

UT レベル 1 一次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。2018 年秋期の試験より試験問題は、他部門と同様に、誤ったものを選ぶ選択肢はなくなっており、また、2019 年春期の試験より一つの間に対し複数の設問はなくなり、一問一答となっている。過去に数回この NDT フラッシュで類題の解答のポイントを紹介しているのでそれらも参考にしていきたい。

問 1 次の文は、超音波の音速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) 音速は、超音波が伝搬する材質が異なっても変化しない。
- (b) 音速は、超音波の種類によって変化する。
- (c) 音速は、超音波の周波数によって変化する。
- (d) 音速は、振動子の大きさによって変化する。

正答 (b)

音速を求める一般的な計算式は、(1)式で表される。

$$\text{音速} = \sqrt{\frac{\text{弾性係数}}{\text{密度}}} \quad (1)$$

したがって、材質が異なれば弾性係数や密度が異なるため音速も異なる。また、超音波には縦波、横波、表面波などモードの異なる超音波があるが、これらの超音波のモードによっても音速は異なる。縦波や横波は、周波数が変化しても音速は変化しない。また、音速は振動子の大きさによって変化しない。

問 2 次の文は、超音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) 超音波とは、周波数が約 20 kHz 以上の人間の耳に聞こえない音波のことである。
- (b) 超音波とは、周波数が約 200 kHz 以上の人間の耳に聞こえない音波のことである。
- (c) 超音波は、電波と同じように、真空中でも伝搬する。
- (d) 超音波は、電気伝導体中を伝搬しない。

正答 (a)

人の耳に聞こえる音の周波数は、およそ 20 Hz から 20 kHz とされている。周波数が 20 kHz 以上の音波を超音

波と称している。超音波の縦波や横波は、空気中や水中、金属中を伝搬するが、真空中には伝搬しない。また、電気伝導体か否かにはかわからず、固体中を伝搬する。

問 3 周波数 5 MHz の超音波を使用したとき、水中の縦波の波長(単位 mm)はいくらか。正しい数値を解答群から一つ選び、記号で答えよ。ただし、水中の音速を 1480 m/s とする。

- (a) 0.03 (b) 0.18 (c) 0.30 (d) 2.96

正答 (c)

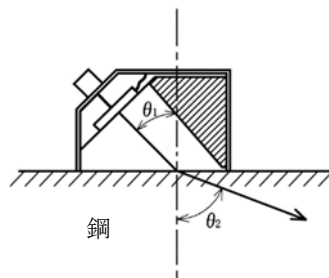
波長は、式(2)で計算して求められる。

$$\text{波長} = \frac{\text{音速}}{\text{周波数}} \quad (2)$$

したがって、この計算式に該当する音速 1480 m/s、周波数 5 MHz (5 × 10⁶ Hz) を代入すれば波長を求めることができる。

$$\text{波長} = \frac{1480 \times 10^3 (\text{mm/s})}{5 \times 10^6 (1/\text{s})} = 0.296 (\text{mm}) \cong 0.30 (\text{mm})$$

問 4 図に示す斜角探触子において鋼中の屈折角 θ₂ を横波の 69.0 度としたい。この場合の入射角 θ₁ はいくらにすればよいか。適する値を一つ選び、記号で答えよ。ただし、くさび中の縦波音速を 2730 m/s、横波音速を 1430 m/s、鋼材中の縦波音速を 5900 m/s、横波音速を 3230 m/s とする。



- (a) 13.1 度 (b) 24.4 度 (c) 25.6 度 (d) 52.1 度

正答 (d)

超音波は、音速の異なる境界面で屈折する。この屈折の角度は(3)式に示すスネルの法則の計算式で求められる。

C₁ : くさび中の音速, C₂ : 鋼材中の音速

$$\frac{\sin \theta_1}{C_1} = \frac{\sin \theta_2}{C_2} \quad (3)$$

この場合、探触子のくさび内は縦波であり、また、鋼中は横波であるのでくさび中の縦波音速と鋼中の横波音速を用いて計算をすると以下ようになる。

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{2730}{3230} \times \sin 69.0^\circ \right) \cong 52.1 \text{ 度} \quad (4)$$

