



### 3 材料

#### 3.1 木材

##### 3.1.1 分類

###### ポイント

- ・ 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
- ・ 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

##### 3.1.2 用語

###### ポイント

- ・ 心材：樹心に近い部分、細胞が古い（水分少ない→强度高い）、含有物が多い（虫が寄り付かない）
- ・ 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）

###### 過去問

- ☆ 辺材と心材：心材の方が强度高い、防蟻・防腐効果高い

##### 3.1.3 性質

###### (A) 含水状況

###### ポイント

- ・ 含水率：木材に含まれる水分の割合、高いほど水分量が多い
- ・ 含水率と強度：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（普通受けるよね…）含水率は 20%以下とする

###### 過去問

- ☆ 気乾状態の含水率は 15%程度
- ☆ 湿潤状態の強度は気乾状態の 70%程度（含水率 30%以上では一定）
- ☆ 湿潤状態の材の含水影響係数は 0.7 とする
- ☆ 強度は含水率が上昇するにつれ低下（繊維飽和点までは）
- ☆ 繊維飽和点以下の木材において、膨張・収縮はほぼ含水率に比例
- ☆ 弾性係数は含水率低下にともない向上する（繊維飽和点以下の場合は）

###### (B) 伸縮

###### ポイント

- ・ 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）
- ・ クリープ：荷重が長期的にかかることにより徐々に変形が進む減少

###### 過去問

- ☆ 収縮率：接線方向 > 半径方向 > 繊維方向
- ☆ 変形：クリープによる変形とは荷重が継続してかかる場合に発生
- ☆ 変形：クリープによる変形気乾状態では初期変形×2、湿潤または湿潤を繰返し状態では初期変形×3
- ☆ 変形：木表は凹、木裏は凸



## (C) 比重

## ポイント

- ・ 樹種が異なる場合、含水率が同一ならば比重の高いものほど強度も高い
- ・ 同一樹種の場合、辺材よりも心材のほうが比重は高い

## (D) 強度

## ポイント

- ・ 基準強度：樹種・区分・等級ごとに告示で定められている、応力ごとに値が異なる
- ・ 許容応力度：各応力ともに長期では  $1.1F/3$ 、短期では  $2F/3$ （短期＝長期× $2/1.1$ ）
- ・ 荷重期間：木材は荷重の継続期間が長くなると耐力が低下する、継続期間の長期化による耐力低下を見込んで許容応力度が決定されているので、荷重期間が短くなると許容応力度を大きく見積もることも可能

## 過去問

- ☆ 方向別強度：繊維方向 > 年輪半径方向 > 年輪円周方向
- ☆ 基準強度：一般に気乾比重の大きい樹種ほど強度は高い
- ☆ 基準強度： $F_b$  (曲げ) >  $F_c$  (圧縮) >  $F_t$  (引張) >  $F_s$  (せん断)
- ☆ 基準強度：合板等を貼り付けた垂木・根太等の並列材は強度の割り増しが可能（各部材における強度のバラつきを補正・補強）
- ☆ 強度試験：試験片の平均含水率は 15%（気乾状態）以下であること
- ☆ 許容応力度：短期許容応力度は圧縮・引張・曲げ・せん断ともに  $(1.1/3) F$
- ☆ 許容応力度：短期許容応力度 = 長期 ×  $2/1.1$ （短期許容応力度 = 基準強度 ×  $2/3$ ）
- ☆ 許容応力度：長期の積雪荷重を対象とする場合、木材の長期許容応力度を 1.3 倍とすることが可能
- ☆ 許容応力度：3 ヶ月程度の場合は長期許容応力度の 1.3 倍（ $1.43F/3$ ）、3 日間程度の場合は短期の 0.8 倍（ $1.6F/3$ ）
- ☆ 許容応力度：仮設的構造物は長期許容応力度を割増可、1 週間以内：1.3 倍、1 週～1 ヶ月：1.25 倍、1 ヶ月～3 ヶ月：1.2 倍
- ☆ 許容応力度：木材の種類・品質によって変化する（1 級 > 2 級 > 3 級 > 無級）
- ☆ 許容応力度：繊維直角方向許容圧縮応力度 = 繊維方向圧縮応力度 ×  $1/10 \sim 1/5$
- ☆ ヤング係数：繊維直角方向 = 繊維方向 ×  $1/25$ （繊維方向のほうが大きい＝変形しにくい）

