

**JIS Z 2305 2023 年秋期再認証試験結果**

JIS Z 2305:2013 に基づく認証制度への切り替え後、14 回目の再認証試験（2023 年秋期）が終了した。2023 年秋期再認証試験は、資格取得後 10 年目の有効期限が 2024 年 3 月 31 日の資格保持者が対象であった。再認証試験は、約 6 か月の間に再試験 2 回を含む計 3 回の試験を実施する関係から、受験申請書に 3 回分の受験地区を記入することで受験申請を一回で済む形式とし、2023 年 4 月に受験申請書の受付を行った。2023 年秋期再認証試験は、再認証試験：2023 年 7 月～9 月、再認証再試験 1 回目：2023 年 11 月～12 月、再認証再試験 2 回目：2024 年 1 月～3 月の計 3 回実施している。表 1 に再試験 2 回を含む、2023 年秋期再認証試験の結果を示す。

表 1 2023 年秋期再認証試験結果（再試験 2 回を含む）

NDT 方法	略称	レベル 1			レベル 2			レベル 3		
		申請者数	合格者数	合格率%	申請者数	合格者数	合格率%	申請者数	合格者数	合格率%
放射線透過試験	RT	15	15	100	271	212	82.5	77	66	86.8
超音波探傷試験	UT	121	69	69	521	415	83.0	154	130	86.1
超音波厚さ測定	UM	101	86	92.5	/			/		
磁気探傷試験	MT	24	24	100	388	340	92.1	21	20	100
極間法磁気探傷検査	MY	23	20	95.2	27	26	96.3	/		
通電法磁気探傷検査	ME	2	2	100	/			/		
コイル法磁気探傷検査	MC	3	3	100	/			/		
浸透探傷試験	PT	64	54	87.1	681	521	80.9	48	48	100
溶剤除去性浸透探傷検査	PD	62	54	90	170	135	82.3	/		
水洗性浸透探傷検査	PW	2	2	100	/			/		
渦電流探傷試験	ET	6	6	100	104	81	83.5	29	29	100
ひずみゲージ試験	ST	1	1	100	37	34	97.1	15	14	93.3
赤外線サーモグラフィ試験	TT	7	6	85.7	5	4	100	0	0	-
漏れ試験	LT	10	10	100	15	14	93.3	0	0	-
<b>合 計</b>		<b>441</b>	<b>352</b>	<b>86.7</b>	<b>2,219</b>	<b>1,782</b>	<b>84.4</b>	<b>344</b>	<b>307</b>	<b>90.6</b>

\* 合格率%：〔合格者数 / (申請者数 - 欠席者数)〕 × 100 （欠席者数：再試験 2 回を含む全ての試験に欠席した人数）  
 \* 合格率「-」は受験者数がゼロを示す。

## 技術者ウォッチング

このコーナーは非破壊試験技術者として活躍されている技術者をご紹介します。

### 会社の事業内容、陣容等について

設立：昭和 32 年 6 月

事業内容：各種プラント等（発電プラント・化学プラント・造船・橋梁・超高層ビルなど）の各種検査及び設備診断

陣容：本社（大阪）を含め全国 29 事業所，社員 600 名

資格保有者数：総合管理技術者－59 名

レベル 3－延べ 699 名

レベル 2－延べ 1,351 名

（2023.10 現在）

### 業務経歴

大学時代は非破壊検査と全く関わりのなかった自分が、入社して最初に配属されたのは、安全工学研究所という検査技術の研究開発（新技術の開発や既存検査の高度化）や、受託での検査対応等を行っている部署でした。入社前に研究所配属と通知が来て、自分で大丈夫かなと不安だったのを覚えています。入社して最初は、「300 kV のマイクロフォーカス X 線 CT（Computed Tomography）」に携わることになりました。入社時、本装置は当社に導入されて間もなく、先輩方と一緒に日々試行錯誤でより良い検査方法を確立していき、その後はそのまま CT の受託対応等も任せて頂きました。CT は、まだ非破壊検査について詳しくなかった自分でも、結果が目で見え分かる（画像化）検査なので、とっつきやすく取り組むことができ、非常に良かったと感じています。また、当社の引合いは各種プラントが多いのですが、この検査では自動車、宇宙関係等様々な業界から依頼があり、幅広い知識を得られたのも非常に良い経験となりました。

