

# 二級地中熱施工管理技術者 資格試験問題集

2022年11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】 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。空欄㉞～㉡に入る語句の組合せとして、最も適当なもの一つを選び、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
㉞	1.53	1.19	3.03	2.15
㉟	2.0	—	—	—
㊱	1.44	—	—	—
㊲	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
ローム層	1.0	0.72	—	—
岩(重量)	3.1		—	
岩(軽量)	1.4		—	
花崗岩	3.5		—	

1. ㉞ 砂礫    ㉟ 粘土    ㊱ 砂    ㊲ シルト
2. ㉞ 粘土    ㉟ 砂礫    ㊱ シルト    ㊲ 砂
3. ㉞ 粘土    ㉟ シルト    ㊱ 砂    ㊲ 砂礫
4. ㉞ 砂    ㉟ 砂礫    ㊱ シルト    ㊲ 粘土

【2】 基本計画時にはシステムの全体構成を考慮し、地中熱交換井の計画、ヒートポンプの選定、コストスタディ(イニシャルコスト、ランニングコスト)を実施する。これらのうち、地中熱ヒートポンプシステムに特有の作業として、最も適当なもの一つを選び、番号1～4で示しなさい。

1. 地中熱交換井の計画
2. ヒートポンプの選定
3. コストスタディ(イニシャルコスト)
4. コストスタディ(ランニングコスト)

【3】 地中熱ヒートポンプシステムの実施設計図の説明として、最も不適当なもの一つを選び、番号1～4で示しなさい。

1. 機器表は、ヒートポンプや地中熱交換井等の仕様を記載したものである。
2. 詳細図は、他の図面に表現しきれない項目を特記として記載したものである。
3. 系統図は、系統の接続関係をわかりやすく図示したものである。
4. 配置図・外構図は、地中熱交換井の設置間隔や配管ルートを図示したものである。

【4】地中熱ヒートポンプは二次側循環流体の種類により3種類に分類される。そのうち、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。

1. 一次側の熱源は地中熱である。
2. 冷媒が循環している回路がある。
3. 水-冷媒熱交換器を有している。
4. 空気-冷媒熱交換器を有している。

【5】熱応答試験についての記述として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 熱応答試験は、地盤の熱物性や熱交換能力を推定する地盤調査試験である。
2. 温水循環試験の方法は、地中熱交換器内に熱負荷を与えずに循環流体を循環させ、地中温度の経時変化を計測する。
3. 熱応答試験の結果は、地中熱交換井の本数・長さを決定するためのデータとして利用される。
4. 熱応答試験を実施することは、大規模地中熱利用システムの採算性向上にもつながる。

【6】熱応答試験の実施方法として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 温水循環試験のモニタリング時間は、24 時間以上とする。
2. 温度回復試験のモニタリング時間は、48 時間以上とする。
3. 基礎杭を利用して多数の熱交換器を設ける場合には、50 本ごとに 1 孔で試験する。
4. 地中熱交換井間の相互干渉を防ぐため、試験孔は掘削中の孔より最低 15 m 以上の離隔をとる。

【7】熱応答試験の実施における注意点として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 熱応答試験は熱交換井の施工完了後、3日間程度放置して自然状態に復帰してから開始する。
2. 試験装置の配管にはエア抜きを設置しなくてもよい。
3. 計測器の精度が高ければ、温水循環試験の試験期間は規程の時間よりも短くできる。
4. 地上配管における熱損失が大きいと負荷が不安定になるので、地上配管の長さは最小限にし、断熱を施さない。

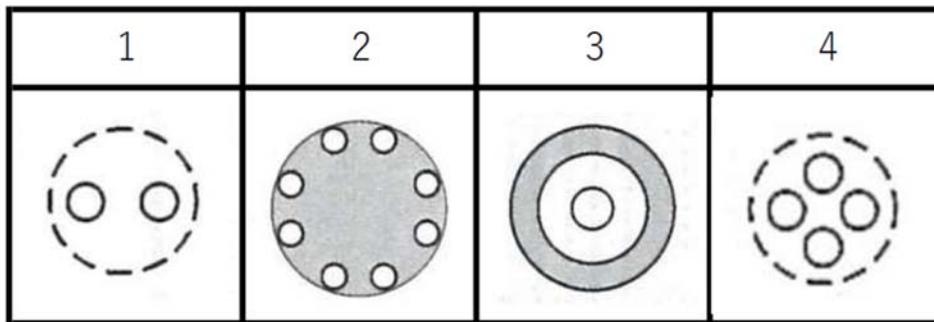
【8】地中熱交換器による分類についての記述として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. クローズドループシステムでは、ボアホール・杭を利用するほか地下水を直接くみ上げて利用するタイプもある。
2. ボアホールを利用する地中熱交換器では、Uチューブを利用する方法が一般的である。
3. 杭を利用するシステムには、鋼管杭、PHC 杭および場所打ち杭等の方式がある。
4. 水平埋設型熱交換器には、ラジアルウェル、水平ループ、コイル(俗称スリンキー)、シート型がある。