問5 次の文は、超音波探傷で使用され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) 「ビーム路程」は、斜角探傷だけに使用される用語である。
- (b) 「探傷屈折角」は、垂直探傷だけに使用される用語である。
- (c) 「STB 屈折角」は、斜角探傷だけに使用される用語である。
- (d) 「公称屈折角」は、垂直探傷だけに使用される用語である。

正答 (c)

「ビーム路程」は、垂直探傷でも斜角探傷でも用いられる用語で超音波が試験体に入射してから底面やきずまでの距離を表す。「探傷屈折角」は斜角探傷において、試験体に超音波が入射したときの屈折角を表す。「STB 屈折角」は、斜角探傷で STB-A1 などの標準試験片で測定したときの屈折角を表す。「公称屈折角」は、斜角探触子を設計したときの探触子に表示している屈折角を表す。したがって、(c) の「STB 屈折角」は、斜角探傷だけに使用される用語である。が正しい。

問6 下記の数値は、垂直探傷におけるエコー高さを示したものである。[] に適する数値を一つ選び、記号で答えよ。

F₁ : 40 % B₁ : 90 %
F₁ / B₁ の dB 値: [] dB

- (a) -7.0 (b) -10.1 (c) 7.0 (d) 10.1

正答 (a)

この問題は、真数比の対数からデシベル値に換算する問題である。デシベル値(dB 値)は、(5)式で求められる。

$$\text{dB 値} = 20 \log_{10} \left(\frac{F_1}{B_1} \right) \quad (5)$$

したがって、(5)式に F₁, B₁ の値を代入して計算すると求められる。分子の値が分母の値に比べて小さいので、デシベル値はマイナスとなる。

問7 次の文は、垂直探傷における 6 dB 低下法によるきずの大きさの推定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) 6 dB 低下法は、きずエコー高さが STB-N1 の標準きずのエコー高さより 6 dB 低くなる位置で、きずの大きさを推定する方法である。
- (b) 6 dB 低下法は、きずエコー高さが STB-N1 の標準きずのエコー高さの 1/2 の高さになる位置で、きずの大きさを推定する方法である。
- (c) 6 dB 低下法は、きずエコー高さが最大エコー高さの 1/6 の高さになる位置で、きずの大きさを推定する方法である。
- (d) 6 dB 低下法は、きずエコー高さが最大エコー高さの 1/2 になる位置で、きずの大きさを推定する方法である。

正答 (d)

垂直探傷におけるきずの指示長さの測定方法の「6dB 低下法」は、試験体を探傷してきずエコー高さが最大エコー高さを示す位置からそのエコー高さが 1/2 になる位置、すなわち 6dB 低下する位置まで探触子を移動してきずの端を決定する。そして探触子の移動距離をスケールなどで測定し、きずの長さを推定する。この方法で X, Y 両方向のきずの指示長さを測定し、きずの大きさを推定する方法である。鋼板などの垂直探傷で、大きなきずの寸法を推定する場合によく用いられる。

以上 UT1 の一般試験問題について解説を行った。UT1 の問題集も 2017 年版が発行されており、新しい問題集の問題も出題の対象となっている。本 NDT フラッシュを参考にしていただいた上で、更に「超音波探傷試験 I 問題集: 2017」も活用していただきたい。

MT レベル 2 一次一般・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 2011 年 (Vol.60, No.4 / No.6) から 2018 年 (Vol.67, No.7) までほぼ一年に一回程度、MT-2 及び MY-2 の新規一次試験問題における、ミスを犯しやすい類題を例にとり注意点・ポイントなどを解説してきた (解説は JSNDI ホームページから読むことができる)。2017 年に JIS Z 2320 が改正され、これを受けて 2018 年には参考書・問題集が改訂された。今回は MT-2 及び MY-2 に共通する、最近の正答率の低い問題の類題を用いてポイントを解説する。

