

UT レベル 1 専門試験のポイント

UT レベル 1 の専門試験問題は、過去に機関誌 Vol.54 No.2(2005), Vol.56 No.1(2007), Vol.58 No.7(2009)及び Vol.61 No.4(2012)で紹介した経緯がある。今回解説の問題と共に過去の記事も参考にして頂きたい。

問 1 次の文は、超音波探傷試験における探傷装置の調整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) 距離振幅特性曲線は、斜角探傷を行う場合に使用し、垂直探傷においては使用しない。
- (b) 測定範囲の調整は、STB-A1 で行うが、垂直探傷では、STB-N1 で行うこともある。
- (c) 斜角探傷では感度調整を STB-A1 で行い、垂直探傷では感度調整を STB-A2 で行う。
- (d) 斜角探傷では入射点と屈折角の測定を行い、垂直探傷では入射点の測定だけを行う。

正答 (b)

距離振幅特性曲線は探触子から種々の距離にある同じ反射源からの最大エコー高さを求めて作成された距離とエコー高さの関係を表す曲線である。JIS Z 3060 では垂直探傷、斜角探傷のいずれにおいても RB-41 の横穴を用いてエコー高さ区分線と称する距離振幅特性曲線を作成し、探傷を行うことが規定されている。測定範囲の調整は、垂直探傷であれば感度調整用標準試験片である STB-N1 や、探傷に最もよく使用される STB-A1 を用いて行う。また、斜角探傷では STB-A1 や STB-A3, STB-A31 あるいは STB-A32 を用いて行う。探傷感度の調整は、垂直探傷の場合、平底穴の標準きずを有する STB-N1 あるいは STB-G シリーズの標準試験片を用い、斜角探傷では STB-A2, STB-A21 の平底穴あるいは RB-41 の横穴を用いて行う。斜角探傷では入射点と屈折角の測定を行い探傷を行うが、垂直探傷では入射点の測定は必要ない。

問 2 JIS Z 3060 に基づいて板厚 24mm の突合せ溶接部を探触子 5Z10×10A70 (STB 屈折角 69.5 度) を用いて探傷する場合、測定範囲をいくらにしたらよいか。次のうちから正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 100 mm
- (b) 125 mm

- (c) 200 mm
- (d) 250 mm

正答 (c)

JIS Z 3060 による溶接部の斜角探傷においては直射法及び一回反射法を行うよう規定されている (板厚 24mm の場合)。一回反射の最長ビーム路程は 1 スキップであり、 $W1.0$  は(2-1)式により求まる。

$$W1.0 = 2t / \cos 69.5^\circ = 137 \text{ mm} \quad \dots (2-1)$$

したがって、一回反射法を実施するためには 137mm を超えた適切な値として 200mm に調整する。

問 3 次の式は、斜角探傷において一回反射法で、きずの深さ  $d$  を求めるものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。ただし、屈折角を  $\theta$ 、試験体の板厚を  $t$ 、最大エコー高さが得られたときのビーム路程を  $W$  とする。

- (a)  $d = W \sin \theta - 2t$
- (b)  $d = W \cos \theta - 2t$
- (c)  $d = 2t - W \sin \theta$
- (d)  $d = 2t - W \cos \theta$

正答 (d)

斜角探傷における直射法の場合のきずの深さ  $d$  を求める場合はビーム路程  $W$  と屈折角  $\theta$  から  $d = W \times \cos \theta$  で求めることができるが、一回反射の場合は図 3-1 に示すようにあたかも 2 倍の板厚からビームが直射で進んだように仮定して  $d = 2t - W \cos \theta$  の計算を行って求める。

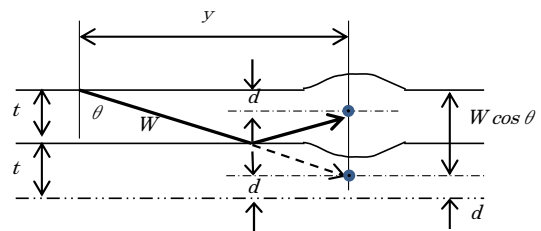


図 3-1

問 4 次の文は、遅れエコー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) 遅れエコーとは、細長い軸類を端面から垂直探傷したときに見られる現象である。
- (b) 遅れエコーとは、軸類を円柱面から垂直探傷したときに見られる現象である。

