

# 二級地中熱施工管理技術者 資格試験問題集

2023年8月

特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会

## 地中熱施工管理技術者資格試験の例題公開について

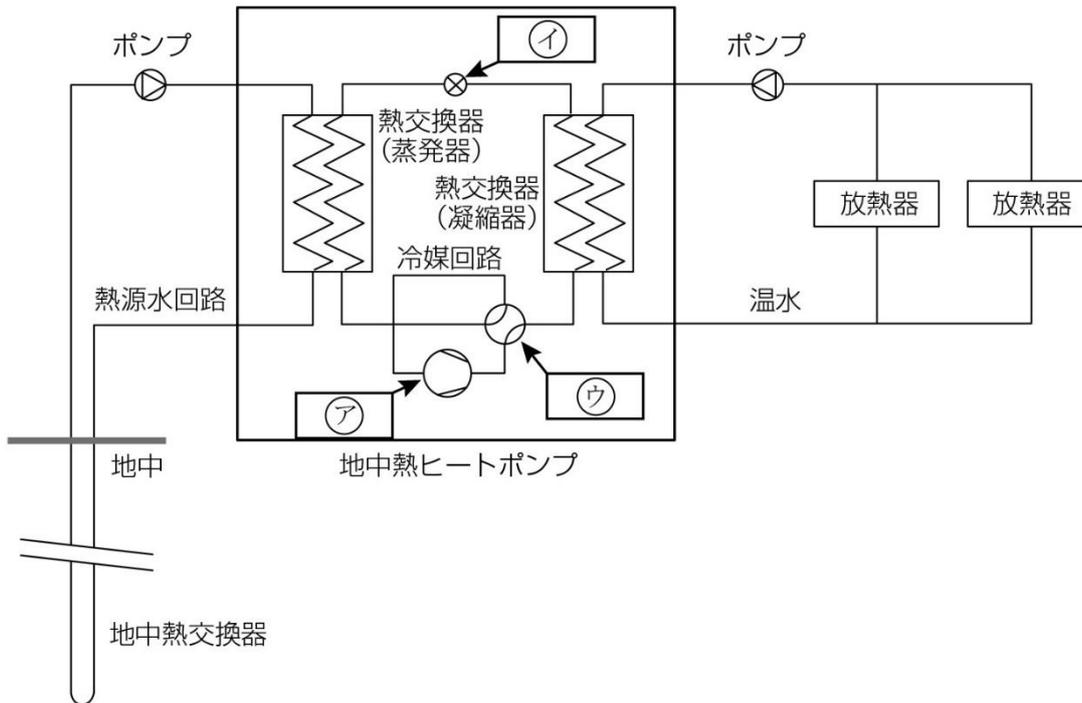
NPO 法人地中熱利用促進協会では、地中熱設備の品質を確保し、併せて、地中熱利用の技術水準の向上と地中熱利用に関わる技術者の地位向上を図ることを目的として、地中熱施工管理技術者資格制度を実施しております。

本問題集は、資格試験出願の参考、あるいは受験に際して学習の補助としていただくことを目的として、これまでに出題された問題の一部を公開するものです。

公開する試験問題例を参考にして、地中熱の施工管理技術に関する知見の整理、活用に役立てていただくことを期待します。

## 選択問題

【 1 】 下記は水-水ヒートポンプの仕組みを表したものである。空白㉠～㉣の組み合わせのうち、最も適切なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。



1. ㉠膨張弁 ㉡圧縮機 ㉢三方弁
2. ㉠圧縮機 ㉡膨張弁 ㉢四方弁
3. ㉠四方弁 ㉡膨張弁 ㉢圧縮機
4. ㉠圧縮機 ㉡膨張弁 ㉢三方弁

【 2 】 大規模な建物では、区域ごとに空調系統を分割し、その区域ごとに空調方式を定める空調ゾーニングを行うが、ゾーニングについて述べた記述で最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 方位別ゾーニング — パリメーターゾーンとエクステリアゾーンの区分
2. 使用時間別ゾーニング — 運転時間が異なる場合の区分
3. 空調条件別ゾーニング — エリアごとに温湿度条件が異なる場合の区分
4. 負荷別傾向ゾーニング — 顕熱比が大きく異なる場合の区分

