

UT レベル 2 一次専門試験問題のポイント

2004 年 10 月号及び 2006 年 5 月号にて、UT レベル 2 の専門試験問題の類題を紹介した。

今回、新たに専門試験問題の中から、受験者の理解不足と思われる問題を選び、解説することにした。なお、これらの解答は JSNDI 発行の問題集に掲載されているので、本稿では要点の解説にとどめ、できるだけ多数の問題を紹介するように心掛けた。

問 1 次の文は、鍛鋼品の超音波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) 探傷には垂直探触子が使われるので、垂直探触子による探傷法をよく知ってさえいれば、探傷作業には困らない。
- (b) 探傷には斜角探触子や二振動子垂直探触子が最もよく使用されるので、これらの探触子による探傷法を身につけなければならない。
- (c) 斜角探触子と二振動子垂直探触子は同じように振動子が傾けてあり、原理も同じであるから、斜角探触子か二振動子垂直探触子のいずれか一つを用いれば、問題はない。
- (d) 探傷には、垂直探触子、斜角探触子及び二振動子垂直探触子を必要に応じて併用する。

正答 (d)

鍛鋼品の UT 規格に JIS G 0587 がある。この規格によると、鍛鋼品は垂直および斜角探触子の適用が規定されている。

問 2 次の文は、端部エコー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) 点集束探触子を用いると、通常の探触子より端部エコーの検出が容易である。
- (b) 端部エコー法により、きず指示長さを測定する場合、0.5mm の単位で測定しなければならない。
- (c) きずエコー高さの領域により、端部エコー法によるきず高さの測定方法が異なる。
- (d) 探触子の種類を変えて探傷すれば、全ての溶接きずの端部エコーが検出される。

正答 (a)

端部エコー法は、きずの上端部又は下端部からのエコー

のビーム路程と屈折角からきずの高さを測定する方法で、点集束型の斜角探触子が用いられる。日本非破壊検査協会規格 NDIS 2418 に規定されている。

問 3 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。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) アルミニウム探傷専用の接触媒質が必要である。
- (b) アルミニウム合金の音速は材種に関係なくほぼ一定である。
- (c) 縦波斜角法が一般的に用いられる。
- (d) 5Z10×10A70AL はアルミニウム用の斜角探触子である。

正答 (d)

アルミニウム溶接部の超音波探傷は JIS Z 3080 に規定されている。横波斜角探触子で STB-A1, A3, A31 などの鋼製 STB を用いて入射点や屈折角を測定した後、スネルの法則からアルミニウム中の屈折角を計算し、探傷屈折角を求める。

問 4 次の文は、JIS G 0801 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) 厚鋼板を直接接触法で探傷する場合、グラインダ仕上げであれば、仕上げの粗さが異なってもきずの検出程度は変わらない。
- (b) 板厚の適用範囲は 13 mm 以上である。
- (c) 垂直探触子を用いる場合、探傷感度は試験片方式で調整する。
- (d) 試験周波数は 5 MHz と規定している。

正答 (c)

問 5 次の文は、超音波探傷試験の関連規格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) JIS Z 3050 は超音波探傷試験の用語の規格である。
- (b) JIS G 0587 は炭素鋼鍛鋼品及び低合金鋼鍛鋼品の超音波探傷規格である。
- (c) JIS Z 2344 は超音波探傷試験に用いる標準試験片の規格である。
- (d) JIS Z 3070 は鋼溶接部の超音波探傷試験方法の規格である。

SMLレベル3 二次C₂ (適用) 試験のポイント

ひずみ測定 (SM) 技術者レベル3 の新規二次資格試験はC₁, C₂, C₃で構成されているが、この試験の概要並びにC₁, C₃については非破壊検査誌 NDT フラッシュ欄ですでに紹介され、また問題解答に当たってのポイントの解説もされている。ここでは、C₂の試験で、最近出題されたものと同様な形式及び内容の類似問題例により、解答に当たってのポイントの解説をする。