問 1 次は、試験体表面の磁界の強さが一定の場合に、きずからの漏洩磁束密度に影響を及ぼす因子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) 磁化方法
- (b) 使用する磁粉の種類
- (c) 熱処理の有無
- (d) 表面粗さ

正答 (c)

きずからの漏洩磁束密度に影響を与える因子として、①材質、熱処理状態、冷間加工比などによる比透磁率、保磁力、飽和磁束密度などの試験体の磁気特性、②電流の種類・整流波形の違いによる表皮効果と試験体表面層部における磁束分布、③きずの大きさ、形状や存在位置及び方向による磁束との交叉の程度などがある。試験面の表面粗さはきず部以外からの漏洩磁束発生の要因となり、磁粉の適用や観察においての考慮が必要となるが、きずからの漏洩磁束密度にはほとんど影響しない。磁化方法は、磁化において探傷に必要な磁界の方向と強さを試験体に与える手段であり、きずからの漏洩磁束密度には直接関連しない。また使用する磁粉の種類や粒度は、予想される漏洩磁束密度の大きさ (きずの大きさ) を考慮して決定されるが、直接的には漏洩磁束の大きさには関係しない。以上から (a)、(b)、(d) は誤っており、正答は (c) である。

問 2 次の文は、磁化に用いる電流値の設定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) 残留法を用いて探傷する場合には、飽和磁束密度の 80% 程度の磁束密度が得られるような磁界の強さを設定するのがよい。

- (b) 電流値を設定するときは、必ず実効値を用い、波高値を用いてはならない。
- (c) 連続法を用いて探傷する場合には、残留磁束密度以上の磁束密度が得られる磁界の強さになる電流値を設定する必要がある。
- (d) 連続法の場合は、試験面の最小磁束密度が 1T になるように電流値を設定する。

正答 (d)

磁化に用いる電流値の設定にあたり、連続法を用いて探傷する場合には、試験面の磁束密度が少なくとも 1T になるような磁界の強さ (これは一般には、飽和磁束密度のほぼ 70%~80% 程度の磁束密度が得られる磁界の強さに相当する) を設定するのがよく、残留法を用いて探傷する場合には、飽和磁束密度以上の磁束密度が得られる磁界の強さになる電流値を設定する必要がある。したがって (a)、(c) は誤っている。電流値を設定するときは、波高値及び実効値のどちらを使用してもよいが、両者を混用してはならず (b) は誤っている。正答は (d) である。

問 3 試験面の磁束密度を 1T にするのに必要な磁界の強さを、試験体の磁化曲線から 2400 A/m とした。次の文は、この場合にテスラメータを使用した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) 試験体表面に近接して、試験体表面に対して水平方向成分の磁束密度を測定し、その読み値が 3 mT 以上であることを確認する。
- (b) 試験体表面に近接して、試験体表面に対して水平方向成分の磁束密度を測定し、その読み値が 1 T 以上であることを確認する。
- (c) 試験体表面に近接して、試験体表面に対して垂直方向成分の磁束密度を測定し、その読み値が 2400 A/m 以上であることを確認する。
- (d) 試験体表面から 2 mm 離れた位置で、試験体表面に対して水平方向成分の磁束密度を測定し、その読み値が 1 T 以上であることを確認する。

正答 (a)

探傷有効範囲の確認や、磁化の確認において、ホール素子を用いたテスラメータによる磁界の測定方法をよく理解しておいて欲しい。試験体表面に対して水平方向成

分の磁束密度の測定は、ホール素子が内蔵されたセンサプローブを試験体表面にできるだけ接近させて、表面に垂直に感磁面を配置し、必要な場合はプローブを回転させて最大値を読み取る。テスラメータは試験体表面（空間）の磁束密度が測定できる。 $B = \mu_0 H$ の式から、試験体表面に平行な方向の磁界の強さ H を、磁束密度の値 B を真空の透磁率 μ_0 で除して求める。JIS 規格で要求されている「試験面の磁束密度 1 T」は、「試験体表面（空間）の磁束密度が 1 T」ではないことを理解して欲しい。この例題の場合、試験体表面に近接して、試験体表面に対して水平方向成分の磁束密度を測定し、その読み値が 3 mT であれば、 $H = B / \mu_0$ から $H = 3 \times 10^{-3} / (4\pi \times 10^{-7}) \approx 2400$ A/m となるので、題意から試験面の磁束密度が 1 T になることが確認できる。JIS Z 2320-1 では、低炭素鋼、低合金鋼などで、試験面の最小磁束密度 1 T は一般的には試験面に平行な磁界の強さとして 2000 A/m が必要とされている。正答は (a) である。

