

UT レベル1 一般試験のポイント

UT レベル1の新規一般試験は、問題数が40問以上で、70%以上の正答で合格となる。今回はUT レベル1の一般試験問題について類題により問題解説する。

問1 次の文は、探触子に使用される振動子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) 探触子には、圧電効果を有する振動子が組み込まれている。
- (b) 振動子は、超音波を送信することはできるが受信はできない。
- (c) 通常の垂直探触子に使用されている振動子は、主に横波を発生させる。
- (d) 通常の斜角探触子に使用されている振動子は、主に横波を発生させる。

正答 (a)

探触子には電気信号を機械的振動に変換し、また機械的振動を電気信号に変換することのできる圧電効果を有する振動子が組み込まれており、これにより超音波パルスを送受信している。通常の振動子は縦波を送信し、垂直探触子はその縦波を利用して垂直探傷を行う。斜角探傷は縦波を屈折させることにより試験体内で横波にモード変換させて探傷を行う。したがって、(a)が正答となる。

問2 次の文は、超音波探傷に用いる縦波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) 縦波は、気体中を伝搬しない。
- (b) 縦波は、液体中を伝搬しない。
- (c) 縦波とは、媒質粒子の振動方向と波の進行方向とが平行な波のことである。
- (d) 縦波とは、媒質粒子の振動方向と波の進行方向とが垂直な波のことである。

正答 (c)

縦波は、媒質粒子の振動方向が波の進行方向と同方向すなわち平行方向に進む波で金属などの固体中はもちろんのこと、液体中や気体中でも伝搬する。一方横波は、波の進行方向に対して垂直方向に振動する波で金属などの固体中では伝搬するが液体中や気体中では伝搬しない。したがって(c)が正答となる。

問3 次の文は、超音波探傷に使用する探触子の周波数及び振動子の直径の影響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) 振動子の周波数が同じで、直径が大きいほど近距離音場限界距離は短くなる。
- (b) 振動子の周波数が同じで、直径が大きいほど近距離音場限界距離は長くなる。
- (c) 振動子の直径が同じで、周波数が高いほど近距離音場限界距離は短くなる。
- (d) 振動子の周波数が同じであれば、直径の大きさにかわらず、近距離音場限界距離は同じである。

正答 (b)

超音波探触子の振動子直近は波が干渉して複雑な様相を示す。この部分を近距離音場と称しており、この部分から安定した音の広がりを示す遠距離音場に移行する境を近距離音場限界距離と称している。この近距離音場限界距離(x_0)は式(1)で表される。

$$x_0 = \frac{D^2}{4\lambda} \quad (1)$$

また、超音波の波長 λ は式(2)で表される。

$$\lambda = \frac{C}{f} \quad (2)$$

ここで

D: 振動子の直径 (mm)

C: 試験体中の超音波の音速 (mm/s)

f: 超音波の周波数 (Hz)

式(1)から分かるように近距離音場限界距離は振動子の直径が大きいほど、超音波の波長が短いほど長くなる。周波数が高くなれば波長は短くなり、近距離音場限界距離は長くなる。したがって、(b)が正答となる。

問4 次の文は、超音波探傷におけるdB(デシベル)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) STB-N1の基準穴からのエコー高さが60%の場合に超音波探傷器のゲインの値を6dB小さくするとエコー高さは20%になる。
- (b) F_1 のエコー高さが20%で、 B_1 のエコー高さが60%のときは、 F_1/B_1 は+9.5dBになる。
- (c) 評価対象のエコー高さとは基準エコー高さとの比の対数を20倍したものである。

(d) 超音波探傷器に表示されるゲインのデシベル値を大きくするとエコー高さは低くなる。

正答 (c)

デシベル値は超音波のエコー高さなどの比較を表すもので式(3)により求められる。

$$dB = 20 \times \log_{10} \frac{B}{A} \quad (3)$$

ここで B/A が 2 倍になれば $20 \times \log_{10} 2 = 6.02$ となり 6 dB となる。したがって 6 dB 上げると 2 倍になり 6 dB 下げると 1/2 になる。(a) の 60% の場合、6 dB 下げると 30% となる。また (b) の F_1/B_1 を式(3)により計算すると -9.5 dB となる。(c) は式(3)の示すとおりで正解である。

