

TT レベル 2 一般・専門試験のポイント

近年に出題された TT レベル 2 の一般試験と専門試験の問題のうち、正答率の低かった問題の類題について解説する。なお、過去の NDT フラッシュ記事でも試験問題のポイントを紹介しているのでそれらも参考にしていきたい。

一般試験の類題

問 1 空間分解能が同じで画素数の異なる赤外線サーモグラフィ装置を用いて、同一の測定距離で温度測定を行う。次の文は、その際の測定条件について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 画素数が少ない装置では、最小検知寸法が小さくなる。
- (b) 画素数が少ない装置では、最小検知寸法が大きくなる。
- (c) 画素数が少ない装置では、視野角が小さくなる。
- (d) 画素数が少ない装置では、視野角が大きくなる。

正答 (c)

図 1 に示す通り、空間分解能は 1 画素あたりの視野角 (=最小視野角) であり、最小検知寸法は空間分解能に測定距離を乗じたものであり、画素数には依らない。また、水平視野角および垂直視野角は空間分解能にそれぞれ水平画素数および垂直画素数を乗じたものであり、画素数が少ない装置は視野角も小さくなる。したがって、正答は (c) となる。

空間分解能、視野角、測定距離の関係については、測定条件を決定する上で極めて重要であるため十分に理解しておいてもらいたい。

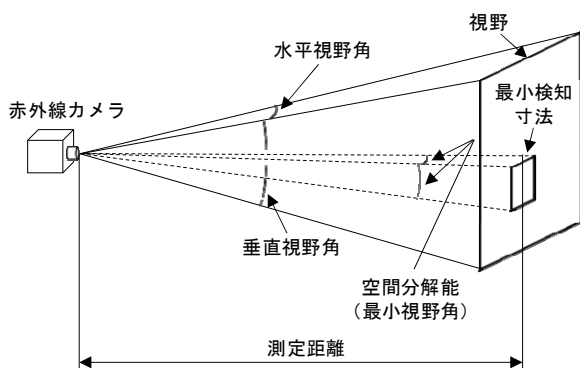


図 1 空間分解能と視野角の関係

問 2 次の文は、電気走査による二次元アレイセンサの特徴について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 校正用の基準温度熱源を走査毎に参照でき、環境温度変化による温度ドリフトに対する補正が容易である。
- (b) 機械走査方式に比べ、素子が大きくなるので、装置は小型化できない。
- (c) 機械走査方式に比べ、熱画像データの取り込み速度が遅い。
- (d) 素子の感度を均一に揃えることや素子の欠陥を無くすことが難しい。

正答 (d)

機械走査方式は、熱画像データの取り込み速度が機械の走査速度に依存するため高速化が困難であり、また走査機構があるため光学系の小型化が難しい。二次元アレイセンサによる電気走査では、これらの問題点が解消され、高速化・小型化が可能である。二次元アレイセンサの短所は、複数の素子の感度を均一化することや素子の欠陥を無くすことが困難なことである。したがって、正答は (d) となる。(a) は機械走査方式について説明したものである。

問 3 次の文は、接触熱抵抗について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 接触面積の減少により電流密度が増加し、発熱する現象のことである。
- (b) 接触熱抵抗を小さくする手段は存在しない。
- (c) 表面粗さを増すことで、接触熱抵抗は減少する。
- (d) 2 固体間の接触圧力を増すことで、接触熱抵抗は減少する。

正答 (d)

固体と固体が接触した場合、伝導による熱エネルギーの移動が生じるが、通常、両固体は完全に接触しているわけではなく、部分的にしか接触していない。その結果、両固体接触面の温度は見かけ上、不連続となり温度差が生じる。これを接触熱抵抗と呼ぶ。接触熱抵抗の大きさは、両固体接触面間に存在する流体の性質や接触面の粗さ、接触圧力に応じて変化し、粗さの減少および 2 固体間の接触圧力の増加は、接触熱抵抗の減少につながる。したがって、正答は (d) となる。

問4 次の文は、温度伝導率について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 温度伝導率は熱伝導率とも呼ばれる。
- (b) 液体の温度伝導率は、気体の温度伝導率よりずっと小さく 1/100 程度である。
- (c) 気体と液体の温度伝導率はほぼ同程度である。
- (d) 比熱が大きいほど温度伝導率は大きくなる。

正答 (b)

非定常状態の熱伝導による温度変化を表す基本式は式(1)で与えられる。

$$\frac{dT}{dt} = \alpha \frac{d^2T}{dx^2} \quad (1)$$

ここで α は温度伝導率あるいは熱拡散率と呼ばれ、熱伝導率 λ 、密度 ρ 、比熱 C_p により式(2)で表される。

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho C_p} \quad (2)$$

温度伝導率は物体の温度変化の速さに関係した物性値である。気体と固体(金属)の温度伝導率の値は同程度であるが、液体は気体より 1/100 程度と非常に小さい。したがって、正答は(b)である。

