

2 構造物

2.1 荷重・外力

(1) 固定荷重

- ・ 建物自身の重さ、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
- ・ 鉄筋コンクリートの単位容積重量は 24kN/m^3 程度、主な構造の荷重は基準法施行令第 54 条に記載

(2) 積載荷重

- ・ 室の用途別に基準重量が定められている
- ・ 「室の用途別基準重量」比較：人・物品が多い、人・物品の配置がアンバランスになる等の場合、荷重が大きくなる
- ・ 構造計算のシチュエーションにおいても値が異なる「床設計時>柱梁設計時>地震荷重算定時」
- ・ 偏分布には留意（固定席よりも移動できる座席のほうが荷重が大きい）
- ・ 柱が支える床の枚数によって低減される、対象フロア以上の階がある場合はそれ以上の階の床を支える床として枚数加算

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
バルコニー	学校・百貨店	2900	2400	1300

(3) 積雪荷重

- ・ 積雪荷重の算定式：積雪荷重＝「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」
- ・ 単位荷重：積雪 1cm あたり 20N/m^2 以上、ただし不均一に雪が分布している方が荷重が大きくなる場合もある
- ・ 低減処置：屋根勾配により低減（60度で0）、雪下ろし（垂直積雪量 1m まで）
- ・ 偏分布：荷重のバランスが悪くなると応力が大きくなる、積載荷重も同様に偏分布に留意



(4) 風荷重

- ・ 風荷重：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
- ・ 風荷重の算定式：風荷重 (W) = 風圧力 (P) × 見付け面積 (風圧面積)
- ・ 風圧力 (P)：風力係数 (Cf) × 速度圧 (q)
- ・ 風力係数 (Cf)：建物の形状により異なる、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)： $0.6 \times E \times V_0^2$ 、E…屋根平均高さ・周辺条件より算定、 V_0 …「基準風速」、建物全体で同じ値を用いる
- ・ Eは「地域粗度区分」によって決定

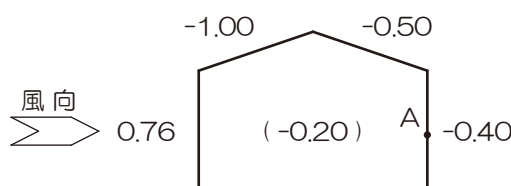
- ・ 風圧力計算：速度圧を $1,000 [N/m^2]$ とする

$$P = C_f \times q$$

$$P = (C_{pe} - C_{pi}) \times q$$

$$P = (-0.40 - (-0.20)) \times 1,000$$

$$P = -200 [N/m^2]$$



(5) 地震荷重

- ・ 地震荷重：建物に対し鉛直方向に作用する荷重、フロアごとに値を求める
- ・ 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：柱へのせん断力として働くものとして計算を行う、低層階ほど値が大きい (Wi が大きくなるので)
- ・ 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、地盤の固有周期は短い + 建物の固有周期は長い、両者の固有周期が近くなると共振現象により大きな振動が発生する (地盤の長周期化・建物の短周期化は危険)
- ・ 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、最下層のフロアは 1.0
- ・ 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 (地震力が 5 倍に相当…)
- ・ 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

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	$G + P + W$	$G + P + W$
			$G + P + 0.35S + W$
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

※ 全般

- ・ 構造種の特長：RC 造は硬くて強度型、S 造は柔らかくて靱性（粘り）型
- ・ エキスパンションジョイント：複雑な平面形状の建物において、地震時等の際に不要な応力の集中を防ぐ

※ 耐震性

- ・ 基本理念：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
- ・ 耐震性：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
- ・ 面内剛性：筋交いを入れる、耐力壁を配置する等を行い、建物を一体化する

※ 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
- ・ 改修：軽量化、靱性向上、剛性向上

※ 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：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



(2) 構造計算

- ・ 構造計算の必要性

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
	(1次設計)	(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、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ズレ、各フロアともに1/200以下とする、極力各層で等しく
- ・ 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
- ・ 偏心率：平面バランス、剛心と重心のズレ、大きいとねじりが生じる、ズレは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
- ・ 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：礫(れぎ) > 砂 > シルト > 粘土 > コロイド

(2) 地盤の種類

- ・ 地盤の耐力：古い地層ほど耐力が大きい、第三期層 > 洪積層 > 沖積層



(3) 土の性質

- ・ 内部摩擦角：砂時計の砂山の傾斜のような感じ…傾斜が急なほど内部摩擦角が大きい（＝滑りにくいので耐力大）
- ・ 粘着力：粘性土の場合、粘着力が大きいほど地耐力も大きい
- ・ 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：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

- ・ 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

(5) 地盤他

- ・ 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

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）
- ・ 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

- ・ 支持力の傾向：内部摩擦角・粘着力・単位容積重量・基礎の幅が大きい、根入れ深さが深いと支持力が大きい、地下水位が高いほど支持力は小さい（水の浮力が生じるので）、傾斜地は地盤のすべりを考慮すると支持力が低下する
- ・ 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

(3) 杭基礎

- ・ 杭の大分類：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、ただし砂質土の場合は締め固め効果により1本あたりの支持力が向上する、沈下量は増加
- ・ 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

