

UT レベル 1 専門試験問題のポイント

UT レベル 1 の専門試験問題は、過去に数回機関誌で紹介した経緯がある。今回解説する問題と共に、過去の記事も参考にして戴きたい。また、従来の問題集を改訂した「超音波探傷試験 I 問題集」が 2017 年 4 月に発刊された。今後この改訂された問題集も試験の対象範囲となるので、新しい問題集も参考にしていただきたい。

問 1 次の文は、きずの大きさを推定する方法について述べたものである。[1]～[3]に適するものを解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

垂直探傷において、きずの大きさを推定する方法としては、きずの大きさが振動子寸法より小さいときは [1] を用いて求めることができる。きずの大きさが十分大きい場合には、きずの [2] エコー高さが得られた位置を中心として、そのエコー高さが [3] になる位置までの探触子の移動距離できずの大きさを推定することができる。

- [1] (a) エコー高さ区分線 (b) DGS 線図
 (c) 底面 (d) 最大
 [2] (a) DGS 線図 (b) 最大
 (c) 底面 (d) 最小
 [3] (a) 1/5 (b) 1/4
 (c) 1/3 (d) 1/2

正答 [1] (b) [2] (b) [3] (d)

垂直探傷においてきずの大きさを推定する方法として 2 種類ある。一つは DGS 線図を用いる方法で、おおむねきずの大きさが振動子寸法より小さい場合、円形状のきずとしてその大きさを推定する。もう一つの方法はきずの大きさが振動子寸法より十分大きい場合、最大エコー高さが得られた点からエコー高さが 1/2 (6dB 低下する点) になる位置まで X-Y 方向に探触子を移動させてその移動距離を鋼尺などを用いて測定し、きずの大きさとする。DGS 線図は横軸にビーム路程、縦軸にエコー高さをとり、きず寸法が示された曲線からなる。きずの寸法は、基準とする点からのエコー高さのゲイン値の差、及びビーム路程とを結ぶ点から曲線の数値を読み取り求める。

問 2 次の文は、板厚 19 mm の鋼溶接部の斜角探傷試験におけるエコー高さ区分線について述べたものである。

[4]～[7]に適する語句を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

JIS Z 3060:2015 「鋼溶接部の超音波探傷試験方法」においては、エコー高さ区分線を構成する [4] 振幅特性曲線は、STB-A2 の [5] 又は [6] 試験片の [7] 横穴を用いて作成する。

- [4] (a) エコー高さ (b) 区分
 (c) ビーム路程 (d) 距離
 [5] (a) φ2×2 mm (b) φ4×4 mm
 (c) φ3 mm (d) φ3.2 mm
 [6] (a) RB-41 (b) RB-SDH
 (c) STB-A1 (d) STB-A3
 [7] (a) φ2 mm (b) φ3 mm
 (c) φ3.2 mm (d) φ4 mm

正答 [4] (d) [5] (b) [6] (a) [7] (b)

JIS Z 3060: 2015 による平板溶接部の斜角探傷においては、STB-A2 の φ4×4 mm の平底穴からのエコー高さを 0.5S, 1.0S, 1.5S, 2.0S の順に採取するか、又は、RB-41 の φ3.0 mm (80 mm を超える厚物は φ6.0 mm) の横穴からのエコー高さをビーム路程の順に採取して、必要な最大ビーム路程までのエコー高さ区分線を作成して探傷を行う。このエコー高さ区分線は、距離振幅特性を示す。STB-A2 は、厚さ 15 mm, 150 mm×300 mm の大きさを、φ2×2 mm, φ4×4 mm, φ8×8 mm の平底穴が加工されているが、JIS Z 3060 による溶接部の斜角探傷では φ4×4 mm の平底穴が適用されている。また、RB-41 は、対比試験片で、探傷する板厚によって No. 1 から No. 7 まで規定されており、板厚 19 mm であれば φ3 mm の横穴が加工されている RB-41 No. 1 の使用が規定されている。

問 3 次の文は、斜角探傷による鋼溶接部のきず検出について述べたものである。[8], [9]に適する数値を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