【 3 】 地中熱ヒートポンプシステムの導入に際して他熱源と比較評価する際の地中熱ヒートポンプシステムの優位性として最も不適當なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. CO<sub>2</sub> 排出量低減
2. 工期の短縮
3. ランニングコスト低減
4. ピーク電力低減(契約電力の低減)

【 4 】 地中熱ヒートポンプシステムに対する補助金の活用の際の留意点を以下に記す。最も不適當なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 補助対象に該当するか(事業者の分類、設備の目的・規模など)。
2. 申請スケジュールが設備の施工工程に合致するか。
3. 採用判断基準(費用対効果など)を満足するか。
4. 補助金を補助対象設備以外の建築工事に充てられるか。

【 5 】 地中熱ヒートポンプシステムの導入を計画(企画)する際の留意点として、最も不適當なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 実施設計からの関与(建築プランへの影響が大きいため)
2. 地域の特性を活かしたシステム(熱交換方式など)の提案
3. 設計者または機関の一貫した設計・監理(導入目的の継続性)
4. 熱応答試験の実施による設計精度の向上

【 6 】 次の表は、土壌・岩盤の有効熱伝導率と熱容量を示したものである。次の空欄㉗～㉙に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

	有効熱伝導率[W/(m・K)]		熱容量[MJ/(m <sup>3</sup> ・K)]	
	飽和	不飽和	飽和	不飽和
㉗	1.53	1.19	3.03	2.15
砂礫	2.0			
㉘	1.44			
粘土	1.27	0.92	3.13	2.14
火山灰	1.18	0.90	3.05	2.01
泥炭	1.22	0.88	3.20	2.07
㉙	1.0	0.72		
岩(重量)	3.1			
岩(軽量)	1.4			
花崗岩	3.5			

1. ㉗砂            ㉘ローム層   ㉙シルト
2. ㉗ローム層   ㉘砂            ㉙シルト
3. ㉗砂            ㉘シルト       ㉙ローム層
4. ㉗シルト      ㉘砂            ㉙ローム層

【 7 】 設計図書とは設計図、特記仕様書、共通仕様書、現場指示書、質疑回答書の総称である。設計図書の記述として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 設計図とは、計画した全体の内容を示し、建築分野では確認申請等の許認可や精算をするために用いられている必要情報を網羅した図面である。
2. 共通仕様書とは、対象工事のみに適用される内容で、設計図に反映しきれない仕様を特記で示したものをいう。
3. 特記仕様書とは、官公庁や事業者、設計事務所、建設会社、設備工事会社等が施工の基準や使用資材の品質、試験方法等を標準的に定めたものをいう。
4. 質疑回答書とは、工事現場やその周辺情報、設計主旨、設計の内容について説明するための書類をいう。

【 8 】 地中熱工事の工程計画や事前打合せによる調整項目の記述として最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 掘削を伴う地中熱交換器設置工事は掘削機の配置等、施工ヤードを確保しやすい建設工事全体の後期段階に実施することが多い。
2. 地中熱工事においては、地中熱交換器設置工事と横引き配管工事、熱源機器や熱源補機の搬入据付工事、試運転調整の工程を連続して施工できる。
3. 他工種の工事と接点となる部分については、関係工種の施工会社と抜け漏れ、重複の有無の確認や、必要に応じて互いに調整する必要はない。
4. 原則として地中熱工事の掘削機や資機材、プラントの配置計画と総合仮設計画が干渉しない様に調整する。

