

# 二級地中熱施工管理技術者 資格試験問題集

2024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、これまでに出题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 】 地中熱に関する説明として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 地中熱は年間通して温度変化の少ない地中にあるエネルギーである。
2. 夏冬あるいは昼夜の地上との温度差に関係無く、いつでも効率的な利用ができる。
3. 地中の温度は、どの地域でも 10 m 程度の深さになると、年平均気温に近い値になる。
4. 10m より深部で地下水流の影響がない場合は、地温は地球内部からの熱エネルギーにより、緩やかに上昇する。

【 2 】 地中熱ヒートポンプシステムの効果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。

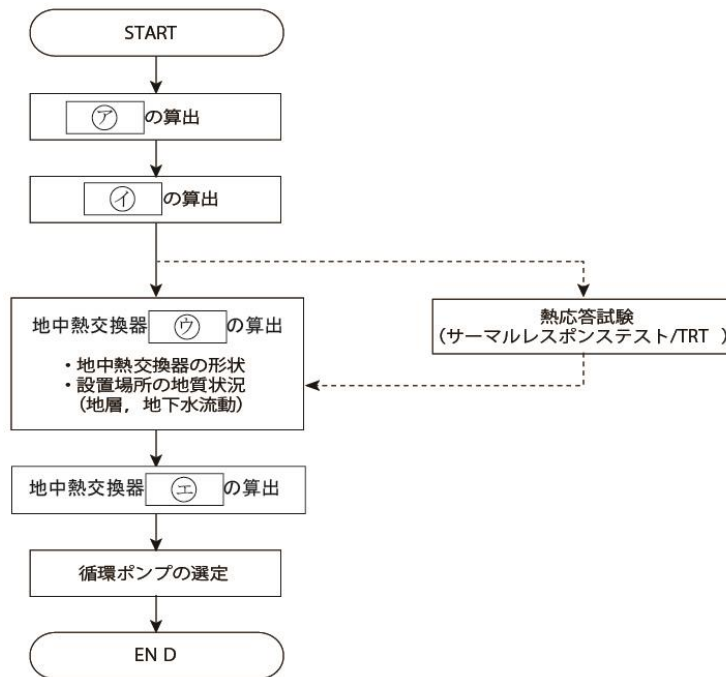
1. 空気熱ヒートポンプと比べて CO<sub>2</sub> 排出量を低減できる。
2. 空気熱ヒートポンプと比べてランニングコストを低減できる。
3. 冷房時に大気中に温排熱を放出しないため、ヒートアイランド現象の緩和が期待できる。
4. 空気熱ヒートポンプよりも消費電力を低減できるが、ピーク電力は増加する。

【 3 】 下記の文章の㉞～㉟に該当する言葉で最も適当な組み合わせのものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

「ボアホールの設置間隔は、孔芯間隔で ㉞ m 以上( ㉟ m を標準)とする。この際、ボアホールを掘削するために必要なスペースや、㊱ をイメージしながら計画すると良い。」

1. ㉞3、㉟5、㊱採熱効果
2. ㉞4、㉟6、㊱掘削工程
3. ㉞4、㉟5、㊱掘削工程
4. ㉞4、㉟6、㊱採熱効果

【 4 】 図は地中熱交換器計画フローを表したものである。空白㉞～㉟の組み合わせのうち、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。



1. ㉞熱交換量 ㉟熱負荷 ㉞本数 ㉟総延長
2. ㉞熱負荷 ㉟熱交換量 ㉞総延長 ㉟本数
3. ㉞熱交換量 ㉟熱負荷 ㉞総延長 ㉟本数
4. ㉞熱負荷 ㉟熱交換量 ㉞本数 ㉟総延長

【 5 】 熱応答試験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. 熱応答試験は、地中熱交換器内に熱負荷を与えて熱交換能力を推定する試験である。
2. 見かけ有効熱伝導率は、地下水の流れの影響も含んだ熱伝導率である。
3. 熱応答試験に使う装置は TRT 装置認定を受けたものを使用することが必要である。
4. 熱応答試験の試験方法は、「温水循環試験」のみである。

