

UT レベル 2 専門試験のポイント

UT レベル 2 の専門試験問題は、過去に機関誌 Vol.55, No.5(2006), Vol.58, No.1(2009)及び Vol.60, No.6(2011)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、鋼板の垂直探傷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) 厚鋼板の表面は、黒皮、ショットブラスト面、グライнда仕上げ面、熱処理肌など種々あるが、直接接触法で標準試験片による感度調整を行えば、同じ板厚の場合、底面エコー高さに大差はない。
- (b) 鋼板の大きなきずの広がり測定するには、6dB 低下法が適切である。
- (c) 鋼板の垂直探傷において、健全部では底面エコーだけが現れる。
- (d) 厚鋼板を局部水浸法で探傷する場合、直接接触法に比べて、探傷面の粗さの影響を受けにくい。

正答 (a)

厚鋼板は通常圧延されたままの状態では表面が黒皮状態で表面粗さも細かい。鋼板のプライマ塗装などを施す場合は塗装の密着をよくするために鋼板表面にショットブラストなどを掛けて表面の酸化スケールを除去し、表面に凹凸を付ける。また、熱処理を行った場合には高温にさらされるため表面が酸化しスケールが発生する。

一方、表面にきずが認められた場合はグライндаできずを除去する。標準試験片の滑らかな表面に比べ表面粗さが大きくなるに従い、超音波の伝達損失が増加するため、同じ探傷感度であれば、底面エコー高さは低くなる。

鋼板のきずの大きさの推定で一般に振動子寸法より大きいきずの測定では、 F_t/B_1 が 50% をきず端部とする方法や、最大エコー高さの $1/2(-6dB)$ をきず端部とする方法があり 6dB 低下法は適切なきず寸法の測定方法の一つである。鋼板の垂直探傷においてはきずのない健全部では底面エコーのみが検出される。厚鋼板の表面粗さが大きい場合、直接接触法に比べ局部水浸法による探傷の方が超音波の伝達損失が小さく表面粗さの影響を受けにくい。

問 2 次の文は、STB との音速差を有する鋼板の溶接部を、JIS Z 3060 に基づき斜角探傷する場合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) STB との音速差を有する鋼板の溶接部の探傷では、圧延方向と直角方向のコーナーエコー高さの比を求めて、探傷感度のみを補正して探傷する。
- (b) STB との音速差を有する鋼板の溶接部の探傷では、圧延方向と直角方向の音速比を求めて、音速のみを補正して探傷する。
- (c) STB との音速差を有する鋼板の溶接部の探傷では、探傷方向と STB-A1 との音速比から探傷に用いる屈折角を求めて探傷する。
- (d) STB との音速差を有する鋼板の溶接部の探傷では、探傷方向によって屈折角が異なるので、斜角探傷はできない。

正答 (c)

炭素鋼は A_1 変態が起こる 723°C を超える温度で加工(圧延)すると冷却過程で再結晶が行われる。圧延の際にもこの温度以上で圧延している場合は再結晶し、結晶粒に異方性は生じない。しかし、この A_1 変態温度以下で圧延を行った場合は再結晶が行われなため、結晶が圧延方向に延伸し、結晶方位が特定の方向に集まるため異方性が生じる。超音波の進行もこの異方性に影響され、圧延の長手方向では音速が早くなり、直角方向では遅くなる。このため JIS Z 3060 では音響異方性が認められる鋼板の溶接部の探傷においては横波垂直探触子などを用いて STB との音速比を測定し、この音速比によって屈折角を選定して探傷を行うこととしている。探傷感度は音速差がない場合と同様に例えば RB-41 を用いて調整する。

問 3 次の文は、JIS Z 3060 によるきずの指示長さの測定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) 溶接部の斜角探傷において、最大エコー高さが低い場合、L 線を超える範囲の探触子の移動距離をきずの指示長さとする方法(L 線カット法)できずの指示長さを測定すると実長より過大に評価する。
- (b) 6dB 低下法によるきず指示長さ測定方法の長所として、伝達損失、減衰、きずエコー高さの影響を受けにくいことがあげられる。
- (c) 斜角探傷において、L 線カット法は、小さいきずの寸法測定に適している。
- (d) きずの指示長さの測定は、試験体の厚さに関わらず L 線カット法による。

