



## 2.3 鉄筋コンクリート構造

### 2.3.1 特性

#### ポイント

- ・ RC造はコンクリートの弱点である引張強度・脆性破壊を鉄筋がフォローする構造 → 鉄筋の役割が最重要
- ・ コンクリートのクリープ変形（徐々に縮む）も鉄筋がフォロー（鉄筋の圧縮応力は増加するけど…）
- ・ 逆に鉄筋の弱点（耐火性・防錆性・座屈）をコンクリートがフォロー
- ・ コンクリートと鋼材の線膨張係数は等しいのでその他の相性の面でも良
- ・ RC造の鉄筋種類：引張をフォローする主筋とせん断力をフォローするせん断補強筋（あばら筋・帯筋）の2種
- ・ RC造の崩壊でもっとも怖いのはせん断破壊（粘りの無い脆性破壊だから…）

#### 過去問

- ・ 以降各所に散りばめられています…

### 2.3.2 材料の性質と許容応力度

#### ポイント

- ・ コンクリート・鉄筋の各許容応力度をチェック
- ・ コンクリートは引張耐力0として構造計算を行う（実際の強度は圧縮：引張＝10：1程度）
- ・ コンクリートは圧縮強度が高いほどヤング係数は大きくなる

表 コンクリートの許容応力度

長期			短期		
圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断
$F_c/3$	-	$F_c/30$	長期×2	-	長期×1.5

表 鋼材の許容応力度

長期			短期	
圧縮	引張	曲げ	せん断	全て
$F/1.5$			$F/1.5\sqrt{3}$	長期×1.5

表 鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度

長期		短期
上端筋	その他（下端筋等）	全て
$0.8(F_c/60+0.6)$	$F_c/60+0.6$	長期×1.5

#### 過去問

- ☆ コンクリート：長期圧縮＝ $F/3$ 、長期引張＝0、長期せん断＝ $F/30$ 、短期圧縮＝長期×2、短期せん断＝長期×1.5
- ☆ 梁部材における許容付着応力度は上端筋の場合よりも下端筋の方が大きい（上端はブリージングでセメントが薄いから）
- ☆ コンクリート・鉄筋のヤング係数比（鋼材のE/コンクリートのE）はコンクリートの設計基準強度が高くなるほど小さくなる



### 2.3.3 部材の算定

#### (A) 梁

##### ポイント

- ・ 曲げを受けるので圧縮・引張の各応力度が生じる → どちらで壊れるのか要検討（釣合い鉄筋比にて）
- ・ 釣合い鉄筋比：引張鉄筋とコンクリート縁部の圧縮が同時に許容応力度に達する引張側鉄筋の量
- ・ 釣合い鉄筋比以下（引張側鉄筋の量が少ない）の場合は、引張鉄筋の許容応力度にて梁の耐力が決定、釣合い鉄筋比以上の場合は圧縮側コンクリートの許容応力度にて梁耐力決定
- ・ 必要鉄筋量： $0.008bd$ （断面積の0.8%）以上←これは柱も同じ、ただし梁の場合は引張必要鉄筋量0.4%以上って規定もあり
- ・ あばら筋：せん断補強のみならず靱性確保・主筋の座屈防止・コンクリートの拘束の役割あり
- ・ 以下の各規定値チェック

##### 過去問

- ☆ 設ける設備孔の径は梁せいの1/3以下
- ☆ 振動障害の検討においてはたわみの検証が必要
- ☆ 曲げ降伏：曲げ降伏する部材においては、降伏後のせん断破壊に留意しせん断強度を高め設定
- ☆ T型梁：スラブと一体型の長方形梁は、スラブの協力幅をプラスしたT型梁とみなすことができる
- ☆ 許容曲げモーメント（引張鉄筋比が釣合鉄筋比以下）＝引張鉄筋断面積×鉄筋許容応力度×曲げ材中心間距離
- ☆ 主筋：鉄筋コンクリート造の主要な梁は全スパン複筋ばりとする
- ☆ 主筋：許容付着応力度は上端筋の場合よりも下端筋の方が大きい（上端はブリージングでセメントが薄いから）
- ☆ あばら筋：耐震壁付帯ラーメンの梁のあばら筋比は0.2%以上
- ☆ あばら筋：通し配筋とした場合も柱・梁の接合部に十分な定着長さが必要
- ☆ あばら筋：間隔は梁せいの1/2以下、かつ25cm以下

#### (B) 柱（含む接合部）

##### ポイント

- ・ 柱の設計：基本的にはコンクリートの圧縮に対する耐力で決定、ただし高強度コンクリート採用時には圧縮鉄筋の限界で決定
- ・ 柱の設計：主筋を増やすよりも（強度は上がるけど）、帯筋（せん断補強筋）を増やし靱性を持たせたほうが有効（ただし、長期許容せん断耐力の算定時には帯筋の効果は加味できない…なんて複雑な条件もあり…）
- ・ 柱の靱性は圧縮力が大きくなるほど低下するので注意
- ・ 短柱：垂壁・腰壁等がかっついて短い柱、せん断耐力は大きいけど粘り強さが低下するので良いことでは無いです…
- ・ 接合部：RC造ではとにかくせん断破壊に注意！
- ・ 以下の規定値チェック



