

一級地中熱施工管理技術者 資格試験問題集

2020年12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】地中熱ヒートポンプシステムの基本設計時の事前調査における法的規制に関する記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

1. 工業用水法の規制地域内でクローズドループ方式の地中熱交換井を設置する場合、都道府県知事の許可が必要である。
2. 地中熱交換井の大部分が地下水で飽和されている場合でも、クローズドループ方式では水質汚濁防止法の対象とはならない。
3. クローズドループ方式では、地中熱交換井の施工時における騒音や振動などについては、国土交通省「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針」に準拠して実施する必要がある。
4. 鳥獣保護および狩猟に関する法律、森林法、農地法、河川法に基づく地域については、地中熱利用システムの施工にあたり十分な検討が必要である。
5. 自然環境保全法に基づく原生自然環境保護地域内では、地中熱利用システム導入のための地中熱交換井掘削工事は困難である。

【2】熱応答試験調査・解析における安全管理・品質管理上重要となる以下項目の中で、最も不適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

1. 熱応答試験装置中の電気ヒーターに安全装置が2つ以上組み込まれていることを確認した。
2. 地中熱交換井から熱応答試験装置までの地上配管の長さが最小限となるようにし、地上配管には断熱材と遮熱材を施した。
3. 地中熱交換井設置完了後、熱応答試験開始まで最低でも3日以上放置した。
4. 温水循環試験前半のデータ区間を用いて、作図法より地層の見かけ有効熱伝導率算出を行った。
5. 熱応答試験調査中の地中熱交換井近傍での地下水揚水の有無確認を行った。

【3】Uチューブの特性・仕様として最も不適当なものを1つ選び、番号1～5で示しなさい。

1. 地中での材料の劣化や破損のリスクが低く、製品寿命が長い。
2. 耐薬品性があり劣化しにくい材料のため、海が近く塩害の影響がある地域でも使用できる。
3. 垂直に埋設されたUチューブが、液状化により浮き上がることはない。
4. 可とう性があり地震時も漏水リスクが少ない。
5. メーカーで融着加工された先端U字部の接続箇所以外に継ぎ目がなく、長尺品で地中に埋設することが可能である。

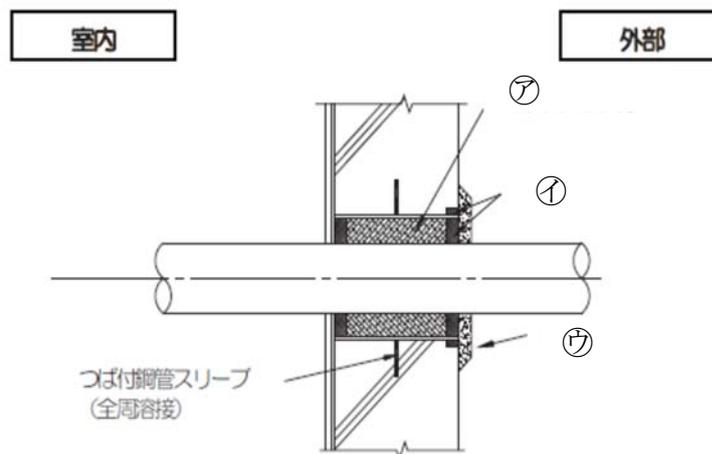
【4】地中熱ヒートポンプシステムで使用される高密度ポリエチレン管の電気融着接合（EF 接合）に関する以下の記述のうち、最も不適当なものを一つ選んで、番号1～5で示しなさい。

1. 配管は管軸に対し管端が直角になるように、パイプカッタを用いて切断した。
2. 管の融着面と EF 継手の内面を、アセトンを浸み込ませたペーパータオルで清掃した。
3. 通電中に電圧降下が大きくなった場合、コントローラが作動しなくなるため、電源（発電機）はコントローラ専用とした。
4. 通電完了後、EF 継手のインジケータが隆起していることを確認し、規定の冷却時間が経過してからクランプを取り外した。
5. 最後の EF 接合終了後、30 分が経過したため、水圧試験を実施した。

