

＜問題Ⅳ－（２）：電力土木＞

1. 水力発電所の発電方式に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
 - a. ダム水路式とはダム式と水路式の 2 方式を併用したもので、ダムにより得た落差と水路により得た落差を合わせて利用する方式
 - b. 揚水式とは余剰電力により導水路を通して揚水し、上部貯水池に貯水しておき電力ピーク時に発電する方式
 - c. ダム式とは河川に比較的高いダムを設け、これによって落差を得る方式
 - d. 水路式とは河川勾配の緩やかな河川下流部に取水施設を設け、緩勾配の導水路により落差を得る方式

2. 水力発電所の使用水量に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
 - a. 最大使用水量は発電所で使用する最大の水量である。
 - b. 常時使用水量は河川の濁水量であり、大体において年間を通じて常時使用できる水量である。
 - c. 常時尖頭使用水量は常時使用水量を調整池で調整し、毎日のピーク時に一定時間集中使用できる水量である。
 - d. 最大使用水量に対応する発電出力が最大出力である。

3. 水圧鉄管のアンカブロックおよび支台に関する記述として、正しいものを a～d のなかから選びなさい。
 - a. 適切な支台間隔は管の支持形式により異なる。
 - b. 管胴本体のわん曲部には必ずアンカブロックを設ける必要がある。
 - c. 管胴直線部にはアンカブロックは設ける必要がない。
 - d. アンカブロックは滑動・転倒に対してのみ安全である必要がある。

4. 日本の包蔵水力総量の現況に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
 - a. 年間可能発電電力量は約 1,350 億 kWh である。
 - b. 包蔵水力は「既開発」「工事中」「未開発」の 3 つに区分される。
 - c. 水力発電に適した場所の全国的な調査（発電水力調査）は平成年代から始まっている。
 - d. 一般水力の最大出力計は約 3,350 万 kW である。

5. 無圧水路に接続する取水口に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- 土砂流入防止策として、入口敷高を取水ダムの土砂吐き天端高より 1m 程度高くするか、入口前面にもぐり堰を設ける。
 - 川の流れの蛇行部で流速が低下している箇所に設置する。
 - 配置は河川に平行か、やや下流向きに設置する。
 - 取水口入口は幅を大きくせず、流入流速は 1.0m/s 程度以上とする。
6. 無圧水路の断面と勾配に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- 水路の流速は 1~2m/s 程度をとる例が多い。
 - 断面決定においては通常 30~40%程度の天端余裕で設計し、断面閉塞の発生を防ぐ。
 - トンネル部においては、断面縮小を避けるため巻き立てないことが一般的である。
 - 一般に勾配は 1/1,000~1/1,200 程度の場合が多い。
7. 電水比に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- 最大電水比 = 最大発電力 / 最大使用水量
 - 最適電水比 = 最大発電力 / 常時発電力
 - 平均電水比 = $1/2 \times (\text{最大発電力} / \text{最大使用水量} + \text{常時発電力} / \text{常時使用水量})$
 - 常時電水比 = 常時発電力 / 常時使用水量
8. サージタンクに関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- 単動サージタンクは構造が簡単で、サージングが長く続くため比較的大きな水槽容量を必要とするものの、水撃圧の吸収が確実である。
 - 差動サージタンクはライザーとポートの機能により水路内の流速も比較的速やかに加減速され平衡に達するためサージングは 2~3 回でほとんど静止するものの、水槽容量は単動サージタンクと同等である。
 - 制水口サージタンクは減衰性がよく構造が簡単のため経済的であるものの、水撃作用の吸収が不完全であり、水圧管路、トンネルの水頭の急増減はまぬがれない。
 - 水室サージタンクは利用水深が大きく、設置地点に直立円筒形の水槽を設けるのに適さない地形地質の場合に有利である。

9. 重力式コンクリートダム堤体に作用する荷重に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
- 自重
 - 温度荷重
 - 静水圧
 - 揚圧力
10. 水車の適用範囲に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
- 横軸ペルトン水車：出力 100～5,000kW 流量 0.2～3 m³/s 落差 75～400m
 - 横軸フランシス水車：出力 200～5,000kW 流量 0.4～20 m³/s 落差 15～300m
 - クロスフロー水車：出力 50～1,000kW 流量 0.1～10 m³/s 落差 5～100m
 - S 形チューブラ水車：出力 500～5,000kW 流量 1.5～40 m³/s 落差 3～18m
11. 水力発電計画策定時の環境影響調査に関する記述として、正しいものを a～d のなかから選びなさい。
- 環境影響評価法・電気事業法ならびに河川法に基づき、環境影響評価を実施する必要がある。
 - 第 2 種事業（出力 22,500kW 以上 30,000kW 未満の事業）の場合でも環境影響評価を行うことがある。
 - 第 1 種、第 2 種以外の事業（出力 22,500kW 未満）でも環境影響評価を行うことがある。
 - 環境影響評価を必ず行う必要がある発電所は出力 100,000kW 以上の事業の場合である。
12. 事業用電気工作物の維持および運用に関する保安監督を行うに際して必要となる電気事業法で定められた資格に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
- ダム水路主任技術者
 - ボイラー・タービン主任技術者
 - ダム管理主任技術者（高さ 15m 以上のダムを有する場合）
 - 電気主任技術者

