

UT レベル 2 専門試験のポイント

UT レベル 2 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。今回は UT レベル 2 の専門試験問題について類題により解説する。

問 1 次の文は、JIS Z 2305「非破壊試験技術者の資格及び認証」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) レベル 2 の資格試験には、認証取得までに基礎試験と主要方法試験の筆記試験が課せられる。
- (b) 申請資格には、視力及び聴力に関する要求事項を満足する必要がある。
- (c) 資格レベルには、レベル 1、レベル 2 及びレベル 3 があり、それぞれの役割分担が定められている。
- (d) 工業に関わる最小限の NDT 経験は、レベルにかかわらず 9 か月と定められている。

正答 (c)

この問題は JIS Z 2305「非破壊試験技術者の資格及び認証」に関する問題である。最近では JIS Z 2305 に関する問題も出題されるようになってきているので、この規格についてはよく理解しておく必要がある。(a) のレベル 2 の試験は、一般試験、専門試験及び実技試験であり、基礎試験と主要方法試験は、レベル 3 技術者に出席される試験である。(b) の申請資格には、近方視力及び色覚の要求事項はあるが、聴力については規定されていない。(c) は記載のとおりで正しい。(d) の資格取得に必要な最小限の NDT 経験は、資格のレベルと資格種類毎に 1 か月から 18 か月まで定められている。

問 2 次の文は、鍛鋼品の超音波探傷において、JIS G 0587 に基づく試験片方式による探傷感度の調整に使用する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) 対比試験片は、減衰係数の程度にかかわらず炭素鋼材を用いる。
- (b) 対比試験片は、 $\phi 2\text{ mm}$ 、 $\phi 4\text{ mm}$ 、 $\phi 8\text{ mm}$ の 3 種類の平底穴を加工したものをを用いる。
- (c) 対比試験片として STB-G V3、STB-G V5、STB-G V8 を用いることができる。
- (d) 検査対象物の探傷面と曲率が異なる対比試験片を使用する場合、鍛鋼品の曲率半径に対し 0.5~2.0

倍の曲率半径の対比試験片が使用できる。

正答 (c)

(a) の対比試験片は、JIS G 0587 では「超音波減衰の程度が鍛鋼品と同等又は、減衰係数が既知の材料を用いる。」とされている。(b) の対比試験片は、同一直径の平底穴を持つものとし、直径は $\phi 4\text{ mm}$ とされている。ただし、必要によって $\phi 2\text{ mm}$ から $\phi 8\text{ mm}$ の範囲の直径でもよいとしている。また、対比試験片として STB-G V2、V3、V5、V8、V15-2 が使用することができる。(d) の曲率が異なる対比試験片を使用する場合は、試験体の曲率半径の 0.7~1.1 倍の範囲の曲率となっている。

問 3 次の文は、JIS G 0801 に基づく垂直探傷のきずの分類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) エコー高さが 100 %のきずは、中きずで、表示記号は Δ となる。
- (b) エコー高さが 50 %のきずは、中きずで、表示記号は Δ となる。
- (c) エコー高さが 25 %のきずは、軽きずで、表示記号は \circ となる。
- (d) エコー高さが 49 %のきずは、中きずで、表示記号は Δ となる。

正答 (a)

JIS G 0801 による垂直探触子によるきずの分類及び表示記号は表 1 のように定められている。したがって、(a) が正しい。

表 1 垂直探触子によるきずの分類及び表示記号

きずの分類	きずの評価基準	表示記号
軽きず	$25\% < F_1 \leq 50\%$ ただし、 B_1 が 100 % 未満の場合は、 $25\% < F_1/B_1 \leq 50\%$	\circ
中きず	$50\% < F_1 \leq 100\%$ ただし、 B_1 が 100 % 未満の場合は、 $50\% < F_1/B_1 \leq 100\%$	Δ
重きず	$F_1 > 100\%$ 、 $F_1/B_1 > 100\%$ 又は $B_1 \leq 50\%$	\times

