

2 構造物

2.1 荷重・外力

(1) 固定荷重

- 固定荷重とは：建物自身の重さや仕上げ材の重さ、躯体の場合は使用材料の容量×単位荷重（RC では 24kN/m³）、仕上げ等の場合は部材ごとの重さを個別にカウントして合算する等にて算定

⇒ 算定時の留意点：骨組み・仕上げ材、および常時固定されている物品の重量の総計等

(2) 積載荷重

- 積載荷重とは：床の上に載っているもの達（基本的には竣工後に入っていくる物品や人）、床面積に単位荷重をかける

⇒ 単位荷重留意点その 1（構造計算対象ごと）：採用値異なる、床設計用＞柱・はり・基礎設計用＞地震力算定用

⇒ 単位荷重留意点その 2（室用途ごと）：用途別でも代入する値が異なる、基本的には人や物品が多い用途で値が大きくなるが（集会所（固定席ではない）＞集会所（固定席）≧店舗＝学校のバルコニー≧事務室＞教室＞病室＝居室）、「偏分布（＝荷重増加）」「通路（＝避難時を想定しその他の用途）」に留意

⇒ 複層（複数階）の建物：そのまま全フロア分を足していくと最下層の荷重が非常に大きくなるので…、複数階を支える柱の圧縮力算定時には、支えるフロア数に応じて積載荷重の低減が可能（0.6 倍まで、ただし劇場・映画館・集会所、倉庫は除く）

⇒ 構造計算上の留意点：積載荷重が無いほうが危険な場合もあるので留意（転倒/杭の引き抜き、暴風時や大地震時）

表 積載荷重

室の種類		床設計用 (N/m ²)	柱・梁設計用 (N/m ²)	地震力算定用 (N/m ²)
住宅の居室・病室		1800	1300	600
事務室		2900	1800	800
教室		2300	2100	1100
店舗の売り場		2900	2400	1300
集会所	固定	2900	2600	1600
	そのほか	3500	3200	2100
自動車車庫		5400	3900	2000
廊下・階段		3500	3200	2100
屋上広場・	一般	1800	1300	600
	学校・百貨店	2900	2400	1300



(3) 積雪荷重

- 積載荷重とは：「積雪の単位荷重」×屋根の水平投影面積×その地方の「垂直積雪量」にて求める
 - ⇒ 単位荷重：積雪 1cm あたり 20N/m²以上、ただし不均一に雪が分布していると荷重が大きくなる場合もある

- ⇒ 積雪荷重の低減処置：屋根勾配（60度で0）、雪下ろし（垂直積雪量 1m まで）

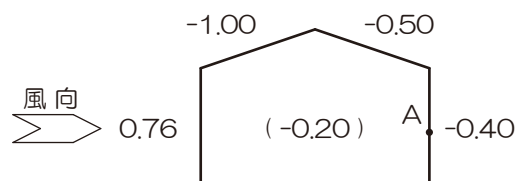
(4) 風荷重

- 風荷重とは：建物に対し主に水平方向に作用する荷重、フロアごとに値を求める
 - ⇒ 風荷重の算定式：風荷重（W）＝「風圧力（P）」×「見付け面積（受風面積のような概念）」

- ⇒ 見付け面積：各フロアを鉛直方向で2等分、各フロアの梁の上下2ブロックが受風面積（見付け面積）ネットや金網でも要件等

- ⇒ 風圧力（P）：風力係数（Cf）×速度圧（q）
 - 風力係数の留意点：構造骨組と外装材で係数の考え方が異なる（外装材はピーク風力係数となり構造骨組よりも値が大きい）、風洞実験もしくは建物の内外圧係数の差で求める
 - 速度圧（q）：0.6×E×V₀²、E…屋根高さ・周辺条件より算定、V₀…「基準風速」
 - E：「地表面粗度区分」で決定、平坦な地域の方が都市化が著しい地域よりも値が大きくなる

- 風圧力計算：速度圧を 1,000[N/m²]とする



(5) 地震荷重

□ 地震荷重：建物に対し水平方向に作用する荷重、フロアごとに値を求める

⇒ 地震荷重の算定式：地震層せん断力 (Qi) = 地震層せん断力係数 (Ci) × 対象層以上の総重量 (Wi)

⇒ 地震層せん断力係数 (Ci) = 地震地域係数 (Z) × 振動特性係数 (Rt) × 高さ分布 (Ai) × 標準せん断力係数 (Co)

