

UMレベル1 一般試験のポイント

UM レベル 1 の新規一般試験は、問題数が 30 問以上で、70 %以上の正答で合格となる。今回はUM 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、探触子に用いる振動子材料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) アクリル樹脂が用いられる。
- (b) アルミニウム板が用いられる。
- (c) ジルコンチタン酸鉛磁器が用いられる。
- (d) 銅板が用いられる。

正答 (c)

振動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材料が用いられる。このような性質を持つ単結晶の材料には水晶やニオブ酸リチウムがあり、また、圧電磁器としてジルコンチタン酸鉛やチタン酸バリウムがある。アクリルは探触子の構成物としてよく用いられるが、アクリルには圧電効果を有する性質はない。同様に、アルミニウム板や銅板にも圧電効果はなく振動子としては使用できない。

問 2 次の文は、超音波探触子の指向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) 超音波ビームの広がる角度が小さい場合、指向性が強い。
- (b) 超音波ビームの広がる角度が小さい場合、指向性が弱い。
- (c) 超音波ビームが遠距離まで伝わる場合、指向性が弱い。
- (d) 超音波ビームの指向性が強いと超音波ビームは遠距離まで伝わらない。

正答 (a)

超音波が振動子から送信され、その超音波ビームの広がり程度の指向性という。超音波の広がりが大きい場合は指向性が鈍く、弱いという。超音波の広がりが小さい場合を指向性が鋭く、強いという。一般に指向性が強い場合の方が弱い場合と比べて超音波が遠くまで伝搬するが、超音波の伝搬距離によって指向性は定義されてい

ない。したがって、(a) が正答となる。

問 3 次の文は、超音波厚さ測定に使用する二振動子探触子に関する用語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) 交束距離は、超音波ビームが試験体中を伝搬する距離である。
- (b) 交束距離は、測定面から、きずまでの距離である。
- (c) 交束範囲は、送・受信ビームの交差する範囲である。
- (d) 交束範囲は、超音波ビームが試験体中を伝搬する範囲である。

正答 (c)

図 1 に二振動子垂直探触子と超音波ビームの関係を示したが、交束距離は送信側の超音波ビームと受信側超音波ビームの交わる点と測定面との最短距離で、交束範囲はそのビームが交わる範囲を示している。したがって、(c) が正答である。

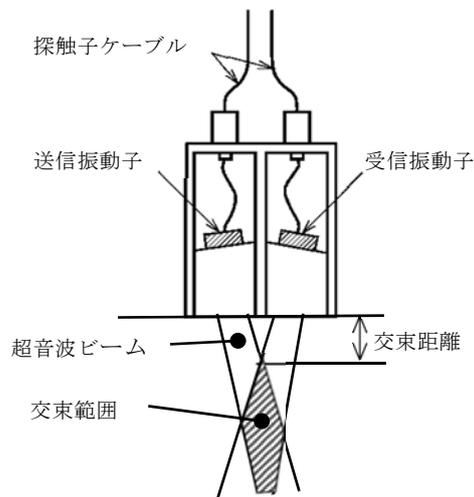


図 1 二振動子探触子の構造とビーム

問 4 次の文は、音響インピーダンスが異なる二つの媒質の境界面に超音波が垂直に入射した時の超音波の反射と通過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) 境界面で反射した超音波は、両者の音響インピーダンスの差が小さいほど強くなる。
- (b) 境界面で反射した超音波は、境界面に不連続部があると弱くなる。
- (c) 超音波は、境界面で一部は反射し、一部は通過する。
- (d) 境界面で反射した超音波の音速は、遅くなる。

正答 (c)

超音波が物質 1 から物質 2 に入射すると反射と通過が生じる。この程度はそれぞれの物質の音響インピーダンス Z によって説明される。音響インピーダンス Z は式 (1) で表され、また、その反射の程度 r は式 (2) で表される。

$$Z = \rho \times C \quad (1)$$

$$r = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} \quad (2)$$

ここで、 ρ : 密度、 C : 音速、 Z_1 , Z_2 : それぞれ物質 1, 2 の音響インピーダンス である。

超音波の反射の程度は、この音響インピーダンスの Z_1 と Z_2 の差が大きいほど大きくなり、差が小さいほど超音波の多くが通過してゆく。金属などの試験体に空洞などを含む不連続部があると反射の程度は大きくなる。超音波が反射した場合の音速は、同じ物質であるので変化はしない。通過した超音波の音速は、通過した後の物質の音速となる。

