

UMレベル1 実技試験のポイント

前回の UM1 実技試験の概要とポイントでは、超音波厚さ測定レベル1 (UM1) の実技試験のポイントを一通り紹介した(「非破壊検査」Vol.53, No.4)。今回は、主に「3.3 直管の測定」の部分の内容を追加した。

1. UM レベル1の二次試験の概要

試験は3個の試験体により行われる。試験体の種類と試験時間は表1に示すとおりである。

表1 試験項目と時間

項目		時間
(1) 試験内容の確認		10分
(2) 実技試験	①平板	10分
	②直管 (パイプ)	4分
	③曲管 (エルボ)	12分

以下の測定と記録を与えられた指示書に従って行う。

- ① 平板: ラミネーションを模擬した人工きずが加工されていて、その深さとおよその範囲を測定する。
- ② 直管: 直径が30mm以下のパイプの肉厚を測定する。
- ③ エルボ: 減厚部分の最小厚さと減厚の範囲を測定する。

2. 試験内容の確認

実技試験の前に、出席の確認と試験内容の説明の時間が10分間ある。このときに、試験で使用する厚さ計の取扱い説明書と、測定手順を示した NDT 指示書とを見ることができる。これらをあらかじめよく読んでおくことで、試験時間を有効に利用できる。

実技試験の最初に、厚さ計の取扱いの練習時間があるので、詳しい取扱い方は、そのときに実際に機器を使いながら練習できる。

3. 実技試験

3.1 厚さ計の取扱いの練習

フローチャート形式の取扱い説明書を見ながら、厚さ計の使い方を練習する。時間は2分間である。

フローチャートに従って、音速の設定値の確認、零点調整などを行い、最後に、厚さ計の校正に使用する階段形の試験片の厚さを測定する。

試験体はすべて鋼である。音速の設定値が外れているときは正しい数値に調整する。零点調整は、機器に付属

した試験片を利用して調整する機種と、試験片を利用しない機種とがある。どの場合にも厚さ計内部の処理は自動化されているので、落ち着いて作業すれば、初めての機種でもフローチャート通りに処理を進めることは難しくはない。

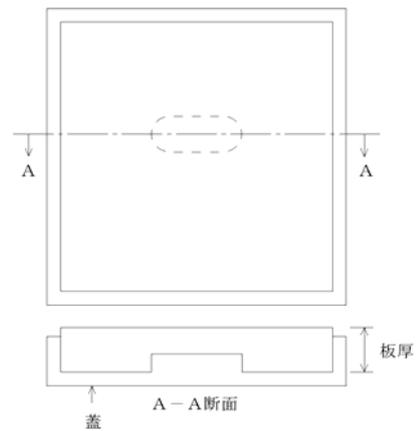


図1 平板試験体

3.2 平板の測定 (図1)

健全部と異常部 (異常部のおよその位置は試験体表面に十字マークで示されている) の厚さは、厚さ計の表示値と同じ0.1mmの桁まで記録する。

試験体表面の十字マーク付近で横方向と縦方向に探触子を走査して、それぞれの方向ごとに異常部の幅を測定する。

横方向の測定で要求されているのは、左右両端で測定値が健全部の厚さに戻る位置なので、最初にその位置を大まかに探し、次にその付近に測定線を選んで精密に連続測定を行うようにすると能率よく位置を求められる。

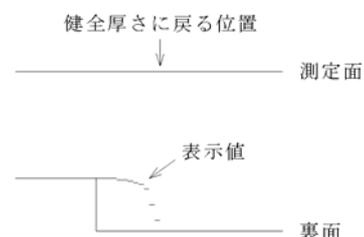


図2 異常厚から健全厚への表示値の移行

厚さ計の表示値は異常部の厚さから健全部の厚さに突然変わるのではなく、図2のように、数mmの幅で段階的に移行していくので、その最後の点を求める。このと

きに探触子の音響隔離面は、測定線と直行する方向を向いているように注意する。

また、測定線を上下に移動して、横方向の異常部の幅が最大となる位置を探せば、最も正確な測定値が得られる。これらの点に気を付ければ、厚さ計の表示値は比較的急速に変化するのので、測定値が健全部の厚さに戻る位置を 1mm またはそれ以上の精度で決めることも難しくはない。また、そのときの探触子の位置は、探触子の左右どちらかの側面の位置を求め、後で探触子の半径を補正すると正確な位置を得やすい。

3.3 直管の測定 (図 3)

