

UTレベル1 実技試験のポイント

UTレベル1実技試験のポイントについては既に、2004年の「非破壊検査」Vol.53, No.2に掲載しており、当協会のホームページ“資格試験”の“NDTフラッシュ”のコーナーにて閲覧が可能で、本稿と併せて閲覧して戴くと、より理解が深まるであろう。

試験の課題は表1に示すとおりで、前回紹介したときと変更はない。実技試験は決められた時間内で一定精度のデータ取得能力を有しているかどうかを試される。そのため、探傷の手順、探傷装置の調整方法、探触子の保持と走査方法など、探傷の基本を忠実に実行することが大切である。

今回は、この基本操作について重点的に解説を加えるが、詳細はJSNDI発行の実技参考書などを参考にして戴きたい。

表1 試験項目と時間

試験項目		時間
(1)試験内容の確認		約10分
(2)実技試験	①垂直探傷試験	15分
	②斜角探傷試験	30分
(3)答案作成	③データ整理	30分

1. 実技試験の基本項目

二次試験は、アナログ型探傷器とデジタル型探傷器で受験するコースがある。デジタル型探傷器で受験希望する場合は、一次試験の受験申請時に登録しておかねばならない。アナログ探傷器は、主催者であるJSNDIが準備する。使用する機種は、帝通電子研究所のUFD360型、菱電湘南エレクトロニクス（三菱電機）のFD650N、日本クラウトクレマーのUSK8Sである。試験でどの装置に当たるかは、実技試験会場に入るまでは分からないが、探傷器の調整つまみの機能を理解しておけば、とくに戸惑うことはない。

デジタル探傷装置の受験者は使用する探傷器を試験当日持込むことになる。デジタル探傷器による受験の注意事項は4項にて紹介する。

2. 垂直探傷

試験に際して、探傷器は自分の座る席の正面に置き、調整つまみが無理なく操作できる位置に配置することである。斜め位置から表示器をのぞき込むような配置はエ

コー位置や高さの読取り誤差につながる。

以下垂直探傷の重要なポイントについて述べる。

①探触子を持つ手、装置のつまみを調整する手、スケールを持つ手、データを記録する手の作業分担が大切である。探傷試験を手順良く行うにはこれらを左右どちらの手で受持つかを日常の練習で習熟しておく必要がある。

垂直探傷試験で、きずを見つけたら最大エコー高さを示す位置に探触子を固定し、試験体左上を原点としたX、Y方向の位置測定、きずの深さ測定、 F/B_F などのデータを記録する。この一連の作業中に、探触子を持ち替えてしまうだけで F/B_F は変化し、探触子が少しでもずれると、再度最大エコー高さ位置を探すところからやり直しとなって時間のロスとなる。

つまり、垂直探傷試験で最も重要なことは、きずの最大エコー高さ位置を特定したら、データの記録を終えるまで探触子を持つ手は持ち替えないことである。

②ゲイン調整つまみを動かしながらの探触子走査は厳禁である。探傷感度やきずエコー高さがある高さ（たとえば80%）に調整する際、まずは第一に最大エコー高さを示す位置に探触子を固定し、その後でゲインつまみを使って80%になるように調整する。最大エコー高さが得られないうちにゲインつまみを上下しているといつまで経っても調整は終わらない。2兎追う者は…のたとえ通りになる。

③探傷面上を走査する場合、探触子を動かす方向は探傷面のXY方向に直線的に動かすのがよい。

探傷面上で円を描くように探触子を走査するケースをよく目にする。この走査方法は全面探傷ができないばかりか、きずの最大エコー高さを探し出すのに時間を費やしてしまう。探傷面をX、Yの直行方向に探触子を走査すると、効率よくきずの検出と最大エコー高さ位置を特定することができる。

3. 斜角探傷の基本

斜角探傷試験では、アナログ探傷器を用いる受験者にはあらかじめエコー高さ区分線が描かれた探傷器が提供される。したがって、探傷の手順として、以下の項目順に作業を進める。