【 9 】 社外に提出する工種別施工計画書の書類リストの項目として最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 施工要領書
2. 実行予算書
3. 作業手順書
4. 検査記録書

【10】 地中熱工事に関連する法令と、提出先の組み合わせとして最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 特定建設作業の実施の届出－都道府県知事
2. 道路使用許可申請書－警察署長
3. 高圧ガス製造許可申請書－市町村長
4. 特殊車両通行許可申請－警察署長

【11】 ネットワーク工程表の特徴として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

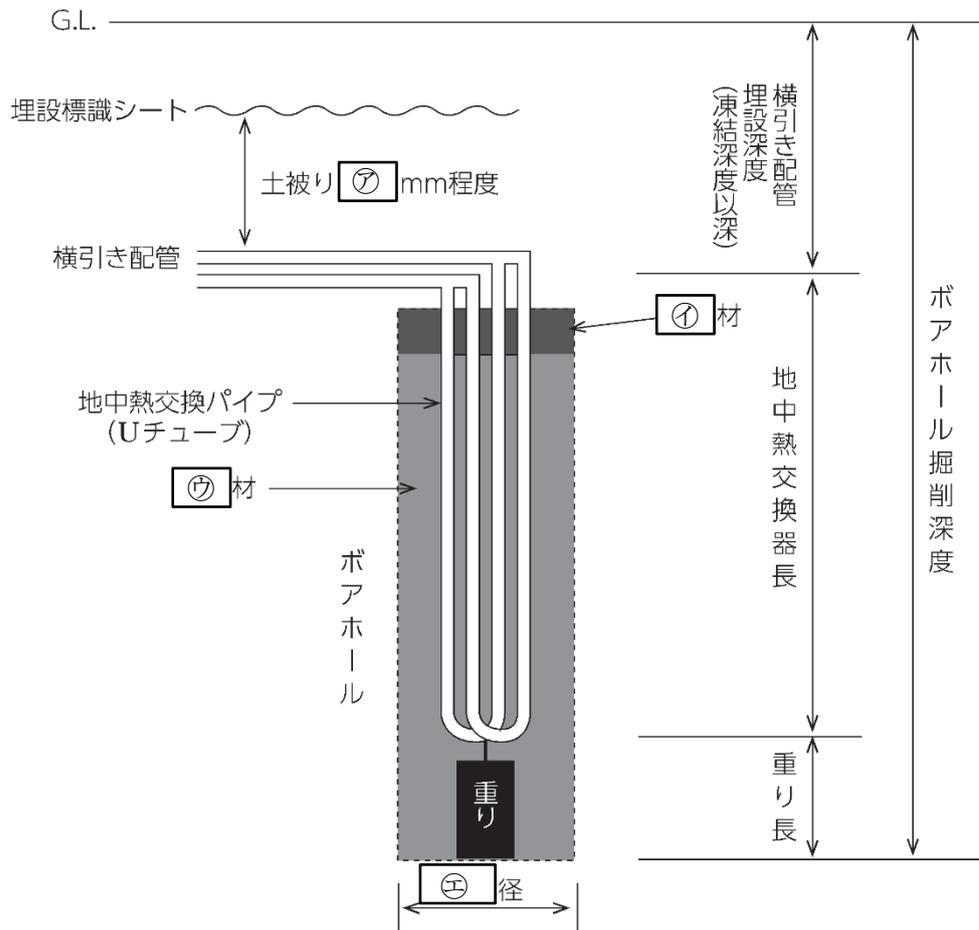
1. 大規模で複雑な工事に適用される。
2. 各工事の関連性を表示するため、作成はやや複雑である。
3. 比較的工種同士の関連が少ない単純工事や、部分工程表に適した工程表である。
4. 作業の流れや関係性が容易に理解でき、変更の対応も容易である。

