

## JSNDI デジタル超音波探傷器による二次試験結果について

2010年春期のJIS Z 2305に基づく超音波探傷試験技術者の二次試験は、新規受験者が使用する探傷器は全てデジタル超音波探傷器によって行われた。アナログ探傷器からデジタル探傷器への移行に際し、JSNDIでは慎重、かつ十分な時間をかけて準備してきたところである。試験・問題管理委員会U部会では、2000年頃からデジタル探傷器による実技試験実施の検討を開始し、2005年から本格的なJSNDI仕様のデジタル探傷器開発に取り組んできた。そして、その前段階として、JSNDIが試験会場に持込んでも良いと認定したデジタル探傷器の「持込受験」制度を2003年から実施し、これらの準備期間を経て、今期からJSNDIデジタル探傷器又は持込みデジタル探傷器いずれかでの受験となった。

### 1. 2010年春期試験の結果

春期の試験は、JSNDIの講習会、各支部主催の講習会及び地域団体等が実施した講習会における教育関係者並びに受験者の精力的なデジタル探傷器への取組みが功を奏し、レベル1及びレベル2の二次試験合格率は、アナログ探傷器中心の2009年秋期よりも上回る結果となった。

春期二次試験結果は、次のようにまとめることができる。

1) レベル1及びレベル2ともに、アナログ探傷器による受験(09年秋期)の合格率よりも高かった。

2) JSNDIデジタル探傷器2機種(Gタイプ及びRタイプ)の機種別合格率はほとんど同じで、機種による差異は認められなかった。

3) Gタイプ探傷器使用会場(千歳、大阪、名古屋)及びRタイプ探傷器使用会場(福岡、広島、東京)の各地区試験会場において、JSNDIデジタル探傷器によるトラブルは皆無であった。

4) 持込デジタル探傷器受験者とJSNDIデジタル探傷器を使用した受験者の合格率を比較すると、持込受験者の方が若干高目であったが、JSNDIデジタル探傷器の取扱いの普及とともに差異はなくなるものと思われる。

### 2. 試験委員会U部会としての対応

試験を実施する側としては、あらゆるトラブルを想定し、対応策を講じていた。各試験会場には受験者が操作

に行き詰まった場合に備え、探傷器取扱い補助資料を提供した。

それでも小さなトラブルは幾つかあったが、これらはアナログ探傷器のときでも発生していたことで、デジタル探傷器に起因するトラブルは生じなかった。これには、デジタル化に向けての綿密な準備を実施してきたことと併せて、教育U専門委員会の努力、JSNDI各支部の事前講習会、探傷器メーカー及び社内教育に携わった関係各位の尽力に感謝する次第である。

また、受験者も日常の検査作業にデジタル探傷器を使用しているほか、携帯電話をはじめとし、各種電気機器のコントローラなど、日常的にデジタル機器に慣れ親しんでいるのも、スムーズにデジタル探傷器を使いこなせた一因と考えている。

当初、アナログ探傷器からデジタル探傷器への移行については、関係各位より種々のご意見を頂いていた。しかし、デジタルだからといって特に異なるものではない。むしろデジタルの方が数々の支援機能を有し、探傷時の操作性は極めて向上している。

