

### MTレベル3 二次C<sub>2</sub>(適用)試験のポイント

JIS Z 2305 による資格試験について、今月号では MT レベル3のC<sub>2</sub>試験のポイントについて解説する。

MT レベル3の二次試験は、3つの筆記試験(C<sub>1</sub>: MT に関するレベル3の知識, C<sub>2</sub>: 規格, 仕様を含む関連する工業分野における MT の適用, C<sub>3</sub>: 手順書の作成)で行われ, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>は四者択一形式, C<sub>3</sub>は記述式である。以下にC<sub>2</sub>問題について、最近(2007年春・秋)の正答率の低い問題の類題のポイントを解説する。

問1 次の文は、降圧変圧器式磁化電源装置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) 商用電源 100V 又は 200V の交流を降圧変圧器の一次側入力とし、二次側に低電圧、大電流が得られるようにしたものである。
- (b) 磁化電流としては単相交流、単相半波整流、三相全波整流及び衝撃流などが使用できる。
- (c) 電流貫通法、軸通電法、コイル法などは適用できるが、プロッド法には適用できない。
- (d) 二次側出力に 800A 程度の大電流を流した場合、感電事故に注意が必要である。

#### 正答(a)

受験者の多くがこの種の磁化装置を使用する機会が非常に少ないと想像できる。降圧変圧器式は電流の種類が選択でき、また、種々の磁化方法に使用できるので非常に有用な電源装置である。また、この方式では二次側電圧は出力電流値にほぼ比例して大きくなる。この二次側電圧は、装置の特性、磁化方法や試験体の電気抵抗及び接触状態等により変化するが、一般には出力電流が 1000A 程度であれば、10~20V 程度である。一般に、人間が感電する範囲の下限は 40V 辺りといわれているので、降圧変圧器式電源を用いた通常の試験作業で 2000A 以下程度の電流であれば、試験体に直接接触しても問題はないが、これを超えるような磁化電流が流れている試験体や電極に直接接触することは避けたほうがよい。したがって、(a)は正しく、(c)(d)は誤りである。衝撃流は 1/100 秒以下の非常に短い時間であるので、この電源では使用できず(b)も誤りである。多くの受験者は極間法の経験は豊富であるが、その他の磁化方法、磁化電源装置は未経験の人も多いようなので、講習会などを通じて経験を積み、より理解を深めて頂きたい。

問2 次の文は、溶接部の磁粉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) 開先面の試験では、一般に極間法又はプロッド法が用いられる。母材に存在するラミネーションや介在物が検出できる磁化方向で磁化する。
- (b) 裏はつり面の試験では、ブローホール、割れ、溶込み不良を対象にプロッド法が用いられる。
- (c) 中間層表面の試験では、割れ、スラグ巻込み、融合不良、止端割れを対象に極間法が用いられる。
- (d) 最終溶接表面の試験では、割れ、止端割れを対象に一般に極間法が用いられる。表面下に発生している割れを検出する場合には直流を用いたプロッド法が用いられる。

#### 正答(c)

溶接部中間層の表面試験は、完全溶込み溶接を目的に溶接中間で試験を行うもので、厚板や合金鋼では裏はつり面の試験と同様に予熱温度(約 200℃前後)を保持しなければならないことが多い。したがって高温用乾式磁粉が使用され、割れ、スラグ巻込み、融合不良、溶込み不良など溶接線方向に伸びた、表面及び表面近傍の内部きずを対象にプロッド法が用いられる。止端割れは最終溶接表面で対象となる。開先面では試験範囲の幅が狭い場合には、ラミネーションや介在物等の検出のために極間法でなくプロッド法が用いられている。また、最終溶接表面の試験では、一般に極間法が用いられるが、表面下に発生している割れが対象の場合には、直流を用いたプロッド法が用いられる。

問3 次の文は、鍛造品に発生するきずと磁粉模様の関係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) 偏析きずは、割れを伴うきずではないので非常に薄くぼやけた磁粉模様である。
- (b) ざくきずは、微細であるが中空であることから、磁粉は盛り上がり明りょうである。
- (c) 砂きずは、比較的長さが短いわりに幅を持ち、薄くぼやけて見落としやすい。
- (d) 焼き割れのきず磁粉模様は、他のきず磁粉模様と比較して薄くなりやすく、長さが短く多数の分散した毛割れである。

