

10 給・排水、衛生設備

10.1 水と健康、水質基準

- 教科書一読のこと

10.2 給水設備

(A) 用水

- 上水：飲料用・調理用、大腸菌等が含まれてはならない
- 雑用水：便器洗浄用・掃除用・散水用・冷房用などに用いる

(B) 給水源

- 上水：地表水（河水・湖水）から取水、市町村等の施設から供給される
- 井水：浅井戸（30m 程度まで）・深井戸（30m 以上）がある、ヒートポンプの熱源としても用いられる、地盤沈下防止のために採取し過ぎには注意（規制がかかっている場合もあり）
- 中水：浄化槽で処理した下水、BOD5～10ppm 以下、便器洗浄や庭園用の雑用水としての利用が可能

(C) 使用水量

- **使用水量の算定：**

表 10-1 各種建物別使用水量

建築物種別	使用水量 (l/人・日)	建築物種別	使用水量 (l/人・日)
戸建住宅	150～300	事務所	60～100
集合住宅	200～400	小中学校	40～60
ホテル	350～500	デパート	3
病院	1500～3500	劇場	30

《ポイント》

- 用途別必要水量必須！教科書の数値ではなく、過去問の数値（上の表）で覚えましょう

【過去問】

- 使用水量 事務所ビルにおける在勤者一人あたりの【1日の給水量】は 60～100 リットル (0.06～0.1m³) 程度必要
- 使用水量 集合住宅における居住者一人あたりの【1日の給水量】は、200～400 リットル程度必要
- 使用水量 一般住宅における居住者一人あたりの【1日の給水量】は 150～300 リットル程度必要
- 使用水量 一般的な事務所ビルにおける給水では、飲料用 30～40%、雑用 60～70%程度の割合で計画



(D) 給水方式

- 水道管直結方式・直結増圧方式：低層な一般住宅の方式、中層建築物を対象に加圧した直結増圧方式もあり、水質汚染のリスクが少ない、停電時にも利用可能、断水時使用不可
- 高置タンク方式：揚水ポンプで屋上高置水槽まで揚水し重力によって各階へ給水、水質汚染のリスクが最も高い、停電時には水槽貯留分のみ給水可能（発電機を設置すればこの限りではない）、断水時にも水槽貯留分のみ給水可能、高層建築物の場合には低層階で低層階の水圧が高くなるので減圧・中間階への水槽設置等の対策が必要
- 圧力タンク方式：受水槽に溜め込んだ水を圧力タンクへ圧入し各室へ給水、水質汚染のリスクあり、停電時使用不可（発電機があればOK）、断水時にもタンク内の水量までは給水可能、圧力変動が大きい
- タンクレスブースター方式：給水ポンプ群を制御して各エリアへ給水、汚染のリスクは比較的小さい、停電時使用不可（発電機があればOK）、断水時にもタンク内の水量までは給水可能、圧力変動は小さい

表 各給水方式の特徴

	水道管直結方式	高置タンク方式	圧力タンク方式	タンクレスブースター方式
水質汚染	リスク無し	最も危険	リスクあり	リスク小さい
停電時	利用可能	水槽貯留分のみ	停電時使用不可*	停電時使用不可*
断水時	使用不可	水槽分のみ可	水槽分のみ可	水槽分のみ可
圧力変動	低層まで給水可	ほぼ一定	変動大きい	自動制御

*：ただし、発電機を設置した場合は使用可能

(E) 給水設備用機器材料

- ポンプ類：渦巻きポンプ・タービンポンプ⇒羽根を回転させて生じる遠心力により揚水（タービンの方が高揚程）、ボアホールポンプ⇒長いシャフト状のポンプ（深井戸の揚水などに用いる）
- 保温：凍結の恐れのある箇所では保温・断熱処理を施す、土中の配管は凍結深度以下に埋設
- 防露：配管の表面が露点温度以下になると結露が生じる、井戸水の配管にも留意
- 配管材料：
- さや管ヘッダー工法：
- キャピテーション：
- ウォーターハンマー：
- 節水コマ：



《ポイント》

- 配管材料、および配管工法のチェック
- 特異現象（キャピテーション/ウォーターハンマー）に注意

【過去問】

給水機器	【給水管】に樹脂ライニング鋼管を使用しても、管端部の施工方法によっては赤錆が発生する場合がある
給水機器	集合住宅における各住戸用の【横管】は、スラブ上面と仕上げ床面の間に配管するのが一般的
給水機器	【さや管ヘッダー方式】は、集合住宅等における給水管および給湯管の施工の効率化や配管の更新の容易さ等を図ったもの
給水機器	ポンプにおいて【キャピテーション】が発生すると、「振動・騒音」「ポンプ効率低下」「発生部での腐食」が生じる事がある
給水機器	【ウォーターハンマー】は、水栓などにより配管内の流れを瞬間的に閉止した場合に生じる現象
給水機器	【PS（パイプスペース）】の寸法は、配管の施工・点検・修理・更新が安全・容易に行えるように留意
給水	節水コマ入り給水栓は、コマの底部を普通コマよりも大きくした節水コマによって、ハンドルの開度が小さい時の吐水量を少なくし節水を図る
給水	節水により、すい資源の節約のみならず、省エネルギーも図る事が可能

(F) 必要水圧

- 必要水圧：

《ポイント》

- 各水栓の必要水圧を具体的な数値で確認

【過去問】

必要水圧	シャワーの必要最低給水圧力（【必要圧力】）は 70kPa
必要水圧	一般水栓の給水の最低【必要圧力】は 30kPa である
必要水圧	重力式給水方式において、最も高い位置におけるシャワーヘッドから、高置水槽の低水位面までの高さは 7m 以上必要（高低差 1m で 10kPa）
必要水圧	圧力配管用鋼管の規格におけるスケジュール番号とは、管の材料の許容応力に対する最高使用圧力の比を 10 倍したもの

