

UT レベル 1 一次一般試験問題のポイント

UT レベル 1 の一般試験問題は、過去に Vol.54 No.2 及び Vol.55 No.4 で 2 度紹介した経緯がある。

今回は 3 回目となるが、最近の一次試験結果を分析すると、受験者が苦手としている問題の傾向は、過去に紹介した内容と一致するところが多い。特に、STB に関する問題や超音波探傷装置の扱いに関する問題の理解不足が目立っている。これは、受験者が一次試験の対策として JSNDI 参考書や問題集中心の勉強を行い、一次試験を合格した後に二次試験対策として本格的に STB や装置に触れるなど、実技経験が少ないためではないかと考えられる。JSNDI 主催の講習会のように、座学と実習を組み合わせた効果的な教育訓練の実施を望むものである。

問 1 次の文は、超音波の発生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) 超音波の発生は、圧電材料が用いられる。
- (b) 超音波の発生は、機械信号を電気信号に変換して行う。
- (c) 超音波の発生は、短時間のパルス電圧を振動子に加える。
- (d) 超音波の発生は、電気信号を機械振動に変換して行う。

正答 (b)

超音波発生の原理を問う問題である。圧電材料である振動子の両極間にパルス電圧を加えると、振動子は厚さ方向に伸び縮みし、機械的振動に変換されて超音波を発生させる。(b) の記述は、振動子に超音波の機械的振動が伝わったときに電気信号に変換される受信のことを記述したものである。

問 2 次の文は、アクリル樹脂と鋼との平らな境界面に超音波縦波がアクリル樹脂側から斜め入射した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) 縦波反射角は、縦波屈折角と等しい。
- (b) 縦波屈折角は、入射角より大きくなる。
- (c) 横波屈折角は、横波反射角より小さくなる。
- (d) 縦波反射角は、縦波屈折角より大きくなる。

正答 (b)

音速が異なる媒質 1 (アクリル「 C_1 」) から媒質 2 (鋼「 C_2 」) へ斜め入射したときの反射と屈折及びモード変換

に関する最も基本的な問題である。実際の問題では図 1 は添付されていないが、この種の問題ではこの図と共に次式に示すスネルの法則で考えなければならない。

$$\frac{\sin \alpha_L}{C_{1L}} = \frac{\sin \beta_L}{C_{1L}} = \frac{\sin \beta_S}{C_{1S}} = \frac{\sin \theta_L}{C_{2L}} = \frac{\sin \theta_S}{C_{2S}} \quad \text{スネルの法則}$$

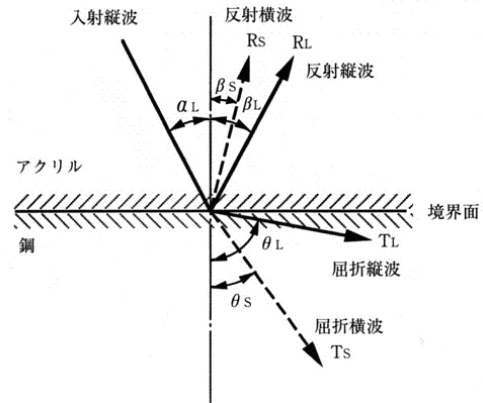


図 1 斜め入射時の反射と屈折

問 3 次の記述のうち、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 横波とは、媒質モデルを構成する粒子の振動方向と波の進行方向とが平行な波のことである。
- (b) 縦波が横波にモード変換するときは、振動様式が変わるだけで音速は変わらない。
- (c) 媒質中を伝搬する超音波の音速は、周波数によって変化する。
- (d) できるだけ小さなきずまで検出するためには、波長の短い超音波を使う。

正答 (d)

伝搬する物質の粒子の振動方向と波の進行方向とが平行な波は縦波で、直角方向の波は横波である。超音波は振動モードによって音速が定まっており、周波数には無関係である。また、きずの検出性と波長とは大きな関係があり、波長が短いほど、すなわち周波数が高いほど小さなきずまで検出が可能である。