なお、C₂では電気抵抗ひずみ測定法の適用に関する内容の問題が20問出題される。また、試験時間はC₁と併せて120分である。

問1 電気抵抗ひずみ測定法でアクティブ・ダミー法を適用した場合の効果について、次の記述から正しいもの一つを選び、記号で答えよ。

- (a) ひずみゲージの接着方向の誤差を修正する。
- (b) リード線の温度差による抵抗変化が除去できる。
- (c) 測定中に生じる温度変化の影響を消去する。
- (d) ブリッジ回路の初期平衡が正確にとれる。

正答 (c)

電気抵抗ひずみ測定法では測定中に温度が変化すると測定値には温度変化による値も含まれてしまう。アクティブ・ダミー法は、被測定物と同じ材料にダミーゲージを接着し、2 アクティブゲージ法と同じブリッジ回路にして、温度変化のみによる見掛けのひずみを測定すると、アクティブゲージの測定値からこの値を差し引く形になり、温度変化による影響を消去することができる。

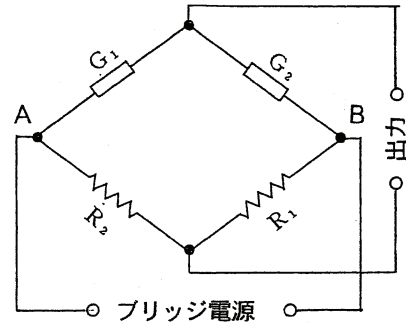
問2 常温でのゲージ率が K_0 の高温用ひずみゲージで温度 T まで上昇させ、このときに検定試験をした。この検定試験で 350×10^{-6} のひずみを与えたところ、ゲージ率の変化により測定値が 294×10^{-6} になった。この場合のゲージ率変化を次のうちから選び、記号で答えよ。

- (a) 0.72 (b) 0.76 (c) 0.80 (d) 0.84

正答 (d)

温度 T でのゲージ率を K_T 、検定試験で与えたひずみを $\varepsilon_M(T)$ 、測定値を $\Delta \varepsilon(T)$ とすると、ゲージ率変化は $K_0/K_T = \Delta \varepsilon(T) / \varepsilon_M(T)$
 $= 294 \times 10^{-6} / 350 \times 10^{-6} = 0.84$
 になる。

問3 下の図は抵抗が 120Ω のひずみゲージ G_1, G_2 と 120Ω の固定抵抗 R_1, R_2 で構成された2アクティブゲージ法のブリッジ回路である。この回路の結線をチェックするために、AB間の抵抗を測定した。正しく結線されているときのこの間の抵抗値を次のうちから選び、記号で答えよ。



- (a) 120Ω (b) 240Ω
- (c) 360Ω (d) 480Ω

正答 (a)

正しく結線されている場合、このブリッジ回路は G_1, G_2 及び R_1, R_2 がいずれも直列に接続され、さらにこれらが並列に接続されている抵抗回路である。また、ひずみゲージ、固定抵抗ともすべて抵抗が 120Ω であるので、AB間の抵抗 R は以下ようになる。

$$1/R = 1/(120+120) + 1/(120+120) \\ = 2/240$$

したがって、 $R = 240/2 = 120\Omega$ になる。

問4 問3の結線で、ゲージ G_2 の1本のリード線がブリッジの端子から外れていた。この場合のAB間の抵抗を次のうちから選び、記号で答えよ。

- (a) 120Ω (b) 240Ω
- (c) 360Ω (d) 480Ω

正答 (b)

