

MTレベル2 一次一般試験問題のポイント

JIS Z 2305 による資格試験について、昨年の本欄ではMT-2及びMY-2の新規一次試験の一般試験問題の類題を解説した。このとき、過去の出題に類似した例題の中から、受験者の理解不足と思われる問題、思い違いや単純なミスを犯しやすい問題を選んで注意点・ポイントなど、受験者の多くが陥りやすい点分かるように解説してみた。今回も同様の視点から、一般試験問題についてポイントを紹介したい。先に紹介したように、一般試験は四者択一により正しいもの、又は誤っているものを選ぶ形式で、30～40問が出題される。一般試験、専門試験ともに得点が70%以上で合格となる。

問1 次の値は、ある鋼の磁化曲線から読み取った数値から、磁化曲線上のある点Aにおける透磁率 μ (H/m)を求めたものである。A点における磁界の強さの読み：2400 (A/m)、磁束密度の読み：1.5 (T)とする。この場合、最も近いものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 6.25×10^{-5} (b) 6.25×10^{-4}
(c) 1600 (d) 3600

正答 (b)

磁化曲線上の任意の点Aにおける透磁率 μ は、原点0と任意の点Aを通る直線の傾きで表され、 $\mu = B/H$ である。

$$\mu = 1.5 \text{ (T)} / 2400 \text{ (A/m)} = 6.25 \times 10^{-4} \text{ (H/m)}$$

また、参考までにこのときの比透磁率を求めると、 $\mu = \mu_0 \mu_s$ であり、 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ (H/m)であるから、

$$\begin{aligned} \mu_s = \mu / \mu_0 &= 6.25 \times 10^{-4} / (4\pi \times 10^{-7}) \\ &= (6.25 / 4\pi) \times 10^3 = 498 \end{aligned}$$

したがって、比透磁率は約500となる。

これらは基本的な問題であり、磁化曲線からこれらの数値を読み取ることができれば、透磁率や比透磁率を求めることが可能である。磁化電流値を設定する際にも必要な場合があり、忘れないで記憶しておいて欲しい。

問2 次の値は、直径40mm、長さ500mmの丸棒鋼に $I = 200A$ の電流が一様に流れている場合、丸棒鋼の中心から10mmの位置における丸棒鋼内部の磁界の強さを示したものである。下記の中から最も近いものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 640A/m (b) 800A/m

- (c) 1600A/m (d) 3200A/m

正答 (b)

この問題も基本的な問題であるが、計算式を覚えていなかったり、単位を間違えたりして、正しい解答ができる人はあまり多くないようである。中実丸棒の内部における磁界の強さは、中実丸棒の外半径を a (m)、丸棒中心軸からの任意の距離を r (m)、流れている電流の大きさを I (A)とすると、 r における磁界の強さ H は次のように表せる。

$$H = Ir / 2\pi a^2$$

$$a = 40 / 2 = 20 \text{ (mm)} = 0.02 \text{ (m)},$$

$$r = 10 \text{ (mm)} = 0.01 \text{ (m)},$$

$I = 200$ (A)であるので、これらを上式に代入する。

$$H = Ir / 2\pi a^2 = 200 \times 0.01 / (2\pi \times 0.02^2)$$

$= 1 / (4\pi \times 10^{-4}) = 10000 / 4\pi = 796$ (A/m)となる。したがって、800 (A/m)が最も近く、正答は(b)である。この種の問題での理解不足やミスは、前述のように、計算式を忘れて、 a と r を取り違えたり単位や数値を間違える場合が多いようである。同様に、他の基本的な磁界の計算式も記憶しておくとうい。

問3 次の文は、鋼における炭素含有量の増加が磁気特性に及ぼす影響について述べたものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 飽和に必要な磁界の強さは増大する。
(b) 最大比透磁率は減少する。
(c) 保磁力は減少する。
(d) 残留磁束密度は大きく変化しない。

正答 (c)

鋼の磁気特性に関する問題は、特性が変化する要因と強磁性体の磁化曲線をよく理解していれば比較的容易な問題であると思われるが、炭素含有量などの要因が変化した場合に起きる磁化曲線の変化がイメージできていない人が残念ながら多いようである。

