

## RTレベル1 一次専門試験問題のポイント

RT レベル1の一次試験については、54巻1号(2005)に一般試験問題及び専門試験問題を、55巻12号(2006)、及び59巻1号(2010)に専門試験問題をそれぞれ取り上げて解説を行った。今回は一次試験の専門試験問題で比較的正答率が低くなると思われる類題を選んで解説を行い、受験者の参考に供したい。

問1 JIS Z 3105:2003 に従って放射線透過試験を行う場合、アルミニウムの平板突合せ溶接継手の母材の厚さT及び余盛の高さHを実測したところ、それぞれ次のようになった。階調計は何形を使用したらよいか。[A]及び[B]に適切な階調計の形を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。解答にあたって必要とする場合、巻末のJIS Z 3105:2003の附属書1の表1を用いよ。(巻末資料については省略する)

- [A] T:15 mm, H:2.0 mm  
[B] T:9.0 mm, H:4.0 mm

[解答群]

- [A](a)10形 (b)15形 (c)20形 (d)25形  
[B](a)10形 (b)15形 (c)20形 (d)25形

正答 [A] (b), [B] (a)

JIS Z 3105は2003年に改正され、階調計の形状が従来の1993年版と異なり、1ブロックで1辺の寸法により10形、15形、20形及び25形の4種類が規定された。階調計の適用区分は附属書1の表1で規定されており、母材の厚さによって使用する階調計の形が決まり、余盛の高さは無関係である。問題にも記載されているように、巻末にJIS Z 3104:1995、JIS Z 3105:2003及びJIS G 0581:1999の必要な表が与えられている。[B]の解答において、間違いの15形を正答とした者は、JIS Z 3105の表1ではなく、JIS Z 3104の表1を見てしまっている。両方とも階調計の適用区分の表であるが、問題文を落着いて読み、巻末資料で正しい規格を選べば、全く問題はないはずである。

問2 JIS Z 3104:1995に基づいて撮影された透過写真について、次の文中の[C]~[E]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。解答にあたって必要とする場合、巻末のJIS Z 3104:1995附属書1の表1~表6を用いよ。

- (1) 鋼板の突合せ溶接継手において、母材の厚さが、12.0 mmの場合、透過度計の識別最小線径は[C] mm以下となればよい。ただし、像質はA級とする。  
(2) 鋼板の突合せ溶接継手の撮影において、透過度計を用いる場合には、透過度計とフィルム間の距離を識別最小線径の[D]倍以上離せば、透過度計をフィルム側に置くことができる。この場合には透過度計のそれぞれの部分に[E]の記号を付けて透過写真上でフィルム側に置いたことが分かるようにする。

[解答群]

- [C] (a) 0.20 (b) 0.25 (c) 0.32 (d) 0.40  
[D] (a) 3 (b) 5 (c) 10 (d) 20  
[E] (a) A (b) B (c) F (d) O

正答 [C] (b), [D] (c), [E] (c)

透過写真の像質A級及びB級について、母材の厚さに対する透過度計の識別最小線径の値は、JIS Z 3104:1995の附属書1の表4で規定されており、巻末資料を正しく見れば、[C]については0.25mmが得られる。[D]の10倍と[E]のFの記号は規格をよく理解して、記憶しておく必要がある。

問3 次の文は、透過写真の必要条件の確認のうち、階調計の値について述べたものである。正しいもの一つを選び、記号で答えよ。[F]

- (a) 余盛高さから使用されている階調計の形が適正であるかを確認する。  
(b) 階調計の値は母材部分の濃度から階調計の中央の部分の濃度を引いたもの(濃度差)によって確認する。  
(c) 階調計の値は母材部分の濃度から階調計の中央の部分の濃度を引いたもの(濃度差)を母材の部分の濃度で除した値によって確認する。  
(d) 階調計の値は母材部分の濃度から階調計の中央の部分の濃度を引いたもの(濃度差)を階調計の中央の部分の濃度で除した値によって確認する。

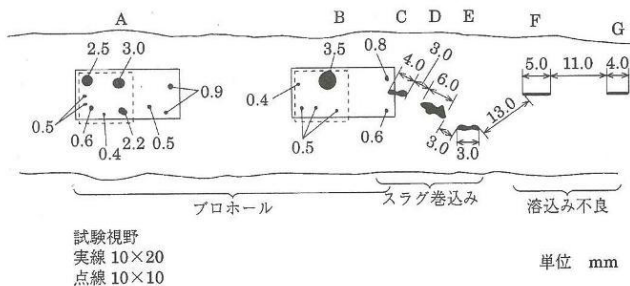
正答 [F] (c)