問5 次の文は、赤外線サーモグラフィ装置において、短波長形装置と比べたときの長波長形装置の特徴について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 大気の影響が大きい。
- (b) 常温物体からの反射の影響が小さい。
- (c) 太陽光反射の影響が大きい。
- (d) 顕微計測における最小検知寸法が大きい。

正答 (d)

長波長形装置は短波長形装置よりも、大気の影響や太陽光反射の影響は小さいが、室温反射の影響は大きい。また、顕微計測における最小検知寸法は、測定波長の大きさに依存し、短波長形装置の方が最小検知寸法をより小さくできる。したがって、正答は(d)となる。

専門試験の類題

問6 次の文は、放射率補正と反射補正について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 放射率が 1.0 に近くなくても放射率補正の放射率設定が適正にできれば、正しい温度測定に反射補正は必要ない。
- (b) 測定対象物の温度が反射源の温度に近いと、反射補正を行わない時の誤差は大きくなる。
- (c) 測定対象物の温度が反射源より低温であっても、反射補正温度が温度レンジ内であれば反射補正の機能は有効である。
- (d) 反射補正を行う場合、反射源温度の設定値は反射源の見かけの温度(放射率 1.0 で測定した温度値)ではなく真温度を入力しなくてはならない。

正答 (c)

通常の物体は放射率が 1.0 より小さいため、図2のように赤外線サーモグラフィ装置に入射する赤外線は測定物体からの放射赤外線以外に、物体表面で反射される環境反射源からの赤外線が加算されたものになる。したがって、正しい温度測定には、測定物体の適切な放射率設定に加え、反射補正を行う必要があり、(a)は間違いである。また、反射補正を行わない時の測定誤差は、測定物体と反射源の温度差が大きい場合に特に大きくなり、(b)も間違いである。反射補正を行う際の反射源温度の設定値は、反射源の放射率を 1.0 としたときの反射源の見かけの温度でよく、(d)も間違いである。反射補正温度が温度レンジ内で正しく設定していれば反射補正の機能は有効である。したがって、正答は(c)となる。

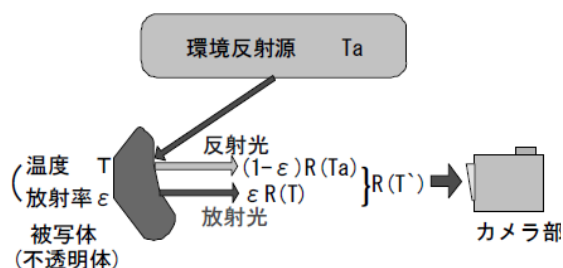


図2 赤外線サーモグラフィ装置に入射される赤外線

LT レベル 2 一般・専門試験のポイント

JIS Z 2305:2013 非破壊試験技術者の資格及び認証に基づく LT レベル 2 の一般・専門試験は主に『漏れ試験 II』から出題されるが、当然、レベル 1 の内容も含まれる。漏れ試験は、原理も異なる多数の試験方法があり用いられる機材も異なるが、本稿では、試験問題の中から特に重要と思われる問題の類題を例示しながら、正答のポイントを解説する。

一般試験の類題

問 1 次の文は、気体の分子数について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 容積に含まれる気体の分子の数は温度と圧力で決まり、気体の種類によらない。
- (b) 容積に含まれる気体の分子の数は気体の種類で決まり、温度や圧力によらない。
- (c) 容積に含まれる気体の分子の数は圧力で決まり、温度や気体の種類によらない。
- (d) 容積に含まれる気体の分子の数は気体の種類と温度で決まり、圧力によらない。

正答 (a)

気体中の分子は、同一圧力、同一温度の分子の個数は、種類が異なっても等しい。温度が 0℃で圧力が 1 気圧の標準状態のとき、22.4 L を占める気体の量を 1 モルという。よって気体の種類で分子数が決まるとしている (b) と (d) は誤りである。また、分子の数は圧力のみで決まるものではなく、温度でも決まる。

よって、正答は (a) となる。

問 2 次の文は金属表面からのガス放出について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 金属表面からのガス放出量は、真空中での加熱処理により減少できる。
- (b) 金属表面からのガス放出量は、真空中での加熱処理を行っても変動しない。
- (c) 金属表面からのガス放出量は、表面処理によらず材料固有の値である。
- (d) 金属表面からのガス放出量は、FRP のような高分子材料と比べて多い。

正答 (a)

真空容器のリーク試験を行う場合、容器の内表面からのガス放出が仮想リークや検出感度の悪化を招く場合がある。真空容器表面のガス分子は、表面に吸着したり、素材欠陥部に吸蔵されている。表面が粗い状態や、水や油で汚れていると、その分多くのガスを吸蔵している事になる。また、FRP のような高分子材料の方が、金属より多くのガスを吸蔵する。吸蔵されたガスを排気するためには、容器表面を熱する方法が有効であり、ベーキングと呼ばれる。