鋼の磁気特性は参考書「磁粉探傷試験II」(以下 MT-2参考書という) 1.4節の説明にあるように、合金成分(特に炭素含有量)、加工状態及び熱処理などによって大きく変化する。炭素含有量が増加したとき、飽和に必要な磁界の強さ及び保磁力は大きくなり、最大比透磁率は減少する。但し、飽和に必要な磁界の強さは、焼きなましされた材料については著しい変化が無いので、注意が必要である。また飽和磁束密度や残留磁束密度は大きく変化

することはない。したがって、(a)(b)(d)の記述は正しく、(c)の記述が誤っているので正答である。この種の問題は、MT-2参考書の表1.1や図1.30を参考にして、これらの変化を磁化曲線の変化と関連してイメージしてみるとより理解しやすい。

問4 次の文は、表皮効果について述べたものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 磁束密度が表面の約37%になる深さを表皮の厚さという。
- (b) 表皮効果は強磁性体のみで生じるため、磁束だけに生じ電流の場合には生じない。
- (c) 表皮の厚さは、交流の周波数、導電率及び透磁率が大きいほど小さくなる。
- (d) 表皮効果は、反磁界の強さに影響を与える。

正答 (b)

表皮効果や反磁界に関する問題も、受験者の理解不足がよく見られるようだ。

表皮効果は電気の導体であれば生じ、強磁性体のみで生じるわけではない。また表皮効果は、磁束の場合でも電流の場合でも生じる。磁粉探傷における表皮の厚さは、磁束密度が表面の値の約37%になる表面からの深さをいう。表皮の厚さは、交流の周波数、導電率及び透磁率がそれぞれ大きいほど小さくなる。また表皮効果は、特にコイル法におけるL/Dにおいて、見かけの断面積：Dの減少に寄与し、反磁界の強さの影響を低減させることができる。

問5 次の文は、残留法について述べたものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 磁気ペン跡の発生に注意する必要がある。
- (b) ボルトの保守検査など量産品の検査に適用される。
- (c) 内部きずの検出には不向きであり、表面開口きずの検出を目的に適用される。
- (d) 保磁力 H_c が小さい材料でも、残留磁束密度が大きい材料には適用される。

正答 (d)

残留法に関する問題は、実際の体験者が少ないのか、必ずしも正しくは理解されていないようだ。

残留法は保磁力の大きな、一般に言う硬い材料に適している。残留磁束密度が大きくても保磁力が小さい場合に

は、探傷に適当な有効磁界が得られない。

またこれは、反磁界の影響がある場合には更に影響を受ける。磁気ペン跡は残留法でのみ現れる特徴的な疑似模様である。残留法については講習会や実習なども含め、体験してみるとより理解しやすくなる。

問6 次の文は、脱磁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) 交流脱磁では表皮効果のため試験体の表面近くは脱磁されるが、内部はほとんど脱磁されない。
- (b) きず磁粉模様か又は疑似模様かの判別のための再試験における脱磁も、直流脱磁が必要である。
- (c) コイル法で磁化した円柱状試験体は軸通電法による方が容易に脱磁できる。
- (d) 直流脱磁は専用の装置でなくても、脱磁コイルから、検査物を遠ざけるだけでも脱磁できる。

正答 (a)

脱磁に関しても、実際に体験していない人はイメージが湧きにくいかもしれない。きずかどうかの確認・再試験のための脱磁は交流脱磁でよい。また脱磁は磁化と同じ方法で脱磁する方が効果的である。直流脱磁には、少なくとも自動転極機能をもつ電源装置が必要である。専用の装置ではこの機能に加えて、脱磁電流の自動減衰機能も装備されている。

紙面の都合で全ての類題を紹介・解説することはできないが、取り上げた例題の類題以外にも、磁気回路、漏洩磁束、疑似模様、試験条件の設定などに関する問題についても理解不足が目立つ。今までの本欄の記事を参考に、より理解を深めておいて欲しい。

また昨年発行された JIS Z 2320-1～3 磁粉探傷試験についても、MT-2参考書に記述されている程度の内容は、理解しておいて欲しい。

以上解説した例題は、磁粉探傷試験の基礎的な問題や試験手順の基本的な問題が中心でレベル2としては決して難しいものではない。これからMT-2を受験しようとする人は、基本事項の理解を深めるよう、講習会への参加や以前の解説も含めて学習して頂きたい。