【5】下図は、配管の地中梁貫通部において、代表的なつば付き鋼管スリーブを用いた施工要領である。

㉠～㉣にあ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1～5で示しなさい。

- | | | |
|-------------|----------|----------|
| 1. ㉠保護モルタル | ㉡シーリング材 | ㉢バックアップ材 |
| 2. ㉠シーリング材 | ㉡保護モルタル | ㉢バックアップ材 |
| 3. ㉠シーリング材 | ㉡バックアップ材 | ㉢保護モルタル |
| 4. ㉠バックアップ材 | ㉡保護モルタル | ㉢シーリング材 |
| 5. ㉠バックアップ材 | ㉡シーリング材 | ㉢保護モルタル |



【6】地中熱ヒートポンプの施工時に実施した事項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1～5で示しなさい。

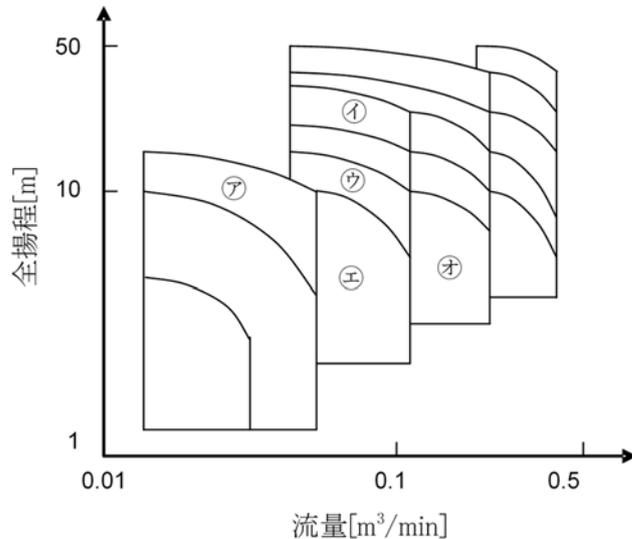
1. 熱源水回路、冷温水回路共に、屋内および屋外の露出配管部分の保温工事を行った。
2. ヒートポンプの振動が響く場所などには設置しないようにした。
3. 騒音が気になる寝室の近くなどには設置しないようにした。
4. 配管洗浄を十分に行い、地中熱ヒートポンプの出口側にストレーナーを設置した。
5. 防振継手で配管にヒートポンプの振動が伝わらない処置を行った。

【7】地中熱ヒートポンプチラーに関する記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

1. 冷媒回路はヒートポンプユニット内で完結している。
2. 循環ポンプは熱源水回路側のみ必要である。
3. 温水を供給できるため融雪などにも利用されている。
4. 熱源水回路には循環液として水または不凍液を用いる。
5. 室内にファンコイルユニットなどの放熱器を設置し、水または不凍液を循環する。

【8】地中熱ヒートポンプシステムの地中熱交換器を含む密閉配管について、下図のポンプ流量線図を用いて最大流量時の条件を過不足無く満足するポンプを選定した。選定したポンプについて最も適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。ただし、必要な全揚程は10 m、必要な最大流量は100 L/minである。

1. ア
2. イ
3. ウ
4. エ
5. オ



【9】地中熱ヒートポンプに関連する「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」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1～5で示しなさい。

1. 家庭用の地中熱ヒートポンプも対象であり、各家庭における使用者も法令を遵守する必要がある。
2. 地中熱ビル用マルチは、圧縮機電動機の定格出力の大きさに関わらず、定期点検が免除されている。
3. 圧縮機電動機の定格出力が50 kW以上の空調用途の地中熱ヒートポンプは、専門業者などの十分な知見を有する者による半年に1回以上の定期点検が定められている。
4. 圧縮機電動機の定格出力が7.5 kW未満の業務用地中熱ヒートポンプは、簡易点検を実施しなくても良い。
5. 圧縮機電動機の定格出力が7.5 kW以上50 kW未満の空調用途の地中熱ヒートポンプは、専門業者などの十分な知見を有する者による3年に1回以上の定期点検が定められている。