(G) 上水の汚染防止

- クロスコネクション：
- 吐水口空間：給水栓と器具のあふれ縁との間隔、洗面台の水栓（蛇口）と洗面台のオーバーフロー管の間隔
- バキュームブレイカー：



➤ 受水タンク：

《ポイント》

- 上水とそれ以外の配管の直結は禁止（クロスコネクション禁止）、そのためには遮蔽が重要（バキュームブレイカー）
- 受水槽は安全管理（保守点検スペース）の出題頻度が高いです

【過去問】

- | | |
|------|--|
| 汚染防止 | 【クロスコネクション】は、上水の給水とそれ以外の配管が直接接続されること |
| 汚染防止 | 【バキュームブレイカー】は、給水管内が負圧となった際に一度吐水した水などの液体が給水管へ逆流すること（逆サイホン）を防止する装置 |
| 汚染防止 | 屋外散水栓には、逆流を防止するために、給水管に【バキュームブレイカー】を設ける |
| 汚染防止 | 逆サイホン作用による逆流のおそれのある大便器洗浄弁やホース接続する散水栓には、【バキュームブレイカー】を設ける |
| 受水槽 | 事務所ビルにおいて、断水等に対処するための【受水槽の容量】は、1日の予想給水量の1/2程度とする |
| 受水槽 | 【受水槽の材質】には、強化プラスチック・鋼板・ステンレス鋼板・木などがあり、使用目的に応じて選定 |
| 受水槽 | 飲料水系統と雑用水系統を別系統とすることにより、雑用水系統の受水槽は床下ピットを利用したコンクリート製水槽とすることが可能 |
| 受水槽 | 飲料用受水槽の【保守点検スペース】は、上部100cm、側面および下部にそれぞれ60cm以上必要 |
| 受水槽 | 受水槽のオーバーフロー管および水抜き管は、受水槽の衛生を確保するために排水管とは縁切りを行う間接排水とする |

(H) 給水設備の留意事項 ⇒

- 過去問（ちょっと古いものも含む）リストなので各人要チェック！

10.3 給湯設備

(A) 湯の用途

- 用途：飲料用・調理用・浴用・洗濯用・他

(B) 給湯温度

- 給湯温度：

(C) 給湯方式

- 局部式：使用場所ごとに湯沸かし器を設ける、後述の瞬間ガス湯沸器などを用いる
- 中央式：ボイラなどで建物内の一箇所でお湯を作り配管によって給湯



(D) 配管材料

- **耐食性**：

(E) 配管方式

- 一管式：湯栓を開けない限り管内のお湯は停滞し冷えてしまう、距離の短い配管に適する
- 二管式：戻り配管があり常に熱湯が循環している、設備費は高い

(F) 熱源機器

- 太陽熱温水器：汲み置き式と循環式がある、90℃以上の熱湯を得ることができるものもある、水が長時間装置内に滞留する可能性があるため飲用には用いることはできない、寒冷地では凍結にも留意
- **瞬間ガス湯沸かし器**：
- **貯湯式電気温水器**：
- **エコキュート**：

(G) 給湯設備等の留意事項

- 給湯配管：腐食しやすいので銅管・ステンレス鋼管・耐熱塩化ビニルライティング鋼管が採用される
- 膨張管：給湯ボイラや貯湯タンクには膨張管を設ける、ただし膨張管には弁を設けてはならない
- **ガスの種類**：



《ポイント》

- お湯の扱いは、高温・高圧ってことが問題となるので留意（腐食等も生じやすい）
- ガスを用いての給湯に関する問題も多いですよ（湯沸し器・ガスの分類等）

【過去問】

- | | |
|-----|---|
| 給湯器 | レジオネラ属菌の繁殖を防止、【貯湯槽内温度】は 60℃以上、末端の給湯栓でも 55℃以上に保つ必要あり |
| 給湯器 | 住宅やホテルの場合、1 日の平均的な【給湯使用量】および給湯負荷は、夏季よりも冬季のほうが多い |
| 給湯器 | 【貯湯槽】は、合成樹脂のみで構成することはできない |
| 給湯器 | セントラル給湯システムの【給湯管】には、腐食への配慮と施工性を考慮して銅管やステンレス鋼管が持ち用いられる |
| 給湯器 | 加熱装置を建物最下階に設置する場合、返湯管を設ければ湯は自然に循環するが、配管抵抗等を考慮して循環ポンプを設けることが一般的 |
| 給湯器 | 給湯設備における加熱装置と膨張タンクとをつなぐ【膨張管】には、止水弁を設けてはならない |
| 給湯器 | 給湯用ボイラーは基本的に開放回路であり、常に缶水が新鮮な補給水と入れ替わるので酸素量が多く腐食しやすい |
| 給湯器 | 事務所ビルの洗面所に設置する局所式の【湯沸器】には、電気式が採用されることが多い |
| 給湯器 | 【ガス瞬間給湯器】の能力表示には号が用いられ、1 号あたり流量 1 リットル/分の水の温度を 25 度上昇させる能力を有する意味 |
| 給湯器 | 【都市ガス】の種類は、比重・熱量・燃焼速度の差異により、13A や 6C のように区分されている |
| 給湯器 | 【都市ガス】、【LPG（液化石油ガス）】等の燃焼用ガスは、ガスの組成により種類が分かれ、その種類により二酸化炭素発生量が異なる |
| 給湯器 | 自然冷媒【ヒートポンプ】給湯機は、自然冷媒を用い、大気から熱を得て高温の湯を貯湯して給湯する装置であり、電気温水器に比べてエネルギー効率が高い |
| 給湯器 | 事務所ビルについては、給湯【エネルギー消費係数】の指標値は定められていない |