正答 (b)

JIS Z 3060 によるきずの指示長さの測定は、エコー高さが L 線を超える部分を 1mm 単位で測定することとなっている。また、2MHz の探触子を用いた場合は最大エコー高さの 1/2(-6dB)を超える部分を測定することとなっている。これはブローホールや内部溶込み不良の測定結果を参考にして決められている。きずエコー高さが低い場合でもややばらつきは大きい、L 線カット法での測定長さを実測長さは相関を示している。探触子の周波数が 2MHz のものでは超音波ビームの広がりから L 線カット法では長めに測定することとなり、6dB 低下法の方が適切な値となる。6dB 低下法では最大エコー高さが得られた探傷面で探触子を左右走査して測定するため探傷表面の状況、減衰が同じ条件となりこれらの影響を受けにくい。

問 4 次の文は、JIS Z 3060 における作業開始後 4 時間以内ごとの超音波探傷装置の点検において、探傷感度が維持されていない場合の処置内容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) 探傷感度が 3dB 増加していた場合、再調整し、直前の調整又は点検以降に実施した試験を再試験するように規定している。
- (b) 探傷感度が 3dB 増加していた場合、再調整し、直前の調整又は点検以降に実施した試験で得られたきずの指示部について再試験するように規定している。
- (c) 探傷感度が 3dB 低下していた場合、再調整し、直前の調整又は点検以降に実施した試験で得られたきずの指示部について再試験するように規定している。
- (d) 探傷感度が 3dB 低下していた場合、再調整してそのまま作業を継続するように規定している。

正答 (d)

JIS Z 3060 による探傷装置の測定、調整及び点検の項において測定範囲や探傷感度は作業開始時及び作業開始後 4 時間以内ごとに点検することとなっており、この条件が維持されていない場合の探傷感度に関する処置は下記のように規定されている。

- ・ ±4dB 以下の変化：再調整して作業を継続する。
- ・ 4dB 超える低下：再調整し、直前の調整又は点検以降に実施した試験を再試験する。

- ・ 4dB を超える増加：再調整し、直前の調整又は点検以降に実施した試験で得られたきずの指示部について再試験する。

問 5 次の文は、保守検査における超音波探傷試験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) 材料の劣化・損傷を評価する方法として、材料中の超音波の音速や減衰の変化、周波数解析などを利用した方法がある。
- (b) きずの高さ方向の寸法を推定するのに効果的な探傷法として、端部エコー法及び TOFD 法がある。
- (c) 保守検査中で最も重要な役割を果たす超音波厚さ測定は、プラント配管の減肉、石油備蓄タンクの腐食などの測定によく利用される。
- (d) 探傷面の裏面に開口した、割れのような平面状のきずの検出には、一般に縦波斜角探触子が用いられる。

正答 (d)

材料の劣化、損傷を調査する方法として材料中の超音波の音速や減衰を測定しその変化から劣化を推定する方法や、底面エコーの周波数を分析して劣化を推定する方法がある。この周波数分析による方法は送信した周波数帯域に対して受信した周波数帯域を測定する。材料中の結晶粒が大きくなると受信した底面エコーの周波数帯域は低周波数帯域にずれることを利用し、材料の変化を測定する。きずの高さ寸法を測定する方法として端部エコー法や TOFD 法が用いられている。TOFD 法は Time of Flight Diffraction の略で送受信の 2 探触子を用い、測定するきずを挟んで両側に探触子を配置して種々のエコーの受信時間差からきずの高さを推定する方法である。プラント配管の減肉、石油備蓄タンクの腐食などの測定には超音波厚さ測定がよく利用されている。探傷面の裏側に存在するきずの検出には一般に横波斜角探傷が行われる。オーステナイト系ステンレス鋼の溶接部の探傷には、縦波斜角探触子を用いて行うことがある。

