

PT・PD レベル 1 専門試験のポイント

PT・PD レベル 1 の新規一次専門試験問題については、これまで相対的に正答率の低い問題及び基本的に理解してほしい問題と類似の例題を選んで何回か本欄で解説を行ってきた。今回は、さらに基本的に理解してほしい問題の例題について解説する。

問 1 次の文は、前処理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。(PT)

- (a) 錆やカーボン等の固形物の除去には、有機溶剤を使用した化学的な方法が最も優れている。
- (b) 前処理に水を使用した時、次に水洗性蛍光浸透探傷試験を実施する場合は水分を除去する必要はない。
- (c) 前処理で有機溶剤である洗浄剤を使用した場合でも乾燥を行うのが一般的である。
- (d) トリクレン蒸気脱脂は試験体の表面を損なうため、小物部品の保守検査の前処理には一般に使用されない。

正答 (c)

錆やカーボン等の固形物の除去には、一般には酸やアルカリを使用した化学的な方法が用いられる。有機溶剤は油脂類の除去には適しているが、錆やカーボンの除去には適していない。したがって、(a) は誤っている。

水洗性蛍光浸透は油性の溶剤が基本にできており、そこに界面活性剤(乳化剤)含まれている。そのため、試験体表面に水分があるとゲル化を起し、浸透作用が困難になる。したがって、(b) も誤りである。前処理で有機溶剤である洗浄剤を使用した場合、有機溶剤は一般的に揮発性が高いため試験体表面は自然乾燥で乾くが、きずの中のように密着した隙間に浸透した有機溶剤は揮発しづらく、ドライヤー等での強制乾燥が必要となる、したがって、(c) は正しい。トリクレン蒸気脱脂は、油脂類を溶解する能力が強いため、小物部品の保守検査の前処理によく用いられる。また、金属表面を損なう作用はない。したがって、(d) は誤っている。

問 2 次の文は、浸透液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。(PT)

- (a) 水洗性浸透液は、ある量の水が混入するとゼリー状(ゲル化)になる。

- (b) 水洗性浸透液は、水で洗浄除去することを特徴としており、溶剤による除去は不可能である。
- (c) 油性浸透液に界面活性剤が入っているがこれは浸透液のぬれ性を高め、きずへの浸透性を良くするためである。
- (d) 水洗性浸透液と後乳化性浸透液は、いずれも水で洗浄するのを基本としているので両者の浸透液の水に対する性質は同等と考えて良い。

正答 (a)

水洗性浸透液は、水が混入した場合は、わずかな水の量の場合は、浸透液の中に溶解(可溶化)されるが、ある量の水になるとゼリー状(ゲル化)になる。したがって、(a) は正しい。また水洗性浸透液は、揮発性の高い有機溶剤がベースに乳化剤が混入されているものであり、水で洗浄することは可能であるが、溶剤でも除去することが可能である。したがって、(b) は誤っている。

溶剤除去性浸透液には界面活性剤は入っておらず、溶剤除去性浸透液に含まれている有機溶剤がぬれ性と浸透性を高めている。したがって、(c) も誤っている。

水洗性浸透液はもともと浸透液中に界面活性剤が入っており、後乳化性浸透液は浸透処理後に界面活性剤(乳化剤)を適用して水洗性を持たせるものであり、両者の水に対する性質は異なっている。したがって、(d) も誤りである。

問 3 次の文は、浸透探傷試験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。(PT, PD)

- (a) 溶剤除去性蛍光浸透探傷試験は、高い検出精度が要求される大きな部品の部分的な探傷に適した試験方法であり、形状の複雑な部品の全面探傷を行う場合とか、数量が多い部品に適用するのは不向きである。
- (b) 除去処理を行っているときに、必要以上に除去処理をしてしまったと思われる場合は、前処理からやり直す必要がある。
- (c) 速乾式現像剤の現像塗膜は、吸湿性があるので現像塗膜を吹きつけたままにしておくと錆が発生しやすくなる。
- (d) エアゾールタイプの探傷剤を使用するときは、浸透液、除去液、現像剤のいずれも使用前に十分に攪拌する必要がある。