10.4 排水設備

（A）排水設備の種類

- 排水種別：汚水（トイレからの排水を含む）、雑排水（洗面・手洗い・厨房・洗濯からの排水）、雨水、特殊排水（工場などからの薬品等を含む排水）
- 屋内（建物内）排水：
- 屋外（公共下水道）排水：
- 屋内排水管の構成：



《ポイント》

- 排水方式って、建物（敷地内）と公共で分類が異なります…
- まずは排水の構成（排水横管/立管、通気横管/立管、雨水排水管等）、および各役割を把握

【過去問】

- 排水管構成 【分流式排水】とは、建築内では汚水と雑排水を分離、公共下水道では、雨水とその他の排水を分けること
- 排水管構成 公共下水道が【合流式】の場合には他の排水と雨水の合流が可能、雨水排水管はトラップ柵を介して他の排水管に接続すると臭気等の流入を防止可能
- 排水管構成 自然流下式の【排水立て管】は、トラップの破封防止のため、いずれの階でも最下部の最も大きな排水負荷を負担する部分の管径と同一管径とする
- 排水管構成 建築物内では【雨水排水管】と【汚水排水管】を別系統で配管するが、公共下水道が合流式ならば屋外の排水柵で双方を接続することは可能
- 排水管構成 【排水管の掃除口】は、45度を超える屈曲部、および管径 100mm 以下では 15m、管径 100mm 以上では 30m 以内に設ける
- 排水管構成 壁面に吹きつける雨水が下部の屋根面に流下する場合は、壁面積の 50%を下部の屋根面積にに加算して、【雨水排水管】の管径を求める
- 排水管構成 【雨水排水立て管】は、屋内で雨水以外の系統の排水管に接続してはならない
- 排水管構成 【雨水排水立て管】の管径は、建設地の最大雨量とその立て管が受け持つ屋根面積等をもとに決定する

(B) 配管勾配

- 配管勾配：管径により必要な勾配が異なる、口径 65mm 以下：1/50 以上、75・100mm：1/100 以上、125mm：1/150 以上、150mm 以上：1/200 以上

(C) 衛生器具の排水単位と排水管径

- 最小管径：洗面器 30mm、大便器 75mm など

(D) トラップと阻集器

- **トラップの役割：**
- **トラップの種類：**
- **トラップの封水：**



- 封水破壊の原因：自己サイホン効果（配管内が負圧になり封水の水が吸い取られてしまう現象）、逆圧作用（配管内の水が部分的に遅くなり管内の圧力が高まることにより発生、はね出し作用とも）、毛細管作用（糸類・毛髪等が管内に残り水が流出する現象）、蒸発作用など
- **トラップ設置時の留意点：**
- **阻集器とは：**
- **排水槽：**

《ポイント》

- ☐ トラップがないと臭気や虫が室内に侵入しちゃいます
- ☐ 油分や固形物等は排水管に流さずに阻集器で回収します

【過去問】

- | | |
|------|---|
| トラップ | 床排水に使用される【桮トラップ】は、清掃の際に桮が取り外されたまま使用されると悪臭や害虫の侵入のそ
れがあり、なるべく採用しない |
| トラップ | 封水トラップの【封水深さ】は 50～100mm とする |
| トラップ | 排水管における【二重トラップ】は厳禁（厨房排水におけるグリース阻集器＋Uトラップ等） |
| 阻集器 | 【グリース阻集器】は、厨房などからの排水に含まれる油脂分を阻止・分離・収集する目的で用いられる |
| 排水 | 排水槽底部には吸い込みピットを設け、底部の勾配は、排水ならびに清掃時の安全性も考慮し 1/15～1/10
とする |

(E) 通気管

- 通気管の役割：管内の空気の入出りを自由にし、管内の圧力を一定に保つ
- **通気管設置時の留意点：**

《ポイント》

- ☐ 設置時の留意点（以下）チェック

【過去問】

- | | |
|-----|--|
| 通気管 | 屋上を利用する場合には、【通気管の開放端】は屋上面から 3m 以上立ちあげて大気中に開放する |
| 通気管 | 排水横管からの【通気の取り出し口】は、排水横管断面の中心線上部から 45 度以内の角度で取り出す |



(F) 配管材料

- 配管材料：し尿汚水などの配管は特に耐食性のある配管とする

(G) 排水設備の留意事項

- 排水タンク：排水桝、底部に勾配を設け、天井部に径 600mm 以上のマンホールを設ける

10.5 衛生設備

(A) 衛生器具の種類と材質

- 衛生器具に要求される性能：耐久性・衛生性・安全性など

(B) 大便器の分類

- サイホン式：

- サイホンジェット式：

- サイホンボルテックス式：

- ブローアウト式：

《ポイント》

- サイホン・ジェット・ボルテックスの意味は？

【過去問】

- | | |
|------|---|
| 衛生器具 | 【サイホン式】大便器は、先落とし式大便器よりも溜水面が広く、汚れが付着しにくい |
| 衛生器具 | 【サイホンボルテックス式】は、溜水面が広く、衛生的であり、洗浄音が静かな方式 |
| 衛生器具 | 【ブローアウト式】の洋風大便器は、サイホンボルテックス式と同様に水溜り面が広く、汚物の付着や臭気の発散が少ない |
| 衛生器具 | 【節水化】が進み、一回あたりの洗浄水量を 4 リットル以下としたものも市販されている |
| 衛生器具 | 「節水型サイホン式大便器の 1 回あたりの使用水量は 4 リットル程度」で当時は不適とされましたが、現在は 4 リットル程度でも洗浄可能です… |
| 衛生器具 | 【車いす使用者の利用する大便器】は、通常の便器に比べて、便座面の位置を高くしたものが一般的 |