【9】地中熱ヒートポンプシステムの基本設計を行う前には、各種の事前調査を実施する必要がある。それらのうち、机上調査として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 地質情報
2. 既存井戸情報
3. 電線・電話線
4. 気象情報

【10】下図は、種々の地中熱交換井の断面図を表現している。ボアホール方式のシングルUチューブの断面図として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。



【11】以下の条件において、地中熱交換井の掘削深度として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

- ・横引き配管埋設深度 : 0.6 m
- ・余長 : 1.2 m
- ・地中熱交換器長さ : 100.0 m
- ・重り長さ : 0.3 m

1. 100.0 m
2. 101.2 m
3. 101.8 m
4. 102.1 m

【12】Uチューブ(地中熱交換器)の規格と種類についての記述として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. Uチューブには、高密度ポリエチレン(PE100)が用いられる。
2. Uチューブの寸法体系準拠規格には、JIS規格、PWA規格、ISO規格がある。
3. Uチューブを横引き配管と接続する際は、電気融着式継手(EF継手)を使用する。
4. EF継手と横引き配管は、同一規格品を使用すれば、継手メーカーと管メーカーは異なっても問題は無い。

【13】呼び径 25 の U チューブの寸法として、最も適当なものの一つを選び、番号1～4で示しなさい。  
ただし、準拠規格は JISK6762とする。

・ $D$ ：外径　 $t$ ：厚さ　 $d$ ：近似内径

1.  $D$  34 mm　 $t$  3.5 mm　 $d$  27 mm
2.  $D$  27 mm　 $t$  3.0 mm　 $d$  21 mm
3.  $D$  42 mm　 $t$  4.0 mm　 $d$  34 mm
4.  $D$  31 mm　 $t$  3.0 mm　 $d$  25 mm

【14】地中熱交換井掘削時に用いる、掘削工法と掘削流体材料の組合せとして、最も不適当なものの一つを選び、番号1～4で示しなさい。

1. 回転振動式　－　清水・泥水
2. ロータリーパーカッション式　－　清水・泥水
3. ダウンザホールハンマ式　－　清水・潤滑油
4. ロータリー式　－　泥水

【15】充填材に珪砂を用いる理由として、最も不適当なもの一つを選び、番号1～4で示しなさい。

1. 地中熱交換器の表面を傷つける恐れが少ない。
2. 熱伝導率が低く粒径がそろっている。
3. 孔壁崩壊を防止する。
4. 地層と地中熱交換器の密着が良い。

【16】Uチューブ挿入時の注意点として、最も不適当なもの一つを選び、番号1～4で示しなさい。

1. 挿入には専用の降下治具を使用する。
2. トルエンなどの有機溶剤を使用した幅広のビニールテープで束ねる。
3. 適正重量の重りを取り付け挿入する。
4. 水圧試験終了後にキャップとテープ等で養生する。

【17】地中熱交換井の詳細と定義として、最も不適当なもの一つを選び、番号1～4で示しなさい。

1. 地中熱交換井掘削深度には、横引き配管埋設深度が含まれる。
2. 地中熱交換井掘削深度には、Uチューブ挿入時の重り長さが含まれる。
3. 地中熱交換器長さには、埋設部の横引き配管長さが含まれる。
4. 横引き配管埋設深度には、凍結深度が含まれる。

【18】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)に使用する工具類として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい