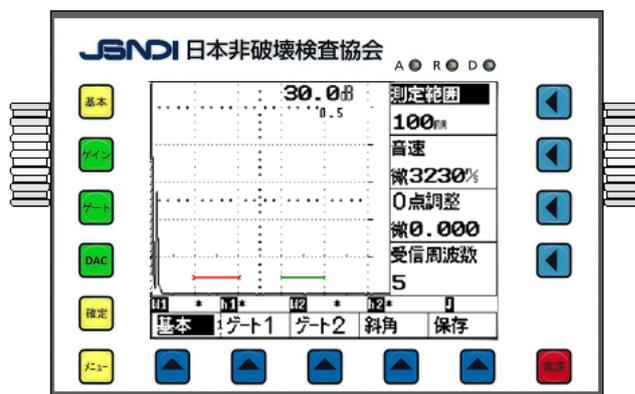


図1 Gタイプデジタル探傷器の初期画面

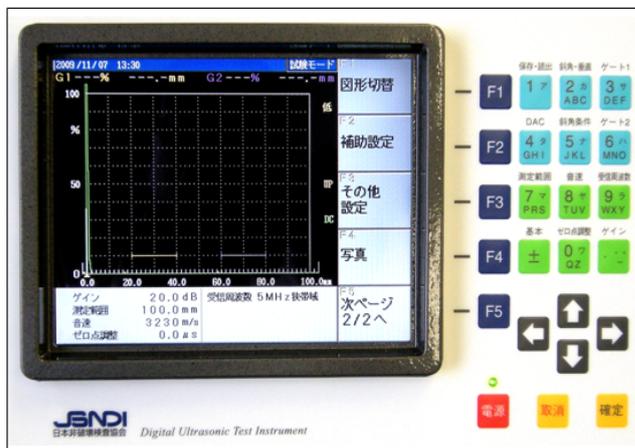


図2 Rタイプデジタル探傷器の初期画面

図1にGタイプの初期画面（電源を入れて、立ち上がった直後の画面）を、図2にRタイプの初期画面を示す。

見た目は両者の初期画面及びキーパッドの配置、ダイヤルと矢印キーなどの相違点はある。しかし、測定範囲、音速、感度調整、周波数、ゼロ点調整（パルス位置）、ゲートなどアナログ探傷器の前面に配置されていた基本的な調整項目のキーはJSNDIデジタル探傷器の初期画面及び前面パネルに全て配置される仕様とした。

GタイプとRタイプには、ダイヤルと矢印キーの違いはあるが、垂直探傷試験及び斜角探傷試験を実施するに際し、超音波探傷の原理と各種調整項目を正しく理解しておけば、十分に対応できる仕様とした。

かつて、アナログ探傷器での受験終了後に会場で小耳に挟んだ話であるが、「右上のダイヤルを125に合わせて、2番目のダイヤルを5900にしたのに底面エコーが出なかった」という内容であった。

これは測定範囲設定レンジの数値単位がメーカーによって異なるため、単に操作の順番を記憶しただけで垂直探傷の原理と操作の意味を考えないで試験に臨んだゆえに生じたトラブルである。

デジタル探傷器の調整には、各調整項目について数値を選択又は直接入力するか、ダイヤルや矢印キーで所定の数値を決定する。目的に応じて具体的に測定範囲は幾らか、音速を何mにするか、ゼロ点調整をどのように行うかなどを設定するので、探傷器調整の基本操作を理解し、明確にそれぞれの項目の数値をインプットする必要がある。アナログ探傷器以上に超音波探傷装置の原理原則と機能を理解した操作が求められる。

### 3. 受験者及び指導者に望むこと

春期二次試験のデジタル探傷器試験を終えて、受験者及び指導者の方々に考慮して頂きたい幾つかの問題点も浮き彫りにされた。これらの項目について以下に記すので今後の参考として頂きたい。

1) デジタル超音波探傷器において、垂直探傷試験で測定範囲を125mmとする場合、音速5,900m/sでゼロ点調整を行えば不完全で精度も悪いが概略の垂直探傷試験は可能である。しかし、正しい調整方法は、STB-A1の板厚25.0mmの多重エコー $B_1$ と $B_n$ にゲートを掛け、2点間の距離の差( $B_1$ と $B_2$ ならば25.0mm,  $B_1$ と $B_3$ ならば50.0mm)が実寸法と一致するように音速調整した後、ゼロ点調整を行うのが基本である。

2) レベル1、レベル2に共通することであるが、垂直

探触子の保持方法に関する注意点は、このNDTフラッシュで幾度も述べてきた。

探触子に対する安定した荷重のかけ方と、探傷中（計測作業中）にキー操作やデータ記録の度に探触子を左右の手で持替えるのは厳禁である。これを正しく実行できれば、大きく合格圏に近づくことができる。

3) 斜角探傷の準備として、はじめに入射点、測定範囲の調整、STB屈折角の測定を行うが、これらの作業中には探触子の保持に両手を用いるのが原則である。このとき、どちらか一方の手を探触子保持のメインの手とし、反対の手は探触子が偏った前後走査にならないよう探触子と試験片を軽く支える程度とする。探傷器がデジタルになってもこの基本操作は変わらない。

受験者の中にはSTB屈折角の測定の過程で、STB-A1の向きを左右逆にする時間を惜しむため、最初からSTB-A1のR100の舟形を右側（屈折角測定が目盛が見える方向）に配置する人がいる。この場合、入射点測定と屈折角測定では探触子の持手(メインの手)が逆となり、測定に手間取るばかりでなく誤差の要因ともなる。

4) レベル2のエコー高さ区分線(DAC)の作成では、デジタル探傷器の採用に伴い、RB-41No.2試験片によるエコー高さ区分線の作成は従来の4点からJIS Z 3060に基づいた6点作成となった。デジタル探傷器ではDAC作成機能の使用が可能で、その分、溶接部の探傷に取り組む時間が増えたことが、前回よりも合格率が上昇した要因の一つとして考えられる。

しかしながら、区分線の作成作業においても、その作成順序に問題点が見られた。通常は、ビーム路程の短い横穴の位置から順に区分線を作成するのが基本である。この場合、何度か試験片の向きを変更や裏返す作業が伴う。この時間を節約するために、片面から探傷可能な横穴を優先するために、探傷の順序はビーム路程順にならず、探触子の方向も保持する手も左右まちまちとなる。その結果、作成した区分線の傾きが大きく乱れるケースや測定ポイントの間違いも起こして、再作成を余儀なくされた事例が何件も見られた。時間節約も大切であるが、基本に則った手順の教育を指導者の方をお願いしたい。