(C) 設備ユニット

- 教科書一読のこと



(D) 衛生器具設備の留意事項

- 洗浄方式：

《ポイント》

- 洗浄弁 vs. 洗浄タンク

【過去問】

衛生設備	給水における同時使用量を算定する際に用いられる【器具給水負荷】単位は、洗浄タンク方式より洗浄弁方式の方が大きい
衛生設備	大便器の洗浄方式の一つである【ロータンク方式】は、連続使用に適さないため、不特定多数が使用する便所には適さない
衛生設備	駅等の不特定多数が連続して利用する大便器の給水方式は、【洗浄弁方式】が採用される
衛生設備	衛生器具の設置個数の決定における器具利用形態は、事務所/百貨店ともに任意利用形態

10.6 し尿浄化槽

- 教科書一読のこと

10.7 排水の高度処理

(A) 再利用水方式（中水道）

- 再利用水の原水：

(B) 再利用水の用途

- 用途：

(C) 雨水利用施設

- 雨水利用の目的：水の有効利用・都市の洪水対策・下水道の負担低減

《ポイント》

- 原水とその用途を確認

【過去問】

再利用水	排水【再利用水】の原水としては、洗面器や手洗器、厨房からの雑排水の他、トイレからの排水も利用可能
再利用水	原水にし尿が含まれていない【再利用水】は、便所洗浄水・散水用水・清掃用水として低コストで利用可能
再利用水	排水【再利用水】は、大腸菌が検出されなかったとしても飲料用には使用しない
再利用水	便器の洗浄用に【再利用水】を使用する場合には、他の配管と別系統とする
再利用水	【排水再利用設備】は、下水道負荷の軽減、節水等を目的としており、その利用規模により個別循環、地区循環および広域循環の三つの方式がある



10.8 用語

- **BOD**：

【過去問】

BOD 【生物化学的酸素要求量】、水中に含まれる有機物の濃度を表す指標

10.9 污水处理設備の留意点

- 教科書一読のこと

11 電気設備・自動制御

11.1 屋内配線設備

(A) 電気方式

- **屋内配線方式**：

(B) 電圧の種類と配電方式

- **電圧の種類**：

表 11-1 電圧の種類と配電方式

	低圧	高圧	特別高圧
直流	750V 以下	750 を超え 7,000V 以下	7,000V を超えるもの
交流	600V 以下	600 を超え 7,000V 以下	7,000V を超えるもの

- **配電方式**：

(C) 直流と交流

- 直流と交流：直流（DC）とは乾電池のように電圧が常に一定、家電製品等は直流で動作する、交流とは（AC）コンセントから提供される電源で電圧が一定の周期で変化する（東日本が 50Hz ドイツ製、西日本が 60Hz アメリカ製）発電所から家庭に電気を送る場合、送電と安全性の観点から交流で提供される、AC アダプターって交流（AC）を直流に変化させるって意味



《ポイント》

- 電圧種別がなぜか良く出題されます（交流と直流の値の違いもチェック）

【過去問】

配電方式	中小規模の事務所ビルの照明・コンセント系統の配電方式には、電圧降下・電力損失・設備費等を考慮して、【単相 3 線式 100/200V】が採用されることが多い
電圧種別	電圧種別における【低圧】とは、交流 600V 以下、直流 750V 以下
電圧種別	【特別高圧】とは、交流/直流ともに 7,000V を超えるもの
電圧種別	契約電力が 50kW 以上の場合は、高圧引き込みとなる
契約電力	空調熱源を電気方式、コンセント電源容量を $40\text{W}/\text{m}^2$ と設定した事務所の契約電力は、60～110W 程度必要

(D) 電力潮流

- 電力潮流とは：電力系統内の有効電力と無効電力の流れの総称、電力系統の構成により波にズレが生じて効率的な運用が妨げられることがあるので留意する

(E) 系統連系と逆潮流

- **系統連系**：

- **逆潮流**：

(F) VA（ボルトアンペア）と W（ワット）

- 教科書一読のこと…

(G) 需要率・負荷率・不等率

- 契約電力：以下の各項目を検討し、電力会社と契約を行う

- **需要率**：

- **負荷率**：

- **不等率**：



《ポイント》

- それぞれの評価において、値が大きいということは？値が小さかったら？それぞれ確認

【過去問】

電力潮流	【逆潮流】とは、太陽光発電や燃料電池による発電等の設備を有する需要家から商用電力計に向かう電力潮流のこと
評価	【需要率】は、「最大需要電力」を「負荷設備容量」で除した値
評価	受変電設備の【負荷率】は、「平均需要電力」を「最大需要電力」で除した値で、その値が大きいほど平滑で効率的な運用がなされている
評価	【力率】は、交流回路に電力を供給する際の有効電力と皮相電力との比であり、電動機や放電灯の力率は、0.6～0.8である
評価	【進相用コンデンサ】は、負荷設備の力率を改善するために用いられる

