

RT レベル 2 一般・専門試験のポイント

RT レベル 2 の一次試験については、一般試験問題及び専門試験問題を Vol.53No.8(2004)に、一般試験問題を Vol.54No.9(2005), Vol.57No.11(2008), Vol.60No.2(2011)に、専門試験問題を Vol.55No.4(2006), Vol.58No.6(2009), Vol.60No.6(2011)にそれぞれ取り上げて解説を行った。今回は最近の一次試験の一般及び専門試験問題で比較的に正答率の低い問題の類題を選んで解説を行い、受験者の参考に供したい。

問 1 次の文は、透過写真の観察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]

透過写真を観察する場合には、室内の明るさ、観察器の明るさ及び固定マスクの有無の影響を受けやすい。透過写真の見掛けのコントラストを小さくしないためには、透過光以外の光の強さをできるだけ小さくするように配慮する必要がある。

- (a) 室内の明るさが一定の場合、その影響は透過写真の濃度が高くなるほど大きい。
- (b) 観察器の明るさが一定であれば、その影響は透過写真の濃度が低くなるほど大きい。
- (c) 透過写真の濃度が一定であれば、その影響は観察器の明るさが明るくなるほど大きい。
- (d) 固定マスク無しの場合、その影響は透過写真の濃度が低くなるほど大きい。

正答 [A] (a)

透過写真の観察についての問題である。微小なきずの検出においては、そのきずの透過写真のコントラストをできるだけ大きくすることが大切なことは勿論であるが、その透過写真を観察する場合の室内の明るさ、観察器の明るさ、透過写真の濃度、固定マスクの有無などの影響に起因する透過写真の見掛けのコントラストを小さくしないことが大切である。見掛けのコントラストは次式で示される。

$$AD_a = AD / (1 + n')$$

ここで、 AD_a : 透過写真の見掛けのコントラスト、 AD : 透過写真のコントラスト、 n' : 透過光以外の光の強さを透過光の強さで除した値である。

透過写真の濃度が高いほど透過光の強さは小さくなるために、見掛けのコントラストは小さくなり (a) は正

しい。逆に透過写真の濃度が低いほど透過光の強さは大きくなるから、影響は少なくなり (b) は誤りである。透過写真の濃度が一定であれば、観察器の明るさが明るいほど透過光の強さは大きいから、影響は少ないので (c) は誤りである。固定マスクがない場合でも、透過写真の濃度が低くなるほど透過光の強さは大きくなるから (d) は誤りである。

問 2 次の文のうち正しいものを一つ選び、記号で答えよ。[B]

- (a) 識別限界コントラストは、観察条件とは無関係に決まる値である。
- (b) 識別限界コントラストは、フィルムと増感紙の組合せによって変わらない。
- (c) 針金の線径がある値より小さい場合は、識別限界コントラストは、線径が小さいほど小さい値である。
- (d) 同一線径に対する識別限界コントラストの値は、透過写真の濃度が高いほど大きい。

正答 [B] (d)

透過度計の線径と識別限界コントラスト ΔD_{min} の値の関係の一例を図 1 に示す。

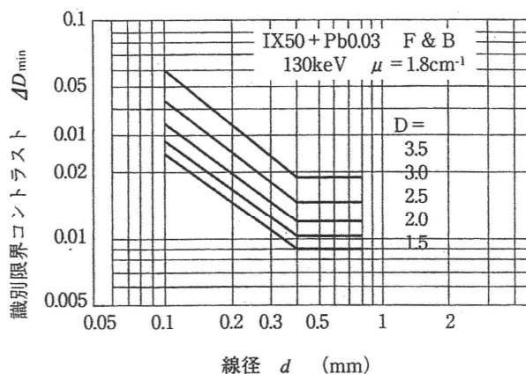
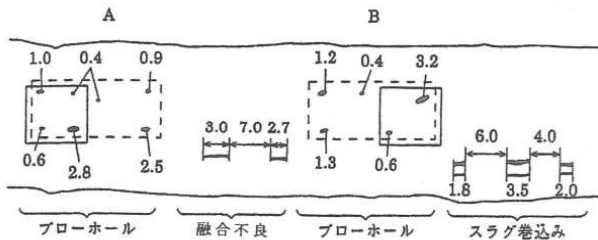