## (E) 硬度 (F) 耐久性

## ポイント

- ・ 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

## 過去問

- ☆ 腐朽：木材全体が防腐処理をしていたとしても、仕口等の加工後に再防腐処理必要
- ☆ 腐朽：含水率 15% 以下では腐朽しにくい（25～35% を超えると腐朽しやすくなる）
- ☆ 腐朽：腐朽の条件酸素・養分・水分、一つでも欠けると腐朽は生じない
- ☆ 腐朽：ベイスギのほうがベイツガよりも防腐効果が高い
- ☆ 腐朽：土台は防腐効果を考慮し心材を用いる
- ☆ 防蟻：土壌処理は必要最低限とし、建築材料側で対策（シロアリ侵入防止・木材の乾燥等）
- ☆ 防蟻：ヤマトシロアリは建物下部に多く、イエシロアリは建物上部にまで及び（コッチのほうがヤバイ）



## (G) 燃焼

**ポイント**

- ・ 火災危険温度は 260 度、450 度程度で自然発火
- ・ 炭化層は防火層になります

**過去問**

- ☆ 大断面木造建築の柱・梁は火災時の安全性を考慮し、表面から 25mm 差し引いても長期応力に耐えうる事
- ☆ 火災時の炭化層は内部延焼を防ぐ効果あり
- ☆ 火災危険温度 260 度で引火、450 度で自然発火
- ☆ 燃え代を除いた断面に長期荷重により生じる応力度が短期許容応力度を越えないことを確認する方法有り

## 3.1.4 木材の加工品

## (A) 合板

**ポイント**

- ・ 薄板（ベニヤ）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

**過去問**

- ☆ 構造用合板においては含水率が 15%を超えると許容応力度を低減
- ☆ 合板は単板の繊維方向が直角になるように奇数枚張り合わせたもの
- ☆ 同じ樹種の場合、繊維方向の許容応力度は構造用集成材とした方が高い
- ☆ 合板は転がり破壊に注意
- ☆ ハードボードパーティクルボードは耐力壁として使用可能

## (B) 集成材

**ポイント**

- ・ 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

**過去問**

- ☆ 集成材：ひき板・小角材などを繊維方向をほぼ並行に接着したもの
- ☆ 集成材の許容応力度：特級 > 一級 > 二級
- ☆ 集成材の梁は梁せいが大きくなるにつれ単位面積あたりの曲げ強度が小さくなる
- ☆ 許容応力度：集成材 > 普通構造材、節・割れなどの欠点を取り除いているので強度が高い
- ☆ 集成材の短期許容圧縮応力度＝基準強度×2/3
- ☆ アーチ材：湾曲部の極率半径が小さいほど薄い薄板を用いる
- ☆ 強度：強度等級は集成するひき板の等級、積層数によって異なる（席総数は多いほど強度高い）
- ☆ 梁等の高い曲げ性能を必要とする部分では、曲げ応力を受ける方向が積層面に平行になるようにする

## (C) 繊維板（ファイバーボード） (D) パーティクルボード（ファイバーボード）

**ポイント**

- ・ 無し



## 3.2 コンクリート

### 3.2.1 材料

#### (A) セメント

##### ポイント

- ・ 早強性：早強ポルトランドセメント・アルミナセメント、初期強度は高いが発熱・ひび割れに注意
- ・ 遅強性：反応熱が少なく、マスコンクリートに適する（大規模構造物）
- ・ 粉末度が高い（細かい）ほど水和反応が早い
- ・ 高炉セメント：B種・C種はアルカリ量が少なく、アルカリ骨材反応防止に有効