#### 正答(d)

きずに関する問題、特に鍛造品、鋳造品のきずについては、実体験の少ない人も多く、理解不足が目立つ。

例題では (a) (b) (c) はいずれも正しく、(d) は異常偏析きず・白点に関する記述である。焼き割れは、肉厚変化部などに発生しやすく、他のきず磁粉模様と比較して、盛り上がって鮮明である。この種の問題では、きずの名称と発生原因を理解しておく、実体験がなくとも磁粉模様の見え方も推定しやすい。また、磁粉/浸透指示模様の写真集も一読されることをお勧めする。

**問 4 次の文は、磁粉に関し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) 乾式磁粉は、一般に手動式磁粉散布器を用いて磁粉を空中に分散させて、試験面に静かに吹き付けるか、散布するかの方法で適用する。このため、乾式磁粉では  $10\mu\text{m}$  以下の比較的細かい粒度の磁粉が用いられる。
- (b) 磁粉はなるべく長い時間、空間中や液中に分散・浮遊し、また、懸濁して、きず部へ吸着性をよくするために試験面への沈降ができるだけ遅いものがよい。
- (c) 大きなきずには大きな粒度の磁粉がよく、小さなきずには小さな粒度の磁粉がよい。探傷しようとするきずに大小がありそうな場合は、一般に粒径が  $30\sim 60\mu\text{m}$  程度の湿式磁粉が使用される。
- (d) 一般的に小さなきずの検出には、蛍光剤を多量に含んだ透磁率の高い蛍光磁粉を、通常の磁粉より検査液濃度を高くして用いるとよい。

**正答 (b)**

乾式磁粉は材料に主として金属系強磁性体粉末を使用するため、細かなものでも一般に粒度は  $10\mu\text{m}$  以上になる。探傷しようとするきずに大小があると予想される場合には、粒度の範囲が広いものが使用されるが、その範囲は一般には数  $\mu\text{m}$  ～数十  $\mu\text{m}$  程度である。小さなきずの検出には、試験面の粗さも考慮する必要があるが、一般には粒度の小さな磁粉を通常よりも濃度を低くして使用する。蛍光剤を多量に含むと蛍光輝度は高くなるが、磁粉としての透磁率は低くなり、また、粒度も大きくなるためにきずへの吸着性が劣る場合があるので注意が必要である。したがって、(a) (c) (d) は誤っている。また、(b) は乾式、湿式磁粉に必要な分散性についての正しい記述である。

**問 5 次の文は、極間式磁化器の日常点検、定期点検等の管理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) 極間式磁化器の探傷性能は、リフティングパワー（極間式磁化器の吸引力）により管理される場合が多い。リフティングパワーは磁化器の全磁束と密接に関連するので、点検時にこれが小さい装置は探傷性能が劣化したと考えるほうがよい。
- (b) 極間式磁化器の定期点検時には、探傷作業者の安全の確保のため、絶縁抵抗を測定することが望ましい。
- (c) リフティングパワーは日常点検として測定されるが、ASME コード等の海外規格では一般に 10 ポンド以上であることとされている。
- (d) 極間式磁化器の定期点検で、作動状態を点検する場合や励磁電流を測定する場合は、閉磁路でも開磁路でもどちらでもよい。

**正答 (b)**

リフティングパワーは全磁束と密接に関連し、簡便ながらも管理方法として有効な手段の一つである。しかし、磁極の磨耗など接触状態が不良となった場合には、必ずしも探傷性能の劣化を表すことにはならない。また、リフティングパワーの測定は定期点検として行われる。絶縁抵抗は探傷作業者の安全の確保のため、定期点検時に測定することが望ましい。その一般的な管理値は  $1\text{M}\Omega$  以上とされている。これらの測定に当たっては、決まった大きさ、材質の試験板上で閉磁路で実施する。したがって、(a) (c) (d) の記述は誤っており、(b) が正しい。

なお、昨年発行された JIS Z 2320-3 では、極間式磁化器の管理方法として、磁極間中央における試験面表面の磁界の強さで表すことになっている。この測定が困難な場合には、代わりにリフティングパワーを測定して管理することになっている。

紙面の都合で紹介できないが、例題以外にも各製品におけるきずとその発生原因、各種の磁化装置、磁粉に関する問題、技術文書の内容などの問題に、また、磁化方法の適用ではプロッド法に関する問題など、経験が少ないと思われる内容の問題に理解不足が目立つ。

