

RTレベル2 一次試験一般試験問題のポイント

2005年9月号の本欄で、RTレベル2の新規一次試験の一般問題について、問題例をあげてそのポイントについて紹介した。一般問題は40問で四者択一により、正しいもの、又は誤っているものを選ぶ形式で、専門問題と共にそれぞれ70%以上で合格となる。

今回も最近の試験で正答率の低い問題と、注意して欲しい問題の類題について解説を行って、受験者の参考に供したい。

問1 次の文のうち正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 白色X線の半価層は、第一半価層も第2半価層もその値は同じである。
- (b) 白色X線のピークエネルギーは、管電圧によって変わらない。
- (c) 減弱係数は、半価層に反比例する。
- (d) 100kVを超える管電圧によって放射されるX線と物質との相互作用は、主に光電効果である。

正答 (c)

単色X線は減弱曲線の傾斜が一定であり、第一半価層も第2半価層もその値は同じであるが、白色X線は第一半価層が一番小さく、以下少しずつ大きくなって一定値に近づく。(b)の白色X線のピークエネルギーは、管電圧によって変わるので誤りである。また、減弱係数 μ は減弱曲線の傾斜を数値化したもので、半価層が h であれば、 $\mu = 0.693/h$ で算出される。すなわち、減弱係数は半価層に反比例するので(c)が正答である。(d)は光電効果ではなく、コンプトン効果である。

問2 次の文は、制動X線、特性X線及び γ 線について、その特徴を述べたものである。

- 1.高速電子が原子核によって制動された結果発生する。
- 2.原子核が励起状態から安定状態になるときに発生する。
- 3.原子が励起状態から安定状態になるときに発生する。
- 4.高速電子の運動エネルギーを最大エネルギーとした連続スペクトルである。
- 5.元素によって決まるいくつかの一定のエネルギーからなる線スペクトルである。
- 6.核種によって定まる一定のエネルギーからなる線ス

ペクトルである。

7.透過試験に主に用いられる。

8.元素分析に用いられる。

次の文の[1]～[3]に適切なものを解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

制動X線、特性X線及び γ 線の特徴の組合せは、それぞれ[1]、[2]及び[3]である。

[解答群]

- [1] (a) 1+4+7 (b) 2+5+6
(c) 2+5+8 (d) 3+6+7
- [2] (a) 1+4+7 (b) 1+3+7
(c) 3+5+8 (d) 3+6+7
- [3] (a) 1+4 (b) 2+6
(c) 3+4 (d) 4+6

正答 [1] (a) [2] (c) [3] (b)

出題形式が変わっているが、制動X線、特性X線及び γ 線の特徴及び発生などを正確に理解しておれば、容易に正答は得られる問題である。それぞれの文章の頭に制、特、 γ をマークして、整理すればよい。制動X線は、高速電子が原子核によって制動された結果発生し、連続スペクトルであり、透過試験に用いられている。特性X線は、原子が励起状態から安定状態になるときに発生し、線スペクトルであり、元素分析に用いられている。 γ 線は、原子核が励起状態から安定状態になるときに発生し、核種によって定まる線スペクトルである。

問3 次の文の[4]～[8]に適切なものを解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

透過度計の線径 d に対する透過写真のコントラスト ΔD は、撮影時の種々の条件に関係する因子から定量的に求めることができる。微小なきずを明瞭に識別するためには、この ΔD を[4]必要がある。このためには、フィルムコントラスト γ 、撮影配置による[5]条件の補正係数 σ 、X線フィルムの感度係数を考慮した減弱係数 μ_p の値を[6]し、散乱比 n の値を[7]する撮影条件を必要とする。このうち、放射線透過試験に使用する線源の種類に関係する因子は、 μ_p と[8]である。

[解答群]

- [4] (a) 小さくする (b) 大きくする

- (c) 無視する (d) 切り捨てる
- [5] (a) 重ね合わせ (b) 交換
(c) 幾何学的 (d) 計算
- [6] (a) 小さく (b) 大きく
(c) 無視 (d) 切り捨てに
- [7] (a) 小さく (b) 大きく
(c) 無視 (d) 切り捨てに
- [8] (a) γ (b) σ
(c) d (d) n

