

PT レベル 1 一般・専門試験のポイント

これまでに PT レベル 1 の一般試験，専門試験については何回か本欄で解説してきた。今回は，最近の問題の中から正答率の良くないものに類似した問題について解説する。特に解説を簡単にして多くの問題を紹介した。

問 1 次のうち，後乳化性蛍光浸透液（油ベース乳化剤を使用）に適していると思われる試験体はどれか。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 大型構造物の溶接部
- (b) 表面が粗い鋳造品
- (c) 形状が複雑な鋳造品
- (d) 形状が単純な鍛造品

正答 (d)

後乳化性蛍光浸透液（油ベース乳化剤を使用）は，極めて微細なきず検出を目的にしている。しかし，試験体の表面状態の制限を受ける。このことから，適用可能な試験体は，(d) となる。

問 2 次の文は，浸透液の性質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) 溶剤除去性蛍光浸透液は，後乳化性蛍光浸透液よりも水洗性蛍光浸透液に似ている。
- (b) 手についた後乳化性蛍光浸透液は水で簡単に洗浄できる。
- (c) 手についた水洗性蛍光浸透液は有機溶剤で除去することができる。
- (d) 一般的に水洗性蛍光浸透液の主成分は水である。

正答 (c)

浸透液は油性の溶剤が基本であり，後乳化性浸透液は，溶剤除去性浸透液と同様に溶剤でしか除去できない。これらを総合すると，正答は (c) となる。

問 3 次の文は，浸透液の粘性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) 浸透液の粘性係数が増すと，きずの中に浸透する時間が長くなる。

- (b) 浸透液の温度が低くなると粘性係数が減少する。
- (c) 浸透液の粘性係数が高くなると，浸透液の密度(比重)が下がり，浸透時間が短くなる。
- (d) 浸透液の粘性係数は，浸透液の温度により変化するが，浸透液の種類による差は，ほとんどない。

正答 (a)

浸透液は油性の溶剤であり，低温になると粘性が上がります，浸透するまでの時間が長くなる。

問 4 次の文は，浸透液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) 後乳化用の浸透液には油ベース乳化剤用と水ベース乳化剤用の 2 種類がある。
- (b) 蛍光浸透液と染色浸透液の両方の色特性を持つ浸透液がある。
- (c) 水洗性浸透液には，ある程度の水分混入に対する許容がある。
- (d) 後乳化性浸透液は水分混入による影響が少ない。

正答 (a)

後乳化用の浸透液は，油ベース乳化剤用と水ベース乳化剤用の区分はされていないので (a) は誤っていて，これが正答になる。

問 5 次の文は，現像時間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) 速乾式現像剤の場合は，現像剤を塗布してから最終的な観察を開始するまでの時間である。
- (b) 湿式現像剤の場合は，試験体を現像剤に浸漬してから引き上げるまでの時間である。
- (c) 湿式現像剤の場合は，試験体を現像液に浸漬してから，乾燥するまでの時間である。
- (d) 乾式現像剤の場合は，現像剤を適用後，最終的な観察を終了するまでの時間である。

正答 (a)

現像時間は，現像剤の適用後適正な指示模様を形成するまでの時間である。現像法の違いによりこの時間が異なることを理解する必要がある。

問6 次の文は、乾式現像剤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) 他の現像法に比べると指示模様がにじみやすい。
- (b) 乾式現像剤は、乾燥処理を省略できる。
- (c) ステンレスのように白い試験面を持つ試験体には、染色浸透液と組合せて使用することが可能である。
- (d) 近接した浸透指示模様を区別するのに適している。

正答 (d)

乾式現像剤の特徴は、きずの中に浸透している浸透液にしか付着しない。よって、(d)のように接近した小さな指示模様の区別に適している。

問7 次の文は、高感度蛍光浸透液を使った場合の長所及び短所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) 比較的大きなきずだけを検出する場合には、現像剤を使用しなくても検出できる場合がある。
- (b) 普通感度蛍光浸透液よりも洗浄性がよい。
- (c) きず指示模様と疑似指示模様の区別が付きやすい。
- (d) 現像剤と組合せて使用することはできない。

正答 (a)

高感度蛍光浸透液の特徴として、比較的大きなきずを対象とする場合には、無現像が適用できる。よって、(a)は正しい。

問8 次の文は、浸透探傷試験で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) 観察の際は、試験体との距離を60cm以上とるのがよい。
- (b) 蛍光指示模様の発する光は、550nm付近の波長である。
- (c) 蛍光浸透探傷試験での観察の際、ブラックライトの強度は $750\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上必要である。
- (d) 染色浸透探傷試験での観察に適した明るさは400Lx程度である。

正答 (b)

観察の条件は、60cm以下の距離、 $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上の紫外線放射照度(蛍光浸透探傷試験)、500Lx(染色浸透探傷試験)の明るさなどが要求される。よって(a)、(c)、(d)は誤っていて、正答は(b)である。