【12】 PDCA サイクルと呼ばれる 4 段階の品質管理の記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 第一段階(Plan) : 試運転調整
2. 第二段階(Do) : 施工計画に基づく施工の実施
3. 第三段階(Check) : 試験・検査(工程内、中間、完成)
4. 第四段階(Action) : 手直し改善、アフターサービス

回答:

【13】 下図はボアホール方式地中熱交換器の詳細と定義を示したものである。空欄㉑～㉔の組み合わせとして、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。



1. ㉑ 300 ㉒ 充填 ㉓ 遮水 ㉔ 掘削
2. ㉑ 300 ㉒ 遮水 ㉓ 充填 ㉔ 掘削
3. ㉑ 100 ㉒ 充填 ㉓ 遮水 ㉔ 仕上
4. ㉑ 100 ㉒ 遮水 ㉓ 充填 ㉔ 仕上

【14】地中熱交換パイプ(Uチューブ)に関する記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. Uチューブの材質として、高密度ポリエチレン(PE100)が多く用いられるが、架橋ポリエチレン製の地中熱交換器パイプも使用される。
2. 埋設部でUチューブと横引き配管を接続する際、電気融着式継手(EF 継手)を使用する。金属継手をやむをえず使用する場合、ハンドホールなどを設置して、メンテナンスができるよう配慮して接続する。
3. Uチューブの耐久性は決められた使用温度と圧力以下で使用すれば、40℃で100年間破壊しないよう設計されている。
4. Uチューブの先端形状は各メーカーで異なるため、ボアホールの掘削設計をする際には先端の寸法を確認することが必要である。

【15】地中熱交換器の各掘削工法の特徴について、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 回転振動式掘削工法は、大型・高出力の掘削機を用いることで深い深度のボアホール掘削も容易となり、掘削効率が高いが、装備重量が重くなり運搬コストが上昇する。
2. ロータリーパーカッション式掘削工法は、掘削速度は速いが打撃音がやや大きく、場所により防音対策が必要となる。
3. ダウンザーホールハンマー式掘削工法は、施工に高圧コンプレッサを使用するため掘削効率が上がり、作業に要する燃料消費量が少なくなる傾向がある。
4. ロータリー式掘削工法は掘進速度に幅があるが泥水使用によりあらゆる地層を掘削できる。また、施工(搬入)条件が悪い場所でも小型機種を選定することで対応可能である。

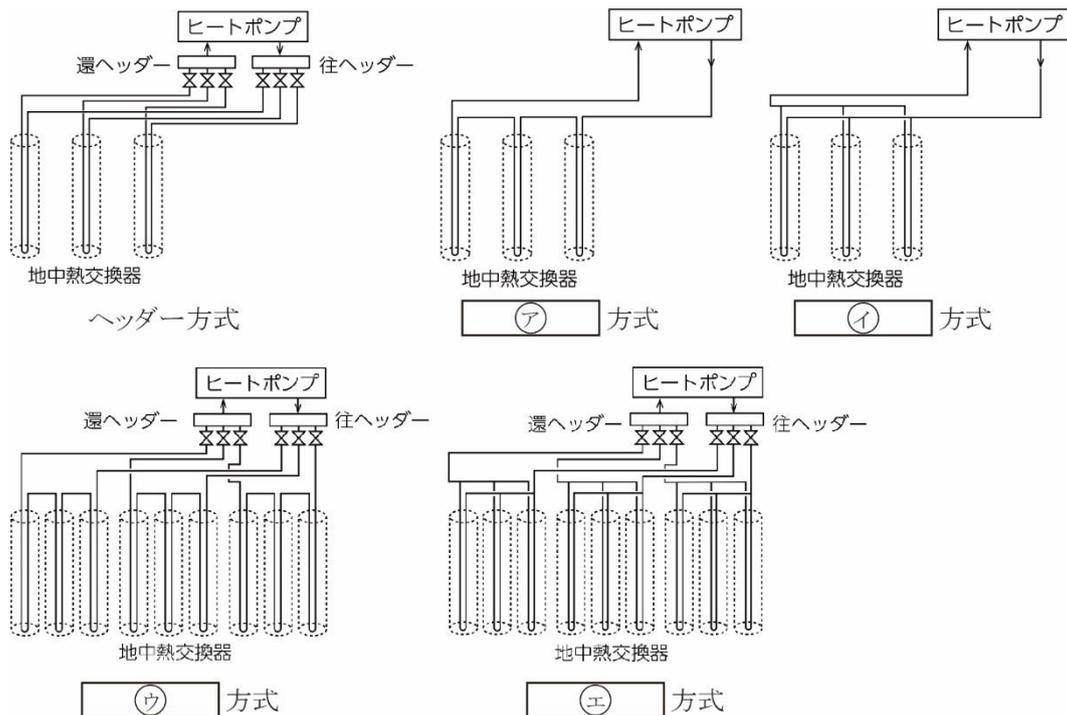
【16】地中熱交換器の掘削時に使用する掘削流体について、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 掘削流体を使用する目的は、掘削時に生じる掘り屑を地表に排出し、ビット洗浄と冷却を実施するためである。
2. 泥水により形成される泥壁は孔壁の崩壊防止効果が高いため、掘削終了後に孔内洗浄を実施する必要はない。
3. 砂礫層のように透水性の高い地層を掘削する場合、ベントナイト泥水を使用すると泥壁を形成して逸水防止と崩壊防止の効果がある。
4. 施工中の泥水管理としてファンネル粘度計による粘性およびマッドバランスによる比重の管理を適切に行い、廃泥処理量の減量化に努める。