正答 (d)

溶剤除去性蛍光浸透探傷試験は、一般に除去液とウエスを用いて行う場合が多く、形状の複雑な部品の全面探傷とか、数量が多い部品に適用するのは不向きである。また、蛍光浸透液は高い検出感度を要求される場合に用いられる。したがって (a) は正しい。

必要以上に除去処理をしてしまった場合は、きずの中の浸透液まで除去され、また、除去液がきずの中に浸透している可能性があるため、前処理からやり直す必要がある。浸透探傷試験の手順に誤りがあった場合は、原則として前処理からやり直す必要がある。したがって、(b) も正しい。

速乾式現像剤の塗膜は、炭酸カルシウム等の微粉末でできており、吸湿性があるので現像塗膜を吹きつけたままにしておくと錆が発生しやすくなる。したがって、(c) も正しい。

エアゾールタイプの現像剤は、有機溶剤中に炭酸カルシウム等の微粉末を混ぜたものであり、静置しておくことで微粉末が沈殿してくるため、攪拌が必要であるが、浸透液は有機溶剤に染料や蛍光塗料が溶解（溶込んでいる）されており、除去液は種々の有機溶剤が混ざっている（溶解）ものである。溶解されている溶液は、そのまま静置しておいてもそれぞれの成分が分離することはなく、攪拌する必要はない。したがって、(d) は誤っている。

問4 次の文は、鋼溶接部の浸透探傷試験を実施する場合の浸透処理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。(PT, PD)

- (a) 溶剤除去性浸透探傷試験においては、浸透液の適用を吹付け法やはけ塗り法で行うことが多いが、浸漬法で行ってもさしつかえない。
- (b) 浸透液の適用方法により浸透時間は異なり、はけ塗り法は浸漬法より長く、それよりも吹付け法の方が長い。
- (c) 浸透液をはけ塗り法で塗布する場合は、うすくなりがちであるので、浸透液の量を多めにし、液の層が厚くなるように塗布しなければならない。
- (d) はけ塗り法で染色浸透液を適用した場合は、塗り残しがないかどうか、ブラックライトで照射して確認する必要がある。

正答 (a)

鋼構造物に対し溶剤除去性浸透探傷試験を行う場合、

浸透液の適用は、一般的にはけ塗り法や吹きつけ法で行うことが多いが、鋼構造物であっても小物の試験体では浸漬法を行うことができる。したがって、(a) は正しい。

浸透時間を決定する因子には、浸透液の種類と温度、試験体の材質と温度及び検出対象のきずの種類と大きさ等があるが、浸透液の適用方法には影響されない。したがって、(b) は誤っている。

浸透液の適用に当たっては、試験体表面がむらなくぬれればよく、浸透液の厚さには関係しない。したがって、(c) も誤っている。

ブラックライトで浸透液のぬれの状況を確認するのは蛍光浸透液の場合であり、染色浸透液の場合には必要ない。したがって、(d) も誤っている。

問5 次の文は、小物機械部品の浸透探傷試験における湿式現像剤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。(PT)

- (a) 使用前によく攪拌する。
- (b) 試験体の表面の水分を蒸発させてから適用する。
- (c) 形状の複雑な試験体に適用する場合は、現像剤の溜まりができないように乾燥する。
- (d) 白色微粉末を水に懸濁したものである。

正答 (b)

湿式現像剤は、ベントナイトなどの白色微粉末を水に混ぜたものであり、静置しておくことで沈殿してくるので、使用前によく攪拌する必要がある。したがって、(a) 及び (d) は正しい。

湿式現像剤の分散媒は水であるので、試験体表面に水分が残っていても現像剤の適用には問題がない。したがって、(b) は誤っている。

試験体表面に現像剤の溜まりができると、その部分の現像塗膜が厚くなり、きずの検出精度が悪くなる。したがって、(c) は正しい。

以上これまで出題されてきた問題の傾向を基に PT・PD レベル 1 に関する専門試験問題を解説してきた。どの問題も、決して難しい問題ではないが、実際に試験に出題された類似の問題を見てみると正答率は高くないようである。本解説及び前回までの解説を参考にして、『浸透探傷試験 I』、『実技参考書』、『問題集』等の内容をよく学習してほしい。

