトの種別・本数、座金の種別・位置を検討すると共に、この金物の使用の可否について事前確認が必要です。



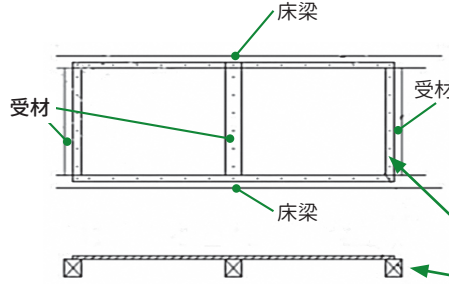
4 床構面（合板張りにより剛床とし、床火打梁を省略する場合）

point 設計仕様を確認して適正に施工！

- 4-1** 使用する床面材は設計図書で指示された種別、等級、厚みの面材を使用しましょう。
- 4-2** 使用する床面材に応じた釘種類、釘長さを使用し、決められた釘ピッチで釘打ちしましょう。
- 4-3** 厚さ24mm以上の構造用合板を使用して直張りする場合、長辺方向に受材を使用しない「川の字型釘打仕様」と、受材を入れる「四周釘打仕様」があります。



直張り・川の字型釘打仕様
品確法床倍率 1.2



直張り・四周釘打仕様
品確法床倍率 3.0

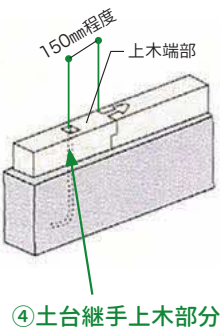
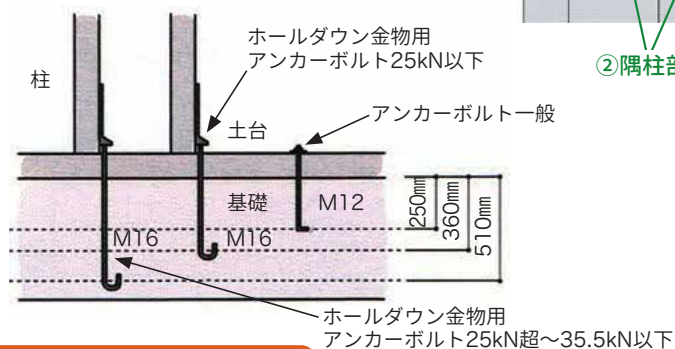
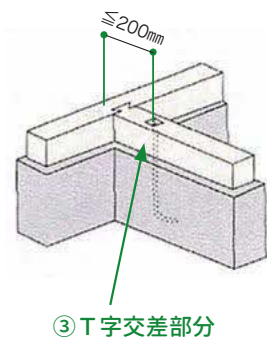
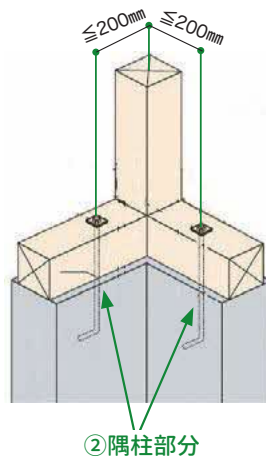
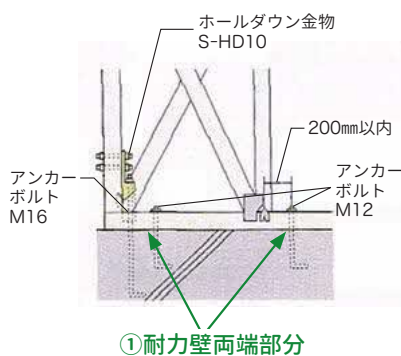
5 アンカーボルト

point アンカーボルトで上部の地震力を基礎に確実に伝える！

- 5-1** 土台用アンカーボルトの必要位置は以下の箇所です。アンカーボルトは柱芯より200mm以内に取付けましょう。

- ①耐力壁両端の柱
- ②隅柱の両方向
- ③十字又はT字交差部の土台が連続しない側
- ④土台接手の上木部分（忘れやすいので要注意）
- ⑤上記以外に最大2.7m以下の間隔

- 5-2** 土台用アンカーボルトM12は250mm以上、25kN以下のホールダウン金物用アンカーボルトM16は360mm以上、25kNを超え35.5kN以下のホールダウン金物用アンカーボルトM16は510mm以上のコンクリートへの埋込が必要です。各種アンカーボルトには同等認定を受けた埋込み長さが短いものもあります。また、ホールダウン金物用アンカーボルトに芯ズレが生じた場合、一定の範囲内は専用補正金物を使用し芯ズレを解消できます。



土台用アンカーボルトの定着長さ

土台用アンカーボルトの配置

6 接合金物施工チェックポイント

point ポイントを確認して正しく施工！

接合金物のチェックは施工後も重要ですが、施工前の準備ができていないかチェックすることが更に重要となり、大部分の不適合な工事は準備を確実に行えば防げるものばかりです。そこで、現場管理者の金物チェック要領について「施工前」、「施工中」、「施工後」に分けてチェックリストで確認します。

このページをコピーし現場で活用しましょう！

接合金物施工チェックリスト

施工前

- ☐ 接合金物が集中する箇所はないか

作成した金物配置図により取付けに問題がないか確認する。必要に応じ納まり詳細図を作成し大工と打合わせを行い、納まりによっては使用する金物タイプを変更する。

- ☐ 各種図面で接合金物の仕様、位置等を確認したか

基礎伏図（アンカーボルト、ホールダウン金物の位置が入ったもの）、床伏図を作成し、土台継手位置や耐力壁の位置、ホールダウン金物の位置を確認し、ボルトの納まりを基礎施工者と打合わせる。

- ☐ 接合金物を不足なく十分に用意できたか

接合金物は不足や使用種別変更に備え、それぞれの数量を多めに用意する。

- ☐ リカバリー用接合金物を用意したか

施工ミスに備え、リカバリー用接合金物（ホールダウン金物用アンカーボルト芯ズレ補正金物等）を用意する。

施工中

- ☐ 施工する大工が初めて取扱う接合金物はないか

あれば確認し、施工方法について説明をする。

- ☐ 接合金物は図面に従い、正しい配置・取付位置・取付け方法で施工されているか

金物配置図に従い、規定の金物が正しく配置されているかを確認する。

- ☐ 施工中、筋かいの位置・向き等を変更した箇所はないか

変更が生じた場合には設計者に設計変更を依頼すると共に、変更に伴う新しい金物配置で施工を行う。

施工後

- ☐ 接合金物の取付け忘れがなく、正しい配置で取付けられているか

金物配置図に従い、規定の金物が正しく配置されているかを確認する。

- ☐ 接合金物の取付位置、取付け方法は正しいか

取付位置、取付け方法、使用する釘・ビス類は所定ものが規定本数取付けられているかを確認する。

- ☐ ボルトナット、ビスの増し締めをしたか

マーカースで色付けし、増し締めを行う。

発行

島根県土木部建築住宅課

〒690-8501 島根県松江市殿町1番地
TEL.0852-22-6586 FAX.0852-22-5218
E-mail: kentiku-anzen@shimane.lg.jp

作成
協力

一般社団法人 島根県建築士会

このパンフレットの内容は島根県のホームページ<http://www.pref.shimane.lg.jp/>でもご覧いただけます。

(2025年3月作成)