

4 建築材料

4.1 木材

(1) 木材の分類

□ 樹種

⇒ 針葉樹：強度は一般的に低い、真っ直ぐで長い材料を得やすい、軟木とも呼ばれ柔らかく加工しやすい、スギやヒノキなど

⇒ 広葉樹：強度が高いものが多い（南洋材は除く）、長大材は得にくい

(2) 木材の組織

□ 木材の構成

⇒ 心材/辺材：心材→樹心に近い部分/細胞が古い（水分少ない→強度高い）/含有物が多い（虫が寄り付かない）/芯持ち材は要背割、辺材→樹皮に近い部分/細胞が新しく含水率が高い（強度低い、虫・バクテリアに美味しく食べられる）

⇒ 比重：木材の真比重（隙間がない状態での比重）は樹種に依らずほぼ同一、樹種により空隙率（隙間の量）が異なるので単位容積あたりの重さに差異が生じる

□ 水分の影響

⇒ 水分量ごとの名称/強度：名称⇒絶乾状態→気乾状態→繊維飽和点、水分量と強度⇒水分量が多いほど強度低下（湿潤状態で 0.7 倍）/ただし繊維飽和点以上増えても強度への影響はなし/施工後すぐに荷重を受ける場合（構造材は普通受けますよね…）含水率は 20%以下とする

□ 木材の乾燥収縮

⇒ 乾燥収縮：含まれる水分が抜けることにより収縮（収縮率：接線方向>半径方向>繊維方向）

⇒ 木材の変形：水分が多いほど収縮量が多くなるので、収縮量は辺材>心材、両者の差から「背割の必要性」「木表側が凹」



(3) 木材の性質

□ 木材の強度

⇒ 方向別/応力別強度：方向別→繊維方向>年輪半径方向>年輪円周方向、応力度別→曲げ>圧縮>引張>せん断

表 木材の許容応力度

長期許容応力度				短期許容応力度 (長期×2/1.1)			
圧縮	引張	曲げ	せん断	圧縮	引張	曲げ	せん断
$F_c \times (1.1/3)$	$F_t \times (1.1/3)$	$F_b \times (1.1/3)$	$F_s \times (1.1/3)$	$F_c \times (2/3)$	$F_t \times (2/3)$	$F_b \times (2/3)$	$F_s \times (2/3)$

□ 耐火性

⇒ 火災危険温度：火災危険温度は 260 度、450 度程度で自然発火

⇒ 燃え代設計：炭化層は防火層になるので大断面木造の場合は、あらかじめ炭化層を見込んで断面を太く設計

□ 防腐/防蟻

⇒ 腐朽の条件：養分（木本体）・酸素・水分の 1 つでも欠けると腐朽は生じない（水中に没している木は腐らない）

⇒ 蟻害：アカマツ・ベイツガ注意、防腐・防蟻剤の採用も検討

(4) 木材の加工品

□ 合板/集成材/LVL

⇒ 合板：薄板を奇数枚、繊維方向を直行させて張り合わせたもの、構造用合板・コンパネ（型枠）などでも使用

⇒ 集成材：小角材を繊維方向を平行に張り合わせたもの、ツーバイ等で多様される、節等の排除が可能で強度も高い

⇒ 構造用単板積層材（LVL）：厚さ 3mm 程度の単板を繊維方法を平行に積層接着した物

□ 繊維板

⇒ インシュレーションボード：木材の繊維を加熱・加圧して作成（軟質繊維板）

⇒ ミディアムデンシティーファイバーボード（MDF）：乾燥繊維に接着剤を加え加熱圧縮成形した物（表面が平滑）

⇒ ハードボード：比重が最も高い、硬質繊維板

□ パーティクルボード

⇒ パーティクルボード：木材の小片を接着剤を加えて加熱圧縮し成形したもの、内壁の下地等に用いられる



4.2 セメント・骨材・コンクリート

(1) セメント

□ セメントの性質

- ⇒ 硬化の特性：水と化学反応をおこし硬化する（水硬性）、水和反応により水酸化カルシウムが生成されアルカリ性を示す
- ⇒ 強度の発現：粉末が細かいほど早く固まる、セメントに含まれる物性により硬化の速度は異なる（以下セメント種類）、化学反応が激しいほど硬化の速度が大きく変形や発熱が多くなる傾向にある（好ましくはない…）、ゆっくり固まるものは発熱や乾燥収縮が少ないので大規模構造物用のマスコンクリートとして用いられる

