

## 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。

### 現在までの経歴

入社した頃、社員は途中入社ばかりで私が初の新卒者でした。当初、NDTの主体はRT、MT、PTで、1年後にRT2/MT2/PT2を取得しました。その頃、建築鉄骨にUTが適用され始めたためUT2を取得しました。現在、日本にはNDTレベル3が8000人程いますが、1980年頃、レベル3向けの参考書は発行されておらず、社内にもレベル3取得者は1人もいませんでした。

NDTの実施だけでなく、評価・判定のレベルアップを図るため、RT関連の書籍を収集して勉強し、23才でRT3を取得できました。その後、1つのNDTでは限界があり、適確なNDTを適用することの重要性を学び、6部門のNDTレベル3に挑戦しましたが、中でもMT3/PT3では金属冶金の知識不足のため、4回目の挑戦で漸く取得でき、そのお陰もあってか、27才でJSNDIの教育メンバーに推薦され、現在に至っています。

幾らレベル3を取得しても、自分が直面している疑問に対する解決策が見出せず、何故このようなNDT手法を採用しているのか、何故、この基準では現在のような評価手法になったのか等悩みは尽きず、今ではNDT関連に限らず、関連する古書や資料類を探索することで、暗雲の隙間から日差しを感じられるようになりました。

実務に関連する実験や研究をする中で、何故、博士号を取得しないのかと問われ、恩師の勧めもあって社会人ドクターの道に進み、博士号を頂いたことに感謝し、社会貢献できるように今後も精進したいと思っています。

### 日本の非破壊検査の現状に対する思い

現在、JIS Z 2305による日本のNDT技術者は5万人、資格発行数は9万件に達しています。国際非破壊検査委員会 ICNDT の資料によると、全世界のNDT技術者数は15万人、発行数は30万枚で、日本が世界に占める割合は30%でダントツ1位で、どの国も2枚/人程度を保有している状態です。

日本では70%がレベル2です。JIS Z 2305では顧客が要求する仕様書を満足する手順書をレベル3が作成し、それを実務者が具体的・的確にNDTを実施できるように、レベル2が指示書を作成することになっていますが、

	氏名：笠原 基弘 (63)
	博士(工学)
	所属：(有)アクトエイション ハート 技術部顧問
学歴：1977年、長岡工業高等専門学校卒 2006年、信州大学工学部後期博士課程修了	
保有資格 (JSNDI)：RT3,UT3,MT3,PT3,ET3,ST3, 総合管理技術者	
保有資格 (JSNDI以外)：WES 特別級、その他多数	

通常の業務では具体的な手順書や指示書がなくても、NDTが実施できるような詳細な基準や規格類が日本では整備されているため、レベル2があれば十分であり、レベル3の存在価値は曖昧です。

諸外国では、NDTが実施できるような基準や規格類の記述内容が曖昧なため、顧客が要求するNDTの内容を適確に実施するにはレベル3技術者は必要不可欠な存在であり、必然的に年俸も相応な高額となっています。

NDT以外の業界でも、医者は医師免許、弁護士は司法試験、建築では建築士資格を保有していることが必須ですが、資格を保有していても業務を行うことはできず、全てその業界の「〇〇士会」に所属しなければなりません。現在、医師が32万人、弁護士が4万人、一級建築士が37万人と比較すると、NDTの全部門でのレベル3は5000人足らずと、その価値は希少です。

しかし、NDT業界では現在でも「NDTレベル3士会」のような組織はなく、日本のNDTレベル3技術者がその権威を有し、業界から羨望の眼差しで受け止められ、レベル3の価値が称賛されることは今後も期待薄な感があります。将来レベル3を目指す人は、高い志を持ってこのような状況を打破して欲しいと思います。

### 私の信条

私は「NDTの専門家」ということになっていますが、人から頼まれたことは自分の専門分野以外であっても、安易に断らず、あらゆる手段を駆使し自分なりに調べ、的確に回答をすることを心がけています。そのことで、依頼された相手から感謝されるだけでなく、自分自身も成長でき一石二鳥です。「頼まれ事は断らない」。