階調計の値は、透過度計の識別最小線径、試験部の濃度とあわせて、透過写真の必要条件を確認する場合の重要な因子である。以前のJIS規格では、濃度差/濃度という用語で規定されていたが、1995年版からこの用語になった。分母の濃度として、(c)の母材の部分の濃度か、

(d) の階調計の中央の部分の濃度かの問題で、よく間違えたり、迷ったりするケースに出会う。(c) の母材の部分の濃度であることをしっかり記憶しておくことが大切である。

問4 次の文は、JIS Z 3104:1995 に基づいた分類について述べたものである。[ G ] ~ [ P ] 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。

下図は鋼板の溶接継手の透過写真に現れたきずの像をスケッチしたものである。この溶接継手は母材の厚さが30.0 mm であり、余盛は両面にある。なお、必要に応じ、巻末資料を参照のこと。



- (1) 適用する試験視野の大きさは10 mm×[ G ] mm である。
- (2) 第1種のきずについては、A の部分はきず点数が [ H ] 点で [ I ] 類、B の部分はきず点数が [ J ] で [ K ] 類となる。
- (3) 第2種のきずについては、溶込み不良はきず長さが [ L ] mm で、分類は [ M ] 類、スラグ巻き込みはきず長さが [ N ] mm で [ O ] 類となる。
- (4) 第1種のきずと第2種のきずは混在している。
- (5) この場合、総合分類は [ P ] となる。

[解答群]

- |               |         |         |          |
|---------------|---------|---------|----------|
| [ G ] (a) 10  | (b) 20  | (c) 30  | (d) 40   |
| [ H ] (a) 6   | (b) 9   | (c) 11  | (d) 15   |
| [ I ] (a) 1   | (b) 2   | (c) 3   | (d) 4    |
| [ J ] (a) 7   | (b) 8   | (c) 11  | (d) 13   |
| [ K ] (a) 1   | (b) 2   | (c) 3   | (d) 4    |
| [ L ] (a) 3.0 | (b) 4.0 | (c) 5.0 | (d) 9.0  |
| [ M ] (a) 1   | (b) 2   | (c) 3   | (d) 4    |
| [ N ] (a) 3.0 | (b) 4.0 | (c) 6.0 | (d) 10.0 |
| [ O ] (a) 1   | (b) 2   | (c) 3   | (d) 4    |
| [ P ] (a) 1   | (b) 2   | (c) 3   | (d) 4    |

正答 [ G ] (b) , [ H ] (c) , [ I ] (b) ,

- [ J ] (a) , [ K ] (b) , [ L ] (c) ,  
 [ M ] (b) , [ N ] (c) , [ O ] (a) ,  
 [ P ] (b)

きずの像の分類の問題である。巻末資料に必要な表は与えられているから、落着いて取組めば問題ないはずであるが、勉強不足を感じさせる。第1種のきずの試験視野の大きさは、附属書4の表2で与えられ、母材の厚さで決まる。

この問題では30.0 mm であるから、10×20 である。第1種のきずのきず点数は、試験視野内に存在する個々のきずに対して、附属書4の表3に従ってきず点数を与えて合計すればよいが、この際算定しないきずの像の寸法があり、30 mm の母材の厚さに対しては0.7 mm であるので、0.4, 0.5 及び0.6 mm のきずが該当する。第2種のきずのきず長さについては、この問題では溶込み不良とスラグ巻き込みに分けて問うており、溶込み不良については5.0 mm と4.0 mm の2個が11.0 mm 離れて存在している。間隔が大きい方の5.0 mm より大きいから、2個の合計ではなく、大きい方の5.0 mm がきずの長さとなる。

また、分類については、この場合、附属書4の表6を適用すると、母材の厚さの1/4 であるので1類となるが、「溶込み不良又は融合不良があれば2類とする」と規定されているために2類となる。スラグ巻き込みについては、3個のきずが一番大きい6.0 mm のきずの長さより短い3.0 mm の間隔で存在しているが、溶込み不良のように一線上には存在していないので、合計せずに一番大きいきずのきず長さ6.0 mm がスラグ巻き込みのきず長さとなる。合計した10.0 mm とするのは間違いである。溶接線に対して斜めに存在する場合は、間隔が大きい方のきず長さより短くても、きず群としないことに留意して欲しい。

