

PT レベル3 パートD, E 試験のポイント

PT レベル3 のパート D, E 試験について、正答率の低い最近の問題の類題について解説する。なお、かつて本欄で解説してきた類題(Vol.69 No.5, Vol.66 No.3 など)についても正答率が低いものがいまだ見受けられるので、併せて参照いただきたい。

パートD の類題

問1 次の語句は、指示模様を観察する場合の知覚の高低に係わる主な機能について示したものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 赤・青・緑
- (b) 色相・明度・彩度
- (c) 視認性・判読性・注目性
- (d) 赤外線・紫外線・白色光

正答 (c)

(a) は特定波長領域の光を心理学的に表現したもの、(b) は色の三属性、(c) が知覚の高低にかかわる主な機能、(d) は波長ごとの光の名称をそれぞれ示したものである。(c) を除き、光の物理学的な分類であり、ひとの知覚とは関わりがない。したがって、(c) が正しい。

問2 次の文は、鉄鋼材料の表面付着物の機械的な除去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) グリッドブラストは、鋭利な角をもつ鋼片(グリッド)を試験体表面に打ちつけて表面を清浄にする方法である。
- (b) サンドブラストは、ショットブラストよりも衝撃力が大きいいため表面付着物の除去効率が低い。
- (c) ショットブラストやサンドブラストは、ピーニング効果があるため疲労割れや応力腐食割れを起こしやすいので使用に際しては注意が必要である。
- (d) 機械的な方法で表面付着物の除去を行った場合は、材質・方法に関わらず必ず後で化学的な方法で表面処理を行わなければならない。

正答 (a)

(a) はグリッドブラストの説明として妥当である。ショットブラストではサンドブラストで用いる砂よりも硬度の高い小さな金属球(ショット)を用いるため、表

面付着物の除去効率はショットブラストの方が高く(b)は誤りである。ピーニング効果では圧縮残留応力が発生することから疲労割れなどは起こりにくくなり、(c)は誤りである。機械的な方法による除去では条件により表面開口部を塞いでしまうが、その後の化学的処理は必要に応じて要求されるため、(d)は誤りである。

問3 次の項は、蛍光浸透探傷試験における指示模様の輝度に最も影響を与えるパラメータである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 照射される紫外線波長の最大値
- (b) 蛍光物質のモル吸光係数
- (c) 浸透液の分子量
- (d) 現像剤塗膜の最小厚さ

正答 (b)

浸透液に含まれる蛍光物質は特定の波長(365 nm 近傍)で輝度が高くなるため、波長の最大値に関連はなく(a)は誤りである。紫外線エネルギーの吸収度合すなわちモル吸光係数は輝度に大きく影響するため(b)は正しい。蛍光物質の種類により蛍光輝度は異なるが分子量とは直接的な関連はなく、(c)は誤りである。表面を覆う浸透液の厚さには影響を受けるため、現像剤塗膜の厚さによる影響はないわけではないが間接的であり(d)は誤りである。

問4 次の用語は、界面活性剤の働きを示したものである。水洗性浸透液の洗浄処理を容易にするための働きに関するものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 乳化
- (b) ゲル化
- (c) 可溶化
- (d) 湿潤

正答 (a)

水洗性浸透液の洗浄処理では、まず浸透液の中に水が混入する可溶化が起き、さらに浸透液と水が触れ合うことでクリーム状やゼリー状となるゲル化が起き、さらに水を加えるとの水中に油性の浸透液が分散する乳化が起き洗い流されてゆく。したがって、洗浄処理を容易にするための働きとしては乳化であり(a)が正しい。界面活性剤のもう一つの働きとして湿潤が挙げられるが、こちらは濡れを改善する効果であり、(d)は誤りである。

パート E の類題

問5 次の文は、きずの形状による指示模様の現れ方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。

- (a) ブローホールの場合には、円形状の連続した指示模様となる場合が多い。
- (b) 小さな線状のきずの場合、線状ではなく楕円形の指示模様となる場合が多い。
- (c) スラグ巻込みでは、表面上で枝分かれした線状の指示模様となる場合が多い。
- (d) 深い割れは、綿棒状の指示模様となる場合が多い。

正答 (b)

ブローホールなどの場合は単独の指示模様となり、連続とはならないため (a) は誤りである。小さな線状きずの場合にはにじみの影響により中心部がふくらみ、楕円形の指示模様となることが多く (b) は正しい。スラグ巻込みの場合は、枝分かれした線状ではなく、面状または面を囲むような指示模様となることが多いため (c) は誤りである。綿棒状の指示模様は疲労き裂に代表される両端の鋭い線状きずによることが多いため (d) は誤りである。