1. グラインダー
2. クランプ
3. スクレーパー
4. パイプカッター

【19】地中熱ヒートポンプシステムの一次側配管方式についての記述として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 直列方式は、並列方式と比較して摩擦損失水頭を小さくすることができる。
2. 並列方式は、リバーシタールで接続する方法である。
3. 並列・ヘッダー併用方式は、グループ数等を考慮したバランスの良い計画を行うことが必要である。
4. 直列・ヘッダー併用方式は、摩擦損失水頭を考慮したバランスの良い計画を行うことが必要である。

【20】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. 比熱が大きいこと。
2. 熱伝導率が大きいこと。
3. 沸点が低いこと。
4. 凍結温度が低いこと。

【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の記述として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

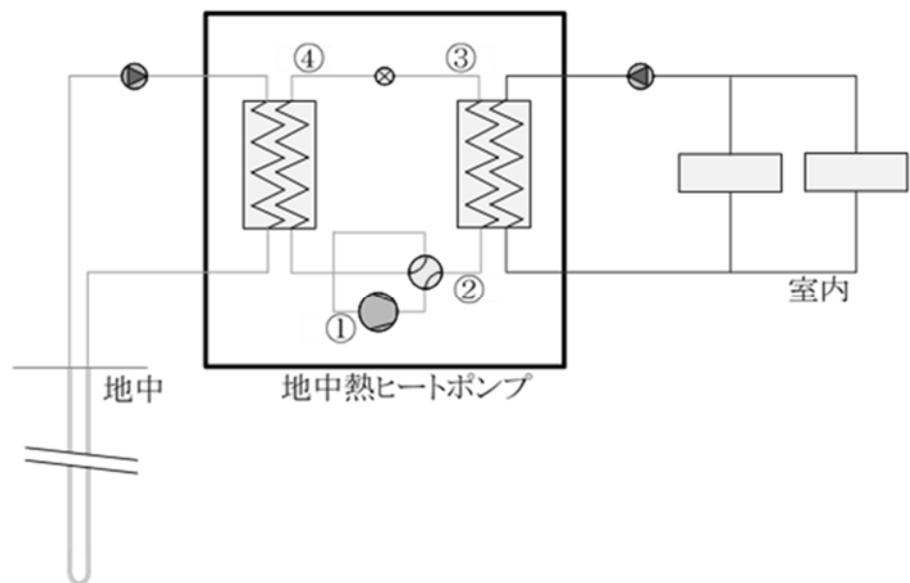
1. 埋設配管の際の掘削幅は敷設場所の状況により異なるが、溝内で配管作業ができる幅を確保するため500 mm 以上を標準とする。
2. 掘削溝を平らに仕上げた後の敷き砂は、厚さ100 mm 以上となるようにする。
3. 埋設深さは300 mm 以上を標準とし、自動車などの走行による荷重や衝撃を考慮して決定する。
4. 発生土による埋め戻しは、1層が300 mm 程度とし、含水が高い発生土の場合はセメント系固化剤を散布することが望ましい。

【22】地中熱ヒートポンプシステムで使用される高密度ポリエチレン管の EF 接合の施工要領についての記述として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 融着面の清掃には、エタノールを浸み込ませたペーパータオルを使用した。
2. 融着に使用するコントローラ用電源には、専用の発電機を使用した。
3. 融着中、コントローラにエラー表示が出たため、新しい継手に交換し、最初から通電を開始した。
4. 融着終了後、EF 継手のインジケータがほとんど隆起していなかったため、そのまま再度融着を行った。

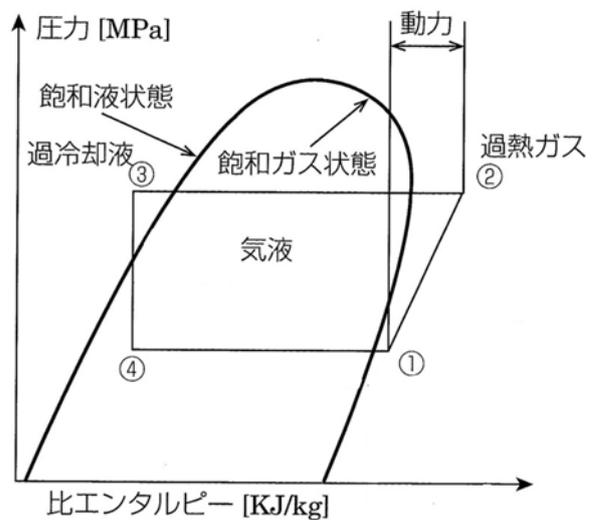
【23】加熱時の地中熱ヒートポンプにおける冷媒ガスの蒸発過程として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. ① → ②
2. ② → ③
3. ③ → ④
4. ④ → ①