ゲージ G_2 のリード線がはずれていた場合は前問の2アクティブゲージ法のブリッジ回路の G_1, G_2 側に電流が流れない。このため、AB間の抵抗 R は R_1 と R_2 を直列にした場合の抵抗になり、

$$R = 120 + 120 = 240\Omega$$

になる。なお、このようなブリッジ回路端子間の抵抗測定は、初期不平衡が生じた場合などの結線状態をチェックさせる手段になるので知っておいてもらいたい。

問5 現在の鉄道に使用されている長いレールは溶接により接合されている。この溶接部分では残留応力が生じている。電気抵抗ひずみ測定法でこのような場合の残留応力の測定もできるが、これに関する次の記述で正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 応力解放によるひずみは一定の方向になるので、単軸ひずみゲージで測定されたひずみから応力が求められている。
- (b) 溶接部分の表面にひずみゲージを接着して測定するので、微小な箇所における非破壊的な残留応力の測定法である。
- (c) 開口部を作ると残留応力によるひずみが生じるので、開口後このような箇所にひずみゲージを接着して応力を測定する方法である。
- (d) 円孔などの開口部を作ることによって生じるひずみを測定し、これから応力を求める方法なので非破壊的な方法とは言えない。

正答 (d)

あらかじめ構造物にひずみゲージを接着しておき、穴あけなどの開口で応力が開放されたときに生じるひずみを測定して残留応力を求めることができる。しかし、この方法は開口部を作る必要があるため、非破壊的な方法とは言えない。また、一般に残留応力の方向は未知であるため開口で生じたひずみの測定には3軸ロゼットゲージなどを使用して主応力を求めなければならない。

問6 縦弾性係数 206GPa、線膨張係数 $13 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ のレールを気温 20°C のもとで枕木に固定した。レール長手方向にひずみゲージを接着して測定したが、温度が 34°C まで上昇してもひずみが生じておらず、ほぼ拘束された状態であった。このとき生じている熱応力について、次のうちから正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 約 37.5MPa の圧縮応力
- (b) 約 45.5MPa の引張応力
- (c) 約 57.5MPa の曲げ応力
- (d) 応力は生じていない状態

正答 (a)

線膨張係数 α のレールが拘束されていないとすると、温度変化 ΔT による膨張で生じたひずみ ε_T は $\varepsilon_T = \alpha \Delta T = 13 \times 10^{-6} \times (34 - 20) = 182 \times 10^{-6}$ になる。しかし、ここではひずみが生じないように拘束

されているので、このひずみ量だけ圧縮されていることになる。したがって、縦弾性係数を E とすると、このときの圧縮応力 σ は

$$\begin{aligned} \sigma &= -E \varepsilon_T = -206 \times 10^9 \times 182 \times 10^{-6} \\ &= -37.49 \times 10^6 \text{ Pa} \approx -37.5 \text{ MPa} \end{aligned}$$

になる。

問7 タービン、発電機、エンジンなどのような回転体のひずみ測定に電気抵抗ひずみ測定法を適用する場合には、信号の伝達装置を用いる必要がある。以下に二つの伝達方式の説明が述べてある。

- [イ] この装置はひずみゲージからの信号を回転部分に内蔵した送信機で電波に変調し、電気信号に変換する方式である。
- [ロ] この装置は回転する円環の外周あるいは内面に接触したブラシによりひずみゲージからの信号を伝達する方式である。

上述の [イ]、[ロ] で説明された方式について、次の組合せで正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) [イ] はスリップリング、[ロ] は回転トランス
- (b) [イ] はリード線で伝達、[ロ] はテレメータ
- (c) [イ] はテレメータ、[ロ] はスリップリング
- (d) [イ] は回転トランス、[ロ] はリード線で伝達

正答 (c)

[イ] はテレメータを使用した伝達方式の説明である。また、[ロ] はスリップリングを使用した伝達方式の説明である。したがって、(c) が正答になる。しかし、他にも回転トランスを使用した伝達方式やリード線を信号伝達に使用する方式があり、実際の測定に当たっては最適な方式を使用しなければならないので、これらの方式の原理や特長についても知っておいてもらいたい。

SM レベル3 二次試験の C_2 の試験では電気抵抗ひずみ測定法の広範囲な適用に関する問題が出題される。また、これらの問題は主に参考書「ひずみ測定Ⅲ」を基に作成されているが、このひずみ測定法の基礎的な知識に関する問題も含まれている。したがって、測定法の基礎的なことが記されている参考書「ひずみ測定Ⅰ」及び「ひずみ測定Ⅱ」についても勉強しておく必要がある。