

L T 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 の新規一次試験は主に参考書である『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、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、ピラニ真空計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) 熱した金属細線と気体分子との化学反応量をもとに測定している。
- (b) 熱した金属細線の温度をもとに圧力を表示しているため、指示値は環境、特に周囲温度変動の補正を必要とする。
- (c) 熱した金属細線の気体分子による熱伝導から引き起こされる電気抵抗の変化をもとに圧力を測定している。
- (d) 指示値は周囲温度には影響されるが、気体の種類による補正は不要である。

正答 (c)

ピラニ真空計は、ガラス管又は金属管内に封入した金属細線（白金・タングステン等）を通電加熱し、気体分子による熱伝導を測定（細線は気体分子の量によって熱を奪われるので、その度合いを測定）する原理のため正答は（c）である。漏れ試験においては、圧力計、ポンプを使用することが多いため、これら装置に関連する問題が出ることも多く、基本的知識は整理して覚えておく必要がある。

問 2 次の文は、粘性流のコンダクタンスについて述べたものである。正しい組合せを一つ選び、記号で答えよ。

「粘性流のコンダクタンスは、粘性係数に（ア）し、平均圧力に（イ）する。」

- (a) ア：反比例 イ：比例
- (b) ア：比例 イ：比例
- (c) ア：反比例 イ：反比例

- (d) ア：比例 イ：反比例

正答 (a)

コンダクタンスとはガスの流れ易さを表し、電気回路の電流の流れ難さを表す抵抗（Resistance）の逆数と概念的には同じであること、粘性係数は粘性流領域では圧力に無関係なので（a）が正答である。

問 3 ヘリウム体積分率 18 % の窒素とヘリウム混合ガスがある。P_{He} と P_{N₂} の関係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、圧力単位は絶対圧とする。

- (a) P_{He} = 0.82 P_{N₂}
- (b) P_{He} = 0.22 P_{N₂}
- (c) P_{He} = 0.18 P_{N₂}
- (d) P_{He} = 0.14 P_{N₂}

正答 (b)

体積分率 18 % なので、

$$\frac{P_{He}}{(P_{N_2} + P_{He})} = 0.18$$

$$P_{He} = 0.18 \times (P_{N_2} + P_{He})$$

$$0.82 P_{He} = 0.18 P_{N_2}$$

$$P_{He} \doteq 0.22 P_{N_2}$$
 よって、（b）が正答となる。

問 4 次の文は、最小可検リーク量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) リークディテクタによって検出される信号で、サーチガスによる出力信号の中のノイズとドリフトの合計値である。
- (b) 発泡試験において定義される明らかに検出できる最小泡直径である。
- (c) 漏れ試験において定義される明らかに検出できる最小分子直径である。
- (d) リークディテクタによって、そのサーチガスで明らかに検出できる最小リーク量である。

正答 (d)

最小可検リーク量とは、漏れの検出が可能な最小リーク量を指す。泡直径や分子直径ではなくリーク量そのものを意味しており、正答は（d）となる。

問 5 漏れ試験では、透過が問題となることがある。例

例えば、透過係数が $B(\text{m}^2/\text{s})$ 、厚みが 4 mm のガスケットで、その両側の差圧が 0.2 MPa の場合の透過量を1としたときと同量の透過量となる組合せについて、正しいもの一つを選び、記号で答えよ。(板の透過面積は同じとする。)

- (a) 透過係数 B 、厚み 1 mm 、差圧 0.4 MPa
- (b) 透過係数 $2B$ 、厚み 2 mm 、差圧 0.4 MPa
- (c) 透過係数 $B/2$ 、厚み 2 mm 、差圧 0.2 MPa
- (d) 透過係数 $2B$ 、厚み 1 mm 、差圧 0.1 MPa

正答 (c)

透過量 Q_P は、次の式で表される。

$$Q_P = K \cdot A \cdot \Delta P / d$$

K : 透過係数

A : 断面積

ΔP : 圧力差

d : 厚さ

これより、(c) が正答となる。

問6 次の文は、各種漏れ試験の特徴について述べたものである。正しいもの一つを選び、記号で答えよ。

- (a) 超音波漏れ試験は、漏れ箇所を検出に用いることができる。
- (b) アンモニア漏れ試験は、サーチガスにアンモニアを使用し、漏れをリークディテクタにより測定する方法である。
- (c) 水素漏れ試験で使用するガスは、水素体積分率15%、窒素体積分率85%の混合ガスが一般的である。
- (d) ヘリウム漏れ試験の真空容器法(チャンバ法)は、漏れ箇所を特定することができる。

正答 (a)

アンモニア漏れ試験は、リークディテクタではなく検知剤で漏れたアンモニアを検知する。また、水素漏れ試験で使用するガスは、水素5%、窒素95%の工業用混合ガスである。ヘリウム漏れ試験の真空容器法(チャンバ法)は、漏れ箇所は特定できない。よって正答は(a)となる。

