

**L T レベル 3 二次パート D, E 試験のポイント**

2019 年より開始された漏れ試験レベル 3 パート D, E 試験問題より, 類似問題を例示しながら, 解答のポイントを解説する。

**パート D の類題**

**問 1** 次の文は, 水蒸気の飽和圧力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) 水蒸気の飽和圧力はその絶対温度の上昇につれて高くなる。
- (b) 水蒸気の飽和圧力はその絶対温度の上昇につれて低くなる。
- (c) 水蒸気の飽和圧力はその絶対温度に比例する。
- (d) 水蒸気の飽和圧力はその絶対温度に反比例する。

**正答 (a)**

暖かい室内では, 氷水で満たされたコップの外表面に水滴が付着する。これはコップ表面周辺の空気が冷やされる事で水蒸気の飽和圧力が下がり, 結露するためである。よって (b) と (d) は不正解となる。水蒸気の飽和圧力は, 温度が高くなるにつれて高くなる。しかし, 比例しておらず, 温度の上昇以上に飽和圧力が高くなるとイメージすると良い。

よって, 正答は (a) である。

**問 2** 漏れる流体を収納する容器・配管中の AE の減衰を用いる AE 漏れ試験において, AE センサの配置として正しいものを一つ選び, 記号で答えよ。

- (a) 想定される漏れ箇所を挟む二か所に AE センサを配置しなければならない。
- (b) プロセスノイズの影響が最も大きくなる箇所に AE センサを取り付けなければならない。
- (c) 環境ノイズが極力低くなるような一か所に AE センサを取り付けなければならない。
- (d) AE センサが検出した音が最も大きくなる場所の近くに漏れがあるとするのであれば AE センサは一個でもよい。

**正答 (d)**

AE 漏れ試験法は, 配管あるいは容器の器壁に AE センサを取付け, 漏れ箇所が発生した超音波信号を固体内の伝搬を通じて捕捉するものである。

想定される漏れ箇所の両端の二か所にセンサを配置して漏れによる信号の振幅差から漏れ箇所を特定する方法の他, 一つのセンサを試験体壁面上で走査して信号の大きくなる点を探る方法もある。この場合, センサを走査して最もノイズが大きく検出される場所の近くに漏れがあると推測される。

プロセスノイズは, 試験される構造体の実際の使用条件下での稼働時に生じるものであり, ノイズの場所と大きさの関係が事前に分かっているとは限らない。環境ノイズの影響を除外する場合は環境ノイズ測定用の AE センサを別に設けて, 目的の信号から減算処理をする。

よって, 正答は (d) である。

**問 3** 次の文は, 両端が開放された半径  $r$  の毛細管の中を, 長さ  $L$  まで浸透する時間  $t$  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。ただし, 毛細管は水平方向にあり, 重力に対する影響は無視できるとする。また, 液体の表面張力は一定とする。

- (a)  $t$  は,  $L$  に反比例し,  $r$  に比例する。
- (b)  $t$  は,  $L$  及び  $r$  に比例する。
- (c)  $t$  は,  $L$  の 2 乗に比例し,  $r$  に反比例する。
- (d)  $t$  は,  $L$  の 3 乗に比例し,  $r$  に反比例する。

**正答 (c)**

半径  $r$  の毛細管の中を浸透しようとする圧力 (差圧)  $\Delta P$  は以下となる。

$$\Delta P = \frac{2\gamma}{r} \tag{1}$$

ここで,  $\Delta P$ : 差圧 (Pa)  
 $\gamma$ : 表面張力 (N/m)  
 $r$ : 毛細管半径(m)

圧力差  $\Delta P$  で加圧されているとき, 毛細管内の液の粘度  $\eta$  は以下となる。

$$\eta = \frac{\pi r^4 t \Delta P}{8VL} \tag{2}$$

ここで,  $V$ : 管内を通過する液の体積 ( $m^3$ )  
 $L$ : 毛細管内を液が浸透した長さ (m)  
 $t$ : 長さ  $L$  まで液が浸透する時間 (s)