## 過去問

- ☆ 最小径は構造上主要な支点間の 1/15 以上（軽量コンクリートの場合は 1/10 以上）
- ☆ 長期許容せん断力算定においてはコンクリートのみの効果を考え、帯筋の影響は無視
- ☆ 軸方向圧縮力が小さい時は変形能力を有するが、圧縮力が大きくなると脆性破壊を起こす可能性あり（靱性低下）
- ☆ 垂壁・腰壁が多い柱は耐力の増強が必要
- ☆ 地震時に曲げモーメントが特に増大する柱の設計においては、設計基準強度の 1/3 以下とすることが望ましい
- ☆ 既存建物の柱に鉄板を巻いてせん断補強を行い靱性を向上させることが可能（耐震補強）
- ☆ 地震時に水平力を受ける柱の曲げひび割れは柱頭・柱脚に発生しやすい
- ☆ 短柱：断面形状が同じ場合、短柱の方がせん断強度は大きくなるが、粘り強さ（靱性）は小さくなる
- ☆ 短柱：腰壁が取り付けくことにより柱が短くなる場合にはスリットを設けて短柱となることを防ぐ
- ☆ 短柱：せん断強度は大きい、粘り強さは低下する（脆性破壊に注意）
- ☆ 接合部：柱・梁の接合部は地震時に大きなせん断力を受ける
- ☆ 接合部：柱に対して梁が偏心して取り付けく場合、ねじりモーメントを考慮して設計を行う
- ☆ 主筋：主筋継手位置は上から内法高さの 1/4 以下、下から 50cm 以上は避ける
- ☆ 主筋：圧縮力を受ける柱ではコンクリートのクリープによって鉄筋の圧縮応力が徐々に増加する
- ☆ 主筋：鉄筋コンクリート柱・梁の主筋比は 0.8% 以上（ただし、梁の引張鉄筋比は 0.4% 以上、もしくは応力算定の 4/3 倍）
- ☆ 主筋：圧縮鉄筋はクリープによるたわみの抑制、地震に対する靱性の確保にも効果あり
- ☆ 帯筋：帯筋は  $\Phi 9$  または D10 以上の鉄筋を用い、間隔 100mm 以下、上下端部から径の 1.5 倍の範囲内では 150mm 以下
- ☆ 帯筋：せん断補強筋の端部は 135 度フックにより定着、かつ余長 6d 以上とする、もしくは溶接
- ☆ 帯筋：帯筋比（せん断補強筋比）は 0.2% 以上、高強度鉄筋の使用で柱の脆性破壊防止
- ☆ 柱梁接合部：帯筋量を増やしても接合部せん断強度は向上しない
- ☆ 柱梁接合部：せん断補強筋はひび割れ発生後のせん断変形の抑制のため
- ☆ 柱梁接合部：帯筋比を 0.2% 以上、帯筋間隔は 150mm 以下、かつ隣接する柱の帯筋間隔の 3/2 倍以下

## (C) 床スラブ

### ポイント

- ・ 床スラブの厚さは 80mm 以上、かつ短辺方向における有効スパンの 1/40 以上（なんて規定がありますが…現状の RC 造では床スラブ 200mm 以上なんてザラです、床振動の見地から）、ほか以下の規定もチェック

## 過去問

- ☆ 内法面積は 25 m<sup>2</sup> 以下、設備配管を配する場合は上端筋と下端筋の間に設ける
- ☆ 鉛直荷重に対する強度を確保するとともにたわみ・ひび割れ・振動障害にも留意する
- ☆ 小梁は床スラブの過大なたわみを防止するために十分な曲げ剛性を有すること
- ☆ 長期たわみは、乾燥収縮・ひび割れ・クリープの影響等により増大する
- ☆ 片持ちスラブ：支持端部の厚さは持ち出し長さの 1/10 以上とする
- ☆ 主筋：引張鉄筋は D10 以上、または径 6mm 以上の溶接金網とする
- ☆ 主筋：引張鉄筋の間隔は短辺で 200mm 以下、長辺で 300mm 以下かつスラブ厚さの 3 倍以下
- ☆ 主筋：鉄筋比は 0.2% 以上、ただしひび割れに対し配慮する場合は 0.4% 以上
- ☆ 主筋：最大曲げモーメントを受ける部分における引張鉄筋間隔は短辺方向 20cm 以下、長辺方向 30cm 以下、かつ床スラブの厚さの 3 倍以下

(D) 曲げ材のせん断補強

ポイント

- ・ 上記梁・柱に統合しました

(E) 付着

ポイント

- ・ 付着長さ：引張鉄筋の部材内における引抜・ズレを防止するために必要な部材内埋め込み長さ（部位により異なる\*）
- ・ 付着割裂：かぶり部分が鉄筋の節により割れてしまう現象、鉄筋が太い・引張鉄筋比が大きい場合に注意

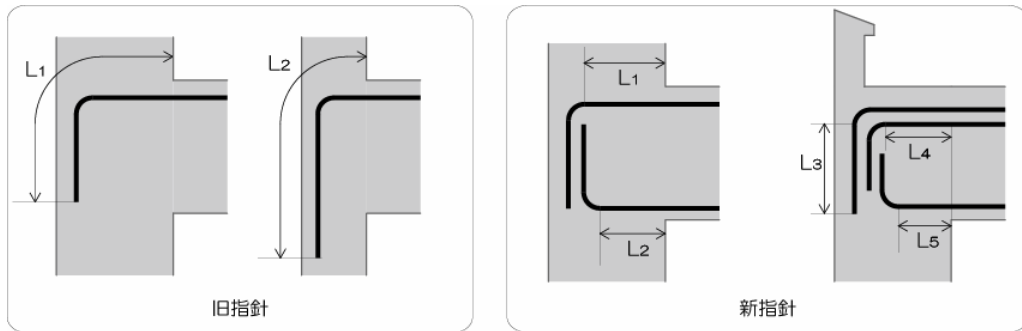


図 定着長さ指針改定 (@1999 年)

旧指針では 90° 折り曲げ以降も含める

新指針は「90° フック起点からの水平定着長さ」に改定（ただし 1 最上階 1 段筋のみは鉛直部分とする、右図 L3）

過去問

- ☆ 主筋に径の大きい鉄筋を使用する場合はかぶり部分が剥離する付着割裂破壊に注意（D35 以上は重ね継ぎ手禁止）
- ☆ 梁外端部の主筋は梁せいの 0.75 倍（3/4）以上、上下に折り曲げて定着を確保する
- ☆ 梁の通し配筋においては、柱せいが大きいほど定着性能が向上する
- ☆ コンクリートの基準強度を大きくすると、定着長さを短縮可能