専門試験の類題

問7 次の文は、水に対する空気の溶解度と液温との関係について述べたものである。正しいもの一つを選び、記号で答えよ。

- (a) 液温が低いほど、溶解度は高くなる。

- (b) 液温が高いほど、溶解度は高くなる。
- (c) 液温が変化しても、溶解度は変化しない。
- (d) 液温が $0\text{ }^\circ\text{C}$ から $30\text{ }^\circ\text{C}$ までではほとんど変わらないが、それを超えると急激に、溶解度は高くなる。

正答 (a)

水が温められると空気の溶解度は減るため、(a) が正答となる。

問8 アルゴンガスが絶対圧で 3 MPa 充填されている 0.4 m^3 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、もっとも近いもの一つを選び、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) $3.8 \times 10^{-5}\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$
- (b) $3.8 \times 10^{-4}\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$
- (c) $3.8 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$
- (d) $3.8 \times 10^{-2}\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$

正答 (c)

アルゴンの漏れ量 Q は以下の式で表される。

$$Q = 3 \times 10^6 \text{ Pa} \times 0.4 \text{ m}^3 \times 0.1 / (3.2 \times 10^7 \text{ 秒}) \\ = 3.75 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$$

よって(c) が正答となる。

問9 $8\text{ m} \times 8\text{ m} \times 10\text{ m}$ の室内に、ヘリウムガスを 4 l 放出させたときの室内のヘリウム濃度についてもっとも近いもの一つを選び、記号で答えよ。

- (a) 0.12 ppm
- (b) 0.6 ppm
- (c) 6 ppm
- (d) 12 ppm

正答 (c)

ヘリウムガスは $4\text{ l} = 4 \times 10^{-3}\text{ m}^3$ であり室内体積に比べて十分小さいため、ヘリウム濃度は近似的に(放出ヘリウム体積/室内体積)であらわすことができる。

よって、

$$4 \times 10^{-3} / (8 \times 8 \times 10) \approx 6.3 \times 10^{-6}$$

となり、 6.3 ppm なので(c) が正答となる。

RTレベル1 一般・専門試験のポイント

近年出題された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より各試験のポイントを解説する。なお、過去にも同様のポイントを解説した NDT フラッシュが日本非破壊検査協会のホームページで公開されているので参考にしてほしい。

一般試験の類題

問1 次の文は、照射線量の単位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) 照射線量の単位は、電子・ボルト (eV) で表わされる。
- (b) 照射線量の単位は、クーロン毎キログラム (C/kg) で表わされる。
- (c) 照射線量の単位は、物質1 kg 当たり1ジュール (J) のエネルギーを吸収したとき、1グレイ (Gy) で表わされる。
- (d) 照射線量の単位は、生体に与える影響を考慮し、シーベルト (Sv) で表わされる。

正答 (b)

放射線に関する主な単位を表1にまとめて説明する。したがって、正答は (b) である。

表1 放射線に関する主な単位

用語	単位	説明
放射能	ベクレル (Bq)	放射性物質が1秒間あたりに壊変する原子の個数
照射線量	クーロン毎キログラム (C/kg)	1 C/kg は、1 kg の空气中に放射線を照射したとき、電離作用で1 C の電荷を生じる線量
吸収線量	グレイ (Gy)	1 Gy は、物質1 kg あたり1 J のエネルギーを吸収したときの吸収量
線量当量	シーベルト (Sv)	生体に与える影響(生物学的効果比率)を考慮した吸収線量
エネルギー	電子・ボルト (eV)	電荷(e)をもつ粒子を1 V の電圧で加速したとき、粒子の得る運動エネルギー

問2 放射線透過試験において蛍光増感紙を用いるのは、X線が物質を透過する際に発生する [] による増感効果を利用するためである。空欄に入れる最も適切な語句を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 一次X線と蛍光
- (b) 二次電子と蛍光
- (c) 散乱線と蛍光
- (d) 蛍光

正答 (d)

増感紙は、金属増感紙、金属蛍光増感紙及び蛍光増感紙に大別される。各増感紙の構造と特徴を次に示す。なお、一次X線と散乱線は、増感効果には関係していない。

① 金属増感紙の構造と特徴

台紙に金属箔を貼付したもので、放射線によって金属箔から発生する二次電子による増感効果を利用したものである。金属箔による散乱線低減効果がある。

② 金属蛍光増感紙の構造と特徴

上述①の金属箔の表面に蛍光物質を塗布したもので、蛍光物質による蛍光作用により、上述①の数十から数百倍の増感効果がある。同時に、金属箔による散乱線低減効果を併せもつ。

