

2 一般構造

2.1 木構造

- ・ 軸組構法は、柱・梁等の線的な部材をピンに近い接合にて構成 ⇒ 面内剛性が低くなる傾向あり ⇒ 水平力に対して抵抗力が低くなる ⇒ 面内剛性を確保するための【耐力壁】が重要
- ・ 耐力壁とは：筋交い・合板などにより補強された壁、建物の構成等により必要な耐力壁の量（【壁量】）が異なる、近年は実際に壁量を算定し、安全性を検証する問題も出題される

2.1.2 各部構造

(A) 基礎

- ・ 根入れとは地盤面から基礎底部までの深さ（基礎の施工後は土で埋め戻します）

表 基礎構造（地上2階建て）

	立ち上がり高さ	立ち上がり厚さ	底盤厚さ	根入れ深さ
布基礎	30cm 以上	12cm 以上	15cm 以上	24cm 以上
べた基礎	30cm 以上	12cm 以上	12cm 以上	12cm 以上

(B) 土台

- ・ 構造上主要な柱・壁の下部には土台を設ける（ただし、基礎に直接緊結した場合はこの限りではない）
- ・ 基礎と土台はアンカーボルトで緊結、位置は筋交い下端部・土台の継手付近、間隔は2m程度
- ・ 土台の下端から地面までの高さは建物外周で30cm以上、それ以外では20cm以上
- ・ 用いる樹種は、ひのき・ひばなどの腐朽に強いもの、辺材よりも心材が適する

(C) 柱

- ・ 有効細長比：圧縮がかかる部材の座屈のしやすさを表す値、座屈長さを断面2次半径で除したもの、値が大きいほど「細長い」感じ（座屈しやすい）、木造の柱では150以下、鉄骨造の柱では200以下
- ・ 柱の小径：横架材（梁だね）の垂直距離の1/33以上から1/20以上とする
- ・ 柱の小径：階数が2を超える建物の1階部分柱の小径は135mm以上（構造計算をしない場合は）
- ・ 2階建て以上の建物の隅柱は通し柱とする（耐力をちゃんとチェックした場合は金物補強の管柱でもOK）



(D) はり

- ・ たわみの規定：支点間距離の 1/300 以下、かつ 20mm 以下（S造では 1/300 以下、片持ちで 1/250 以下）

(E) 筋交い・耐力壁など

- ・ 耐力壁とは：面内剛性を高めて水平力に対して対抗、筋交いもしくは所定の方法で施工された合板で補強
- ・ 筋交いの寸法：圧縮を負担する筋交いは座屈が怖いので断面寸法が大きくなります（以下表参照）
- ・ 筋交い端部：柱・梁の仕口付近に金物で緊結、筋交いよりも先に崩壊するように設計（S造の場合は筋交い本体のほうが先に崩壊）
- ・ 欠き込み：間柱との取り合いでは間柱側を欠き込む
- ・ 耐震性：上下階の耐力壁は上下に連結させることが理想（でも、胴差しや補強、もしくは床の面内剛性補強で耐力壁を確保すれば OK）
- ・ 壁量：風や地震などの水平荷重に耐えるために必要な耐力壁の量、必要量の算定法や安全性の確認については 2.1.4 にて

表 部位ごとの構造規定

部位	対象	規定
筋交い	引張を負担	厚さ 15mm 以上、幅 90mm 以上の木材、もしくは径 9mm 以上の鉄筋
	圧縮を負担	厚さ 30mm 以上、幅 90mm 以上の木材
合板		厚さ 5mm 以上の合板で耐力壁認定

(F) 床組み

- ・ 火打ち材等を用いて面内剛性を確保、ただし構造計算で安全性が確認されていれば省略も可能

(G) 小屋組み

- ・ 洋小屋はスパン 6m 以上の場合に採用
- ・ 和小屋は単純はり構造（はりには曲げモーメントが生じる）、洋小屋はトラス構造（曲げは生じない）
- ・ ひねり金物によって軒先の風の吹き上げ力に抵抗



2.1.2 部材の算定

- ・ 引張を受ける材は部材の欠損部分（ボルト孔等含む）の面積を有効断面積より除くこと（S造も同じです）
- ・ 断面欠損は全断面積の 1/4 以下とする

2.1.3 接合

- ・ ボルトの締め付け摩擦による抵抗は耐力に加算しない（S造の高力ボルト摩擦接合は文字通り締め付けによる材間摩擦力によって耐力が生じます）
- ・ せん断を受ける接合部においては、長いボルトのほうが靱性が向上（長いほうが伸び・たわみによって抵抗）
- ・ 異種接合を併用する場合には両者の耐力の合算は基本的に不可、ただし実験等で安全性が確認できればOK