13. 河川流量の種別に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 1年のうち95日はこの流量よりも減少することのない流量を豊水量という。
 - b. 1年のうち185日はこの流量よりも減少することのない流量を平水量という。
 - c. 1年のうち360日はこの流量よりも減少することのない流量を渇水量という。
 - d. 1年のうち275日はこの流量よりも減少することのない流量を低水量という。
14. 水力発電の位置づけに関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 発電過程で二酸化炭素をほとんど排出しない再生可能エネルギーである。
 - b. 流れ込み式はベース供給力として、調整池式・貯水池式・揚水式はピーク供給力としての役割を果たしている。
 - c. 短時間で発電でき、需要の変化に対応可能なため電力品質の向上に貢献している。
 - d. 一次エネルギー国内供給に占める水力の割合は25%程度である。
15. 水力発電における河川法の規制に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 河川水の占用に際しては流水の占用の許可（河川法第23条）が必要である。
 - b. 河川区域内に工作物を設置するには工作物の新築等の許可（河川法第26条）が必要である。
 - c. 河川区域内の土地を占有するには土地の占有の許可（河川法第24条）が必要である。
 - d. 河川区域ではなく河川保全区域内であれば工作物設置の許可は不要である。
16. コンクリート造の電力土木構造物の維持管理に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 化学的浸食はアルカリ性物質や硫酸イオンとの接触によりコンクリート硬化体が分解したり、化合物生成時の膨張圧によってコンクリートが劣化する現象である。劣化指標の例として、劣化因子の浸透深さ、中性化深さ、鋼材腐食量がある。
 - b. アルカリシリカ反応は骨材中に含まれる反応性を有するシリカ鉱物等がコンクリート中のアルカリ性水溶液と反応して、コンクリートに異常膨張やひび割れを発生させる劣化現象である。
 - c. 塩害はコンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオンにより促進され、コンクリートのひび割れや剥離、鋼材の断面膨張を引き起こす劣化現象である。
 - d. 中性化は酸素がセメント水和物と酸化反応を起こし、細孔溶液中の pH を低下させることで、鋼材の腐食が促進され、コンクリートのひび割れや剥離、鋼材の断面積減少を引き起こす劣化現象である。劣化指標の例として、中性化深さ、鋼材腐食量、腐食ひび割れがある。

17. 発電所の港湾施設の設計に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 港湾施設の液状化対策工法には、置換工法、締固め工法、固化工法、グラベルドレーン工法などがある。このうち締固め工法には、バイプロフローテーション工法、サンドコンパクションパイル工法などがある。
- b. 静穏度は、荷役限界波高又は停泊限界波高を超えない波高の時間的発生確率で計算することができる。荷役限界波高は、岸壁やドルフィンに係留された船舶が荷役活動を安全に行える限界の波高である。停泊限界波高は、泊地での錨泊及びブイ係留ならびに係留施設での係留が可能な波高である。
- c. 係留施設の構造形式の選定の際に検討する自然条件としては、主として土の力学的性質、地震、波、潮位、流れ等があるが、特に土の力学的性質は、係留施設の構造形式の選定に当たって決定的要因となることが多い。そのため、軟弱地盤に係留施設を築造する場合には、安定性を確保するために地盤に対する荷重が大きくなるような構造形式を採用する。
- d. 高潮防波堤の基礎が透過性の大きいものであると、基礎からも水が流入し高潮の低減効果が小さくなるので注意する必要がある。また、必要に応じて止水工を設けるべきである。堤内外の潮差により防波堤の基礎捨石を通る流れが生じ、基礎地盤が洗掘される場合がある。このような場合には、必要に応じて小割石やマットなどを敷設する。