【24】地中熱ヒートポンプサイクルの冷媒ガスの状態を示す P-H 線図の圧縮過程として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. ① → ②
2. ② → ③
3. ③ → ④
4. ④ → ①



【25】地中熱ヒートポンプの、冷房と暖房を切り替える役割を持つ部品として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4示しなさい。

1. 膨張弁
2. ポンプ
3. 凝縮器
4. 四方弁

【26】地中熱ヒートポンプと空気熱源ヒートポンプを比較した記述として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 地中熱ヒートポンプは安定した地下の温度を熱源に利用することで、高効率運転ができる。
2. 寒冷地以外では、冬季において外気温と地下温度が同じなのでメリットが少ない。
3. 寒冷地では、夏季において外気温と地下温度が同じなのでメリットが少ない。
4. 外気温が低い場合、地中熱ヒートポンプはデフロスト運転が頻繁に発生するが、空気熱源ヒートポンプではデフロスト運転をすることがない。

【27】下記は、家庭用に地中熱ヒートポンプシステムを施工する際の注意点についての記述である。空欄㉔～㉞に入る語句の組合せとして、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

騒音が気になる場所には設置しないようにし、特に㉔の近くなどは注意する。  
機器の振動が響く場所や床面などには設置しないようにし、㉕などで配管に振動が伝わらないようにする。  
冷房運転時など配管が結露する恐れがあるため、配管に㉞を行う。

- |         |          |        |
|---------|----------|--------|
| 1. ㉔ 玄関 | ㉕ ストレーナー | ㉞ 防錆塗装 |
| 2. ㉔ 玄関 | ㉕ 防振継手   | ㉞ 保温工事 |
| 3. ㉔ 寝室 | ㉕ 防振継手   | ㉞ 保温工事 |
| 4. ㉔ 寝室 | ㉕ ストレーナー | ㉞ 保温工事 |

【28】下記は、地中熱ヒートポンプシステムの性能についての記述である。空欄㉗～㉜に入る語句の組合せとして、最も適当なものを一つ選び、番号 1～4で示しなさい。なお、同じ記号の空欄には同じ用語が入る。

地中熱ヒートポンプシステムで暖房運転時は、地中熱交換器の〔㉗〕を測定し、これに〔㉑〕の消費電力分の熱量を〔㉘〕ことにより、地中熱ヒートポンプシステムの暖房能力を算定することができる。一方、冷房運転中は地中熱交換器の〔㉚〕を測定し、これに〔㉑〕の消費電力分の熱量を〔㉜〕ことにより、地中熱ヒートポンプシステムの冷房能力を算定することができる。

- |          |         |       |       |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|
| 1. ㉗ 放熱量 | ㉑ 循環ポンプ | ㉘ 加える | ㉚ 採熱量 | ㉜ 減ずる |
| 2. ㉗ 放熱量 | ㉑ 循環ポンプ | ㉘ 減ずる | ㉚ 採熱量 | ㉜ 減ずる |
| 3. ㉗ 放熱量 | ㉑ 圧縮機   | ㉘ 減ずる | ㉚ 採熱量 | ㉜ 加える |
| 4. ㉗ 採熱量 | ㉑ 圧縮機   | ㉘ 加える | ㉚ 放熱量 | ㉜ 減ずる |

【29】下記は、不凍液のメンテナンスについての記述である。空欄㉗～㉚に入る語句の組合せとして、最も適当な組み合わせを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

不凍液を長時間使用すると添加剤が消耗し、〔㉗〕が低下する。性能を確認するために、定期的な不凍液の点検を推奨する。簡易的な方法としては、不凍液の濃度と pH の測定を〔㉑〕年に 1 回程度行うとよい。濃度が低下している場合には、必ず充填されている不凍液と同一の製品を加え、適正な濃度に調整する。なお、循環水として、〔㉘〕を使ってはいけない。劣化した不凍液は、〔㉚〕として適切に処理すること。