(d) の探傷器のゲインの値を上げるとエコー高さは高くなる。

問 5 次の文は、STB-N1 の探傷面 (表面) から標準穴までの距離と穴径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) 距離は 15 mm, 穴径は 5.6 mm である。
- (b) 距離は 25 mm, 穴径は 5.6 mm である。
- (c) 距離は 4 mm, 穴径は 2.8 mm である。
- (d) 距離は 5.6 mm, 穴径は 4 mm である。

正答 (a)

STB-N1 試験片は、厚さ 25.0 mm, 大きさ 100 mm × 100 mm, 標準きずの直径 $\phi 5.6$ mm, 標準きずまでの深さが 15 mm である。したがって正答は (a) となる。この問題は標準試験片に関する問題である。今回 STB-N1 について紹介したが、その他 STB-A1, STB-A2, STB-A3, STB-A31, STB-A32, STB-G V2~V8, STB-G V15-1~V15-5.6 といろいろな種類がある。これら標準試験片の主要な寸法、すなわち試験片の厚さ、大きさ、標準きずの種類、きずの大きさ、深さ位置などを覚えておく必要がある。

問 6 次の文は、探傷器の性能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) 増幅直線性は探傷器の縦軸の性能であり、直線性が低くてもきずの大きさの評価に影響しない。
- (b) 時間軸直線性は探傷器の横軸の性能であり、直線性が低い場合はきず位置を実際のものとは違った値で表示する。

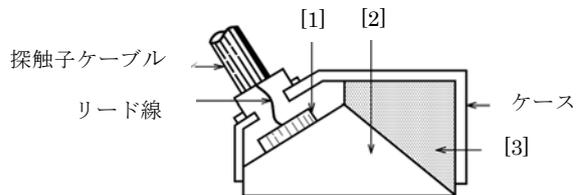
(c) 遠距離分解能とは、遠距離音場において探傷面から同じ距離にある 2 つの近接した反射源からのエコーを識別する能力である。

(d) 近距離分解能とは、探傷面に近接した位置において、2 つの近接した反射源からのエコーを識別する能力である。

正答 (b)

超音波探傷器の基本的な性能については超音波探傷試験 I 参考書に示されている。増幅直線性はエコー高さの性能を表すもので、入力信号の大きさに対する表示器に表示するエコー高さの比例度を示す。増幅直線性が正常であれば小さなきずの場合は、きずの面積が 2 倍になればエコー高さが 2 倍になる。増幅直線性が不良であるときずの大きさに対してエコー高さが比例しなくなり、きずの評価が正しくできなくなる。時間軸直線性は、探傷器の横軸、すなわち距離の測定の直線性となりこの直線性が低下しているときずの位置を誤ることとなる。したがって、(b) は正答である。遠距離分解能は遠距離において近接したきずの距離がどの程度識別できるかという性能であり、探傷面から同じ距離にあるきずを識別する性能は方位分解能と言う。また、近距離分解能は探触子近傍の送信パルスや表面エコーときずとが分離して識別できる距離を称するもので、きずときずのエコーを識別する能力ではない。

問 7 次の図は、斜角探触子の構造を示したものである。図中の [1] ~ [3] の適切な名称をそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。



- [1] (a) ダンパ (b) 振動子 (c) アクリル (d) くさび
- [2] (a) ダンパ (b) くさび (c) 吸音材 (d) 反射材
- [3] (a) アクリル (b) くさび (c) 吸音材 (d) 反射材

正答 [1] (b) [2] (b) [3] (c)

探触子の構造については垂直探触子、二振動子垂直探触子などの構造を確認しておいてほしい。

MT レベル 3 二次パート D, E 試験のポイント

これまで NDT フラッシュでは JIS Z 2305:2013 による資格試験について、Vol.69 No.5(2020), Vol.72 No.1(2023)に、MT レベル 3 のパート D, E 試験問題のポイントを解説した。今号では最近のパート D, E 試験の正答率の低い問題及び基本的な問題の類題についてポイント・注意点を解説する。本項を参考に、理解を深めて頂きたい。

