

<問題Ⅳ－（２）： 電力土木>

1. 水力発電所における河川維持流量の目的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. 魚族の生棲環境の保持
  - b. 自然景観の保持
  - c. 水質保全
  - d. 発電所出力の確保
  
2. 水力開発のマスカーブ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. 貯水池内へ流入する日々の流量を基に、縦軸に流量、横軸に日数をとり図示する。
  - b. 流量累加曲線のことである。
  - c. 必要貯水容量の決定に用いる。
  - d. その接線の正接(tan)が流量を表し、ある期間の縦距はその期間の総流入量を表す。
  
3. 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。
  - a. 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約 1m 程度高くするか、入口前面にもぐり堰を設ける。
  - b. 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。
  - c. 配置は河川に平行か、やや下流向きに設置する。
  - d. 取水口入口は幅を大きくせず、流入流速は 2.0m/s 程度以上とする。
  
4. 水力発電所の圧力水路を設計するに当たって考慮すべき事項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. 圧力水路では巻立てを行わない場合も多い。
  - b. 動水勾配線以下に水路全体が位置するように設計する。
  - c. 無圧水路に比して急勾配となる。
  - d. 構造面から断面形状は円形となることが多い。

5. 水力発電における有効出力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. 経済性評価を行う際に用いる。
  - b. 各月の最低 5 日平均日出力の平均値から停止出力を差し引いたものの年間平均値。
  - c. 最大出力から停止出力を差し引いたもので代えることができる。
  - d. 3000kW 未満の専用容量を持たない場合は、最大出力の 60%でもよい。
6. 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. 通常は常時使用水量=濁水量である。
  - 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。
7. 水力発電所の落差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. 総落差とは取水口における河川水位と放水口における河川水位の高低差である。
  - b. 損失落差とは水が流下する場合に消耗する速度水頭・位置水頭・圧力水頭の和を高さで表したものである。
  - c. 静落差とは取水口における河川水位と水車中心標高との高低差である。
  - d. 有効落差とは水車に有効に働く落差であって(総落差) - (損失落差)である。
8. 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、上部貯留池に貯水しておき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. 純揚水式とは下部池に自流の流入が無く、上流池の貯水のみを利用して発電を行なう方式。

9. サージタンクの種類のうち水撃圧の吸収が最も確実な形式として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 差動型
  - b. 水室型
  - c. 単動型
  - d. 制水口型
10. 水力発電所の水車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. ペルトン水車は高落差から低落差まで、また大容量から小容量まで広い範囲に用いられる。
  - b. 水車の種類として衝動水車と反動水車がある。
  - c. 衝動水車とは圧力水頭を持つ流水の水圧をランナーに作用させる構造である。
  - d. 小水力プラント開発に伴い経済性の面からも用いられている水車の代表としてカプラン水車がある。
11. 我が国の一次エネルギー動向のなかで水力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. 2015 年度末の時点で、我が国の一般水力発電所は既設発電所が 2000 地点ある。
  - b. 2015 年度末の時点で、我が国の一般水力発電所は新規建設中のものは 100 地点を超える。
  - c. 2015 年度末の時点で、我が国の一般水力発電所は未開発地点が約 2700 地点ある。
  - d. 未開発の一般水力の平均発電能力(包蔵水力)は約 4,427kW であり、既開発や工事中の平均出力よりもかなり小さい。
12. 我が国のエネルギー自給率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. 高度成長期には石炭から石油への燃料転換が進み、自給率が大幅に増加した。
  - b. 2014 年度は原子力の発電量がゼロになり、過去最低の 1.0%に低下した。
  - c. 一次エネルギーのうち、自国内で確保できる比率をエネルギー自給率という。
  - d. 2015 年度は新エネルギーの導入や原子力発電の再稼働が進み、10%超となった。

13. 固定価格買取制度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 29 年度以降水力は出力規模に応じ 4 区分となる。
  - b. 水力(既設導水路活用型)とは既存導水路を利用して電気設備と水圧鉄管を更新するもの。
  - c. 水力(既設導水路活用型)として既存導水路を利用して電気設備のみ更新した場合は買取価格がさらに低下する。
  - d. 平成 29 年度以降 200kW 未満の水力は 28 年度時点と買取価格の変化はない。
14. 水力発電所の保守管理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. 電気事業法により維持および運用に関する保安確保のために保安規程を定める。
  - b. 巡視・点検は工作物の異常の有無、周辺状況の把握、機能の確認等のために行う。
  - c. 測定・調査は工作物の状態およびその周辺の状況を把握するために行う。
  - d. 電気機器設備は予防保全の観点から法定耐用年数で必ず新しい機器に取り替える必要がある。
15. 電気工作物の保安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. 電気工作物には事業用電気工作物と一般用電気工作物があり、保安規定の内容も異なる。
  - b. 事業用電気工作物においては電気主任技術者の選任が必要となる。
  - c. ダム・堰を有する場合には必ずダム水路主任技術者の選任が必要となる。
  - d. 水力においては工作物区分、出力等条件によらず保安規定が必要となる。

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. 中性化は空気中の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 を上昇させることで、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。
- b. 塩害はコンクリート中の鋼材の腐食が硫酸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。
- c. 化学的浸食はアルカリ性物質や炭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、化合物生成時の体積減少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。
- d. 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。劣化指標の例として膨張量(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. 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。
- b. 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。このうち置換工法には、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。
- c. 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。
- d. 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。その理由は、我が国における港湾の大部分は、その立地条件からみると河口付近、又は湾内に位置するものが多く、このような場所の地盤条件は、一般に沖積層が発達し、軟弱地盤を形成していることが多いためである。