【10】地中熱ヒートポンプシステムにおいて、不凍液が入っている配管の圧力が低下している場合の処置に関する記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

1. リザーブタンクの不凍液残量を確認する。
2. ストレーナーが目詰まりがある場合には、ストレーナーを清掃する。
3. 継手部分に漏れやにじみがある場合には、増し締めを行う。
4. 配管圧力を適正值まで上昇させるため、水道水を補給する。
5. 漏洩が懸念されるため、直ちに運転を停止する。

【11】日本冷凍空調工業会の保守・点検ガイドラインによる点検項目と点検内容についての組み合わせで、最も適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

・点検項目

- A. フィルター
- B. 圧縮機
- C. 水（水—冷媒）熱交換器
- D. 電子式膨張弁

・点検内容

- ㊦ 動作チェック、動作音の確認
- ㊧ 絶縁抵抗の測定、端子の緩みの確認
- ㊨ 目詰まり、汚れが無いか
- ㊩ ガス漏れ、水漏れ

1. A. ㊨ B. ㊩ C. ㊧ D. ㊦
2. A. ㊨ B. ㊧ C. ㊩ D. ㊦
3. A. ㊨ B. ㊧ C. ㊦ D. ㊩
4. A. ㊦ B. ㊧ C. ㊩ D. ㊨
5. A. ㊦ B. ㊩ C. ㊨ D. ㊧

【12】地中熱ヒートポンプシステムにおける流量計の選定・取付け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1～5で示しなさい。

1. 計測対象が流量計の適用範囲であることを確認する。
2. 流量計を設置する場合は、流体の流れが乱れないように前後に曲管が必要である。
3. 配管を装着し、流体を直接計測するタイプでは、流量計の口径は配管の口径以下とする。
4. 羽根車式流量計は、計測対象液体の粘度の影響を受けやすい。
5. 計測流量が定格流量より少なくなると誤差が大きくなる。

【13】地中熱ヒートポンプの成績係数（COP）に関する記述のうち、最も適当な組み合わせを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

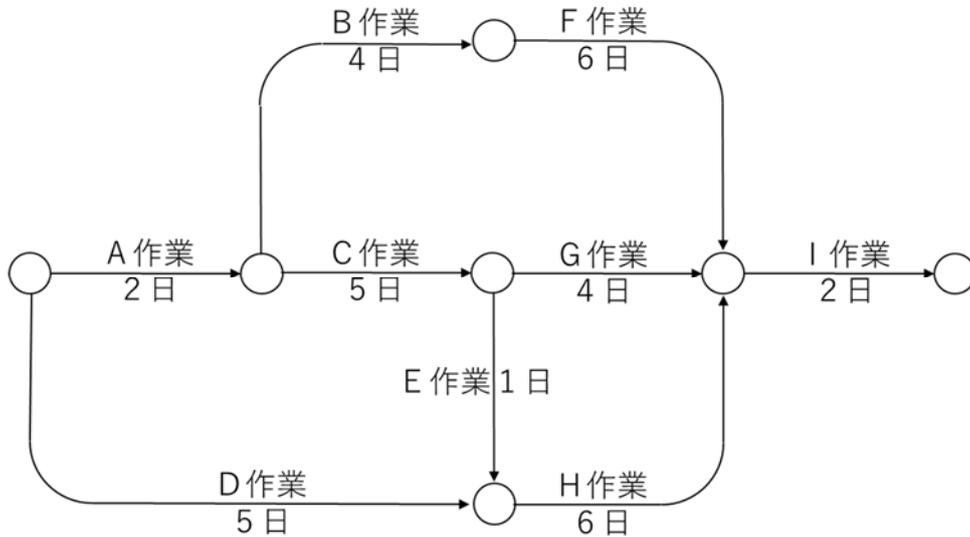
成績係数は、使用電力量に対する ㉞ の比であり、その値が ㉠ ほど性能が良いことを示す。ヒートポンプの場合 ㉞ より大きい値となり、使用電力量より ㉞ の方が多く得られることを示す。ただし、商用電力は、発電効率が40%程度であるため、特に暖房等のための温熱を得る際の成績係数が ㉡ 以上でないと ㉠ を直接燃焼させるよりもエネルギー効率は低いことになる。