18. 各種の電力関連施設の設計に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。

- a. LNG 地下タンクは高温高圧の液化天然ガスを貯蔵することから、常時の荷重として温度荷重を考慮しなければならない。
- b. LNG 地下タンクの耐荷性能の照査では、躯体の変位・変形が十分小さいことを担保するために、ひび割れ断面の鉄筋応力が破断応力以下であることを確認する。
- c. 原子炉施設の耐震重要度分類は、Sクラス、Bクラス、Cクラスに分類される。
- d. 変電機器の基礎形式は、上載荷重に対し十分な支持力を有し、基礎に有害な沈下、転倒、滑動を起こさず、機器を安全に支えることができる場合、直接基礎ではなく杭基礎を採用する。

19. コンクリート造の電力土木構造物に発生するひび割れに関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. セメントの水和熱により発生するひび割れは、拘束された壁部材や断面の大きい部材に発生する。水和熱による温度変形が外的（後打ちと先打ちの温度差による）、内的（断面内の温度差による）に拘束されることにより、貫通ひび割れや表面ひび割れなどが発生する。
- b. コンクリートの乾燥収縮によるひび割れは、壁の開口隅角部や壁面に規則的なパターンで発生する。コンクリート表面が乾燥されて収縮することにより、内部拘束による微細なひび割れが表層に発生する場合がある。
- c. 高強度コンクリートでは自己収縮が主要因となるひび割れが発生する。
- d. 反応性骨材（アルカリ骨材反応）により、柱・梁などでは周方向鋼材に沿ってひび割れが発生する。壁・擁壁などでは網状のひび割れが発生し、シリカゲルの析出を伴うことが多い。

20. 地下に設置される電力土木構造物の耐震設計に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 地下構造物の耐震設計では、使用目的や設計供用期間に応じた要求性能を設定する。設計供用期間は「大きな補修をしないで、当初の目的のために構造物や構造要素を使用できると仮定した期間」とした国土交通省による「土木・建築にかかる設計の基本」（平成 14 年）の定義を考慮して定めると良い。
- b. 地下構造物の横断面の静的解析による応答値の算出には、地盤をばねでモデル化した静的解析法や、地盤を有限要素でモデル化した応答変位法などを用いてもよい。
- c. 地下構造物の地震応答においては、一般に周辺地盤との動的相互作用を無視することはできないので、両者を適切にモデル化する必要がある。一般に、地盤、構造物いずれも有限要素解析のためのモデル化が行われる。地盤のモデル化にあたってはソリッド要素を用いる。
- d. 模型実験は地中構造物の地震時挙動の把握や、挙動予測式や数値解析手法の検証手段として用いることができる。模型実験は重力場で実施するものと、遠心載荷装置によって重力の数 10 倍~100 倍程度の遠心力を作用させた状態で実施する遠心模型実験に大別される。

21. 変電所の地盤と基礎の耐震設計に関し考慮すべき事項として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. ある程度の軟弱地盤であっても施工土量が少ない場合は、良質土の混合等による地盤改良により、直接基礎地盤として採用することができる。
- b. 軟質地盤では、地盤の支持力・沈下及び基礎の沈下に対して、常時荷重や地震荷重等にかかわらず十分安全であるよう総合的に考慮して、杭基礎並びに地盤改良等の採用を検討する。
- c. 液状化が発生する可能性のある地盤は、一般に水で飽和した締まり方の悪い砂質土層と云われているが液状化対策の要・否の判断にあたっては、建築基礎構造設計指針(日本建築学会)等の指針・基準を参考にする。
- d. 地点調査あるいは工事計画の段階で、過去の地震データから当該地点地盤の地震動発生信頼区間を算定し、あわせて地質調査データをもとに地盤の代表地点の最大加速度期待値を推定し特に異常なものでないかを確認する。

22. 実用発電用原子炉の規制基準に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 地震発生に伴う地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みにより、重要な安全機能を有する施設が重大な影響を受けないことを確認する。ここで傾斜及び撓みは、広域的な地盤の隆起及び沈降によって生じるものとして、局所的に生じるものについては除外する必要がある。
- b. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出では、原子力発電所の地理的領域に対して、文献調査等で第四紀に活動した火山を抽出する。なお、第四紀以前に火山活動があった火山で、第四紀の活動が見られない火山は既にその活動を停止しているとみなしてよい。
- c. 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、設計対象施設に常時作用する荷重、運転時荷重等、竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等である。竜巻以外の自然現象には、竜巻との同時発生が想定され得る雷、雪、雹(ひょう)及び大雨等の自然現象を含む。
- d. 将来活動する可能性のある断層等の認定に当たって、後期更新世(約 12～13 万年前)の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降(約 40 万年前以降)まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価する。