①斜角探触子の入射点の測定

②測定範囲を125mmに調整

③STB屈折角の測定

④探傷感度の調整

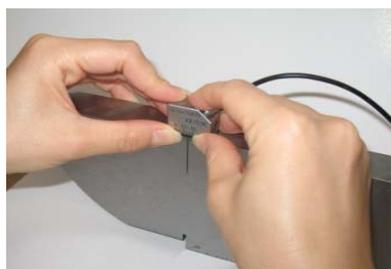
⑤試験体の板厚測定と探傷範囲の決定

⑥試験体の探傷

ここの作業で、①と②は一連の作業として連続的に行う。斜角探触子を両手で保持し、STB-A1の100Rの面に直角に向くようにして、前後走査により入射点を測定する。探触子は試験片に軽く接触させ、ある程度のスピードで動かすのがよい。探触子は首振り走査とならないように両手の親指は、図1(a)のように試験片と探触子に半分ずつ架かるように保持するのがポイントである。

図1(b)は不適切な例で、片手で探触子を走査したり、STB-A1の25mm板の中央付近に探触子を配置して前後走査を行うと、探触子が100R面に対し斜めに超音波ビームを入射し、入射点の測定や探傷範囲の調整に誤差を生じさせる結果となる。②の測定範囲の調整方法は紙面の関係上説明を省略するが、実技参考書を参考とされたい。

③の屈折角の測定ではSTB-A1の70度の角度刻みがある付近にマシン油を塗布し、走査方法は図1(a)に倣って



(a)良い保持方法



(b)不安定な誤った保持の例

図1 探触子の保持方法（良い例と悪い例）



図2 屈折角測定の正しい探触子の保持方法

探触子を両手で保持し、70度のマークを中心に前後走査する。このとき、あまり力を入れて探触子を押しつけると、探触子の走査がスムーズに行かなくなる。軽く押さえて均等なスピードで前後走査を行い、最大エコー高さ80~90%程度で包絡曲線を描くようにゲイン調整すると良い。このとき、エコーのピークがどの位置で現れるかを表示器上で確認しておき、その位置で探触子を止め、①で測定した入射点がSTB-A1角度刻みのどの位置にあるかを0.5度単位で読取り、これをSTB屈折角とする。

④の探傷感度の調整では、STB-A2のφ4×4を直射でねらい、エコー高さがH線0.5スキップに合うようにゲインを調整する。

ここまでの基本をマスターしておけば、板厚18mm程度試験体の直射の探傷範囲は板厚×tanθで求めることができる。きず検出の走査方法は、前後走査とジグザグ走査を組み合わせることできずを検出し、きずの最大エコー高さが得られた位置で、左右走査を行いL線を超える探触子の移動範囲をきずの指示長さとして求める。このときも、垂直探傷と同様に左右の手の分担を考えて、探触子の持替えをしないように心がける。

4. デジタル探傷器の持込み受験

JSNDIでは、デジタル型の超音波探傷器にて受験を希望する者には装置の持込み受験を認めている。ただし、持込める機種はJSNDIが認めた機種に限られているので、JSNDIのホームページを開き、“資格試験”のJIS Z 2305のUT試験におけるデジタル超音波探傷器の持込み使用について〈PDFファイル〉にて自社が所有する探傷器が認められているかを確認すること。異なる探傷器を持参した場合は、受験は許可されない。この場合は、アナログ型探傷器にての受験となるので注意されたい。

デジタル型探傷器の持込み受験で注意が必要なのは、試験開始前に探傷器のメモリを全て消去するイニシャライズ（工場出荷状態に戻す）を受けなければならない。この操作で今までに探傷器に記憶した全ての探傷条件やデータが消去されるので注意が必要である。

デジタル探傷器の持込受験では、斜角探傷試験30分の時間内において、前述した手順の④の次にSTB-A2試験片を使用した測定範囲125mmのエコー高さ区分線を自ら作成する作業が加わる。区分線の作成方法を十分にマスターしておかないと合格は難しくなる。なお、探触子ケーブルや垂直、斜角探触子はJSNDIが用意したものを使用する。

SMレベル2 実技試験のポイント

ひずみ測定 (SM) レベル2 技術者の二次試験は電気抵抗ひずみ測定の実技試験と作業指示書作成の試験で構成されているが、ここではこのうちの実技試験のポイントについて解説をする。

1. SM2の実技試験

SM レベル2 技術者二次試験の実技試験では、試験片表面へのひずみゲージの接着、静ひずみ及び動ひずみの測定、測定結果の報告書作成が行われている。表1には試験項目と時間配分を示してある。なお、各項目ともこの時間内で作業を終了しなければならない。