問 4 次の文は、STB-N1 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-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 には、 $\phi 5.6$ mm の横穴が加工されている。
- (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 に関する問題は毎回のように受験者が苦勞する問題のようである。これは、二次の実技試験が鍛鋼品を対象とした F/B_F を求める課題であるため、STB-N1 への関心が薄いのかかもしれない。鋼板の垂直探傷規格である JIS G 0801 で使用する感度標準試験片であり、深さ 15 mm の位置に $\phi 5.6$ mm の平底穴が加工されている。STB-A1 と同じ 25 mm の板厚で、垂直探傷の測定範囲の調整にも使用可能である。

問 5 次の文は、STB-A2 の用途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-A2 は、垂直探傷での測定範囲の調整に用いる。
- (b) STB-A2 は、斜角探傷での感度の調整に用いる。
- (c) STB-A2 は、垂直探傷の性能点検に用いる。
- (d) STB-A2 は、斜角探傷での測定範囲の調整に用いる。

正答 (b)

STB-A2 は、鋼溶接部の斜角探傷規格である JIS Z 3060 で使用する感度標準試験片であると共に、JIS Z 2352 で規定する斜角探傷の性能測定にも使用される。

問 6 次の文は、STB-G 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-G は、6 本 1 組になっている。
- (b) STB-G のなかで V15-2 というのは、探傷面から標準穴までの距離が 150 mm で、標準穴の半径が 2 mm であるということを意味する。
- (c) STB-G のうち V15-1 から V15-5.6 までの標準穴のエコー高さは、順次ほぼ 2 倍ずつ変化する。
- (d) STB-G のなかで V15 シリーズの標準穴の直径は、ちょうど 2 倍ずつ変化している。

正答 (c)

STB-G は、V2, V3, V5, V8 の 4 本と、V15-1, V15-1.4, V15-2, V15-2.8, V15-4, V15-5.6 の 6 本、計 10 本で構成されている。V2~V8 は標準穴の直径が全て 2 mm で、きずまでの距離がそれぞれ 20 mm, 30 mm, 50 mm, 80 mm である。V15 シリーズはきずまでの距離が 150 mm で、ハイフンの後の数値は標準穴の直径を示し、きずの面積は 2 倍ずつ変化しており、エコー高さも 2 倍ずつ変化する。

問 7 図 2 は、斜角探傷において、STB-A1 を用いて測定範囲を 125 mm に調整した場合の探傷図形を示している。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

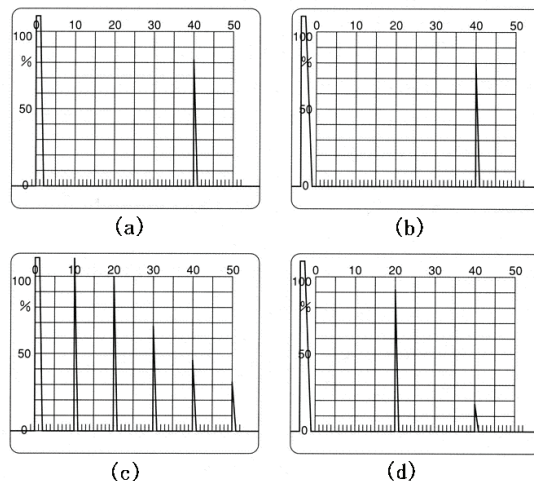


図 2 斜角探傷用測定範囲 125 mm の図形

正答 (b)

実習訓練を受けていけば苦のない問題で、送信パルスが 0 位置より左にあるのは、斜角探傷のクサビ内を通過する時間である。使用した STB-A1 は R100 であるから、(d) の測定範囲は 250 mm である。

問 8 次の文は、接近限界長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) 接近限界長さとは、斜角探傷の先端から溶接ビードの端までの長さである。
- (b) 接近限界長さとは、入射点から溶接部中心までの長さである。
- (c) 接近限界長さとは、斜角探傷の入射点から接触面の先端までの長さである。
- (d) 接近限界長さとは、溶接部中心から 1 スキップの探傷入射点までの長さのことである。

正答 (c)