(H) 分電盤

- 分電盤とは：

(I) 接地工事の種類と接地抵抗

- 接地工事の目的：

- 設置工事：

(J) 避雷設備

- 避雷設備とは：

《ポイント》

- それぞれの評価において、値が大きいということは？値が小さかったら？それぞれ確認

【過去問】

構成設備	【情報分電盤】は、各住戸にテレビ・電話・インターネット等の情報系ケーブルを引き込む位置の近辺に設置し、端子台・分配器・HUB等を必要に応じて収容
構成設備	集合住宅の【各住戸分電盤】において、浴室の照明やエアコンの室外機などの水気のある部分の分岐回路には漏電遮断機（ELCB）、その他および主遮断機には配線用遮断器（MCCB）を採用
接地	【接地】には、雷保護用接地、電位上昇による人体の感電防止用の保安接地、電位変動による電子機器への障害を防止するための接地等がある
接地	【埋設接地極】は、酸等で腐食するおそれがなく、なるべく水気の多い場所を選んで地中に埋設する
接地	電圧が300V以下の低圧用の場合はD種接地工事、300Vを超える場合はC種【接地工事】とする
避雷設備	受変電設備における【避雷器】は、雷等により異常に高い電圧が電路に発生した場合、その電流を大地に逃がして安全性を確保するためのもの
避雷設備	S造では鉄骨、RC造では2本以上の主筋をもって、【避雷】の引き下げ導線に変えることができる



(K) 工事材料

- 教科書一読のこと

(L) 配線工事法

- 金属ダクト：

- フロアダクト：

- バスダクト：

- セルラダクト：

- フリーアクセスフロア：

《ポイント》

- イメージ図をしっかりと…

【過去問】

- | | |
|------|---|
| 配線工事 | 【セルラダクト方式】は、床構造材のデッキプレートの溝を利用した方式であり、電線管方式に比べて配線変更の自由度は高い |
| 配線工事 | 【フリーアクセスフロア方式】は、【フロアダクト方式】に比べて、配線の自由度が高く、配線の収納容量も多い |
| 配線工事 | 【バスダクト方式】は、大容量の電力供給に適している |



(M) 電動機

- 電動機とは：電力を用いて動力を得る装置、モーターです…
- 電動機の出力：37kW 未満のものは三相 200V、37kW 以上のものは 3000V または 6000V
- 始動電流：

《ポイント》

- スターデルタとコンドルファ最強

【過去問】

- | | |
|------|---|
| 始動方式 | かご形誘導電動機における【コンドルファ始動】および【スターデルタ始動】は、始動電流を小さく抑える始動方式 |
| 始動方式 | かご形誘導電動機の始動方式において、減電圧始動では【スターデルタ始動】方式が、最も安価であり、広い範囲で採用されている |

(N) 配電・配線設備の留意点

- 電線太さ：

- 3 路スイッチ：

《ポイント》

- スターデルタとコンドルファ最強

【過去問】

- | | |
|----|---|
| 配線 | 動力設備において、同一電力を供給する場合、【電線の太さ】は 200V 配線に比べて、400V 配線のほうが細くなる |
| 配線 | 変圧器から負荷設備までの電線のこう長が 60m 以下の場合、変圧器から負荷設備までの【電圧降下】は 3% 以下とする |
| 配線 | 一定規模以上の集合住宅において、自家用電気室と電力会社の借室電気室の 2 種の電気室を保つ場合、各住戸部分へは借室電気室より電力を供給 |
| 配線 | 【3 路スイッチ】は、二箇所のスイッチそれぞれにより、同一の電灯を点滅させることができる |
| 配線 | 低圧の配線に用いられる PF 管は、CD 管と同じコルゲート状の樹脂管であるが、耐燃性があるので、簡易間仕切り内の配管に採用可能 |



11.2 受変電設備

(A) 受電方式の分類

- 一回線方式：シンプルで経済的であるが、途中の送電線で事故が起こると停電
- 二回線方式（本線予備方式）：常時は一回線方式と同じであるが予備の二回線目も有する
- ループ方式：環状に送電、一箇所で事故が起きても送電可能
- スポットネットワーク方式：

(B) 変電設備の設置形式

- 開放型：鉄骨フレームに受変電機器を現場で組み立てる方式、スペースが必要であるが増設・保守管理が容易
- 閉鎖型：

(C) 受変電室の位置

- 教科書一読のこと

(D) 変電設備の留意事項

- 教科書一読のこと

《ポイント》

- 高圧で届けられた電気を敷地内（建物内）の受変電設備にて各種機器で使用可能なように低圧化します

【過去問】

- 受電方式 【スポットネットワーク受電方式】は、電力供給の信頼性に重点をおいた受電方式
- 受電方式 車両が通行する場所に、地中電線路を直接埋設式により施設する場合は、土被りは 120cm 以上とする
- 受変電設備 【キュービクル型受変電設備】は、金属箱の周囲に所要の保有距離を設けることにより、屋外にも設置可能
- 受変電設備 契約電力が 50kW 以上の場合は高圧引き込みとなり、受変電設備必須
- 受変電設備 【変圧器の容量】を決めるにあたり、変更や将来に対する余裕などを想定しなくても良い場合、照明負荷設備容量の合計 120kVA、需要率 0.8 としたとき、100kVA の単層変圧器を採用可能（ $120 \times 0.8 = 96$ ）
- 受変電設備 7,000V 以下の高圧変圧器の電路の絶縁耐力試験においては、最大使用電圧の 1.5 倍の試験電圧を 10 分間継続して加え、性能に異常が無いことを確認する