正答 [4] (b) [5] (c) [6] (b)
[7] (a) [8] (d)

透過写真のコントラスト ΔD についての基本的な問題である。 $\Delta D = -0.434 \cdot \gamma \cdot \mu_p \cdot \sigma \cdot d / (1+n)$ の式の分子にある因子を大きくして、分母にある n を小さくすれば、 ΔD は大きくなり微小なきずを明瞭に識別することができる。また、 $\mu_p / (1+n)$ は線質因子と呼ばれ、この値が大きいほど微小なきず、微細な線を検出することができる。

問4 次の文の [9] 及び [10] に入れる最も適切な数値を、解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

厚いアルミニウム板を透過した細い X 線束を 6.0mm のアルミニウム板でしゃへいしたところ、その透過線量率はしゃへいする前の線量率の 1/4 となった。この X 線に対する 1/10 価層はアルミニウム [9] cm、減弱係数は [10] cm^{-1} である。

[解答群]

- [9] (a) 1.0 (b) 2.0
(c) 3.0 (d) 4.0
- [10] (a) 1.3 (b) 2.3
(c) 3.3 (d) 4.3

正答 [9] (a) [10] (b)

前の問1で減弱係数と半価層の関係について述べたが、この問題では、1/10 価層とあわせて計算して求める。

6.0mm のアルミニウム板で透過線量率が 1/4 になったことから、6.0mm が半価層の 2 倍であるので、半価層の値は $6.0/2=3.0\text{mm}=0.3\text{cm}$ である。したがって、減弱係数 μ は $0.693/0.3=2.31\text{cm}^{-1}$ となり、[10] は (b) が正答となる。1/10 価層の値 H は、 $H=\log_{10}10/\mu=2.30/\mu$ の式で求められるから、 $H=2.30/2.3=1.0\text{cm}$ となり、[9] は (a)

が正答となる。

この問題では、先に [10] の減弱係数を求め、それを用いて [9] の 1/10 価層を求める。

問5 次の文のうち正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 識別限界コントラストは、フィルムと増感紙の組合せが変わっても変わらない。
- (b) 線径がある値より小さい場合は、識別限界コントラストは、線径が小さいほど小さい。
- (c) 線径が 0.50mm 程度以上の場合には、識別限界コントラストは、一定の値となる。
- (d) 同一線径に対する識別限界コントラストの値は、濃度が高いほど小さい。

正答 (c)

透過度計の線径と識別限界コントラスト ΔD_{\min} の値の関係の一例を図1に示す。

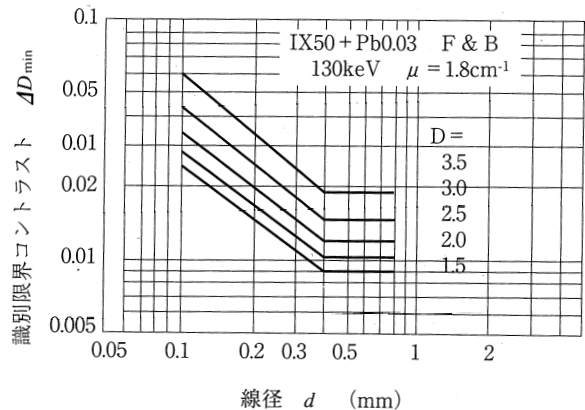


図1 線径と識別限界コントラストとの関係

この図は IX50+Pb0.03 で 130keV の場合の例であり、フィルムと増感紙の組合せや線源の種類によって変わる。線径が小さい所では、線径が小さいほど ΔD_{\min} の値は大きい。この図では ΔD_{\min} の値が一定になる線径が 0.4mm であるが、0.5mm 程度より線径が大きくなると ΔD_{\min} の値は一定となる。また、濃度は高い方が ΔD_{\min} の値は大きい。