接近限界長さは斜角探傷で、探傷子が溶接部に最も接近可能な距離をいう。一般に探傷子の先端部から入射点までの距離に相当する。

今回は、STB 関係の問題や探傷装置に関する問題を取り上げた。詳細は JSNDI 発行の「超音波探傷試験 I」及び「超音波探傷試験実技参考書」を参考とされたい。

ET レベル 2 一次専門試験問題のポイント

ET レベル 2 一次専門問題の最近出題された中から、正答率の低い問題を抽出した。これらの問題を見てみると、必ずしも難しい問題が出題されているわけではないのに正答率が悪いものがある。受験者の理解不足もあるであろうが、誤解によるものもあると思われる。ここではそうした類似試験問題を例にして解答のポイントを解説するので、受験の参考にされたい。

問 1 次の文は、一定の正弦波交流電圧をかけたまま、空芯コイルに鉄の棒を挿入した場合の現象と電流の関係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) コイルの静電容量が下がるので、電流が大きくなる。
- (b) コイルのリアクタンスが小さくなり、電流が大きくなる。
- (c) コイルのリアクタンスが増加するので、電流は小さくなる。
- (d) 鉄の透磁率によって電圧が低下し、電流は小さくなる。

正答 (c)

空芯コイルに鉄の棒を挿入するとコイルのリアクタンスは増加する。なぜなら鉄の比透磁率は大きいので、コイル中に鉄棒が入るとインダクタンスは増加するからである。このため、電流は小さくなるから (c) が正答である。なお、コイルの特性を表す用語の、インピーダンス、インダクタンス、リアクタンスはその意味を必ず理解しておきたい。

問 2 次の文は、自己比較方式の貫通コイルを用いた鋼管の渦電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) 内挿コイルと同じように貫通穴の位相を 135 度に合わせて、きず位相によりきず深さを推定する。
- (b) 対比試験片のきず指示の高さを基準にして不合格あるいは合格を判定する。
- (c) ガタ雑音の位相を CRT 上で X 軸方向に合わせると、キズ信号は Y 軸上に振れる。
- (d) 内面きずの検出感度を上げるときは、周波数は一定にしてリジェクションの値を調整する。

正答 (b)

貫通コイルでの渦電流探傷試験は、内挿コイルで行われるような管の減肉測定は一般に行われない。したがって位相の基準は、試験体走行時のガタノイズがもっとも少ない位相設定で行うのが普通である。このとき試験周波数の選定が適正であれば、たとえばガタノイズを X 軸方向に検出するような位相に設定した場合、きず信号は Y 軸方向に X 軸とある角度をもって検出される。きずの大きさは対比試験片の基準きずの Y 軸上の指示高さが記録計のフルスケールの 50% 程度に設定して、これと比較することで不合格、合格を判断することが一般に行われる。リジェクションは非線形回路で、感度が内外面にかかわらず上がることはない。したがって、(b) が正答となる。

問 3 次の文は、リモートフィールド渦電流探傷試験による配管の保守検査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) 電磁気エネルギーが、管の内部表面を軸方向に伝わることを利用している。
- (b) 電磁気エネルギーが、管の外部表面を軸方向に伝わることを利用している。
- (c) 電磁気エネルギーが、管の肉厚内部を軸方向に伝わることを利用している。
- (d) 電磁気エネルギーが、管の中心軸部を軸方向に伝わることを利用している。

正答 (b)

通常の渦電流探傷試験に対しリモートフィールド渦電流探傷試験は電磁気エネルギーの伝わり方が異なる。通常渦電流探傷試験では試験コイル直近に渦電流が発生するのに対して、リモートフィールド渦電流探傷試験は、励磁コイルから発生した電磁気エネルギーは管壁を通過してから管外部表面を軸方向に伝播し、試験コイルの直径の 2 倍程度の距離を進行してから再び管内面に戻る性質がある。電磁気エネルギーが管内面に戻るときに管肉厚部の情報を含んでおり、この情報を検出コイルにより検出して探傷する方法をリモートフィールド探傷試験と称する。本方法は試験周波数が数百ヘルツと低いことと鋼管に適用できることが特徴である。図 1 に電磁気エネルギーの伝わり方の図を示す。(b) が正答である。