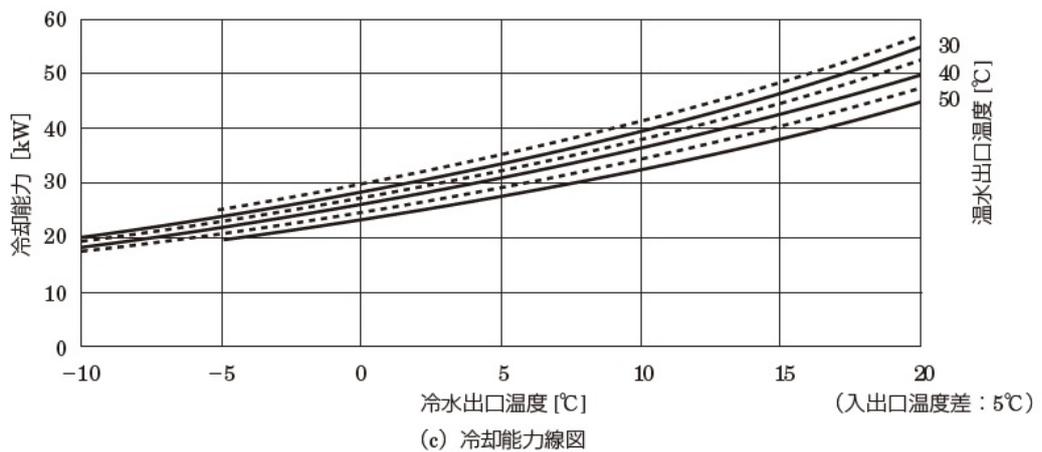
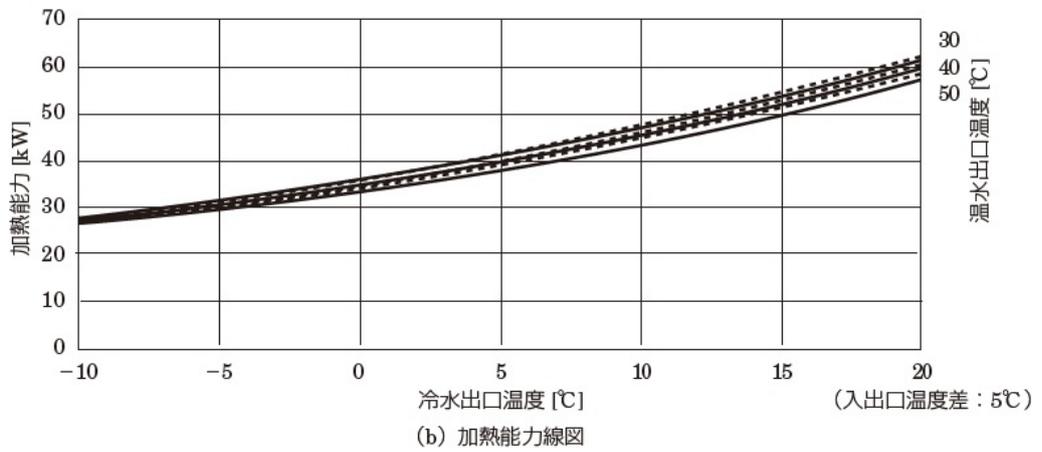
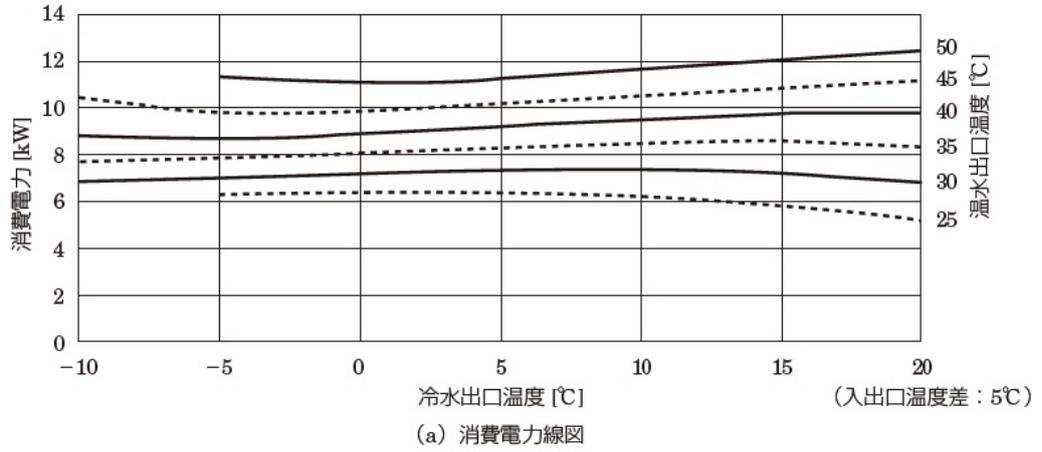
- |              |     |       |         |
|--------------|-----|-------|---------|
| 1. ㉗ 防錆・防食能力 | ㉑ 5 | ㉘ 水道水 | ㉚ 一般廃棄物 |
| 2. ㉗ 防錆・防食能力 | ㉑ 1 | ㉘ 井水  | ㉚ 産業廃棄物 |
| 3. ㉗ 比熱      | ㉑ 5 | ㉘ 井水  | ㉚ 一般廃棄物 |
| 4. ㉗ 比熱      | ㉑ 1 | ㉘ 水道水 | ㉚ 産業廃棄物 |