また、第1種のきずと第2種のきずの混在とは、2種類のきずが1枚の透過写真の中に両方とも存在することを言うのではなく、この問題の図の中央部のように、第1種のきずの試験視野の枠の中に、第2種のきずが存在する状態をいい、もしも両種のきずの分類結果が同類の場合は、一つ下位の類に下げることになる。

この問題では、第1種のきずの分類結果が2類であり、第2種のきずの分類結果も2類であるが、2類となるきずFはBから離れた場所にあるので、混在の状態ではないので、総合分類は2類となる。

## SMレベル1 一次一般試験問題のポイント

ひずみ測定 (SM) レベル1 の新規一次試験では、電気抵抗ひずみ測定法の実施に当たり必要な基礎知識についての問題が出題される。また、すでに機関誌 Vol.55, No.11 の NDT フラッシュ欄では、本試験の代表的な問題例とこの例題の解答に当たっての解説がされているので、参考にしてもらいたい。ここでは、さらに最近の一次試験と同じ内容で、まだ紹介されていない問題例を取り上げ、解答に当たっての解説をする。

問1 5 MN (メガニュートン) で示されている荷重を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a)  $5 \times 10^8$  N      (b)  $5 \times 10^7$  N  
(c)  $5 \times 10^6$  N      (d)  $5 \times 10^5$  N

正答 (c)

ひずみ測定における数値には SI 単位系が使用されている。この単位系では数値を3桁毎に区切り、接頭語で示すことが原則的に行われている。表1はひずみ測定部門で、とくに大きい桁の数値を表す場合に使用される接頭語である。

表1 SI 単位系の接頭語

接頭語	読み方	倍数
G	ギガ	$10^9$
M	メガ	$10^6$
k	キロ	$10^3$

この表より M (メガ) は  $10^6$  の桁を示す接頭語である。したがって、(c) が正答になる。

なお、構造用の材料として広く使用されている鋼、アルミニウム合金などの金属材料では、縦弾性係数が  $10^9$  の桁の GPa (ギガパスカル)、降伏応力、引張強度などが  $10^6$  の桁の MPa (メガパスカル) の値になる。このため、本表に示した接頭語は知っておいてもらいたい。

問2  $8 \mu\text{m}$  (マイクロメートル) の変位量を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a)  $8 \times 10^{-9}$  m      (b)  $8 \times 10^{-6}$  m  
(c)  $8 \times 10^{-3}$  m      (d)  $8 \times 10^{-2}$  m

正答 (b)

表2は SI 単位系の小さい数値を表す場合に使用され

る接頭語である。

表2 SI 単位系の接頭語

接頭語	読み方	倍数
m	ミリ	$10^{-3}$
$\mu$	マイクロ	$10^{-6}$
n	ナノ	$10^{-9}$

この表より  $\mu$  (マイクロ) は  $10^{-6}$  の桁を示す接頭語であるので、(b) が正答になる。

なお、電気抵抗ひずみ測定法ではマイクロストレーン、すなわち  $10^{-6}$  の桁の微小ひずみの測定が可能である。また、最近注目されているナノテクノロジーは  $10^{-9}$  の桁で表される技術である。したがって、この表の接頭語についても知っておいてもらいたい。

問3 応力が重力単位系で示され、 $3.5 \text{ kgf/mm}^2$  になっていた。これに相当する SI 単位系の応力の値を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 19.6 MPa      (b) 24.5 MPa  
(c) 29.4 MPa      (d) 34.3 MPa

正答 (d)

前の問1、問2で示したように、現在ひずみ測定部門の数値には SI 単位系を使用することになっている。しかし、過去に測定された応力などのデータでは重力単位系で示されていることがある。このため、重力単位系で示された値を SI 単位系に換算する必要があるが、SI 単位系の応力の値 ( $\text{Pa} = \text{N/m}^2$ ) は絶対単位系であるので、この換算には重力単位系の値に重力加速度 (一般には  $9.8 \text{ m/s}^2$ ) を掛けなければならない。したがって、この間では、

$3.5 \times 9.8 = 34.3 \text{ N/mm}^2 = 34.3 \times 10^6 \text{ Pa} = 34.3 \text{ MPa}$  になり、(d) が正答になる。