- (c) 遅れエコーとは、薄板を垂直探傷したときに見られる現象である。
- (d) 遅れエコーとは、厚板を垂直探傷したときに見られる現象である。

**正答 (a)**

遅れエコーについては『超音波探傷試験Ⅰ』の6.3項に垂直探傷の要点として記述されているので参考にして頂きたい。遅れエコーは垂直探傷で細長い試験体を長手方向に探傷した場合、試験体の側面で反射した縦波超音波が一部モード変換し、横波となって試験体断面を横切る経路をとり、反対面で再び縦波にモード変換し底面に反射して探触子に戻る経路をとるために、超音波のビーム路程が縦波で底面を往復した時間より遅れて出現する。

なお、底面エコーより遅れるビーム路程差 $\Delta w$ は(4-1)式で求められる。

$$\Delta w \approx 0.76 \times d \quad (d: \text{試験体の幅}) \quad \dots (4-1)$$

**問5** 母材の厚さ20mmの鋼板のV開先突合せ溶接部を5Z10×10A70 (STB 屈折角69.0度)の探触子で探傷したところ図5-1に示した探触子位置で、きずエコーが図5-2 (測定範囲125mm)のように検出された。きずの探傷面からの深さ及び溶接部の中心からのずれが何mmかを計算し、解答群からそれぞれ正しいものを一つ選び、記号で答えよ。ただし、答は小数点以下第1位を四捨五入せよ

[ 深さ ]

- (a) 14 mm (b) 16 mm (c) 18 mm (d) 20 mm

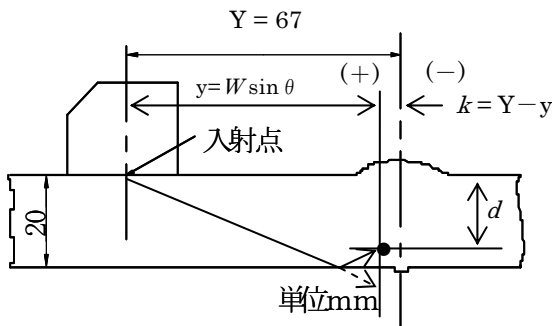


図5-1

[ ずれ ]

- (a) 探触子側へ2mm
- (b) 探触子側へ4mm
- (c) 探触子側と反対側へ2mm
- (d) 探触子側と反対側へ4mm

**正答 [ 深さ ] (b), [ ずれ ] (b)**

図5-2からビーム路程が求まる。測定範囲が125mmであるから最少目盛の1目盛は2.5mmであり、きずエコーは27目盛の位置に発生しているので、きずまでのビーム路程は67.5mmである。厚さ20mmの0.5スキップ点のビーム路程は55.8mm ( $W0.5 = 20/\cos 69.0^\circ = 55.8$ )である。したがって、67.5mmは55.8mmより大きいため、このきずは1回反射で検出している。問3で示したように一回反射の場合のきずの深さ位置の算出は(5-1)式で行う。

$$d = 2t - W \times \cos \theta = 2 \times 20 - 67.5 \times \cos 69^\circ = 15.8 (\text{mm}) \quad (5-1)$$

したがって小数点以下第1位を四捨五入すると16mmとなる。また、きずの位置は(5-2)式で計算される。

$$k = Y - y = 67 - 67.5 \times \sin 69.0^\circ = 67 - 63 = 4 (\text{mm}) \quad (5-2)$$

この場合の値がプラスであるので、溶接部中心より左側すなわち探触子側へ4mmの位置となる。

以上 UT レベル1の専門問題について解説を行った。UT レベル1の試験問題は、『超音波探傷試験Ⅰ』から幅広く出題されているので『超音波探傷試験問題集』のみならず知識の習得に努めて頂きたい。

