

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たい。

一般試験の類題

問 1 次は、赤外線サーモグラフィ装置の構成要素のうち、赤外線センサから出力されるものを示している。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 赤外線エネルギー
- (b) 電気信号
- (c) デジタル信号
- (d) 温度信号

正答 (b)

赤外線サーモグラフィ装置の信号処理の流れを以下に示す。

- 1) 光学系で赤外線を集光する。
 - 2) 赤外線センサで集光された赤外線エネルギーを電気信号に変換する。
 - 3) プリアンプで電気信号を増幅する。
 - 4) A/D 変換器で電気信号をデジタル信号に変換する。
 - 5) あらかじめ求めた装置固有の温度校正カーブより、デジタル信号を温度信号に変換する。
- したがって、正答は (b) となる。

問 2 次の文は、出力が常に同一になる欠陥画素（感度不良画素）の補正方法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) 時系列の複数画像を加算し平均する。
- (b) 該当画素の電圧を増幅する。
- (c) 周囲の画素出力の平均値で置き換える。
- (d) 基準参照源を参照し、感度を均一化させる。

正答 (c)

2次元センサでは、画素が多くなるほど欠陥画素をゼロにすることが難しく、欠陥画素は常に同じ出力になるため、熱画像では目立った指示となる。そのような場合には、欠陥画素の出力を周囲の画素出力の平均値で置き換える方法が用いられ、正答は (c) となる。

問 3 次の文は、温度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) 物体や系が持っている仕事をするができる能力である。
- (b) 熱エネルギーがある点から他の点へ移動する傾向の強さを表す尺度である。
- (c) エネルギー形態の一つである。
- (d) 熱エネルギーが物体と物体の間を移動する現象のことである。

正答 (b)

”熱” と ”温度” という言葉は日常的によく使われるが、それぞれ正しい定義については十分に理解されておらず、混同して用いられることも少なくない。機械工学辞典などによれば、”熱” はエネルギーの形態の一つであり、”温度” は熱エネルギーがある点から他の点へ移動する傾向の強さを表す尺度と定義されている。したがって、正答は (b) となる。(a) は ”エネルギー”、(d) は ”伝熱” をそれぞれ説明したものである。

問 4 次は標準スリットパターンを識別するのに必要な標準試験片と背景との最小温度差を示したものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 最小検知温度差
- (b) 最小分解温度差
- (c) 温度ドリフト
- (d) 雑音等価温度差

正答 (b)

最小分解温度差は問題文の通りで、正答は (b) となる。他の選択肢については以下に述べる。

- (a) 最小検知温度差：ある大きさの測定対象物を検出するのに必要な測定対象物と背景との最小温度差
- (c) 温度ドリフト：周囲温度の変化によって生じる赤外線放射系の出力変動
- (d) 雑音等価温度差：検出信号が雑音のレベルに等しくなる時の測定対象物と背景との最小温度差

問 5 次の文は、赤外線サーモグラフィ装置における短波長形と比較したときの長波長形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) 大気吸収の影響が大きい。
- (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) 被写体の色による放射率の違いが小さい。

正答 (d)

長波長形の装置は短波長形の装置に比べて、大気の影響・太陽光反射の影響・被写体の色による放射率の違いの影響が小さく、常温物体からの反射の影響が大きい。したがって、正答は(d)となる。上記のような性質から、屋外での使用は、一般的に長波長形が適している。

専門試験の類題

問6 次は、画像内で移動する測定対象物に対してロックイン処理などの時系列の信号処理を行う際に必要な画像処理である。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 背景除去処理
- (b) 位置補正処理
- (c) 差分処理
- (d) 平均化処理

正答 (b)

画像内で測定対象物が移動する場合、試験対象物の定点の温度変動を正しく評価することができなくなるため、ロックイン処理などの時系列の信号処理を適用することができない。そのような場合には、前処理として画像内での対象物の変位を除去する位置補正処理を行う必要がある。したがって、正答は(b)となる。

背景除去処理は、例えば測定対象以外に高温物体がある場合に、測定対象以外の画像域を除去して、測定対象のみに注目するのに有効な手法である。差分処理は、測定対象物の温度変化分を画像化する手法であり、測定対象物(あるいは欠陥部)に時系列の温度変化がある場合などに使用される。平均化処理は、複数枚撮影した画像を加算して平均化する処理であり、ノイズ低減による画質改善に有効な処理である。

問7 次は、外壁タイルの剥離検出試験における局所的高温部が疑似指示であり得る要因を示している。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 風による対流
- (b) 大気による減衰
- (c) 快晴時の天空の反射
- (d) 異なる色のタイル

正答 (d)

この問題のポイントは、疑似指示が広範囲にわたるものか局所的であるかであり、(a)～(c)は前者、(d)は後者である。したがって、正答は(d)となる。

タイルは色が異なると放射率も異なる場合があり、見かけの温度が変化する場合がある。可視画像と比較しながら結果を評価することが重要となる。

問8 次は、ガラスの表面の温度を測定する際に利用するガラス测温フィルタ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) ガラスの透過率が高い波長を透過し、それ以外の波長をカットするフィルタ
- (b) ガラスの反射率が高い波長を透過し、それ以外の波長をカットするフィルタ
- (c) ガラスの吸収率が低い波長を透過し、それ以外の波長をカットするフィルタ
- (d) ガラスの吸収率が高い波長を透過し、それ以外の波長をカットするフィルタ

正答 (d)

ガラスの温度そのものを測定する場合は、ガラスの放射率(=吸収率)が高い波長、すなわちガラスの透過率や反射率が低い波長を用いるため、その波長を透過してそれ以外の波長をカットするフィルタが有効である。したがって、正答は(d)となる。