11.3 予備電源設備

(A) 蓄電池設備

- 蓄電池の役割：

(B) 発電機設備

- ガソリン機関発電機：小容量の発電に適する、発電までに 40 秒程度必要、軽油が燃料
- ディーゼル機関発電機：

- ガスタービン機関発電機：

- マイクロガスタービン機関発電機：

(C) 無停電設備

- 無停電設備とは：

《ポイント》

- ガスタービン発電機とディーゼル発電機の比較

【過去問】

- | | |
|------|--|
| 予備電源 | 【鉛蓄電池】等の電力貯蔵設備の主な用途・目的は、負荷や受電電力の平準化、自然エネルギー発電の平準化、停電時の非常電源、瞬時電圧低下や停電の補償等 |
| 予備電源 | 【ガスタービン】による発電設備は、同一出力の【ディーゼル機関】によるものに比べて、振動・設置面積は小さいが、必要燃焼用空気量は多い |
| 予備電源 | 自家用の発電装置として設置される【マイクロガスタービン】の発電効率は 25～30%程度、【ディーゼルエンジン】では 35～45%程度 |
| 予備電源 | 24 時間 365 日可動の電算機器や情報通信機器を使用する場合、停電や瞬時電圧低下時に一次的に電力供給を行う【UPS】が採用される |
| 予備電源 | 【燃料電池】の原理は、水の電気分解の逆の反応であり、水素と酸素が結合して電気と水が発生する化学反応を利用している |



11.4 電話設備

➤ PBX：

➤ LAN：

《ポイント》

□ LAN はローカルエリアネットワークの意味ですね

【過去問】

- 弱電 【PBX（構内電話交換機）】は、局線や内線の多い大規模なオフィスにおける通話やFAXなどを効率的かつ経済的に処理する
- 弱電 一人一台の電話機を利用する500人収容の事務所ビルの電話設備の設計当たり、局線数が80回線の構内交換機を選定した
- 弱電 【LAN】とは、限定された範囲におけるコンピューターなどのOA機器を主体とするネットワーク

11.5 テレビ共同受信設備、地上デジタル放送

➤ 教科書一読のこと

11.6 自動制御

➤ PID：

【過去問】

- 自動制御 【フィードバック制御（PID）】とは、目標値との偏差が生じた場合に直ちにこれらを一致させるように修正動作を行う制御方式

11.7 中央監視制御システム

（A）中央監視システム

➤ 中央監視システムとは：電力・空調・衛生・防災・防犯などに関する設備を一括管理するもの

（B）BEMS

➤ BEMS：

【過去問】

- BEMS 室内環境とエネルギー性能の最適化を図るために、設備の省エネ制御やLCC削減等の運用支援を行うビル管理システム



11.8 輸送設備

(A) エレベーター

- エレベーターの種類：乗用（客用）・人荷用・寝台用（病院患者用）・荷物用・非常用など
- エレベーターの制御：
- 防災：

《ポイント》

- ☐ VVVF がよく出題されています
- ☐ 災害時の運転は地震と火災で異なるので留意
- ☐ エレベーター計画に関しては以下の過去問チェック

【過去問】

- | | |
|-----|--|
| 昇降機 | 近年のロープ式エレベーターの速度制御方式は、【VVVF（交流可変電圧可変周波数）方式】であり、滑らかな速度特性が得られる |
| 昇降機 | 一般用エレベーターは、火災時には安全階へ直行し降車後に停止、地震時は最寄り階に直行し降車後に停止 |
| 昇降機 | 巻上機を昇降経路内に設置し、直上の機械室を不要とするロープ式エレベーターも開発された |
| 昇降機 | 低層建築物に採用される油圧式エレベーターの機械室は、昇降経路の最下階に近接した位置に設置する |
| 昇降機 | 事務所ビルの乗用エレベーターについては、出勤時のピーク5分間に発生する交通量を輸送できる計画とする |
| 昇降機 | エレベーターの【定格速度】は、かごに積載荷重（100%）を載せた状態で上昇する際の最高速度 |
| 昇降機 | 【平均運転間隔】とは、エレベーターが始発階を出発する平均の時間間隔のことで、貸事務所ビルでは40秒以下が望ましい |
| 昇降機 | エレベーターの昇降経路内には、給排水配管を設けてはならないが、所定の条件を満たした光ファイバーケーブルは設置可能 |

(B) エスカレーター

- 輸送力：



《ポイント》

- エスカレーターの法規に関して、以下過去問チェック

【過去問】

エスカレーター	エスカレーターは、連続輸送が可能で、エレベーターの十数倍の輸送能力がある
エスカレーター	百貨店等の大型店舗ビルにエレベーターおよびエスカレーターを設置する場合、エスカレーターにおける輸送分担の割合を全体の 80～90%とする
エスカレーター	エスカレーターの乗降口で、ハンドレール折り返し部の先端から 2m 以内にある防火シャッターが閉じ始めたら、エスカレーターも停止させる
エスカレーター	エスカレーターの勾配が 30 度を超える場合は、「勾配上限 35 度」「定格速度 30m/分以下」「揚程 6m 以下」等の制限を設ける
エスカレーター	エスカレーターの手すりの上端の外側から水平距離 50cm 以内で天井等と交差する部分には、保護板を設ける

(C) 荷物用エレベーター

- 用途：

(D) 小荷物専用昇降機

- 用途：

(E) 非常用エレベーター

- 用途：

《ポイント》

- 荷物用と小荷物専用は違いますよ！小荷物専用には人は乗れません（小さすぎて…）

【過去問】

昇降機種類	【非常用エレベーター】は、火災時に消防隊等が消火・救助のために使用するもので、火災時の一般乗客の使用は不可
昇降機種類	【非常用エレベーター】を 2 台設置する必要がある場合は、避難上有効な距離を保ち、建築物各部分から極力均等な位置とする
昇降機種類	【荷物用エレベーター】は、荷扱者または運転者以外の人の利用はできないが、人荷用エレベーターは一般乗客も利用可能
昇降機種類	【小荷物専用昇降機】は、かごの水平投影面積は 1m^2 以下、天井高さは 1.2m 以下に限定されている
昇降機種類	【ダブルデッキエレベーター】は、2 層のかごを有するエレベーターであり、昇降路スペースを広げずに輸送能力の向上が可能