PTレベル3 二次C₂ (適用) 試験のポイント

JIS Z 2305による資格試験について、平成16年10月号でPTレベル3のC₁、C₂について解説を行った。今月号ではC₂について、正答率の低い問題に類似した問題例のポイントを解説する。

問1 現像可能限界欠陥の開口幅： X_C 、試験体表面での浸透液の接触角： θ 、現像材粒子上での浸透液の接触角： θ_D 、欠陥を割れ（両端がくさび状または半円状）と仮定すると X_C はどのように表されるか。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) $X_C = \cos \theta \times \cos \theta_D$
- (b) $X_C = \cos \theta_D / \cos \theta$
- (c) $X_C = \cos \theta / \cos \theta_D$
- (d) $X_C = \cos \theta / 2 \cos \theta_D$

正答 (c)

現像可能限界欠陥開口幅(X_C)は、次式で表される。
$$X_C = (\Gamma_L \cos \theta / \pi \Gamma_L \cos \theta_D) / (d_s / d_y)$$

式の詳細については紙面の都合上割愛させていただくが、浸透探傷試験Ⅲの5章に説明されているので、よく読んでほしい。ここで、 d_s / d_y は割れの形状による係数であり、割れの面が平行している場合は2であり、割れの両端がくさび状又は半円状の場合は π となる。

したがって、 $X_C = \cos \theta / \cos \theta_D$ となる。

問2 次の文は、視認性について述べたものある。「ア」に入る適切な言葉の一つを選び記号で答えよ。

視認性とは、「ア」として見分ける機能であり、どの位の距離まで離れたならば「ア」が認識できなくなるかの距離で示す。

- (a) 明るさ
- (b) 色
- (c) 形
- (d) 文字

正答 (b)

人の目がものを知覚するときには、種々の機能が働く。その中で、色や形に対する目の機能として、視認性、判読性、注目性などがある。視認性とは、色として見分ける機能であり、正答は(b)となる。判読性とは形の明瞭さを、注目性は色の訴求力を表す。合わせて覚えておいてほしい。

問3 次の文は、表面処理について述べたものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 機械研磨は試験体表面に表面硬化や、残留応力を生じ、疲労強度に影響を及ぼすことがある。
- (b) 塩素系溶剤を使用する場合は、その溶剤が光の作用により分解し、塩素やその他の腐食性物質を生成することがあり、注意が必要である。
- (c) ショットブラストやグリッドブラストはピーニング効果があるため疲労割れや応力腐食割れを抑止する効果がある。
- (d) 電解洗浄は、洗浄液中に試験体を浸漬し、試験体を電極として汚染物を電解除去する方法で表面に付着している油脂類の除去に効果的である。

正答 (d)

(a)～(c)は正しい。ただ、(c)のショットブラストやグリッドブラストは材質によって表面開口きずをふさぐおそれがあるので、適用には注意が必要である。

(d)の電解洗浄は電解液の中に試験体と対極を浸漬し、その間に電流を流すことにより金属表面を清浄にするもので、脱脂工程や酸洗工程で取りきれなかった汚れを取るのに効果的な方法である。油脂の除去の場合には電解液に汚れを生じるため、あまり用いられない。

問4 次の文は、水ベース乳化剤を使用した後乳化性浸透探傷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) この試験に使用する浸透液は他の浸透液に比べ水の混入による性能の低下が大きい。
- (b) 浸透時間が経過したならば、そのまま水ベース乳化剤を適用する。
- (c) 実際に適用される状態の水ベース乳化剤は一般に油ベース乳化剤よりも粘度が高い。
- (d) 洗浄処理で試験体の浸透液が十分除去できずに残ってしまった場合、水で濡れたままの試験体を再度、水ベース乳化剤に浸漬して乳化時間を追加する。

正答 (d)

後乳化性浸透液は基本的に溶剤が主体で作られているため、水の混入に対して性能の低下は少ない。水洗性浸透液、乳化剤があらかじめ加えられているため、水で洗浄できるようになっている。そのため水の混入に対して