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 15 度で、0.5 モルの窒素と 0.8 モルの水素を 5L の容器に入れた。容器内の水素の分圧について、もっとも近いものを一つ選び、記号で答えよ。ただし、容器内は真空状態であったとする。

- (a) 0.3 MPa
- (b) 0.5 MPa
- (c) 0.7 MPa
- (d) 0.9 MPa

正答 (b)

1.3 モル 1 気圧、15 度での体積は

$$22.4 \text{ L} \times 288 \div 273 \times 1.3 = 30.7 \text{ L}$$

となる。水素の 1 気圧、15 度での体積は

$$30.7 \text{ L} \times 0.8 = 24.6 \text{ L}$$

となり、これが 5 L の容器に入っている。圧力は体積に反比例するので、容器内の圧力は以下となる。

$$1 \text{ atm} \times 24.6 \div 5 = 4.9 \text{ atm}$$

ここで

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

となるので、Pa に換算すると以下となる。

$$4.9 \times 1.013 \times 10^5 \approx 0.50 \text{ MPa}$$

よって、正答は (b) 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) 真空中での加熱処理により、加熱中は増加する。
- (b) 真空中での加熱処理を行っても、変動しない。
- (c) 真空中での冷却処理により、冷却中は増加する。
- (d) 真空中での冷却処理を行っても、変動しない。

正答 (a)

真空容器のリーク試験を行う場合、容器内の真空度は

高い方がトレーサガスの検出が容易となるため、望ましい。容器内を真空引きした場合、一般的に容器の内表面に吸着していたガスが放出され、真空度の悪化や高真空達成の障害、あるいは仮想リークや検出感度の悪化を招く場合がある。

吸着されているガス分子は容器表面を熱することで放出される。その後で常温に戻った際に、容器内の真空度は加熱前より高真空となるため、一部の機器では使用前に容器を加熱・真空引きすることがある。これをベーキングと呼ぶ。

逆に真空容器を冷却した場合は、ガス分子が容器表面に吸着される力が働く。このため、冷却すると真空度は高真空となるが、常温に戻ると吸着されていたガス分子が再び放出される。

ガス分子の吸着は、表面が粗い状態、あるいは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ので、容器表面は汚れが無いことが望ましい。

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、機械的現象を利用するものはどれか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 熱陰極電離真空計
- (b) ブルドン管真空計
- (c) U 字管真空計
- (d) ピラニ真空計

正答 (b)

熱陰極電離真空計は B-A ゲージとも呼ばれる。フィラメント、イオンコレクタ、陽極グリッドをもつ真空管から構成されていて、フィラメントから出た熱電子を真空管内の気体分子に高速で衝突させてイオンを生成し、その電流を測定する。

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。

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。熱電対電離真空計が高真空度の測定に適しているのに対して、ピラニ真空計は中真空領域での安価な電気

式真空計として幅広く利用されている。

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、金属中空管の曲率が変化し、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（b）となる。

専門試験の類題

問4 次の文は、ヘリウム漏れ試験のスペレ法の応答時間(時定数)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) 時定数は、試験体内容積とは関係なく一定である。
- (b) 時定数は、試験体内容積に比例する。
- (c) 時定数は、試験体内容積に反比例する。
- (d) 時定数は、ヘリウムガス排気速度とは関係なく一定である。

正答 (b)

スペレ法で容器外側から吹き付けられたヘリウムは、漏れ箇所があった場合は内部に流入し、試験体内に拡散、テストポート（外部接続口）からリークディテクタに導入される。

しかし漏れ箇所から流入したヘリウムはすぐに100%の量がリークディテクタに導入されるわけではない。試験体の内容積 V_T (L)とテストポートでのヘリウムガス排気速度 S_T (L/s)により決まる応答時間 τ (s)による遅れを経てヘリウムガスがリークディテクタに導入される。この応答時間 τ は時定数とも呼び、式(1)で表される。

$$\tau = \frac{V_T}{S_T} \text{ (s)} \quad (1)$$

よって、正答は（b）となる。

問5 次の文は、ヘリウムリークディテクタとは別に、補助排気装置も使用して試験体を排気する場合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) 補助排気装置の排気速度がリークディテクタより十分大きい場合、リークディテクタ側で検出するヘリウムの信号は、排気速度の比率で変動する。
- (b) 補助排気装置の排気速度がリークディテクタより十分大きい場合、応答速度(時定数)は長くなる。
- (c) 補助排気装置の排気速度がリークディテクタより

十分大きい場合、リークディテクタ側で検出するヘリウムの信号は、排気速度とは関係なく一定である。

- (d) 補助排気装置の排気速度がリークディテクタより十分大きい場合、応答速度(時定数)は排気速度とは関係なく一定である。

正答 (a)

試験体の真空引きに補助排気装置を用いることは、現場ではよくある。リークディテクタとは引き口を別にして並列で真空引きする場合の他に、補助排気装置に用いるターボ分子ポンプと1次ポンプの間のラインからヘリウムリークディテクタに導入する場合などがあるが、本設問ではディテクタとは別に真空排気装置を接続した場合を想定している。

この場合、試験体の真空引きはディテクタと補助排気装置の排気速度の合計によるため、排気速度はディテクタ単体時より大きくなる。よって応答速度(時定数)は式(1)で記載した数式より、短くなる。

一方で、ディテクタに導入されるヘリウムの量は補助排気装置との排気速度の案分になる。例えば、もし補助排気装置の排気速度がディテクタの300倍だった場合、ディテクタで検出される信号は、補助排気装置の無い場合に比べて1/300に弱くなる。

よって、正答は（a）となる。