## 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。

### 会社概要

設立：昭和 37 年 3 月

事業内容：石油化学プラントの定期検査および造船、プラントの製作時検査を主体に非破壊検査全般を業務としています。

本社：福岡県北九州市、営業所：長崎、宇部、周南、倉敷、加古川、大阪、名古屋、千葉

社員：440 名（技術者約 350 名）

資格者：総合管理者 16 名、6 種目レベル 3 取得者 14 名、レベル 3 取得延べ 350 名、その他 CIW 上級検査技術者、ASNT NDT LEVEL III 技術者、金属材料試験技能士等、会社が資格取得をバックアップしており多数の資格者が在籍しています。

### 業務内容・経歴

大学を卒業後、現在の会社に入社し、北九州にある営業所に配属され、当初は海洋構造物製作工場の目視検査、超音波探傷試験を中心に従事しました。

弊社が石油化学工場のメンテナンス業務を拡大していく時期に金属材料試験技術を学び、数少ない SUMP の技術者として北は北海道から南はインドネシアまで機材を携え出張の日々を経験しました。

次第に本社技術管理部内での金属材料試験（破損原因調査等）、および、ひずみ測定を中心に業務を行うようになり、現在に至っています。いずれも非破壊検査としてはマイナーな業務のため技術者が少なく、気が付けば特殊業務専門のような存在になっていました。

### 非破壊検査技術者としての自負

石油化学工場のメンテナンス業務主体に検査を行い、各地の工場の安全操業に微力ながら貢献してきたと自負しています。

またその経験の中で、お客様の検査担当者から検出されたきずの発生原因、予防対策を聞かれることがあり、これらの質問に対し、ある程度の助言ができたのではないかと考えています。

メンテナンス業務において検出されるきずは、主に劣



氏名：石村 文孝(61)  
(いしむら ふみたか)  
所属：東亜非破壊検査(株)  
技術管理部  
学歴：佐賀大学理工学部卒  
職務経歴：39 年

保有資格（JSNDI）：総合管理技術者、  
RT3,UT3,MT3,PT3ET3,ST3  
保有資格（JSNDI 以外）：1 級金属材料試験技能士

化損傷等により発生するものであるため、その発生部位、形態に多種多様なものがあります。

レベル 3 の基礎試験において材料科学関係の基礎知識が出題されますが、これはレベル 3 には検査計画の段階で検出されるきずを想定し、検査後には検出されなきずの原因を推定する力量が求められているからだと考えています。現在主に行っている業務である破損原因調査は、類似の事例を検索しても全く見当たらないことがあり、何日も解答を探して悩むことが度々あり、技量不足を実感しています。この業務を始めて約 25 年になりますが、未だに毎日勉強の日々を過ごしています。

### 今後の非破壊検査に関する期待と展望

非破壊検査員に求められる技術と知識に対して、現在の産業界における評価は十分ではないと思います。同時に、製造、メンテナンスを問わず、お客様の検査担当者の中にきず、劣化損傷に対する知識を持った方が少なくなっているように感じています。これらのことを好機と捉えて、自己のレベルアップと非破壊検査員に対する評価の向上を目指して研鑽に励んでもらいたいと思います。

非破壊検査員には、現物のきずを数多く観察し、損傷現場に精通することができるという利点があります。これらの経験を活かし、技術データを蓄積することで、お客様の期待に副う助言ができ、非破壊検査員の地位向上につながると確信しています。

### 若手の指導や技術伝承について

若手に対しては、「誰かに教えてもらった知識はやがて忘れ去るが、自分で調べて考えたことは忘れることは無い。」と常々言っています。多くのことを経験して考察することで、次に直面する新しい事例に対処できる能力を身に着けることができるのではないのでしょうか。

**S T 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、正答率の低かった問題と類似した例題により各パートのポイントを解説する。なお、過去にも類似問題に基づいた同様のポイントを解説した NDT フラッシュが日本非破壊検査協会のホームページで公開されているので、参考にしてほしい。

**パート D の類題**

**問 1** 構造部材の「疲労限度」に影響を及ぼす因子を、次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

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

**正答 (c)**

構造部材に一定の応力振幅  $\sigma_a$  を負荷して、破壊するまでの繰返し回数との関係をもとめて表示した線図を、S-N 曲線 (図 1 上) と呼ぶ。応力振幅  $\sigma_a$  を小さくすると、破壊に至る繰返し回数  $N$  が大きく増加することが分かっている。鋼材ではある応力振幅  $\sigma_a$  で負荷しても、破壊しなくなる限界の応力振幅 (図中の平坦部の応力振幅) が存在し、これを疲労限度 (又は耐久限度) と呼ぶ。