2010年秋期の二次試験で使用するデジタル探傷器はGタイプ、Rタイプの使用地区は春期と逆になる。また、二次再試験受験者に限り春期に使用したタイプでの受験が可能である。JSNDIからの試験に関する最新情報入手し、試験に臨んで頂きたい。

## MT レベル 3 二次 C<sub>2</sub> (適用) 試験のポイント

NDT フラッシュではこれまで 2004 年、2008 年に MT レベル 3 の C<sub>2</sub> 試験のポイントを解説してきた。

その後、JIS Z 2320-1~3:2007 の制定に伴い、参考書“磁粉探傷試験 I~III”も改訂された。今回はこれらの改訂後の MT レベル 3 の C<sub>2</sub> 問題について、最近の正答率の低い問題に類似した問題例のポイントを解説する。なお、C<sub>2</sub> は規格、仕様を含む関連する工業分野における MT の適用に関する専門知識について問われる。

**問 1 次の文は、磁粉に関し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) 磁粉はなるべく長い時間、空間中や液中に分散・浮遊していることが望ましい。きず部への吸着性をよくし、きず磁粉模様と試験面とのコントラストをよくするためには、磁粉は試験面への沈降ができるだけ遅い方がよい。
- (b) 磁粉の素材として金属系と酸化物系がある。主に乾式磁粉として使用されている金属系は、酸化物系より透磁率が高いので、弱い磁界の中でも磁化されやすい。
- (c) 磁粉の性能を調べる方法として、永久磁石に付着する磁粉毛の長さを測定する方法があるが、この長さは金属系よりも酸化物系の方が長くなる。
- (d) 加熱加工後の素材に対して非蛍光磁粉を用いる場合、白色磁粉を適用するのがよい。これは識別性の要素のうち、明度コントラストにより判読性を高めている。

**正答 (c)**

乾式磁粉は材料に主として電解鉄粉など金属系強磁性体粉末を使用し、湿式磁粉では Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> などの酸化物系強磁性体粉末を主に使用している。これは透磁率、粒度及び色調等を考慮して選定されている。金属系は透磁率が高いので、内部きずなど弱い磁界に対しても磁化され吸着されやすい。磁粉はなるべく分散媒中に分散・浮遊し沈降が遅い方が、排液時に余分な磁粉を流出除去しやすく、コントラストのよい磁粉模様が得られる。磁粉の性能を調べる方法のうち、磁粉毛による方法では透磁率の影響で酸化物系よりも金属系の方が長くなる。また、非蛍光磁粉では明度コントラストや色相コントラストにより判読性を高めている。したがって正答は(c)である。

**問 2 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) 極間式磁化器の日常点検時には、探傷作業者の安全確保のため、絶縁抵抗を測定しなくてはならない。その値は 10MΩ 以上が必要である。
- (b) 極間式磁化器の磁化能力又は経年変化を調べる目的で全磁束を測定する。一般に、購入時の定格値に対し ±10% の範囲で管理されている。全磁束は適切な大きさの鋼板と標準交流電流計で測定できる。
- (c) 極間式磁化器の吸引力 (リフティング・パワー) は定期点検として測定されるが、JIS Z 2320-3:2007 では 44N 以上であることが要求されている。
- (d) 極間式磁化器の性能点検において JIS Z 2320-3:2007 では、規定された鋼板上での両磁極間中央における試験面に平行な磁界の強さを規定している。テスラメータによる測定ができないときは、A 形標準試験片が明りょうに検出されることで代用することができる。

**正答 (c)**

磁化器の定期点検において、JIS Z 2320-3:2007 では両磁極間中央磁界の強さとして 2,000A/m(実効値)以上を規定している。これはテスラメータで測定する必要があり、A 形標準試験片での磁界の強さの確認は適当ではない。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 44N 以上であることとしている。定期点検には一般に、絶縁抵抗計による絶縁抵抗の測定 (1MΩ 以上)、400×400×9t(mm)以上の SS400 相当の鋼板、さぐりコイル及び標準交流電圧計による全磁束の測定(初期値、定格値の 90%以上) 等がある。

現在、磁化器は大形 (標準、磁極間内のり:140mm、磁極の大きさ:□25mm、全磁束:0.7mWb 以上)、小形 (軽量、内のり:110mm、磁極:20mm、全磁束:0.5mWb 以上) で、重量は約 2~4Kg、磁化電流は閉磁路で 2~6A、AC100V の 2 種類が多用されている。両者とも JIS Z 2320-1:2007 に示された試験範囲内では、規定された磁界の強さ以上を示す。リフティング・パワーの測定は管理の一方法であるが、探傷性能そのものの評価ではないことに注意。