23. 放射性廃棄物に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 放射性廃棄物は高レベル放射性廃棄物と低レベル放射性廃棄物に大別される。高レベル放射性廃棄物は、使用済燃料の再処理により生じる放射能レベルの高い廃液をガラス固化体にしたものである。
- b. 放射性廃棄物の処分方法は、深さや放射性物質の漏出を抑制するためのバリアの違いにより、トレンチ処分、ピット処分、中深度処分、地層処分の4つに分類される。
- c. 高レベル放射性廃棄物は、冷却のために一定期間貯蔵した後、法律で地下 500m よりも深い地層に処分すると決められている。
- d. 2015 年に高レベル放射性廃棄物の最終処分に関する新たな基本方針が決定され、地域の科学的特性を国から提示することとなった。この方針の下、経済産業省により「科学的特性マップ」が 2017 年 7 月に公表された。

24. 発電所に関する環境影響評価に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 環境影響評価の項目及び手法の選定については、発電所アセス省令に基づき行うこととなっている。その中で、一般的に選定されるものを参考項目及び参考手法として定めている。地熱発電所に係る参考項目には、硫化水素、窒素酸化物、温泉等が設定されている。
- b. 第二種事業の判定に当たっては、発電所について簡易な環境影響評価を実施することとし、経済産業大臣の意見を勘案して、アセスの要否を判定する。簡易アセスにおける騒音、振動、水質、温排水及び大気質への影響については、既に実績のある簡易な予測の手法が存在することからそれらを用いて定量的な予測を行うこととし、河川水質の場合、単純混合式、熱収支モデル等による計算が想定されている。
- c. 発電事業において一般的に想定される計画段階配慮事項のうち地形及び地質については、事業実施想定区域及びその周囲 1km の範囲内を調査対象とすることが例示されている。
- d. 経済産業大臣は、環境影響評価法において発電所事業の計画段階環境配慮書について審査し、環境の保全の見地から意見を述べることができ、また電気事業法において発電所事業の環境影響評価方法書及び環境影響評価準備書について審査し、環境の保全についての適正な配慮がなされることを確保するため必要があると認めるときは勧告を行うことができる。

25. 再生可能エネルギーに関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 太陽光発電は、個人を含めた需要家に近接したところで中小規模の発電を行うことも可能で、系統負担も抑えられる上に、非常用電源としても利用可能である。遊休地や学校、工場の屋根の活用など、地域での普及が進んでいる。一方、発電コストが高く、出力不安定性などの安定供給上の問題がある。
- b. 風力発電は、大規模に開発できれば発電コストが火力並であることから、経済性も確保できる可能性のあるエネルギー源である。我が国では陸上風力が導入可能な適地が限定的なため、洋上風力の導入拡大が中長期的に不可欠である。洋上風力には着床式と浮体式があるが、国内において実機が設置された事例がないのが現状である。
- c. 地熱発電は、発電コストが低く、安定的に発電を行うことが可能なベースロード電源を担うエネルギー源である。一方、開発には時間とコストがかかり、地元との調整や、環境アセスメントのほか、立地のための各種規制・制約への対応等の課題がある。このため、地熱発電設備の導入をより短期間で、かつ円滑に実現できるよう、投資リスクの軽減、環境アセスメントの迅速化、電気事業法上の安全規制の合理化等の取組が進められている。
- d. バイオマス発電は、安定的に発電を行うことが可能な電源となりうる、地域活性化にも資するエネルギー源である。一方、木質や廃棄物など材料や形態が様々であり、コスト等の課題を抱える。

26. 系統情報の公表に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 平成 27 年 4 月に創設された「電力広域的運営推進機関」では、需給計画・系統計画を取りまとめ、周波数変換設備、地域間連系線等の送電インフラの増強や区域(エリア)を越えた全国大での系統運用等を図るとともに、中立的に新規電源の事前相談及び接続検討申込の受付や系統情報の公開に係る業務などを行っている。
- b. 一般送配電事業者は高圧以上の送変電設備に関する系統図面上の空容量を、ウェブサイトや配布等により公開情報として一般に提供する。
- c. 事前相談時提示情報とは、発電設備設置者が、一般送配電事業者のネットワークサービスセンター等の受付窓口において、系統の連系について無料で相談を行う際に、一般送配電事業者各社から提示される情報である。
- d. 接続検討後提示情報とは、発電設備設置者の求めに応じ、一般送配電事業者が、詳細な接続検討(有料)を行った上で提示する情報である。提示される情報には、工事費負担金概算、所要工期の概要等が含まれる。