材質が SM490B で板厚 19 mm の X 開先突合せ溶接部に、図 1 に示すきずが存在するものとする。A 面から 5Z10×10A70 (STB 屈折角 69.5 度) を用いて直射法で探傷すると、エコー高さが最大となる探触子溶接部距離は [8] mm の位置であり、そのときのビーム路程は [9]mm となる。ただし、小数点以下は四捨五入する。

- [8] (a) 29 (b) 34
 (c) 35 (d) 77
 [9] (a) 29 (b) 31
 (c) 32 (d) 77

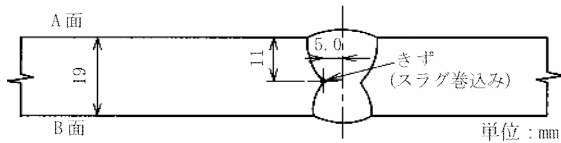


図 1

正答 [8] (b) [9] (b)

この問題は探傷で得られたビーム路程や探触子溶接部距離からきず位置を推定するのではなく、きずがこの位置にあった場合のビーム路程と探触子溶接部距離を推定する問題である。三角関数を利用したこのような問題はレベル 1 では当然理解できないといけない。きずの深さ位置から探触子きず距離 y は
 $y = d \times \tan \theta = 11 \times \tan 69.5^\circ = 29.4 \text{ mm}$,
 溶接部中心ときずまでの距離が 5.0 mm なので探触子溶接部距離は 34.4 mm となり、小数点以下を四捨五入すると 34 mm となる。また、直射におけるビーム路程は $11 \div \cos 69.5^\circ = 31.4 \text{ mm}$ となり四捨五入すると 31 mm となる。

問 4 次の文は、JIS G 0801:2008「圧力容器用鋼板の超音波探傷検査方法」によるきずの分類について述べたものである。[10]～[13]に適する記号又は語句を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

JIS G 0801 によるきずの分類では、きずの程度に応じて、 $F_1 > 100\%$ のものを [10] と呼び [11] の記号で表す。同様に、 $50\% < F_1 \leq 100\%$ のものを [12] と呼び [13] の記号で表す。

- [10] (a) 大ききず (b) 中きず
 (c) 重きず (d) 軽きず
 [11] (a) ○ (b) □
 (c) △ (d) ×
 [12] (a) 小きず (b) 中きず
 (c) 大ききず (d) 重きず
 [13] (a) ○ (b) □
 (c) △ (d) ×

正答 [10] (c) [11] (d) [12] (b) [13] (c)

JIS G 0801 では垂直探触子（一振動子）を用いて探傷する場合、きずエコー高さ F_1 が 100% を超えるものを重きずと称し記号は「×」で表す。またきずエコー高さ F_1 が 50% を超え 100% 以下の中きずと称し、「△」で表す。また、きずエコー高さ F_1 が 25% を超え、 50% 以下の場合軽きずと称し「○」で表す。きずの呼称が JIS G 0801 に規定されており独特な名称と記号になっているので、よく理解しておく必要がある。

問 5 次の文は、鍛鋼品の垂直探傷におけるエコー高さの評価について述べたものである。正しいもの一つを選び、記号で答えよ。

- (a) F/B_G も F/B_F も探傷面の影響を強く受ける。
 (b) F/B_G を用いる場合、同一材料で形状寸法が同じ試験体ならば、同じ探傷感度で機械的に探傷できる。
 (c) F/B_F を用いる場合、きずの大きさに係わらず材料の減衰値が一定であれば、常に一定の値になる。
 (d) F/B_G も F/B_F も感度調整用の標準試験片が必要である。

正答 (b)

垂直探傷におけるきずの評価方法として試験片方式と底面エコー方式があり、この場合は底面エコー方式に関する問題である。 F はきずエコー高さで B_G は健全部の底面エコー高さ、 B_F はきずエコーが最も高い部分での底面エコー高さである。 F/B_G で評価する場合も F/B_F で評価する場合も底面からのエコーを基準に用いているので、探傷面の影響は受けない。 F/B_F で評価する場合は、きずエコーが検出されるたびに F/B_F を求めなければならないので、少し面倒である。これに比べ F/B_G の場合は、一度健全部のエコー高さを測定して基準を設けていれば他の部分を探傷した場合でもこの底面エコー高さを基準として用いることができるので F/B_F 方式に比べきずの評価が容易になる。 F/B_F でエコー高さを測定する場合、当然きずエコー高さが大きくなれば底面エコー高さは低くなり、またきずが傾いている場合などのようにきずエコー高さが低くても底面エコー高さが低下する場合があります、 F/B_G よりも F/B_F の方が適している場合もある。いずれの場合も感度調整用の試験片は必要としない。