【30】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」についての記述のうち、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 全ての空調用の業務用地中熱ヒートポンプは、ユーザーによる四半期に1回以上の簡易点検が必要である。
2. 圧縮機電動機定格出力が 3 kW の空調用の業務用地中熱ヒートポンプは十分な知見を有する者による 1 年に 1 回の定期点検が必要である。
3. 冷媒フロン類取扱技術者は、十分な知見を有する者として定期点検を行ってもよい。
4. 圧縮機電動機定格出力が 10 kW の空調用の業務用地中熱ヒートポンプは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必要である。

【31】下に示す地中熱ヒートポンプの能力線図において、温水温度 25→30℃、冷水温度 10→5℃の場合の冷却能力として、最も適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 60 kW
2. 40 kW
3. 35 kW
4. 20 kW



【32】地中熱ヒートポンプシステム計測機器の積算熱量計についての記述として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 選定にあたっては、計測対象が積算熱量計の適用範囲内であることを確認すること。
2. 積算熱量計の出力は基本的に熱量のみであり、温度や温度差などは出力しない。
3. 積算熱量計の最小温度差よりも熱媒の温度差のほうが小さくなるように選定すること。
4. 熱媒が不凍液の場合、流量計測部分が粘性の影響を受ける場合があるので注意すること。

【33】地中熱ヒートポンプシステムの計測方法についての記述として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 各計測器の測定レンジを、所定の精度が確保されるように適正な範囲に設定する。
2. 温度計は、ヒートポンプを稼働させない状態で、熱媒だけを循環させた時の2本の温度計の差を確認し、調整することが望ましい。
3. 地中熱ヒートポンプシステムの二次側熱負荷の変動の影響による熱媒の出入口温度の変動に対応するため、計測間隔は1分とする。
4. 暖房時の二次側熱量は、一次側熱量からヒートポンプ圧縮機消費電力量を引いた値である。

【34】地中熱ヒートポンプシステム(クローズドループ)のモニタリング結果よりシステム COP の評価を行った結果、想定よりも低い値となった。その場合に確認する項目として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 観測井の水質に著しい変化はないか確認する。
2. 機器の負荷率が極端に低くないか確認する。
3. システム規模に対してポンプの容量が大きくないか確認する。
4. 設計よりも熱源水温度が悪い条件でないか確認する。

【35】地中熱ヒートポンプシステムのモニタリングや性能評価の実施により得られる結果として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. ヒートポンプ定格能力
2. ヒートポンプ製造熱量
3. システム COP
4. 「見える化」によるシステムの優位性のアピール

【36】地中熱ヒートポンプシステム計測機器の温度計についての記述として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 温度差が正確に測定できるように、2本の温度計は同じ方法で設置し、設置上で相対誤差がないようにする。
2. 挿入型の温度計の場合、管壁付近の温度の影響を受けないようにセンサ部は管中心付近まで確実に挿入する。
3. 保護管を使用する場合、熱伝導材を充填し、温度変化を確実に計測できるように応答性を良くしておく必要がある。
4. 温度計の精度の目安としては、 $\pm(1.5+0.2|T|)$ °Cとなる。

【37】地中熱ヒートポンプシステムをモニタリングし運転管理評価する際の評価項目として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 節電効果
2. 機器負荷率
3. ヒートポンプ単体性能
4. システム性能