- | | | | | |
|------------|------|-------|-------|----------|
| 1. ㉞製造熱量 | ㉠大きい | ㉞ 1.0 | ㉡ 5.0 | ㉠バイオマス燃料 |
| 2. ㉞地中熱交換量 | ㉠小さい | ㉞ 2.0 | ㉡ 2.5 | ㉠化石燃料 |
| 3. ㉞製造熱量 | ㉠大きい | ㉞ 1.0 | ㉡ 2.5 | ㉠化石燃料 |
| 4. ㉞地中熱交換量 | ㉠大きい | ㉞ 3.0 | ㉡ 5.0 | ㉠バイオマス燃料 |
| 5. ㉞製造熱量 | ㉠小さい | ㉞ 1.0 | ㉡ 2.5 | ㉠化石燃料 |

【14】地中熱ヒートポンプシステムにおける運転管理評価に関する記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

1. 機器負荷率が設計時より大幅に下回る場合は、ヒートポンプの運転条件の変更をすることが望ましい。
2. 単体 COP が設計時よりも大幅に低い場合には、一次側の熱源水温度が設計時の前提よりも悪い条件にある可能性がある。
3. 設計値より大幅に熱源水の温度差が小さい場合には、循環流量を減らし、ポンプの消費電力量を減らす対策の検討も重要である。
4. 単体 COP は、ヒートポンプ製造熱量をヒートポンプ電力量と循環ポンプ電力量の和で割った値である。
5. ON/OFF 制御のヒートポンプの場合、負荷率が低いと運転と停止が頻繁に発生する。

【15】下図に示すネットワーク工程表に関する記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。



1. この工事自体は、最短 16 日で終了する。
2. A 作業の所要日数を 1 日短縮すると、この工事全体の作業日数は、1 日の短縮となる。
3. B 作業の所要日数を 2 日延長しても、この工事全体の作業日数は、変わらない。
4. C 作業の所要日数を 3 日短縮すると、この工事全体の作業日数は、3 日の短縮となる。
5. D 作業のフリーフロート（後続作業に影響せず、その作業で自由に使える余裕時間）は、3 日である。

【16】地中熱利用設備の施工管理における留意点について、最も不適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

1. 他工種との工事と接点になる部分について、関係工種の施工会社と抜けや重複の有無を確認した。
2. 実施設計時に実施した熱応答試験調査では清水掘削を適用したが、施工では工期短縮のため泥水掘削を適用した。
3. 確認申請の副本と契約した設計図書との照合を行い、施工内容に相違がないことを確認した。
4. 工事着手前に図面検討会を実施し、品質の確保に努めた。
5. Uチューブの水圧試験で漏水が疑われたので、掘り直しを実施した。

【17】地中熱利用設備工事に関する着手前の安全教育に関して、最も不適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