【17】 Uチューブの挿入と地中熱交換器の仕上げに関する次の記述のうち、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. Uチューブの挿入の準備として、挿入前にUチューブ内に水を注入し挿入専用治具に取り付け、掘削深度により規定された重量の重りを先端に取り付ける。
2. 二重管を用いる掘削工法では挿入終了後直ちに充填材を孔内に充填する。充填しながらアウトロード(ケーシング)を抜管するため、抜管の妨げにならないよう充填材の投入量に注意する。
3. 充填材は地層とUチューブの密着による熱伝導の向上および孔壁の崩壊防止を目的として充填する。この目的を達成できる材料として砕石やセメントなどが使用される。
4. 遮水を実施する目的は、ボアホール方式地中熱交換器のUチューブからの水漏れの防止である。

【18】 地中熱交換器からヒートポンプ(熱源機)を接続する一次側配管の配管方式について、次に示す ㉠～㉤ に入る名称の組み合わせで最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。



1. ㉠並列 ㉡直列 ㉢直列・ヘッダー併用 ㉣並列・ヘッダー併用
2. ㉠直列 ㉡並列 ㉢直列・ヘッダー併用 ㉣並列・ヘッダー併用
3. ㉠直列 ㉡並列 ㉢並列・ヘッダー併用 ㉣直列・ヘッダー併用
4. ㉠並列 ㉡直列 ㉢並列・ヘッダー併用 ㉣直列・ヘッダー併用

【19】 地中熱交換器からヒートポンプ(熱源機)を接続する一次側配管の配管方式に関する記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. ヘッダー方式は地中熱交換器からヘッダー(複数系統に分配するための分岐管)まで、それぞれ単独に導く方式であり、エア抜きも系統ごとに来るため確実性が高い。
2. ヘッダー方式では循環流量を均一にするため各系統の配管長さが等しくなるように計画することが望ましい。一方、地中熱交換器の本数・配置により配管系統が長くなる場合がある。
3. 直列方式(シリーズ方式)は複数の地中熱交換器を連続して接続する方法である。循環流量確保が容易であり、高揚程のポンプが必要となるが、エア抜きの確実性が長所となる。
4. 並列方式(パラレル方式)は各地中熱交換パイプの循環流量を均一にするリバースリターンで接続する方式で、直列方式と比較して摩擦損失水頭を小さく出来、エア抜きが容易である。