##### 過去問

- ☆ 大容量のコンクリートを打設する際はマスコンクリート（高炉セメントなど）を使用
- ☆ アルカリ骨材反応：セメントのアルカリ成分に反応し骨材が膨張する現象、高炉セメントBで防止
- ☆ 気温が低い（2℃以下）条件下では強度の発現が遅延する
- ☆ エコ：高炉スラグは溶鉱炉の産廃、フライアッシュは発電所の産廃

#### (B) 骨材

##### ポイント

- ・ 不純物：塩化物イオン量は0.3kg/立米以下（鉄筋の錆防止）
- ・ 細骨材の微粒子が少ないと打設時の作業能率が低下、および生コンが分離しやすくなる

##### 過去問

- ☆ 塩化イオンの上限は0.30kg/m<sup>3</sup>

### 3.2.2 コンクリートの調合

##### ポイント

- ・ 無し

### 3.2.3 コンクリートの性質

#### (A) 生コンクリートの性質

##### ポイント

- ・ ワークビリティ：作業性能のこと、分離の程度・流動性等で決定
- ・ スランプ値：スランプ試験の結果、値が大きいほど柔らかい、33N/mm<sup>2</sup>未満の場合で18cm以下
- ・ 単位水量：単位水量が多くなると流動性が増す（スランプ値大きい）が、材料が分離しやすくなる

##### 過去問

- ☆ スランプ値：単位水量が小さいほどスランプ値は小さくなる、小さいほど耐久性良
- ☆ スランプ値：品質基準強度33N/mm<sup>2</sup>以下のコンクリートは18cm以下、33N/mm<sup>2</sup>以上では21cm以下



## (B) 固まったコンクリートの性質

## ポイント

- ・ 各物理的係数をチェック（以下の過去問）
- ・ 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

## 過去問

- ☆ 重量：普通コンクリートの気乾単位容積重量は約  $23\text{kN/m}^3$
- ☆ 重量：軽量コンクリートの重量は、1種 > 2種
- ☆ ヤング係数：圧縮強度が大きいほど高い（比例はしないけど）、最大応力度の  $1/3 \sim 1/4$  の点と原点を結ぶ傾き
- ☆ ひずみ度：軽量コンクリート > 普通コンクリート ( $1 \times 10^{-2}$  程度)
- ☆ ポアソン比：0.2 程度
- ☆ 膨張係数：鋼材・コンクリート・ガラスの線膨張係数はほぼ等しい
- ☆ 中性化：水セメント比が小さいほど中性化の速度は緩やか、圧縮強度が大きい程進行遅い
- ☆ 中性化：コンクリート表面から空気中の炭酸ガスを吸収することにより生じる
- ☆ 中性化：高強度コンクリートの方が中性化の進行や塩化物イオンの浸透に対する抵抗に優れる
- ☆ ひび割れ：単位水量が多いほど生じやすい
- ☆ クリープ：長期間にわたる荷重がかかった際に生じる変形、荷重が抜けても変形は残る

## (C) コンクリートの強度

## ポイント

- ・ コンクリートの強度は水セメント比 (W/C) で決定、水セメント比は 65%以下
- ・ 空気中で養生を行うよりも水中で養生を行うほうが強度の発現が良い（現場では散水を行うこと）
- ・ 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、引張試験は割裂試験で求める

## 過去問

- ☆ 強度：水セメント比が大きいほど低い、水中養生の方が高い
- ☆ 強度：設計基準強度とは構造計算において基準としたコンクリートの圧縮強度のこと
- ☆ 強度：引張 = 圧縮  $\times 1/10$
- ☆ 強度：最大圧縮強度を超えてからの応力低下：普通コンクリート > 軽量コンクリート
- ☆ 強度：硬化後は散水、水中養生の方が強度が高い
- ☆ 支圧強度：局部圧縮 > 全断面圧縮
- ☆ 許容応力度：付着強度は梁上端の方が下端筋よりも許容値が小さい
- ☆ 許容応力度：軽量コンクリートのせん断応力度は普通コンクリートの 0.9 倍
- ☆ 水セメント比：65%以下、大きい程強度低下
- ☆ 強度試験：圧縮試験においては荷重速度が速いほど大きい値を示す
- ☆ 強度試験：引張強度試験は円柱供試体の割裂試験により間接的に求める
- ☆ 強度試験：供試体の単位面積あたりの圧縮強度は断面積が大きくなるほどに低い値となる
- ☆ 強度試験：テストピース（供試体）は現場で 3 本、運搬車 3 台からそれぞれ 1 本ずつ