MT レベル 1 一次試験一般・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、MT-1 及び限定資格 (MY-1, ME-1) の新規一次試験に関して、本欄では 2011 年 (Vol.60, 10 月), 2012 年 (Vol.61, 3 月), 2013 年 (Vol.62, 10 月), 2014 年 (Vol.63, 10 月), 2015 年 (Vol.64, 9 月) に、ミスを犯しやすい類似問題を選んで注意点・ポイントなどを解説した。今月号ではレベル 1 に共通する最近の問題の類題について解説する。なお、限定資格で除外される専門問題には末尾に〈ME は除く〉のように記した (他の問題はレベル 1 共通)。

問 1 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) 反磁界が発生することで、外部磁界に加えて反磁界も作用するため、試験体はより強く磁化される。
- (b) 試験体の長さ L と直径 D の比 (L/D) が大きくなると、反磁界は大きくなる。
- (c) 反磁界の大きさは試験体の寸法比によって変わる。
- (d) 反磁界の生じた磁極の周辺は磁界の強さが強くなるため、中央部よりもきずが検出しやすくなる。

正答 (c)

コイルの中に試験体を置いて磁化した場合、試験体の両端に磁極が生じ反磁界が発生する。反磁界の大きさは、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、この比が大きくなると反磁界の強さは小さくなる。したがって、(c) は正しく (b) は誤っている。反磁界の向きは外部磁界と逆向きであるので、試験体の有効磁界の強さ (中央部に作用する有効磁界の強さ) は小さくなるため (a) は誤りである。反磁界の生じた磁極の周辺は有効磁界の強さが弱くなり、中央部よりもきずが検出しにくい (d) も誤りである。なお、起磁力を大きくすると試験体は強く磁化され、反磁界の強さも大きくなる。

問 2 次の文は、各磁化方法とその特徴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) 軸通電法は試験体の軸方向に直接電流を流して磁化する方法で、電流と直交する方向のきずが最も検出しやすい。
- (b) プロッド法は試験体の局部に二個のプロッド (電極) を当てて電流を流して磁化する方法で、両プロ

ッドを結ぶ線と平行方向のきずが最も検出しやすい。

- (c) コイル法は試験体をコイルの中に入れコイルに電流を流して磁化する方法で、コイル軸に平行な方向のきずが最も検出しやすい。
- (d) 電流貫通法は試験体の孔などに通した導体に電流を流して磁化する方法で、管やリング状の試験体などの周方向のきずの検出に適している。

正答 (b)

磁気探傷試験における基本的な磁化方法は、「磁粉探傷試験 I」に示されている。MT-1 受験者だけでなく、二つの限定資格を受験する人にも基本的な事項であるので、「磁粉探傷試験 I」をよく読み、できれば実技講習などで経験して理解しておいて欲しい。設問では (a), (c), (d) のきずが検出される方向が誤っており、(b) が正しい。

問 3 次の文は、円柱状の小形機械部品の保守検査におけるコイル法を用いた残留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。〈ME, MY は除く〉

- (a) コイルの中央部に、部品の両端に継鉄棒を直列に接続して並べ、交流で磁化する。
- (b) コイルの中央部に部品 1 個を置き、交流で磁化する。
- (c) コイルの中に部品 3 個を直列に並べ、直流で磁化する。
- (d) コイルの中央部に部品 5 個を並列に束ねて置き、直流で磁化する。

正答 (c)

コイル法においては反磁界の対策を、常に考慮しておく必要がある。設問で L/D を大きくする目的で、 L を大きくするためには部品を直列に繋げるか、両端に継鉄棒を接続する。また、 D を小さくするためには、部品を並列に置かないで、かつ磁化電流には交流を使用する。ただし、残留法の場合には交流は使えないので直流を使用する。又、コイル中の磁界の強さは端部より中央部が大きい。これらを総合して考えると、(c) が正しい記述になる。連続法の場合であれば (a) が正しい記述となる。(b) は交流が残留法に不適なために、(d) は (c) よりも L/D が非常に小さくなるために誤りである。