例えば、鋼と空気との境界面などを除いて、一般に超音波は境界面で一部は反射し、一部は通過する。

問 5 次の文は、超音波厚さ計の音速調整と音速補正係数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) 測定物の音速に応じて、音速補正係数を算出してからでない、音速調整できない。
- (b) 音速補正係数 $K=1.0$ とは、測定物の厚さがそのまま表示される状態をいう。
- (c) 音速補正係数は、音速を自由に調整できる厚さ計でも絶対必要な値である。
- (d) 測定物の厚さが実際の 2 倍に表示される場合は、音速補正係数 $K=2.0$ とすることで実際の厚さ表示に補正される。

正答 (b)

音速補正係数 K は式 (3) で表される。

$$K = \frac{\text{測定物のノギスなどによる測定値}}{\text{鋼の校正試験片で校正し測定物を測定した表示値}} \quad (3)$$

① 超音波厚さ計と測定物の調整用試験片があれば、調整用試験片で調整を行って測定すれば特に問題なく測定は可能である。② 調整用試験片が鋼しかない場合、鋼の調整用試験片で調整した後、測定物を測定した表示値を求める。また、測定物をマイクロメータやノギスで測定する。これらの値を用いて式(3)から音速補正係数を求める。その後、測定物を測定し、表示値に音速補正係数を

乗じて測定値とする。③ 超音波厚さ計などの測定器に音速調整機能があり、測定物の一部をノギスなどで測定でき同じ部分を厚さ計などでも測定できる場合には、その部分で音速を調整すれば音速補正係数はなくとも測定は可能である。④ 音速補正係数 $K=1.0$ は測定物の表示値がそのまま測定値として採用できる状態である。また、測定物の厚さが実際の 1/2 倍に表示される場合に音速補正係数 $K=2.0$ とすれば実際の厚さに補正できる。

問 6 次の文は、JIS で規定されている RB-E 対比試験片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) 厚さによって 3 体で構成されており、一体は 3.0 mm から 60.0 mm の階段状試験片である。
- (b) 厚さによって 3 体で構成されており、一体は 3.0 mm から 10.0 mm までの 1 mm 単位で厚くなっている試験片である。
- (c) 厚さによって 2 体で構成されており、一体は 3.0 mm から 10.0 mm、もう一体は 12mm から 48 mm の階段状の試験片である。
- (d) 厚さによって 2 体で構成されており、一体は 3.0 mm から 10.0 mm、もう一体は 12 mm から 60 mm の階段状の試験片である。

正答 (b)

図 2 に RB-E 試験片を示す。RB-E 試験片は JIS G 0801:2023 で規定されており、試験片は 3 体に分かれている。1 体は厚さが 3~10 mm、2 体目は厚さが 12~48 mm、3 体目は 54 mm と 60 mm の厚さとなっている。したがって、正答は (b) である。

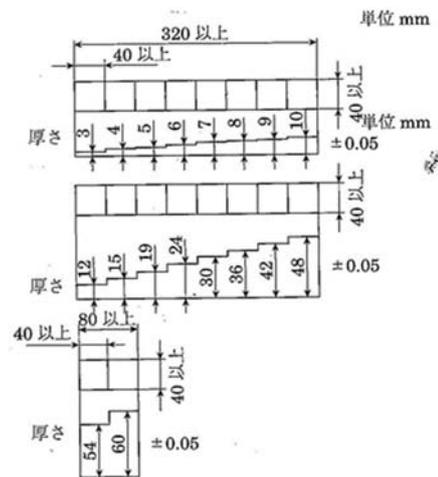


図 2 RB-E 試験片

MT レベル 2 一般・専門問題のポイント

JIS Z 2305:2013 に基づく資格試験について、本欄ではほぼ一年に一回程度、MT2 及び MY2 の新規一次試験問題における、ミスを犯しやすい問題の類題を例にとり注意点・ポイントなどを解説してきた。2018 年には JIS Z 2320 の改正に従い、参考書・問題集が改訂されている。今回は MT2 及び MY2 に共通する、最近の正答率の低い問題及び関連する問題等の類題のポイントを解説する。

一般問題の類題

問 1 次の文は、真空中の磁界及び磁束密度に関連する内容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。(ただし、 μ_0 : 真空の透磁率とする。)