【 6 】 実施設計図に関する記述の組み合わせのうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 系統図－系統の接続関係をわかりやすく図示
2. 平面図－機器類の設置位置、配管・配線ルートを図示
3. 外構図－ヒートポンプ回りや地中熱交換器、部材を詳細に図示
4. 機器表－ヒートポンプや地中熱交換器等の仕様を記載

【 7 】 地中熱ヒートポンプの施工計画の検討に必要な現地調査の確認事項について、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 搬入経路
2. システム全体の性能保証
3. 埋設物(埋設図、埋設表示など)
4. 施工ヤード(掘削機据付け位置、資機材や掘削土の仮置き場等)

【 8 】 設計図書の優先順位について、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。なお、記号“>”は、左に記載された図書ほど優先順位が高いものとする。

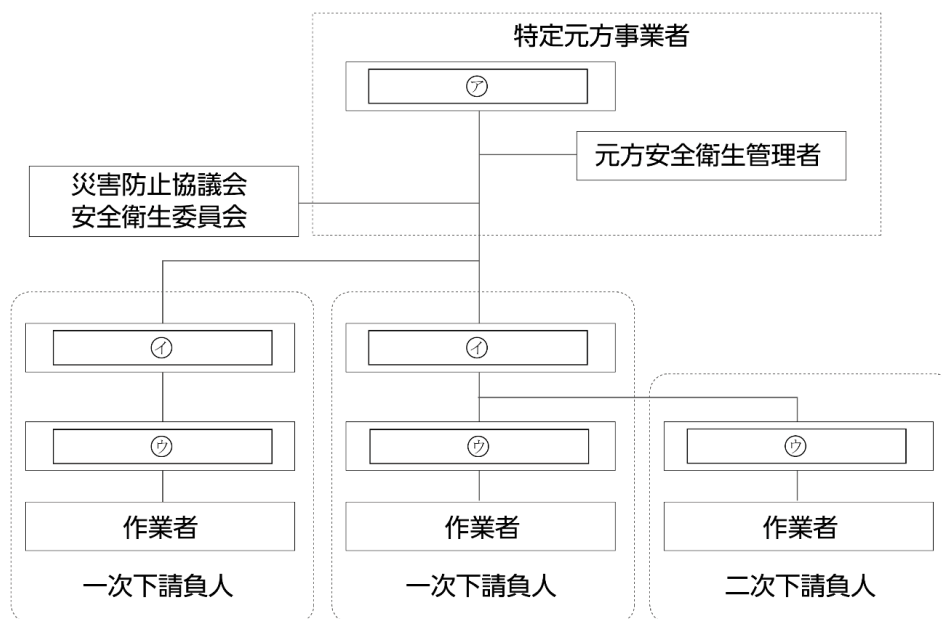
1. 共通仕様書>設計図>特記仕様書>現場指示書>質疑回答書
2. 特記仕様書>現場指示書>設計図>質疑回答書>共通仕様書
3. 質疑回答書>特記仕様書>現場指示書>設計図>共通仕様書
4. 質疑回答書>現場指示書>特記仕様書>設計図>共通仕様書

【 9 】 以下の記述は地中熱工事のある図面のチェックを行う際の留意点である。該当する図面として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

- ・設置場所(屋内／屋外)に準じた仕様であるか。
- ・不凍液対応仕様であるか。
- ・将来の更新を含む機器の搬出入経路が確保されているか。
- ・メンテナンススペースが確保されているか。

1. 制御の図面
2. 配管類の図面
3. 機器類(ヒートポンプ、循環ポンプ)の図面
4. 地中熱交換器の図面

【 10 】 安全衛生組織体制に関する以下の図のうち、㉠～㉣に当てはまる言葉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. ㉠総合安全衛生責任者 | ㉡安全衛生責任者 | ㉢安全主任者 |
| 2. ㉠統括安全衛生責任者 | ㉡安全主任者   | ㉢安全主任者 |
| 3. ㉠統括安全衛生責任者 | ㉡安全衛生責任者 | ㉢作業主任者 |
| 4. ㉠総合安全衛生責任者 | ㉡安全衛生責任者 | ㉢作業主任者 |