問4 次は、鑄造品に発生するきずを示したものである。鑄造品のきずの名称として正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) へげ
- (b) 引け巣
- (c) ざくきず
- (d) アンダーカット

正答 (b)

鑄造品、鍛造品、圧延材、溶接部など試験対象物別のきずの名称や、きずによる磁粉模様の見え方など、きずに関する問題は正答率が低い。実務で関連していない材料や試験対象物に関しては、理解しづらいと思われるが、これらについては参考書を熟読して、よく理解しておいて欲しい。(a)は圧延材、(c)は鍛造品、(d)は溶接部のきずであり、(b)の引け巣が鑄造品のきずである。

問5 次の文は、溶接構造物を携帯形交流極間式磁化器で磁気探傷試験を行う際の探傷有効範囲の大き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。(MEは除く)

- (a) 対象となるきずの大きさによって変わらない。
- (b) 検査液の流速によって変わらない。
- (c) 磁化器の磁極間距離が変わっても変わらない。
- (d) 検査部位の鋼板の板厚によって変わらない。

正答 (d)

極間法における探傷有効範囲の大きさは、対象となるきずの種類と大きさ、検査液の流速・濃度、及び磁化器の磁極間距離・全磁束等により変化するため、(a)、(b)、(c)は誤っている。携帯形交流極間式磁化器では、交流の表皮効果によって鋼板の板厚の影響を受けないため、探傷有効範囲の大きさは変化しない。したがって(d)が正しい。

問6 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) 残留法は保磁力の大きい材料に適用される。
- (b) 通電時間は、一般に3秒以上必要である。
- (c) 磁粉の適用時間は連続法の場合に比べ若干長めの方が好ましい。
- (d) 通電を停止してから磁粉の適用を行う。

正答 (b)

残留法は焼入材などの硬い、保磁力の大きい材料に

適用される。磁化と磁粉の適用を分離できるため作業性がよく、多量の試験体の試験に適している。磁粉の適用は通電を停止してから行う。通電時間は1秒以下でよい。適用時間は連続法の場合よりも若干長めの方が比較的小さなきずも検出されやすい。正答は(b)である。

問7 次の文は、A形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) A形標準試験片の人工きずが検出された場合は、この人工きずよりも深いきずを検出できることが分かる。
- (b) A2標準試験片は直線形と円形があるが、A1標準試験片は直線形だけである。
- (c) A1-7/50とA2-7/50の標準試験片を、同一の試験条件で試験した場合、A2-7/50の方が小さな磁界の強さで明瞭な磁粉模様が検出される。
- (d) 試験面に貼り付けたA1-7/50の標準試験片に明瞭な磁粉模様が現れた場合、同じ位置にA1-15/100を貼り付けて探傷しても同様に明瞭な磁粉模様が現れる。

正答 (d)

A形標準試験片は、試験面における磁界の方向や磁界の強さの確認のために使用する。また、総合性能試験や試験条件の設定・確認、検査液の性能点検にも使用されるなど、非常に有用である。各々の種類のA形標準試験片で、磁粉模様が明瞭に見える磁界の強さは、試験片の材質と、“人工きずの深さ/試験片の板厚”の分数比によって異なるが、この人工きずの深さと検出される実際のきずの大きさ(深さ)とは直接の関係はない。未だに(a)を正しいと考える人が多い。また、A1類とA2類では、A1類の材質の方が透磁率が高く、同じ分数比であればA1類の方が小さな磁界の強さで磁粉模様が検出される。A2類は圧延のまま磁気異方性があるため、人工きずは直線形のものしかない。また、同じ材質で同じ分数比のA形標準試験片は、板厚が異なってもほぼ同じ磁界の強さで明瞭な磁粉模様が検出される。実際に何種類かのA形標準試験片を探傷してみると、よく理解できる。

以上の例題は、MT-1及びMY-1、ME-1に共通する一般問題及び専門問題(一部は、ME、MYを除く)の例である。資格取得を目指す人は、本解説とともに、参考書や問題集及び以前の解説を参考にして学習して欲しい。