【20】 グリコール系不凍液(エチレングリコール・プロピレングリコール)に関する次の記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 消防法上の第4類第三石油類・水溶性に分類され、濃度 100 % (原液) の状態では消防法上の危険物に該当する。このため、指定数量(4,000 L)を超えて保管する場合必ず資格を持った危険物取扱者による管理が必要となる。
2. 不凍液の凍結温度は主成分の濃度で決まる。市販の不凍液は製品ごとに濃度が異なるため、製品ごとに濃度と凍結温度を確認して、水で希釈する必要がある。
3. 不凍液を適正濃度の範囲外の濃度で使用すると、防錆効果や防食効果が発揮されず、循環経路内の腐食やバクテリア発生の原因となる。
4. 不凍液の濃度が高いと粘度も高くなる。また、温度が 0 °C 以下になる場合も粘度は高くなる。粘度が大きくなると循環ポンプの負荷が軽減し、消費電力の削減につながる。

【21】 地中熱ヒートポンプシステムにおける配管接合方法について、最も不適切なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. メカニカル接合は機械的に水密性を保つ機構であるため、信頼性において比較的劣る。耐食性においても不利である。施工は簡単だがハンドホールを設置等の対策が必要とされる。
2. HF(ヒートフュージョン)接合は管を融着により一体化させるため正しく融着していれば信頼性が高い接合方法である。施工手順が多少複雑であり、融着状況の確認をチェッカーや目視で行うため作業者による品質差が生じる恐れがある。
3. EF(エレクトロフュージョン)接合は、メーカー等による技能講習を受講し、施工要領に準じて作業を行うことで、誰でも確実に融着接合ができる。融着状況をインジケータの有無により確認するため、品質管理という点で作業者の技能に左右される恐れもほとんどない。
4. EF(エレクトロフュージョン)接合では管表面(融着面)を切削し、切削面と管継手内面をエタノールまたはアセトン等を浸み込ませたペーパータオルで清掃して融着面の異物、油脂等の汚れを完全に拭取る。この際、手の油脂がつかないように軍手を使用する。

【22】 地中熱ヒートポンプシステムにおける埋設配管について、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 埋設深さは 300 mm 以深を標準とし、自動車等の走行による荷重・衝撃を考慮して埋設深さを決定する。また、寒冷地では凍結深度以深の深さとする必要がある。
2. 掘削幅は敷地場所の状況により異なるが、溝内で配管作業ができる幅を確保するために 500 mm 以上を標準とする。
3. 掘削溝はできるだけ平坦になるよう人力で仕上げる。床付け完了後、敷き砂を均してランマー等で十分に転圧を行う。砂床の厚さは 150 mm 以上とする。管埋設後は管が移動しないよう注意しながら、良質の砂等で埋め戻す。埋戻しは管天端より 150 mm 以上の土被りとなるまで行う。
4. 発生土の埋め戻しは 1 層が 500 mm 程度までとし、含水の高い発生土の場合はセメント系固化材を散布することが望ましい。なお、配管の天端より 300 mm 程度に埋設標識シートを敷設するほか、地表面への仕上げ部分に埋設標を設置する。

【23】 クローズドループ方式の地中熱ヒートポンプのうち水-水ヒートポンプの特徴として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。ただし、一次側(熱源)、二次側(負荷)の順で、○-○ヒートポンプという分類を用いる。

1. 循環ポンプは2台以上使用する。
2. 二次側の循環流体は不凍液のみを使用する。
3. 一次側の熱源は地中熱である。
4. 二次側は送風方式の冷暖房のほかに床暖房や輻射パネル、融雪などにも利用する。