以上 UT レベル 2 の専門問題について解説を行った。UT レベル 2 の試験問題は、『超音波探傷試験 II』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。

MT レベル 2 一般・専門試験のポイント

JIS Z 2305 に基づく資格試験について、本欄では MT-2 及び MY-2 の新規一次試験における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、ミスをしやすい問題を選んで注意点・ポイントなどを解説してきた。今回も前回（2013 年 6 月号）同様、一般・専門問題を問わず、MT-2 及び MY-2 に共通の、特に最近の正答率の低い問題の類題を例にとりポイントを紹介する。なお、専門問題には問題の末尾に（SP）と記した。

問 1 次の文は、磁性体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) 強磁性体は、磁区と呼ばれる小さな磁石の集合体と考えることができる。
- (b) 強磁性体が磁化される現象は、電気誘導現象に基づいている。
- (c) 全ての常磁性体は、外部磁界と同じ方向に磁化される。
- (d) 反磁性体は、強い磁界を与えると磁化方向と逆方向に磁化される。

正答 (b)

磁性体は常磁性体と反磁性体の 2 種類に大別される。（強磁性体、常磁性体、反磁性体の 3 種類に分ける考え方もある。）常磁性体内、特に強く磁化されるものを強磁性体と呼ぶ。また、強磁性体に外部磁界を作用させることによって磁極が発生する現象を磁気誘導現象といい、このとき磁性体は磁化されたという。電気誘導現象ではない。(b) 以外は正しい記述である。

問 2 次の文は、試験体表面の磁界の強さが一定の場合、きず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) きずの大きさ
- (b) 磁化電流の種類
- (c) 試験体の磁気特性
- (d) 磁化方法

正答 (d)

試験体表面の磁界の強さが一定の場合に、きずからの漏洩磁束密度に影響を与える因子として、①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磁化

電流の種類・整流波形の違いによる表皮効果と試験体表面層部における磁束分布、③きずの大きさ、形状や存在位置による磁束との交叉の程度などが考えられる。磁化では、探傷に必要な磁界の強さを各磁化方法ごとに示された式などを用いて試験体に与えるものであり、磁化方法はきずからの漏洩磁束密度には直接関連しない。なお、磁束貫通法は原理的に交流でしか用いることができない磁化方法であり、極間法やコイル法も交流の使用がより望ましい方法であるが、②のように交流の表皮効果による磁束の分布がきずからの漏洩磁束密度に影響を与える。この場合、あくまで磁化方法は磁化の強さを一定にするための、磁束の投入手段であると考えると理解しやすい。

問 3 次の文は、反磁界の強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。

- (a) 与える磁界の強さに比例する。
- (b) 試験体の磁化の強さに比例する。
- (c) 試験体の長さに比例する。
- (d) 反磁界係数が大きいほど小さくなる。

正答 (b)

コイル中に試験体を置いて磁化した場合、試験体の両端に磁極を生じ反磁界が発生する。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。反磁界係数 N が小さいほど、反磁界の強さは小さくなる。起磁力（磁化電流値×コイルの巻数）が大きくなると、コイル中央部の磁界の強さも大きくなり試験体は強く磁化する。『磁粉探傷試験Ⅱ』（1.24）式から分かるように反磁界の強さはその試験体の磁化の強さに比例して大きくなる。(1.26)、(1.27)式のように、反磁界の強さは与える磁界の強さに関連するが比例関係はない。また、試験体の長さ（ $\approx L$ ）、又はコイルの長さ（試験体がコイルの長さより非常に長いとき、 $\approx L$ ）は L/D に関連するがこちらも反磁界の強さと比例関係はない。正答は (b) である。

問 4 次の文は、コイル法による機械部品の探傷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。(SP) (ただし MY は除く。)

- (a) コイルの中で試験体を直列につなげれば、反磁界の影響で磁化が弱くなる。
- (b) 一般に機械部品の両端に磁極が現れるが、その磁極に近い領域ほど磁束密度が高くなる。