27. 太陽光発電に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 地上設置の一般的な形式は、上部のアレイおよび架台荷重および風荷重・積雪荷重・地震荷重等の構造応力を地盤(支持層)へ直接伝える直接基礎となる。支持層が深い場合は杭基礎となる。また、軟弱地盤の場合は地盤改良が必要な場合もあり、コスト高となるためにボーリング調査や載荷荷重試験を行っておく必要がある。
- b. 直接基礎には、独立基礎、連続基礎、べた基礎などがある。太陽光発電システムの架台用としては、フーチング基礎を使うべた基礎がもっとも一般的である。基礎工事は、構造的安定を確保したうえで、経済合理性のある設計とする。
- c. 地上施設の基礎の安定計算は、風荷重の算出、基礎の反力計算、基礎の安定計算という手順で行われる。
- d. アレイの基礎工事は架台を支える基礎部分の工事を行う。基礎工事の施工方法は地上設置の場合、新築建築物への設置の場合、既存建築物への設置の場合でそれぞれ異なる。

28. 風力発電に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 風車と組立用の敷地を確保するために樹木の伐採が必要になる場合、風車基礎部と組立用敷地部については木の根を取り除く必要があるが、ブレード回転部分は伐採のみ行う。
- b. 組立用クレーンの足場は風車基礎面より低く設計することが望ましく、道路工事、基礎工事と合わせて残土が発生しないように高さを調整する。
- c. 風車基礎は鉄筋コンクリート造であり、風車の荷重を地盤へ伝える役割と共に、地震時や強風時に風車が転倒しないよう引き抜き抵抗をもたせる役割がある。一般的に風車基礎にはフーチングが用いられ、基礎底面は対辺が 12~20m 程度(600~2,000kW 級)ある多角形基礎が多くなっている。
- d. 良質な土層が深い場合は基礎の下部に杭を設ける。杭は一般的に PHC 杭、場所打ち杭を使用し、埋立地等軟弱層が深い場合は鋼管杭を使用する場合もある。

29. 地熱発電に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 日本の地熱資源量は米国、インドネシアに次いで世界第3位であるが、地熱発電量で比較すると、2010年の統計で世界第8位まで後退する。
- b. データが公表されている事業用発電所で 1990 年以降に建設された発電所に限ると、蒸気生産と発電設備を合わせた建設単価は 70~90 万円/kW であり、原子力発電所や石炭火力発電所より割高である。
- c. 熱水から蒸気を分離するセパレーターは、縦型の円筒の中に側方から水平に熱水と蒸気が混合した流体を取り入れて遠心力で分離する構造になっている。我が国において、分離された熱水はほぼ 100%が還元井で地中に還元される。
- d. MT法は地熱探査でよく用いられる探査手法である。MT法では周波数に応じた比抵抗が求まり、高周波数は深い地層の情報を含むとされる。地熱流体を低比抵抗帯として捉えることも可能である。

30. 福島復興の進捗に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 原子炉建屋内では、原子炉に水をかけて冷却を続けることで、低温での安定状態を維持しているが、この水が建屋に流入した地下水と混ざり合うことで、日々新たな汚染水が発生している。対策の一つとして、建屋山側でくみ上げた地下水を海洋に排出する地下水バイパスを 2014 年 5 月から運用していることに加え、建屋のより近傍で地下水をくみ上げ、浄化して海洋に排出するサブドレン及び地下水ドレンの運用を 2015 年 9 月から開始した。
- b. 原子炉建屋の海側の地下トンネル(海水配管トレンチ)には高濃度汚染水が溜まっており、万一漏えいした場合のリスクが大きいため、2014 年 11 月からポンプで汚染水を抜き取り、トレンチ内を充填・閉塞する作業を進めてきた。
- c. 除染特別地域に指定されている福島県内の全 11 市町村では、環境省が除染作業を実施し、2017 年 3 月末までに、すべての市町村で帰還困難区域を除く避難指示区域における面的除染が完了した。また、福島県内の除染に伴い発生した放射性物質を含む土壌や福島県内に保管されている 10 万ベクレル/kg を超える指定廃棄物等を最終処分するまでの間、安全に集中的に管理・保管する施設として中間貯蔵施設を整備することとしている。
- d. 福島県は再生可能エネルギーの推進を復興の柱の一つとして、再生可能エネルギー発電設備の導入拡大を進めており、2040 年頃を目処に福島県内の 1 次エネルギー需要量の 100%以上に相当する量のエネルギーを再生可能エネルギーから生み出すという目標を設定している。2016 年 3 月に策定された第 2 期(2016 年度~2018 年度)のアクションプランでは、県内 1 次エネルギー需要量に対する再生可能エネルギーの導入見込量の割合を、2015 年度の 26.6%から 2018 年度に 50%まで拡大させる計画としている。