

E T レベル 2 一次試験のポイント

JIS Z 2305 による ET レベル 2 の一次試験は、原則として四者択一形式で、一般試験 (40 問以上) と専門試験 (30 問以上) とに分けて行われ、正答 70%以上が合格である。一般試験は ET の原理及び基礎 (装置等も含む) に関する問題で、専門試験は ET の適用及び装置等の使用方法に関する問題である。本稿では、2004 年秋期に行われた一次試験で正答率の低かった問題に類似した問題 (問 1 ~ 7 一般; 問 8 ~ 11 専門) についてそのポイントを解説する。

問 1 試験周波数が 10 kHz のとき、試験コイルの抵抗が 3.0 Ω、インダクタンスが 63.7 μH であった。試験コイルのインピーダンスは何Ωとなるか。次のうちから正しいものを選び、記号で答えよ。

- (a) 25.0 (b) 5.0 (c) 7.0 (d) 16.0

正答 (b)

コイルのインピーダンス Z は、 $Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}$ で表される。ここで、 R は抵抗、 f は周波数、 L はインダクタンスである。この式に問題の数値を代入して計算する。すなわち、 $Z = \sqrt{3.0^2 + (2 \times 3.14 \times 10 \times 10^3 \times 63.7 \times 10^{-6})^2}$

問 2 次の文は、金属の磁氣的性質について述べたものである。誤っているものを選び、記号で答えよ。

- (a) 反磁性体とは磁界の方向に対し逆向きに磁化するものをいう。
(b) 常磁性体以外の金属を強磁性体という。
(c) 非磁性体は磁石に吸引されない。
(d) 常磁性体は磁化の強さが磁界に比例する。

正答 (b)

物質は、常磁性体、反磁性体及び強磁性体の 3 つに分けられ、常磁性体と反磁性体は非磁性体である。したがって、誤っているものは (b) である。

問 3 励磁コイルと検出コイルの二つから成る試験コイルの名称について、次のうちから正しいものを選び記号で答えよ。

- (a) 自己誘導形の試験コイル
(b) 相互誘導形の試験コイル
(c) 自己比較方式の試験コイル
(d) 単一方式の試験コイル

正答 (b)

試験コイルは、励磁方式により自己誘導形と相互誘導形に分けられる。自己比較方式にも単一方式にも自己誘導形と相互誘導形がある

問 4 渦流探傷試験において、試験体における緩やかな寸法変化による雑音を抑圧するのに適切な方法はどれか。次のうちから正しいものを選び、記号で答えよ。

- (a) ローパスフィルタを用いる。
(b) 標準比較方式の試験コイルを用いる。
(c) リジェクションを用いる。
(d) 自己比較方式の試験コイルを用いる。

正答 (d)

試験コイル特性の温度ドリフト、試験体における緩やかな寸法変化、試験体間の材質のばらつきなどを自己比較方式により抑制できることが、今日 ET が安定してラインで使える理由の一つになっている。(a) は、ハイパスフィルタなら OK である。しかし、それも自己比較方式には及ばない。しかし、アプソリュート・コイルの場合は、ハイパスフィルタに頼るしかない。

問 5 渦流探傷試験において、同期検波器による信号処理は次のどの場合に効果的か。正しいものを選び記号で答えよ。

- (a) 管の探傷試験における端末指示の消去
(b) 上置コイルにおけるリフトオフ効果の抑制
(c) 速度効果による影響の軽減
(d) 表皮効果による影響の軽減

正答 (b)

同期検波によるガタ雑音 (上置コイルの場合はリフトオフ雑音) の抑制により ET が実用になっていると言えるほど重要なものである。したがって参考書にも詳しく解説されている。

問 6 同期検波器に関して述べた次の文の中から、正しいものを選び記号で答えよ。

- (a) 同期検波器の出力は、ブリッジ回路の出力信号と移相器の制御信号との位相角の余弦 (cos) 関数に比例している。
(b) 同期検波器は、振幅弁別器で制御する。
(c) 同期検波器の出力特性は、移相器の設定位相の正弦 (sin) 関数に比例している。
(d) 同期検波器によって疑似信号の低周波成分を除去できる。