#### (D) コンクリートの硬化・乾燥による収縮と亀裂

##### ポイント

- ・ 単位セメント量が少ないほど。乾燥収縮は少ない（ひび割れも生じにくい）

##### 過去問

- ☆ ひび割れ：コンクリート中の水分が硬化中に蒸発することにより生じる
- ☆ 膨張変形：硬化過程の膨張変形は、発熱量が大きい・放熱量が少ない場合に大きくなる

### 3.2.4 各種コンクリート

##### ポイント

- ・ AE 剤：空気連行を起こし流動性が増す、気泡が生じるので凍結融解の抵抗が増し耐久性向上
- ・ 高強度コンクリート：組織が緻密なので中性化の進行等の抵抗力にも優れる、火災時の爆裂破壊には注意
- ・ 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

##### 過去問

- ☆ AE 剤：ワーカビリティや耐久性等の性質改善に利用、ただしブリージングに注意
- ☆ AE 剤：耐凍結性・耐久性向上、空気量は 4～5%とする
- ☆ プレストレストコンクリート：引張のかかる場所に圧縮応力をかけたもの、大スパンの構造体が可能、梁部材に採用する
- ☆ プレストレストコンクリート：プレテンションでは  $35\text{N/mm}^2$  以上、ポストテンションでは  $24\text{N/mm}^2$  以上の強度
- ☆ プレストレストコンクリート：一般コンクリートに比べひび割れの危険性は低く、耐久性に優れる
- ☆ プレストレストコンクリート：一般の RC 梁との併用可能
- ☆ プレストレストコンクリート：プレレスト力は時間の経過とともに減少するので注意

### 3.3 金属材料

#### 3.3.1 鉄鋼材料

##### (A) 鉄鋼の種類

##### ポイント

- ・ 鋳鉄：炭素量が多い、延性（伸びやすさ）に劣り、曲げモーメント・引張に対して脆的な破壊となる

##### (B) 製鋼

##### ポイント

- ・ 無し



## (C) 炭素鋼

## ポイント

- 炭素含有量：炭素量が増えると強度が増すが、靱性は低下する
- 応力度-ひずみ度曲線：比例限界→弾性限界→上位降伏点→下位降伏点→最大強度→破断
- ヤング係数：比例限界までの勾配（応力度/ひずみ度）、鋼材強度に関係なし（一般鋼材なら全て一緒）
- 降伏比：降伏点強度/最大強度、降伏比が小さいほど、降伏してから最大強度まで余裕があるので靱性（塑性変形能力）が高い
- シャルピー衝撃試験：ハンマーで試験片を叩き割る（ような感じ…）、鋼材の靱性を判定、値が大きいほど靱性が高い（エネルギーの吸収率が高い）
- 耐火性：250 度程度で強度最大、350 度で 2/3、500 度で 1/2、600 度で 1/3、900 度で 1/10
- 耐火性：耐火鋼（FR 鋼）は 600 度における降伏点強度が常温の 2/3 以上