レベル 3 の資格取得を目指す人は、本解説を参考にし、さらに参考書等の内容を十分に学習して頂きたい。

## SMレベル2 一次一般試験問題のポイント

ひずみ測定 (SM) レベル 2 一次一般試験ではひずみ測定法の基礎知識に関する問題が 30 問出題される。これまでに、非破壊検査誌 Vol.54, No.4(2005)ではこの試験の全般的な解説が、同誌 Vol.55, No.3(2006)では複雑な問題の詳細な解説がされている。その後、ひずみ測定の新しい参考書が出版され、各試験問題との整合についても検討されている。このような観点から、ここでは出題が予想され、これまでに紹介されていない問題の例を取り上げ、解答に当たっての簡単な解説をする。

問 1 JIS Z 2305 に基づいてひずみ測定レベル 2 の技術者が行うことのできる職務を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) NDT 設備と職員に対する責任
- (b) NDT 技法及び手順書の確立と認可
- (c) NDT 指示書の作成
- (d) コード、規格、NDT 指示書及び手順書の解釈

正答 (c)

JIS Z 2305 の規格では「NDT 指示書の作成」がレベル 2 技術者の業務とされている。

問 2 電気抵抗ひずみ測定を実施するに当たり、はんだごてによる火傷に注意する必要がある作業を次のうちから選び、記号で答えよ。

- (a) 高温下でのひずみ測定作業
- (b) 測定機器の初期調整作業
- (c) 自己温度補償ゲージの接着作業
- (d) ゲージとリード線の接続作業

正答 (d)

ひずみ測定作業の安全に関する問題である。リード線の接続にははんだによる接続がよいとされるが、この作業でははんだを溶融するため、こて先端が高温になるので注意が必要である。

問 3 長手方向にゲージが貼られている長さが 3m で一様な断面の柱が荷重を受けた。このときのひずみを測定したところ、 $-550 \times 10^{-6}$ であった。柱の変位 (圧縮) 量を次のうちから選び、記号で答えよ。

- (a) 1.65 mm
- (b) 2.30 mm

- (c) 3.20 mm
- (d) 5.50 mm

正答 (a)

変位を  $\delta$ 、長さを  $L$ 、ひずみを  $\epsilon$  とすると、

$$\delta = \epsilon L = -550 \times 10^{-6} \times 3000 = -1.65 \text{ mm}$$

になるが、圧縮の変位量は負の絶対値をとることになるので、この量は 1.65 mm になる。

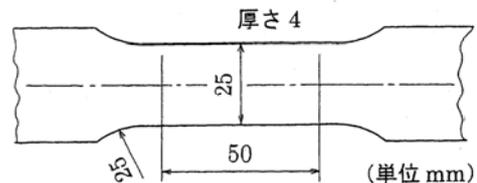
問 4 直径  $d$  の車両牽引用丸棒の安全に負荷できる引張荷重が  $P_s$  であった。同質の材料で直径を  $2d$  にした場合の丸棒では安全に負荷できる引張荷重はいくらか。次のうちから選び、記号で答えよ。

- (a)  $2P_s$
- (b)  $4P_s$
- (c)  $5P_s$
- (d)  $6P_s$

正答 (b)

棒の直径が 2 倍になると断面積は 4 倍になる。したがって、この場合の引張荷重は  $4P_s$  になる。

問 5 下の図は JIS Z 2201 で規定された非鉄金属板材料の 5 号試験片である。この試験片が 8kN の引張荷重を受けたときの応力を次のうちから選び、記号で答えよ。



- (a) 10MPa
- (b) 40MPa
- (c) 60MPa
- (d) 80MPa

正答 (d)

図の寸法より、試験片平行部の断面積  $A$  が  $100\text{mm}^2$  になるので、このときの荷重を  $P$ 、応力を  $\sigma$  とすると、

$$\sigma = P/A = 8 \times 10^3 \text{ N} / 100\text{mm}^2 = 80\text{MPa}$$

になる。

問 6 表面と裏面にひずみゲージを接着したアルミニウム合金板材料の 5 号試験片で引張試験をした。応力が 40MPa のときに、試験片の表面では  $552 \times 10^{-6}$ 、裏面では  $544 \times 10^{-6}$  のひずみが測定された。この合金の縦弾性係数を次のうちから選び、記号で答えよ。

- (a) 209GPa
- (b) 146GPa
- (c) 73GPa
- (d) 36GPa

正答 (c)

板材料試験片では曲げの影響を消去するために、表面と裏面のひずみを測定している。このため、ひずみ  $\varepsilon$  はこの平均値になり、

$$\varepsilon = (552 + 544) / 2 \times 10^{-6} = 548 \times 10^{-6}$$

縦弾性係数  $E$  は応力  $\sigma$  とすると、

$$E = \sigma / \varepsilon = 40 \times 10^6 / 548 \times 10^{-6} = 73 \text{ GPa}$$