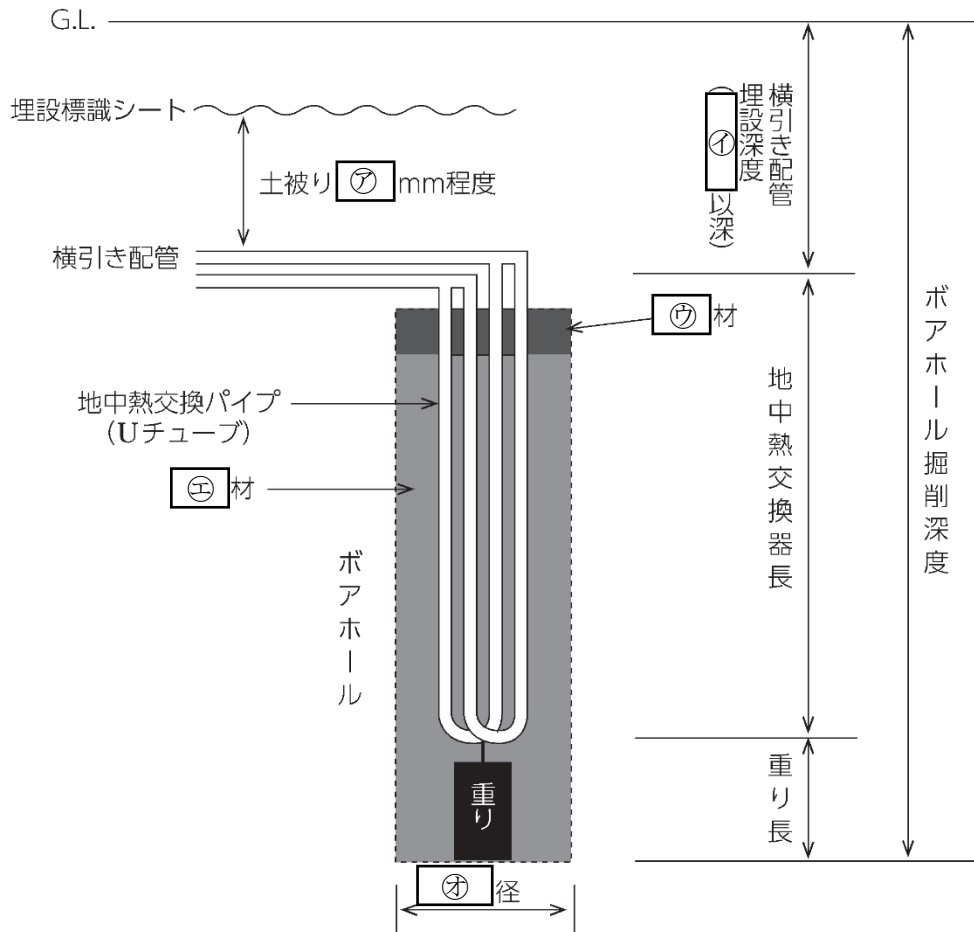
【 11 】 施工の四大管理として、最も不適當なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 工程管理
2. 品質管理
3. 安全管理
4. 運転管理

【 12 】 バーチャート工程表の特長に関する記述のうち、最も適當なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 各作業の施工時期や所要日数が明確
2. 計画日数と実績の確認が困難
3. 各作業が全体に及ぼす影響が明確
4. 重点管理の作業が明確