【24】 運転開始後の地中熱ヒートポンプの暖房能力の推算方法として最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 地中熱交換器の放熱量 + 圧縮機の消費電力
2. 地中熱交換器からの採熱量 ÷ ヒートポンプの COP
3. 地中熱交換器からの採熱量 × ヒートポンプ二次側の出入り口温度差
4. 地中熱交換器からの採熱量 + 圧縮機の消費電力

【25】 地中熱交換器への放熱量の計算方法として最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

- $Q$  : 放熱量[kW]  
 $c$  : 比熱[kJ/(kg・K)]  
 $\rho$  : 密度[kg/L]  
 $V$  : 熱源水流量[L/min]  
 $\Delta T$  : ヒートポンプの入口と出口の熱源水の温度差[K]

1.  $Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T / 60$
2.  $Q = (c \cdot \rho) / V \cdot \Delta T \cdot 60$
3.  $Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T \cdot 60$
4.  $Q = c \cdot \rho \cdot V / \Delta T \cdot 60$

【26】 地中熱ヒートポンプシステム運用開始後のモニタリングにおける計測・計量項目に関する記述のうち、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 観測井の観測項目の中では、水質は不要である。
2. 持続的運転の可能性を評価するために、熱源水出入口温度の計測が必要である。
3. 省エネ効果の評価には、地質の有効熱伝導率の分析が必要である。
4. CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の評価には、一次側の循環ポンプ電力量の計測は必要ない。

【27】 地中熱ヒートポンプシステムの計測器の取付けに関する記述のうち、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. データロガーは、外部の電気信号などの影響を受けづらいので、筐体のシールド、接地などは特に必要ない。
2. 配管に設置し、流体を直接計量するタイプでは、流量計の口径は配管の口径未満でなければ、計量部での流れが乱れるため正確な流量計側が保証されない。
3. 電磁流量計を選定した場合は、特に直管部を設けずに設置することができる。
4. 挿入型温度計は、温度変化を確実に計測できるように応答性を良くするため、感温部と保護管の間に何も入れない。

【28】 地中熱ヒートポンプシステムの稼働状態の分析とその評価の方法または評価の項目として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 冷温水搬送効率
2. ヒートポンプ COP
3. 有効熱伝導率
4. 熱源水搬送効率

【29】 地中熱ヒートポンプシステムの観測井の計測・計量項目に関する次の記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 温度
2. 揚水量
3. 水質
4. 水位

【30】 地中熱ヒートポンプシステムの流量計選定上の留意点に関する次の記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 流量計の口径は、圧力損失が生じないように、配管の口径以上のものを選定する。
2. 使用する流量範囲よりも過大な流量計は避ける。
3. 計量対象が流量計の適用範囲内であることを確認し、その計測誤差が最大許容誤差内に収まるように選定する。
4. 熱媒(循環流体)の種類による計量精度の影響を考慮する。

## 筆記問題

- 【 1 】 下記は地盤の熱特性について述べたものである。空欄㉑～㉓に当てはまる語句を述べなさい。  
なお同じ記号の空欄には同じ語句が入る。

地中熱ヒートポンプシステムの性能を大きく左右するものの一つに地盤の熱特性、すなわち  
㉑の伝えやすさがある。通常は㉒が指標となり、この値が㉓ほど㉑が伝わりやすい地盤であることを示している。

- 【 2 】 地中熱交換器の各掘削工法で使用する掘削流体の役割を箇条書きで3つ述べなさい。
- 【 3 】 地中熱ヒートポンプシステムが従来の空気熱源方式に比べて優れている点について、箇条書きで3つ述べなさい。
- 【 4 】 地中熱ヒートポンプの日常点検の項目について箇条書きで3つ述べなさい。

## 計算問題

【 1 】 以下の条件に基づく冷房時の必要地中熱交換器本数を求めなさい。なお、計算式を示しなさい。

- ・冷房出力 : 100 kW
- ・ヒートポンプの冷房 COP : 5
- ・単位長さ当たり熱交換量 : 50 W/m
- ・地中熱交換器一本あたりの長さ : 100 m/本