問 4 音響異方性のある材料について、横波垂直探触子を用いて厚さ測定したところ、下記のような値が得られた。この材料の STB 音速比として適する数値を一つ選び、記号で答えよ。

測定方法	試験体厚さ (mm)	STB-A1 厚さ (mm)
マイクロメータでの測定値	32.18	25.02
横波垂直探触子での測定値	31.38	24.98

- (a) 0.974 (b) 0.975 (c) 1.024 (d) 1.027

正答 (c)

JIS Z 3060 に音響異方性のある材料の STB 音速比を求める計算式(1)が示されている。

$$\frac{V}{V_{STB}} = \frac{t_M \times W_{STB}}{t_{SM} \times W_S} \quad (1)$$

ここで

$\frac{V}{V_{STB}}$: STB 音速比

t_M : 寸法測定器によって測定した試験体の厚さ

t_{SM} : 寸法測定器によって測定した STB の厚さ

W_{STB} : 横波垂直探触子で測定した STB の B₁ ビーム路程

W_S : 横波垂直探触子で測定した試験体の B₁ ビーム路程

式(1)を用いて計算すると

$$\frac{V}{V_{STB}} = \frac{32.18 \times 24.98}{25.02 \times 31.38} = 1.0238$$

となり小数点以下4桁目を四捨五入すると1.024となる。

問5 次の文は、JIS Z 3060の規定に基づくエコー高さ区分線の作成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) エコー高さ区分線を4本以上作成し、少なくとも下位から4番目の線をH線とする。
- (b) エコー高さ区分線のH線より6dB高い線をU線という。
- (c) H線より12dB低い線をL線とする。L線は、きずエコーの評価に用いられるビーム路程の範囲で、その高さが10%以上の線とする。
- (d) 探触子のクサビは使用中に摩耗し、入射点や屈折角が変化するため、エコー高さ区分線は、作業開始後、4時間ごとに再作成する。

正答 (c)

JIS Z 3060 による平板溶接部の斜角探傷におけるエコー高さ区分線の作成については以下の規定がある。①エコー高さ区分線は、表示器の10~100%の範囲を含むよ

う作成する。②エコー高さ区分線の本数は、6dBずつ異なるエコー高さ区分線を3本以上作成する。③作成したエコー高さ区分線のうち、下位から3番目以上の線を選びH線とし、H線より6dB低いエコー高さ区分線をM線とし、12dB低いエコー高さ区分線をL線とする。④L線は、きずエコーの評価に用いられるビーム路程の範囲で、その高さが10%以上の線とする。また、探傷装置の点検については以下の規定がある。「入射点、STB 屈折角、測定範囲及び探傷感度は作業開始後4時間以内ごと及び作業終了時に点検する。」エコー高さ区分線の4時間ごとの再作成についての規定はない。しかしながら事前に作成したエコー高さ区分線のプロット点が±2dBを超えて変化するようであれば再作成が必要となる。

問6 板厚20mmの平板突合せ溶接部をA面から超音波探傷を行ってきずエコーと思われる下記のデータを得た。

W:41.0mm, Y:40mm, エコー高さ:70%

溶接部は図1に示すような開先形状である。探傷に使用した探触子は5Z10×10A70(STB屈折角70.0度)である。このエコーの反射源と推定されるものは下記のうちのどれか、最も適切なものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) A面側の母材きず (b) 溶接部のきず
- (c) B面側の母材きず (d) 妨害エコー

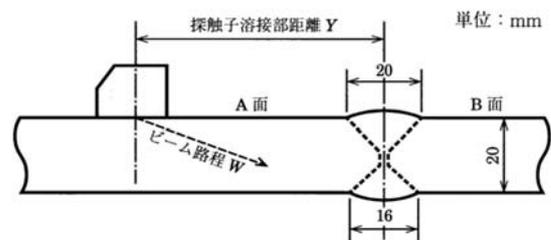


図1 溶接形状

正答 (b)