【 13 】 ボアホール方式について、地中熱交換器長とボアホール深度の定義に関し、空欄に入る記述の組み合わせで最も適当なものを選び、番号1～4で示しなさい。



1. ㉞ 300 ① 凍結深度 ㉞ 遮水 ㊦ 充填 ㊦ 掘削
2. ㉞ 300 ① 根入深度 ㉞ 充填 ㊦ 遮水 ㊦ 掘削
3. ㉞ 500 ① 根入深度 ㉞ 遮水 ㊦ 充填 ㊦ 仕上
4. ㉞ 500 ① 凍結深度 ㉞ 充填 ㊦ 遮水 ㊦ 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、架橋ポリエチレンも使用されている。
2. 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、20℃で30年間破壊しないよう設計されている。
3. 継手とパイプは寸法が同一規格のものを使用することとし、継手のメーカーと管のメーカーは同じとすることが望ましい。
4. Uチューブの先端形状は各メーカーで異なる為、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 】 地中熱交換器を設置する際に利用されている掘削工法の概要について、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. ボアホールとUチューブ等の総称として地中熱交換器と呼び、地中熱交換器の熱交換効率を下げても、ボアホールを安全かつ高速に掘削する方法を採用することが重要である。
2. 掘削工法として、高速掘進が可能な回転振動式、ロータリーパーカッション式、ダウンザーホールハンマー式が、従来工法としてロータリー式がある。
3. 未固結層ではロータリーパーカッション式、ロータリー方式、ダウンザーホールハンマー式が、固結の岩盤では回転振動式が主に利用される。
4. いずれの掘削工法でも掘り屑の排除や削孔部の冷却に要する掘削流体の材料として清水のみが用いられる。

【 16 】 回転振動式掘削工法の特長について、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

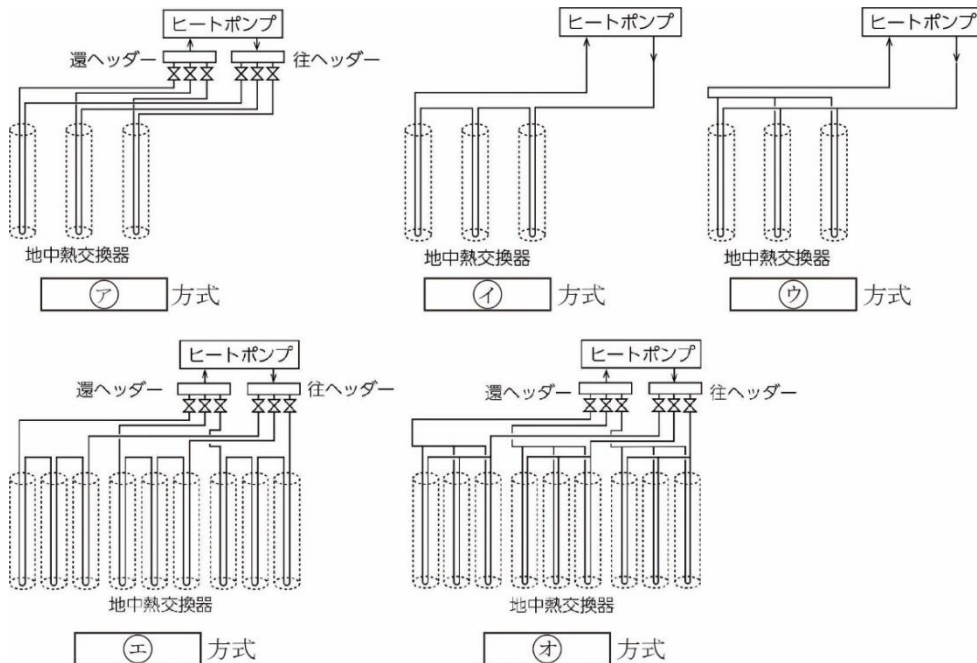
1. 回転切削と振動破碎機能に優れ、急速掘削が可能である。
2. 振動機能により、深度により掘削速度が大幅に低下するが、孔径が専用ロッド外径に近似のため、孔曲がり少なく、孔壁崩壊を起こしにくい。
3. 地層・掘削深度によっては清水掘削が可能であり、泥壁が生成されないことから、熱交換が効率よく行える。
4. ロッド着脱の省力化、短時間化で付帯作業時間を短縮できる。