## 過去問

- ☆ 強度：長期許容引張応力度 $=F/1.5$ 、許容支圧応力度 $=F/1.1$
  - ☆ 強度：JIS 適合品は基準強度 1.1 倍まで可能
  - ☆ 強度：許容せん断応力度 $=$ 許容引張応力度 $\times 1/\sqrt{3}$
  - ☆ 強度：基準強度  $F$  は降伏点強度もしくは最大応力度のいずれか小さい方
  - ☆ 強度：両端が拘束されている場合は温度変化による圧縮・引張力も考慮
  - ☆ 強度：SS400 級の部材を用いた接合部の仕口の最大曲げ応力度は全塑性モーメントの 1.3 倍以上必要
  - ☆ 強度：ステンレス鋼材 SUS304A と SN400B の基準強度は同じ
  - ☆ 強度：同じ鋼塊から圧延された鋼材は板厚が厚いほど降伏点は低くなる
  - ☆ 強度：鉄骨材の許容引張応力度は板厚により異なる
- ↑ SN490 の場合、40mm 以下で  $325\text{N/mm}^2$ 、40-100mm で  $295\text{N/mm}^2$
- ☆ 強度：リン・硫黄は不純物扱い（靱性が低下する）、マンガンは溶接性向上させるので OK
  - ☆ シャルピー衝撃試験：重りを振り下ろして鋼材を破断させる試験、鋼材のエネルギー吸収度合いが分かる
  - ☆ 耐火：温度特性、250℃：強度最大、350℃：2/3、500℃：1/2、600℃：1/3、900℃：1/10、1000℃：ほぼ 0
  - ☆ 耐火：耐火鋼では 600℃で強度 2/3 程度
  - ☆ ヤング係数：SN400B と SN490B はヤング係数が同じなので梁のたわみは同じ、幅圧比は低減可能
  - ☆ ヤング係数：アルミニウムのヤング係数は鋼の 1/3、SS と SM のヤング係数は同じ
  - ☆ ヤング係数：ステンレス鋼材 SUS304A よりも SN400B の方が大きい
  - ☆ 降伏比：小さい材料ほど靱性変形能力が高く、耐震性も良
  - ☆ 降伏比：降伏比  $=$  降伏点強度 / 引張強さ
  - ☆ メタルタッチ継ぎ手：引張が生じない箇所に施工可能、圧縮・曲げ  $M$  の 1/4 を伝搬可能
  - ☆ 鉄筋：高強度鉄筋の長期許容応力度は基準強度の 2/3 よりも小さい場合がある
  - ☆ 炭素含有量：0.8%程度までは炭素含有量が増すととも強度上昇、炭素が増すほどに粘りは無くなる
  - ☆ 加工：焼き入れは強度・硬性は向上するが、靱性は低下
  - ☆ 低降伏点鋼：極軟鋼とも呼ばれる、延性が非常に高いので制振ダンパーとして用いられる



## (D) 合金鋼（ステンレス鋼）

**ポイント**

- ・ 空气中・水中で錆びにくい鋼、降伏点がない
- ・ SUS304：クロム 18%・ニッケル 8%の合金（18-8 ステンレス）、耐食性・耐火性に優れる、鋼材よりもヤング係数・降伏比が小さい、線膨張係数は大きい

**過去問**

- ☆ 製品：ステンレス鋼 SUS304 の応力-ひずみ曲線には明確な降伏点はない
- ☆ 製品：ステンレス鋼 SUS304 は溶接性能、耐火性に優れる
- ☆ 強度：ステンレス鋼材 SUS304A と SN400B の基準強度は同じ
- ☆ ヤング係数：鋼材とほぼ同じ
- ☆ ステンレス鋼：耐食性・耐火性に優れる

## 3.3.2 非鉄金属材料

## (A) アルミニウム

**ポイント**

- ・ 軽い割に（鋼の 1/3 程度の重さ）、強度が高い
- ・ ヤング係数は鋼材の 1/3、線膨張係数は鋼材の 2 倍、降伏点は無し
- ・ 大気中で表面に皮膜を作る（耐候性）、ただしアルカリには弱い（コンクリート注意）

**過去問**

- ☆ ヤング係数：アルミニウムのヤング係数は鋼の 1/3、SS と SM のヤング係数は同じ
- ☆ 線膨張係数：鋼の約 2 倍、アルミニウム部材の取り付け時には逃げ代を設ける

## (B) アルミニウム合金 (C) 銅

**ポイント**

- ・ 無し

## 3.4 その他材料（石材・プラスチック・接着剤等）

**ポイント**

- ・ 無し（近年出題されていません…）