(F) 耐力壁

ポイント

- ・ 以下の各規定チェックのこと…

過去問

- ☆ 厚さは 120mm 以上、かつ内法長さの 1/30 以上、ひび割れ等を考慮して厚いほうが良
- ☆ 周辺の床スラブには開口部を極力設けない
- ☆ 鉄筋：厚さが 200mm を超える場合は複筋
- ☆ 鉄筋：壁筋は D10 以上、見付け面積に対する間隔は 300mm 以下
- ☆ 鉄筋：せん断補強筋比は各方向に関し、0.25%以上
- ☆ 付帯ラーメン（耐力壁 4 周ラーメン）はひび割れ分散・貫通阻止、耐力・靱性が増大
- ☆ 開口周辺（付帯ラーメン）の補強筋は径 12mm（D13 は OK）以上、主筋の必要断面積は 0.8%以上
- ☆ 開口周辺（付帯ラーメン）のせん断補強筋比は 0.2%以上
- ☆ 開口周比：0.4 以下とする、開口部の面積を耐力壁面積で除して 1/2 乗（√）



## (G) 鉄筋のかぶり厚さ

### ポイント

- ・ かぶり厚の目的：鉄筋に対する対価被覆・防錆・付着の確保など
- ・ かぶり厚が薄い、鉄筋が太い場合に付着割裂に留意

### 過去問

- ☆ 鉄筋を覆うコンクリート表面と鉄筋表面との最短距離、部位により異なる（最低でも 3cm）
- ☆ 火災時の鉄筋の温度上昇抑制・鉄筋の防錆効果の働きを有する
- ☆ 圧縮応力に対して耐力を有する、引張部分は有効面積から除くこと

## 2.3.4 鉄筋コンクリートの耐震設計

### ポイント

- ・ 崩壊：全ての構造体では脆性破壊（粘りのない急激な崩壊）が危険、RC造の脆性破壊→せん断破壊（したがって曲げ降伏よりもせん断破壊が先に起こらないように設計）
- ・ 剛性を低下させて、剛性率・偏心率の許容値を調整してはならない（ただし、応力の大きな部分ではコンクリートのひび割れ・塑性変形の影響を考慮し、剛性を低下させる）

### 過去問

- ☆ 柱・梁の靱性を確保するために部材がせん断破壊（脆性的な破壊）をする前に曲げ降伏させる
- ☆ 曲げ降伏後のせん断破壊を避けるために、曲げ強度に対するせん断強度の比は高い方がよい
- ☆ せん断補強：柱・梁の接合部において、帯筋を増やしてもせん断強度は向上しない（コンクリートのせん断強度のみ）
- ☆ RC造の剛性率・偏心率算定時には腰壁、垂壁、袖壁の剛性も考慮する
- ☆ 構造特性係数（ $D_s$ ）：構造耐力上支障のある急激な耐力の低下（せん断破壊、付着割裂破壊および圧縮破壊）のおそれがある破壊を生じない→FA・FB・FC材 それ以外→FD
- ☆ 変形能力のある構造体とするためには壁のせん断崩壊の前に基礎を浮き上がらせる
- ☆ L型平面の場合はエキスパンションジョイントを設けること推奨
- ☆ エクスパンションジョイントは温度応答やコンクリートの乾燥収縮等による変形に対しても有効
- ☆ 層間変形の検討：地盤の変形が大きく無視できない場合には、地盤のバネを設定し各階の変形が大きくなる場合も検討
- ☆ 曲げ剛性の検討：断面 2 次モーメント、ヤング係数ともにコンクリート部分の値を用いる



## 2.4 鉄骨鉄筋コンクリート構造

### 2.4.1 構造の細則

#### ポイント

- ・ コンクリートのせん断耐力（脆性破壊）を鉄骨が補強、鉄骨の座屈をコンクリートが防止
- ・ 各種規定はRCに準ずる、Sに準ずる場合があるので注意！

#### 過去問

- ☆ SRCはコンクリートのせん断耐力をSで補強、Sの座屈をコンクリートで補強
- ☆ 鉄骨を配することによりせん断耐力が向上し、靱性も増す

### (A) 柱

#### ポイント

- ・ RCの基準に準ずる（鉄筋量0.8%以上）、鉄骨部分断面積も主筋量に含まれますよー
- ・ RC部のみで部材に生じる応力度の条件をクリアできる場合は鉄骨部の耐力算定は不要です
- ・ 軸力（圧縮）が大きくなると、靱性が低下するので注意

#### 過去問

- ☆ コンクリート全断面積に対する鋼材全断面積の割合は0.8%以上
- ☆ 許容圧縮応力度は圧縮側鉄骨比に応じてコンクリート部の許容応力を低減
- ☆ 軸力はRC部分の許容軸力以下ならばその全てをRC部分が負担しても良い
- ☆ 細長く、座屈長さが断面せいの12倍を超える場合は圧縮力とたわみによる2次曲げの影響を考慮
- ☆ 塑性変形能力：軸力が小さく、曲げ耐力を鉄骨部分が多く負担するほど向上
- ☆ 長期許容せん断力は、RC部分のみの許容せん断耐力としてもOK
- ☆ 圧縮力が大きくなると靱性低下（軸圧縮耐力に対する軸方向力の比は小さくすること）

### (B) 梁

#### ポイント

- ・ 鉄骨部材の形状により基準が異なるので注意！（耐力：充腹形＞ラチス形＞格子形）
- ・ 貫通孔の規定もRCと異なります（SRC：せいの0.4倍以下、RC：せいの1/3以下）