パート D の類題

問 1 次の文は、直流・極間法で磁化した、鋼板の表面及び表面下の溝状きずによる磁束の漏洩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) きず寸法が同じ場合、きずが表面又は表面に近いほど、磁束の漏洩は少なくなる。
- (b) 溝底部近傍の側面の磁束線は、溝形状にほぼ沿っているが、側面を横切る磁束線は存在しない。
- (c) 表面下のきずでは、きず上端から試験体表面に近づくほど、きずの上端部近傍の磁束線の凸状の分布の湾曲はなだらかになる。
- (d) きずの高さが同じ場合、表面きずに比べて表面下のきずからの方が磁束の漏洩は多い。

正答 (c)

直流・極間法で磁化した鋼板の、表面及び表面下の溝状きずによる磁束の漏洩の様子は、きず寸法が同じ場合、きずが表面にある場合が最大で、表面に近いほど磁束の漏洩は大きくなるため (a) は誤りである。溝底部近傍の側面の磁束線は、多くはきず部を迂回し溝形状にほぼ沿っているが、きず中を通る磁束線も存在するため (b) は誤りである。また表面きずに比べて表面下のきずからの方が磁束の漏洩は少ないため (d) は誤りである。表面下のきずでは、磁束線の凸状の分布の湾曲の程度は小さくなだらかになる。正答は (c) である。

問 2 次の文は、JIS Z 2320-1:2017 での磁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) 試験面の最小の磁束密度は、実効値で 1T を達成するように規定している。
- (b) 低合金鋼及び低炭素鋼では、一般的に試験体表面に平行な方向の成分の磁界の強さは、波高値で 2000 A/m (実効値で 1414 A/m) が必要と考えられると記載されている。
- (c) 表面直下のきずの検出には、平滑な直流及び脈流

を使用すると可能であると記載されている。

- (d) 残留法は、検出されたきずの確認についてだけ使用可能と記載されている。

正答 (c)

JIS Z 2320-1:2017 では、試験面の最小の磁束密度は、1T 程度が望ましい、とされている。またそれを達成する磁界の強さは、一般に 2000 A/m が必要と考えられると記載されているが、波高値・実効値については特に指定されていない (:2007 では実効値)。残留法は、外国規格の中には検出されたきず磁粉模様の確認についてのみ使用可能と規定しているものもあるが、JIS Z 2320-1:2017 では国内の製造業において、残留法が多用されていることから JIS G 0565 を受け継ぎ、磁氣的に硬い材料を飽和磁化まで磁化するように、記載している。(a)(b)(d) は誤りである。

問 3 次の文は、鉄鋼材料の磁気特性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) 主な組織であるフェライト、オーステナイト、パーライト、セメンタイトの中ではフェライトの透磁率が一番高い。
- (b) パーライトはフェライトよりも飽和磁束密度が大きいので、パーライトが増大すると磁束密度も増大する。
- (c) オーステナイトとセメンタイトは、常磁性体である。
- (d) オーステナイトの状態から焼入れするとフェライトに変わり強磁性を示す。

正答 (a)

鉄鋼材料の主な組織としては、フェライト、パーライト、セメンタイト及びオーステナイトがある。常磁性体のオーステナイト以外は強磁性体である。パーライトはフェライトとセメンタイトとの混合組織であり、またこの中ではフェライトが最も透磁率が高い。鉄鋼材料の炭素量が増大すると、飽和磁束密度は直線的に減少する。これは炭素量が増大すると共に組織のパーライトが増大するからである。パーライトはフェライトよりも飽和磁束密度が小さいため、パーライトが増大すると磁束密度は減少する。鋼をオーステナイトの状態から焼入れすると、結晶構造が変わりマルテンサイトになり強磁性を示し、焼入れによって硬さ及び強さが増大する。(a) の記