円筒面や曲面からの測定では、接触媒質はグリセリンペーストなどの音響インピーダンスの大きい媒質を使う。また、音響隔離面の向きにより結果が変動する。指示書にもこの 2 点が具体的に指示されている。しかし、試験体により指示内容が異なることに気づかずに同じ条件で測定を続けてしまうことがあるので、注意が必要である。



図 3 直管試験体

直管の肉厚は、位置によってばらつく可能性があるのので、指示書に従って試験体表面の十字マークの交点付近に探触子面の中心が一致するようにして厚さを測定する。

音響隔離面の向きを管軸と平行にして測定するときには、管軸と直行する方向の探触子の傾きをわずかに変えただけでも表示値は変動するので、注意深く微調整して表示の安定した最小値を求める。

また、管径が小さくなると、1mm 以下の異常に小さい厚さが表示されることがある。これは、管の表面と探触子の隙間に接触媒質が入り、接触媒質内部に超音波の短い伝搬経路ができることによる現象と考えられる。この現象は、試験体または探触子の接触面に接触媒質を薄く伸ばすように付け、厚い接触媒質層ができないようにすると生じにくくなる。接触媒質は、量よりも質が大事ということができる。

3.4 曲管の測定 (図 4)

曲管の表面はあまり滑らかではないので、探触子を試験体の表面に沿ってこするような走査は行うべきではない。1 回ごとに表面に垂直に当ててから、傾きを微調整

して表示値の安定した最小値を得るようにする。

厚さが最小になる位置にはある程度の幅があり、また、測定値はケガキ線に沿って必ずしも滑らかに変わるわけではないので、最小になる位置を決めにくい場合もある。そのときには、最初に最小値よりも少し厚い位置を最小点の両側に求め（この位置は最小点よりは求めやすい）、その中間付近を丁寧に調べる方法もある。

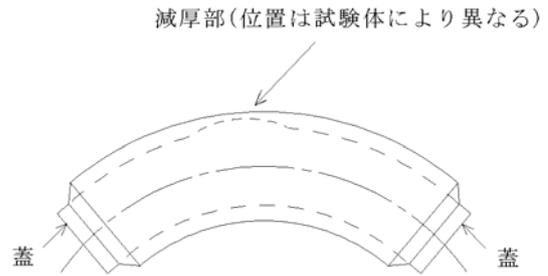


図 4 曲管試験体

減厚部の両端の位置は、減厚部側では測定値が一定の方向に変化し、健全部側ではほとんど一定の肉厚を示すため、最小点に比べると求めやすい。しかし、健全部でも表示値はばらつくので、一点ごとに注意深く測定する必要がある。

この試験体でも、最初は探触子を移動する間隔を広めにし、大まかに走査しておよその位置を探し、次に端部の付近を詳しく調べると、早く確実に端部の位置を求められる。探触子の中心がケガキ線から外れないように気を付けることも大切である。

4. その他

最後に、これまでの失敗例など注意事項を記す。

(1) 小数点の位置の間違い: 減厚部の幅などの数値を記入するとき、50mm の 50 を 5.0 と cm 単位で記入してしまう。測定値は正確であるが、小数点の位置が違っていることも多い。これらの間違いは、頻繁にみられる。

(2) 有効数字について: 測定の精度は、厚さは 0.1mm、探触子の位置を表す距離は 1mm 程度（場合によっては 0.5mm）と考えられるので、記録も、厚さについては 5.0mm、距離については 50mm というように有効数字が分かるように書くべきである。

(3) 接触媒質の使い分け: 平板と階段形試験片にはマシン油、直管と曲管には専用ペースト（内容はグリセリンペースト）を使うことが指示されているが、その通りに使用されないことが少なくない。

ETレベル1 実技試験のポイント

JIS Z 2305 ETレベル1の実技試験について解説する。レベル1の実技試験は、試験用の探傷器を実際に操作して指示書にしたがい、用意された3種類のコイルを使用して試験体を探傷する。以下の3種類が出題される。1)貫通コイルによる管の探傷、2)内挿コイルによる管の探傷、3)上置コイルによる板の探傷、試験時間はそれぞれ20分で、3問の試験をする。試験にあたり事前に問題精読時間20分が与えられているので、この間に答案用紙に名前や受験番号などを記入しておけば、試験会場で時間が有効に使える。試験の順序は当日でないと分からないが、休憩を挟んで、順次、次の試験に移行する。