#### 過去問

- ☆ あばら筋比・柱の帯筋比は、充腹形鋼（一般的なH型鋼など）の場合：0.1%以上、非充腹形鋼の場合：0.2%以上
- ☆ 充腹型鉄骨では部材が一体化されるのでひび割れ発生時でも急激な強度低下は起こりにくい（非充腹型よりも）
- ☆ 鉄骨ウェブの形状別靱性 → 充腹形 > ラチス形 > 格子形
- ☆ 貫通孔の孔径は梁せいの0.4倍以下、かつ鉄骨せいの0.7倍以下（RCはせいの1/3以下）
- ☆ 貫通孔はウェブ部分に設け、フランジ部分に設けてはならない
- ☆ 鉄骨部材の幅厚比が大きき場合には、鉄骨の局部座屈により構造体の塑性変形能力が低下することがある
- ☆ たわみ算定においてはRC部分とS部分が一体化していると仮定して算定



## (C) 柱・梁接合部

**ポイント**

- ・ 鉄筋・鉄骨がたくさんになります…（梁のフランジには孔を空けてはいけません）

**過去問**

- ☆ 帯筋は梁のウェブを貫通させて配筋
- ☆ 柱の S 部分の曲げ耐力の和を、梁の S 部分の曲げ耐力の和の 40%以上とした場合は、
  - 両部材間の S 部分の応力伝達に対する安全性の検討を省略可能
- ☆ 接合部の力の流れを円滑にするために、柱と梁の曲げ終局耐力は同程度であることが望ましい

## (D) 柱脚

**ポイント**

- ・ 以下一読のこと

**過去問**

- ☆ 地震時に引張がかかる可能性がある場合は埋め込み式とする
- ☆ 鉄筋量が多いので鉄筋とベースプレートの取り合いに留意

## (E) 床スラブ・耐力壁

**ポイント**

- ・ 以下一読のこと

**過去問**

- ☆ 床スラブ：下端筋（圧縮になる）がウェブにあたるときはその手前で定着
- ☆ 連層耐震壁：建物のコア部分（エレベーター周りとかね）を上下階で揃えて連層にすること

## (F) ほか

**ポイント**

- ・ 以下一読のこと

**過去問**

- ☆ かぶり厚：鉄骨部のかぶり厚は最小で 50mm、実際の収まりを考えると柱で 150mm 程度、梁で 120mm 程度
- ☆ 施工時：鉄骨だけになってしまうので注意してね（鉄骨の座屈に注意すること）
- ☆ CFT（コンクリート充填鋼管）部材ではコンファインド効果（拘束効果）をプラス可能
- ☆ CFT：梁からのせん断力は充腹コンクリートと鋼管の付着強度で伝搬
- ☆ CFT：鋼管の座屈防止、座屈しても軸力が内部コンクリートへ移行等の理由により塑性変形能力は優れる
- ☆ CFT：内部のコンクリートにひび割れが生じても急激に剛性が低下することは無い



## 2.4.2 応力算定の基本仮定

### ポイント

- ・ 応力の算定は鉄筋コンクリート造に準ずる（基本的に…）
- ・ 前頁に記するようにコンクリートの弱点を如何に鋼材で補強するのがポイント

### 過去問

- ・ なし

## 2.4.3 部材の算定

### ポイント

- ・ 耐力算定：部材の耐力は、RCのみの耐力とSのみの耐力を合算できる場合（累加強度）とできない場合があり
- ・ 足せない場合は、せん断耐力（長期・短期荷重時、終局ではない場合）の場合のみ！
- ・ ただし、柱脚におけるS部分の耐力は鉄骨の耐力 or 鉄骨埋め込み部の支圧強度のいずれか小さいほうになります
- ・ 構造特性係数はSRCのほうがRCよりも0.05 小さい（小さいほうが構造体として強い、ってことです）

### 過去問

- ☆ せん断力に対する耐力は許容応力度に関してはRC・Sそれぞれが負担している曲げモーメント比で分担
- ☆ せん断力に対する耐力は終局耐力に関してはRC・Sの終局せん断度の和、終局以外ではそれぞれ個別に検討
- ☆ 柱・梁の許容曲げモーメントはS・RCそれぞれの許容曲げモーメントの和（累加強度式）
- ☆ RC部の許容せん断力はせん断補強筋比が0.6%以上の場合であっても上限0.6%で計算を行う
- ☆ コンクリートが充填されていない被覆形鋼管も単純累加強度式の採用可能
- ☆ 柱脚の終局耐力では鉄骨部の終局耐力（鉄骨の終局耐力 or 埋込み部の支圧耐力の小さいほう）+RC部の終局耐力
- ☆ 鉄骨とコンクリートの付着検討時にはコンクリートの充填しにくい部分（鉄骨の裏とか）を除いた付着面積を用いる
- ☆ 鋼材の影響が小さい場合はコンクリート部分のみで評価を行うことが可能
- ☆ RC造耐震壁の周辺にSRCの架構を設ける場合は、十分なせん断耐力と靱性を有する鉄筋を配すること
- ☆ 構造特性係数 $D_s$ の算定時に、耐力壁の破壊モードがせん断破壊以外である場合には、耐力壁の種別をWAとする
- ☆ SRC造の構造特性係数 $D_s$ 値は0.25以上（右記RCよりも0.05減）、RC造は0.3以上





## 2.5 壁構造

### 2.5.1 組積造

#### ポイント

- ・ レンガ、石などの材料をモルタルにより接着組積した構造、組積造の種別：1種組積造<2種組積造
- ・ 建物規模：階高は3m以下、2種組積造では、RCの床スラブ+小屋組みで高さ13m、軒高9mまでOK
- ・ 臥梁（がりょう）：壁頂部に設ける抑え、RCとする、巾は壁厚の1.5倍以上かつ300mm以上