ET 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 ET レベル 1 の新規一次試験は『渦電流探傷試験 I』の記述範囲内から出題される。試験結果を見ると、正答率の低い問題は、受験者の理解不足や誤解によると思われる。本稿では、最近出題された問題のうち、正答率の低かった問題を、類似した例題によりポイントを解説する。

問 1 次の文は、渦電流探傷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) 高温の部材の検査には適用できない。
- (b) 部材にプローブを接触させずに検査ができる。
- (c) 表面から深い内部きずの検出も可能である。
- (d) きず寸法の定量化に適した方法である。

正答 (b)

渦電流探傷試験の特徴の一つとして、試験プローブを冷却することにより高温の部材に適用が可能である。一例として、貫通プローブによる熱間渦電流探傷法があり棒鋼の探傷に用いられている。(a) は不正解である。試験体中に流れる渦電流分布は、プローブ・コイルに接している試験体の表面近傍は電流密度が高く、内部に行くにつれて表皮効果により減少するので、(c) は不正解である。渦電流探傷試験の指示は、試験体の材質、寸法変化など多くの雑音因子の影響を受けやすく、また、きずの種類、形状、寸法を正確に判別することが困難であり、きず寸法の定量化はできず、(d) は不正解である。渦電流探傷試験は原理的にプローブを非接触で探傷することができる。正答は (b) となる。

問 2 次の文は、電磁誘導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) コイルに時間的に変化する磁束を作用させると、その磁束の変化を大きくする向きの磁束が発生するように、コイルに起電力が発生する。
- (b) 導体に時間的に変化する磁束を作用させると、その磁束の変化を大きくする向きの磁束が発生するように、導体に渦電流が発生する。
- (c) 導体に永久磁石を近づけると、導体には磁石を押し戻す方向の力が働くように渦電流が流れる。
- (d) 導体表面に平行に永久磁石を移動させると、導体

には渦電流が誘導され、永久磁石の動きと逆方向の力が働く。

正答 (c)

コイルに時間的に変化する磁束を作用させると、ファラデーの法則により、その磁束の変化を小さくする向きの磁束が発生するようにコイルに起電力が発生するため、(a) は不正解である。導体に時間的に変化する磁束を作用させると、その磁束の変化を小さくする向きの磁束が発生するように、導体に渦電流が発生する。このため (b) も不正解である。また、導体表面に平行に永久磁石を移動させると、導体には渦電流が誘導され、永久磁石の動きと同方向の力が働くため、(d) は不正解である。導体に永久磁石を近づけると、導体には磁石を押し戻す方向の力が働くように渦電流が流れる。正答は (c) となる。

問 3 次の図は、コイルのインピーダンス平面図を示したものである。内挿プローブの平均径が小さくなったときは、P 点のインピーダンスの変化の方向は次のうちどれか。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) ①
- (b) ②
- (c) ③
- (d) ④

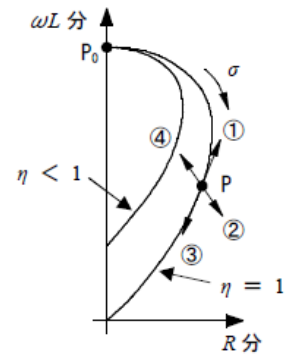


図 1 コイルのインピーダンス平面図

正答 (d)

内挿プローブの平均径が小さくなるということは、コイルの充填率が減少することを意味している。図 1 は充填率 $\eta = 1$ の場合と減少した場合を表しており、正答は (d) となる。

類似問題は幾度も出題されているが、毎回、正答率が低い。ET レベル 1 の資格取得を目指す人は、『渦電流探傷試験 I』p.26 に本件の解説が記されており、良く理解しておく必要がある。なお、試験体の導電率 σ が減少すると①の方向に変化し、逆に、増加すると③の方向となる。また、試験周波数 f が高くなる場合も③の方向となる。