問9 次の文は、溶剤除去性蛍光浸透探傷試験で乾式現像剤を用いて検査を行う場合の処理手順を示したものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 試験準備→前処理→浸透処理→除去処理→乾燥処理→現像処理→観察→後処理
- (b) 試験準備→前処理→浸透処理→除去処理→現像処理→観察→後処理
- (c) 試験準備→前処理→浸透処理→洗浄処理→乾燥処理→現像処理→観察→後処理
- (d) 試験準備→前処理→浸透処理→除去処理→現像処理→乾燥処理→観察→後処理

正答 (b)

溶剤除去性蛍光浸透探傷試験・乾式現像法では、洗浄処理、乾燥処理は実施しない。

問10 次の文は、浸透探傷試験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) 浸透液の適用方法には、はけ塗り法、スプレ法、浸漬法などがある。
- (b) 後乳化性浸透探傷試験は、過洗浄になりやすい。
- (c) 染色浸透探傷試験は、白いバックグラウンドができないとき検出能力が劣る。
- (d) 水洗性蛍光浸透探傷試験は、水洗性染色浸透探傷試験よりきず指示模様の識別性が高い。

正答 (b)

後乳化性浸透探傷試験の特徴は、水洗性浸透探傷試験と異なり過洗浄を防止できるので、(b)は誤っていて、これが正答になる。

ST レベル 1 試験問題のポイント

これまでの NDT フラッシュ欄でも述べてきたように ST レベル 1 の新規一次試験は従来の SM レベル 1 の場合とほぼ同じで、ひずみゲージ試験の実施に当たって必要な基礎的知識を問う一般試験と直接ひずみゲージ試験に関する専門試験で構成されている。両試験の設問形式は四者択一である。問題数は両試験とも従来の 30 問から 32 問になり、70%以上の正答率が合格の基準になった。なお、前回の Vol.65, No.8 (2016) の本欄では専門試験あるいは二次の実技試験に関係した内容の例題について解説をしたので、今回は主に一般試験の基礎的内容の例題を取り上げて解説をする。

問 1 次の構造物の安全性に関わる項目のうち、ひずみゲージ試験で可能なのはどれか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 製造過程で生じたきずの検出
- (b) 稼動によるきず進展の監視
- (c) 稼動中に発生するきずの検出
- (d) 稼動中の力による変形の監視

正答 (d)

構造物内部あるいは表面のきずの検出には RT, UT, MT, PT などの方法があり、(a) のような製造過程で生じたきずの検出にはこれらの試験法が適用されているが、ひずみゲージ試験は直接適用することはできない。また、現状ではこれらの方法で定期検査のような場合にきずを検出しているが、(b) あるいは (c) の稼動によるきずの進展の監視や稼動中に発生するきずの検出は不可能である。

一方、ひずみゲージ試験は構造物が稼動により力を受けたときの基準長さ当たりの変形であるひずみとして測定する方法であるので、(d) が正答になる。

問 2 ひずみゲージ試験は微小ひずみの測定ができる。このため、ひずみの値をマイクロストレイン ($\mu \epsilon$) と表示している。この表示の μ の意味を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 10^{-6} の桁
- (b) 10^{-4} の桁
- (c) 10^{-3} の桁
- (d) 10^{-2} の桁

正答 (a)

ひずみゲージ試験で測定されるひずみの値はひずみゲージの抵抗体部分の長さ、すなわちこの部分を基準長さとしたときの変形との比として示されている。したがって無次元量になり、 $\mu \epsilon$ の表示は単に 10^{-6} なる桁のひずみ量を示しているため、(a) が正答になる。

なお、最近「マイクロマシン」、「ナノ技術」などいづれも微小なことを意味してはいるが、曖昧な表現の用語が使用されている。しかし、正確にはマイクロ (μ) は 10^{-6} 、ナノ (n) は 10^{-9} の桁を示す S I 単位系の接頭語であることを知っておいてもらいたい。

問 3 引張試験で基準長さを 50mm とした試験片が荷重を受けたとき、この部分の伸びを変位計で測定したところ 0.075mm であった。同じ試験片に長さ 10mm のひずみゲージを接着して同じ荷重を受けたときのひずみを測定した。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) 150×10^{-6}
- (b) 300×10^{-6}
- (c) 1500×10^{-6}
- (d) 7500×10^{-6}

正答 (c)

変位計で測定した場合のひずみを ϵ 、基準長さを L 、伸びを δ とすると、ひずみは基準長さ当たりの変形、ここでは伸びとの比になり、

$$\epsilon = \delta / L = 0.075 / 50 = 1500 \times 10^{-6}$$

になる。これを長さ 10mm のひずみゲージで測定したとすると、この場合のひずみは基準長さ 10mm 当たりの伸びとの比になり、同じ値を測定していることになる。したがって、ひずみゲージで測定した場合も 1500×10^{-6} になり (c) が正答になる。