→ 地域係数：大規模地震の発生が懸念される地域ほど値が大きい、地域ごとに 0.7 から 1.0 の値が設定

→ 振動特性係数：建物の固有周期と地盤の相性を評価した係数（最大が 1.0）、建物の固有周期が長いほど値が小さい

→ 高さ分布係数：固有周期と建物重量より求める、上階ほど値が大きい

→ 標準せん断力係数：構造計算のシチュエーションによって値が変化、1 次設計では 0.2 以上（軟弱地盤の木造・低層S造では 0.3 以上）、2 次設計の保有水平耐力算定時には 1.0 以上

⇒ 地下部分の地震層せん断力：地下部分の地震力 + 地上最下層の地震層せん断力

→ 地下部分の地震力：建物長期荷重 × 水平震度（深いほど値が小さい、ただし地下 20m を超える深さでは一定）

(6) 荷重の組み合わせ

□ 許容応力度設計とは：「材料が耐えうる応力度 ≥ 部材に生じる応力」ならば安全

⇒ 材料が耐えられる応力度：常時の荷重を対象とした材料の普段の耐力における安全性確認（＝長期許容応力度設計）、材料の火事場の馬鹿力（短い時間しか耐えられませんが…）に期待した非常時の安全性確認（＝短期許容応力度設計）

⇒ 常時ならびに非常時にかかる荷重：条件ごとの荷重の合算に留意

→ 長期荷重に関する問題の留意点：多雪地域では積雪荷重が長期荷重となる（ただし積雪荷重 0.7 倍）

→ 短期荷重に関する問題の留意点：一般の地域では大地震・大風・大雪は同時に襲来しない、多雪地域では積雪時に大地震・大風が来る場合も想定（ただし積雪荷重 0.35 倍）

力の種類	想定する条件	一般	多雪区域
長期荷重	常時	G + P	G + P
	積雪時		G + P + 0.7S
短期荷重	積雪時	G + P + S	G + P + S
	暴風時	G + P + W	G + P + W
	地震時	G + P + K	G + P + 0.35S + K

G：固定、P：積載、

S：積雪、W：風、K：地震



2.2 構造設計

(1) 構造計画

- 耐震性の基本理念：稀に起こる地震に対しては建物に一切の損傷が生じてはならない極めて稀に起こる地震に対しても建物は倒壊・崩壊してはならない
 - ⇒ 構造種別の耐震性能：RC造は硬くて強度（剛性）型、S造は柔らかくて靱性（粘り）型
 - 水平方向の荷重である地震に対して、面内剛性を高めて抵抗することが基本、「筋交いを入れる」「耐力壁を配置する」等を行い建物の一体化を図る

 - ⇒ 短柱：そで壁・腰壁が取り付く短い柱、地震時に地震荷重が過多となり非常に危険、靱性も低い
 - 耐震スリットを設けて同一フロアの他の柱と長さをそろえる、せん断力の集中が生じなくなるのでせん断破壊型(RC造では粘りのない脆性破壊となるので絶対に発生してはならない) から曲げ破壊型に改善される

 - ⇒ エキスパンションジョイント：複雑な平面形状の建物を単純な平面形状に分割
 - 地震時の不要な応力の集中を防ぐ

- 制振・免震
 - ⇒ 制振構造：振動エネルギーを吸収する機構を用いて、耐震性を向上させる

 - ⇒ 免震構造：積層ゴムやダンパー等を基礎部分に設けて建物の固有周期を長周期化し、地震の揺れを建物に伝搬しにくいようにする

- 診断・改修
 - ⇒ 耐震診断：一次⇒おもに壁量の確認、二次⇒柱・壁の靱性を確認（梁は無視）、三次⇒柱・壁の靱性プラス梁の耐力変形を確認

 - ⇒ 耐震改修：既存建築物の耐震性の向上のためには「せん断補強（柱に炭素繊維等を巻きつける）」「剛性向上（耐震筋交いの設置）」「建物の軽量化」とうがある



(2) 構造計算

□ 構造計算のルート

表 構造計算種別

建物種別	常時・稀に生じる荷重 (1次設計)	極めて稀に生じる荷重 (2次設計)
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

□ 1次設計：許容応力度設計

⇒ 許容応力度設計：部材に生じる応力度 < 材料が耐えられる応力度

□ 2次設計種類：層間変形角、剛性率、偏心率、保有水平耐力

⇒ 層間変形：建物立面方向の各層のスレ、各フロアともに1/200以下とする、極力各層で等しく

⇒ 偏心率：平面バランス、剛心と重心のスレ、大きいとねじりが生じる、スレは0.15以下とする、剛性の高い耐力壁を周面に配置すると良し、袖壁や垂壁の影響も考慮

⇒ 剛性率：建物各フロアの剛性のバランス、各階の層間変形角の逆数を建築物全体の層間変形角の逆数の平均で除した値、全フロア平均に対して各フロアの剛性が60% (0.6) 以上を有すること