E T レベル3 二次C₁ (基礎) 試験のポイント

JIS Z 2305 に基づく資格試験の試験問題に関しては〔非破壊検査技術シリーズ〕渦流探傷試験Ⅲの記述範囲から出題されている。したがって、これをよく読み内容の理解がなされていれば解答に窮することはないのであるが、試験結果を見ると理解不足と思われる誤解答が見られるものがある。本解説は過去に出題された試験結果の中から受験者の理解不足と思われる誤解答を分析し正答率の低い問題と類似の例題を選び、その問題について解説を行うものである。C₁問題は4者択一で、正しいもの又は誤っているものを選択することで解答を行うものである。

問1 次の文は、渦流探傷試験における試験コイルの働きについて述べたものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)試験体に時間的に変化する磁束を作用させる。
- (b)インピーダンス変化を検出する。
- (c)試験体中に渦電流を発生させる。
- (d)試験体のインピーダンスを変化させる。

正答 (d)

渦流探傷試験は試験コイルに交番電圧を加えることで時間的に変化する磁束を発生させる、この磁束が試験体に影響することで試験体中に渦電流が発生し、二次作用によってその試験コイルのインピーダンスが変化し、きずを検出することができる。

問2 次の相互インダクタンスに関する記述のうち、正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)隣接した2つのコイルA, B間の相互インダクタンスの値は、それぞれのコイルの自己インダクタンスの値の大きい方を越えることはない。
- (b)隣接した2つのコイルの一方に電流を流すと、他方に起電力が発生するが、このとき相互インダクタンスが小さいほど起電力は大きくなる。
- (c)2つのコイルの結合係数が大きくなると、相互インダクタンスは小さくなる。
- (d)2つのコイルを無限に離すと、相互インダクタンスも無限大となる。

正答 (a)

複数のコイルが配置されたとき、それらのコイルから発生する磁束が影響を及ぼす場合に、コイル間結合があ

ると言い、結合の度合いを k (結合係数)で表わす。距離が近く、磁束が100%影響した場合は $k=1$ となり、距離が遠く磁束が影響しない場合は $k=0$ となる。

ここで、コイルA, Bのインダクタンスを L_a, L_b とすると相互インダクタンス M は次式で表わされる。

$$M = k\sqrt{(L_a \times L_b)}$$

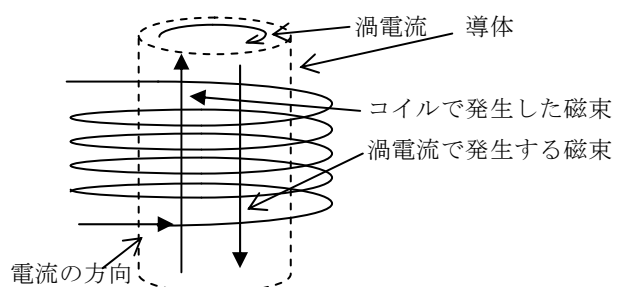
したがって、結合係数が1に近い、すなわちコイル同士が接近していると相互インダクタンス M は大きくなる。隣接したコイルの一方に電流を流した場合は、もう一方のコイルに誘起される電圧は大きくなる。結合係数が0に近づけば逆の現象が観測される。また上の式からわかるように M はいかなる場合でも L_a 又は L_b の値の大きい方を超えることはない。

問3 空心の試験コイルの中に非磁性金属を挿入したとき、試験コイルのインピーダンスはどうか。次のうちから正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)試験コイルのインピーダンスは特に変化しない。
- (b)試験コイルの抵抗とリアクタンスが共に増加する。
- (c)試験コイルの抵抗が増加しリアクタンスが減少する。
- (d)試験コイルの抵抗が減少しリアクタンスが増加する。

正答 (c)

空心の試験コイルの中に非磁性金属を挿入した場合において、そのコイルに交番電流 I が流れていれば、磁束が発生している。この磁束が挿入された金属を貫くことで金属内部に渦電流が発生する。この発生した渦電流は与えられた磁束とは逆の方向に磁束を発生するので、その結果元の磁束を減少せしめる働きをすることとなる。



インダクタンス $L=N\Phi/I$, ただし、 N はコイル巻数、 Φ は磁束、 I は電流であるから、磁束 Φ が減少することでインダクタンスも減少する。したがって、リアクタンス ωL も減少することとなる。また、挿入金属に流れる渦電流はその金属の導電率に従った値の渦電流損失を生むこととなる。この損失はコイルから見た場合は抵抗の