正答 (a)

前記問題と同様、参考書を参照されたい。

問 7 次は導電率の測定において、試験体の厚さ変化による影響を小さくする方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。

- (a) 試験周波数を高くする。
- (b) フィルタの周波数を高くする。
- (c) 充填率を高くする。
- (d) リジエクションのレベルを低くする。

正答 (a)

浸透深さ δ の3倍の深さで渦電流は表面の値の5%になってしまう。周波数を f 、透磁率を μ 、導電率を σ とすると、 $\delta = 1/\sqrt{\pi f \mu \sigma}$ であり、試験周波数を高くすると、試験体の厚さの影響が無視できるようになる。

問 8 鋼管・棒鋼の回転プローブによる渦流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。

- (a) 円周方向の小さなきずの検出が容易である。
- (b) 貫通コイルで検出がむずかしい軸方向の長いきずの検出が可能である。
- (c) 試験体軸芯と回転中心の不一致はピンチロールで完全に抑制可能である。
- (d) プローブコイルではきずが管軸方向から傾いた場合は検出が全く困難となる。

正答 (b)

回転プローブによる ET の最大の利点は貫通コイルで検出がむずかしい軸方向の長いきずの検出が可能であることである。(a) の円周方向のきずは回転プローブの走査方向と平行になり、検出はむずかしい。

問 9 回転プローブ法について正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 軸方向に短いきずの検出用として回転プローブ法が実用されている。
- (b) 角鋼材のコーナー部探傷用として回転プローブが用いられる。
- (c) 回転プローブ法のセンサ部において回転部から静止部への信号伝達は、一般に回転トランスが用いられる。
- (d) 回転プローブ法のセンサ部では回転部から静止部への信号伝達に無線伝送が用いられる。

正答 (c)

現在の回転プローブ ET 装置ではほとんどすべて回転トランスが用いられている。

問 10 次の文は、伝熱管の保守検査において、内挿コイルを用いた管の渦流探傷試験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) ガタ雑音と貫通きず信号の位相差が 90° に近い試験周波数を用いる。
- (b) 外面の減肉深さは、一般に信号の振幅から推定する。
- (c) 内面きずの深さは、一般に信号の振幅から推定する。
- (d) 試験コイルのインピーダンス変化は、外面きずより内面きずの方が大きい。

正答 (d)

伝熱管の保守検査では、一般に信号の位相から減肉深さを推定する。コイルに近いほどコイルに対する影響が大きくなる。したがって、正答は (d) である。

問 11 次の文で JIS H 0502「銅及び銅合金管の渦流探傷試験方法」の規定に適合しないものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 試験中に装置の異常があったときは、異常期間中に通過した管は、すべて再試験する。
- (b) 対比試験片の人工きずとしては、ドリル穴のみが規定されている。
- (c) 装置の感度調整時には、対比試験片を試験速度でコイル中を通過させ、3個の対比きずをすべて検出するようにする。
- (d) 連続試験の場合は、少なくとも8時間ごとに対比試験片を用いて装置の状態を点検する。

正答 (d)

JIS H 0502 では少なくとも4時間ごとに試験片を用いて装置の状態を点検することになっている。機器点検は非常に重要なポイントであり、熟読しておくべきである。また、規格は今後改定されていくので、最新の規格を見ることが必要である。

以上、見てきたように、試験は、ほとんどすべて「渦流探傷試験 II」「問題集 2002」及び「実技参考書」の範囲から出題されている。受験に際しては、これらを十分復習しておくことが必要である。

UTレベル1 一次試験のポイント

JIS Z 2305 によるUTレベル1の新規一次試験は、一般試験と専門試験で構成されている。120分の試験時間内で一般試験はUTの基礎知識に関する問題が40問以上、専門試験はNDTの適用に関する問題が20問以上出題され、原則として四者択一形式で行われる。各々の試験において、70%以上の得点で合格ラインに達し、二次試験に進むことができる。