述は正しく (b) (c) (d) は誤っている。

問 4 次の文は、磁化の確認方法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) 連続法では、テスラメータを用いて、試験体表面の磁界の強さが磁気探傷試験に必要な値になっていることを確認する。
- (b) 残留法では、試験体の最も検出しにくい位置で、表面の磁界の強さが磁気探傷試験に必要な値になっていることをテスラメータにより確認する。
- (c) 試験体の最も検出しにくい位置に、対比試験片タイプ 1 を貼り付けて試験し、磁化の確認を行う。
- (d) コイル法において、中央部に自然きずをもつ試験体を、JIS Z 2320-1:2017 の附属書 A の近似式により計算した電流値で試験して、磁化の確認を行う。

正答 (a)

磁気探傷試験において、試験部位が適切に磁化されていることの確認は重要である。磁化の確認方法について、JIS Z 2320-1:2017 では、一つ又は二つ以上の方法を用いて、試験体表面の磁界の強さが磁粉探傷試験に必要な値になっていることを確認する。①最も適切な位置に、検出すべき自然きず又は人工きずをもつ試験体を試験する。②表面にできるだけ接近して、試験体表面に平行な磁界の強さを測定する。③通電法の場合は、試験体表面に平行な磁界の強さを計算する。④確立された原理に基づいた他の方法を使用する。確立された原理の一例として A 型又は C 型標準試験片を用いることができる。したがって (a) の記述が正しく、(b) は残留法では①③④で確認するため、(c) ではタイプ 1 は残留磁気を用いた対比試験片であるため、(d) はコイル法での附属書 A の式は近似式の例であるため、いずれも誤りである。

パート E 問題の類題

問 5 次の文は、JIS Z 2320-1:2017 に規定されたプロッド法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) 試験面との接触状態を考慮して、先端を亜鉛メッキしたプロッドを用いるのがよい。
- (b) 各プロッド電極の周辺から 25 mm の範囲を試験範囲から除外する。
- (c) 合否判定に際し、スパーク跡やプロッドによる過度の加熱部位をきずとみなす必要はない。

- (d) 磁化電流値を求めるための計算は、プロッド間隔が 200 mm 以下の場合に適用し、プロッド間隔 25 mm (1 インチ) 当たり 100~150 A とする。

正答 (b)

プロッド法において、以前は接触状態を考慮して鉛接触パッドや亜鉛メッキをしたプロッドを使用する場合があったが、スパークしたときにこれら低融点金属が母材に溶け込み、脆化割れ発生の起点となる場合等があるため、現在は使用されなくなっている。スパークによる損傷及び過度の加熱部位は、判定対象のきずとみなす。試験範囲は、両プロッドの中心を結ぶ線を中心線とする $d \times 0.5d$ (d はプロッド間距離) の長方形の内側であり、各プロッド電極の周辺から 25 mm の範囲は不感帯として試験範囲から除外する。磁化電流値を求めるための計算式 $I=2.5Hd$ は、プロッド間隔が 200 mm 以下の場合に適用する。なお ASME 規格等ではプロッド間隔 1 インチ当たり 100~150 A の電流で磁化する。正答は (b) である。

問 6 次の文は、交流極間法における磁化器と磁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) 励磁電圧が一定の場合、エアギャップ (試験体と磁極との間隔) が増加するとともに磁気抵抗が増加するため、励磁電流は減少する。
- (b) エアギャップが 1 mm より大きくなると、空間への漏洩磁束は急増し、試験体中の全磁束は 90 % 以下に急激に低下し探傷性能も大きく低下する。
- (c) 磁気回路として考えると、励磁電流 I (A)、磁束 Φ (Wb)、コイルの巻数 n (回) 及びインダクタンス L (H) の間には、 $n\Phi=LI$ の関係が成り立つ。
- (d) 可動脚を装着した磁化器では、磁極間距離が変化すると試験体表面の磁束密度の分布は変化するが、試験体の磁化状態にほとんど差は生じない。

正答 (c)

励磁電圧が一定の場合、エアギャップが増加するとともに磁気抵抗が増加するため、励磁電流は大きくなり、発熱量も増大する。ただしギャップが数 mm 程度であれば全磁束の低下も数%で探傷性能への影響も少ない。磁極間距離が変化すると試験体の磁化状態は変化し、試験体表面の磁束密度の分布は変化するため、探傷の際には探傷有効範囲の確認が重要である。正答は (c) である。