□ 代表的なセメントの種類

- ⇒ 中庸熱ポルトランドセメント：水和熱や乾燥収縮が少なくひび割れが生じ難い、高強度コンクリートの材料に適する
- ⇒ フライアッシュセメント：発熱量が少なく、マスコンクリートの材料に適する
- ⇒ 高炉セメント（B種）：アルカリ量が少なくアルカリ骨材反応防止に有効、耐海水性・耐化学性にも優れる

(2) 骨材

□ 骨材に求められる性質

- ⇒ 粒形：均一でないほうが良い（大きささまざまなものが入っているほうが良い）、また粒は丸いほうが良い
- ⇒ 不純物：不純物（塩化物や粘土）を含まないものが好ましい、塩化物イオン量は 0.3kg/立米以下（鉄筋の錆防止）、アルカリシリカ骨材（セメントのアルカリ成分と反応し膨張してしまう骨材、コンクリートのひび割れの原因）

(3) コンクリート

□ コンクリートの強度

- ⇒ 水セメント比：水の分量、水/セメント、値が大きいほど水量が多く弱いコンクリート、水セメント比は 65%以下
- ⇒ 強度試験：材齢 4W（4 週間・28 日）の強度を基準とする、寸法の大きいものほど許容応力度は小さくなる傾向
- ⇒ 応力別強度：圧縮>曲げ>引張、圧縮：引張=10：1 程度（引張が非常に弱い）

表 コンクリートの許容応力度

長期許容応力度			短期許容応力度		
圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断
$F_c \times (1/3)$	-	$F_c \times (1/30)$	長期×2 $F_c \times (2/3)$	-	長期×1.5



□ 調合設計

- ⇒ 単位セメント量が多いと：水和反応熱【大】、ひび割れ【大】、化学反応が激しくなりすぎてしまいます
- ⇒ 単位水量が多いと：スランプ値（後述）【大】、乾燥収縮【大】、ひび割れ【大】、耐久性【低下】、水分が多く「薄いコンクリート」となってしまいます、良いことなさそうですね（流動性が【高】なので作業性【良】ってことはあります）
- ⇒ 仕様規定：水セメント比は 65%以下、空気量は 6%以下、塩化物イオンは 0.3kg/立米以下、単位水量は 185kg/立米以下、単位セメント量の最小値は 270kg/立米

□ 調合設計（詳細）

- ⇒ 調合設計とは：必要とされる強度や施工性を確保するために、セメント量や水量、使用する骨材などの検討を行うこと
 - 調合管理強度：コンクリートの調合を決定する際に用いられる強度、施工時のばらつきを考慮し、品質基準強度に安全率を設けて算定
 - 品質基準強度：設計基準強度もしくは耐久設計基準強度に保険をかけた（+3N/mm²）もの
 - 設計基準強度：構造計算の前提となる強度
 - 各種強度の算定手順（コンクリートのオーダーの仕方）：設計基準強度決定→（保険をかけて）→品質基準強度→（ばらつきを考慮し）→調合管理強度決定
 - 調合設計計算：水セメント比⇒ $W/C \times 100$ 、細骨材率⇒ $V_s / (V_s + V_g) \times 100$ 、空気量⇒ $(1,000 - V_w - V_c - V_s - V_g) \times 100 / 1,000$ 、細骨材の表乾状態における密度⇒ S / V_s 、練上がりコンクリートの単位容積重量⇒ $W + C + S + G$

絶対容量 (l/m ³)				質 量 (kg/ m ³)			
水	セメント	細骨材	粗骨材	水	セメント	細骨材	粗骨材
V_w	V_c	V_s	V_g	W	C	S	G

□ フレッシュコンクリートの性質

- ⇒ スランプ値：生コンをスランプコーンに投入→スランプコーンを引き上げる→山が崩れた高さがスランプ値、値が大きいほど柔らかい
- ⇒ コールドジョイント：打設前後の打継ぎ部分に生じる一体化していない継目のこと（施工不良です）、継目部分のコンクリートが剥離/落下する事故が生じることがある

□ 混和剤

- ⇒ AE 剤：空気連行を起こし流動性が増す、作業性の向上のみならず気泡が生じるので凍結融解の抵抗が増し耐久性向上



□ 固まったコンクリートの性質

- ⇒ 中性化：空気中の炭酸ガスによって中性化（アルカリ→酸性）、水セメント比が小さいほど中性化は遅くなる
- ⇒ 物理的特性：ヤング係数は圧縮強度が高い材料ほど大きい、コンクリートと鋼材の線膨張係数（熱膨張性）はほぼ同じ、単位容積重量は 22kN/立米程度
- ⇒ ひび割れ：単位水量が多いものほど収縮量が大きく、ひび割れが生じやすい

