

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 2011 年 (Vol.60, No.4,6) から 2019 年 (Vol.68, No.8) までは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 (過去の解説は JSNDI ホームページから読むことができる)。2018 年には JIS 改正に合わせ参考書・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一般問題及び専門問題の類題のポイントを解説する。

問 1 次の文は、磁気回路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) 磁気回路において起磁力  $F$ 、磁気抵抗  $R$  及び磁束  $\Phi$  とすると、 $\Phi = F \cdot R$  の関係式が成り立つ。
- (b) 磁気回路では、電気回路の起電力  $E$  に相当するものが磁束  $\Phi$ 、電流  $I$  に相当するものが起磁力  $F$ 、電気抵抗  $R$  に相当するものが磁気抵抗  $R$  である。
- (c) 磁気抵抗  $R$  は磁気回路の断面積  $S$  と透磁率  $\mu$  の積に比例し、磁気回路の長さ  $L$  に反比例する。
- (d) 磁気回路の長さ  $L$  が等しければ、起磁力  $F$  を大きくすると磁界の強さ  $H$  は強くなる。

正答 (d)

磁気回路では、電気回路の電流に相当するものが磁束  $\Phi$  (Wb)、起電力に相当するものが起磁力  $F$  (A)、そして電気抵抗に相当するものが磁気抵抗  $R$  (A/Wb 又は  $H^{-1}$ ) である。磁気回路において、起磁力  $F$  (A) は磁界の強さ  $H$  (A/m) と磁気回路の長さ  $L$  (m) の積に等しい ( $F = L \cdot H$ )。また起磁力  $F$  と磁気抵抗  $R$ 、磁束  $\Phi$  には、 $F = \Phi \cdot R$  が成り立つ (電気回路では電流  $I$  (A)、起電力  $E$  (V) 及び電気抵抗  $R$  ( $\Omega$  又は  $S^{-1}$ ) の間にはオームの法則  $E = I \cdot R$  が成り立つ)。したがって (a)、(b) は誤りである。磁気抵抗  $R$  は磁気回路の断面積  $S$  と透磁率  $\mu$  の積に反比例し、磁気回路の長さ  $L$  に比例する ( $R = L / \mu S$ ) ので (c) は誤りである。また  $F = L \cdot H$  であるから、 $L$  が一定ならば  $F$  は  $H$  に比例して大きくなるので (d) が正しい。なお極間法やコイル法の場合、起磁力はコイルに流れる電流  $I$  (A) とコイルの巻数  $n$  の積に比例するので、起磁力をアンペアターンと呼ぶ場合がある。このような問題は、文章として読むだけでなく、数式化しておくにより理解しやすい。

問 2 次の文は、反磁界の強さ  $H'$  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) 磁化コイルの長さ  $l$  と直径  $d$  の比  $l/d$  に比例する。
- (b) 試験体の反磁界係数  $N$  に比例する。
- (c) 試験体に与える磁界の強さ  $H_0$  に反比例する。
- (d) 試験体の透磁率  $\mu$  に反比例する。

正答 (b)

コイルにより磁化し反磁界が発生する場合、有効磁界の強さ  $H$  は次のように表される。

$$H = H_0 - H'$$

ここで反磁界の強さ  $H'$  は  $H' = NJ / \mu_0$  で表され、反磁界の強さ  $H'$  は反磁界係数  $N$  及び磁化の強さ  $J$  に比例する。反磁界係数  $N$  は試験体の磁化されている部分の長さ  $L$  と直径  $D$  との寸法比  $L/D$  によって決まり、材質には関係しない。反磁界の強さはその試験体の  $N$  及び  $J$  に比例して大きくなるので (b) が正答である。また  $H'$  は  $J$  に比例することから、 $H'$  の変化を  $J$  の変化に置き換えて考えると、 $J$  は  $H_0$  の増加に伴って増加するため (c) は誤りである。透磁率  $\mu$  は  $H_0$  の増加と共に変化し、共に増加する領域と減少する領域があるが、いずれの場合も  $J$  が減少することはない。したがって、 $H'$  は  $\mu$  に反比例しないので (d) は誤りである (反磁界の強さは、与える磁界の強さに「ほぼ」比例する)。磁化コイルの長さ  $l$  と直径  $d$  は JIS 規格の磁化電流の経験式に関連するが、その比は反磁界の強さに関係しない。