- (a) $m_1(\text{Wb})$ の磁極から $r(\text{m})$ 離れた位置における磁界の強さ $H(\text{A/m})$ は、 $H = m_1 / (4\pi \mu_0 r^2)$ で与えられる。
- (b) $m_1(\text{Wb})$ の磁極から出る磁力線の本数は、 m_1 本である。
- (c) $m_1(\text{Wb})$ の磁極から $r(\text{m})$ 離れた位置における磁束密度 $B(\text{T})$ は、 $B = m_1 / (4\pi r^2)$ で与えられる。
- (d) $m_1(\text{Wb})$ の磁極から $r(\text{m})$ 離れた位置における磁界の強さ $H(\text{A/m})$ と磁束密度 $B(\text{T})$ の間には、 $B = \mu_0 H$ の関係が成り立つ。

正答 (d)

真空中において、強さ $m_1(\text{Wb})$ の磁極から $r(\text{m})$ 離れた位置における磁界の強さ $H(\text{A/m})$ は、 $H = m_1 / (4\pi \mu_0 r^2)$ で与えられる。同様にその位置(表面積 $4\pi r^2$ の球面上の任意の点)における磁束密度 $B(\text{T})$ は、 $B = m_1 / (4\pi r^2)$ で与えられ、(a)、(c)は誤りである。磁界の強さ $H(\text{A/m})$ と磁束密度 $B(\text{T})$ の間には、 $B = \mu_0 H$ の関係があり、(d)は正しい。また $m_1(\text{Wb})$ の磁極から出る磁力線の本数 N は $N = H \times 4\pi r^2 = m_1 / \mu_0$ 本であり、(b)は誤りである。

問 2 次の文は、長い炭素鋼の中実丸棒に直流電流を流したときの、磁界の強さ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) 中実丸棒の内部においては、中心から外周部に行くに従って磁界の強さは双曲線状に増大する。
- (b) 中実丸棒の外部においては、中心からの距離が増大するとともに磁界の強さは直線状に減少する。
- (c) 中実丸棒の内部及び外部の磁界の強さを求めるためには、アンペールの右ねじの法則を適用すれば

よい。

- (d) 外周部において、丸棒の内部側と外部側とで磁界の強さは等しい。

正答 (d)

長い炭素鋼の中実丸棒に直流電流を流したときの磁界の強さは、内部及び外部共にアンペールの周回積分の法則を適用して求められ、右ねじの法則は磁界の方向だけが分かるため、(c)は誤っている。中実丸棒の内部においては、中心から外周部に行くにしたがって磁界の強さはほぼ直線状に増大する。また外部においては、中心からの距離が増大すると、磁界の強さはこれに反比例して双曲線状に減少する。(a)、(b)は誤りである。外周部において、丸棒の内部側と外部側とで磁界の強さは等しい。なお、この丸棒は強磁性体であるため、磁束密度は外表面に比べ、内部側の方が著しく大きくなる。正答は (d) である。

問 3 次の文は、表皮効果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) 表皮深さは、周波数及び透磁率に反比例し、導電率に比例する。
- (b) 表皮効果は、直流、交流のいずれにも生じる現象であるが、脈流では生じない。
- (c) 表皮効果は、周波数の影響を受けるが、磁束だけでなく電流の場合にも生じる。
- (d) 表皮効果とは、磁束密度が表面で最大で、磁性体の内部に入るにしたがって表面からの距離に比例して減少する現象をいう。

正答 (c)

表皮効果は、交流で生じる現象であり、単相半波整流のように交流成分が多い場合は、脈流でも表皮効果が生じ、直流では表皮効果は生じないため、(b)は誤りである。表皮効果は、磁束だけでなく電流の場合にも生じるが、周波数の影響を受ける。正答は (c) である。表皮効果とは、電流や磁束が表面で最大で、導体の内部に入るにしたがって表面からの距離に応じて指数関数的に減少する現象をいい、表皮深さは式(1)で表される。

$$\delta = 1/\sqrt{\pi f \mu \sigma} \quad (1)$$

ここで磁束密度が表面の約 37 %となる深さを表皮深さ δ といい、周波数 f 、透磁率 μ 及び導電率 σ が大きいほど小さくなるため、(a)、(d)は誤りである。