□ 特殊コンクリート

- ⇒ プレキャストコンクリート：工場で予め成形されたコンクリート材料、仕上げ等を予め組み込んでおくことも可能
- ⇒ プレストレストコンクリート：部材内において引張りが生じる箇所に意図的に圧縮応力を生じさせたもの
- ⇒ 軽量気泡コンクリート（ALC）：発泡剤を投入し気泡を多く含んだ軽量のコンクリート（構造材では無い）、オートクレーブ養生（高音高圧多湿養生）にて製造、空気を多く含むので耐火性に優れるが防湿/防水性に劣る

4.3 金属材料

(1) 鋼材

□ 強度

- ⇒ 炭素含有の影響：炭素含有量が大きほど硬質で特定の値までは引張強度が向上、ただし炭素量が増えると韌性（粘り強さ）、溶接性低下

表 鋼材の許容応力度

長期許容応力度			短期許容応力度	
圧縮	引張	曲げ	せん断	全て
F × (2/3) ⇒ F / 1.5 と同じ			F / (1.5√3)	長期 × 1.5

□ 物理的性質

- ⇒ ヤング係数：鋼材の場合は材料強度、鋼材種に依存しない
- ⇒ 変形：線膨張係数はコンクリートとほぼ同じ
 - 温度が 10℃上昇すると 0.01%伸びる、10m で 1mm 程度の伸び)、20N/mm²の引張でも 0.01%伸びる
- ⇒ 耐火性：200~300 度程度で最大となるが、約 500℃で強度 1/2、600 度で 1/3
 - 耐火鋼（FR 鋼）：600 度における降伏点強度が常温の 2/3 以上
- ⇒ 腐食：表面の黒皮は防食効果あり、鋼材に限らず異種金属と触れると電食（弱いほうが溶け出す）が生じる



□ 規格

⇒ 鋼材の規格：アルファベットは鋼材種別、数値は保証強度

⇒ 鋼材種別：

- 鉄骨：SN（建築構造用圧延鋼材）、SS（一般構造用圧延鋼材）、SM（溶接構造用圧延鋼材）など
- 鉄筋：SD（異形鉄筋）、SR（丸鋼）

⇒ 保証強度：鉄骨系では引張強さ（最大強度）の保証下限値、鉄筋系では降伏点強度（伸びる前の強度）の保証下限値

(2) 非鉄金属（アルミニウム）

□ 鉄以外の建材

- ⇒ アルミニウム：軽い割に（鋼の 1/3 程度の重さ）強度が高い、大気中で表面に皮膜を作る（耐候性あり）
- ⇒ チタン：耐朽性・耐食性に優れ、軽量

【おまけ】各材料の許容応力度一覧

表 木材の許容応力度

長期許容応力度				短期許容応力度（長期×2/1.1）			
圧縮	引張	曲げ	せん断	圧縮	引張	曲げ	せん断
$F_c \times (1.1/3)$	$F_t \times (1.1/3)$	$F_b \times (1.1/3)$	$F_s \times (1.1/3)$	$F_c \times (2/3)$	$F_t \times (2/3)$	$F_b \times (2/3)$	$F_s \times (2/3)$

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
$F_c \times (1/3)$	-	$F_c \times (1/30)$	長期×2 $F_c \times (2/3)$	-	長期×1.5

表 鋼材の許容応力度

長期許容応力度				短期許容応力度
圧縮	引張	曲げ	せん断	全て
$F \times (2/3) \Rightarrow F/1.5$ と同じ			$F/(1.5\sqrt{3})$	長期×1.5

4.4 ガラス・塗料・その他の材料

(1) ガラス

□ 板ガラスの種類と特徴

- ⇒ フロート板ガラス：一般に用いられる透明なガラス
- ⇒ 網入りガラス：網が入っています…、目的は防犯・防火
- ⇒ 熱線吸収ガラスと熱線反射ガラス：熱線吸収板ガラスは金属粉を含み日射エネルギーを吸収、熱線反射ガラスは反射率の高い薄膜をコーティング、両者ともに目的は日射の遮蔽



- ⇒ Low-E ガラス：表面に特殊な金属膜をコーティングした低放射率ガラス、日射熱の侵入防止、冷房負荷低減でエコです
- ⇒ 合わせガラスと複層ガラス：複層ガラスは中空層があり断熱効果を有する、合わせガラスは間に中間膜を入れて張り合わせたもので防犯・飛散防止が目的
- ⇒ 強化ガラスと倍強度ガラス：ともに強度が高く、現場での加工ができない（いざ切ろうとすると割れます）