問6 次の文は、水ベース乳化剤を用い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) 予備水洗にて試験体に付着した水滴が、乳化処理時に水ベース乳化剤に混入すると、乳化剤の性能が変化するため、エアブロー等で水分を除去する。
- (b) 予備水洗によって生じた排液中の浸透液は、容易に水と分離することが可能である。
- (c) 水ベース乳化剤の濃度の管理は、浮秤式濃度計を用いて行うのが一般的である。
- (d) 乳化処理前に予備水洗を行うため、浸透処理後の排液は行わなくてもよい。

正答 (b)

水ベース乳化剤に少量の水が混入しても性能低下はなく、通常水洗後そのまま乳化剤に浸漬できるため (a) は誤りである。予備水洗の排液は浸透液と水が含まれるが、この段階で乳化剤の適用はないため、容易に分離することが可能であり、(b) は正しい。水ベース乳化剤の濃度は通常屈折計を用いるため、(c) は誤りである。浸透液使用量の低減や排液処理の負荷低減及び予備水洗後

により浸透液の均一な膜を迅速に形成するためにも排液は重要であり、(d) は誤りである。

問7 次の文は、対比試験片の使用目的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) 各処理装置が、正常に稼動しているかどうかのチェックに使用できる。
- (b) 対比試験片で検出されたきずは、幅と深さが同じであれば実際の試験体でも全て検出されるので、その目的のために使用できる。
- (c) タイプ2試験片は、50℃を超える温度での検出性の保証に使用できる。
- (d) 製品の探傷条件を決定するために使用できる。

正答 (a)

JIS Z 2343-3:2017 にはタイプ1対比試験片は感度レベルを決定するため、タイプ2及びタイプ3対比試験片は、設備及び使用中探傷剤の性能を定期的に調べるために用いと規定されている。したがって (a) は正しい。検査対象物は千差万別であり、それぞれに対し対比試験片が準備されているわけではないため、検出性の保証のためや探傷条件の決定のために用いることはできない。したがって、(b)、(c)、(d) は誤りである。

レベル3技術者には参考書などに記載されている典型的な事象に対処するだけでなく、その場に応じた臨機応変な対応が求められる。適用中の手法の手順や注意点を正確に習得するだけでなく、その理論的な裏付けや背景となっている事象などを考える力も養っていただきたい。

ETレベル3 パートD、E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 3 の二次試験は主に参考書である『渦流探傷試験Ⅲ』から出題される。本稿では、最近行われた試験のうち、正答率の低かった問題に類似した例題によりポイントを解説する。

パートDの類題

問1 次の文は、電磁誘導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) 導電率の測定が可能であり、その結果として非導電性材料の分別に利用することができる。
- (b) 透磁率の測定が可能であり、その結果として鉄鋼材料の材質試験に利用することができる。
- (c) 非鉄金属とプローブ間の距離測定が可能であり、その結果として非鉄金属上の磁性金属皮膜の厚さ計測に利用することができる。
- (d) 形状による渦電流変化の測定が可能であり、その結果として金属材料の内部きずの検査に利用することができる。

正答 (b)

電磁誘導試験は、材料の化学成分、組織、機械特性、きずの存在により電磁気的特性（導電率 σ 、透磁率 μ ）が異なることを利用しており、非導電性材料には適用できず（a）は不正解である。試験コイルと試験体との相対的な位置の変化によりコイルのインピーダンスが変化することをリフトオフ効果と言う。リフトオフ効果を利用することにより非鉄金属上の非導電性被膜の厚さ測定は可能であるが、磁性金属皮膜の厚さ測定はできないので、（c）は不正解である。また、電磁誘導試験を用いて異形材の検査が行われるが、渦電流の表皮効果により金属材料の内部きずの検査は適用できず、（d）は不正解である。電磁誘導試験により材料の透磁率測定は可能であり、鉄鋼材料の材質試験に適用されている。したがって、正答は（b）となる。

問2 次の文は、電磁界の数値解析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) マクスウェルの方程式を有限要素法で解いた場合、厳密解を求めることができる。

- (b) マクスウェルの方程式は、実験から導出された近似式である。
- (c) 有限要素法では磁界の変化の大きい場所の要素サイズは、変化の小さい場所より大きく設定される。
- (d) 内挿プローブによる伝熱管の検査では、支持板を含む複雑な形状の解析に、有限要素法が適用されている。

正答 (d)

電磁界の現象はマクスウェルの方程式で書き表すことができ、これを解けば渦電流試験の最適化のためのシミュレーションが行える。例えば、貫通プローブを用いた渦電流探傷試験の場合、軸対称でなく境界条件が複雑になったりする場合のような実際的な問題では、一般に方程式は解けない。有限要素法は構造解析用に開発され、実際の問題に適した手法であるが厳密解を求めることができず（a）は不正解である。マクスウェルの方程式は電磁力に関するファラデーの法則を数学的形式に纏め上げたものであり、（b）は不正解である。