【 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、Uチューブの浮力を計算して適正重量の重りを取り付ける。
2. 二重管を用いる掘削工法では挿入終了後直ちに充填剤を孔内に充填する。充填しながらアウトロード(ケーシング)を抜管するため、できるだけ充填材の投入量を多くして、抜管の時間を早める。
3. 充填材は地層と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珪砂や碎石、セメントなどが使用される。
4. 珪砂等の透水性の充填材を使用する場合でも、地表部からの帯水層への浸透水の進入防止のための遮水は必要ない。

【 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、次に示す空欄㉠～㉤に入る名称の組み合わせで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 | ㉡ 直列 | ㉢ 並列   | ㉣ 直列・ヘッダー | ㉤ 並列・ヘッダー |
| 2. ㉠ 直列   | ㉡ 並列 | ㉢ ヘッダー | ㉣ 並行・ヘッダー | ㉤ 直列・ヘッダー |
| 3. ㉠ ヘッダー | ㉡ 直列 | ㉢ 並列   | ㉣ 並列・ヘッダー | ㉤ 直列・ヘッダー |
| 4. ㉠ 並列   | ㉡ 直列 | ㉢ ヘッダー | ㉣ 直列・ヘッダー | ㉤ 並行・ヘッダー |

【 19 】 地中熱ヒートポンプシステムで使用する不凍液が備えるべき条件について述べた以下の記述のうち、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 熱伝導率が高いこと。
2. 比熱が小さいこと。
3. 凍結温度が高いこと。
4. 沸点が低いこと。

【 20 】 地中熱ヒートポンプシステムで使用される高密度ポリエチレン管の EF 接合の施工に関する以下の記述のうち、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 融着状況の確認方法をチェッカーや目視で行うため、作業者により品質差が生じる恐れがある。
2. 融着面の清掃は管の切断面と EF ソケットの内面全体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する。清掃は素手で行い、軍手等の手袋は使用しない。
3. コントローラ用電源は現場の電源コンセントを使用し、発電機は使用しない。
4. 融着終了後、EFソケットのインジケータが隆起していること、コントローラの表示が正常終了を示していることを確認し、クランプを外して規定の時間冷却する。

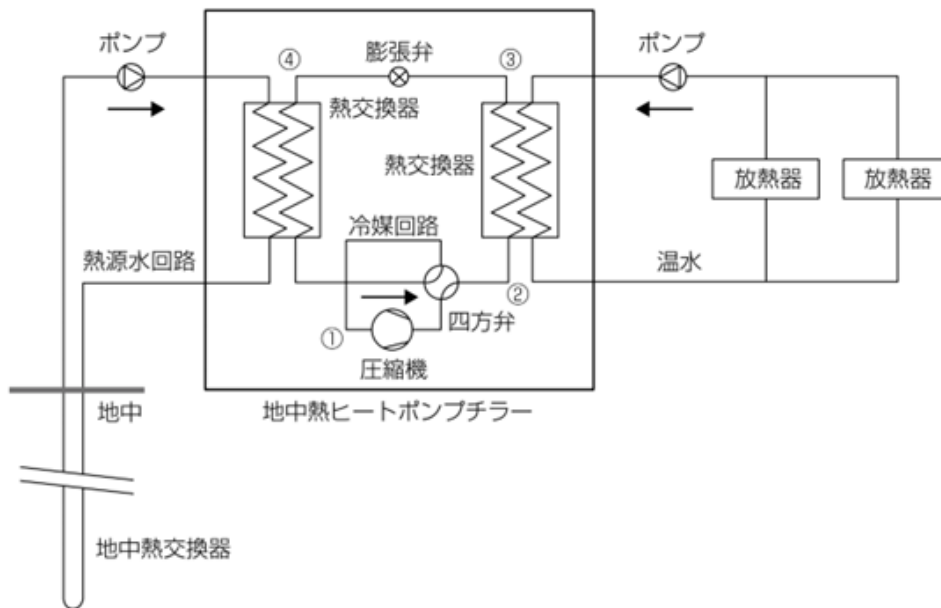
【 21 】 地中熱ヒートポンプシステムにおける埋設配管について、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 埋設深さは 300 mm 以上を標準とし、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上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。
4. 発生土の埋め戻しは 1 層が 300 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。

