

UTレベル2 一次試験のポイント

JIS Z 2305 による UT レベル 2 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。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 問以上で、両者共に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する。

本稿では、2004 年春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問題と類似した問題を NDI 発行の超音波探傷試験問題集 2002 から抽出し、解き方のポイントを解説する。

問 次の文は、音響異方性の測定について述べたものである。正しいものを選び。[一般試験]

- (a) 試験体の音響異方性を測定するために、縦波垂直探触子を用いる。
- (b) 試験体の音響異方性を測定するために、横波垂直探触子を用いる。
- (c) 試験体の音響異方性の測定は、公称屈折角 60 度の斜角探触子 2 個を用いて、圧延方向及びそれに直角な方向で、V 透過法を用いて行う。
- (d) 試験体の音響異方性の測定は、公称屈折角 45 度の斜角探触子 2 個を用いて、圧延方向及びそれに直角な方向で、V 透過法を用いて行う。

正答 (b)

音響異方性とは、鋼材の板厚方向の横波音速のうち振動方向が圧延方向に一致する場合と圧延方向に直角な方向の場合とで差が生じる現象のことを言う。JIS Z 3060 では、STB との音速比の測定方法として、横波垂直探触子による方法が規定されている。また、探傷屈折角の測定方法として、STB 音速比による方法と探傷に使用する斜角探触子 2 個を用いて V 透過法による方法が規定されているが、前者の方が簡便である。V 透過法はパルスのピークが明瞭に得られないことがある。詳細は参考書「超音波探傷試験」の 6.1.4 を参照のこと。

問 次の文は音圧反射率について述べたものである。文中の [A] に適する数字を解答群から一つ選び記号で記せ。ただし、答は小数点以下第 1 位を四捨五入せよ。

[一般試験]

局部水浸法で厚さ 30 mm の鋼板を垂直探傷し、表面エ

コー高さを 100% に調整したときの第 1 回底面エコー高さは [A] % となる。ただし、材料中の減衰及び音場の拡散は考慮に入れないものとする。また、鋼材の密度は 7.8 g/cm^3 、縦波音速は 5920 m/s 、水の密度は 1 g/cm^3 、音速は 1480 m/s とした。

[解答群] (a)12 (b)13 (c)15 (d)34

正答 (b)

音響インピーダンス (Z) = 媒質の密度 () × 音速 () で決まる。媒質 1 (水) から媒質 2 (鋼) に垂直入射するときの音圧反射率と音圧往復通過率から表面エコー高さと第 1 回目の底面エコー高さを求めるもので、詳細は参考書「超音波探傷試験」の 2.3「超音波の境界面での反射と通過」の項を参照されたい。なお、鋼以外のアルミニウムやアクリルなどについても計算練習をしておく方が良い。

問 次の文は、垂直探傷の感度調整に関する、試験片方式と底面エコー方式について述べたものである。正しいものを選び。[専門試験]

- (a) 試験片方式できずを評価すると、試験体の減衰係数が大きい場合には、きずは過大評価される。
- (b) 試験片方式で等価きず直径を計算すると、試験体の減衰が大きい場合は、等価きず直径は過大評価される。
- (c) 底面エコー方式できずを評価すると、試験体の減衰が大きい場合には、等価きず直径は過大評価される。
- (d) 底面エコー方式できずを評価すると、試験体の減衰が大きい場合には、等価きず直径は過小評価される。

正答 (c)

垂直探傷試験の感度調整で、試験片方式と底面エコー方式の特徴や長所及び短所に関する問題は出題頻度も高く類題も問題集に多く紹介されている。

問 次の文中の [B] に適する数値を一つ選び、記号で答えよ。[専門試験]

厚さが 500 mm で R_{25} に仕上げ加工した鍛鋼品を垂直探触子 2Z28N で探傷したところ、健全部において B_1/B_2 の値が 12.5 dB であった。この鍛鋼品の減衰係数を計算した結果 [B] dB/mm となった。ただし探傷面での反射損失は 3.0 dB/回、底面での反射損失は 1.0 dB/回とする。

[解答群] (a)0.001 (b)0.002 (c)0.003 (d)0.005

正答 (c)