その他の業務では、CT をやっていたこともあり、X 線を使った新技術開発の研究を行いました。もし現場メインの部署であったならば、現地での撮影等放射線を使った検査は女性では中々携わることが難しかったと思うので、この部署で放射線を使った業務ができ、知識を得ることができたのは貴重でした。

安全工学研究所の後は、姫路営業所に異動しました。

中村 茜（なかむら あかね）

所属：非破壊検査株式会社

大阪事業本部 姫路営業所

経歴：

2016 年 宮崎大学農学部 卒業

2016 年 非破壊検査株式会社 入社

技術本部 安全工学研究所配属

2021 年 大阪事業本部 姫路営業所 異動

保有資格：

・ JSNDI 資格：RT3,PT3,UT2,MT2,ET2,ST2

・ JSNDI 資格以外：WES1 級，他



業務内容は今までと大きく異なり、各所プラント等の現場に出向いて検査対応を行っています。検査種目としては、UT、MT、PT、ET と幅広く対応させて頂き、中でも水浸 UT を現在習得中です。今はまだ分からない事もあり、周りの人に助けてもらうことも多いのですが、いずれは自分でしっかり判断し作業を進めていけるよう、頑張っていきたいと思います。

### 非破壊検査技術者として

安全工学研究所時代は、新技術の開発等、特定の検査種目だけでなく、様々な検査方法をもって検討することも必要であり、資格は頑張って取得していました。そのおかげもあり、姫路営業所では、各現場で色々な種目の検査を対応させて頂き、そういう面でも資格を取得できて良かったと実感しました。今では実際に検査を実施し、対象物の状況を確認できる等、以前より体験して得られる情報も増えました。なので、この機会に溶接や金属材料等の知識も増やし、様々な方面から物事をとらえ、検査に活かせるようになっていければと思います。また、今後も資格取得は続け 6 種目すべてのレベル 3 と、総合管理技術者の取得を目指していきたいと考えています。

### 若手の指導や技術伝承について

自分自身まだ未熟で勉強中なのですが、まずは様々な検査種目においてしっかり自分で対応できるようになり、後輩に教えていけるレベルにまでなっていきたいと思います。

また、入社当時は少なかった技術職の女性が、年々増えてきており、頼りに思ってもらえるよう、頑張っ良いお手本を示していければと思う次第です。

**ST レベル 3 二次パート D・E 試験のポイント**

近年出題された二次試験のパート D・E 試験問題のうち、特に正答率の低かった問題の類題により、各パートのキーポイントを解説する。以下に取り上げた問 1 と問 2 はパート D、問 3～問 5 はパート E の試験問題の類題である。なお、ST レベル 3 の試験問題の類題のキーポイントについては、前回の NDT フラッシュ欄(Vol.72, No.2, 2023)でも取り上げているので、ぜひ参照してほしい。

**パート D の類題**

**問 1** 材料の疲労寿命を向上させるために行われる表面処理法として、ショットピーニングがある。この処理法により、部材表面にはどのような残留応力が生じるか。次の記述から正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 部材表面部に圧縮残留応力を与える。
- (b) 部材表面部に引張残留応力を与える。
- (c) 部材表面部の残留応力を除去する。
- (d) 部材表面部の残留応力は変化しない。

**正答 (a)**

ショットピーニングとは、通常は粒径が 0.5～数 mm の小さな鋼球を、空気圧などを利用して高速で部材表面に衝突させて行う表面処理法である。これにより部材表面に小さな凹凸の塑性変形が生じ、圧縮残留応力が発生する。この表面近傍の圧縮残留応力により、疲労き裂の進展が抑制され、疲労寿命が向上する。したがって、正答は (a) となる。(b) は、“引張”残留応力の記述が誤り、(c) と (d) は、部材表面に発生する残留応力に関する説明が、いずれも誤りである。