表1 実技試験の項目と時間配分

試験項目	時間配分
ひずみゲージの接着	10分
静ひずみの測定	20分
動ひずみの測定	20分
測定結果の報告書作成	40分

2. ひずみゲージの接着

電気抵抗ひずみ測定法で正確な測定をするためには、ひずみゲージを測定物表面に完全に接着しなければならないので、この接着作業は非常に重要である。本実技試験では、図1に示した軟鋼短冊形試験片表面の指定された位置と方向にリード線付きの単軸ひずみゲージを接着する作業である。

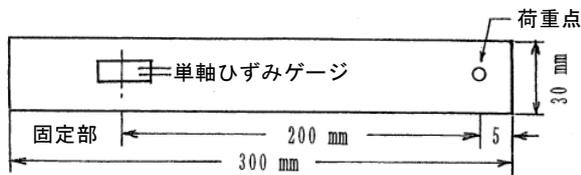


図1 試験片及びひずみゲージの接着位置と方向

この作業では、試験片の接着部分の表面処理を行い、接着位置にけがき線を入れ、ここにシアノアクリレート系接着剤でひずみゲージを接着する。この場合、正確に接着するには以下のような点に注意をする。まず、試験片の接着部分をひずみゲージの面積より広い範囲にわたってサンドペーパーで円を描くような要領で磨き、アセトンなどの溶剤で洗浄する。次に、ひずみゲージの表裏を

確認して裏面に接着剤を付けるが、良好な接着には接着剤の量を多くすればよいのではなく、接着後の接着剤部分が図2に示す程度にするのがよい。

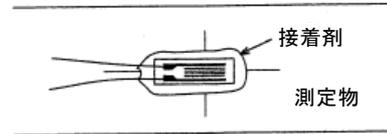


図2 接着の状態

また、シアノアクリレート系接着剤は指圧により接着するが、ひずみゲージのセンターマークとけがき線を正確に合わせ、ポリエチレンシートを介して圧力を加える。ひずみゲージ接着後は、接着状態と絶縁抵抗が十分であることを確認しなければならない。なお、ひずみゲージ接着作業の詳細については参考書「ひずみ測定I」で学んでもらいたい。

3. 静ひずみの測定

静ひずみの測定では、あらかじめ図3に示すような直角ロゼットゲージが接着された軟鋼短冊形試験片が用意されている。この試験片を図4の装置に取付け、自由端近傍に荷重をかけたときのひずみを測定する。

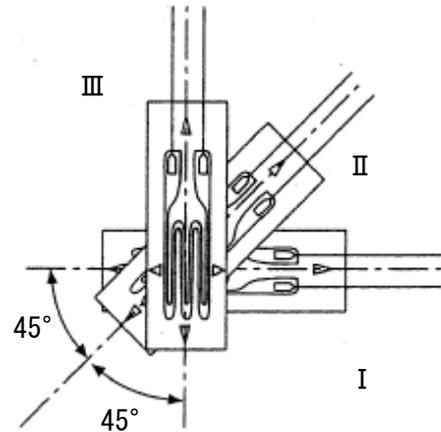


図3 直角ロゼットゲージ

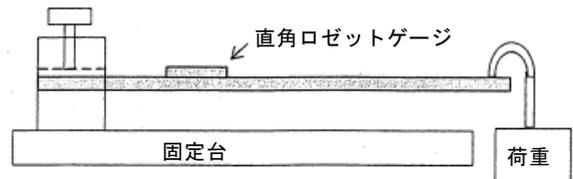


図4 ひずみ測定の試験装置

この直角ロゼットゲージはいずれのひずみゲージも試験片の軸方向とは異なった方向に接着されている。また、

各方向のひずみはデジタル静ひずみ測定器により、1ゲージ3線結線法で測定する。このため、与えられた測定器の簡易操作マニュアルにしたがって正確な結線を行い、任意3方向のひずみ測定ができるようにする。

4. 動ひずみの測定

前述の接着作業でひずみゲージが接着された試験片を図4の装置に取付け、曲げ一次自由振動の振動波形を動ひずみ測定器とアナログレコーダにより記録する。この場合も簡易マニュアルにしたがって正確な結線を行い与えられた測定器及びレコーダを操作できるようにする。