また, 毛細管内の体積  $V$  は以下となる。

$$V = \pi r^2 L \tag{3}$$

式(1)と式(3)を式(2)に代入すると,

$$t = \frac{4L^2\eta}{r\gamma} \tag{4}$$

となり、 $t$ は $L$ の2乗に比例して $r$ に反比例する。  
よって、正答は(c)である。

パートEの類題

問4 雇用主がレベル2技術者に、資格証明書に明記された力量の範囲で、実施する許可を与えてもよい項目は以下のうちどれか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) レベル2又はそれより上のレベルの全ての作業を監視・監督する。
- (b) レベル2又はそれより下のレベルの技術者を雇用する。
- (c) NDTを実施し、監督する。
- (d) 使用する特定のNDT方法を指定する。

正答 (c)

レベル2技術者は、レベル3の作業(手順書作成など)を監視・監督することはできない。技術者を雇用するのは雇用主である。使用する特定のNDT方法を指定することはレベル3技術者の職務であり、レベル2技術者は実施できない。レベル2技術者はNDTを実施し、監督することができる。

よって、正答は(c)となる。

問5 JIS Z 2305:2013に記載された非破壊試験技術者のレベル3に関する記述のうち正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) レベル1, 2に対して、レベル3相当の作業を許可する権限を有する。
- (b) レベル3技術者にはその資格証明書に明記された力量の範囲で、例えば、試験設備などについての責任を負うなどの許可をしてもよい。
- (c) レベル2技術者に現場を調査させて適用すべきNDT方法を選択させ、実施させる。
- (d) レベル2技術者に対してのみ、訓練することができる。

正答 (b)

レベル1, 2に対して、それより上のレベルの作業を許可する権限はない。適用すべきNDT方法を指定するのはレベル3のみ可能である。全レベルのNDT技術者の指導をすることができる。試験設備、並びに試験センター及びその職員についての全責任を負う。

よって、正答は(b)となる。

問6 内部を加圧した試験体を水に沈めたと、直径1mmの泡が毎秒2個ほど観察された。概算で漏れ量はどの程度を考えられるか、もっとも近いものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a)  $10^{-4}$  Pa m<sup>3</sup>/s 台
- (b)  $10^{-3}$  Pa m<sup>3</sup>/s 台
- (c)  $10^{-5}$  Pa m<sup>3</sup>/s 台
- (d) これぐらいの漏れは、漏れないと考えて良い

正答 (a)

半径 $r$ (m)の球の体積 $V$ (m<sup>3</sup>)は以下の式となる。

$$V = \frac{4\pi r^3}{3} \quad (5)$$

この球が1秒に2個発生するので、漏れ量は以下となる。

$$2V(\text{m}^3/\text{s}) \times 101325 \text{ Pa} \approx 1.1 \times 10^{-4} \text{ Pa m}^3/\text{s}$$

よって、正答は(a)である。

問7 ポンピングタンクに、ポンピング法対象の試験体を入れて、0.5 MPa absのヘリウム加圧を行いたい。圧力計は連成式ゲージ圧計(目盛表示 -0.1~1 MPa(G))が付いている。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 圧力計表示が0であることを確認し、試験体を入れたポンピングタンクに、100%ヘリウムガスを0.5 MPaまで加圧する。
- (b) 試験体を入れたポンピングタンクを真空排気した後、100%ヘリウムガスを0.5 MPaまで加圧する。
- (c) 試験体を入れたポンピングタンクに、100%ヘリウムガスを0.4 MPaまで加圧する。
- (d) 試験体を入れたポンピングタンクを真空排気した後、100%ヘリウムガスを0.4 MPaまで加圧する。

正答 (d)

0.5 MPa absの加圧なので、連成計ゲージ圧の指示値は0.4 MPaの加圧が正しい。0.5 MPaの指示値まで加圧すると0.6 MPa absとなる。また、タンク内の大気を真空排気しないでヘリウムガスで加圧した場合、ヘリウムガスの濃度が空気混入分だけ薄まるため、感度に変化する。