表 耐力壁基準

壁	厚さ	平屋	200mm以上（5m以下）、300mm以上（5mを超え10m以下）
		2階建て・3階建て	300mm以上（5m以下）、400mm以上（5mを超え10m以下）
	面積	1種組積造	40m <sup>2</sup> 以下
		2種組積造	60m <sup>2</sup> 以下（RCの屋根スラブが無い場合には40m <sup>2</sup> 以下）
	壁スパン		10m以下
	実長	長さ	はり間・桁行きとも一辺当たり壁の長さの1/2まで、総和でも1/3以下
開口	相互間隔	壁厚の2倍以上、かつ60cm以上	

#### 過去問

- ☆ 組石造においては芋目地禁止
- ☆ 組石造においてはれんが・石・コンクリートブロックを十分に水洗い
- ☆ 壁式プレキャストコンクリートの水平投影面積は最大60m<sup>2</sup>

### 2.5.2 補強コンクリートブロック造

#### ポイント

- ・ コンクリートブロック（強度：A種<B種<C種）に鉄筋・コンクリートを用いて組み上げた構造
- ・ 建物規模：階高は3.5m以下（平屋では4m以下）
- ・ 臥梁（がりょう）：壁頂部に設ける抑え、RCとする、巾は壁厚の1.5倍以上かつ300mm以上
- ・ 耐力壁：ある長さ以上無いと耐力壁と認めてもらえない → ある長さ＝必要長さ
- ・ 壁量：建物の安全性を確保するために必要な壁の量が、ブロック種・建物規模により規定されている
- ・ 壁量算定：梁間・桁行のそれぞれの方向において、耐力壁の実長を合計、その長さを床面積で割る
- ・ 耐力壁の実長：必要長さ以上の長さを持った耐力壁の長さを合算したもの

表 耐力壁基準

壁	厚さ	平屋・最上階	150mm 以上、かつ高さの 1/20 以上
		それ以外	190mm 以上、かつ高さの 1/16 以上
	面積		45m <sup>2</sup> 以下、RC の剛な床・屋根スラブありの場合は 60m <sup>2</sup>
	長さ		耐力壁厚さの 50 倍以下
	壁量	A 種	平屋・最上階：15cm/m <sup>2</sup> 、最上階から 2 つめ：21cm/m <sup>2</sup>
		B 種	平屋・最上階：15cm/m <sup>2</sup> 、最上階から 2 つめ：18cm/m <sup>2</sup> 、最上階から 3 つめ：25cm/m <sup>2</sup>
		C 種	平屋・最上階：15cm/m <sup>2</sup> 、最上階から 2 つめ：15cm/m <sup>2</sup> 、最上階から 3 つめ：20cm/m <sup>2</sup>
	実長		550mm 以上、かつ両側開口高さの平均の 30% 以上

### 過去問

- ☆ 耐力壁の水平投影面積は通常 45 m<sup>2</sup>以下、剛な RC 屋根・スラブを有する場合は 60 m<sup>2</sup>まで
- ☆ A 種コンクリートブロック：地上 2 階建、軒高 7m 以下
- ☆ B 種・C 種コンクリートブロック：地上 3 階建、軒高 11m 以下
- ☆ 壁量（A 種）、平屋：15cm/m<sup>2</sup>、最上階から 2 つ目：21cm/m<sup>2</sup>
- ☆ 壁量（B 種）、平屋：15cm/m<sup>2</sup>、最上階から 2 つ目：18cm/m<sup>2</sup>、最上階から 3 つ目：25cm/m<sup>2</sup>
- ☆ 壁量（C 種）、平屋：15cm/m<sup>2</sup>、最上階から 2 つ目：15cm/m<sup>2</sup>、最上階から 3 つ目：20cm/m<sup>2</sup>
- ☆ 壁体中空部に打ち込むコンクリートの設計基準強度は 21N/m<sup>2</sup>以上
- ☆ 壁ばりに型枠ブロックを使用する場合、打ち込みコンクリートの厚さは耐力壁内部のコンクリート厚+3cm 以上
- ☆ 耐力壁の頂部には RC の臥梁を設ける、ただし平屋の場合現場打ち RC 造の屋根があれば臥梁不要
- ☆ 複層のハイブリッド構造の場合、特に 1 階部分の剛性・耐力に留意、また耐震要素の配置バリエーションも重要
- ☆ 縦筋はブロック空洞部内での重ね継ぎ不可
- ☆ 高さ 1.2m を超える場合、塀の長さ 3.4m 以下おきに控壁を設ける
- ☆ 塀の配筋では構造計算を省略する場合は径 9mm 以上の鉄筋を縦横に 80cm 以下の間隔で配置
- ☆ 壁ばりにおいて構造計算を省略する場合はせいは 45cm 以上とする
- ☆ 帳壁：主要支点間距離は 3.5m 以下