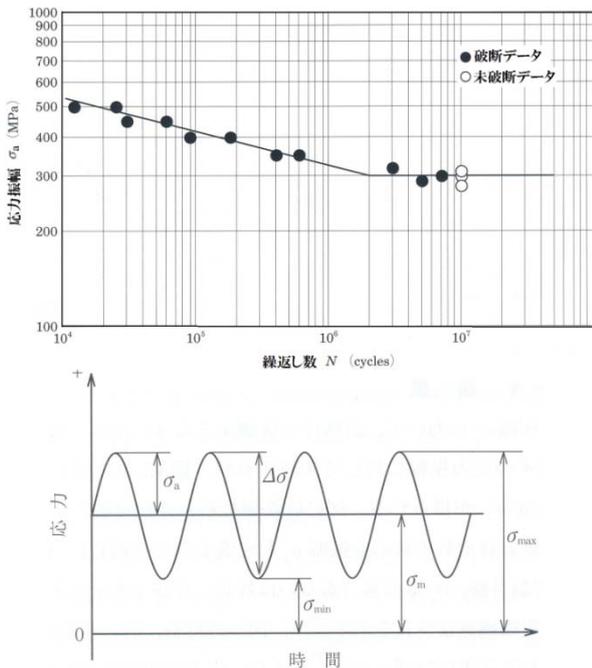


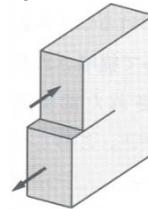
図 1 鋼材の S-N 曲線例 (上) と応力振幅  $\sigma_a$  の定義 (下)

疲労限度に影響を及ぼす因子としては、構造部材の形状

と寸法があるが、とくに形状 (切欠寸法) によって発生する応力集中により、疲労限度が低下することが知られている。したがって、正答は (c) となる。ポアソン比、弾性係数、線膨張係数は疲労限度には影響しない。

**問 2** き裂の変形様式は作用する力の方向により、基本的には 3 つの型に分類される。下図のようなき裂の変形様式は、どのモードに対応するか。次のうちから正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) モード I
- (b) モード II
- (c) モード III
- (d) 混合モード



**正答 (b)**

これはき裂の変形モードの名称を問う問題である。基本的な 3 つのき裂の変形様式を、図 2 に示す。(a) モード I は開口型、(b) モード II は面内せん断型、(c) モード III は面外せん断型と呼ばれる。したがって、正答は (b) となる。これらの基本様式のうちの 2 つ又は、3 つが重なったき裂の変形様式が混合モードと呼ばれる。

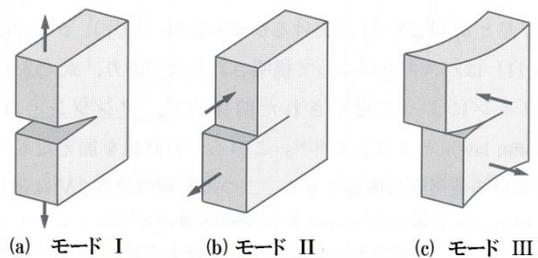


図 2 き裂に対する基本変形様式

**問 3** 下図に示すような片持ち帯板 (長さ  $L$ 、幅  $b$ 、厚さ  $h$ ) 状の試験片の先端に、下向きの垂直荷重を負荷してたわみ  $\delta$  が生じたとき、固定端から  $x$  の位置における表面の曲げひずみ  $\varepsilon$  は、次式で与えられる。

$$\varepsilon = \frac{3h(L-x)\delta}{2L^3}$$

試験片の A 点 (上面) には単軸ひずみゲージが接着されている。先端に荷重  $W$  を負荷すると、ひずみゲージの測定値が  $\varepsilon = 600 \times 10^{-6}$  となった。そのときの試験片先端でのたわみ  $\delta$  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) 1.1 mm    (b) 1.6 mm    (c) 13.3 mm    (d) 20 mm

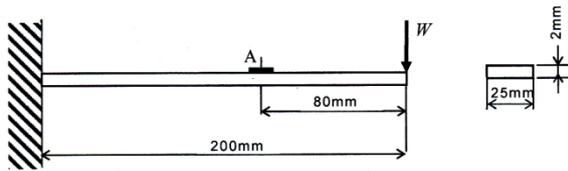


図3 片持ち帯板状の試験片

正答 (d)