図 1 線径と識別限界コントラストとの関係

この図は IX50 +Pb0.03 で 130keV の場合の例であり、フィルムと増感紙の種類によって変わるから (b) は誤りである。図 1 で分かるように線径がある値より小さくなれば、識別限界コントラストの値は大きくなるので (c) は誤りである。また、同一線径に対する識別限界コントラストの値は、透過写真の濃度が高いほど大きいから (d) は正しい。なお、図 1 の関係はこの図を作成した観察条件における結果であり、観察条件が変われば変わるから (a) は誤りである。

問3 下図は鋼溶接部の透過写真に現れたきず像をスケッチしたものである。JIS Z 3104:1995 に基づいてきずの像の分類を行う場合、次の文の [C] ~ [K] に入れる適切な数値又は語句を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。なお、必要に応じ、巻末の資料を参照のこと。(本稿では省略)



単位：mm 試験視野：実線は10×10 破線は10×20

この溶接部は母材の厚さが30.0mmであり、余盛は両面にあり、その高さは測定していない。

- (1) 第1種のきずについては、Aの部分はきず点数が [C] 点で [D] 類、Bの部分はきず点数が [E] で [F] 類となる。
- (2) 第2種のきずについては、融合不良はきず長さが [G] mmで、分類は [H] 類、スラグ巻き込みはきず長さが [I] mmで [J] 類となる。
- (3) 総合分類は、[K] 類である。

[解答群]

- [C] (a) 4 (b) 6 (c) 8 (d) 10
- [D] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4
- [E] (a) 6 (b) 8 (c) 10 (d) 12
- [F] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4
- [G] (a) 3.0 (b) 6.0 (c) 8.2 (d) 13.2
- [H] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4
- [I] (a) 3.5 (b) 5.7 (c) 8.2 (d) 11.2
- [J] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4
- [K] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

正答 [C] (c), [D] (b), [E] (c), [F] (b), [G] (a), [H] (b), [I] (a), [J] (a), [K] (b)

鋼溶接部のきずの像の分類は、JIS Z 3104の附属書4に従って行う。第1種のきずについては、母材の厚さに応じて規定されている大きさの試験視野を、きずの密集している部分に適用し、それぞれのきずにその寸法に応じて規定されているきず点数を与えて、試験視野内のきず点数を合計する。求められた第1種のきずのきず点数

によって、附属書4表5により類を決定する。

この問題では、母材の厚さは30.0mmであるから、試験視野の大きさは破線の10×20mmである。Aの部分については、2.8mmと2.5mmのきずは3点ずつで6点、1.0mmと0.9mmのきずは1点ずつで2点、0.6mmと0.4mmのきずは0.7mm以下であるので、算定しないきずであり0点である。したがって、きず点数の合計は8点であるから [C] の正答は (c) である。附属書4表5から母材の厚さ25mmを超え50mm以下の欄により、きず点数8点は2類に分類される。[D] の正答は (b) である。Bの部分では、3.2mmのきずは点数が6点、1.3mmと1.2mmのきずは2点ずつで4点、0.6mmと0.4mmのきずは0点、したがって、きず点数の合計は10点であるから、[E] の正答は (c) であり、[F] の正答は (b) である。

第2種のきずは試験視野を用いず、最も長いきずの寸法を第2種のきずのきず長さとし、附属書4表6により類を決定する。きずが一線上に存在する場合は、きずときずとの間隔によって、独立かきず群かの判断が必要になる。間隔が大きい方のきず長さより短い場合はきず群となり、きずときずとの間隔を含めて測定した寸法を、そのきず群のきず長さとする。この問題では融合不良もスラグ巻き込みもいずれも独立であるから、きず長さは融合不良では3.0mm、スラグ巻き込みでは3.5mmである。したがって、[G] の正答は (a)、[I] の正答は (a) である。附属書4表6による類の決定では、3.0mmも3.5mmも母材の厚さ30.0mmの1/4以下であるから1類に分類されると思われる。しかし、ただし書きがあって、「1類と分類された場合でも、溶込み不良又は融合不良があれば2類とする。」と規定されているので、[H] の正答は (b)、[J] の正答は (a) となる。附属書4表6には表のみで、ただし書きは記載されていないので、誤りやすい。溶込み不良、融合不良はいずれも溶接部にとって危険なきずであるので、スラグ巻き込みとは分けて厳しくしてあることをしっかりと留意してほしい。