以下、環境分野で一度解説を行った照明ですが…、設備分野でも出題されるので追加します

5.6 照明

5.6.1 人工光源

表 5-1 各照明器具の特徴

	白熱灯	蛍光灯	LED	水銀灯
光束 (W 数)	1,500lm (100W)	3,000lm (40W)	500-1,000lm	20,000lm (400W)
効率	15-20lm/W	60-90lm/W	60-100lm/W 白色では 20 程度	40-60lm/W
寿命	1,000-1,500h	7,500-10,000h	40,000h	12,000h
色温度	2,850K	白 色：4,500K 昼光色：6,500K	任意	4,100K
平均演色評価数	100	60-85	75-90	23-50

- 平均演色評価数 (Ra)：標準光を基準にした人工照明の色の再現度、値が高いほど再現度が高い

《ポイント》

□ 照明種ごとの特徴を把握！

【過去問】グレー表示は環境分野での出題

照明種類	照明器具の光源の色温度の高低は、昼光色蛍光ランプ（6,500K）、昼白色蛍光ランプ（5,000K）、高圧ナトリウムランプ（2,200K）の順である
照明種類	高圧ナトリウムランプは、白熱電球に比べてランプ効率は高いが演色性は低い
照明種類	ナトリウムランプのランプ効率は高く、一般に、130～180lm/W
照明種類	一般的な LED ランプの平均ランプ効率は、Hf 蛍光ランプの平均ランプ効率と同程度（H22 当時）
照明種類	高出力の蛍光ランプからの光束は、周辺温度の影響を受け、25℃程度で最大効率となるように設計されている
照明種類	白熱電球は、蛍光ランプに比べて、周囲の温度変動による光束の変動が小さい
照明種類	白熱電球の寿命は、1,000～2,000 時間程度であり、蛍光ランプは 3,000～10,000 時間程度である
照明種類	高圧放電ランプには、高圧水銀ランプやメタルハライドランプなどがあり、体育館のような高天井の空間や屋外などの照明に採用される
人工光源	白熱電球は、色温度が約 2,800K の赤みがかかった光色であり、ランプ効率は低いが演色性は高い
人工光源	白色 LED ランプの平均演色評価数は、水銀ランプよりも高い
人工光源	水銀ランプは、白熱電球に比べて、色温度は高く、演色性は低い
人工光源	蛍光ランプよりも一般照明用電球の方が、平均演色評価数が高い
人工光源	蛍光ランプよりも一般照明用電球の方が、発光面の輝度が高い
人工光源	蛍光ランプよりも一般照明用電球の方が、ランプの総合効率が低い
人工光源	蛍光ランプよりも一般照明用電球の方が、平均寿命が短い
人工光源	蛍光ランプよりも一般照明用電球の方が、ストロボ効果が生じにくい
人工光源	白熱電球のランプ効率は、蛍光ランプに比べて周辺温度の影響を受けにくい



5.6.2 照明方式

- 照明方式の分類：直接照明（上方：0～10%、下方：90～100%）、半直接照明（上方：10～40%、下方：60～90%）、全拡散照明（上方：40～60%、下方：40～60%）、半間接照明（上方：60～90%、下方：10～40%）、間接照明（上方：90～100%、下方：0～10%）
- **全般照明と局部照明**：全般照明の照度は、局部照明の 1/10 以上とする

【過去問】

- 照明計画 全般照明と局部照明を併用する場合、全般照明の照度は局部照明の照度の 1/10 以上とする
- 照明計画 照度分布を均一化し、影を少なくするには、照明器具の数を増やしたり、間接照明や光天井の採用等が有効
- 照明計画 昼光を利用する照明計画を採用する場合は、明るさ変動・過度なまぶしさ・空調負荷等に留意すること
- 照明計画 病院の手術室・診察室における照明は、事務所において使用する照明に比べて、【演色性】の高い光源とする
- 照明計画 【グレア】は、視野の中に輝度の高い光源が入ってきた際や、周囲との輝度対比が強すぎる場合に生じる

5.6.3 照度基準

- JIS による照度基準：最も照度基準が厳しい（高い）のは手術室、比較的一般的な用途として厳しいのは製図関係、玄関ホールも明順応を考慮して明るくすることになっています

5.6.4 照明設計

（A）光束法

- 光束法による必要照明台数の算定：
$$N = \frac{E \times A}{F \times U \times M}$$

N…照明台数、F…ランプ一台あたりの光束、E…照度、A…面積、U…照明率、M…保守率
- 照明率：照明機器から発せられる光がどの程度の効率で作業面に届くのか？の割合、周辺からの反射光の入射が多いほど値が高くなる、作業面に達する光束/光源から発する光束
- **保守率**：照明機器の経年劣化やホコリ等による効率低下を考慮した係数、規定の期間使用後の照度/初期の照度、保守良好なもので 0.75～0.8 程度、不良の場合は 0.65～0.7 程度

（B）ポイント（逐点）法

- ポイント法とは：逆二乗則と余弦則を併せて任意の点の照度を算定する手法、光源の明るさは「光度」ね s

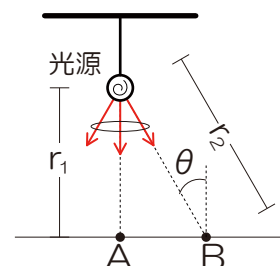
光源からの光度を I とすると、右の例では

A 点の照度

$$E_A = \frac{I}{r_1^2} \times \cos 0^\circ$$
$$E_A = \frac{I}{r_1^2} \times 1 = \frac{I}{r_1^2}$$