- (c) コイルの長さの数倍以上の試験体をコイル法で探傷する場合、コイルの長さの2倍の長さまで有効に探傷できる。
- (d) 継鉄棒は試験体と同じ断面形状がよく、長くても断面が小さくなると反磁界の影響は大きくなる。

正答 (d)

コイルの中で試験体を直列につなげれば、 L/D を大きくすることができ、反磁界の影響を低減して強く磁化することができる。一般に機械部品の両端に磁極が現れるが、反磁界の影響でその磁極に近い領域ほど磁束密度が低くなる。コイルの長さの数倍以上の試験体をコイル法で探傷する場合、コイルの長さを探傷ピッチと考えればよい。継鉄棒は試験体と同じ断面形状か太い方がよく、長くても断面が小さくなると反磁界の影響は大きくなる。

問5 次の文は、疑似模様のうち材質境界指示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。(SP)

- (a) 一般に材質境界指示は、磁界の強さを小さくするか、検査液濃度を下げれば現われにくい。
- (b) 冷間加工や熱処理がなされて、組織が大きく異なっている境界部に生じる。
- (c) 材質境界指示の磁粉模様は太くてぼやけていたり、鮮明に現われたり様々な場合がある。
- (d) 溶接部の溶接金属と母材との境界などで、形状が不連続な場合に生じる。

正答 (d)

材質境界指示は溶接部の溶接金属と母材との境界、冷間加工や熱処理がなされて、組織が大きく異なっている部分の境界、又は鍛造品や圧延品のメタルフロー部などに、透磁率の不連続によって生じる磁粉模様をいう。形状が不連続な場合の例として、回転軸の段部やボルトのネジ部など断面積が急激に変化している所に断面急変指示が現われる。(d) 以外は正しい記述である。

問6 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) 連続法及び残留法のいずれの場合も使用することができる。
- (b) A形標準試験片は再使用を行ってはならない。
- (c) 溝の深さと板厚との比が同じ場合、A1はA2より

- 小さな有効磁界の強さで明瞭な磁粉模様が現れる。
- (d) A形標準試験片は、その溝の深さと板厚との比に関係なく、試験面に作用する磁界の強さが同じであれば磁粉模様の現れ方は同じである。

正答 (c)

A形標準試験片は連続法でのみ使用することができる。A形標準試験片はC形標準試験片と異なり再使用できる。人工溝の深さと板厚との比が同じ場合、A1はA2より小さな有効磁界の強さで明瞭な磁粉模様が現れる。また、A形標準試験片は、適用する磁粉の種類や濃度により、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異なる。したがって、A形標準試験片を使用する前には、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必要がある。

問7 次の文は、高圧水銀灯を用いた紫外線照射灯の点検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。(SP)

- (a) 紫外線強度は強度計を用いて、フィルタ面から垂直に40cmの距離における強度を測定する。
- (b) 測定点における紫外線強度は、点灯後5分経過したら計測する。
- (c) フィルタ表面の汚れは、ランプ点灯後に清掃する。
- (d) 規定の強度が得られない場合には、ランプの寿命と考えられるので、直ちにランプを交換する。

正答 (a)

紫外線強度は紫外線強度計を用いて、フィルタ面から垂直に40cmの距離における強度を測定する。測定点における紫外線強度は、点灯後15分以上経過し、光源が安定した後に計測する。規定の強度が得られない場合には、消灯した状態で、フィルタ表裏面、ランプの前面及び反射板を清掃する。それでも強度が得られない場合には、ランプを交換する。正答は(a)である。

以上、以前に解説した類題と同じテーマも見られるが、それだけ受験者にとって理解し難いテーマと思われる。『磁粉探傷試験Ⅱ』や『磁粉探傷試験問題集』、以前の本欄の解説記事などを参考によく学習し、更に理解を深めて欲しい。また、JIS Z 2320の内容についても、『磁粉探傷試験Ⅱ』記載の程度の内容は理解しておいて頂きたい。