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压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 地上式貯槽用の防液堤は、液密性を有する構造とし、液圧、温度荷重、地震荷重等に対して十分な強度を有する必要がある。ただし、防液堤下部地盤からの LNG の浸透に対しては設計上考慮する必要はない。
- 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内的（後打ちと先打ちの温度差による）、外的（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. 反応性骨材（アルカリ骨材反応）により、柱・梁などでは軸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。
- c. 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。
- d. 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。

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も、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、正しいものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 基礎は、変電機器耐震設計の基準とする地表面での地震力にあわせて水平加速度  $5\text{m/s}^2$  に耐えるものとする。
- b. 変電所等の建設にあたって一般的に露頭調査、ボーリング調査やテスト・ピット調査等により密度、含水比、N 値、力学諸定数等の検討を実施する。ボーリング調査時のボーリング掘削長を決める場合、地盤支持力が十分と思われる深さまでで止めるのが通常であるが、耐震性の検討を考慮し必要箇所については基盤とみなされる地点まで削孔して地盤の諸データを取得するものとする。
- c. 盛土地盤は、静的荷重ならびに地震荷重を考慮して入念な盛土管理を行うべきであるが、切盛境界付近の表土と風化部については、設計強度を期待しないため、長期的な管理の対象外とするのが一般的である。
- d. 地盤の液状化対策として地下水位を低下させる場合、初期拘束圧の低下と排水距離を長くすることによる過剰間げき水圧の消散促進が期待できる。

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. 地震発生に伴う周辺地盤の変状による建物・構築物間の不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等により、当該建物及び構築物の安全機能が重大な影響を受けないことが必要である。
- 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。
- 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）以降の活動性が明確に判断できない場合には、新第三紀以降まで遡って活動性を評価する必要がある。

23. 高レベル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. 高レベル放射性廃棄物の最終処分については、処分地選定調査の円滑な実現に向け、科学的により適性が高いと考えられる地域（科学的有望地）を国が示すこととしている。
- b. 高レベル放射性廃棄物とは、使用済燃料からウラン・プルトニウムを分離・回収した後、生じる液状の廃棄物であり、日本ではガラスと混ぜて固化処理している。それ以外の放射性廃棄物は、低レベル放射性廃棄物と呼ばれる。
- c. ガラス固化体に成形した高レベル放射性廃棄物は、冷却のために一定期間貯蔵し、その後搬出、地下 1000m 以深の地層に処分することになっている。
- d. 我が国においては、平成 26 年 4 月末時点で、約 17000 トンの使用済燃料を保管しており、既に再処理された分も合わせるとガラス固化体で約 25000 本相当の高レベル放射性廃棄物となる。なお、出力 100 万キロワットの原子力発電所を 1 年間運転した場合に相当するガラス固化体の本数は約 30 本である。

24. 発電所に関する環境アセスメントについての記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 水力発電所では1万kW以上が第一種事業、1万kW未満が第二種事業となる。
- b. 発電所に関するアセスメントにおける発電所固有の手続きについては「環境影響評価法」ではなく「電気事業法」に規定している。
- c. 火力発電所の燃料転換については、主要な発電設備の大幅な変更を伴う場合など、工事計画上、発電設備の新設をしたものと同視できる場合には対象事業となる。
- d. 第二種事業の判定に当たっては、知事意見に加え、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、この結果をも踏まえ、アセスの要否を判定する。

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。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。ただし、需要規模が大きい電力管内には供給の変動性に対応する十分な調整力がある一方で、北海道や東北北部の風力適地では、必ずしも十分な調整力がないことから、系統の整備、広域的な運用による調整力の確保、蓄電池の活用等が必要となる。
- c. 地熱発電は、発電コストも低く、ピーク対応電源を担うエネルギー源として適している。一方、開発には時間とコストがかかるため、投資リスクの軽減、送配電網の整備、円滑に導入するための地域と共生した開発が必要となる。
- 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. 一般電気事業者等の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24年7月に電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法が施行され、平成24年9月に「新しい火力電源入札の運用に係る指針」(資源エネルギー庁)が公表された。これらにより、今後、一般電気事業者が火力電源を調達する場合には、原則として入札によることが求められることとなった。
- b. 一般電気事業者各社は、一定の容量の発電設備を連系した場合に制約が生じる可能性について、地図上に記載し、ウェブサイトで公開する必要がある。
- c. 事前相談時提示情報とは、発電事業者が、一般電気事業者のネットワークサービスセンターや営業所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、一般電気事業者各社から提示される情報である。
- d. 事前相談の段階においては、今後、発電事業者が導入を想定している発電設備の規模等に合わせ、必要となる情報について電圧階級別に提示する。電圧階級は、600V~7kV以下、7kV超の2階級である。

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. 風車基礎は引き抜き抵抗をもたせるためほとんどが地下に埋設する構造となっており、完成した後の補修・改良が困難であるので、基礎工事は設計通りに施工できるように厳重な管理の下に行う必要がある。
  - b. 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。
  - c. 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。
  - d. 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。
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. 地熱資源の多くは火山に関連しているが、非火山性の地熱資源もある。
  - b. 地熱流体は割れ目（亀裂や断裂）に存在しており、キャップロック（帽岩）と呼ばれる透水層に溜まって地熱貯留層を形成する。
  - c. バイナリーサイクル発電では、地熱流体が蒸発器に入って低沸点媒体に熱を与えて媒体を気化させる。
  - d. 地熱の物理探査手法には、重力探査、MT探査、電気探査等が用いられる。
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、凍土方式の遮水壁が施工された。
  - 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、トンネル坑口を遠洋の海底面と連結させ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。その総数・総面積は、宅地約 2 万 2,000 件、農地約 8,500ha、森林約 5,800ha、道路約 1,400ha に及んだ。
  - 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。なお、2015 年度は 26.6%であった。