## 2.5.3 壁式鉄筋コンクリート造

## ポイント

- ・ 建物規模：地上階数 5 階以下、軒高 20m以下、各階階高 3.5m以下
- ・ 壁梁：巾は接する耐力壁の厚さ以上、せいは 45cm以上

表 耐力壁基準

壁	厚さ	平屋	120mm 以上、かつ高さの 1/25 以上		
		2 階建各階・最上階	150mm 以上、かつ高さの 1/22 以上		
		その他	180mm 以上、かつ高さの 1/22 以上		
		地下階	180mm 以上、かつ高さの 1/18 以上（土に触れている場合には各面とも+1cm）		
	壁量	平屋・最上階から 3 つめ以上：12cm/m <sup>2</sup> 、最上階から 4 つめ以下：15cm/m <sup>2</sup> 、地下階：20cm/m <sup>2</sup>			
	実長	450mm 以上、かつ同一実長を持つ高さの 30%以上			
	鉄筋	径等	径 9mm の丸鋼、もしくは D10 以上の異型鉄筋（壁梁は D13 以上）、厚さ 200mm 以上で複筋化		
		間隔	300mm 以下		
		必要断面積 (せん断補強)	平屋・2 階建の最上階：0.15%、2 階建の 1 階・3~5 階建の最上階・最上階から 2 つめ：0.20% 地下階・その他の階：0.25%		
	耐力壁端部の曲げ補強筋 (開口縁高さ別)	端部高さ 1m以下	平屋	1-D13	
			2 階建て各階、3~5 階建の最上階	1-D13	
			3~5 階建の上から 2 つ目	2-D13	
			平屋、2 階建の地下階、など（記載以外）	2-D13	
			5 階建の 1 階、および地下階	2-D16	
		端部高さ 1m以上	平屋	1-D13	
			2 階建て各階、3~5 階建の最上階	2-D13	
3~5 階建の上から 2 つ目			2-D13		
平屋、2 階建の地下階、など（記載以外）			2-D16		
5 階建の 1 階、および地下階			2-D19		



## 過去問

- ☆ 鉄筋：D10 以上、見付け面積に対する間隔はそれぞれ 30cm 以下
- ☆ 鉄筋：耐力壁の開口部付近では 1-D13 以上
- ☆ 鉄筋：4 階建 1 階部分の隅部、端部高さが 1m 以内の場合で 2-D13、1m を超える場合は 2-D16
- ☆ 鉄筋：耐力壁厚さが 200mm を超える場合は複筋
- ☆ 鉄筋：開口部の隅角部において、所定の鉄筋量以上を配すれば斜め筋を排除可能
- ☆ せん断補強比：最上階（含む平屋）：0.15%、最上階の 1 ヶ下：0.2%、その他：0.25%
- ☆ 壁量：平屋または最上階から 3 つめ以上の階は  $12 \text{ cm/m}^2$ 、最上階から 4 つ目以下の階は  $15 \text{ cm/m}^2$ 、地下階は  $20 \text{ cm/m}^2$
- ☆ 壁量：規定値以下の場合は層間変形（1/200 以下）、剛性率（0.6 以上）・偏心率（0.15 以下）、保有水平耐力を確認
- ☆ 壁量：耐力壁の厚さが規定値よりも大きい場合は壁量を規定値から  $3 \text{ cm/m}^2$  引く事が可能
- ☆ 耐力壁厚さ：平屋：12 cm 以上かつ  $h/25$  以上、地下階は 18cm 以上かつ土に触れる場合はかぶり厚を 1cm 増やして 19cm
- ☆ 耐力壁厚さ：2 階建ての各階及び 3~5 階の最上階で 15cm 以上かつ  $h/22$  以上、他で 18 cm 以上かつ  $h/18$  以上
- ☆ 耐力壁実長：450mm 以上、かつ同一実長を有する部分の高さの 30% 以上必要
- ☆ 耐力壁実長：小開口（換気扇程度）で適切に補強を行ったものは開口とみなさなくて OK
- ☆ 壁梁：幅は接する耐力壁の厚さ以上、せいは 450mm 以上（主筋は D13 以上）
- ☆ 軟弱地盤：基礎ばりを剛強、最上階の床を鉄筋コンクリートとする
- ☆ 5 階建以下、軒の高さ 20m 以下の構造体は許容応力度設計のみ（2 次設計免除）
- ☆ 壁式 RC 造を多雪地域に建設する場合は保有水平耐力の検討が必要
- ☆ 地上階数 5 階以下、軒高 20m 以下、各階高 3m（超える場合は試験必要）以下まで可能
- ☆ 壁式ラーメン鉄筋コンクリート構造の建築物は、地上 15 階建て、軒の高さ 45m とすることが出来る
- ☆ 壁式ラーメン RC 造（HFW）とは、梁間：独立連層壁構造、けた行：壁柱と梁から構成されるラーメン構造のこと
- ☆ 使用するコンクリートの設計基準強度は  $18 \text{ N/mm}^2$  以上（強いコンクリートを使用すると壁量規定値が低減される）
- ☆ 内法面積：RC の床スラブありで  $60 \text{ m}^2$  以下、なしの場合は  $45 \text{ m}^2$  以下
- ☆ 保有水平体力：ラーメンよりも壁式の方が大きい傾向にあるが、耐力壁のせん断破壊（脆性破壊）は生じやすい

## 2.6 日本住宅性能表示基準

### 2.6.1 構造の安全に関すること

#### ポイント

- ・ 耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）：等級 3、極めて稀に発生する地震の 1.5 倍の力でも倒壊しない
- ・ 耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）：等級 2、極めて稀に発生する地震の 1.25 倍の力でも倒壊しない
- ・ 耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）：等級 1、極めて稀に発生する地震の力でも倒壊しない
- ・ 耐震等級（構造躯体の損傷防止）：等級 3、稀に発生する地震の 1.5 倍の力でも損傷を生じない
- ・ 耐震等級（構造躯体の損傷防止）：等級 2、稀に発生する地震の 1.25 倍の力でも損傷を生じない
- ・ 耐震等級（構造躯体の損傷防止）：等級 1、稀に発生する地震の力でも損傷を生じない
- ・ 耐風等級：等級 2、極めて稀に発生する暴風（基準法の 1.6 倍）の 1.2 倍の力で倒壊せず、稀に生じる暴風の 1.2 倍の力でも損傷しない
- ・ 耐風等級：等級 1、極めて稀に発生する暴風（基準法の 1.6 倍）の力で倒壊せず、稀に生じる暴風でも損傷しない
- ・ 耐積雪等級：等級 2、極めて稀に発生する積雪（基準法の 1.4 倍）の 1.2 倍の力に対し倒壊せず、稀に発生する積雪の 1.2 倍の力でも損傷しない
- ・ 耐積雪等級：等級 1、極めて稀に発生する積雪に対し倒壊せず、稀に発生する積雪でも損傷しない



