

## 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 次は、ニュートンの冷却法則によって説明可能な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) 放射
- (b) 対流
- (c) 伝導
- (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 1 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、正答は (b) 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位置の流体温度である。

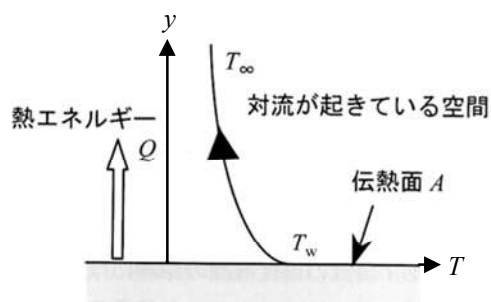


図 1 対流による伝熱

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重要であるため、しっかりと理解しておいてほしい。

問 2 次は、1 kg の物体を 1 K だけ温度上昇させるのに必要な熱量を示す熱物性値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) 比熱
- (b) 熱容量
- (c) 熱伝導率
- (d) 熱流束

正答 (a)

比熱は、1 kg の物体を 1 K 上昇させるのに必要な熱量を示す熱物性値であり、正答は (a) である。

熱容量は、物体を 1 K 上昇させるのに必要な熱量であり、物体の比熱と質量の積で表される。熱伝導率は、物体内の高温部から低温部への熱移動のしやすさを表した熱物性値である。熱流束は、熱の流れる方向に垂直な単位面積を単位時間に通過する熱量を示したものであり、熱伝導率と温度勾配 (K/m) の積で表される。したがって、(b) ~ (d) は誤りである。

問 3 次の文は、赤外線サーモグラフィ装置に使用する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) 全てのフィルタは、赤外線サーモグラフィ装置の検出波長帯に関係なく使用できる。
- (b) フィルタを使用する場合は、温度校正の設定も切り替える必要がある。
- (c) ND (Neutral Density) フィルタは、極低温を測定する場合に用いられる。
- (d) バンドパスフィルタは、赤外線サーモグラフィ装置の検出波長帯を拡張する場合に用いられる。

正答 (b)

赤外線サーモグラフィ装置に使用するフィルタは、高温を測温するための ND フィルタと、特定の波長のみを透過するバンドパスフィルタに大別でき、(c) (d) は誤りである。また、使用するフィルタに適合した検出波長帯を有する赤外線サーモグラフィ装置を選択する必要がある、(a) も誤りである。

フィルタを使用する場合は、赤外線センサに到達する赤外線エネルギーが変化するため、当該フィルタ用の温度校正データに切り替える必要がある。したがって、正答は (b) である。

バンドパスフィルタの使用例を表 1 に示す。これらについても理解しておくこと。

表1 バンドパスフィルタの使用例

|                                   |                                        |
|-----------------------------------|----------------------------------------|
| 燃焼ガス透過フィルタ<br>(透過波長帯: 3.7~3.9 μm) | 炉内の測定など、燃焼ガスを通しての測温(燃焼ガスの放射が少ない波長帯を利用) |
| 火炎測温フィルタ<br>(透過波長帯: 4.3~4.8 μm)   | 燃焼中の炎や燃焼ガスの測温(炎や燃焼ガスの放射が高い波長帯を利用)      |
| ガラス測温フィルタ<br>(透過波長帯: 5.2~7.4 μm)  | ガラスの測温(ガラスの放射が高く反射・透過が少ない波長帯を利用)       |

専門試験の類題

問4 次は、加熱炉内壁の耐火物の脱落を、赤外線サーモグラフィ試験によって炉の外側から検査する際に留意すべき項目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) 炉内壁耐火物表面の汚れ
- (b) 炉内壁耐火物表面の反射率
- (c) 炉内ガスの温度
- (d) 炉内ガスの赤外線透過特性

正答 (c)

加熱炉では、内部の耐火物が脱落して厚みが小さくなると、断熱性の低下により、炉の外側の温度が上昇するため、この温度上昇をとらえることで、耐火物の厚さや脱落を評価することができる。炉外表面の温度は、主として炉内ガスの温度、耐火物の厚さや熱伝導率に依存し、正答は(c)となる。