B 点の照度

$$E_B = \frac{I}{r_2^2} \times \cos \theta$$



【過去問】

照明設計	【光束法】による平均照度計算において、照明率に影響をおよぼす要素は、室指数・室内反射率および照明器具の配光は含まれるが、保守率は含まれない
照明設計	【保守率】は、「ある期間使用後の作業面の平均照度」を「初期の作業面の平均照度」で除した値
照明設計	【保守率】は、ランプの経年劣化やほこり等による照明器具の効率低下をあらかじめ見込んだ定数であり、照明器具の形式・使用場所等により異なる
照明設計	二つの室において、「照明器具の種類」「照明器具の単位面積当たりの台数」「天井高さ」の三条件を同一とすれば、「室の面積と周長比」により両室の床面の照度は異なる
照明設計	点光源による直接照度は、光源からの距離の二乗に反比例する

(C) 照明設備の留意点

- 過去問をリストアップしたものです、ご一読を

【過去問】グレー表示は環境分野での出題

照明評価	全般照明方式は、【タスク・アンビエント照明方式】に比べて、電力消費量が多くなる
照明評価	【配光曲線】は、照明器具の配光特性を示す、照明器具の中心を原点として光源の光度を極座標に示したもの
照明評価	JIS の【照度基準】における室内の所要照度は、床上 85cm における水平面の照度で示す

5.6.5 照明設備における省エネルギー

(A) 光束法を用いた省エネルギーの概要

- 省エネルギー化：光束法より省エネを検討する、必要照度を抑制（作業に応じた照度）、照明面積を小さく（必要な箇所のみ点灯）、機器の光束を向上（エネルギー効率の良い機器の採用）、照明率の改善（周壁面を明るい色等にして反射を稼ぐ）、保守率を向上（寿命の長い機器の採用やこまめな清掃）

(B) センサを応用した省エネルギー技術

- 昼光利用：明るさセンサを用いて、開口部付近の照明出力を抑制
- **初期照度補正制御**：採用直後の照明はちょっとオーバースペック気味（保守率を考慮するので）なので、初期照度を上手に抑えて節電

【過去問】

環境省エネ	【CEC/L（照明エネルギー消費指数）】とは、「年間照明消費エネルギー量」を「年間仮想照明消費エネルギー量」で除した値
環境省エネ	照明設備の下面にルーバーを取り付ける場合、取り付け前と同じ平均照度を確保するために必要な【照明消費エネルギー】は増加する
環境省エネ	【適正照度維持制御】の適用の有無による照度の差は、照明設置直後が最大で、ランプ清掃・交換の直前で最小となる
環境省エネ	【初期照度補正制御】とは、ランプの経年の照度低下等を見込んで初期照度は必要照度よりも高く設定されるので、初期の照度を低く調光する制御
環境省エネ	高周波点灯専用形蛍光灯電子安定器と Hf 蛍光灯を組み合わせた照明器具は省エネに有効
環境省エネ	1970 年代前半までに製造された照明器具の【安定器】には、PCB を含有するものがあるので、廃棄の際に留意する



※ 省エネ/防災に関しては次回の講義にて解説を行います、当該範囲にて出題されているもののみ以下に示します

【過去問】

省エネ	【CEC（エネルギー消費係数）】は、空調/換気/照明/給湯/昇降機のエネルギー効率の評価を行う指数
省エネ	事務所ビルにおける年間の【一次エネルギー消費量】の各種設備別の割合は、空調用が5割、照明・コンセント用が3割、その他が2割程度
省エネ	電力量に対する【一次エネルギー換算値（化石燃料等による）】は、夜間よりも昼間の方が割合が高い
省エネ	排熱を有効利用することで、【総合エネルギー効率】を70～80%に向上させる
省エネ	電気エネルギーを自家発電設備から供給しつつ、その排熱を冷暖房・給湯の熱源として利用する手法は、【コジェネレーション】に該当する
省エネ	燃料電池を用いた【コジェネレーションシステム】の発電効率は、40%程度
省エネ	太陽光発電の構成要素の一つである【パワーコンディショナ】は、インバータ・系統連系保護装置から構成される（蓄電池は含まない）
省エネ	【太陽光発電のパネル】は、日当たりの良い屋根面に、緯度に応じて適する角度で設置することが望ましい
省エネ	太陽光発電のうち、【系統連系システム】は、系統（商用電力）と連系して電力の安定供給を図るもので、蓄電池を備えると停電時の非常電源としての採用も可能
省エネ	電力の【負荷標準化】には、蓄熱システム等を利用することにより、昼間の電力需要を夜間へ移行することが有効
防災	蓄電池を使用しない非常電源における自家発電設備は、常用電源が停電してから電圧確立までの所要時間は40秒以内とする
防災	【非常用の照明装置】は、停電時の安全な避難のための設備で、照明器具には白熱灯や蛍光灯が用いられ、予備電源には内蔵型と別置型がある
防災	火災原因の一つである【トラッキング現象】は、コンセントに溜まったほこりが水または湿気を含むことにより、プラグの二極間に微弱な電流が流れる現象
防災	夜間無人となる防火対象物において、自動火災報知設備の感知器の作動と連動して点灯する【誘導灯】は、無人時に誘導灯を消灯可能
防災	爆発または燃焼のおそれのあるガス蒸気、粉塵、石油類などの危険物を扱う場所に設置する照明器具には、【防爆照明器具】を使用する