1. 施工内容および作業分担
2. 安全保護具
3. 健康診断受診と健康状態
4. 所有資格
5. 材料の養生状態

【18】地中熱交換器設置工事の計画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1～5で示しなさい。

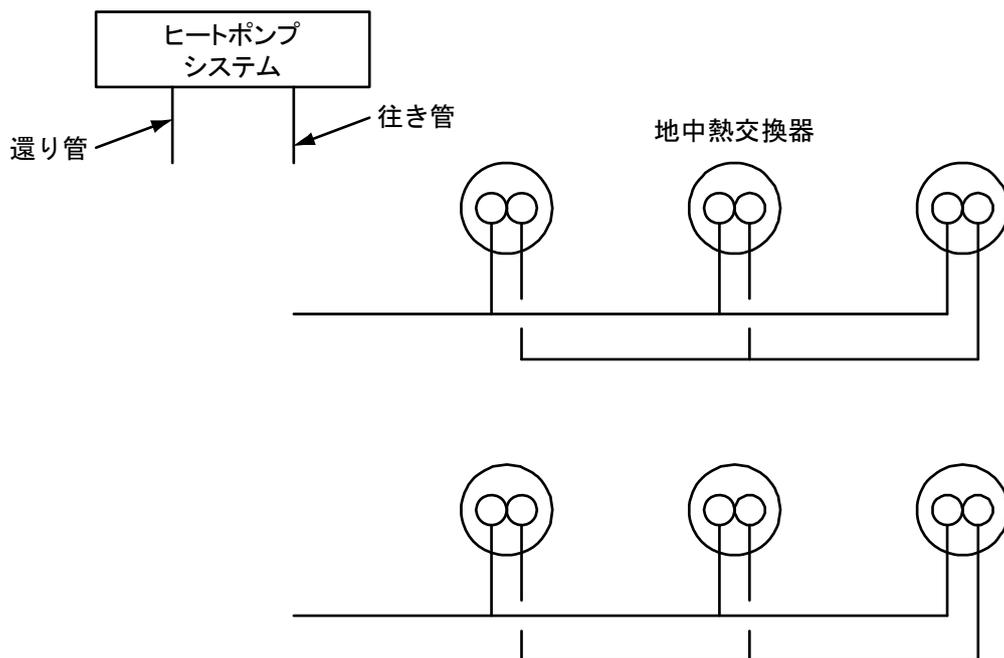
1. 施工予定地の近くに用水路があったので、管理者の許可を得て、掘削流体をその用水路から取水する計画とした。
2. 掘削予定地の近隣に病院があったので、防音対策を検討する他、工期、施工内容、連絡先等を記したチラシを配布した。
3. 掘削予定箇所付近の地表に電気ケーブルの埋設標示板があったので、埋設状況を推察して掘削箇所の変更を検討した。
4. 掘削位置の基準となるベンチマークについては、相互に確認できる位置として、工事期間中に解体予定の既設建築物の基礎面、及び前面道路の2箇所に設けた。
5. ダウンザホールハンマ式掘削工法において、軟弱な表土・風化帯など孔内崩壊のおそれがある区間はケーシングビットで掘削し、硬い岩盤など孔内崩壊のおそれが少ない区間はハンマービットのみで掘削する計画とした。

【19】地中熱ヒートポンプシステムに関する以下の記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～5で示しなさい。

1. 新築建物に導入した際の省エネルギー効果は、年間またはある期間の製造熱量に対する使用電力量を、同等の冷暖房負荷を満たす他空調方式の実績値と比較して把握する。
2. 建築物の基礎杭を利用できれば、掘削コストが建築工事の一部となることからコスト低減につながり、鋼管杭、PHC杭、場所打ち杭などが使用できる。
3. ヒートポンプは定期点検を毎年実施することにより、ランニングコストの低減、耐用年数の短縮、故障の予防、快適性の維持、安全性の確保につながる。
4. Uチューブの材質には高密度ポリエチレン（PE100）が用いられており、埋設される横引き管と接続する際には電気融着継手（EF継手）を使用する。
5. ヒートポンプによる容量制御をおこなう場合、循環ポンプ（一次側、二次側）もインバータによる容量制御をおこなった方がシステムCOPの改善につながる。