2.1.4 木造建築物の軸組の設置基準（構造計算）

（A）荷重算定

- ・ 必要壁量：地震 or 風の水平荷重に対して必要な耐力壁の量（壁量、耐力壁の長さ）、X軸/Y軸それぞれ個別に求める
⇒ 2階建ての建物で、部分的に2階部分がかけている場合の直下のエリアは1階建ての扱いになりますよ
- ・ 地震力に対する壁量：対象階の床面積に係数（屋根種類・建物階数より決定）を乗じて求める
⇒ 上記算定式より求めるので、建物方向（梁間・桁行）で値は変わらない
⇒ 軟弱地盤では必要壁量を1.5倍とする
⇒ 「床面積」算定時の留意点：階下の1/2以上の面積（水平投影面積）があったらたとえ屋根裏なんて言いはっても1階分となりますよ、またたとえ1/2以下の面積であっても階下の1/8以上の面積があったら「階下の」床面積にその部分の面積を加算してね（当階平均高さを2.1で割った係数をかけて）
- ・ 地震力の算定：構造計算により安全性を確認する場合、標準せん断力係数は0.3以上とする
- ・ 風圧力に対する壁量：見付け面積（対象床面上から1.35m以上の部分）に係数（地域により決定）を乗じる
⇒ 建物方向により見付け面積が異なるので、必要壁量は梁間・桁行で値が異なる
⇒ 風圧力による荷重の方が地震荷重よりも大きくなる場合もあります

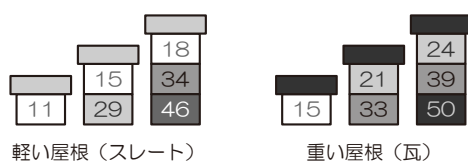


図 地震時必要壁量の係数

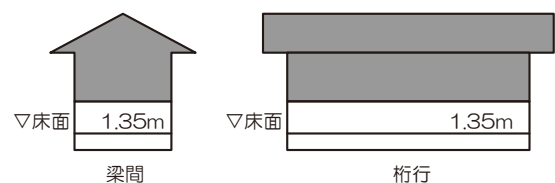


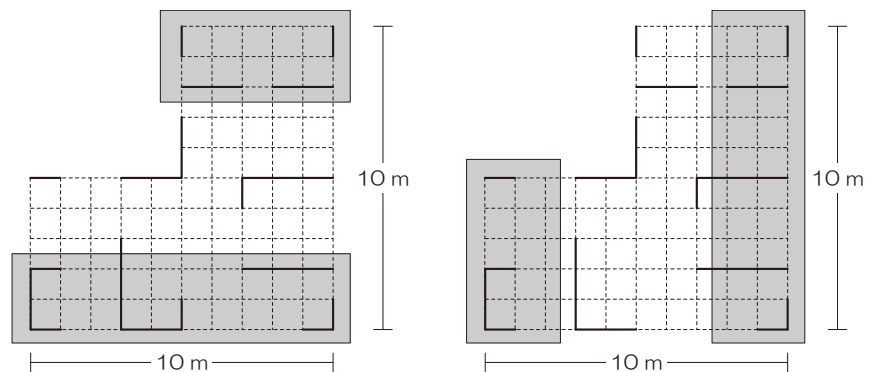
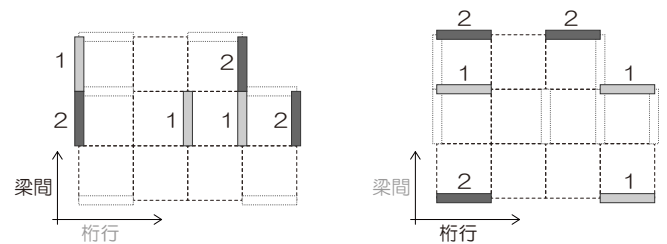
図 見付け面積



(B) 壁量算定

- ・ 安全性の確認：地震 or 風に対して必要な壁量を求める ⇒ 実際に存在する壁量を求める（耐力壁の実長×壁倍率） ⇒ 両者を比較し存在壁量の方が大きければクリア
- ・ 壁倍率：耐力壁の耐震性能によりボーナスがもらえます
- ・ 壁量規定をクリアしても、耐力壁のバランスが微妙・平面計画が扁形/変形の場合は安全性が担保できない（お役所に目を付けられることも…）、その場合以下の検討を行う
- ・ ねじれ振動に関するチェック：偏心率が 0.3 以下（㊦㊭）→ 壁充足率両面とも 1.0 以上（㊦㊭）→ 壁率比 0.5 以上
- ・ 壁充足率：平面両端から 1/4 の部分における存在壁量/必要壁量、1.0 以上でクリア（㊦㊭なら壁率比へ）
- ・ 壁率比：上記充足率の小さい側の値/大きい側の値、0.5 以上でクリア