問4 次の金属のうち、渦電流探傷試験を適用するとき試験周波数を一番低く設定する必要があるものはどれか。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) アルミニウム (b) 銅
- (c) チタニウム (d) 真鍮

正答 (d)

この問題を解くにあたって考慮することは、渦電流の表皮深さ δ であり次式で示される。

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \text{ (m)} \dots \dots (1)$$

f : 励磁周波数, μ : 透磁率, σ : 導電率

問題に示されている金属は全て非磁性体であり、透磁率は変わらない。表皮深さ δ を一定に保つには、試験周波数 f と導電率 σ の積を一定にすればよい。試験周波数を一番低く設定する必要がある金属は、導電率が一番高い金属であることが理解できる。導電率の高い順に並べると、銅 > アルミニウム > 真鍮 > チタニウムとなる。したがって、正答は (b) となる。

問5 次の文は、渦電流探傷試験においてフィルタの設定値を変更する必要がある場合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) 感度を変更したとき。
- (b) 位相を変更したとき。
- (c) 試験周波数を変更したとき。
- (d) 探傷速度を変更したとき。

正答 (d)

渦電流探傷器のフィルタの役割は、きず信号 S の周波数とノイズ N の周波数の違いを利用し SN 比を向上するためにある。探傷器の感度を変更した場合は、きず信号とノイズの信号強度は変わるが、二つの信号の周波数成分は変わらないため、(a) は不正解である。位相を変更した場合と試験周波数を変更した場合は、 SN 比は変わるが、二つの信号の周波数成分は変わらないため、(b) と (c) は不正解である。

渦電流探傷試験は、一般的に差動方式のプロープが用いられている。差動方式のプロープは、二つの同一形状で同一特性のコイルを接近させて配置し一体化されている構造となっている。きず信号の周波数成分はきずが二つのコイル間を通過する速度で決まる。例えば、探傷速度が2倍になればきず信号の周波数成分も2倍となり、フィルタを変更する必要がある。正答は (d) となる。

問6 次の文は、航空機機体構造物のリベット周囲の渦電流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) 一般に自己誘導形差動方式の上置プロープを用いる。
- (b) 磁気シールド付き上置プロープを用いることで、表面粗さの影響を軽減する。
- (c) プロープの走査が安定して行えるように、プロープ・ガイドを使用する。
- (d) 対比試験片には腐食により基準きずを加工する。

正答 (c)

航空機機体構造物のリベット周囲の探傷には、一般に手動走査で行われるためと、プロープ自体を小型化する必要がある単一コイルが使われる。(a) は不正解である。磁気シールド付きプロープは、プロープの傾きによるリフトオフの影響や、割れ検出感度の低下を抑制する効果があるが、表面粗さの影響を軽減することはできないため、(b) は不正解である。リベット周囲の渦電流探傷試験に用いられる対比試験片には、放電加工による角溝

(EDM ノッチ) が用いられているため、(d) は不正解である。また、検査対象とするリベットへの接近性や周囲の障害物の状況に応じてリベット頭周囲を操作しやすくするため、プロープ・ガイドが用いられている。正答は (c) となる。

問7 次の試験体のうち、リモートフィールド渦電流探傷試験法が適用できるものはどれか。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 非磁性金属管 (b) 非導電性金属棒
- (c) 磁性金属管 (d) 磁性金属棒

正答 (c)

渦電流探傷試験は、試験体が導電性のものであれば全て適用できる。内挿プロープによる配管の検査の場合は、試験体が非磁性金属であれば問題ないが、磁性金属の場合は、磁気ノイズが発生し渦電流探傷試験を適用することは困難である。このような場合に、リモートフィールド渦電流探傷試験が適用されている。なお、リモートフィールド渦電流探傷試験については、『渦電流探傷試験 I』p.106 に記載されており参考するとよい。正答は (c) となる。

ET レベル 1 の資格取得を目指す人は、本稿に限らず近年の関連記事も一読することを奨めます。