

TT レベル 1 一般・専門試験のポイント

近年に出題された TT レベル 1 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と類似した例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 次の文は、赤外線サーモグラフィ装置の空間分解能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) 識別可能な最小温度差
- (b) 測定できる視野の範囲 (角度)
- (c) 二次元センサを使用した場合の素子当りの視野角
- (d) 測定可能な測定対象物の最小寸法

正答 (c)

(a) は温度分解能、(b) は視野角 (= 水平視野角と垂直視野角の総称)、(c) は空間分解能、(d) は最小検知寸法であり、(c) が正しい。赤外線サーモグラフィ装置の空間分解能は、二次元に配列された検出素子のピッチ間隔を結像レンズの焦点距離で除した角度であり、一般に「mrad (ミリラジアン)」で表す。視野内の最小検知寸法とは異なるので注意する。視野角、空間分解能、最小検知寸法の関係は図 1 に示す通りであり、

$$\begin{aligned} \text{最小検知寸法} &= \text{空間分解能} \times \text{測定距離} \\ \text{視野のサイズ} &= \text{画素数} \times \text{最小検知寸法} \\ &= \text{視野角} \times \text{測定距離} \end{aligned}$$

となる。試験問題ではこれらの計算問題も出題されるのでよく理解しておくこと。

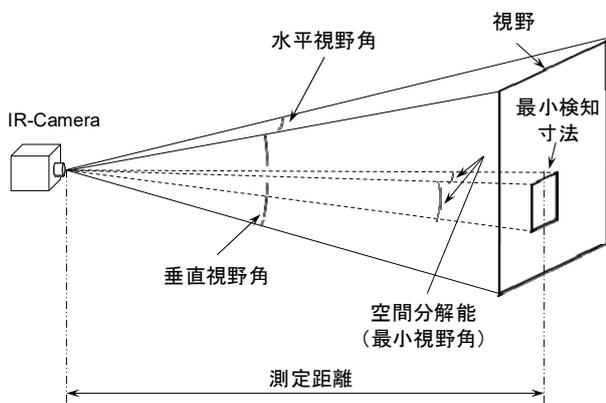


図 1 視野角、空間分解能、最小検知寸法の関係

問 2 次の文は、赤外線サーモグラフィ装置に搭載されているセンサ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) VOx (酸化バナジウム) ボロメータは、量子形センサであり、一般的には冷却を必要とする。
- (b) a-Si (アモルファスシリコン) ボロメータは、量子形センサであり、一般的には冷却を必要としない。
- (c) InSb (インジウム・アンチモン) は、量子形センサであり、一般的には冷却を必要としない。
- (d) HgCdTe (水銀・カドミウム・テルル) は、量子形センサであり、一般的には冷却を必要とする。

正答 (d)

VOx や a-Si は、熱形センサであり、一般に冷却が不要である。InSb や HgCdTe は量子形センサであり、一般に冷却を必要とする。したがって、正答は (d) である。

量子形センサは熱形センサに比べて応答性、感度に優れる。熱形センサは量子形と異なり冷却器が不要なためカメラの小型化が容易であり、さらには冷却器のメンテナンスが不要なため、連続監視や長時間計測に向いている等の利点もある。

問 3 次の文は、空洞放射効果を利用した赤外線サーモグラフィ試験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) 内部きずを原因とする表面の放射率変化により生じる見かけの温度変化を利用する方法である。
- (b) 材料表面のきずや窪みが原因の放射率変化により生じる見かけの温度変化を利用する方法である。
- (c) 測定物表面に開口する垂直きずによる断熱により生じる温度変化を利用する方法である。
- (d) 内部きずによる断熱により生じる温度変化を利用する方法である。

正答 (b)

測定対象の表面に開口したきずが存在すると、その部分における放射率は周囲に比べて高くなり、これを空洞放射効果と呼ぶ。空洞放射効果を利用した方法では、この放射率変化による見かけの温度変化を検知して表面のきずを検出する。したがって、正答は (b) である。内部きずにより測定物表面の放射率が変化することはなく、

(a) は誤りである。(c)、(d) はきずによる断熱効果

を利用した方法であり、誤りである。

問4 次はニュートンの冷却法則によって説明できる伝熱現象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) 伝導 (b) 対流
- (c) 放射 (d) 蒸発による冷却

正答 (b)

ニュートンの冷却法則は、式(1)で与えられ、図2に示すように対流による伝熱面表面から流体に伝わる熱量  $Q$  を表すものである。したがって、(b) が正答である。

$$Q = hA(T_w - T_\infty) \quad (1)$$

ここで、 $h$  は熱伝達率、 $A$  は伝熱面の面積、 $T_w$  は伝熱面の温度、 $T_\infty$  は伝熱面から十分離れたところでの流体温度である。