耐力壁種類	壁倍率
石膏ボード（12.5mm 厚）	1.0
土塗り壁（両面塗り）	
筋交い（15×90mm 以上）	1.5
筋交い（30×90mm 以上）	
ハードボード（5mm 厚）	2
筋交い（45×90mm 以上）	
構造用合板（7.5mm 厚）	2.5
筋交い（90×90mm 以上）	
筋交い（45×90mm 以上）のたすき掛け	4
筋交い（90×90mm 以上）のたすき掛け	5



(C) 構造計算ほか

- ・ 構造計算が必要な条件：3 階建て以上、延べ面積 500 平米を超える、高さ 13m を超える、軒高 9m を超える
- ・ 耐火性能：大断面木造の場合には、設計時より火災時の燃え代を考慮し、耐力上必要な断面から 25mm 予め増しておく



2.1.5 枠組み工法

- ・ 耐力壁相互の距離は 12m 以下、水平投影面積は 40 平米以下（補強がされた場合は 60 平米以下）
- ・ 壁構造もあわせてチェック

2.1.6 防腐・防蟻

- ・ 水が多いところは注意です…

2.2 鋼構造

2.2.1 鋼構造の特性

- ・ 鋼材自身の強度が非常に高い・靱性も高いので非常に優れた構造種、したがって部材断面を細くすることが可能、ただし部材断面が細いので座屈には注意ね！ ⇒ 断面寸法関係の問題（細長比/幅厚比等）が多いです
- ・ 現場での接合が可能 ⇒ 高力ボルト/溶接等の接合法の問題も例年出題される

2.2.2 許容応力度

- ・ 許容応力度：構造計算上で材料が耐えられると規定される強度、基準強度×係数
- ・ 基準強度：許容応力度を求める際に用いられる規定値、材料の降伏点強度もしくは材料強度（最大強度）の 0.7 倍のいずれか小さいほうの値
- ・ 基準強度：鋼材の場合は、圧縮＝引張＝曲げ、ただし座屈には注意（箱型・鋼管断面は座屈しないって考える）
- ・ JIS 適合材料：基準強度を 1.1 倍して良いですよ

表 鋼材の許容応力度

長期				短期
圧縮	引張	曲げ	せん断	全て
F/1.5			F/1.5√3	長期×1.5



2.2.3 接合

- ・ 接合の種類：ボルト接合・リベット接合・高力ボルト接合・溶接接合（ただし、リベット接合は近年ほとんど採用されることがないので、建築士試験でも長らく出題されていません）

（A）ボルト接合

- ・ 耐力：せん断力に対してはボルト自身の耐力・鋼板の許容支圧力（押されてつぶれること）への耐力を検討
- ・ 繰返し荷重を受ける箇所では採用禁止（緩みますよ…）

（B）高力ボルト接合

- ・ 高力ボルト摩擦接合：高強度のボルトをめちゃくちゃ強い力で締め付けるので部材間にとてつもない摩擦抵抗が生じる
→ その摩擦力を接合部の耐力とする、繰返し荷重は無視でOK（溶接よりも繰返し荷重に強いほど）
- ・ 材料：高強度のボルトを用いる、F10Tが最良（F11Tは強いけど遅れ破壊が怖い）
- ・ 施工：ボルト・座金・ナットをセットで用いる、施工時の基準は具体的な数値も含め要チェック（過去問リストにて）
- ・ 耐力：摩擦面の管理が重要（一般鋼材の場合はすべり係数0.45、亜鉛メッキでは0.4）、接合部に引張がかかると摩擦力低下、摩擦面の数に比例して耐力増加
- ・ ボルト穴：引張を受ける箇所のボルト穴部分は有効断面積より差し引く（ボルト本数が増えるほど有効断面積は少なくなる）、ただし突出部に関してはボルト本数が増えることによる無効断面積の低減がボルト穴の合計を上回るため、有効断面積は増加する