⇒ 保有水平耐力：地震を対象とした安全性のチェック、地震時に必要な耐力 (必要保有水平耐力) < 建物が有する耐力 (保有水平耐力) ならば安全



2.3 地盤

(1) 土の種類

- 土の粒径：粒径の大小により地盤の特性が変化する
- ⇒ 土の粒径：礫（れき）＞砂＞シルト＞粘土

(2) 地盤の種類

- 地盤の耐力：古い地層ほど耐力が大きい
- ⇒ 地盤の許容応力度：第三期層＞洪積層＞沖積層

(3) 土の性質

- 地盤の沈下
 - ⇒ 圧密沈下：粘性土において、荷重の作用により含まれる水分が徐々に抜けることにより生じる沈下
 - ⇒ 即時沈下：载荷と同時に発生する沈下、砂質土で生じる ⇔ ゆっくり進む「圧密沈下」
- 液状化
 - ⇒ 液状化：地震により間隙水圧が上昇し、土粒子間に働く応力が0になる現象（地盤がシェイクされて水が浮き上がって土・砂が浮いてしまう感じ…）
 - ⇒ 液状化の注意が必要な条件：砂質土、細粒分含有率が低い、粒径の分布が均一、N値が小さい、地下水位が高いなど（総じて水が多くて緩い地盤ってこと）、大きな地震力、詳細は「飽和土層（地下水以下）」「地表から 20m 程度までの沖積層」「細粒分含有率が 35%以下」

(4) 地盤調査と許容応力度

- 地盤調査
 - ⇒ 標準貫入試験：直径 5cm のチューブを 63.5kg のハンマーを 75cm の高さから落下させて 30cm 貫入するまでに要する打撃回数、地盤の耐力推定、資料採取も可能、N 値 5 の場合砂質土では緩い地盤、粘性土では非常に固い
 - ⇒ 平板載荷試験：支持地盤上に鉄板を置いて荷重をかけて耐力推定、平板近傍の地盤特性のみ把握可能
 - ⇒ スウェーデン式サウンディング試験：重石をかけたドリルを人力でグリグリ回して地盤に穴を掘り、地盤の許容支持力を調査する、所詮人力なので地表面付近の調査にしか使えません



(5) 地盤他

□ 水圧

⇒ 地下水位：地下水までの深さ、地下水位よりも深いところは水圧の影響も受ける

□ 土圧

⇒ 土圧係数：受働土圧 (2~3) > 静止土圧 (0.5) > 主動土圧 (0.2~0.5)

→ 主動土圧：土が擁壁を押すことにより擁壁が土から離れる側に移動した際に作用する圧力、擁壁の設計に用いられる土圧（必要に応じて地震動も考慮、通常時の二~三割増し程度）

→ 受働土圧：構造体（擁壁等）が土を押し返す圧力

→ 静止土圧：構造体と土が静止状態にある場合の圧力

□ 擁壁

⇒ 擁壁とは：地盤からの土圧・水圧を受ける（支える）壁のこと

2.4 基礎構造

(1) 基礎の分類

□ 基礎の種類：独立フーチング基礎（柱直下に独立したフーチングを配置）、布基礎（柱・梁の直下に連続的なフーチングを配置）、ベタ基礎（建物全体に面的に配置された基礎）

⇒ 基礎の安定度：ベタ基礎 > 布基礎 > 独立基礎

⇒ 開口：基礎に開口を設け場合には、その度合いにより鉄筋にて補強すること



(2) 直接基礎

□ 直接基礎とは：基礎スラブからの荷重を直接地盤に伝える形式の基礎

⇒ 根入れ：地表面から地盤を掘り下げ基礎を設置する、根入れ深さとは基礎の土への埋め込み深さのこと、根入れ深さが深いほど耐力が大きい

⇒ 基礎設計時の留意点：不同沈下（基礎剛性を高くし防ぐ）、異種混合（基本的に禁止、ただし安全性が確認できればOK）

(3) 杭基礎

□ 杭基礎とは：建築物が重く、上層地盤のみでは支持できない場合には杭基礎を採用

⇒ 杭の支持力：支持杭（先端抵抗力＋周面摩擦力）、摩擦杭（周面摩擦力のみ）

⇒ 群杭：1つのパイルキャップを複数の杭で支えるもの、支える地盤の杭同士による取り合いが生じるので杭1本あたりの支持力は低下

⇒ 負の摩擦力：ネガティブフリクション、地盤の沈下に杭が引っ張られてしまう現象（粘性土で多い）、支持杭で影響が大きい（先端部分に大きな軸方向力）

⇒ 杭の種類：鋼管、現場打ちコンクリート、木杭（水の中では腐らない）など