## 2.7 構造設計

## 2.7.1 構造計算の種類

## ポイント

- ・ 荷重種類：常時＝長期荷重、稀に＝短期荷重、極めて稀に＝終局耐力
- ・ 建物の状態：常時（長期荷重）・稀に（短期荷重）では一切の損傷不可（損傷限界）、極めて稀に（終局耐力）では一部損傷は可、ただし倒壊・崩壊は不可（安全限界）

表 建物種別

建物種別	建物規模
超高層建築物	60m を超える
大規模建築物	60m 以下で以下の条件 木造：高さ 13m 超・軒高 9m 超 S造：4 階建以上、高さ 13m 超・軒高 9m 超 RC・SRC造：高さ 20m 超
中規模建築物	上記以外で 木造：3 階建以上・延べ面積 500 平米超 木造以外：2 階建以上・延べ面積 200 平米超
小規模建築物	上記以外のもの

表 構造計算種別

建物種別	常時・稀に生じる荷重	極めて稀に生じる荷重
超高層建築物	地震動で時刻歴応答解析	左記の荷重の積雪では 1.4 倍、風では 1.6 倍、地震では 5 倍で検討
大規模建築物	許容応力度設計	ルート 2：層間変形角→剛性率・偏心率 ルート 3：層間変形角→保有水平耐力
	限界耐力計算	限界耐力計算
	地震以外：許容応力度設計 地震：損傷限界	地震以外：1.4 倍積雪荷重、1.6 倍風荷重に対し、材料強度で評価 地震：安全限界
中規模建築物	許容応力度設計	不要
小規模建築物	構造計算不要	不要



## 過去問

- ☆ 超高層建築物の構造計算においては継続時間 60 秒以上の地震動入力波で安全性の確認を行う
- ☆ 高さ 40m、SRC造、地上 10 階建ての建築物はルート 3（保有水平耐力の検討が必要）
- ☆ 高さ 20m、S造、地上 5 階建ての建築物はルート 3（保有水平耐力の検討が必要）
- ☆ 高さ 10m、RC造、地上 3 階建ての建築物は構造計算不要（小規模建築）
- ☆ 延べ面積 100 平米、高さ 5m、RC造、平屋の建築物はルート 1（2 次設計は不要）
- ☆ 建物高さ 60m を超える建築物は、時刻歴応答解析等の大臣が定める基準において独自にチェック
- ☆ 高さ 60m を超える超高層建築物の耐震安全設計の検証は、地震動等に対する時刻歴応答解析により行う
- ☆ ルート 1 を適用する場合、地震力の算定においては、標準せん断力係数を 0.3 以上とする
- ☆ ルート 2 で、偏心率で不可となったら、ルートを変更し保有水平耐力の算定にて安全性を確認
- ☆ ルート 2 は剛性メインの計算、幅圧比を大きくすると局部座屈が生じやすくなり塑性変形能力が低下する
- ☆ 塔状比：4 を超える場合には保有水平耐力の検討が必須
- ☆ 1 つの建築物において、張り間・けた行方向のそれぞれに異なる耐震設計ルートを用いることは可能
- ☆ 超高層建築物の構造計算においては継続時間 60 秒以上の地震動入力波で安全性の確認を行う
- ☆ 時刻歴解析：地震時の時刻歴応答解析においては、地域係数が同じ地域でも入力波は異なる
- ☆ 変位応答スペクトル（水平変位）：周期が長い建物ほど大きくなる（同一加速度の場合）
- ☆ 損傷限界：建物耐用年数内に一度は発生すると思われる中規模程度の地震を対象、一切の損傷不可
- ☆ 安全限界：ごく稀に（耐用年数以上）発生する大規模地震を対象、倒壊・崩壊はしないこと
- ☆ 安全限界：検証に用いられる地震外力は損傷限界検討時の 5 倍の大きさ

### 2.7.2 1 次設計（許容応力度設計）

#### ポイント

- ・ 部材に生じる応力度 ≤ 部材の耐えられる応力度（許容応力度）
- ・ 荷重の項目参照のこと

### 2.7.3 2 次設計

#### ポイント

- ・ 層間変形角：1/200 以下（内装材等に損傷が生じる恐れがない場合は 1/120）、標準せん断力係数は 0.2 以上
- ・ 剛性率：0.6 以上、偏心率：0.15 以下（木造は 0.3 以下）
- ・ 保有水平耐力：保有水平耐力 ≥ 必要保有水平耐力
- ・ 必要保有水平耐力：構造特性係数 × 形状係数 × 地震層せん断力（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・減衰が大きいかほど小さい、各部材の種別により値が異なる（A種が良）、S・SRC では 0.25～0.50、RCでは 0.30～0.55



## 過去問

- ☆ 層間変形：1/200 以下、ただし外装・内装・設備に著しい損傷が発生しないならば 1/120 以下まで低減
- ☆ 層間変形：内装材・外装材等の取り付け部分は地震時に生じる層間変位も考慮する
- ☆ 剛性率は各階ともに 0.6 以上、剛性の低いフロアには大地震時に大きな変形が集中する可能性あり
- ☆ 偏心：剛性と重心のずれ（ねじれ誘発）、検討時に大地震で剛性が低下する事が明らかな場合は剛性低下で算定可能
- ☆ 偏心：偏心の大きな構造体は隅部で過大な変形を強いられる部材が生じる可能性がある
- ☆ 偏心：ねじれの抑制のためには耐震要素を外周部付近に配置した方が有効
- ☆ 偏心：偏心率 0.15 以下（木造は 0.3 以下）
- ☆ 偏心：床の剛性が高い場合は床面がねじれを生じやすく、床の剛性が低い場合は床面が変形する
- ☆ 必要保有水平耐力：偏心率・剛性率が基準値をクリアしない場合は必要保有水平耐力を増して検討を行う
- ☆ 必要保有水平耐力：全水平耐力に対し、耐力壁（筋交い）による水平耐力の割合が多い場合は塑性低下に留意
- ☆ 必要保有水平耐力：耐力壁の水平耐力の和の保有水平耐力に対する割合が高い場合（耐力壁に依存する割合が高い）は塑性が低下（構造特性係数は大きくなる）
- ☆ 必要保有水平耐力：耐力壁を多く配置しすぎると増加する場合がある
- ☆ 構造特性係数：値が小さい建物は塑性に富む（良いってことね）
- ☆ 構造特性係数：RC の  $D_s$  : 0.30 から 0.55、S および SRC : 0.25 から 0.50
- ☆ 構造特性係数：柱・梁の大部分が鉄骨造である階にあっては鉄骨造の構造特性係数を用いて安全性を確認
- ☆ 構造特性係数 ( $D_s$ )：構造耐力上支障のある急激な耐力の低下（せん断破壊、付着割裂破壊および圧縮破壊）のおそれがある破壊を生じない→FA・FB・FC材 それ以外→FD