(C) 溶接接合

- ・ 完全溶け込み（突合せ）溶接
 - ⇒ 耐力：接合部耐力は母材と同等以上、全ての応力に対して耐力を有する
 - ⇒ 施工：母材に開先（グループ）を設け、裏当て金を用いて溶着金属を埋め込む、溶着金属の末端にはエンドタブ必須
 - ⇒ 溶接箇所：柱の継手、ダイアフラムとフランジ、ダイアフラムと箱型柱など
- ・ 部分溶け込み溶接
 - ⇒ 耐力：引張・曲げを受ける箇所では採用禁止
 - ⇒ 施工：母材断面の一部に開先を設け、溶着金属を部分的に流し込む工法
- ・ 隅肉溶接：直行する2材の接合時に採用
 - ⇒ 溶接箇所：溶接組み立てH型鋼のフランジとウェブ、箱型柱とウェブ、筋交いとガセットプレート
- ・ 用語
 - ⇒ ダイアフラム：箱型断面柱と梁フランジを接合する箇所に取り付ける補強材（箱型柱の面内剛性を高めます）、全応力を負担できるように完全溶込み溶接とする
 - ⇒ スカラップ：溶接の交差を防ぐために設けられる円弧状の切り込み、応力集中が生じ破損の危険性が高い箇所
- ・ 溶接部の耐力については次項で

(D) その他の溶接

- ・ なし

(E) 溶接継目の耐力

- ・ 溶着金属のほうが母材よりも強いです…
- ・ 継目の耐力＝有効のど厚×有効長さ×継目の許容応力度
- ・ 有効のど厚：溶接の盛り・厚さ的なもの（溶け込み径では母材の厚さ、隅肉では溶接材の盛り）
- ・ 有効長さ：溶接部の長さ（溶け込み径では母材の中、隅肉では溶接長さから隅肉サイズの2倍を引いたもの）
- ・ 有効面積：溶接の有効長さ×有効のど厚
- ・ 継目の許容応力度：完全溶け込み溶接は母材の許容応力度と同じ（それ以外は以下参照）、ただし厚さの異なる母材の接合時の許容耐力は薄いほうの材料の上限耐力となります

表 溶接部分の許容応力度

	長期				短期
	圧縮	引張	曲げ	せん断	全て
完全溶け込み	F/1.5			F/1.5√3	長期×1.5
上記以外	F/1.5√3				



(F) 併用継手

- ・ 耐力を合算可能な条件は、高力ボルト+溶接の場合のみ、ただし高力ボルトを先に施工すること
- ・ 増築・改修：既存のリベットもしくは高力ボルトに溶接で増改築を行う場合は、既存の接合（リベットもしくは高力ボルト）は建物固定荷重のみを支えるものとして設計を行う、それ以外の荷重の全ては溶接に負担

2.2.4 部材の設計

(A) 引張材

- ・ 有効断面積からは欠損部分の面積引いてください、山形鋼等の突出部はその半分は無効面積扱い（ただし、高力ボルト接合ではボルトの本数が増えるごとに無効面積が徐々に減っていくので、ボルト本数が増えると有効断面積は逆に増える…）
- ・ 降伏点強度：鋼材が伸びる前の強度、材料強度（最大強度）：鋼材がある程度伸びた後の強度（鋼材って伸びた後のほうが強いんです）
- ・ 降伏比：降伏点強度／材料強度、値が小さい鋼材は伸びながら強度が増す割合が高いので、靱性が高い（塑性変形能力が高い）ってイメージを持っておいてね

(B) 圧縮材

- ・ 有効断面積から、欠損部分の面積引かなくてOKです
- ・ 有効細長比：圧縮がかかる部材の座屈のしやすさを表す値、座屈長さを断面 2 次半径で除したもの、値が大きいほど「細長い」感じ（座屈しやすいですよー）、値が小さいほど
- ・ 有効細長比：柱では 200 以下、ラチス材では 160 以下、ほかの材料では 250 以下、木造の柱では 150 以下
- ・ 限界細長比：弾性座屈と非弾性座屈の境界線の細長比、細長い柱は主に弾性域で座屈が生じオイラーの座屈荷重が適用されるが、太く短い柱は非弾性域で座屈が生じる（座屈荷重算定時にはまた別の公式が…）、基準強度（F）が大きいほど限界細長比は小さくなります
- ・ 座屈長さ：長いと座屈しやすい、節点の水平移動が自由（拘束されていない）だと伸びます（座屈しやすくなります）
- ・ 軸力（圧縮）が大きいと塑性変形能力は低下