問 4 次の文は、携帯形交流極間式磁化器により鋼板溶接部の磁気探傷試験を行う際の探傷有効範囲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) 磁化器の全磁束が変化すると、探傷有効範囲は変化する。
- (b) 同じ磁化器であれば、ユニバーサルヨーク（補助磁脚）を装着する前と後で探傷有効範囲は変化しない。
- (c) 磁極間距離を変化させても、探傷有効範囲は変化しない。
- (d) 磁化器の入力電圧が変化しても、探傷有効範囲は変化しない。

正答 (a)

携帯形交流極間式磁化器の探傷有効範囲に影響を与える因子として、①全磁束があり、これに関連して②入力電圧があり、他に③磁化器の大きさ（磁極断面積及び磁極間距離）、④補助磁脚（ユニバーサルヨーク等）の接続の有無及び磁極間隔（磁路長）、⑤試験面との接触状態などがある。全磁束は磁化器の性能を考える上で最重要であり、これが変化すると試験体に投入される磁束量が変化するため、探傷有効範囲も変化する。全磁束は鉄心の飽和磁束密度と断面積の積であり、全磁束は飽和するまでは励磁電圧（入力電圧）にほぼ比例する。したがって (a) が正しい。また磁極（鉄心）断面積及び磁極間距

離は、磁化器の大きさと言い換えてもよく、磁極断面積が増減すると投入される磁束量も増減し、また磁極間距離によって磁束の広がりも変化し、探傷有効範囲も変化するため (c) は誤りである。試験面への接触状態の悪さ及び補助磁脚を装着することは、いずれも磁気抵抗の増加となり、試験体へ投入される磁束量の低下となるため (b) は誤っている。ただし接触が悪いときには補助磁脚を装着した方が、磁束量の低下の程度は小さくなる。

問 5 次の文は、紫外線 LED を用いた携帯形の紫外線照射灯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) 紫外線 LED は探傷に必要な紫外線のみを放射するため、フィルタは全く必要ない。
- (b) 使用中に電源スイッチを切っても、スイッチを入れるとすぐに点灯する。
- (c) 紫外線 LED の寿命は点灯回数によって影響を受けるため、一度点灯したら点灯し続ける方がよい。
- (d) 点灯中、従来の高圧水銀灯ほどではないが、照射灯本体が高温になるので火傷に注意する。

正答 (b)

紫外線 LED を用いた紫外線照射灯が、従来の高圧水銀灯及びメタルハライドランプを用いた紫外線照射灯に急速に置き換わってきている。これは高圧水銀灯の生産終了だけでなく、放電灯と異なり、低電力、低発熱、高紫外線放射照度、軽量、即時点灯、長寿命などの紫外線 LED の特長による。また LED の特性から長時間連続点灯するよりも、必要な時だけ点灯する方が長寿命になる。これまでの照射灯と異なり、照射される紫外線の波長範囲が狭く、また高強度であるために、眼に対する影響がより大きいため、従来以上に光源からの紫外線を直視しないように注意が必要である。照射される紫外線の波長範囲は狭いが、可視光領域が存在する場合もあるため、一般には紫外線透過フィルタが装着されている。また点灯用電源は電子回路であるため、ほこりや水分の影響を受けやすい。正答は (b) である。

以上、以前の例題の類題や、新たに MT-2 参考書に記載された内容もある。2018 年版の MT-2 参考書や問題集、講習会への参加、以前の本欄解説などを参考によく学習して頂きたい。また、JIS Z 2320 の内容についても、MT-2 参考書に記載されている内容は理解しておいて欲しい。