増加として捕らえられる。

問4 渦流探傷器の回路におけるローパスフィルタの接続について、次のうちから正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)同期検波器の出力に直接接続されている。
- (b)ブリッジの出力に直接接続されている。
- (c)同期検波器の制御信号が直接接続されている。
- (d)ブリッジ後の増幅器の出力が直接接続されている。

正答 (a)

渦流探傷器の信号処理系のフィルタには大まかに分けて3種類のフィルタが考えられる。

周波数帯域を狭めて信号のS/Nをよくするため用いられるのが帯域フィルタ、ガタノイズや温度ドリフトを除去する目的で使用するハイパスフィルタ、そして同期検波の後ろに接続されるのがローパスフィルタである。この中で、帯域フィルタとハイパスフィルタは無くても探傷器の信号処理は成立するがローパスフィルタが無いと同期検波信号に含まれる脈流信号の影響で、きず信号成分を抽出できないので渦流探傷器では必須のフィルタであり、正答は(a)となる。なお、フィルタは入出力の2端子で構成されるものであるから、電圧制御する特殊なフィルタ以外では、制御信号等は不要である。

問5 図のようにコイルを少しずつ引き伸ばした場合コイルのインダクタンスはどうなるか。次の中から正しいものを一つ選び記号で答えよ。



- (a)最初に大きく増加してから減少する。
- (b)減少する。
- (c)変化しない。
- (d)最初に大きく減少してから増加する。

正答 (b)

コイルのインダクタンス L は、次式の要素で決定される。

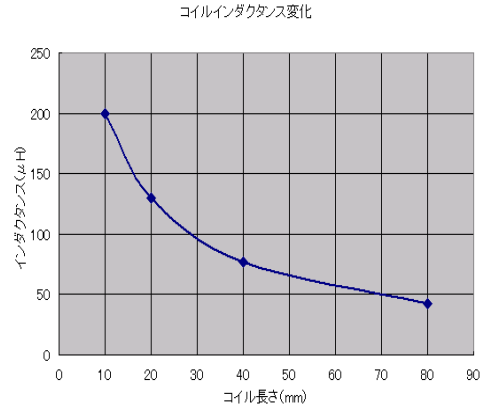
$$L = k \cdot \mu \cdot r^2 N^2 / l$$

ただし、 k : 長岡係数、 μ : 透磁率、 r : コイル半径
 l : コイル長さ、 N : コイル巻数

したがって、 l が長くなるに従いインダクタンスが減少することが分かる。

次のグラフは直径 19.5mm、100 回巻のコイルが、長さ 10mm のとき 200 μ H であったものが引き伸ばされた

ときにインダクタンスの減少する有様を現したものである。



元の長さから引き伸ばされる初期の内は、大きく L が減少し後に漸近線に従うことが分かる。

問6 図(A)のような周波数特性の増幅器に対して図(B)のような周波数特性の増幅器の名称で、正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)広帯域増幅器
- (b)同調増幅器
- (c)直流増幅器
- (d)非線形増幅器

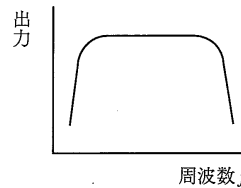


図 A

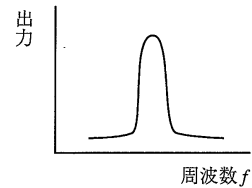
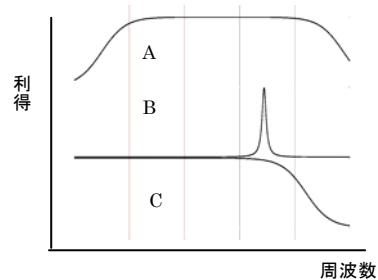


図 B

正答 (b)

A の周波数特性をもつ増幅器は広帯域増幅器、B のように特定の周波数帯のみに利得をもつものは同調増幅器（選択増幅とも言う）、そして C は直流増幅器である。これは定義であるから、この特性に対する増幅器の名称を記憶してもらわなければならない。なお、非線形増幅器は周波数特性ではなく増幅特性で、渦流探傷器ではリジェクションがこれにあたる。



正答率の低い問題に関して解説したが、中には判断に迷うような問題の場合がある。この場合最も重要性の高い選択肢を選ぶことが肝心である。