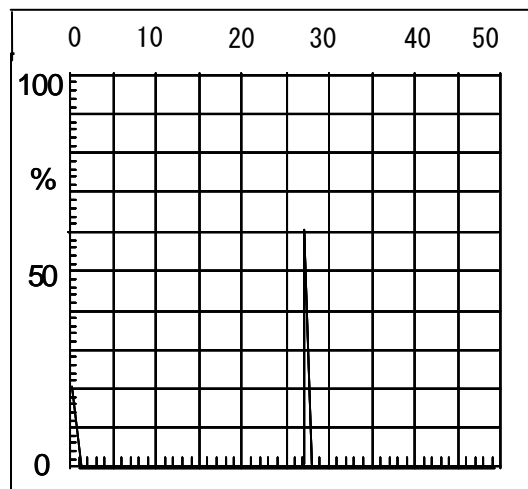


図5-2

MTレベル1 一般・専門試験のポイント

NDTフラッシュでは、JIS Z 2305による資格試験について、受験者の理解不足と思われる問題の類似例題を選び、ポイントを解説している。今号ではレベル1の新規一次試験問題について、MT-1と3限定資格（MY-1, MC-1, ME-1）に共通する一般問題及び専門問題の中から、最近の正答率の低い問題の類題を例にとり解説する。なお、各限定資格の専門問題には問題の末尾に（ME-SP）のように記した（ただしMT-1は全てが対象）。

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) 反磁界の強さが大きくなると、試験体中央部の磁界の強さは大きくなる。
- (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) 反磁界が生じるのは、試験体を磁化した際に生じる磁極に原因がある。
- (d) 反磁界の生じた磁極の周辺は磁界の強さが強いので、中央部よりもきずが検出しやすい。

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。また、起磁力（電流値×コイルの巻数）が大きくなると、試験体は強く磁化され、反磁界の強さも大きくなる。反磁界のために試験体の有効磁界の強さは小さくなる。反磁界の生じた磁極の周辺は、有効磁界の強さが弱くなるので、中央部よりもきずが検出しにくい。

問2 次は、きず部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。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) きずの形状
- (b) 試験体中の磁束の方向
- (c) 試験体中の磁束密度
- (d) 通電時間

正答 (d)

きず部からの漏洩磁束密度の大きさは、きずの高さ（深さ）が増すほど、きず形状が円形状よりも線状なほど、きずの位置が表面に近いほど、きずの長手方向に対する磁束の方向が $90^\circ$ に近くなるほど、また、試験体中の磁束密度が増加するほど大きくなる。通電時間の長短は影響しない。

問3 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。誤っている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、電流と平行な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電極を当てて電流を流して磁化する方法で、形状の複雑なものにも適用できる。
- (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穴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軸方向のきずの検出に適している。

正答 (c)

磁粉探傷試験における基本的な磁化方法は、『磁粉探傷試験I』、表1.1に示されている。MT-1受験者だけでなく、他の3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』をよく読んで理解しておいて欲しい。設問では、(a)、(b)、(d)は正しく、(c)はきずが検出される方向が誤っており、コイル軸に直交する方向のきずが正しい。

問4 次の文は、コイル法で探傷する際に使用する降圧変圧器式の磁粉探傷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) 降圧変圧器式磁粉探傷装置は100V又は200Vの交流を二次側出力としている。
- (b) 二次側出力には高電圧の大電流を得ることができる。
- (c) 二次側に整流回路を設けて、単相半波や三相全波等の直流出力が得られる。
- (d) コイルには大電流が流れているため、コイルには直接接触することはできない。

**正答 (c)**

降圧変圧器式磁粉探傷装置は実際の探傷で多く実用されている装置で、各種の磁化方法に対応できる。100V又は200Vの交流を一次側入力とし、変圧器(トランス)により降圧し、二次側出力として低電圧の大電流を得ることができる。二次側には交流出力と、整流回路を設けて、単相半波や三相全波等の直流出力も得られる。一般に二次側出力は30V以下の低電圧であり、直接触れても感電することはない。