**問 2** 材料の疲労限度に影響を及ぼす要因には、どのようなものがあるか。次のうちから正しいもの一つを選び、記号で答えよ。

- (a) ポアソン比      (b) 切欠寸法
- (c) 線膨張係数      (d) 弾性係数

**正答 (b)**

疲労限度とは、一定振幅の繰返し応力を受けても、材料が破壊に至らない応力振幅 (MPa) と定義される。具体的には、S-N 曲線で水平に折れ曲がる点での応力振幅を示す。この疲労限度に影響する要因としては、平滑材 (切欠のない部材) では、引張強度や硬さの材料特性と

相関性がある。切欠きとは、一般に孔部、ねじ部、段付き部などの形状変化部をさし、この箇所で応力集中が発生するため、疲労限度を低下させる。したがって、正答は (b) となる。疲労限度には、(a) ポアソン比や (d) 弾性係数などの弾性定数は影響しない。また試験温度は疲労限度を低下させるが、材料の (c) 線膨張係数は疲労限度には影響しない。

**パート E の類題**

**問 3** ひずみゲージ用抵抗材料 (受感部の抵抗体) に要求される特性として、どのようなものがあるか。次のうちから正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 抵抗体の抵抗温度係数が大きいこと。
- (b) 抵抗体のひずみ感度が大きいこと。
- (c) 抵抗体の銅に対する熱起電力が大きいこと。
- (d) 抵抗体の弾性範囲が狭いこと。

**正答 (b)**

受感部の抵抗体を細い一様棒と仮定すると、抵抗体の電気抵抗は次式で表せる。

$$R = \rho \frac{L}{A} \tag{1}$$

ここで、 $R$  は抵抗、 $\rho$  は比抵抗、 $L$  は長さ、 $A$  は円断面積とする。式 (1) の両辺の対数をとって、全微分すると抵抗変化率は

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} - \frac{\Delta A}{A} \tag{2}$$

となる。式 (2) を  $\frac{\Delta A}{A} = -2\nu(\frac{\Delta L}{L})$  の関係を利用して変形すると、次式を得る。

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} - \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + (1 + 2\nu)\varepsilon = K_0\varepsilon \tag{3}$$

ここで、 $\varepsilon = \Delta L/L$  はひずみ、 $\nu$  はポアソン比、 $K_0$  はひずみ感度である。ブリッジ回路の出力電圧は式 (3) のひずみ感度  $K_0$  に比例して大きくなるため、ひずみの測定精度が向上する。したがって、ひずみ感度  $K_0$  は大きい方がよく、(b) が正答となる。一方、抵抗変化率  $\Delta R/R$  は温度変化量  $\Delta T$  と次の関係がある。

$$\frac{\Delta R}{R} = \{\beta_g + K_T(\alpha_s - \alpha_g)\}\Delta T \tag{4}$$

ここで、 $\beta_g (> 0)$  は抵抗温度係数、 $\alpha_s$ 、 $\alpha_g$  は試験体とゲージ抵抗体の線膨張係数、 $K_T$  は温度  $T$  でのゲージ率である。式 (4) の右辺の第 2 項の正負に拘わらず、熱出力を小さくするためには、第 1 項の抵抗温度係数  $\beta_g$  は小さい方が望ましい。またひずみゲージと結線するリード線の芯線は銅線なので、受感部の抵抗体との接続部に温度差があ

ると熱起電圧が発生して、ブリッジ回路の出力に影響する。そのため、銅に対する抵抗体の熱起電力は小さい方がよい。さらに抵抗体の弾性範囲が狭いと、ひずみゲージの疲労限界が制限されるので望ましくない。以上の理由から、(a)、(c)、(d)は誤りである。

問4 定格容量 100 N の荷重変換器（ロードセル）を校正したところ、定格出力が  $4000 \times 10^{-6}$  のひずみを得た。負荷過程で基準値からの最大ひずみ差が  $16 \times 10^{-6}$ 、負荷—除荷過程での最大ひずみ差が  $20 \times 10^{-6}$  であった。この荷重変換器の校正係数はいくらか。次のうちから正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a)  $0.025 \text{ N}/10^{-6}$       (b)  $5 \text{ N}/10^{-6}$
- (c)  $6.25 \text{ N}/10^{-6}$       (d)  $40 \text{ N}/10^{-6}$

正答 (a)