減衰係数()は次式により求められる。参考書「超音波探傷試験」の6.1.3を参照のこと。

$$= \{ (B_1/B_2) - [B_1/B_2] \} / 2t \text{ (dB/mm)}$$

題意からビーム路程は 500 mm で、近距離音場限界距離 (X_0) の 4 倍以上あるので、 $[B_1/B_2]$ は 6dB とする。
したがって、 $= \{ 12.5 - 6 - 3.0 - 1.0 \} / (2 \times 500) = 0.0025 \text{ (dB/mm)}$

問 次の文は、JIS Z 2355 で定められた表示器付き超音波厚さ計とその適用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。[専門試験]

- (a) 基本表示の超音波探傷器と同様な表示器により、ゲート内のエコー信号間隔からデジタルで厚さ表示する厚さ計を指している。
- (b) 材料の音速をあらかじめ設定し、材料中のパルス伝搬時間を厚さに換算してデジタル表示する厚さ計を指している。
- (c) 厚さ測定で異常な表示値が現れたときは超音波探傷器を併用するので、表示器付き厚さ計は用いない。
- (d) 連続測定法/精密測定法では表示器付き厚さ計の併用を義務づけている。

正答 (a)

レベル 2 の技術要求には超音波厚さ測定も含まれている。一般及び専門試験を併せて 3 ~ 4 題出題されている。

問 次の文はアルミニウム合金溶接部の超音波探傷について述べたものである。文中の [C] ~ [F] 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。

[専門試験]

板厚が 25 mm のアルミニウム合金の突合せ溶接部を 5Z10 × 10A70 (STB 屈折角 71.0 度) を用いて測定範囲を 200 mm にして探傷したところ、図 1 の探触子位置で最大エコー高さを示し、図 2 の探傷図形が得られた。測定範囲の調整及び屈折角の測定は STB-A1 (縦波音速 5900 m/s, 横波音速 3230 m/s) を用いて行い、特に補正を加えていない。ただし、答の小数点以下第 2 位を四捨五入せよ。なお、このアルミニウム合金中の縦波音速を 6380 m/s, 横波音速を 3150 m/s とする。

- (1) この探触子のアルミニウム合金中の屈折角は [C] 度となる。
- (2) きずの位置を計算せよ。
きずの深さ位置 [D] mm

溶接線の中心からのずれ 方向: [E] 側 (右の場合は 0, 左の場合は 1 をマークせよ)

ずれ: [F] mm

[解答群]

[C] (a) 64.5 (b) 65.6 (c) 67.2 (d) 69.0

[D] (a) 8.7 (b) 9.7 (c) 11.2 (d) 12.2

[E] (a) 0 (b) 1

[F] (a) 0 (b) 1.1 (c) 1.2 (d) 2.2

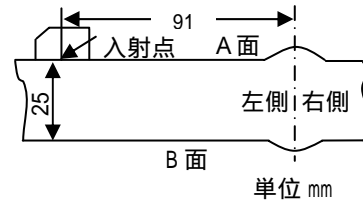


図 1

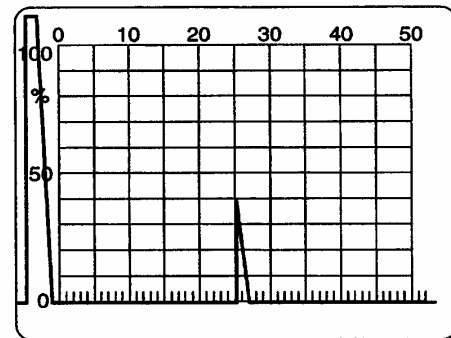


図 2

正答 [C] (c), [D] (d), [E] (b), [F] (b)

この問題のポイントは、鋼 (STB-A1) で測定範囲の調整や探触子の屈折角を測定しているので、音速の異なるアルミニウム溶接部を探傷したときの探傷屈折角及び表示器に現れるきずエコーの位置をアルミニウム中のビーム路程に換算することがポイントとなる。つまり、この問題は斜角探触子の屈折角の計算、音速比と表示器上のエコー位置との関係、溶接部のきず位置の計算が含まれている。解法と類題は「超音波探傷試験問題集 2002」に詳述されているので参考にされたい。

超音波探傷試験レベル 2 では DGS 線図、減衰係数、近距離音場限界距離、指向角、スネルの法則及び溶接部のきず位置計算等が出題される。これらの計算問題はほぼ毎回出題されるので、十分に理解しておくことが重要である。直近の試験で出題された問題にとらわれず、参考書と問題集を幅広く勉強することをお勧めする。