炉外表面の汚れや反射率は重要であるが、炉内表面の汚れ・反射率は測定に大きな影響を及ぼすものではなく、(a)(b)は誤りである。炉内ガスの赤外線透過特性は、ガス自体の測温やガス越しの物体の測温を行う場合には重要となるが、今回のような炉の外側からの検査では重要ではなく、(d)は誤りである。

問5 次の文は、コンクリート橋に対する赤外線サーモグラフィ試験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) 床版下面は、日射が直接当たらず反射の影響が少ないため、直接日射が当たるコンクリート面よりもはく離検出に適している。
- (b) 床版下面に対しては、気温の日較差や地面からの反射熱などによってははく離を検出することは期待できない。

- (c) 橋梁高欄は、部材断面が小さいため、裏面からの外気温の影響を受けやすく、日射が当たっていても浮きを検出できない場合がある。
- (d) 橋梁高欄は、部材断面が小さいため、季節や試験時間帯によらず浮きを検出することができる。

正答 (c)

屋外での浮きやはく離の検出には、きずによる断熱効果を利用するため、対象物に大きな熱流束を付与できる日射が最も重要となる。一方、床版下面においては、直接日射が当たらないが気温の日較差(一日の温度変動)の大きい季節や地面からの反射熱などが期待できる時間帯に測定することで、はく離を検出できる可能性がある。したがって、(a)(b)は誤りである。

橋梁高欄は部材断面が小さいため、裏面からの外気の影響を受けやすく、健全部と浮き部の温度差が生じにくく、季節や試験時間帯によっては日射が当たっていても浮きの検出が困難な場合がある。したがって、正答は(c)となる。

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、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。最小検知寸法とは、「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、最小検知寸法よりも電線の直径が小さい場合はその測定が困難になるため、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 次の文は、空気などを使用した漏れ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) 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だけ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だけを検出する方法がある。

正答 (a)

漏れ試験には、気体の漏れだけでなく液体の漏れを検出する試験がある。浸透探傷試験と同じ原理で、試験体内部を液で満たし、外側に漏れ出た液を検出するものである。半導体センサガス検知器を使用する漏れ試験法にボンピング法が挙げられるが、試験体内部から外部に流出するガスを検知するものである。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も内面の塗布部全面が反応して漏れ部を検出することはできない。外面に浸透液を塗布し、その上から現像剤を塗布しても同様である。

よって、正答は (a) となる。

問 2 次の文は、漏れ試験方法について記述したものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 漏れ試験の試験条件には、高圧ガス衛生法での規制を受ける場合がある。
- (b) アンモニア漏れ試験に使用するアンモニアには、

人間への毒性はない。

- (c) ヘリウム漏れ試験に使用するヘリウムには、人間への毒性はない。
- (d) アンモニアの許容濃度は 75 ppm 以下である。

正答 (c)

高圧ガス衛生法という法律は存在しない。ガスの製造、貯蔵や、容器の製造及び取扱いを対象とする高圧ガス保安法が存在する。例えば大容量の容器の漏れ試験でヘリウムガスボンベを大量に使用する場合、一つの建屋に保管できるガスの総量が高圧ガス保安法にて規制されるため注意が必要である。アンモニア漏れ試験は漏れ箇所の視認性に優れるが、アンモニアは強い刺激性と腐食性を持ち、目に入ると失明の危険性がある。安全な曝露濃度は 25～50 ppm とされており、これを超える場合は適切な防護措置が必要となる。一方、ヘリウムガスは人体への毒性はない。

よって、正答は (c) となる。

問 3 次の文は、気体の法則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) パスカルの法則では、密閉した静止流体において、その一部に圧力をかけると、その圧力は距離の二乗に反比例して減少する。
- (b) ボイルの法則では、温度が一定のとき絶対圧力と体積は互いに比例する。
- (c) アボガドロの法則では、同一圧力、同一温度において、気体の種類が異なっても分子密度は同じである。
- (d) シャルルの法則では、圧力一定の下において体積は絶対温度に反比例する。

正答 (c)