筆記問題

- 【1】地中熱ヒートポンプシステムにおける一般的な実施設計図の名称とその内容について、箇条書きで3つ述べなさい。
- 【2】地中熱交換井設置工事におけるUチューブの受入検査項目を箇条書きで3つ述べなさい。
- 【3】地中熱ヒートポンプシステムの熱源水に使用されるグリコール系不凍液の特性を他の種類の不凍液と比較して、箇条書きで3つ述べなさい。
- 【4】地中熱ヒートポンプシステムの一次側配管方式の問題である。下図のように6本の地中熱交換器を並列方式で接続する場合、残りの配管を書き足しなさい。



- 【5】地中熱ヒートポンプのインバータ制御の特徴について、箇条書きで3つ述べなさい。
- 【6】地中熱ヒートポンプシステムの運用時の年間システム COP が想定より低い場合に考えられる原因を箇条書きで3つ述べなさい。
ただし、システム COP は熱源側のみで評価したものとする。

【7】次の記述は、地中熱利用設備工事の安全施工サイクルの実施事項に関する説明である。各々何の説明であるか、空欄㉗～㉙に記入しなさい。

1. 作業所の組織や安全衛生管理体制、作業所のルールや有資格者作業、危険・有害作業についての説明と作業員の情報（氏名、性別、年齢、雇用形態、健康状態、資格等）の確認を実施すること。
 . . .
2. 当日の作業内容と注意点を作業員全員へ周知徹底するための集会。
 . . .
3. 当日の作業場の状況や作業に使用する機器や治具などの点検を行うこと。
 . . .

【8】地中熱利用設備工事の施工管理の業務を PDCA サイクルに当てはめた場合、各々の段階で実施すべき事項を空欄㉚～㉜に記入しなさい。

- | | | |
|---------------|-------|--------------------------------|
| 第一段階 (Plan) | . . . | <input type="text" value="㉚"/> |
| 第二段階 (Do) | . . . | 施工計画に基づく施工の実施 |
| 第三段階 (Check) | . . . | <input type="text" value="㉛"/> |
| 第四段階 (Action) | . . . | <input type="text" value="㉜"/> |

【9】ボアホール方式による掘削作業が終了し、ただちに地中熱交換器を挿入した。挿入完了直後、地中熱交換器が浮上してきた。この原因として考えられることを箇条書きで3つ述べなさい。ただし、掘削 G.L.-100 m で地中熱交換器は U チューブとする。

計算問題

【1】以下の条件に基づく地中熱交換井の必要本数を求めなさい。なお、計算式を示し、小数点以下は切り上げること。

- ・冷房出力 : 50 kW
- ・ヒートポンプの冷房 COP : 5
- ・単位長さ当たり熱交換量 : 60 W/m
- ・地中熱交換井掘削深度 : 102 m/本
- ・余長 : 1.2 m
- ・横引配管埋設深度 : 0.8 m

【2】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暖房 COP を求めなさい。なお、解答には計算式を示し、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 : 80 L/min
- ・地中熱ヒートポンプの圧縮機消費電力 : 9.5 kW

小論文

次の問題【1】～【3】は、3問のうち、1問を選択し、選択した問題番号を答案用紙に記して答えなさい。

【1】あなたが経験した地中熱利用設備工事または関連する設備工事のうち、代表的な工事(業務)を一つ選び、次の設問1と設問2について、できるだけ**具体的に**述べなさい。ただし、守秘義務契約があり件名、場所等を明記できない場合には、工事内容が分かる範囲で省略して良い。

[設問 1] その工事について、次の事項について述べなさい。

- (1) 工事件名
- (2) 工事場所
- (3) あなたの立場または役割

[設問 2] 上記工事の施工内容を記述し、品質管理上あなたが特に重要と考えた事項をあげ、それについてとった対策と結果を**具体的に**述べなさい。

- (1) 工事内容
- (2) 特に重要と考えた事項
- (3) とった対策
- (4) その結果

【2】あなたが経験した地中熱利用設備工事または関連する設備工事のうち、代表的な工事(業務)を一つ選び、次の設問1と設問2について、できるだけ**具体的に**述べなさい。ただし、守秘義務契約があり件名、場所等を明記できない場合には、工事内容が分かる範囲で省略して良い。