## 2.7.4 限界耐力計算

### ポイント

- ・ 積雪・暴風と地震で大きく異なります
- ・ 積雪・暴風：稀に生じる積雪・暴風→許容応力度設計と同じ
- ・ 積雪・暴風：極めて稀に生じる→短期荷重における積雪荷重を 1.4 倍、風荷重を 1.6 倍として「材料強度」で検討
- ・ 地震：稀に生じる地震→損傷限界を検討（建物の固有周期等を求め、地震時の実際の応答で検討）
- ・ 地震：稀に起こる地震（中規模地震）の 5 倍の地震に対して安全限界の検討を行う（こっちも応答で検討）

## 過去問

- ☆ 大規模地震を対象とする限界耐力計算における水平保有耐力算定時には構造特性係数 ( $D_s$ ) は使用不可
- ☆ 塑性化の程度が大きいほど、限界時の各部材の減衰特性は大きくなる（良いことね）
- ☆ 複層階の建物の場合、構成する階のうち最も限界能力の低い階の耐力をその建物の限界耐力とする



## 2.7.5 耐震性

### ポイント

- ・ 以下一読のこと

### 過去問

- ☆ 耐震性：耐震診断における算定法の詳しさ：3次診断 > 2次診断 > 1次診断
- ☆ 耐震性：構造体の強度向上、靱性向上、軽量化により耐震性向上
- ☆ 耐震性：耐震改修：炭素繊維巻き付け補強、柱の変形能力の向上
- ☆ 耐震性：制振・免震機器は地震のみならず暴風時の挙動も考慮すること
- ☆ 耐震性：地震時の柱の軸方向力の変動は、中柱よりも隅柱のほうが大きい
- ☆ 耐震性：耐力壁の頂部を剛性の高い梁で頭つなぎを行うと曲げ変形が制御され耐力壁の剛性向上
- ☆ 免震：積層ゴムで支持された免震建物は地震力による水平力を低減可能、ただし相対変位は大きくなる
- ☆ 免震：積層ゴムを用いた免震構造は、建物の固有周期を長くすることにより地震時の応答加速度を低減する
- ☆ 免震：免震構造を採用している構造体では、極めて稀に起こる地震に対しても許容応力度設計を採用可能
- ☆ 制振：塑性変形能力が高い材料（柔な材料）ほど振動時の減衰性が高い
- ☆ 制振：有効な鋼材ダンパーを用いると地震時の振動を抑制する効果（減衰性能の向上）あり
- ☆ 付随する階段・エスカレーター等の影響（筋交いのように働くことも）も考慮すること

## 2.8 他

### 過去問

- ☆ 床振動：鉛直方向の固有振動数が小さい（周期が長い）場合には、居住性への障害の可能性に留意
- ☆ エキスパンションジョイント：温度変化による変形、材料の収縮にも対応可能
- ☆ フラットスラブ：地震力の全てを負担させるのは危険、ラーメンや耐震壁も併用すること
- ☆ スリット：柱付き壁に設置すると脆性破壊防止、偏心率の低減効果あり（保有水平耐力は低下）
- ☆ スリット：短柱防止のスリットを設けた場合でも、梁剛性の検討時には腰壁・垂壁の影響も考慮（柱剛性では不要）
- ☆ 地上階よりも地下階の床面積の方が大きい場合、1階床面の地下階との水平せん断力の伝達に関し要検討
- ☆ 境界ばりには地震時に大きな塑性変形能力が得られるように、せん断補強筋の量を多めに
- ☆ RC造大梁の地震時曲げモーメント検討時には、柱面位置（柱の中心でなく）での曲げモーメントの値を用いることができる
- ☆ 連層耐力壁：縁部分に配するよりも中央部分に配したほうが転倒に対する抵抗力が大きい
- ☆ 連層耐力壁：接続する梁（境界梁）は耐震壁の回転による基礎の浮き上がり防止にも効果あり
- ☆ 各層の剛度の割合において（剛比）極端に値が低い階において変形や損傷が発生しやすい
- ☆ ハイブリッド構造では剛性・耐力の連続性に留意
- ☆ 大スパンの構造体では梁・床スラブ等の振動にも留意
- ☆ 耐力壁・筋交いにつながる床スラブは水平力も伝播する（床面には十分な面内剛性・耐力を持たせること）
- ☆ 純ラーメンの方が筋交いがあるよりも靱性あり（筋交いの耐力負担を増す場合には構造特性係数を増す）
- ↑（筋交いの耐力負担を増す場合には構造特性係数を増す必要あり）
- ☆ ピロティ階は剛性が低くなるので、柱に十分な靱性・強度を持たせること、直上の耐力壁が先に崩壊
- ☆ 駐車場の転落防止：250kNの衝撃力を吸収できるように設計
- ☆ RCとSRCの混構造の場合には、長辺方向がSRC、短辺方向がRC