なお、UTレベル1の試験範囲には超音波厚さ測定分野も含まれているので留意されたい。

本稿では、2004年秋期に行われた新規一次試験のうち一般試験と専門試験で、特に正答率の低かったものと類似した問題をNDI発行の超音波探傷試験問題集 2002年版から抽出し、解き方のポイントを解説する。

問1 次の文は、STB-N1の用途について述べたものである。最も適切なものを一つ選び、記号で答えよ。

[一般試験]

- (a) STB-N1の標準穴は、直径1.0mmから5.6mmまでの6種類ある。
- (b) STB-N1は、溶接部を垂直法で探傷するときの標準試験片である。
- (c) STB-N1は、鋼板の垂直探傷における探傷感度の調整に用いる。
- (d) STB-N1は、垂直探傷における距離振幅特性曲線の作成に用いる。

正答 (c)

STB-N1は鋼板の垂直探傷における探傷感度の調整に用いられる。試験片は厚さ25mm、1辺の長さが100mmで、中央部に探傷面から深さ15mmの位置に5.6mmの平底穴が加工されている。探傷技術者として各種標準試験片の用途、形状・寸法等は記憶しなければならない。

問2 次の文は、超音波探傷試験で使用される用語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。[一般試験]

- (a) 「前面板」は、斜角探触子だけに使用される用語である。
- (b) 「ダンパー」は、斜角探触子だけに使用される用語である。
- (c) 「吸音材」は、垂直探触子だけに使用される用語である。

(d) 「保護膜」は、垂直探触子だけに使用される用語である。

正答 (d)

探触子の構造を理解し、正しい名称を理解しておくことがレベル1技術者に求められている。専門用語に関する類題もよく出題される。

問3 STB-A1のR100中心スリットは何のために用いられるか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

[一般試験]

- (a) 屈折角の測定
- (b) 斜角探傷におけるきずの指示長さ測定
- (c) 測定範囲の調整
- (d) きずの高さ測定

正答 (c)

斜角探触子の入射点位置をスリットに合わせて100R面に向けて超音波を入射すると、表示器上に現れるエコーは送信パルスから探触子のくさび内を伝搬する距離と鋼中100mmの伝搬距離とが合計されて表示される。そこで、測定範囲を正しく調整するには、100mmの間を2回往復するエコーが必要となる。このスリットは100mmの繰返しのエコーを得るために付けられたものである。なお、このスリットは探触子の入射点測定にも用いられる。

問4 ある板材の垂直探傷を行ったところ、板厚の1/2の位置でエコー高さが50%のきずエコーを検出した。このとき、第1回底面エコー高さは90%であり、健全部での底面エコー高さは100%であった。次の文のうち正しいものを一つ選び記号で答えよ。[専門試験]

- (a) F/B_F は -5.1 dB である。
- (b) F/B_F は +5.1 dB である。
- (c) F/B_G は +6.0 dB である。
- (d) F/B_G は -12.0 dB である。

正答 (a)

きずの最大エコー高さが得られた位置での底面エコー高さとの比(F/B_F)並びに、きずの最大エコー高さと健全部の底面エコー高さとの比(F/B_G)の意味を理解すると共に、デシベル計算方法をマスターしておく必要がある。

問5 次の文は、JIS Z 3060で規定されているきずの指示長さに関する記述である。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。[専門試験]

- (a) きずの指示長さは、0.5 mm の単位で測定する。
- (b) きずエコー高さが領域 のきずの場合には、きずの指示長さの測定は行わない。
- (c) M 検出レベルは、M 線できずの指示長さを測定する。
- (d) M 検出レベルでも、L 線できずの指示長さを測定する。

正答 (d)