**問 3 次の文は JIS Z 2320-1:2007 におけるプロッド法の磁化電流値に関する規定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) 工程確認方式及び標準試験片確認方式の二つが規定されている。

- (b) 工程確認方式では、磁化電流の実効値  $I(A)$ は、試験体表面に平行な磁界の強さを  $H_c(A/m)$ 、電極間隔を  $d(m)$ とすると、 $I = 2.5 H_c d$ の式を用いて計算することを規定している。ここで、この式は  $d$ が 200mm 以下の場合に適用する。
- (c) 工程確認方式においては、低合金鋼および低炭素鋼に対する磁化電流値の設定に際しては試験体近傍の最小磁束密度が 1 Tとなるように規定している。
- (d) 標準試験片確認方式において連続法で磁化電流を求める場合は、B形標準試験片を用いて試験体に作用している磁界の強さを確認するように規定している。

**正答 (d)**

(d)以外は JIS のとおりである。標準試験片確認方式では、対象となる試験体に A 形標準試験片を貼り磁化の確認を行う。工程確認方式では、8.3.2 磁化の確認の項で磁化条件を細かく規定しているが、標準試験片確認方式では、磁化条件を 9.5.3 磁化の項で A 形標準試験片もしくは C 形標準試験片又はテスラメータを用いて磁界の方向及び強さを確認するとなっている。標準試験片方式で探傷有効範囲や磁化電流値を具体的に決定するには、工程確認方式の考え方を利用すればよい。例えば、極間法の場合、磁極間内のりの長さを直径とする内接円の外縁部に標準試験片を貼り、明りょうな磁粉模様を確認できれば、探傷有効範囲が分かり、探傷ピッチは容易に決定できる。コイル法の場合も同様に、工程確認方式で使われるコイル法の計算式を利用して磁化電流値を計算し、試験体の端部に標準試験片を貼り、その磁化電流値で磁粉模様が確認できればよい。このような方法を用いれば、標準試験片確認方式で満足する磁化条件を確認できる。

**問 4 次の文は、検査液の性能点検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) 検査液濃度は、作業前の日常点検で確認する必要がある。この濃度はタイプ 2 対比試験片を使用して容易に測定することができる。
- (b) 検査液を循環使用する場合、磁粉が磁化されて分散性が悪くなり、沈降速度が速くなる可能性がある。この確認には、検査液濃度の測定時に沈殿管で沈降状態を観察するとよい。
- (c) 検査液の性能点検では、JIS Z 2320-1:2007 に規定された B 形対比試験片の上に A 形標準試験片を貼付して探傷し、磁粉模様を観察して調べる方法がある。

- (d) JIS Z 2320-1:2007 において、工程確認方式に従って探傷を実施した場合には、使用期間中試験として JIS Z 2320-2:2007 のタイプ 1 又はタイプ 2 対比試験片を使用し、検査液の性能を確認しなければならない。

**正答 (a)**

検査液の分散性が悪いかどうかの確認は、検査液濃度の測定時に沈殿管で沈降状態を確認するとよい。検査液濃度は沈殿量から検量線により読み取る。タイプ 1 及び 2 対比試験片では濃度を測定することはできない。A 形及び B 形試験片は性能点検、総合性能点検に使用できる。工程確認方式ではタイプ 1 又は 2 対比試験片を用いた使用期間中試験として作業前及び必要により使用中での性能確認が必要であり、手順書等への記載も必要である。

**問 5 次の文は、鋳鋼品の磁粉探傷試験における磁化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) 探傷の対象は全表面又は形状的に応力が集中する箇所・きずの多発が予想される部位、構造溶接部の表面開口きずである。
- (b) 比較的大きな鋳鋼品の磁化には、一般に極間法を用いる。
- (c) コイル法の場合、形状が複雑な鋳鋼品に対しては継鉄棒が適切に設置できないため、コイル内に試験体を挿入する方法よりも、試験体の孔などにケーブルを巻く方法を用いるとよい。
- (d) プロッド法の場合、試験面の形状・大きさに応じて、プロッド間隔は 50~300mm を採用するとよい。

**正答 (c)**

鋳鋼品では表層部のきずも予想されるため、特別な場合を除き極間法のみを用いることはなく、大形部品ではプロッド法やコイル法が、中、小形部品では軸通電法、電流貫通法、コイル法などが用いられる。プロッド法はこのような試験体の探傷に最適な方法であるが、プロッド間隔は試験面の形状や大きさに応じて 50~200mm を採用し、間隔に応じた大きさの磁化電流値にする。多くの受験者は極間法以外の磁化方法、磁化電源装置及びそれら機材等の管理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、より理解を深めて欲しい。

これからレベル 3 の資格を取得しようとする人は、本解説や以前の解説を参考に、十分に学習して頂きたい。