【 22 】 地中熱ヒートポンプシステムにおける配管の施工上の留意点について、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. ヒートポンプに対しては定格の循環流量を確保する必要があり、熱伝達の観点から乱流にする方が優位であるため、最低でも 0.3 m/s以上の流速を確保する必要がある。
2. 配管内のエア抜きを実施するためにエア抜き弁を設置する。配管内の気泡は水温が低く圧力が高いほど発生しやすくなるが、エア抜き弁は圧力が高いほど能力が低下する。
3. ヘッダー方式を採用する場合は、ヘッダーの設置方法に留意する必要がある。ヘッダーの材質は設置条件により異なるが、屋外などではステンレス製や樹脂製、屋内では鋼管製が採用される。
4. 地中熱配管の保守・改修の際には、配管部材に互換性がない場合があるので、設置時に使用した配管材の情報(メーカー、サイズ、深さ)は記録を残しておく必要がある。

【 23 】 図に示したヒートポンプサイクルの過程の名称のうち適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。



1. ① → ② は凝縮過程である。
2. ② → ③ は膨張過程である。
3. ③ → ④ は圧縮過程である。
4. ④ → ① は蒸発過程である。

【 24 】 家庭用 地中熱ヒートポンプの水-空気ヒートポンプである地中熱エアコンの説明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. 地中熱エアコンは室内機と室外機で構成される。
2. 冷媒を室外機と室内機の間で循環することにより、室内の熱を地中に排出して冷房をおこなう。
3. 地中熱エアコンの室外機には外気と熱交換するための空気熱交換器とファンがある。
4. 地中熱エアコンの室内機の構造は従来の空気熱源エアコンと全く同様である。

【 25 】 地中熱ヒートポンプの熱源補機の説明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. 膨張タンクは熱源水の温度変化による体積変化を吸収し、密閉の循環配管内の圧力を正常に保つために用いる。
2. 循環ポンプは、地中熱交換器において地中と熱交換させるための不凍液や水を循環させる役割を担う。
3. バッファタンクは負荷が小さい時でも、ヒートポンプが最低容量で5～10分以上連続して運転できる容量とする。
4. 循環ポンプの選定としては、地中熱交換器は密閉配管となるため、地中熱交換器の高低差を揚程として計算しなければならない。

【 26 】 ヒートポンプの維持管理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. 日常点検ではリモコン、タッチパネル、制御盤等において異常信号が出ていないかを確認する。
2. 一定規模以上の業務用のヒートポンプ本体については、建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(建築物省エネ法)の観点から、メーカーによる定期点検を毎年行うことが望ましい。
3. 定期点検、修理、部品代を全て含んだ契約をフルメンテナンス契約と呼ぶ。
4. フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律(フロン排出抑制法)により、地中熱ヒートポンプに用いられているフロン類についても、ユーザーを含めて適正な管理が求められる。

- 【 27 】 地中熱ヒートポンプシステムを評価する上での設計要件を示す下の表の空白㉗～㉛の組み合わせのうち、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

項目	指標
性能	㉗
熱源水側性能	冷温水
	定格流量時圧力損失
	見かけ熱伝導率(TRTIによる)
ヒートポンプ性能	定格COP(カタログ値)
制御	㉘
	暖冷房時の流量, 熱源水の出入口温度差
長期性能	初期からの冷暖房の採放熱温度平均値の変化
環境負荷	㉙
	地中温度, 地下水温度・水位・水質