[設問 1] その工事について、次の事項について述べなさい。

- (1) 工事件名
- (2) 工事場所
- (3) あなたの立場または役割

[設問 2] 上記工事の施工内容を記述し、工程管理上あなたが特に重要と考えた事項をあげ、それについてとった対策と結果を**具体的に**述べなさい。

- (1) 工事内容
- (2) 特に重要と考えた事項
- (3) とった対策
- (4) その結果

【3】あなたが設計した地中熱システムのうち、代表的な件名を一つ選び、次の設問1と設問2について、できるだけ**具体的に**述べなさい。ただし、守秘義務契約があり件名、場所等を明記できない場合には、設計内容が分かる範囲で省略して良い。

[設問 1] その件名について、次の事項について述べなさい。

- (1) 工事件名
- (2) 工事場所
- (3) あなたの立場または役割

[設問 2] 上記システムの設計内容を記述し、あなたが特に重要と考えた事項をあげ、それについてとった対策と結果を**具体的に**述べなさい。

- (1) 設計内容
- (2) 特に重要と考えた事項
- (3) とった対策
- (4) その結果

以上

一級地中熱施工管理技術者 資格試験解答

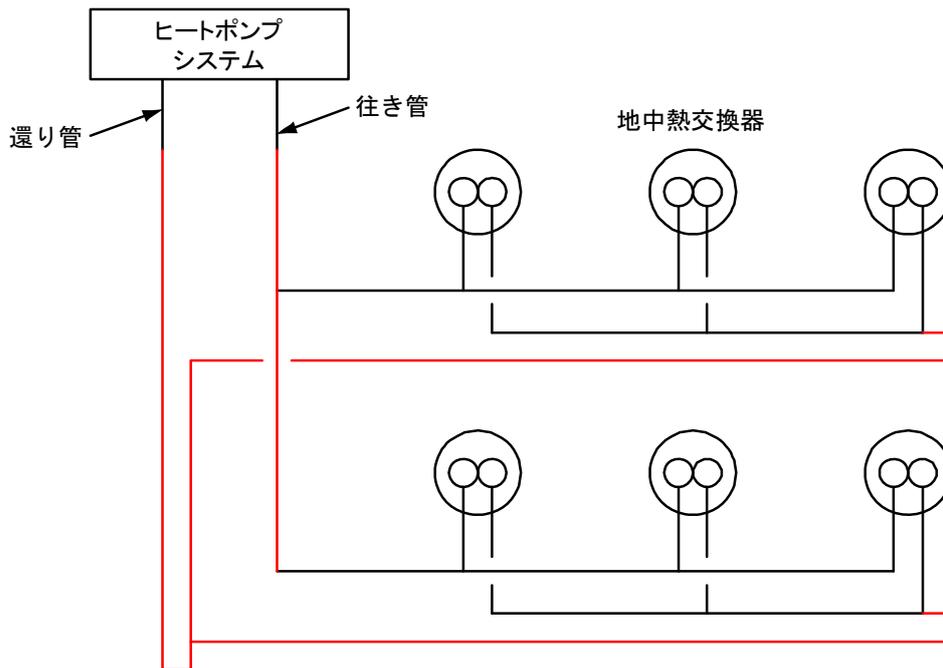
選択問題

【1】	1	【2】	4	【3】	3	【4】	5	【5】	5
【6】	4	【7】	2	【8】	3	【9】	5	【10】	4
【11】	2	【12】	2	【13】	3	【14】	4	【15】	4
【16】	2	【17】	5	【18】	4	【19】	3		