0.5 スキップでのビーム路程は、 $20/\cos 70^\circ = 58.5$ mm となり、得られた W:41.0 mm は直射の範囲となる。得られたデータよりきず位置を計算すると

$$\text{きずの深さ位置 } d = 41.0 \times \cos 70^\circ = 14.0 \text{ mm,}$$

$$\text{溶接部中心からのずれ } k = Y - 41 \times \sin 70^\circ = 1.5 \text{ mm}$$

したがってこのきずは深さ14mm、溶接部中心からA面側へ1.5mmの位置にある溶接部のきずと考えられる。

MT レベル 2 一般試験のポイント

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 2020 年 (Vol.69 No. 8) ま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、ミスをしやすい問題の類題を例にとり注重点・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 Z 2320 の改正に合わせて参考書・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試験の類題のポイントを解説する。

問 1 次は、直径 10 cm の丸鋼に、電流 200 A が流れているときの、丸鋼表面の磁束密度を示したものである。最も近いものを一つ選び記号で答えよ。ただし、丸鋼の比透磁率は 550、真空の透磁率は $4\pi \times 10^{-7}$ H/m とする。

- (a) 0.22 T
- (b) 0.44 T
- (c) 0.88 T
- (d) 1.76 T

正答 (b)

これは基本的な例題であるが、透磁率と比透磁率の関係や半径と直径を取り違えたり、単位を間違えたりして、正しい解答ができた人はあまり多くなかったようである。丸鋼表面の磁界の強さ H (A/m) は式(1)で表される。

$$H = I / 2\pi r \quad (1)$$

この式に $I = 200$ (A), $r = 10/2$ (cm) = 0.05 (m) を代入する。

$$H = 200 / 2\pi \times 0.05 = 2000 / \pi = 637 \text{ (A/m)}$$

ここで、 $\mu_s = 550$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ (H/m) とすると、このときの磁束密度 B (T) は次のように求められる。

$$B = \mu H = \mu_s \mu_0 H = 550 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 637 \\ = 0.44 \text{ (T)} \quad \text{となり、正答は (b) である。}$$

この種の問題での理解不足やミスは、前述のように、計算式を忘れたり、透磁率や径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。他の基本的な磁界の計算式や関係式も記憶しておくとうい。

問 2 次の文は、磁力線と磁束線に関連する内容を述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 磁力線と磁束線は、ともに磁気力に関する仮想線であり、呼び方は異なるが同じものである。
- (b) 永久磁石内部の磁束線の分布は、磁力線の分布と

一致する。

- (c) 磁束線は、強い磁石になると磁石の内部や空間で相互に交わるようになる。
- (d) 各点における接線の方向が、その点の磁束密度の方向と一致している曲線を磁束線という。

正答 (d)

各点における接線の方向が、その点の磁界の方向と一致している曲線を磁力線といい、その点の磁束密度の方向と一致している曲線を磁束線という。正答は(d)である。両者はともに仮想線であって、似ているが異なるものであり、空間では磁束線の分布は磁力線の分布と一致するが、永久磁石内部では一致しない。なお、磁力線も磁束線も、磁石の内部や空間で相互に交わることはない。以上から (a), (b), (c) は誤っている。

問 3 次は、試験体のきず部を通る磁束密度を一定にした場合、きずからの漏洩磁束密度の大きさに影響する因子を示したものである(ただし残留法は考えない)。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 試験体の大きさ
- (b) 試験体の表面粗さ
- (c) きずの形状
- (d) 通電時間

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差の程度などがある。また試験体の大きさは、きず部を通る磁束密度を一定としているので、コイル法での反磁界の影響を考慮する必要がなく、漏洩磁束密度の大きさには影響しない。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。通電時間の長さそのものは関係しないし、残留法のように超短時間でなければ漏洩磁束の測定にも影響しない。以上から (a), (b), (d) は誤りで、正答は (c) である。なお磁化方法については、交流しか適用できない方法、交流が適した方法等、表皮効果も考慮する必要がある。