はりの曲げ問題に関する類題は従来からよく出題されているため、曲げモーメント分布、せん断力分布、たわみの求め方については十分に理解していることが必要である。この問題では計算式が与えられているので、先端でのたわみ  $\delta$  について解き、題意の数値をその式に代入して計算すればよい。すなわち

$$\delta = \varepsilon \frac{2}{3} \frac{L^3}{h(L-x)} = 600 \times 10^{-6} \frac{2 \times 200^3}{3 \times 2 \times (200-120)} = 20 \text{ mm}$$

したがって、正答は (d) となる。注意すべき点は、A 点の位置  $x$  の座標であり、この問題でははりの左端（固定端）が座標の原点に取られているので、 $x=200-80=120$  を代入する必要がある。

パートEの類題

問4 ゲージ率  $K=2.10$  のひずみゲージを4アクティブゲージ法により、8枚を使用した変換器が製作された。この変換器のゲージ率  $K$  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) 1.05 (b) 2.00 (c) 2.10 (d) 16.80

正答 (b)

ひずみゲージ式変換器にはひずみゲージが使用されているので、ゲージ率が存在する。ゲージ率が  $K=2.10$  のひずみゲージが使用されていても、校正時に使用するひずみ測定器のゲージ率が  $K=2.00$  であるため、ひずみゲージ式変換器のゲージ率は常に  $K=2.00$  となる。したがって、ゲージ率の補正をせずにそのまま使用できるため、(b) が正答になる。

問5 動ひずみ測定では、測定器の記録周波数を考慮する必要がある。この場合、最も重要な事項はどれか。次の記述から正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 動ひずみ測定器には、ブリッジ電圧が直流式と交流式があるが、応答性は交流式がよい。

- (b) 測定時にノイズ成分を拾う場合には、ローパスフィルタでカットすれば常に正確な測定ができる。  
 (c) 動ひずみ測定に使用する記録器で、最も早い現象を記録できるのはサーマルドットレコーダである。  
 (d) ひずみ測定システムの応答周波数帯域は、最も応答性の低い機器により決定される。

正答 (d)

動ひずみ測定ではブリッジ電圧が直流式と交流式の機器があり、応答性は直流式が適している。動ひずみ測定では、高周波ノイズをカットするためにローパスフィルタ（回路）を使用する。設定する遮断周波数によっては重要なひずみ成分を消去してしまうため、遮断周波数の設定に注意する必要がある。動ひずみ測定で応答性に優れている記録器は、デジタルオシロスコープであり、DC～10 MHz 程度の応答周波数を有する。動ひずみ測定システムの応答性は、ひずみゲージ、ブリッジボックス、ひずみ測定器、記録器の一連の接続の中で最も応答性の低い機器に支配される。したがって、(a)～(c) は間違いであり、正答は (d) となる。

問6 次の説明は、熱ひずみと熱応力について述べたものである。次の記述のうちから正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 温度変化により部材が伸びた、あるいは縮んだ長さのことを、熱ひずみという。  
 (b) 熱ひずみは部材が温度変化を受けたときに生じ、その部材の線膨張係数及び温度変化に比例する。  
 (c) 熱変形が拘束されないとときに部材に生じる応力のことを、熱応力という。  
 (d) 外力が作用する場合には、熱応力は生じない。

正答 (b)

熱ひずみとは、部材の線膨張係数  $\alpha$  ( $1/^\circ\text{C}$ ) と温度変化  $\Delta T$  ( $^\circ\text{C}$ ) の積により求められる無次元量  $\alpha \Delta T$  をいう。例えば、棒材が一様な温度変化を受けた場合、その両端が拘束されると全ひずみはゼロであるが、熱ひずみが発生する。この熱ひずみに棒材の縦弾性係数(ヤング率)  $E$  を乗じると、熱応力 ( $=E\alpha \Delta T$ ) が求まる。(a) は自由熱膨張量又は自由熱収縮量を表し、熱ひずみではないので間違いである。熱応力は部材の変形が拘束されないと発生しないので、(c) も間違いである。また (d) は熱応力の発生には、外力の存在は直接的に関係がないので間違いである。したがって、正答は (b) となる。