1. 貫通コイルによる黄銅管の探傷

まず、チェックシートにしたがい、探傷器のチェックを行う。使用すべき調度ツマミは指示書に指示されているので、それ以外のツマミを操作してはならない。チェックが済むと答案用紙に✓を記入するが、この時点で装置に不備があれば、直ちに試験監督者に申し出て指示にしたがう。卓上に置かれた、セロテープ、はさみ、定規を用いて、採取したデータを答案用紙に貼付する。

(1)試験コイル中に対比試験片の健全部をおいた状態で探傷器のブリッジバランスを調整する。ここで、対比試験片はコイル内なるべく水平に近い状態に保つように心がける。(2)CRT画面の輝点が画面のスケール上70～80%になるように感度調整後、CRT画面の輝点を原点にくるようバランスツマミXRを交互に調整する。(3)対比試験片の人工きず部分を上にして、試験コイル中で移動させて、きずによるCRT画面の輝点振幅を確認する。もし、このとき健全部信号によるCRT画面の輝点が原点からずれると、再度バランスを調整する。(4)対比試験片にがた信号を与える。試験コイル中に試験体の健全部をおき、試験体の片方をなるべく大きく揺することで信号を与える、このときカタカタという振動音が発生しなくても管が大きく揺動すれば十分がた信号は発生する。CRT画面上で、がた信号によるCRT画面の輝点が水平方向になるように、位相ツマミを調整する。がた信号が水平方向になる位相ツマミの位置は180度異なる2箇所あるがどちらを選択してもよい。(5)記録計の紙送り速度5mm/秒で対比試験片のきずを記録紙上で、 20 ± 1 mm(波高値)になるよう感度を調整する。(6)次いで、試験体を探傷する。記録紙速度を5～10mm/秒で走行させたまま、

試験体の上と表示された部分を上に保持して、試験体を入端部から、出端部までなるべくがたなく滑らかに移動させて探傷する。このとき対比試験片で採取したときの試験片の走査速度と方向を同じようにすれば、対比試験片波形と試験体波形の位相がそろった、きれいな記録が取れる。位相が正確に調整されていれば、がた信号は記録紙上には現れない。(7)データが採取できたら、答案用紙の貼付スペース内にきれいに収まるようにカットし、貼付する。指示書にあるマーク等をすべて記入することを忘れないようにする。最後に、後処理として探傷器の調度ツマミを元に戻すと同時に試験体も元の位置に戻しておく。これらも採点の対象となっている。なお、後処理は他の試験でも忘れないよう、注意する。

2. 内挿コイルによる黄銅管の探傷

貫通コイル法と同様に、チェックシートにしたがったチェックを行い、その後探傷操作に入る。内挿コイル法では記録計を使用せず、位相の読み取りをCRT画面を用いて行う。

(1)対比試験片の健全部に試験コイルを挿入し、ブリッジバランスを調整する、このとき。(2)対比試験片の人工きずが画面上のサークルの目盛で位相角を確認できる程度に感度を調整しておくこと。(3)対比試験片の人工きず位相を135度(図1参照)になるよう位相ツマミを調整する。ここで注意する事は、原点からスタートした輝点はまず第2象限に向かいその後原点を通過して第4象限に向かってから再び原点に復帰するような位相に設定する事が大切である。

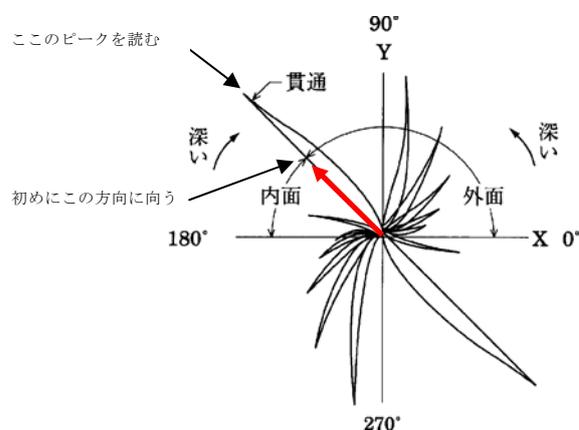


図1 位相の読み取り

以上で、探傷器の設定は完了し、試験体の探傷に進む。

(4) 試験体にはどちら側のきずを 1 番とするか決めるマークがあるので、そのマークから見た 1 番と解答欄の 1 番とが一致するように注意して探傷すること。(5) きずを検出したらその位相角を求める。位相角の求め方は、CRT 画面に円が描かれているので、きずによる輝点のピークが読みやすい位置になるよう感度を調整して行なう。きず信号のプラス側ピークで位相を読み取ること。図 1 で小さく検出されているようなきず信号は、感度を高くして位相を読み取りしやすくしなければならないが、健全部分での信号が原点を通過することを確認しておくこと。もし位置がずれてしまった場合は、きず近傍の健全全部でバランス操作をやり直して、位相角を読み取る。(6) すべてのきずを検出し、位相を読み取ったら、きず深さ評価曲線からきず深さを求め解答欄に記入する。