問 3 次の文は、コイルによる磁化において同じ電流値を通電した場合に、直流より交流の方が反磁界の強さが小さくなる理由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) 交流では、表皮効果のため磁束が試験体表層部に集中し、試験体に磁極ができないためである。
- (b) 交流では、表皮効果のため磁束が試験体表層部を流れにくくなり、磁束が流れる表層部分と等価断面積となる円の直径が実際の直径より小さくなり、 $L/D$  の値が大きくなるためである。
- (c) 交流では、磁界の方向が周期的に反転するために、試験体に磁極がなくなるためである。
- (d) 交流では、表皮効果のため磁束が試験体表層部に集中し、磁束が流れる表層部分と等価断面積となる円の直径が実際の直径より小さくなり、 $L/D$  の値が大きくなるためである。

**正答 (d)**

反磁界は磁気探傷試験に常に影響する因子である。交流では、表皮効果のため磁束が試験体表層部に集中し、磁束が流れる表層部分と等価断面積となる円の直径が実際の直径より小さくなり、 $L/D$  の値が大きくなるためである。直流の場合、波形が直流に近づくほど、内部への浸透深さが増す。交流の場合、表皮効果の影響で実際に磁束が流れる断面積が小さくなるため、 $L/D$  の値が大きくなり反磁界の強さが小さくなる。正答は(d)である。

**問4 次の文は、磁気探傷装置の管理において定期点検だけに実施する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) 探傷装置の動作機能点検で、通電スイッチが作動することを確認した。
- (b) 探傷装置の総合性能点検で、手順書に定められた試験片のきずが良好に検出できることを確認した。
- (c) 紫外線照射装置には紫外線とともに白色光が放射されている場合があり、紫外線放射照度の点検の際に試験面の白色光の明るさも併せて点検した。
- (d) 探傷装置において、トランスと装置筐体との間の絶縁抵抗を測定し、漏電のないことを確認した。

**正答 (d)**

磁気探傷装置の定期点検では、日常点検・始業前点検で実施していることも含め点検を行う。(a)、(b)は毎日、(c)は通常、週に1回実施する日常点検項目である。日常点検では明らかな破損、接続部のゆるみ、なども点検する。JIS Z 2320-1:2017では総合性能点検は必須となっている。探傷装置においては、絶縁抵抗の測定は定期点検で行われ、トランス(降圧変圧器)の1次側と2次側間、トランスと装置筐体との間などを測定する。

**問5 次の文は、磁気探傷試験の磁化装置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) 降圧変圧器式では、感電防止のため2次側には100V程度の低電圧による交流及び直流の大電流を得るようにしている。
- (b) 降圧変圧器式による整流式の磁化装置は、連続法及び残留法に使用できる。
- (c) サイリスタ制御ワンパルス通電式は、200Vの交流入力回路にサイリスタ及び負荷が並列に接続されており、交流の半波形だけの大電流が得られる。

(d) 電磁石式では、鉄心に巻いたコイルに100V又は200Vの電圧による大電流を流して、大きな磁束を得るようにした携帯型のものを多く使用している。

**正答 (b)**

磁気探傷装置の電源形式について、降圧変圧器式では、2次側に30V以下程度の低電圧により交流及び直流の大電流を得るようにしている。降圧変圧器式は整流式がほとんどで、多くがサイリスタを使用して通電を制御しシリコン整流子で整流している。この形式ではトランス容量に応じた通電時間がとれるため連続法及び残留法に使用できるので(b)が正しい。サイリスタ制御ワンパルス通電式では、200Vの交流入力回路にサイリスタ及び負荷側が直列に接続されており、交流の半波形だけの大電流が得られる。そのため通電中は磁化部に触れてはならない。電磁石式では、鉄心に巻いたコイルに100V又は200Vの電圧で2~10A程度の小電流を流し、大きな磁束を得るようにした携帯型のものを多く使用している。

**問6 次の文は、きずからの漏洩磁束密度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) きずの幅が一定の場合、きずの高さにほぼ比例して増大する。
- (b) きずが表面下で少し傾斜していると、きずからの漏洩磁束密度は著しく小さくなる。
- (c) きずからの漏洩磁束密度の大きさは、試験体の材質に関係しない。
- (d) 表面下のきずの場合、きずの高さが同じであれば、交流でも直流でも同じである。

**正答 (a)**

きずからの漏洩磁束密度は、きずの幅が一定の場合、きずの高さにほぼ比例して増大する。きずが表面下で傾斜している場合、表面に投影したときの高さにほぼ比例して変化する。きずからの漏洩磁束密度の大きさは材質により変化し、同じ磁束密度であれば透磁率が低いものほど大きくなる。表面下のきずの場合、きずの高さが同じであれば交流よりも直流の方が大きくなる。