(2) 塗料

□ 近年出題された代表的な塗料/接着剤

- ⇒ 油性ペイント/油性調合ペイント（オイルペイント、OP）：乾性油やボイル油と顔料を練り合わせた塗料、安価、刷毛塗り可能、木部・鉄部塗装に多用、耐アルカリ性無し（コンクリート、モルタルには使用不可）
- ⇒ クリアラッカー：植物系細胞のセルロースを用いる、木材に良くなじむ、塗膜が薄いために耐候性・耐熱性・耐溶剤性・耐摩耗性に乏しい
- ⇒ アルミニウムペイント（ALP）：塗膜表層部に光沢のある強い皮膜を形成、耐熱・防水・錆止効果あり、鋼製器具・貯水槽・ダクト・配管・鉄塔・航空機の塗装に用いられる、木材不可
- ⇒ エポキシ樹脂塗料（EXP）：耐アルカリ性・難燃性・耐水性・耐候性・耐薬性・付着性に優れる、各種用途に採用可能、紫外線に当たると変色する
- ⇒ 酢酸ビニル系エマルジョンペイント（EP）：安価、耐水性・耐候性に劣るので外装には適さない、艶も微妙、水性なので臭い少ない

(3) 左官材料

□ 代表的な左官材料

- ⇒ 漆喰（しっくい）：石灰岩を焼成してできた生石灰に水を作用させてつくる消石灰に、海藻糊、麻などのすさ、場合によって砂や着色剤（べんがら＝赤、群青など）を混入、空気と反応し硬化（気硬性）、表面は柔らかく傷がつきやすい
- ⇒ 石膏（せっこう）：ひび割れしにくい内装用の酸性材料、硬化時に膨脹するのでひび割れしにくい、水分を多く含むと弱体化するので外壁や浴室などには使えない、火災時に結合水の蒸発により熱を奪うので防火性に優れる

(4) プラスチック

- ⇒ 近年出題されず



(5) 石材

表 石材の特性

種類		特徴	用途
火成岩	花崗岩類	通称御影石、磨くと光沢あり、吸水性小、耐久性○、耐摩耗性○、加工性○、耐火性×	壁・床の外・内装、階段石
	安山岩類	玄武岩・鉄平岩など、ガラス質、光沢無し、吸水性小、耐久性○、耐摩耗性○、耐火性○	壁・床の外装、階段石、石垣、基礎
水成岩	粘板岩類	薄板が得られる、吸水性小、耐久性○、耐曲げ強度○	屋根葺き、壁・床の外装
	砂岩類	粗質/軽量、吸水性大、強度低、耐火性○、耐久性×	壁の内装
	凝灰岩類	大谷石、軽量、光沢無し、吸水性大、耐久性×	壁の内装
変成岩	大理石類	光沢もあり美しい、吸水性小、耐酸性×	壁・床の内装、人造石原料
	蛇紋岩類	黒・緑・白などの模様あり、光沢あり、材質は大理石とほぼ同じ	壁・床の内装、人造石原料

(6) 防火・断熱・吸音・遮音材料

□ 板状材（ボード類）

⇒ 石膏ボード：耐火性に優れ主に内装材として用いられる、ただし耐水性に難があるので浴室等での使用は不可、石膏ボードと石膏プラスターボードは同意（プラスター＝石膏）

⇒ ALC：軽量気泡コンクリート板、オートクレーブ養生（高音高圧多湿養生）にて製造、多孔質材で断熱性・耐火性に優れる、ただし防水性・防湿性には劣る（要防水加工）、内外壁ともに採用可能

⇒ 窯業系サイディング：セメント・繊維質材を主原料として板状に成形、耐火・耐久性に優れる

⇒ 押出成形セメント板：中空を有する板状に押出成形した後、オートクレーブ養生（高温高圧蒸気養生）した板

□ 断熱材料

⇒ 繊維系断熱材：グラスウールやロックウールなど、ともに断熱性・吸音性に優れるが、水分を吸収すると性能が低下するので留意

⇒ 発泡系断熱材：発泡プラスチック系断熱材、繊維系断熱材に比べて断熱性は優れる

□ タイル

表 タイルの種類

素地	吸水率（％）	用途
磁器質	1％以下	外装・内装・床・モザイク
せっき質	5％以下	外装・内装・床
陶器質	22％以下	外装・内装