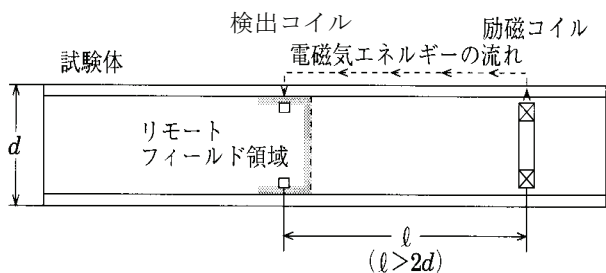


図1 リモートフィールド渦電流試験

問4 次の文は、試験周波数の選択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) 貫通コイルを用いた管の渦電流探傷試験において浅い内面きずを検出したい場合、試験周波数は高くする方がよい。
- (b) 貫通コイルを用いた渦電流探傷試験において、ガタ雑音ときず信号の位相差が少ないときは、周波数を低くすると良い。
- (c) 内挿コイルを用いた渦電流探傷試験において、きず深さによる信号の位相変化が小さいときは、試験周波数を高くする方がよい。
- (d) 内挿コイルを用いた渦電流探傷試験で、ガタ雑音の軌跡を水平に合わせたときに貫通きずの信号軌跡が80度程度であった。これを135度に近づけるためには、試験周波数は低くした方がよい。

正答(c)

この問題は、貫通コイル探傷試験と内挿コイル探傷試験の両方で、試験周波数の選定の仕方を問題としているが、基本的にどちらのコイルシステムであっても考え方は同じである。渦電流の性質を考えてみる。試験コイルと管壁を隔てた面の探傷にあつては、試験周波数が高いと表皮効果により信号の減衰は大きい。したがって(a)は誤りとなる。試験周波数により、管の割れによるインピーダンス変化と内外面きずの位相変化を図2に示す。この図から試験周波数がある程度高いほうが、内外面きずの位相変化は大きいことが分かる。これは内挿コイルおよび、貫通コイル探傷試験でも同じである。ただしインピーダンス変化の絶対値は試験周波数が低い方が大きい。正答は(c)である。図中の f/f_c は、試験周波数と管により定まる特性周波数との比である。

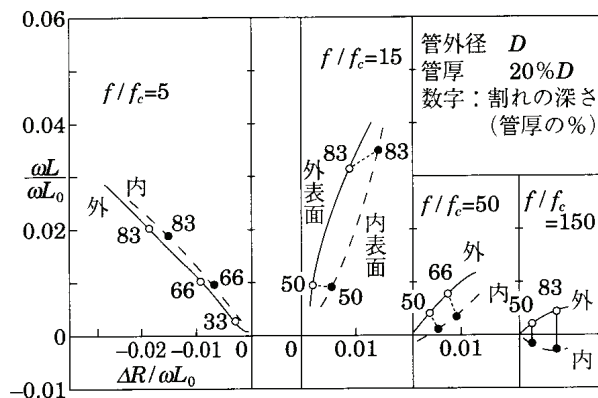


図2 管における割れによるコイルインピーダンスの変化

問5 非磁性管の内挿コイルによる位相解析法(同期検波)において、ガタ雑音がX軸方向にのみ現れるようにし、貫通ドリル穴に対する信号が約135度の位相となるようにしたとする。この時、内外面のきず信号はどのように現れるか。次の文から正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 管外面のきずによって生ずる信号の位相は90~135度の範囲となる。
- (b) 管内面のきずによって生ずる信号の位相は0~135度の範囲となる。
- (c) 管外面のきずによって生ずる信号の位相は0~135度の範囲となる。
- (d) 管外面のきずによって生ずる信号の位相は135度以上の範囲となる。

正答(c)

内挿コイル探傷試験において重要なことは、設問にある「ガタ雑音がX軸方向にのみ現れるようにし、貫通ドリル穴に対する信号が約135度の位相となるようにしたとする。」この条件は、適切な試験周波数が選定された場合の試験結果のみに当てはまることである。この試験周波数での探傷結果は、貫通穴を135度に検出するよう位相をセットした場合、外面きずは0~135、内面のきずは135度以上のように得られる。したがって、正答は(c)となる。

正答率の悪い問題に関して解説してみたが、「渦電流探傷試験II」をよく読み理解していれば、難しいことはない。受験を志す諸君は、何度もよく読み自信を持って試験に挑むことを望みます。