紙面の都合で全ての例題を紹介・解説することはできないため、MT-2参考書や問題集、以前の本欄の解説記事、JIS Z 2320などを参考によく学習していただきたい。

## UMレベル1 専門問題のポイント

UM レベル1 の新規専門試験は、問題数が 30 問以上で、70 %以上の正答で合格となる。2018 年秋期の試験より他部門と同様に、誤ったものを選ぶ問題はなくなり正しいものを選ぶ形式となっている。また、2019 年春期試験より一つの問に対し複数の設問はなくなり、一問一答となっている。今回は UM レベル1 の専門問題について類題により解説する。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、凹凸の著しい面から超音波厚さ測定する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) 測定面をグラインダを用いて研磨したときは、その範囲の中心からなるべく遠ざかった位置で厚さ測定する。
- (b) 表面粗さが  $100\ \mu\text{mRz}$  程度の傾斜面で厚さ測定するときは、接触媒質としてマシン油を用いることが望ましい。
- (c) 測定面の凹凸が著しく、裏面がほぼ平らな部分を測定するときは、実際の厚さより表示値が薄めに出ることを想定して厚さ測定する。
- (d) 測定面での表面粗さが測定値に与える影響を、接触媒質の選定でカバーできるならば、なるべくグラインダを使わない方がよい。

**正答 (d)**

測定面を、グラインダを用いて研磨した場合の厚さ測定は、研磨部分が最も薄くなっている可能性があり、できるだけその中心で測定するべきである。表面粗さが  $100\ \mu\text{mRz}$  程度の場合、接触媒質がマシン油であると超音波の伝達が不十分になる恐れがある。この場合、濃度 75 %以上のグリセリン水溶液を使用するのがよい。測定面の凹凸が著しい場合、厚さ測定値は厚めに表示されやすい。測定面の表面粗さが粗い場合でも、粘性の高い、音響インピーダンスの高い接触媒質を使用することで測定が可能であるならばグラインダなどによる手入力は控えた方がよい。したがって、(d) が正解である。

**問2** 次の選択肢は、常温用の一般的な超音波厚さ測定装置（デジタル表示超音波厚さ計）で測定が可能な測定

物の温度範囲を示したものである。適切なものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a)  $-40\sim+50\ \text{°C}$
- (b)  $-10\sim+80\ \text{°C}$
- (c)  $0\sim+50\ \text{°C}$
- (d)  $0\sim+100\ \text{°C}$

**正答 (c)**

JIS Z 2355-1（非破壊試験—超音波厚さ測定—第1部：測定方法）に記述している内容では、 $0\ \text{°C}$ 未満では低温用の接触媒質を使用し、探触子についても測定温度での動作が保証されたものを使用するなどの規定をしている。また、測定面が  $50\ \text{°C}$ を超える場合については、高温用探触子を用い、接触媒質も測定面の温度で十分性能を発揮するものを使用するなどの規定を設けて測定を行うようにしている。一般的な厚さ測定における探触子や接触媒質の仕様は  $0\ \text{°C}$ から  $50\ \text{°C}$ の温度範囲で使用できるものが多い。したがって、(c) が適切な温度範囲である。

**問3** 次の文は、超音波厚さ測定における2回測定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) 全測定点を一定の音響隔離面方向のまま測定したのち、これと直角方向で2回目の測定を全点行うと測定効率を高めることができる。
- (b) 1回目と2回目の測定点のずれは探触子直径の2倍程度まで許される。
- (c) 2回の測定で表示値に差異があるとき、たとえ大きい方の値が信頼できそうでも、必ず小さい方の値を記録するが、異常表示の可能性がある場合は超音波探傷器などで確認する。
- (d) 測定場所の条件に厳しい制約がある場合は、音響隔離面の向きの回転を  $45\ \text{度}\sim 60\ \text{度}$ 程度に狭めて2回測定してもよい。

**正答 (c)**

超音波厚さ測定における2回測定法は、二振動子垂直探触子を用いて同一の測定点において音響隔離面の向きを  $0\ \text{度}$ と  $90\ \text{度}$ で各々測定し、得られた小さい方の表示値を測定値とする方法である。測定結果で推定厚さの  $1/2$ などの異常値が測定された場合は超音波探傷器などでその測定点を確認し、原因を調査する。JIS Z 2355-1で2回測定法は記述されているが、音響隔離面の向きについては  $45\ \text{度}\sim 60\ \text{度}$ の記載はなく、 $0\ \text{度}$ と  $90\ \text{度}$ と記載されている。したがって、(c) が正しい。