問4 試験前の断面積が  $48 \text{ mm}^2$  の平板試験片による引張試験を実施した。この試験で  $12 \text{ kN}$  の荷重をかけたときの応力を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 250 MPa      (b) 300 MPa  
(c) 350 MPa      (d) 400 MPa

正答 (a)

引張試験で荷重  $W$  を受けたときの応力  $\sigma$  は単位面積当たりの力として与えられる。しかし、荷重を受けている

ときの断面積を測定するのは不可能であるので、一般には試験前の試験片の単位断面積当たりの力として表される。したがって、この試験前の断面積を  $A$  とすると、

$$\sigma = W/A = (12 \times 10^3) / 48 = 250 \text{ N/mm}^2 = 250 \text{ MPa}$$

になり、(a) が正答になる。

問5 引張試験で 16 cm の長さ部分の伸びを測定したところ 0.3 mm であった。このときのひずみを次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a)  $1250 \times 10^{-6}$       (b)  $1875 \times 10^{-6}$   
(c)  $2500 \times 10^{-6}$       (d)  $3750 \times 10^{-6}$

正答 (b)

引張試験におけるひずみ  $\varepsilon$  は単位長さ当たりの伸びとして表される。したがって、試験片の長さ  $L$  の部分が  $\Delta L$  伸びた場合のひずみは、

$$\varepsilon = \Delta L / L = 0.3 / (16 \times 10) = 1875 \times 10^{-6}$$

になり、(b) が正答になる。

問6 縦弾性係数が 200 GPa の鋼材の試験でひずみを測定したところ  $450 \times 10^{-6}$  の値が得られた。このときの応力を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 50 MPa      (b) 60 MPa  
(c) 70 MPa      (d) 90 MPa

正答 (d)

構造物の強度は一般に応力で評価される。しかし、引張試験のように応力が断面に一様な分布をしている場合以外は直接応力を測定することができない。このため、まず電気抵抗ひずみ測定法などでひずみを測定し、これから応力を求めている。とくに、構造材料が弾性範囲内の場合には、縦弾性係数を  $E$ 、測定されたひずみを  $\varepsilon$  とすると、応力  $\sigma$  は  $\varepsilon$  に比例し、次のように求められる。

$$\begin{aligned} \sigma &= E\varepsilon = 200 \times 10^9 \times 450 \times 10^{-6} = 90 \times 10^6 \text{ Pa} \\ &= 90 \text{ MPa} \end{aligned}$$

したがって、(d) が正答になる。

問7 構造物が周波数 250 Hz で振動しているときの周期は  $T$  ms (ミリ秒) である。この  $T$  に該当する値を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 4      (b) 5      (c) 8      (d) 10

正答 (a)

電気抵抗ひずみ測定法の動ひずみの測定では、まず記録器に記録された波形から周期を測定し、これから周波数を求めている。ここで、周波数を  $f$ 、周期を  $T$  とすると、この関係は  $f = 1/T$  で与えられる。

したがって、この間では、

$$T = 1/f = 1/250 = 0.004 = 4 \text{ ms}$$

になり、(a) が正答になる。

なお、二次の実技試験の動ひずみ測定でも、実際に記録された振動の波形から周波数を求めることが要求されている。このため、周期と周波数の関係は実技試験にも必要なので、知っておいてもらいたい。

問8 図は 350  $\Omega$  の抵抗が直列に接続された抵抗回路である。この回路の A B 間に 3.5 V の電圧をかけたときの電流を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。



- (a) 8 mA      (b) 6 mA  
(c) 5 mA      (d) 3 mA

正答 (c)

この間は抵抗回路の合成抵抗とオームの法則に関する問題である。まず、ここでの抵抗回路は各々 350  $\Omega$  の抵抗が直列に接続されているので AB 間の合成抵抗を  $R$  とすると、

$$R = 350 + 350 = 700 \Omega$$

になる。さらに、電圧を  $E$ 、電流を  $I$  とすると、オームの法則は、 $E = IR$  で与えられる。したがって、この間の電流は、

$$I = E/R = 3.5 / 700 = 0.005 \text{ A} = 5 \text{ mA}$$

になり、(c) が正答になる。

今回は主に単位及び数値計算を伴う問題例を紹介し、解答に当たっての解説をした。いずれも参考書「ひずみ測定 I」に基づいた問題例であるが、このような問題では文言が同じであっても、その都度与えられている数値は異なっている。したがって、解答に当たっては上述の参考書に示されている数式を理解しておくとともに、単位や桁を間違えずに計算できるように心掛けておくことが大切である。