**問5** 次の文は、リング状の小形機械部品に磁束貫通法を適用した場合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。(ME, MC-SP)

- (a) リングの円周方向のきずが検出される。
- (b) 貫通棒の材質には、磁束を通しやすいケイ素鋼板の積層棒を使用する。
- (c) 貫通棒を使用して、これに直流磁束を適用する。
- (d) 試験体に誘導電流を発生させて磁化する。

**正答 (c)**

磁束貫通法は、多くの人にとってなじみが薄いですが、リング状試験体の円周方向のきずの探傷に有効な磁化方法である。試験体の孔に通した磁束貫通棒に交流磁束を投入する。その材質には磁束を通しやすい透磁率の高いケイ素鋼板積層棒が用いられる。又、この方法は交流磁束に限って使用可能な磁化方法である。(c)以外はいずれも正しい。

**問6** 次の文は、溶接構造物を携帯形交流極間式磁化器で磁粉探傷試験を行う際の探傷ピッチ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。(MY-SP)

- (a) 探傷有効範囲が10%程度オーバーラップするように設定するのがよい。
- (b) 試験面の傾斜が大きく検査液の流れが速い場合には、探傷ピッチは大きくした方がよい。
- (c) 磁化器の磁極間距離が変わっても探傷ピッチは常に一定にしなければならない。
- (d) 溶接ビードの幅によって調整する必要がない。

**正答 (a)**

探傷ピッチは探傷有効範囲が10~30%程度オーバーラップするように設定するのがよい。試験面の傾斜が大きく検査液の流れが速い場合には、探傷ピッチは小さくし磁束密度

の大きい範囲を使って探傷するようにする。磁化器の磁極間距離が変わると、磁界の強さの分布が変わり探傷有効範囲の大きさも変化するので、探傷ピッチもこれに合わせて調整する。又、探傷有効範囲の大きさは溶接ビードの幅によっても変化するので、探傷ピッチを調整する必要がある。

**問7** 次の文は、海洋構造物などの磁粉探傷試験に用いられるコントラストペイント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。(MY-SP)

- (a) 磁粉模様の検出率が高くなる。
- (b) バックグラウンドが白くなるので夜間や暗い場所での磁粉探傷試験によく使用される。
- (c) 黒色磁粉や赤色磁粉だけでなく、蛍光磁粉にも適用できる。
- (d) 実際のきずの長さよりも磁粉模様を拡大する。

**正答 (a)**

コントラストペイントは以前から海洋構造物の探傷で用いられていたが、最近は大形鋳鍛造品や溶接部の探傷でも使用されている。一般に塗膜があると、きずからの漏洩磁束密度は減少して磁粉は吸着しにくくなり、また塗膜は表面が滑らかなので磁粉が流れ落ちやすい。そのため、塗膜はできるだけ除去することが望ましいが、コントラストペイントは検査液に対してぬれ性がよく、また30 $\mu$ m未満程度の厚さに薄く塗ることで、きず漏洩磁束密度の減少を最小限にして白いバックグラウンドを形成できる。黒色磁粉と組み合わせることで、蛍光磁粉を使用できない環境でも、磁粉模様の検出率を高めることができる。コントラストペイントの使用により、きず磁粉模様が実際のきずの長さよりも拡大することなく、バックグラウンドを白くしても蛍光磁粉では効果はない。また暗い場所での使用は蛍光磁粉の方がよい。したがって正答は(a)である。

紙面の関係で多くの例題を取り上げられないが、限定資格の人も各磁化方法の特徴、A形標準試験片、装置、各種のきずなどについてもよく理解しておいて欲しい。

以上に解説した例題は、MT-1及びMC、ME、MYに概ね共通する問題の例である。レベル1の各資格の取得を目指す人は、参考書や問題集及び以前の解説(62巻10号、61巻3号、60巻10号等)を参考によく学習するとともに、講習会への参加等でより理解を深めて頂きたい。