また、動ひずみの測定ではレコーダに設定された校正ひずみ値と記録された波形の振幅との比較でひずみを求めている。このため、振幅の大きさを予測して適切な校正値の設定をしないと測定精度が悪くなる。

5. 報告書の作成

報告書は、「計測結果解答用紙」に要求される各値を記入して提出する。

(1) 静ひずみの測定結果

静ひずみ測定結果の解答用紙には最大主ひずみ ε_{\max} 、最小主ひずみ ε_{\min} 、最大せん断ひずみ γ_{\max} 、最大主ひずみ方向 θ を求め、これから最大主応力 σ_{\max} 、最小主応力 σ_{\min} 、最大せん断応力 τ_{\max} を求めて記入する。しかし、ここではゲージ率を 2.00 に設定した測定器とあらかじめ試験片に接着された直角ロゼットゲージで任意の3方向のひずみ ε_{mi} を測定しているが、このロゼットゲージのゲージ率 K_{gi} は必ずしも 2.00 になっていない。このため、次の修正式で3方向の真のひずみ ε_i を求めなければならない。

$$\varepsilon_i = (2.00 / K_{gi}) \varepsilon_{mi} \quad (\text{但し } i = \text{I, II, III})$$

なお、この式は示されていないので覚えておく必要がある。

また、ここで求められているのは互いに 45° 方向の差がある任意の3方向のひずみ ε_{I} 、 ε_{II} 、 ε_{III} なので、これから ε_{\max} 、 ε_{\min} 、 γ_{\max} 、 θ を算出するが、この各値を算出する式については解答用紙に与えられている。

一方、 ε_{\max} 、 ε_{\min} 、 γ_{\max} と σ_{\max} 、 σ_{\min} 、 τ_{\max} の関係式も解答用紙に与えられており、これらの式に含まれる縦弾性係数 E 及びポアソン比 ν も 208GPa 及び 0.31 として与えられているので、これにより各応力を算出する。なお、これらの計算をするに当たっては、計算を間違えないように注意するとともに、算出された値に

は負になるものもあるので、符号にも注意をする必要がある。

(2) 動ひずみの測定結果

動ひずみ測定結果は、この測定試験で得られた図5に示すような記録波形を解答用紙に添付する。

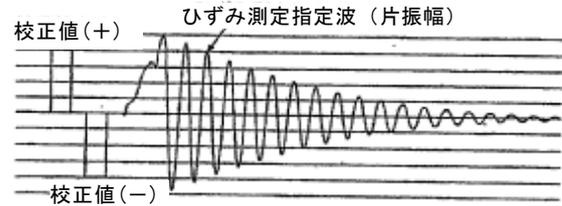


図5 動ひずみ測定における記録波形の例

次に、この記録波形上の指定された測定点の片振幅からひずみを求め、真のひずみに換算して応力を求め、これらの値を記入する。さらに、この記録波形から振動の周期を測定し、周波数を求めてこれらの値も記入する。

まず、動ひずみ測定値 ε_m は、レコーダ上の校正ひずみ ε_0 の片振幅 h_0 と測定点の片振幅 h_m とから次の式で求める。

$$\varepsilon_m = (h_m / h_0) \varepsilon_0$$

また、真の動ひずみ ε を前述の静ひずみの場合と同じ式により求め、さらに単軸状態であるので応力 σ はこの ε の値を次の式に代入して求める。

$$\sigma = E \varepsilon$$

ここでも縦弾性係数 E は 208GPa として計算する。

一方、レコーダの記録波形の横軸は時間を示しているため、波の間隔から周期 T が測定され、周波数 f は次の式で求められる。

$$f = 1 / T$$

ただし、この場合の ε 、 σ 、 f を求める各式も示されていないので覚えておく必要がある。

ここでは、SM レベル2技術者の二次試験における実技試験のポイントのみについて解説した。二次試験では、この他に作業指示書作成の試験も行われる。なお、二次試験全般についてはすでに非破壊検査 Vol.52, No.11 (2003年)のNDTフラッシュ欄で紹介され、作業指示書作成の試験についても解説されている。したがって、作業指示書作成の試験についてはこの欄を参考にされたい。