2種類以上のきずがあって、総合分類を行なう場合は、下位の方の類とし、第1種のきずの試験視野に第2種のきずの一部がかかるような場合は、混在の扱いとなり、両方の種の分類結果が同じ類の場合は、一つ下位の類とするが、この問題では混在の状態ではないので、[K] の正答は (b) である。

UMレベル1 一般試験のポイント

今回は、基本的な点の理解に役立つことを目標にして、難易度が相対的に高い問題の類似例を解説する。

問 1 次の時間は、厚さ 9.5mm のアルミニウム板を超音波（縦波）が往復する時間である。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。ただし、アルミニウム中の縦波音速は 6300m/s とする。

- (a) 100 万分の 3 秒
- (b) 100 万分の 6 秒
- (c) 10 万分の 1 秒
- (d) 10 万分の 5 秒

正答 (a)

図 1 のように、超音波は材料の内部を往復するので、伝搬する距離は厚さの 2 倍になる。この距離を音速で割れば、伝搬する時間が得られる。問題なのは、この時間が日常的な時間に比べてごく短く、逆に音速はごく大きいことで、単位の処理に慣れる必要がある。

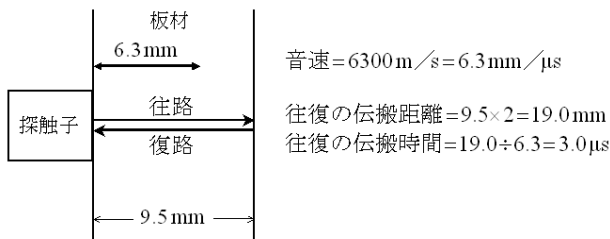


図 1 超音波の音速と伝搬時間

音速が 6300m/s ということは毎秒 6300m、つまり 6.3km になり、非常に速い。そのため、9.5mm の厚さを往復する時間は極端に短い。往復の距離：9.5×2=19mm を伝わる時間を計算するためには、長さの単位を揃える必要があるので、6300m を mm の単位で表すと

$$6300 \text{ m} = 6300 \times 1000 \text{ mm} = 6300000 \text{ mm}$$

になる。その結果、時間は

$$\text{距離} \div \text{速度} = 19 \div 6300000 \approx 0.0000030 \text{ 秒} \quad (1)$$

になり、0.000003 秒 = 100 万分の 3 秒なので、正答は (a) であることがわかる。

しかし、この計算では単位の変換が必要だけでなく、数値に含まれる 0 も多い。そこで、時間の単位を 100 万分の 1 秒に変えてみる。100 万分の 1 はマイクロ：μ と表すので

100 万分の 1 秒 = 1 マイクロ秒 = 1μs
が時間の単位になる。この単位を利用すると

$$\begin{aligned} 0.000003 \text{ s} &= 0.000003 \times 1 \text{ s} \\ &= 0.000003 \times 1000000 \mu\text{s} \\ &= 3 \mu\text{s} \end{aligned}$$

になり、桁数の少ない自然な数値で表せるようになる。

音速を表すときの時間の単位にもマイクロ秒を使うと

$$\begin{aligned} \text{音速} &= 6300 \text{ m/s} \\ &= 6300000 \text{ mm} / 1000000 \mu\text{s} \\ &= 6.3 \text{ mm} / \mu\text{s} \end{aligned}$$

になる。この単位を使うと (1) 式は

$$19 \div 6.3 \approx 3.0 \mu\text{s} \quad (2)$$

になる。この式を言葉で言い換えると、「19mm の距離を 6.3mm/μs の速さで進むと約 3μs の時間が掛かる」ということになり、直感的にわかり易くなる。

厚さ測定や探傷に超音波を利用するときには、長さは mm、時間は μs を単位にするといろいろな量が 0 の少ない自然な数値で表されることが多い。

問 2 裏面に段差のある図 2 のような試験体上で二振動子垂直探触子を左から右に走査すると、厚さ計の表示値は 7.0 mm から 12.0 mm に変わる。図のように、探触子の中心が段差の真上にあるときの表示値として、最も可能性の高い数値はどれか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。ただし、エコーは十分な感度で検出されているものとする。