1. ㉗消費電力      ㉘循環ポンプ流量制御      ㉙採放熱量バランス
2. ㉗システム COP    ㉘CO<sub>2</sub> 排出量              ㉙冷温水温度
3. ㉗消費電力      ㉘CO<sub>2</sub> 排出量              ㉙冷温水温度
4. ㉗システム COP    ㉘循環ポンプ流量制御      ㉙採放熱量バランス

- 【 28 】 地中熱ヒートポンプの出入口温度を適切に測定するための温度計の取付方法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. 各々の温度計は同じ方法で設置し、設置方法の違いによる相対誤差が出ないようにする。
2. センサー部の挿入長さが短いと、管壁付近の温度の影響を受けやすくなる。
3. 温度変化を確実に計測できるように、保護管を使用してはいけない。
4. 温度計の点検・補修などが容易に行えるように遮断弁などを設けることが望ましい。

【 29 】 地中熱ヒートポンプシステムの地中熱交換器側の瞬時熱量を計算する際に必要な物理量のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 熱媒の密度
2. 熱媒の比熱
3. 熱媒のヒートポンプ出口・入口温度差
4. 熱媒の粘度

【 30 】 地中熱ヒートポンプシステムの流量計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。

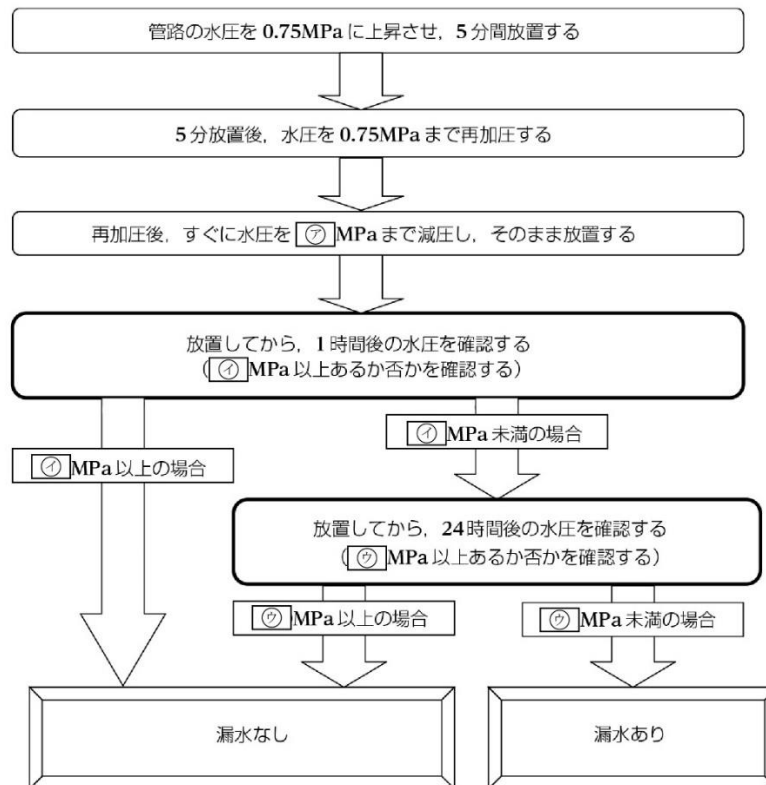
1. 流量計の選定に当たっては、計測対象が流量計の適用範囲内であることを確認する。
2. 流体を直接計量する流量計の口径を配管径より大きくした場合、計測部での流れが乱れ、正確な測定が保証されない。
3. 流体を直接計量する流量計の口径を配管径より過度に狭めると圧力損失が大きくなり、循環ポンプの能力に影響する。
4. 不凍液は水より粘性が高く、電磁式は影響を受けやすいが、羽根車式は影響を受けにくい。

【 31 】 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. 観測井の観測項目の中では、温度、水位、水質の測定が必要である。
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. 地中熱ビル用マルチでは、二次側冷媒の入口温度、出口温度、流量の測定が必要である。
4. モニタリングにより得られた稼働状況を「見える化」することは、システムの監視にも役立つ。