よって、正答は(d)となる。

**R T レベル 2 一般・専門試験のポイント**

近年出題された一般・専門試験のうち、正答率の低かった問題の類題によって各試験のポイントを解説する。

なお、同様のポイントを解説した過去の NDT フラッシュを日本非破壊検査協会のホームページに公開しているので参考にしてほしい。

**一般試験の類題**

**問 1 蛍光増感紙と組み合わせて、極厚肉鋼溶接部、極厚肉鉄鋼品及びコンクリート等の検査に使用するフィルムで最も適するものを一つ選び、記号で答えよ。**

- (a) IX80 (b) IX100 (c) IX150 (d) IX300

**正答 (d)**

IX80 は、極超微粒子、低感度に設計されたフィルムで、微細なきずの検出に適している。一般には増感紙なし又は鉛はく増感紙と組み合わせて、アルミニウム合金溶接部等の検査に使用する。

IX100 は、超微粒子、中感度に設計されたフィルムで、広範囲に利用できる。一般には鉛はく増感紙と組み合わせて、鋼溶接部等の検査に使用する。

IX150 は、微粒子、高感度に設計されたフィルムで、特に厚物の撮影に使用される。一般には鉛はく増感紙と組み合わせて、厚肉鋼溶接部等の検査に使用する。

IX300 は、粗粒子、超高感度に設計されたフィルムで、露出時間を長く必要とする検査において効果がある。一般に、鉛はく増感紙に比べて解像力は劣るが増感効果が高い蛍光増感紙と組み合わせて、極厚肉鋼溶接部、極厚肉鉄鋼品及びコンクリート等の検査に使用する。したがって、正答は (d) である。

**問 2 JIS Z 2305 : 2013 「非破壊試験技術者の資格及び認証」において、規格、コード等に従って製品の NDT を実施する際に適用すべき全ての必須の要素及び注意事項について記載した文書と定義されたものとして、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。**

- (a) 仕様書 (b) NDT 要領書  
(c) NDT 手順書 (d) NDT 指示書

**正答 (c)**

JIS Z 2305 : 2013 では、表 1 のように定義されており、正答は (c) である。なお、「NDT 要領書」という用語は

JIS Z 2305 : 2013 では用いられていない。

**表 1 JIS Z 2305 : 2013 での用語と定義**

| 用語      | 定義   |
|---------|--|
| 仕様書     | 要求事項を記載した文書  |
| NDT 手順書 | 規格、コード又は仕様書に従って製品の NDT を実施する際に適用すべき全ての必須の要素及び注意事項について記載した文書      |
| NDT 指示書 | 確立された規格、コード、仕様書又は NDT 手順書に基づいて、NDT を実施する際に従わなければならない正確な手順を記載した文書 |

**問 3 次の文は、鉛はく増感紙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) 一般に、軟 X 線装置を使用する場合は、鉛はく増感紙を使用しない方が透過写真のコントラストは大きくなる。  
(b) 鉛はく増感紙を使用する場合、フィルム前面の増感紙の厚さは後面の増感紙の厚さに比べて必ず厚くしなければならない。  
(c) フィルム前面の鉛はく増感紙は散乱線低減効果のみ、後面の増感紙は増感効果のみである。  
(d) 鉛はく増感紙の増感効果は、コンプトン効果によっておこる。

**正答 (a)**

鉛はく増感紙に高エネルギーの X 線等を照射すると、光電効果により二次電子が放出され、この二次電子による増感効果によりフィルムが感光する。一方、試験体による散乱線は透過線に比べて線質が軟らかくなり吸収されやすくなることから、散乱線低減効果も合わせ持つ。散乱線低減効果は遮蔽効果と同じであり、一般に、軟 X 線を使用した場合は、増感効果より遮蔽効果が大きくなるため、鉛はく増感紙を使用しない方が透過写真のコントラストは大きくなる。鉛はく増感紙は、フィルムの両面に密着させて使用するが、フィルム前面の厚さは、透過線を遮蔽しすぎないように後面の厚さに比べて同じか又は薄い方が多い。両面の鉛はく増感紙は、増感効果と散乱線低減効果がある。したがって、正答は (a) である。