問4 次の文は、反磁界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) 反磁界の強さが小さい試験体は、反磁界係数が大きい。
- (b) 径が大きくて短い棒状の試験体を軸方向に磁化する場合、電流の種類によって反磁界の強さは変わらない。
- (c) 太さが同じ棒鋼をコイル法で磁化する場合、長さが長いほうが反磁界の強さは小さくなる。
- (d) 一般に保磁力の大きい試験体に残留法を適用する場合には、反磁界の影響を無視してもよい。

正答 (c)

反磁界は試験体の磁化の際に生じる磁極に起因する。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。(a) は誤りである。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 により決まり、 L/D が大きいほど N は小さくなる。磁化電流は直流より交流のほうが、表皮効果により磁化されている部分の断面積が小さくなることから、実質的な D が小さくなって反磁界は小さくなるため (b) は誤りであり、 D が同じ試験体は L が大きいほど反磁界は小さくなるため (c) は正しい。保磁力の大きい試験体の残留法においても、反磁界の影響を考慮する必要がある (d) は誤っている。

問5 次の文は、JIS Z 2320-1:2017 に規定された C 型標準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) 板厚と人工きず深さが異なる C1 及び C2 の 2 種類がある。
- (b) 試験面の磁界の強さを正確に測定できる。
- (c) 一片 20 mm×20 mm の小片 10 枚が短冊状につながっており、切り離して使用する。
- (d) 瞬間接着剤又は薄い両面テープで試験面上に貼り付けて固定する。

正答 (d)

C 型標準試験片を手にする機会は少ないと思われるが、A 型標準試験片と同様に連続法でのみ使用することができ、探傷有効範囲の確認、実施する探傷試験の総合性能試験の評価、装置・磁粉・検査液の点検、試験面に作用している磁界の強さと方向の確認、試験操作の適否

の確認、磁化電流値の設定などに用いる。磁界の強さの値の測定はできないため (b) は誤っている。C 型標準試験片は材質の違いにより 2 種類が規定されているが、人工きず深さ/板厚は 8/50 のみである。したがって、

(a) は誤っている。C 型標準試験片は 50 mm×10 mm の寸法であり、一片 5 mm×10 mm の 10 枚に切り離して使用する。使用するときは人工きずのあるほうを試験面側にし、両面粘着テープ又は瞬間接着剤によって貼り付ける。このため、(c) は誤っており (d) が正しい。なお、C 型標準試験片の場合も、適用する磁粉の種類や濃度、適用の仕方により、試験面に作用する磁界の強さが同じであっても磁粉模様の現れ方は若干異なる。よって、事前に試験体を磁粉探傷するときと同じ磁粉の適用方法で実験し、磁粉模様を検出できる限界の磁界の強さを求めておくとよい。

問6 次の文は、携帯形交流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) 磁化器の性能は、起磁力の大きさだけで判断できる。
- (b) 磁化器に生じた磁束量は、リフティング・パワーを測定すればわかる。
- (c) 磁化器の磁化性能は、ホール素子プローブを用いて試験体表面の磁界の強さを測定して調べる。
- (d) 両磁極を結ぶ線上では、この直線に平行な方向の磁界の強さは、磁極間中央で最も大きくなる。

正答 (c)

磁化器の磁化性能は全磁束、又は磁極間中央での磁界の強さの測定などで調べることができる。また定期点検等ではリフティング・パワーで簡易的に確認してもよい。起磁力 (アンペアターン、励磁電流値×コイル巻数) だけでは正しく性能は評価できないため (a) は誤っている。磁化器の磁束量はリフティング・パワーの測定ではわからないため (b) は誤っている。磁化された試験体表面に平行な磁界の強さを、ホール素子を用いたテスラメータで測定して磁化性能を評価できるため (c) は正しい。このとき、両磁極を結ぶ線上では、この直線に平行な方向の磁界の強さは磁極に近いほうが大きくなり、磁極間中央では最も小さくなるため (d) は誤っている。

以上、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、MT2 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ほしい。