(C) はり

- ・ はりの構成：端部で曲げモーメント最大 ⇒ フランジで対抗、断面中央でせん断力最大 ⇒ ウェブで対抗
- ・ たわみ：スパンの $1/300$ 以下（木造でも $1/300$ 以下）、片持ちばりの場合は $1/250$ 以下
- ・ たわみ：ヤング係数と断面 2 次モーメントに依存、材料強度は関係なし（強度増しても断面補足はできないですよ）
- ・ 横座屈：梁材が曲げを受けた際に生じる水平方向の座屈（曲げって部分的に圧縮になるから…）、箱型断面では生じない
- ・ 横補剛材：横座屈の補強材（小梁でも OK）、高強度の H 型鋼ほど高強度の補剛材が必要（強い梁ほど大きな曲げモーメントで横座屈が生じるのでフォローも大変…）
- ・ 局部座屈：大きな圧縮（曲げもね）を受けると部材を構成する板材料が局部的に座屈すること
- ・ 幅厚比：板の厚さと巾の比、値が大きいほど板が薄い（＝局部座屈しやすい）、鋼材の基準強度が高いほど基準値は厳しいです（強い鋼材にわざわざ横座屈を生じさせようとする…非常に大きな荷重となるので、より危険度が高いのです、横補剛材の考え方と同じ）

(D) 筋交い・他

- ・ 部材構成
 - ⇒ X 型・K 型：X 型は部材長さが長くなるので座屈が怖い、K 型は材長も短くエネルギー吸収率も高いのでお勧め
 - ⇒ 座屈拘束ブレース：筋交いに鋼管を巻いたもの、座屈防止
- ・ 接合部：筋交いの接合部耐力は筋交い自身の耐力よりも大きく（1.2 倍）設計、筋交い本体のほうが先に崩壊（木造は筋交い接合部のほうが先、筋交いをめり込ませてエネルギー吸収）

2.2.5 柱脚

- ・ 露出型：アンカーボルト・ベースプレートのみで接合、基本的にピン接合では無い…（半剛接合、曲げモーメント注意）
 - ⇒ せん断耐力はアンカーボルトの耐力とベースプレートの耐力いずれか小さいほうの値とする
 - ⇒ ピンと仮定する場合は、せん断力をアンカーボルトで支持
 - ⇒ せん断耐力：ベースプレート下面とコンクリートの摩擦耐力、もしくはボルト本体のせん断耐力
 - ⇒ 曲げモーメント：ベースプレートを断面・アンカーボルトを引張鉄筋とみなした RC 柱として設計
- ・ 根巻型：根巻高さは柱巾の 2.5 倍以上、主筋 4 本以上、せん断補強筋も必要（特に上部は密にする）
 - ⇒ 曲げモーメントとせん断力は根巻 RC 部分で負担、圧縮力はベースプレートとコンクリートの支圧力にて伝達
- ・ 埋込型：埋め込み深さは柱巾の 2 倍以上、柱部へのせん断補強筋は無くても良いですよー
 - ⇒ 曲げモーメントとせん断力はコンクリートの支圧強度が勝負（柱が回転することによりコンクリにめり込む）



2.2.6 継手・仕口

- ・ 継手は応力の少ない箇所に設ける（柱だったら階高中央付近が良い）
- ・ パネルゾーン（柱梁の接合部）の変形に留意（ダイヤフラム等を設けて面内剛性を高める）

2.2.7 鉄骨造の耐震計算

- ・ 冷間成形：常温で鋼材を折り曲げて加工、一般構造用角形鋼管（STKR材）、プレス成形角形鋼管（BCP材）など、折り曲げた際に塑性しているため構造計算上耐力の低減が必要となる場合がある
- ・ 保有水平耐力計算：保有水平耐力（ Q_u ） \geq 必要保有水平耐力（ Q_{un} ）
- ・ 保有水平耐力：建物の一部または全体が地震力によって崩壊メカニズムを形成する場合に、各階の柱/耐力壁/筋交いが負担する水平耐力のこと、脆性な破壊が生じる際には脆性部材に破壊が生じた際の負担水平力となる、各部材の材料強度（JISの規格品は基準強度を1.1倍可能）で評価、耐力壁に多くの水平力を負担させると靱性が低下するので「必要」保有水平耐力が増します
- ・ 必要保有水平耐力：大地震時に崩壊メカニズムを形成する際に必要な水平方向保有力、構造特性係数（ D_s ） \times 形状係数（ F_{es} ） \times 地震層せん断力（ Q_{ud} 、標準せん断力係数は1.0以上）
- ・ 構造特性係数：靱性に富むほど・減衰が大きいほど小さい、各部材の種別により値が異なる（A種が良、D種は脆性破壊の恐れあり）、S・SRCでは0.25~0.50、RCでは0.30~0.55