有限要素法では電磁界の変化の多いところは要素サイズを小さくして密に配置し要素内のエネルギーの変化が大きくなるようにし、変化の小さなところは要素数を減らして累積誤差が大きくなるように工夫する必要があり、（c）は不正解である。

有限要素法の場合は、要素によってコイルなどの形状を近似的に形作り、媒質の情報は要素毎に与えることができるので、きずを含む試験体を表現することが容易であり、正答は（d）となる。

問3 次の文は、試験コイルの正規化インピーダンス曲線に及ぼす影響因子について示したものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) コイル巻線の導電率
- (b) コイルの線径
- (c) コイルの巻き数
- (d) コイルの充填率

正答 (d)

渦電流試験における試験コイルのインピーダンスは、正規化することにより意味のない変化を排除し、試験体の変化に関するインピーダンス変化を解析することができる。正規化インピーダンスを用いることで次のような利点がある。

- 1) 試験周波数が異なる場合の試験コイルの特性の変化を統一的に把握できる。
- 2) 試験コイル巻線の巻き方が異なる場合の影響を排除し、巻線の断面形状と試験体との関係を明確化できる。

したがって、コイル巻線の導電率、線径及び巻き数には影響されず、(a)、(b)及び(c)は不正解である。コイルの充填率はコイルと試験体の断面積の比であり、正規化インピーダンスに影響するため、正答は(d)となる。

問4 次の文は、交流電流を流したコイルに非磁性導体を挿入したときの磁束の変化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) コイルから導体を抜き取ると、コイルの磁束は増加する。
- (b) 導体の電気的性質によってコイルの磁束は異なるが、コイルの起磁力には影響しない。
- (c) 健全部におけるコイルの磁束は、渦電流による磁束が加算されるため、導体遠方にあったときよりも増加する。
- (d) 健全部に比較してきず部では渦電流が流れにくくなり、コイルの磁束が減少する。

正答 (a)

コイルに導体を挿入することにより、コイル内の磁束が減少し、コイルのインピーダンスは増加する。その結果、コイルに流れる電流が減少しコイルの起磁力は減少するため、(b)は不正解である。導体を挿入すると導体中に渦電流が流れる。渦電流により発生する磁力線は、導体に印加された磁力線を打ち消す向きとなりコイルの磁束は減少するため、(c)は不正解である。導体にきずが存在すると健全部と比べ渦電流が流れにくくなり、コイル内の磁束は増加するため、(d)は不正解である。

また、コイルから導体を抜き取ると、コイルの磁束は増加する。したがって、正答は(a)となる。

パートEの類題

問5 次の文は、強磁性体の材質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) 数百kHzの磁界におけるインクリメンタル透磁率から材質を評価する。
- (b) 飽和領域まで磁化する必要はない。

- (c) 炭素鋼の炭素含有量の測定に適用できない。
- (d) 熱処理や機械加工は、導電率より磁気的特性に大きな影響を与える。

正答 (d)

渦電流試験での強磁性体による材質試験には、相互誘導形標準比較方式の貫通プローブを用いる方法が一般的である。

これは、数百Hz以下の低周波で試験体を強く磁化し、試験体の磁気特性全体を調べる方法であり、(a)は不正解である。磁化力が弱いと試験体の残留磁気による影響を受けるため、飽和領域に達する程度まで磁化することが望ましく、(b)は不正解である。代表的な応用例としては、炭素鋼の炭素含有量の測定例があり、(c)は不正解である。したがって、正答は(d)となる。

問6 次は、JIS Z 2300:2020「非破壊試験用語」に規定されている用語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) きず : 目視で確認される試験材における不完全部又は不連続部。
- (b) 欠陥 : 規格、仕様書、指示書などで規定された判定基準を超える有害なきず。
- (c) 装置の校正 : 既知の対比きずによって、装置を比較すること又は装置の調整を行うこと。
- (d) ノイズ : 試験対象物の表面状態又は組織などに起因しない指示。

正答 (c)

JIS Z 2300:2020では、きずとは「非破壊試験の結果から判断される不完全部又は不連続部。」と定義されており、「きず」には合格となるものと、不合格となるものがあり、(a)は不正解である。欠陥とは「規格、仕様書などで規定された合格基準を満たさず、不合格となるきず。」と定義されており、(b)は不正解である。

ノイズとは「試験対象物の表面状態若しくは組織、又は装置若しくは試験条件に起因する本来的でない指示。」と定義されており、(d)は不正解である。装置の校正とは「既知の対比きずによって、装置を比較すること又は装置の調整を行うこと。」と定義されており、正答は(c)となる。以上、ET3受験者は必ず関連規格は熟読しておくことを薦める。