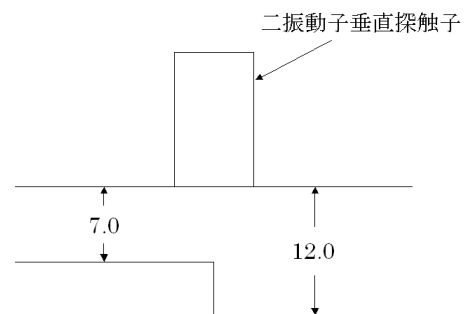


図 2 段差上での測定

- (a) 7.0 mm
- (b) 12.0 mm
- (c) 7.0 mm を超え 12.0 mm 未満の数値。
- (d) 厚さ計により 7.0 mm のことも 12.0 mm のこともある。

正答 (a)

段差ではなく、図3のような矩形溝がある場合を考えるとわかり易い。図3の場合には、底面エコーが受信される前に溝からのエコーが受信されるので、溝からのエコーが検出限界よりも大きければ溝までの距離が表示される。このことは、段差の場合にも同じなので、図2の場合には表面に近いほうの底面までの距離が表示される。そのため、(a)が正しい。

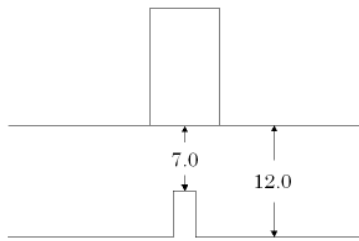


図3 矩形溝の場合

汎用超音波厚さ計では、最初のエコーが検出されるまでの時間を厚さに換算して表示する。図4に示す垂直探傷の図形を見ると、図2や図3の場合は、7mmの位置と12mmの位置にエコーが検出されていると考えられる。そのため、表示値は7.0mmになる。2006年5月号(Vol.55, No.5)の本欄には、この問題についてのより詳しい解説をしている。



図4 深さが7mmと12mmのエコー(垂直探傷図形)

問3 次の文は、物質の音響インピーダンスを比べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 水の音響インピーダンスは空気よりも小さい。
- (b) 鋼の音響インピーダンスは水よりも小さい。
- (c) アクリル樹脂の音響インピーダンスは鋼よりも大きい。
- (d) アルミニウムの音響インピーダンスはグリセリンよりも大きい。

正答 (d)

音響インピーダンスについては、たとえば『超音波厚さ測定 I』2009年版(8ページ)に表1のような数値が載っている。

表1 音響インピーダンス(単位: $10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$)

物質	音響インピーダンス
空気	4×10^{-4}
水(20°C)	1.5
グリセリン	2.4
アクリル樹脂	3.2
アルミニウム	16.9
鋼	45.4

物質の音響インピーダンスは密度と音速の積なので、表の中ではもっとも軽くて、音速も遅い空気の数値がもっとも小さい。逆にもっとも密度が高く、音速も速い鋼の音響インピーダンスはもっとも大きい。水、グリセリン、アクリル樹脂はこの順に数値が大きくなる。アルミニウムは、音速は鋼よりも速いが密度が小さいので、音響インピーダンスは金属としては小さい。表1から、(a)~(c)は誤りで、正答は(d)であることがわかる。

問4 次の文は、表示器付き超音波厚さ計の開発目的を述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 表示器により、裏面の凹凸を正確に知ることができるようになる。
- (b) 表示器により、校正を不要にする。
- (c) 表示器により、エコーの現れ方や妨害エコーの有無を確認できるようにする。
- (d) 表示器により、測定値の分解能を高くする。

正答 (c)

鋼板などの厚さ測定を行う場合、正常な部分については、汎用超音波厚さ計により正確に測定することができる。しかし、非金属介在物がある場合や裏面の腐食が著しい場合などには、厚さをデジタル値で表示するだけの汎用超音波厚さ計では、誤った数値を表示したり、表示値が得られないことがある。

表示器付き超音波厚さ計は、これらの場合にも正しい判断ができるようにすることを目的として開発された。超音波探傷器と同じようにエコーを観察できるため、測定物の状態をより詳しく知ることができ、より信頼できる測定を行うことができる。そのため、(c)は正しい。