になる。

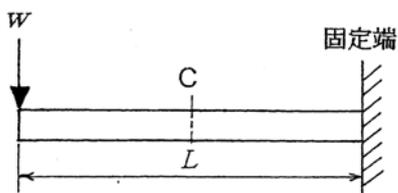
問7 直角ロゼットゲージで3方向のひずみを測定した。この測定値から主ひずみ及び主ひずみ方向を求めるのに利用できるものを次のうちから選び、記号で答えよ。

- (a) 貼り付けのずれ角補正式
- (b) 応力・ひずみ線図
- (c) アクティブ・ダミー法
- (d) モールのひずみ円

正答 (d)

直角ロゼットゲージは任意の3方向のひずみを測定するのに使用される。これから主ひずみ及び主ひずみ方向は計算で求めることもできるが、モールのひずみ円により図式的に求めることもできる。

問8 長さが  $L$  で、下の図のように自由端に集中荷重  $W$  を受けている片持はりがある。 $L$  が 300mm、 $W$  が 90N のとき、このはりの中点  $C$  における曲げモーメントを次のうちから選び、記号で答えよ。



- (a) 10.5 N·m
- (b) 13.5 N·m
- (c) 15.0 N·m
- (d) 27.0 N·m

正答 (b)

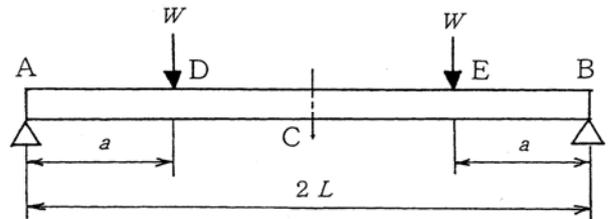
片持はりでは、集中荷重  $W$  が負荷されている点から  $x$  の距離の点のモーメント  $M$  は  $M = Wx$  で与えられる。ここでは、はりの中点  $C$ 、すなわち  $x = L/2 = 150 \text{ mm}$  の点であるので、

$$M = 90 \times 150 \times 10^{-3} = 13.5 \text{ N}\cdot\text{m}$$

になる。

問9 下の図のように、両端  $A, B$  で単純支持された長さ  $2L$  のはりが  $A, B$  端から  $a$  の距離の点  $D, E$  に集中荷重  $W$  を受けている。次のうちから、この場合の曲げモーメント  $M$  に関する正しい記述を選び、記号で答えよ。

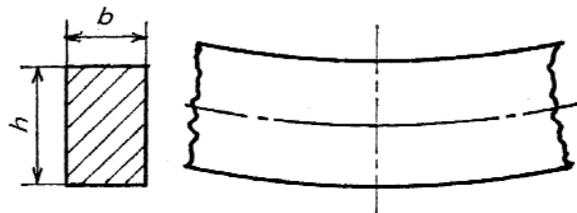
- (a) はりの中点  $C$  では  $M = WL$  である。
- (b) はり両端の点  $A, B$  では  $M = Wa$  である。
- (c) はりの中点  $C$  では  $M = Wa$  である。
- (d) はり両端の点  $A, B$  では  $M = WL$  である。



正答 (c)

両端で単純支持されたはりが図の  $D$  と  $E$  の点で集中荷重  $W$  を受けた場合、この点の間の曲げモーメント  $M$  は一定で、 $M = Wa$  の大きさになる。

問10 幅が  $b$ 、高さが  $h$  の長方形断面の棒の断面係数  $Z$  は  $bh^2/6$  で与えられる。 $b$  が 10 mm、 $h$  が 12 mm の棒が下の図のように上に凹の形の曲げを受けている。曲げモーメント  $M$  が 18 N·m のとき、この棒の上面の曲げ応力を次のうちから選び、記号で答えよ。



- (a) -75 MPa
- (b) +75 MPa
- (c) +13 MPa
- (d) -13 MPa

正答 (a)

問題で与えられているようにこの棒の断面係数  $Z$  が、 $Z = 10 \times 12^2 / 6 = 240 \times 10 \text{ mm}^3 = 240 \times 10^{-9} \text{ m}^3$  になる。したがって、棒表面の曲げ応力を  $\sigma$  とすると、 $\sigma = \pm M / Z = \pm 18 / 240 \times 10^{-9} = \pm 75 \text{ MPa}$  になる。しかし、この場合の棒の上面は圧縮応力になるので、負 (-) の値になることに注意をする。