は性能の劣化が大きい。水ベース乳化剤は適用するとき、予備洗浄の処理が必要であり、使用に際して、水で薄めて使用される。また、油ベース乳化剤はそのまま原液で使用される。そのため適用される状態の水ベース乳化剤は油ベース乳化剤に比べ粘度は低くなる。したがって (a), (b), (c) は誤っている。

(d) は水ベース乳化剤の特徴であり、正しい。

問 5 化学プラント用横置き U 字型チューブ熱交換器の保守点検として伝熱管シール溶接部の染色浸透探傷試験を実施するよう依頼を受けた。管板及び伝熱管の材質は SUS304 であり伝熱管の内径は 16.0mm, 肉厚は 1.5mm, シール溶接部は 300 箇所、溶接方法は TIG である。この場合にレベル 1 技術者に指示するための作業指示書で最も詳しく記述が必要と思われるものを次の中から一つ選び記号で答えよ。

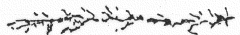
- (a) 1 回の探傷する個数, 除去処理方法
- (b) 浸透処理の種類, 現像処理方法
- (c) 1 回の探傷する個数, 現像処理方法
- (d) 除去処理方法, 観察条件

正答 (a)

広範囲又は多数の試験対象について浸透探傷試験を行う必要がある場合、以下について考慮する必要がある。シール溶接部の保守検査であることから作業の安全性を確保について配慮するとともに、次の検討が必要である。1) 探傷部位はシール溶接部であることから、狭隘部作業となり内径が 16mm では、指が入らない。2) 検出すべき「きず」は、微細な割れも対象となる。3) 300 箇所と数量が多いことから 1 回に探傷できる範囲を決めて、分割する必要がある。4) 狭隘部の除去処理を実施するための特殊な工具の配慮などが必要となる。以上のことから、各処理工程ごとに詳細の指示が必要であるが、特に重要となるのは (a) 1 回の探傷個数, 除去処理方法についての詳細な指示である。

問 6 下記は浸透指示模様とその代表的なきずの名称を示したものである。それぞれの組み合わせのうち正しいものを一つ選び記号で答えよ。

1: 綿棒状指示模様 []

2: 樹枝状指示模様 []

3: 虫状指示模様 []

イ: 応力腐食割れ

ロ: 水素脆性割れ

ハ: 機械疲労割れ

(a) 1:イ 2:ロ 3:ハ (b) 1:ロ 2:ハ 3:イ

(c) 1:ハ 2:イ 3:ロ (d) 1:イ 2:ハ 3:ロ

正答 (c)

浸透探傷試験で現れる指示模様はきずの種類によって様々な形があり、一概に決めることはできないが、条件によってはそれぞれのきずに対しての特徴が現れる場合がある。機械的な疲労割れはきずの両端が狭くなっているため、毛細管力が中央より両端が大きくなるため指示模様は、綿棒状として現れる場合がある。応力腐食割れは複雑な形状となり、一般に樹脂状にきずが進展してゆく。水素脆性割れは微細な割れとして現れる場合が多い。したがって正答は (c) となる。

その他に、数珠状指示模様、帯状指示模様、円状指示模様、網目状指示模様、放射状指示模様など多くの形態があるが、それぞれの発生原因を整理しておく必要がある。

問 7 JIS Z 2343-3:2001 に示されているタイプ 3 の対比試験片はどれか、正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) アルミニウム合金 (A2024P) に焼き割れを発生させたもの。
- (b) 黄銅板にメッキを行い、めっき割れを発生させたもの。
- (c) ステンレスに応力腐食割れを発生させたもの。
- (d) ステンレスに打痕を作りきずを発生させたもの。

正答 (a)

JIS Z 2343-3:2001 に規定されている対比試験片には、タイプ 1 (めっき割れ)、タイプ 2 (プラスト面及び星状きず) タイプ 3 (アルミ焼き割れ) がある。これらの特徴もあわせて覚えてほしい。

以上、これまでに出题された問題の類似の問題を参考に解説してきたが、これからレベル 3 の資格を取得しようとする方は、本解説を参考にして参考書、問題集等の内容を学習して欲しい。