問4 次の表は、JIS Z 2355-2（非破壊試験－超音波厚さ測定－第2部：厚さ計の性能測定方法）に基づく、測定下限の測定を実施した結果を示したものである。この厚さ計の測定下限値はいくらか。適切な数値を一つ選び、記号で答えよ。ただし、この厚さ計の誤差は0.1 mmとする。

RB-T の厚さ (mm)	2.0	1.5	1.0	0.8
測定値(mm)	2.0	1.6	1.2	1.1

- (a) 1.0 (b) 1.2 (c) 1.5 (d) 1.6

正答 (c)

RB-T（超音波厚さ測定用対比試験片）の寸法は JIS Z 2355-2 附属書 JA で規定されており、各部位の厚さは、表に示す 2.0 mm から 0.8 mm でそれぞれの面積は、一辺 20 mm の正方形となっている。この対比試験片を用いて測定下限値を測定するが、この設問の場合厚さ計の誤差が 0.1 mm まで許容されているので、対比試験片の厚さに対して ±0.1 mm の誤差の範囲まで測定が可能となる。したがって、表から 1.5 mm がこの厚さ計の測定下限値となる。

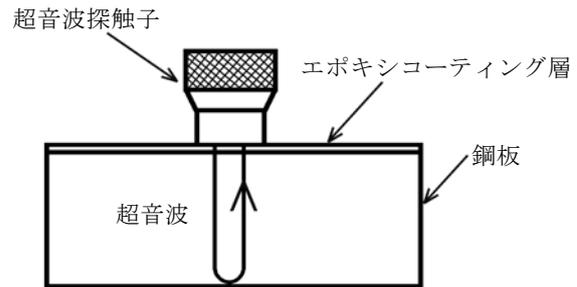
問5 外径の小さい管材直管部の厚さ測定には、高分解能一振動子探触子と広帯域厚さ計の組合せが望ましい。この組合せが必要になると考えられる外径の範囲はどれか。最も適切なものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 外径がおおよそ 10 mm 未満の直管  
 (b) 外径がおおよそ 30 mm 未満の直管  
 (c) 外径がおおよそ 50 mm 未満の直管  
 (d) 外径がおおよそ 70 mm 未満の直管

正答 (a)

外径が 25 mm 以上の場合には、よく使用される二振動子垂直探触子と一般的なデジタル超音波厚さ計で測定が可能である。JIS Z 2355-1（非破壊試験－超音波厚さ測定－第1部：測定方法）では具体的に管材の外径に適した厚さ測定用の探触子の規定はないが、JIS Z 2355: 2005 では外径 10 mm 未満の管材直管部の厚さ測定には高分解能一振動子垂直探触子と広帯域厚さ計を使用して測定することを推奨していた。

問6 次の図は、鋼板にエポキシ樹脂をコーティングした試験体の概念図を示したものである。R-B1 方式の厚さ計により 0.9 mm 厚さのエポキシコーティング上から厚さを測定して、12.6 mm の厚さ計表示値を得た。試験体の厚さはいくらか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。ただし鋼の音速を 5900 m/s、エポキシ樹脂の音速を 2700 m/s とし、厚さ計は鋼の音速で調整してある。



- (a) 10.6 mm (b) 11.0 mm  
 (c) 11.7 mm (d) 12.2 mm

正答 (a)

厚さ計は鋼の音速で調整されており、エポキシコーティング層部分の音速は鋼に比べて遅いため、厚さ測定結果は、全体として実厚より厚く表示される。エポキシコーティング層の厚さは 0.9 mm であるのでこの厚さ分は、 $0.9 \times (5900/2700) = 1.97 \text{ mm}$  となり、実際の鋼の厚さは、表示値からエポキシコーティング厚さを引いた  $10.63 \text{ mm}$  ( $12.6 \text{ mm} - 1.97 \text{ mm}$ ) となる。

従来の JIS Z 2355: 2005（超音波パルス反射法による厚さ測定方法）に代わって JIS Z 2355-1: 2016（非破壊試験－超音波厚さ測定－第1部：測定方法）及び JIS Z 2355-2: 2016（非破壊試験－超音波厚さ測定－第2部：厚さ計の性能測定方法）が制定されたため超音波厚さ測定の専門問題の内容も変わってきている。超音波厚さ測定 I 問題集:2017 を参考にして資格取得に精進していただきたい。

【60 巻 4 号掲載記事に関する訂正】2011 年 4 月に掲載した「MT・MY レベル 2 一次一般試験問題のポイント」記事において問 6 の解説に誤りがありました。協会 HP の「NDT フラッシュコーナー」内の Vol. 60, No. 4 に訂正記事を掲載させていただきます。お詫びして訂正致します。(2020 年 9 月)