P T レベル3 二次試験のポイント (C₁ C₂)

JIS Z 2305 による資格試験について、今月号では P T レベル3 の C₁ , C₂ 試験のポイントについて解説する。

P T レベル3 の二次試験は、3 つの筆記試験 (C₁ : P T に関するレベル3 の知識, C₂ : 規格、仕様を含む関連する工業分野における P T の適用, C₃ : 手順書の作成) を行う。C₁ , C₂ は四者択一形式, C₃ は記述式である。以下に C₁ , C₂ について、正答率の低い問題に類似した問題例のポイントを解説する。

C₁ 例題

問 直径 0.1 mm の毛細管を液中に立てたところ、液面は 30 mm 上昇して静止した。いま同じ液体中に板の間隔を 0.1 mm にしてガラスの平行板を立てた場合、平行板間を上昇する液面の高さはいくらか。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)15 mm (b)30 mm (c)45 mm (d)60 mm

正答 (a)

毛細管を上昇する液面の高さの公式はレベル2 技術者をはじめ、ほとんどの受験者が理解していると思われる。しかし、平行板間の液面の公式が解らないため、正答率が悪くなると考えられる。

毛細管の液面の式 $h=2 \cos \theta / r \cdot g$

平行板の液面の式 $h=2 \cos \theta / d \cdot g$

ここで、注意しなければならない点は管の場合は半径で与えられている点である。管の半径 (r) と平行板の隙間 (d) が同じ場合、それぞれ上昇する液面の高さが同じになる。この場合は、管の半径 (r) は平行板の隙間 (d) の 1/2 であるから、管の液面は、平行板の 2 倍の高さになる。

類似の問題としては、一端を接触させた 2 平板間の液面の高さを計算する問題などが考えられる。「浸透探傷試験」の 1.5「毛管現象」の項をよく勉強されるとよい。

問 液体が固体に接触して、ある接触角を形成するとき、接触角が 90° 未満となるときの説明で正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 付着力と凝集力と重力の合力が、固体側に作用する場合。
(b) 付着力と凝集力と重力の合力が、液体側に作用する場合。
(c) 付着力と凝集力と重力の合力が、液体と固体の接触

面に平行に作用する場合。

(d) 付着力と凝集力と重力の合力が、液体の表面張力より大きい場合。

正答 (a)

付着力とは、物質の分子間に働く引力のうち、異種の分子間に働く力であり、同種の分子間に働く力を凝集力と言っている。いま、固体と液体が接触した場合、液体の凝集力と、液体と固体間の付着力さらに重力の合力が固体側に作用した場合に、液体の接触角は 90° 未満となる。

また、表面張力 と接触角 との関係についてはヤングの方程式 ($\sigma_s = \sigma_L + \sigma_L \cos \theta$) が「浸透探傷試験」の 1.3「ぬれ性」の項に解説されているので勉強しておくといよい。

問 次の文は、蛍光浸透液に含まれる蛍光物質に紫外線を照射した場合の影響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) 輝度の低下は照射時間に影響されない。
(b) 薄膜の浸透液ほど輝度が低下する。
(c) 厚膜の浸透液ほど輝度が低下する。
(d) 輝度の低下は膜厚に影響されない。

正答 (b)

蛍光浸透液に含まれる蛍光物質に紫外線を照射した場合、紫外線は浸透液に対し、反射、透過、散乱、吸収を起こし、浸透液中の蛍光物質と相互作用し、蛍光を発する。このとき、長時間紫外線を受けると、蛍光物質は劣化してくる。そのため、蛍光輝度が低下する。この程度は、浸透液の膜厚が薄いと浸透液中の大部分の蛍光物質と紫外線との相互作用が起こるが、膜厚が厚くなると浸透液の表層にしか紫外線が作用せず浸透液の劣化の割合は小さくなる。

浸透液の蛍光輝度に関する問題としては、蛍光浸透液の膜厚と蛍光輝度の関係や蛍光輝度の強さを測定するメニスカス法などが考えられる。メニスカス法については、「浸透探傷試験問題集 2001」に例題が掲載されているので「浸透探傷試験」と共に勉強されることが望ましい。