3. 上置コイルによるアルミニウム板の探傷

ファスナで締結されたアルミニウム板のファスナのホール脇から伸展したきずを検出する。この探傷ではファスナの周囲を上置コイルで周回することによりきずを検出する。

探傷操作の前に、前述の貫通コイル 内挿コイルと同様にチェックシートにしたがったチェックを行い、問題の無い事を確認し、探傷器の設定を行う。(1) 前面パネル⑥のページ切換えボタンをクリックすると⑤の表示画面が切替わり図 2 のきず信号観測用の画面とパラメータ設定用の画面が切替わる。⑥のページ切換えボタンを長く押した場合システム画面に移行するが、このときはあわてずに⑥のページ切換えボタンを 2 回クリックすれば元に戻る。(2) まず、GAIN を 40dB としてから⑥のページ切換えボタンを押して図 2 のきず信号観測画面を出す。(3) 対比試験片の健全全部でファスナのワッシャー脇に試験コイルを試験片と垂直に軽く押し当てて、②のバランスボタンをクリックする。やや時間を置いて「ピッ」と音が出てバランスが取れる。ここで試験コイルをワッシャー脇から離さないようにしながら、試験コイルに傾きを与えるように動かすとリフトオフ信号が出力される。(4) この信号を図 2 のきず信号観測用画面で示されるように水平方向になるよう PHASE を調整する。このとき図 2 のきず信号観測用画面右下部分に PHASE の数値が表示するよう⑬のカーソルダウン又は⑭のカーソルアップを押して選択すると操作がやりやすい。(5) 対比試験片の深さ 0.5mm きずをファスナ周りを回動しながら垂直方向

成分が 2DIV となるよう GAIN をあわせる。以上で探傷器の設定は完了である。次に試験体を探傷する。試験体の基準端を手前側にしてファスナの番号順に探傷していく。試験コイルを出来るだけ垂直に保ちつつ、ファスナの周りをワッシャーに沿って円を描くように注意深く走査する。きずがあればリフトオフとは異なる位相で信号が観測されるので、そのきず信号振幅を読み取る。読み取った振幅を与えられた校正曲線と対比し、解答欄にきず深さを記入する。(丸数字は実技参考書のパネル説明にある番号に準じる)

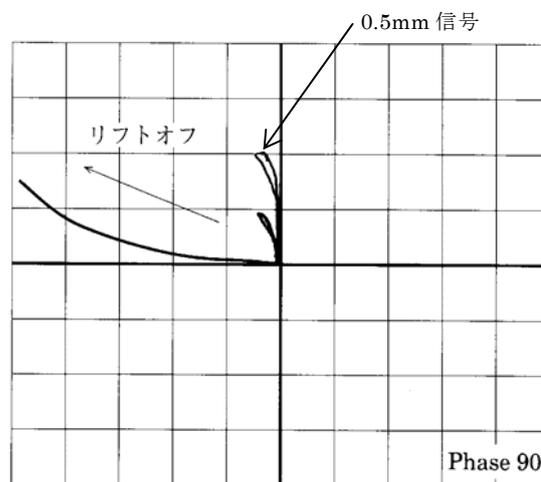


図 2 きず信号観測画面

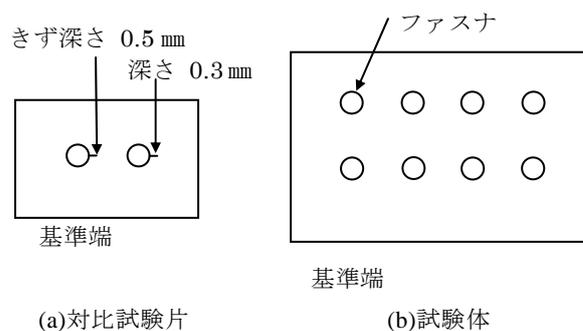


図 3 試験片

以上、実技試験のポイントについて述べた。渦電流探傷器を操作して良好な S/N を得る最大のポイントは試験体の健全全部で正確なバランスをとること、がた信号の位相を完全に水平方向に合わせること、の 2 点である。本解説をよく読んで、試験内容を理解してから臨めば実技の 20 分は決して短い時間ではなく、余裕を持って受験できるものと思う。諸君の奮闘を祈ります。