専門試験の類題

問4 次の文は、JIS Z 3104 : 1995「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」の附属書1「鋼板の突合せ溶接継手の撮影方法及び透過写真の必要条件」に従って、鋼板の突合せ溶接継手の放射線透過試験を行う場合の階調計の配置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) A級の像質の場合、試験部の線源側に置くことが原則である。
- (b) B級の像質の場合、試験部のフィルム側に置くことが原則である。
- (c) P1級の像質の場合、試験部の線源側に置くことが原則である。
- (d) P2級の像質の場合、試験部のフィルム側に置くことが原則である。

正答 (b)

JIS Z 3104 : 1995の附属書1では、A級とB級の像質について規定しており、P1級とP2級については規定していない。A級とB級の像質において、階調計中央の濃度への試験部からの散乱線による影響を小さくするための寸法が定められているが、鋼の撮影では散乱線の影響が大きく、線源側の配置では階調計の寸法が大きくなるため、JIS Z 3105 : 2003「アルミニウム溶接継手の放射線透過試験方法」とは異なり試験部の有効長さの中央付近からあまり離れない母材部のフィルム側に階調計を配置することを原則としている。したがって、正答は(b)である。

問5 次の文は、JIS Z 3104 : 1995「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」の附属書2「鋼管の円周溶接継手の撮影方法及び透過写真の必要条件」に従って、管の円周溶接継手の放射線透過試験を行う場合の試験部の有効長さを示す記号の配置について注意する点を述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。なお、 $L_1+L_2$ は線源とフィルム間の距離、 $r$ は管の半径とする。

- (a) 内部線源撮影方法(分割撮影,  $L_1+L_2>r$ )と内部フィルム撮影方法では、管の内側に置く。
- (b) 内部フィルム撮影方法と二重壁片面撮影方法では、管の外側に置く。
- (c) 二重壁片面撮影方法と二重壁両面撮影方法では、管の内側に置く。
- (d) ダブルフィルム撮影方法と内部線源撮影方法(分

割撮影,  $L_1+L_2>r$ )では、管の内側に置く。

正答 (b)

撮影方法と試験部の有効長さを示す記号の配置は、原則として未試験部を発生させないように定められている。JIS Z 3104 : 1995の附属書2に定められている配置の原則を表2に示す。なお、ダブルフィルム撮影方法は、カセットにフィルムを2枚挿入し、同じものを2枚撮影する方法であるため、試験部の有効長さを示す記号の配置とは関係しない。したがって、正答は(b)である。

表2 撮影方法と有効長さを示す記号の配置の原則

| 撮影方法                         | 配置の原則 |
|------------------------------|-------|
| 内部線源撮影方法(分割撮影, $L_1+L_2>r$ ) | 管の外側  |
| 内部フィルム撮影方法                   |       |
| 二重壁片面撮影方法                    |       |
| 二重壁両面撮影方法                    |       |

問6 放射線透過試験II問題集2017のP.156及びP.157の特性曲線及び露出線図を用いて、次の文中の括弧に入れる最も適切な数値を一つ選び、記号で答えよ。

厚さ22.0 mmの試験体を濃度1.5になるように撮影した。撮影条件は、フィルムIX100、鉛はく増感紙0.03 mm、線源とフィルム間の距離(FFD) 600 mm、管電圧180 kV、管電流4.0 mAであった。ところが、この透過写真上に割れらしい線状の像が認められたので、確認のため、フィルムと増感紙の組合せをIX80とPb0.03 mmに変えて撮影した。そのときの露出時間は[ ]分である。ただし、他の条件は変わらないものとする。

- (a) 11.2 (b) 16.8 (c) 21.1 (d) 26.7

正答 (c)

厚さ22.0 mmの試験体の濃度を1.5にするための撮影条件は、露出線図の管電圧180 kVでは32 mA・分である。管電流4.0 mAであるから露出時間は、32 mA・分を4.0 mAで除した8分である。

つぎに、フィルムの特性曲線から濃度1.5の透過写真を撮影するのに必要な露出時間は、IX100+Pb0.03では58秒、IX80+Pb0.03では153秒である。フィルムをIX100からIX80に変えた場合、濃度1.5の透過写真を撮影するには、前者の露出量の(153秒/58秒)倍の露出量を必要とする。したがって、8分に(153秒/58秒)を乗じた21.1分となり、正答は(c)である。