## 筆記問題

- 【 1 】 送り出し教育と新規入場者教育を行ったのちに行う日々の安全施工サイクルの活動について、昼礼を除いて箇条書きで3つ述べなさい。
- 【 2 】 水圧試験の流れに関し、空欄の㉞～㉟に入る数字を記述しなさい。



- 【 3 】 中熱ヒートポンプシステムの設計時の注意点を箇条書きで3つ述べなさい。
- 【 4 】 国土交通省の「官庁施設における地中熱システム導入ガイドライン（案）」に記載されている計測項目（例えば、循環ポンプ電力）を、箇条書きで3つ述べなさい。

## 計算問題

- 【 1 】 次の条件における地中からの採熱量を求めよ。算定にあたっては計算式も示すこと。なお、地中からの採熱量は  $Q_c$  (W)として計算すること。

冷房時の必要熱負荷  $q_c$  : 30 kW

ヒートポンプの成績係数  $COP$  : 5.0

- 【 2 】 長さ 100.0 m のボアホール型地中熱交換器に GL-2.0 m まで珪砂を充填する。以下の条件の場合に必要な珪砂充填量( $m^3$ )を求めなさい。なお、計算式を示し、小数点第 2 位以下は切り捨てること。

なお、余掘り部と重りの体積およびチューブ先端の U 字継手部の体積は考慮しない。

- 掘削径 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 : 2.0 °C
- 地中熱交換器からの熱源水出口温度 : 5.0 °C
- 熱源水の循環流量 : 180 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】	4	【3】	3	【4】	2	【5】	4
【6】	3	【7】	2	【8】	4	【9】	3	【10】	3
【11】	4	【12】	1	【13】	1	【14】	2	【15】	2
【16】	2	【17】	1	【18】	3	【19】	1	【20】	2
【21】	1	【22】	2	【23】	4	【24】	3	【25】	4
【26】	2	【27】	4	【28】	3	【29】	4	【30】	4
【31】	3								

### 筆記問題

【1】	<b>回答例</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・(安全)朝礼</li> <li>・作業前打合せ</li> <li>・始業前点検</li> <li>・(現場)安全巡視</li> <li>・作業終了点検</li> <li>・作業安全打合せ</li> </ul>								
【2】	ア	0.50	イ	0.40	ウ	0.30			
【3】	<b>回答例</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地中熱ヒートポンプの容量は冷暖房負荷を満足しているか</li> <li>・システムの保有水量は地中熱ヒートポンプの最小保有水量を満足しているか</li> <li>・循環ポンプは必要な流量を確保できる仕様か</li> <li>・機械室に地中熱ヒートポンプや補機がおさまるか</li> <li>・必要採熱量に対して敷地に掘削するスペースがあるか</li> <li>・冷暖房負荷の計画値が適正か</li> </ul>								

【4】 回答例

- ・ 熱媒流量（もしくは一次側流量）
- ・ 一次側入口温度
- ・ 一次側出口温度
- ・ 二次側流量
- ・ 二次側入口温度
- ・ 二次側出口温度
- ・ 空調機電力
- ・ 吹出口温度
- ・ 室内温度
- ・ 室内湿度
- ・ 外気温度
- ・ 外気絶対湿度
- ・ 降水量
- ・ 日射量
- ・ 風速
- ・ 地中熱交換器温度
- ・ 観測井水位
- ・ 観測井水質
- ・ 観測井温度

## 計算問題

【1】

(式) 冷房時は  $Q_c = q_c \times (COP + 1) / COP$  より  
 $= 30 \times 1000 \cdot (5.0 + 1.0) / 5.0$

(答え) 36,000 (W)

【2】

(式)  $[(0.17/2)^2 - (0.034/2)^2 \times 4] \times 3.14 \times (100.0 - 2.0) \times 1.2 \div 2.241$

(答え) 2.2 m<sup>3</sup>

【3】

(式) 地中熱交換器からの採熱量  $(5.0 - 2.0) \times 180 \div 60 \times 4.19 = 37.71$  kW

(答え) 37.7 kW