問4 次の文は、磁化方法及び磁化条件を決定する際に考慮すべき事項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) 表面下のきずの検出や、残留法を適用する場合には、単相半波整流又は三相全波整流を用いる。
- (b) 磁束の方向は試験面になるべく直交させる。
- (c) 反磁界を生じさせないため、試験体に直接、磁束を流す磁化方法を使ってはならない。
- (d) 反磁界がなるべく生じないように、コイル法では直流を用いかつ試験体の両側に導体を接続して寸法比 L/D を大きくする。

正答 (a)

表面下のきずの検出や残留法を適用する場合には、単相半波整流、単相全波整流、又は三相全波整流などの脈流(直流)を使用する。交流成分が多いほど表皮効果が現れ、深い位置のきず検出には不適となる。また一般に製造時の検査では直流を用いて、表面だけでなく表層部のきずも検出対象としており(a)は正しい。与える磁束の方向は、できるだけ試験面に平行にすると有効に磁化することができ、反磁界も疑似模様も発生しにくいので(b)は誤り。磁化では磁束投入法の中に、試験体に直接、磁束を流す方法(極間法)もあるので(c)は誤り。コイル法での反磁界対策として、試験体の両側に継鉄棒を接続し、連続法の場合は交流を用いるため、(d)は誤り。磁化方法の選定には、試験体に関する情報、対象となるきずに関する情報、数量なども重要である。

専門問題の類題

問5 次の文は、携帯形極間式磁化器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) 多くは交流式で、電源には交流100Vが使用され、一般に使用されている交流極間式磁化器の全磁束は $5.0 \times 10 \sim 8.0 \times 10$ Wb 程度である。
- (b) 脚の屈曲できるものでは重量は若干重くなるが、平面以外も試験でき、試験体に投入される磁束も中継ぎのない場合と変わらないという利点がある。
- (c) 起磁力は、鉄心の継目部、磁極と試験体との接触部の空隙、試験体の表皮効果などによる磁気抵抗の増加分を考慮し、鉄心がほぼ磁気飽和状態になるように設計されている。
- (d) 電磁石の鉄心断面積は重量を軽減する目的で、 $100 \text{ mm}^2 \sim 400 \text{ mm}^2$ のものがほとんどである。

正答 (c)

携帯形極間式磁化器の多くは、交流100Vで使用され、使用されている磁化器の全磁束は $5.0 \sim 8.0 \times 10^{-4}$ Wb 程度であり(a)は誤り。脚の屈曲できるものでは若干、重くなっても、平面以外も試験できて便利であるが、試験体に投入される磁束量は中継ぎのない場合より10~30%程度小さくなるため(b)は誤り。また電磁石の鉄心断面積は磁化能力を確保し、かつ重量を軽減するため、 $400 \sim 625 \text{ mm}^2$ のもの(20 mm~25 mm)がほとんどであり(d)は誤り。磁化器の起磁力は、鉄心の継目部、磁極と試験体との接触部の空隙(リフトオフ)、試験体の表皮効果などによる磁気抵抗の増加分などを考慮し、鉄心がほぼ磁気飽和状態になるように設計されている。正答は(c)である。

問6 次の文は、鋳鍛造品の探傷における磁粉の適用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) 鍛造品の機械加工面の探傷において、微細なきずを検出したい場合、コントラストをよりよくするために検査液はできるだけ多めに適用する。
- (b) 鍛造品の連続法による探傷では、湿式法で検査液が試験面に一様にゆっくり流れるように適用し、その流れが止まるまで通電する。
- (c) 鋳造品では、試験面の表面状態、形状、傾斜などを考慮し、きずとのコントラストを悪くさせないために検査液をできるだけ勢いよく適用する。
- (d) 鍛造品を残留法で探傷する場合、強いシャワーを用いて試験体の広い範囲に検査液を散布する。

正答 (b)

鋳鍛造品を問わず、湿式・連続法での磁粉の適用は、検査液が試験面に一様にゆっくり流れるように適用し、その流れが止まるまで通電する必要がある。また試験面の表面状態、形状、傾斜などを考慮して、磁粉濃度や適用時間を調整し、かつ検査液の流速が速くなり過ぎないように適用する。残留法ではより流速に注意する。微細なきずを対象とする場合は、粒度の小さな蛍光磁粉を使用する、などの注意が必要である。正答は(b)である。

紙面の都合で多くの例題を解説することはできないため、MT2 参考書や問題集・実技参考書、以前の解説記事、JIS Z 2320-1~3などを参考によく学習してほしい。