【 2 】 深度 100.0 m のボアホール型地中熱交換器に GL-5.0 mまで珪砂を充填する。以下の条件の場合に必要なとされる珪砂充填量[m<sup>3</sup>]を求めなさい。なお、計算式を示し、小数点以下第 2 位を四捨五入すること。なお、余掘り部と重りの体積およびUチューブ先端のU字継手部の体積は考慮しない。

- ・掘削外径 : 170 mm
- ・Uチューブ外径 : 34 mm
- ・円周率: : 3.14
- ・ダブルUチューブ
- ・安全率は 1.2 とする。

【 3 】 暖房運転時の地中熱ヒートポンプシステムにおいて、次のデータが得られた場合の地中熱交換器からの採熱量を求めなさい。なお、計算式を示し、小数点以下第 2 位を四捨五入すること。ただし、熱源水は水(密度 1.00 kg/L、比熱 4.19 kJ/(kg・K))とする。

- ・地中熱交換器への熱源水入口温度 : 5.0 °C
- ・地中熱交換器からの熱源水出口温度 : 10.0 °C
- ・熱源水の循環流量 : 150 L/min

以 上

## 二級地中熱施工管理技術者 資格試験解答

### 選択問題

【1】	2	【2】	1	【3】	2	【4】	4	【5】	1
【6】	3	【7】	1	【8】	4	【9】	2	【10】	2
【11】	3	【12】	1	【13】	2	【14】	3	【15】	3
【16】	2	【17】	2	【18】	2	【19】	4	【20】	4
【21】	4	【22】	2	【23】	2	【24】	4	【25】	1
【26】	2	【27】	2	【28】	3	【29】	2	【30】	1

### 筆記問題

【1】	ア	熱	イ	有効熱伝導率	ウ	大きい			
【2】	<p>回答例</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・掘り屑を地表に排出する。</li> <li>・ビットを洗浄する。</li> <li>・ビットを冷却する。</li> <li>・孔壁を保護する。</li> <li>・ガス噴出や湧水を防止する。</li> <li>・逸泥を防止する。</li> </ul>								
【3】	<p>回答例</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外気温に左右されないため安定した熱エネルギーを利用できる。</li> <li>・温排熱を大気に放出しないためヒートアイランド現象の抑制につながる。</li> <li>・地球温暖化の抑制。</li> <li>・二酸化炭素排出量の削減。□</li> <li>・冷暖房、融雪のランニングコスト削減。</li> </ul>								

【4】

回答例

- ・リモコン、タッチパネル、制御盤等において異常信号出てないか。
- ・異常音がないか。
- ・水漏れ、油にじみ(漏れ)がないか。
- ・温度が正常範囲か。
- ・運転が制御設定通りに行われているか。
- ・冷媒圧力が正常範囲か。
- ・冷温水、地中熱配管の水圧が正常範囲か。

## 計算問題

【1】

- (式) ヒートポンプの冷房消費電力 :  $100 \text{ kW} \div 5 = 20 \text{ kW}$   
冷房時必要地中熱交換量 :  $100 \text{ kW} + 20 \text{ kW} = 120 \text{ kW}$   
必要地中熱交換器有効長さ :  $120 \text{ kW} \times 1,000 \div 50 \text{ W/m} = 2,400 \text{ m}$   
必要地中熱交換井本数 :  $2,400 \text{ m} \div 100 \text{ m/本} = 24 \text{ 本}$

(答え) 24本

【2】

- (式)  $[(0.17/2)^2 - (0.034/2)^2 \times 4] \times 3.14 \times (100.0 - 5.0) \times 1.2$

(答え)  $2.2 \text{ m}^3$

【3】

- (式) 地中熱交換器からの採熱量  $(10.0 - 5.0) \times 150 \times 4.19 \times 1.00 / 60 = 52.4 \text{ kW}$  □

(答え) :  $52.4 \text{ kW}$