C₂ 例題

問 次の文は、溶剤除去性蛍光浸透探傷試験の処理方法について述べたものである。適切でないものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) ウェスや紙タオルを使用して、浸透液をふき取って

除去するときは、一方向にふき取り、往復させるのは避けた方がよい。

(b)除去処理で注意が必要なのは過剰除去と除去不足である。

(c)除去の程度は、紫外線を照射して、バックグラウンドからの蛍光輝度が指示模様のコントラストを低下させない程度までとする。

(d)まず乾いたウエスや紙タオルで丹念に繰り返しよくふき取った方が、溶剤を滲みこませたウエスでふき取る時の作業を軽減でき、的確な探傷ができる。

正答 (d)

選択肢(a)の除去の時ウエス等を往復させることは、汚れを拡大することになり、好ましくない。(b)は除去の基本的なことを言っている。(c)の場合、完全にバックグラウンドをきれいにするには、きずからの指示模様も低下させてしまうことになるため、指示模様のコントラストを低下させない適度な除去が必要とされる。

(d)の何回も丹念に繰り返し試験面をふき取ることは、自己現像により、試験面に溢れた浸透液を過剰に除去してしまうことになり、検出精度を低下させる原因となるため、避けるべきである。

問 次の文は、目の順応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)暗いところでも目が暗さに慣れて物が見えるような状態になることを暗順応という。

(b)一般的に、人の目で丁度見える明るさ、あるいは丁度見えなくなる限界の刺激光の強さを閾値(いきち)と呼んでいる。

(c)暗順応の場合には、網膜感度が次第に増大し光に対する閾値が上がる。

(d)暗順応の場合の閾値の低下は、第1段階では錐状体細胞の機能によるもの、第2段階では杆状体細胞の機能によるものとされている。

正答(c)

目の順応については、「浸透探傷試験」に詳しく説明されている。選択肢(a)、(b)、(d)はともに正しく、(c)の選択肢において網膜感度が大きくなった場合は、光に対する閾値は下がってくる。目の順応に関しては、比視感度曲線の問題もよく出題されているので合わせて勉強しておくとうい。

問 下記の語群から「A」に入る適当な言葉を一つ選び記号で答えよ。

蛍光浸透探傷試験において、現像塗膜中に毛細管現象とぬれにより形成された蛍光浸透液の色調は現像塗膜の厚さに関係する。速乾式現像剤を使用したとき、現像塗膜が厚すぎると、指示模様の色調は、「A」色になる。

(a)黄緑 (b)黄 (c)青白 (d)白

正答 (c)

本来、蛍光浸透液の蛍光の色調は黄緑色をしている。速乾式現像剤の塗膜が厚くなると指示模様の色調は本来の色調である黄緑から青白になり、比視感度が低下し、蛍光輝度も低下する。蛍光浸透探傷試験に速乾式現像剤を使用する場合は塗膜の厚さに十分注意する必要がある。

ここで、暗所視における目の比視感度は波長 510nm 付近(黄緑色)で最大を示すことも覚えておくとうい。

問 次は JIS Z 2343-1:2001 に示す独立したきずの分類と定義に関するものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

(a)独立したきず：指示模様を取り除いて試験体表面に現われた形状及び存在の状態から、3種類に分類する。

(b)割れ：試験体表面に現われたきずを観察し、割れと認められたもの。

(c)線状のきず：割れ以外のきずで、その長さが幅の3倍以上のもの。

(d)円形状のきず：割れ以外のきずで、その長さが幅の3倍以下のもの。

正答 (d)

少なくとも、レベル3を受験しようと考えている人は JIS を一通り読んでおく必要があると思われる。

円形状のきずの定義は、「割れ以外のきずで、線状きずでないもの」とされている。選択肢(d)も一見正しそうに見えるが「以下」と「未満」の定義をはっきりと理解しておく必要がある。

以上、これまでに出题された問題の類似の問題を参考に解説してきたが、これからレベル3の資格を取得しようとする方は、本解説を参考にして参考書、問題集を学習して欲しい。特に浸透試験問題集の3章の問題が、四者択一形式に変更されて出题される傾向も見受けられるので、よく勉強しておくことが望まれる。

また、本解説についての問い合わせには応じていないので、悪しからずご了承いただきたい。