③ 蛍光増感紙の構造と特徴

台紙に蛍光物質を塗布したもので、放射線によって蛍光物質から発生する蛍光による増感効果を利用したものである。散乱線低減効果はないが、増感効果は一番大きい。

このため、正答は (d) である。

問3 γ 線のエネルギーは数種類の [] からなりたっている。空欄に入れる最も適切な語句を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 電磁波
- (b) 放射性同位元素
- (c) 連続エネルギー
- (d) 単一エネルギー

正答 (d)

X線は連続エネルギーをもつのに対し、 γ 線は数種類の単一エネルギーから成り立っている。例えば、⁶⁰Coの γ 線エネルギーは、1.17 MeV と 1.33 MeV の単一エネルギーから成り立っている。このため、正答は (d) である。

なお、 γ 線は電磁波の一つであり、放射性同位元素から放出されるが、 γ 線のエネルギーとは関係はない。

問4 次の文は、 γ 線の発生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) ヘリウムの原子核から飛び出したヘリウム粒子の流れ。
- (b) 原子核内から飛び出した陽子の流れ。
- (c) 原子核からたたき出された中性子の流れ。
- (d) 原子核内から発生した光子の流れ。

正答 (d)

γ 線は原子核のエネルギー準位が遷移(不安定状態から、エネルギーを放出して安定)する現象を起源とし、原子核内から発生した光子の流れであり、単一エネルギーとなる。このため、正答は(d)である。

なお、ヘリウムの原子核から飛び出したヘリウム粒子の流れは α 線、原子核内から飛び出した陽子の流れは陽子線、原子核からたたき出された中性子の流れは中性子線である。

また、高速電子が物質中を通過すると、原子核との相互作用により制動減速されることにより連続エネルギーの制動X線が、軌道電子の遷移による単一エネルギーの特性X線が発生する。

専門試験の類題

問5 次の文は、鋳鋼品の放射線透過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) 鋳鋼品の放射線透過試験を行う場合に、透過厚さが125 mm程度のときは、 ^{60}Co を使用するとよい。
- (b) 鋳鋼品の放射線透過試験を行う場合に、透過厚さが75 mm程度のときには、 ^{75}Se を使用するとよい。
- (c) 鋳鋼品の放射線透過試験を行う場合に、透過厚さが25 mm程度のときには、 ^{169}Yb を使用するとよい。
- (d) 鋳鋼品の放射線透過試験を行う場合に、透過厚さが10 mm程度のときには、 ^{192}Ir を使用するとよい。

正答 (a)

図1に γ 線源の相違による透過厚さの目安例を示す。透過厚さが125 mm程度では ^{60}Co が、75 mm程度では ^{192}Ir が、25 mm程度では ^{75}Se が、10 mm程度では ^{169}Yb が使用されることが多い。したがって、正答は(a)である。

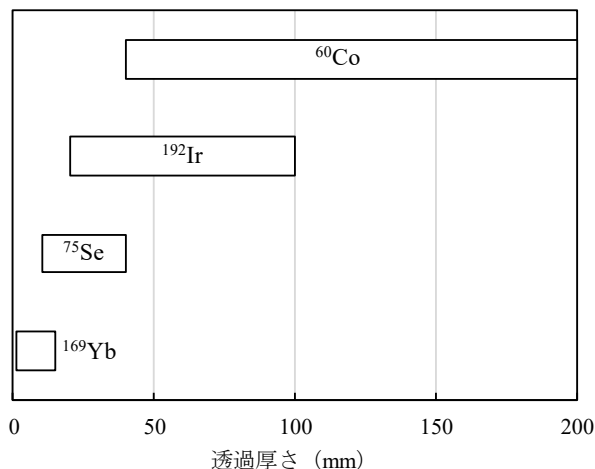


図1 γ 線源の相違による透過厚さの目安例

問6 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」に基づいた鋼板の突合せ溶接継手の撮影において、透過度計を用いる場合には、透過度計とフィルム間の距離を識別最小線径の [] 倍以上離せば、透過度計をフィルム側に置くことができる。空欄に入れる適切な数値を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 0.9 (b) 2 (c) 5 (d) 10

正答 (d)

JIS Z 3104 : 1995の附属書1では、透過度計は原則試験部の線源側に置くことにしているが、透過度計とフィルム間の距離を識別最小線径の10倍以上離せば、透過度計をフィルム側に置くことができる。したがって、正答は(d)である。透過度計をフィルム側に置いた場合の透過写真のコントラストは、試験体からの散乱線の影響を大きく受ける。すなわち、試験体からの散乱線によってフィルムに針金像が形成され、これが透過像に重畳することになる。したがって、この散乱線が影響しないような配置であれば、透過度計を何れの位置に置いても透過写真の像質の評価に及ぼす影響をなくすることができる。このことは、透過度計とフィルム間の距離を識別最小線径の10倍以上離すことにより達成できる。