なお、上述のように同じ状態の測定をする場合のひずみは基準長さが変わってもそれに対する変形との比になるので、同じ値になることに注意してもらいたい。

問 4 直径が d の円形断面の棒が荷重を受けたときの応力を σ とする。直径が $2d$ の円形断面の棒が同じ荷重をう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) $\sigma / 2$
- (b) $\sigma / 4$
- (c) 2σ
- (d) 4σ

正答 (b)

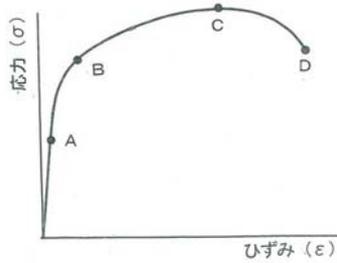
直径 d の棒が荷重 W を受けたときの応力 σ は棒の断

面積が $(d^2 / 4) \pi$ であるので、
 $\sigma = W / (d^2 / 4) \pi = 4 (W / d^2) \pi$
 になる。

一方、直径 $2d$ の棒の場合の応力を σ_s とすると、
 $\sigma_s = W / (4 d^2 / 4) \pi = (W / d^2) \pi$
 すなわち、 $\sigma_s = \sigma / 4$ になり (b) が正答になる。

なお、応力は単位面積当たりの力である。このため、
 問3のひずみとは違い同一の荷重でも断面積が変れば応力も変るので注意してもらいたい。

問5 下の図はある金属材料の応力・ひずみ線図である。
 この材料の縦弾性係数を求めるためにはどの点のひずみを測定しなければならないか。次のうちから正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

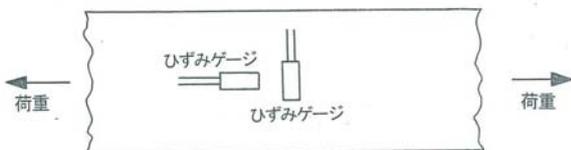


- (a) A点 (b) B点 (c) C点 (d) D点

正答 (a)

ひずみゲージ試験などで測定されたひずみを ϵ 、被測定材料の縦弾性係数を E とすると、応力 σ との関係は $\sigma = E \epsilon$ で与えられ、 $E = \sigma / \epsilon$ として求められる。しかし、この関係は σ と ϵ が比例、すなわち一次関数になっていて、この比例定数が E であることを示している。この問で示されている線図ではB点、C点及び破断のD点はいずれも曲線部分の点で、直線部分はA点のみであるので (a) が正答になる。

問6 下の図のような荷重を受ける試験片にひずみゲージを接着して縦・横両方向のひずみを測定するよう指示された。この二方向のひずみを測定しないと求められないものを次のうちから一つ選び、記号で答えよ。



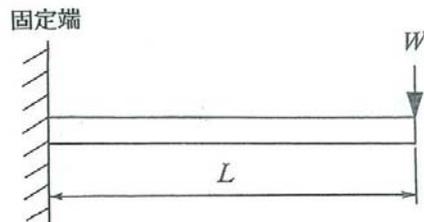
- (a) 引張強さ (b) 降伏応力
 (c) 安全率 (d) ポアソン比

正答 (d)

(a) の引張強さ、(b) の降伏応力はいずれも引張方向だけのひずみあるいは応力で決めることのできる値で、とくに横方向のひずみを測定する必要はない。(c) の安全率は構造物の強さや応力の不確かさを補うために設定された、ひずみの測定には直接関係のない係数である。

一方、ポアソン比は材料の縦方向のひずみと横方向のひずみの比として定義されている係数である。したがって、これを求めるためには縦・横両方向のひずみを測定する必要があり、(d) が正答になる。

問7 下の図は長さ L で自由端に W なる垂直方向の荷重を受けた片持りである。このはりで最大の引張ひずみが生じる場所を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。



- (a) 自由端の下面 (b) $L/2$ 部分の上面
 (c) 固定端の上面 (d) $L/2$ 部分の下面

正答 (c)

図のような自由端に垂直方向の荷重を受けている片持りの曲げモーメントは、自由端が零で固定端が最大になるような直線的变化をする分布になる。このため、ひずみも固定端で最大になる。また、このはりには下方に曲げを受ける形になるので、上面では引張、下面では圧縮のひずみが生じる。したがって、最大の引張ひずみは固定端の上面に生じ、(c) が正答になる。

ひずみゲージ試験レベル1新規の一次一般試験問題は参考書『ひずみ測定I』を基準として出題されている。このため、ここでの各例題の解答では本参考書を基に、より詳細な点も補足した解説をしてある。