JIS Z 3060 の規定では、きずの指示長さは 1 mm の単位で測定し、L 及びM 検出レベルでも、きずの指示長さは L 線を超える探触子の移動範囲で測定するとされている。

問 6 下記は厚さ 100 mm の鋼板両面間を往復する超音波（縦波）伝搬時間である。次の数値のうち正しいものを一つ選び記号で答えよ。ただし、鋼中の縦波音速は 5,900 m/s である。〔専門試験〕

- (a) 約 100 万分の 3 秒
- (b) 約 10 万分の 3 秒
- (c) 約 3 秒
- (d) 約 3 分

正答 (b)

鋼板を伝搬する時間は板厚を音速で除すれば求めることができる。題意では、100 mm の鋼板を往復する時間を求めればよい。したがって、計算式は次のようになる。

$$200 / 5,900,000 \quad 3 \times 10^{-5}$$

問 7 板厚 19 mm の鋼板の突合せ溶接部を JIS Z 3060 によって探傷した。探触子は 5C10 × 10A70 (STB 屈折角 69.5°)，探傷感度調整用試験片は STB - A 2，検出レベルは M 検出レベルを選定して探傷した。探傷の結果、ビーム路程が 50 mm の位置にエコー高さ 80% のきずエコーを検出した。この左右走査グラフは図 1 のとおりであった。また、エコー高さ区分線は図 2 (測定範囲 125 mm) のとおりである。このきずの指示長さはいくらになるか。最も適切なものを解答群から選べ。

〔専門試験〕

〔解答群〕

- (a) 25 (b) 35 (c) 45 (d) 55 (単位 mm)

正答 (b)

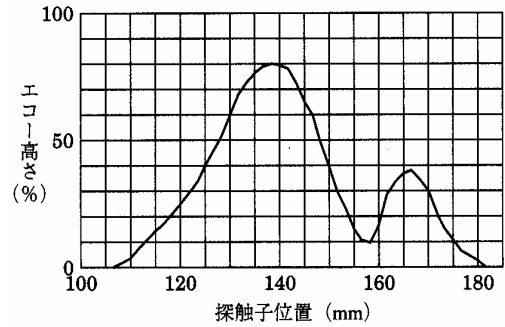


図 1 きずの左右走査グラフ

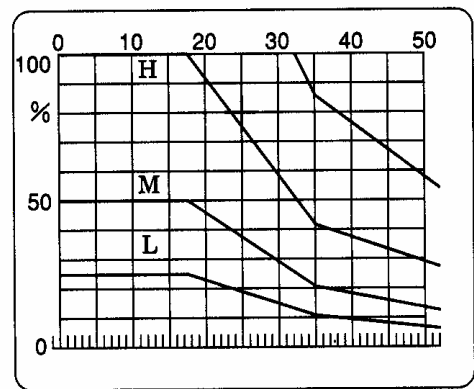


図 2 エコー高さ区分線

きずのビーム路程 50 mm は、図 2 において 20 目盛の位置である。この場合、M 線との交点は 45%、L 線との交点は 23% と読むことができる。図 1 の左右走査グラフから、最大エコー高さの探触子位置 138 mm では M 線を超えているので M 検出レベルで評価の対象となるきずである。次に、探触子位置 158 mm の谷間はエコー高さ 10% で L 線を下回っているため、右側のきずエコーらしきものは別のきずとして評価しなければならない。しかし、探触子位置 167 mm の最大エコー高さは 39% で M 検出レベルに達しないからきずとは扱わない。したがって、このケースでのきずの指示長さは、左側の包絡線で評価し、23% の L 線を上回る探触子位置 119 mm から 153 mm までの探触子移動範囲となり、きずの指示長さは 34 mm と読み取ることができる。

超音波探傷試験レベル 1 ではスネルの法則、エコー高さの比とデシベル値、溶接部のきず位置、きずの指示長さを求める計算問題がよく出題されている。また、直近の試験で出題された問題にとらわれず、参考書と問題集を基に幅広く勉強しておくことをお勧めする。