筆記問題(解答例)

【1】	
	<ul style="list-style-type: none"> ・特記仕様書:他の図面に表現しきれない項目を特記として記載 ・機器表:ヒートポンプや地中熱交換井等の仕様を記載 ・配置図・外構図:地中熱交換井の設置間隔や配管ルートを図示 ・系統図:系統の接続関係をわかりやすく図示 ・平面図:機器類の設置位置、配管・配線ルートを図示 ・詳細図(機械室など):ヒートポンプ回りや地中熱交換井を詳細に図示
【2】	
	<ul style="list-style-type: none"> ・メーカーからの出荷証明書確認 ・メーカーからの製品試験成績書確認。 ・出荷証明書ロット番号と納品Uチューブのロット番号確認 ・Uチューブ長さ(印字長さ)の確認 ・Uチューブサイズ(内径・外径)の確認 ・Uチューブ規格の確認
【3】	
	<ul style="list-style-type: none"> ・塩類系や有機酸塩系と比較して金属に対する腐食性が低い。 ・アルコール系と比較して引火性が低い。 ・エチレングリコールは、他の不凍液と比較して毒性(対人)がある。 ・プロピレングリコールは、他の不凍液と比較して低温時の粘性が高い。 ・塩類系や有機酸塩系と比較して自然分解性が低い。

【4】



【5】

- ・能力を可変とすることで、設定温度通りの温度を生成することが可能。
- ・バッファタンクを必要とせず、熱源機の設置スペースを削減することができる。
- ・消費電力を低減できる。
- ・一定速機器に比べて部分負荷の効率が良くなる。
- ・能力は電源周波数の影響を受けない。

【6】

- ・地中熱ヒートポンプの運転方法や二次側の熱源水温度の設定を変更する。
- ・循環ポンプが大きすぎる。
- ・インバータが入っていない。
- ・ヒートポンプ圧縮機停止時に熱源水循環ポンプが停止していない。
- ・部分負荷時間が長いにもかかわらずヒートポンプや熱源水循環ポンプがON/OFF制御である。

【7】

ア 新規入場者教育 イ 安全朝礼 ウ 始業前点検

【8】

- ア 施工計画の立案、工程表・施工要領書・施工図の作成
- イ 施工進捗確認、施工品質の確認(試験・検査)
- ウ 工程・施工要領等の見直し改善、品質不具合の是正

【9】	
・泥水の比重が大きい。	
・おもりが軽い。	
・Uチューブに液体が入っていない。又は不十分。	
・挿入時おもりが外れてしまった。	

計算問題

【1】	(式)	
ヒートポンプの冷房消費電力	: $50 \text{ kW} \div 5 = 10 \text{ kW}$	
冷房時必要地中熱交換量	: $50 \text{ kW} + 10 \text{ kW} = 60 \text{ kW}$	
必要地中熱交換器有効長さ	: $60 \text{ kW} \times 1,000 \div 60 \text{ W/m} = 1,000 \text{ m}$	
地中熱交換器1本当たりの長さ	: $102 \text{ m/本} - 1.2 \text{ m} - 0.8 \text{ m} = 100 \text{ m/本}$	
必要地中熱交換井本数	: $1,000 \text{ m} \div 100 \text{ m/本} = 10 \text{ 本}$	
		(答え) 10本
【2】	(式)	
採熱量	: $(10.0 - 5.0) \times 80 \times 1.00 \times 4.19 \div 60 = 27.933 \dots \text{ kW}$	
暖房能力	: $27.9 + 9.5 = 37.4 \text{ kW}$	
暖房COP	: $37.4 \div 9.5 = 3.9368 = 3.9$	
		(答え) 3.9

小論文(答案用紙) ・模範解答の掲載はありません。

選択した問題番号	
設問1 (1)	
設問1 (2)	
設問1 (3)	
設問2 (1)	
設問2 (2)	
設問2 (3)	