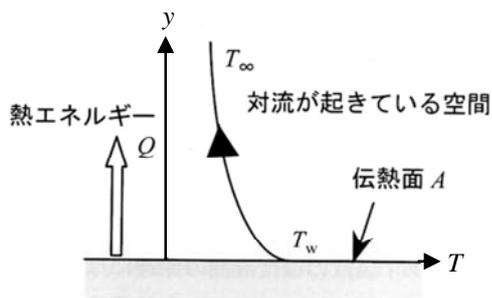


図2 対流による伝熱

なお、伝導、対流、放射は伝熱の三形態と呼ばれ、赤外線サーモグラフィ試験の原理や方法を理解する上で極めて重要なため、しっかりと勉強しておいてほしい。

問5 次は、熱伝導率の高い物質から順に並べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 空気 > 水 > 銅 > アルミニウム > 炭素鋼
- (b) 炭素鋼 > 銅 > アルミニウム > 水 > 空気
- (c) 銅 > アルミニウム > 炭素鋼 > 水 > 空気
- (d) 銅 > 炭素鋼 > アルミニウム > 空気 > 水

正答 (c)

熱伝導率は、伝熱形態の一つである「伝導」における熱の伝わりやすさを表す熱物性値であり、その大きさは大まかな傾向として「固体>液体>気体」の順になって

いる。(ただし例外もあり、一般に樹脂材料は熱伝導率が低く、液体より低いものもある) 主な物質の熱伝導率を表1にまとめる。したがって、正答は(c)である。

表1 主な材料の熱伝導率

状態	物質	熱伝導率 [W/mK]
気体	空気	$2.614 \times 10^{-2}$
液体	エタノール C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	0.166
	水 H <sub>2</sub> O	0.6104
固体	透明氷	2.2
	フッ素樹脂 (テフロン)	0.24
	石灰石コンクリート	1.2
	機械構造用炭素鋼 (S35C)	43
	アルミニウム Al	237
	銅 Cu	398

専門試験の類題

問6 次の文は、赤外線サーモグラフィ試験による電気・電力設備の設備診断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) 屋外の電力設備診断を夜間に行う場合は、反射の影響はない。
- (b) 電線などの細い測定対象物に対しては、最小検知寸法に注意する。
- (c) 電気設備の端子に緩みがあると、電流が増大することで異常発熱する。
- (d) 動力として誘導電動機を使用している場合、過負荷の状態では電流が下がり、温度低下が生じる。

正答 (b)

物体は、その温度が絶対零度でない限り、例外なく赤外線放射エネルギーを放射しており、暗闇の中でも周囲からの反射の影響を考えなければならないため、(a)は誤りである。最小検知寸法(MDD)とは、問1で解説したように、「測定可能な最も小さな測定対象物の寸法又は長さ」であり、電線の直径よりもMDDが大きい場合はその測定が困難になる。したがって、正答は(b)である。電気設備の端子緩み部での異常発熱は、電気抵抗の増加により生じるものであり、電流増加が原因ではない。また、誘導電動機の過負荷時は電流増加により過熱される。したがって、(c)、(d)は誤りである。

## LT レベル 1 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 1 の新規一次試験は主に参考書である『漏れ試験 I』から出題される。漏れ試験には、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ため、それぞれの手法に対しての知識が求められる。本解説では、最近行われた試験問題の中から特に重要と思われる問題の類似問題を例示しながら、解答のポイントを解説する。

### 一般試験の類題

問 1 NDT レベル 1 技術者は、NDT レベル 2 またはレベル 3 技術者の監督の下で NDT 試験を実施する力量を実証している。雇用主がレベル 1 技術者に、資格証明書に明記された力量の範囲で、NDT 指示書に従って実施する許可を与えてもよいものは何か。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) NDT 試験に用いる機器の調整は行わず、NDT 試験のみを実施する。
- (b) NDT 試験方法を選択して NDT 試験を実施する。
- (c) 合否判定基準を定めて NDT 試験を実施する。
- (d) NDT 試験を実施し、結果を記録し分類する。

### 正答 (d)

レベル 1 技術者が実施する許可を与えられるものは NDT 装置の調整である。また、試験方法は選択できない。合否判定は決定できないが NDT の実施および結果の記録と分類および報告はできる。以上から、正答は (d) となる。

問 2 次の文は、漏れ試験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) 漏れ試験の中には、試験体内部を液体で満たす方法がある。
- (b) 試験体外部から内部に流入する漏れを、試験体外部から半導体センサガス検知器で検出する方法がある。
- (c) 試験体内面に浸透液を塗布し、その上から現像剤を塗布して漏れを検出する方法がある。
- (d) 試験体外面に浸透液を塗布し、その上から現像剤を塗布して漏れを検出する方法がある。

### 正答 (a)

試験体からの漏れを半導体センサガス検知器で検知できるのは、試験体内部から検知器のある外部方向への漏れとなる。また、浸透液により検知する場合、漏洩流路を通過してきた浸透液を検知するため、現像剤は浸透液と同じ面ではなく、容器の反対側の面に適用しなければならない。よって、正答は (a) となる。