【38】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. 各工事の関連性を表示するため、作成が比較的容易
2. 各作業の施工時期や所要日数が明確
3. 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
4. 各作業が全体に及ぼす影響が明確

【39】設計図書として、最も優先順位が低いものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 特記仕様書
2. 共通仕様書
3. 設計図
4. 現場指示書

【40】施工管理における四大管理として、最も不適当なものを一つ選び、番号1～4で示しなさい。

1. 原価管理
2. 安全管理
3. 工程管理
4. 写真管理

## 筆記問題

【1】下記は、地中熱交換器の水圧試験についての記述である。空欄㉗～㉙に当てはまる数値を述べなさい。  
なお、同じ記号の空欄には同じ数値が入る。

水圧試験は、送水ポンプまたはハンドポンプを用いて、圧力 $\boxed{\text{㉗}}$  MPa まで加圧し、 $\boxed{\text{㉘}}$  分間放置する。放置後、 $\boxed{\text{㉗}}$  MPa まで再加圧し、すぐに水圧を $\boxed{\text{㉙}}$  MPa まで減圧し、そのまま放置する。放置 1 時間後に、0.40 MPa 以上で漏水なしと判断する。

## 計算問題

【1】以下の条件に基づく必要地中熱交換井本数を求めなさい。なお、計算式を示しなさい。

- ・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
- ・地中熱交換器長さ : 100 m/本

【2】地中熱交換井設置工事(ダブルUチューブ)で用いる充填材の珪砂について、下記の条件で必要となる体積[m<sup>3</sup>]を求めなさい。計算には遮水材、横引き配管埋設深度、余長は無視するものとする。なお、計算式を示し、小数点以下第3位を四捨五入すること。

- ・掘削径 : 179 mm
- ・Uチューブ外径 : 34 mm
- ・Uチューブ挿入深度 : 100 m
- ・円周率 : 3.14

【3】地中熱ヒートポンプシステムの冷房運転中に次のデータが得られた場合のヒートポンプの冷房能力[kW]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。

- ・ヒートポンプに入る水(一次側)の流量 : 45 L/min
- ・ヒートポンプに入る水(一次側)の温度 : 25 °C
- ・ヒートポンプから出る水(一次側)の温度 : 30 °C
- ・ヒートポンプの圧縮機の消費電力 : 5.0 kW
- ・一次側循環ポンプの消費電力 : 0.5 kW
- ・二次側循環ポンプの消費電力 : 0.4 kW

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】	4	【2】	1	【3】	2	【4】	4	【5】	2
【6】	4	【7】	1	【8】	1	【9】	3	【10】	1
【11】	3	【12】	4	【13】	1	【14】	3	【15】	2
【16】	2	【17】	3	【18】	1	【19】	1	【20】	3
【21】	3	【22】	4	【23】	4	【24】	1	【25】	4
【26】	1	【27】	3	【28】	4	【29】	2	【30】	2
【31】	3	【32】	3	【33】	4	【34】	1	【35】	1
【36】	4	【37】	1	【38】	1	【39】	2	【40】	4

### 筆記問題

【1】	ア	0.75	イ	5	ウ	0.50
-----	---	------	---	---	---	------

### 計算問題

【1】	<p>(式) ヒートポンプの冷房消費電力 : <math>50 \text{ kW} \div 5 = 10 \text{ kW}</math>          冷房時必要地中熱交換量 : <math>50 \text{ kW} + 10 \text{ kW} = 60 \text{ kW}</math>          必要地中熱交換器有効長さ : <math>60 \text{ kW} \times 1,000 \div 60 \text{ W/m} = 1,000 \text{ m}</math>          必要地中熱交換井本数 : <math>1,000 \text{ m} \div 100 \text{ m/本} = 10 \text{ 本}</math></p>	(答え) 10本
【2】	<p>(式) <math>[[3.14 \times (179/1000/2)^2] - [3.14 \times (34/1000/2)^2 \times 4]] \times 100 = 2.15 \text{ m}^3</math></p>	(答え) $2.15 \text{ m}^3$
【3】	<p>(式) <math>4.19 \times 1 \times 45 \times (30.0 - 25.0) \div 60 = 15.7125</math>  <math>15.7125 - 5.0 \div 10 = 10.7</math></p>	(答え) 10.7 kW