よって、正答は (a) となる。

問 3 真空計の測定方式による分類で、電気及び機械的現象を利用しないものはどれか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) U 字管真空計
- (b) 隔膜真空計
- (c) ピラニ真空計
- (d) ブルドン管真空計

正答 (a)

U 字管真空計は液柱式圧力計の一種で、U 字管の片側を大気に開放しないで真空中に吸引するか、片側を封止した差圧計で、液柱の高低差から気体の圧力を直接測る絶対圧計である。

隔膜真空計は、気体分子が薄い金属製の壁を押す力を計測することによって圧力を測定する真空計である。隔膜が変形すると金属製の電極との距離が変化するため、電気信号の変化として圧力を捉えることができる。

ピラニ真空計は、ガラス管または金属管内に封入した金属細線（白金やタングステンなど）を通電加熱し、気体分子による熱伝導を測定して圧力を求める。これは気体分子の量によって細線の熱が奪われることを利用している。

ブルドン管真空計は、楕円断面を有する金属中空管を C 型、スパイラル、ヘリカル状に曲げて、片側の端を閉じ、開口固定端から測定圧力を導入すると、金属中空管の曲率に変化し、密閉自由端（管先）が変位する事を利用したものである。

よって、正答は (a) となる。

専門試験の類題

問 4 次の文は、発泡漏れ試験の発泡液の塗布について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答え

よ。

- (a) 発泡液の塗布は、試験対象となる範囲全体に同時、かつ一様に塗布しなければならない。
- (b) エアゾル缶に入った発泡液を用いる場合、塗布時の泡はそれ以上成長せずに残るので、漏れによる泡と区別できるため、塗布時に出来る泡は無視して良い。
- (c) スプレーで塗布する場合は、エアレスガンより広い面積に短時間で塗布できるエアガンを用いるほうが良い。
- (d) エアゾル缶に入った発泡液を用いる場合、塗布時の泡と漏れによる泡を区別するためには、再度発泡液を塗布するのが好ましい。

正答 (d)

発泡液は試験対象範囲の1回で観察できる範囲に均一に塗布する。エアゾル缶の発泡液を用いた場合、塗布と同時に液に溶解していた炭酸ガスで泡立つが、その泡はすぐに消え、その後発生する泡が真の漏れによる泡となる。塗布ガンなどを使用する場合は、エアガンではなくエアレスガンが望ましい。

よって、正答は(d)となる。

問5 アルゴンガスが絶対圧で1 MPa 充填されている0.032 m³の密閉容器で、1年間のアルゴンの許容漏れ量が充填量の10 vol%の場合、許容されるアルゴンガスの漏れ量について、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

(ただし、内部圧力の変化は無視し、1年は 3.2×10^7 秒とする。)

- (a) $1.0 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
- (b) $1.0 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
- (c) $1.0 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
- (d) $1.0 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$

正答 (a)

1年間のアルゴンの許容漏れ量は10 vol%なので

$$0.032 \text{ m}^3 \times 1 \times 10^6 \text{ Pa} \times 0.1 = 3200 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$$

となる。上記の漏れ量を1年の秒数で割れば良い。

よって、正答は(a)となる。

問6 水素漏れ試験方法のサーチガスとして一般的に用いられている水素と窒素の工業用混合ガスの特徴について、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 検出感度が高い。
- (b) 拡散性が高くバックグラウンドとして残りにくい。
- (c) 可燃性が高く取り扱いに注意が必要である。
- (d) 温暖化ガスとして指定されている。

正答 (b)

サーチガスを利用した漏れ試験としては、ヘリウムガスが一般に広く利用されている。その他では冷凍・空調製造業界でハロゲン系ガスも以前は使われていた。これは冷媒に使用するフロンガスがそのままサーチガスとなる利点があったためである。しかし、フロンガスが温暖化ガスに指定されたことから、ハロゲン系ガスによる検査は避けられるようになった。

これに代わって行われるようになった試験方法の一つとして、水素ガスをサーチガスとした漏れ試験方法が挙げられる。海外では地中埋設管の漏れ試験などに以前から利用されている。また、近年はヘリウムガスの供給不安や価格高騰が見られることから、今後はヘリウムガスの代替としても活用される可能性を秘めている。

水素は可燃性のため、サーチガスとしては水素5%、窒素95%の混合ガスが用いられる。これにより取扱いは容易になったが、検出感度は水素100%に比べて1/20となる。水素は拡散性が高いためバックグラウンドとして残り難いため、リーク試験用としては扱いやすい。また、大気中の濃度が0.5 ppmと低い事も扱いやすさの一つである。水素5%窒素95%の混合ガスは温暖化ガスに指定されていないため規制は無い。また、工業的に製造する事ができるため、価格及び供給が安定している。

よって、正答は(b)となる。