問 3 次の文のうち正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 質量分析法は、漏れ原子の質量と直径の比率により原子を特定する方法である。
- (b) フロンガスは、ハロゲンガスとは異なるものである。
- (c) サーチガスは、リーク箇所から漏れ検知のため放出させ、放出後検出されるガスである。
- (d) スニッフ法は、圧力変化法に含まれる漏れ試験方法である。

### 正答 (c)

質量分析法はイオン化した分子が電界で曲がる半径から分子の質量および種類を特定する。フロンガスはハロゲンガスのうちの一種である。スニッフ法はヘリウム漏れ試験に含まれる漏れ試験方法である。よって、正答は (c) となる。

問 4 次の仮想リークの要因として、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 漏れ検査器のドリフト
- (b) 容器表面からのガスの再放出
- (c) 人工的に加工した孔の漏れ
- (d) 溶接欠陥による容器外面から内面への漏れ

### 正答 (b)

仮想リークとは、貫通部からの漏れが無いにもかかわらず、漏れがあるように見える現象を指す。漏れ試験器のドリフトは検知のバックグラウンドの値が徐々に上昇または下降する現象を指し、漏れの変動ではない。人工的に加工した穴の漏れは仮想リークではなく、漏れそのものである。溶接欠陥による容器外面から内面への漏れも同様である。容器表面からのガスの再放出は、漏れではないので仮想リークとなる。よって、正答は (b) となる。

専門試験の類題

問5 発泡液を用いた漏れ試験において、オーステナイト系ステンレス鋼などで応力腐食割れが起こる危険性がある場合、もっとも避けるべき不純物はどれか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 炭素化合物
- (b) ハロゲン化合物
- (c) ケイ素化合物
- (d) 窒素化合物

正答 (b)

オーステナイト系ステンレス鋼は高圧力で使用する製品に使用されることが多い。この材料が応力腐食割れを起こす原因としては、硫黄やハロゲン元素が挙げられる。よって、正答は (b) となる。発泡漏れ試験をこの材料に対して行う場合は、「低ハロゲン・低イオウ」タイプを使用すると共に、試験成績書で発泡感度や元素含有量などを確認しておく必要がある。

問6 発泡漏れ試験の真空法において、大気圧で  $1\text{cm}^3$  の気体を真空箱  $0.02\text{MPa}$  (絶対圧) で試験したとき、真空箱では何  $\text{cm}^3$  の体積となっているか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a)  $1\text{cm}^3$
- (b)  $5\text{cm}^3$
- (c)  $10\text{cm}^3$
- (d)  $50\text{cm}^3$

正答 (b)

温度が一定の時、気体の圧力  $p$  は体積  $V$  に反比例するというボイルの法則の知識を問う問題である。

$$pV=k \text{ (一定) より,}$$

$$0.1\text{MPa} \times 1\text{cm}^3 = 0.02\text{MPa} \times V\text{cm}^3$$

よって

$$V = 0.1 \div 0.02 = 5$$

以上より  $V = 5\text{cm}^3$  となり、(b) が正答となる。

問7 次の文は、真空吹付け (スプレ) 法の試験体の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) 試験体は、試験体に加えられる差圧に耐えることが必要である。
- (b) 試験体は、内部に空間のある密閉容器である。

- (c) 試験体の前工程の加工汚れは、外から気体を吹き付けるため、特に気にしなくても良い。
- (d) 試験体は、リークディテクタのテストポートへの接続部以外の開口部をシールし、密閉する必要はない。

正答 (a)

真空吹付け法は試験体内部を真空引きして外部からサーチガスを吹き付ける。密閉容器では内部を真空引きすることができない。また、加工汚れがあると試験体内外の貫通リーク部を汚れが塞ぐ恐れがあるため、汚れは洗浄し除去する必要がある。試験体のリークディテクタのテストポート接続部以外の開口部については、これを塞がないと内部の真空引きができないためシールする必要がある。よって、正答は (a) となる。

問8 次の文はヘリウムリークディテクタのバックグラウンドについて述べたものである。バックグラウンドを悪化させる一因として最も適切なものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 長時間の試験体に対する真空引き
- (b) 油回転真空ポンプのオイル量不足
- (c) リークテストでの標準リークの開閉操作
- (d) 試験体への洗浄、脱脂、乾燥工程

正答 (b)

これは試験装置に関する一般的知識を問う問題である。長時間の試験体に対する真空引きは、試験体内部の真空が高真空になるため、残留ガスから検出されるヘリウムガスの信号は真空度に応じて低くなる。よってバックグラウンドは良くなる。リークテストで標準リークの開閉操作をすると標準リーク内のヘリウムが試験体内に流れる。これによるヘリウム検出値はバックグラウンドではなく標準リークによるものであるため、バックグラウンドの悪化ではない。試験体への洗浄、脱脂、乾燥は表面の不純物を除去するので、不純物から発生する残留ガスを抑制する。つまりバックグラウンドは良くなる。

一方、油回転真空ポンプのオイル量が不足するとポンプ能力が低下し、試験体内部の真空度が悪化する。真空度が悪化することは内部残留ガス内のヘリウムガス発生量が増加することを意味する。よって正答は (b) となる。