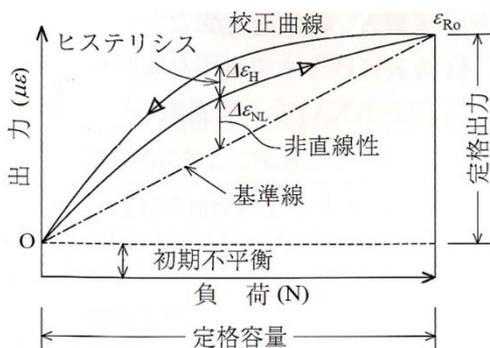


図1 荷重変換器の校正曲線

荷重変換器の校正曲線における校正係数の定義について、図1により説明する。この校正曲線は、定格容量（最大負荷容量 100 N）までの範囲で、負荷装置（重錘や材料試験機）により一定量（例えば 20 N）ずつ負荷して、その際の出力ひずみ（縦軸）をひずみ測定器で記録する。その後、点  $\epsilon_{R0}$ （定格出力）から順次荷重が除荷され、その際の荷重と出力ひずみが測定されてプロットされる。これにより図2のヒステリシス曲線を得る。校正曲線では、負荷過程での出力ひずみが原点 O から矢印方向に非直線的に増加し、点  $\epsilon_{R0}$  からの除荷過程では同じ曲線上を戻らずに、上側を通過して最終的には原点 O に戻る。校正係数は

$$\text{校正係数} = \frac{\text{定格容量}}{\text{定格出力}} \quad (\text{N}/10^{-6}) \quad (5)$$

で定義される。式(5)に題意の値を代入すると

$$\text{校正係数} = \frac{100 \text{ N}}{4000 \times 10^{-6}} = 0.025 \text{ N}/10^{-6} \quad (6)$$

となる。したがって、正答は (a) となる。校正係数は、 $1 \mu \epsilon$  の等価ひずみを発生させるのに必要な荷重を表す。負荷過程での基準線からの最大ひずみ差 ( $\Delta \epsilon_{NL}$ ) と負荷—除荷過程での最大ひずみ差 ( $\Delta \epsilon_H$ ) は、正答例とは関係しない。定格出力に対する前者の最大ひずみ差を

$$\text{非直線性} = \frac{\Delta \epsilon_{NL}}{\text{定格出力}} \times 100 \quad (\% \text{RO}) \quad (7)$$

といい、定格出力に対する後者の最大ひずみ差を

$$\text{ヒステリシス} = \frac{\Delta \epsilon_H}{\text{定格出力}} \times 100 \quad (\% \text{RO}) \quad (8)$$

という。ST レベル2でも、これらの校正曲線に関する用語の意味を問う問題が出題されているので、図2をよく復習してほしい。

問5 通常のひずみゲージの測定限界は 3~5%ひずみであるが、近年 10~20%の大ひずみ測定の要望が増加している。以下に、大ひずみの測定に関して、特に配慮すべき事項を示している。次のうちから正しい記述を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) ひずみゲージの接着面を大きくするために、ゲージ長の長いひずみゲージを選定する。
- (b) 大ひずみの測定に適したひずみゲージと接着剤を選定する。
- (c) 安定な接着効果を発揮させるために、接着後に使用可能時間を経過したら、直ちにひずみゲージで測定を開始する。
- (d) 大ひずみゲージのベースは展延性の良いゲージベース材を使用しており、ゲージクリープ特性も改善されている。

正答 (b)

大ひずみゲージは試験体の大きなひずみ（変形）に耐えるために、熱処理を行った伸び率の大きい特殊な抵抗体で製作されている。大ひずみが作用したときに、試験体の表面からゲージベースが剥離しないような特別な接着剤が指定されている。(a)のひずみゲージの接着面を大きくするためにゲージ長を長くしても、受けるひずみ量は同じであるから意味がない。また、(c)は接着効果を安定化させるために、使用可能な時間を経過しても、すぐにひずみ測定を開始しない方がよい。(d)はゲージベースがよく伸びて大ひずみ（変形）に追従するような展延性のよいゲージベース材（特殊プラスチックなど）を使用すると、ゲージクリープ特性は悪化する。以上から (a)、(c)、(d)は誤りで、正答は (b) となる。