パスカルの法則は、密閉された液体に加えた圧力は、液体の全体に等しく伝わる、という原理である。ボイルの法則は、一定温度における一定量の気体の体積が圧力に反比例することを示している。アボガドロの法則は、同温・同圧の条件下で、同じ体積の気体には同じ数の分子が含まれることを示している。シャルルの法則は、圧力が一定のとき、気体の体積は絶対温度に比例するというものである。

よって、正答は (c) となる。

## 専門試験の類題

問4 次の文は、発泡漏れ試験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) 漏れ検出の為には、検査表面を減圧する事がある。
- (b) 漏れ検出の感度は、ヘリウム漏れ試験と同等である。
- (c) 表面に開口していない内部の欠陥でも検出することができる。
- (d) 漏れ検出器により、漏れ量を測定することができる。

正答 (a)

発泡漏れ試験は、試験体の内部を加圧して、試験体の外側に発泡液を塗布した際に発生する泡で漏れ箇所を特定する方法が一般的である。しかし、試験体の片面を真空箱等により真空状態とすることで試験面に塗布した発泡液が漏れ箇所から泡となる真空法も利用されている。発泡漏れ試験の検出感度は、おおよそ  $10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  である。一方でヘリウム漏れ試験の検出感度は、 $10^{-8} \sim 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  であり、発泡漏れより感度が高い。発泡漏れ試験は試験体の両面の貫通部をガスの通過により検知するものであるため、試験体の厚さの内部にある空間を検出することはできない。また、発泡漏れ試験では漏れ箇所を泡で目視し特定するが、漏れ量は測定できない。

よって、正答は (a) となる。

問5 発泡漏れ試験でゲージ圧 0.3 MPa で加圧された 25 cc の気体は、大気圧では何 cc の体積となるか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。(ただし、温度条件は同じとする。)

- (a) 8 cc
- (b) 75 cc
- (c) 100 cc
- (d) 125 cc

正答 (c)

ボイルの法則より、一定温度における一定量の気体の体積が圧力に反比例することを示している。ただし、本設問では圧力をゲージ圧で記載している。ゲージ圧では大気圧が 0 MPa であるため、絶対圧で表記するとゲージ圧 0.3 MPa は絶対圧 0.4 MPa となり、これに 25 cc を乗じた数値が大気圧 (絶対圧 0.1 MPa) でも一定ということになる。

よって、正答は (c) である。

問6 次の文は、圧力変化漏れ試験の加圧法において、測定に影響する現象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) 試験装置や計器に漏れがあっても、試験体以外の漏れなので、そのまま試験を行っても測定結果に支障はない。
- (b) 寒暖の変化が激しく結露が発生する場合、測定圧力には影響がないので、そのまま試験を行っても測定結果に支障はない。
- (c) ブルドン管などゲージ圧を測定する計測器を用いて試験する場合、大気圧と試験体内部圧力との差圧を測定するので、大気圧変化の影響を無視することができる。
- (d) 膨張する試験体の場合、試験体の周囲に膨張を規制する器具を用いることで、試験への影響を軽減できる。

正答 (d)

圧力変化漏れ試験では、試験体内の一定時間経過後の圧力変化を測定することで、試験体の漏れ量を測定する試験方法である。試験体に接続されている試験装置や計器類は試験体と同一系統であるため、これらに漏れがあった場合、測定結果は影響を受ける。寒暖差により結露が発生した場合、結露により試験体内の圧力が低下するため、漏れと誤判定される可能性がある。ゲージ圧を測定する計測器を用いて試験する場合、大気圧が変動すると試験体内部の圧力測定結果が変動する。よって漏れ量も影響を受ける。圧力変化漏れ試験では圧力変化より漏れ量を算出するため、試験体の体積は一定である必要がある。試験体が膨張する場合は、治具類により膨張を規制することで、試験への影響を軽減できる。

よって、正答は (d) となる。

【75 巻 2 号掲載記事に関する訂正】2026 年 2 月に掲載した「LT レベル 2 一般・専門試験のポイント」記事において、選択肢、正答、解説に誤りがありました。協会 HP の「NDT フラッシュコーナー」内 Vol.75, No.02 に訂正記事を掲載しております。お詫びして訂正致します。