

UM 1 実技試験の概要とポイント

シリーズで続いている，JIS Z 2305 による資格試験の実技試験について，今回は超音波厚さ測定レベル 1（UM 1）の実技試験のポイントを紹介する。

1．UM レベル 1 の二次試験の概要

試験は 3 種類の試験体の測定が課せられる。試験体の種類と試験時間は表 1 に示すとおりである。（ただし，試験時間は今後微調整される可能性がある。）

表 1 試験項目と時間

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

平板には，ラミネーション状の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。また，直管の測定では，20mm 程度のパイプの肉厚を測定する。エルボについては，減厚部分の最小厚さと減厚の範囲を測定する。これらの測定と記録を与えられた指示書に従って行う。

試験時間は試験体ごとに分かれている。NDIS 0601 の UM1 では，3 種類の試験体についての測定と記録を 25 分間で行い，試験体ごとの時間配分は受験者にまかされていたが，JIS Z 2305 になってこの点が変更された。

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ための時間が約 10 分間とられている。ここでは，試験で使用する厚さ計の取扱説明書（調整方法をフローチャートで示したものと，測定手順を示した NDT 指示書とを見ることができるようになっている。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。

厚さ計は 4 機種あり，試験会場に入室して着席するまではどの機種を使うことになるか決まっていらないので，すべての機種の取扱い方を一通り把握しておく必要がある。ただし，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，詳しい取扱いは，そのときに実際に機器を使いながら理解すれば十分である。

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。この時間内は，機器の取扱い方についての質問は自由である。

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。

試験体はすべて鋼なので，音速が 5,920m/s 又は 5,930m/s の機種ごとに決められた数値に設定されていることを確認する。もしも外れているときは正しい数値に調整する。また，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。どちらの場合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，はじ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容易である。しかし，期待通りに進まない場合や分かりにくいところがあるときには，この時間内に質問して確かめておくべきである。

階段形の試験片には，厚さが 5mm と 15mm の 2 段が作られている。それぞれの厚さを測定したときに，表示値がフローチャートに書かれた範囲内の数値になれば，厚さ計の調整は完了である。

3.2 平板の測定（図 1）

最初に階段形の試験片の厚さを測定し，測定値が許容された範囲内にあることを確認してから，その数値を測定前校正値として答案用紙に記録する。

健全部と異常部（異常部のおよその位置は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，それぞれの方向の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。

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，測定線と直交する方向を向いているように注意する。

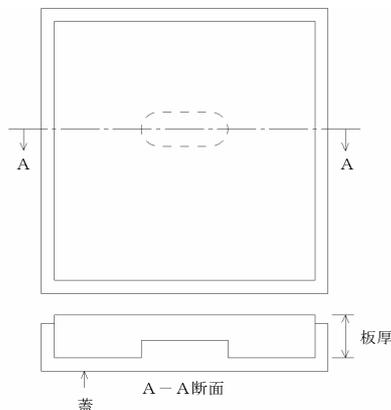


図 1 平板試験体

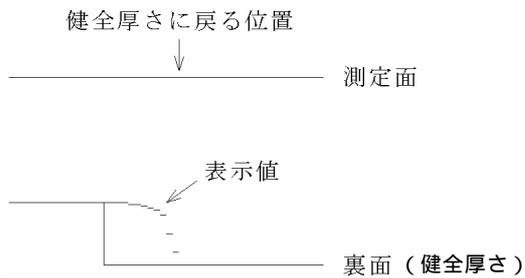


図2 異常厚から健全厚への表示値の移行

また、測定線を上下に移動して、横方向の異常部の幅がもっとも広くなる位置を探せば、もっとも正確な測定値が得られる。これらの点に気をつければ、厚さ計の表示値は比較的急速に変化するので、測定値が健全部の厚さに戻る位置を 1mm 又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。

平滑な板の表面は特徴がないので、探触子の位置が不正確になりやすい。そのため、なるべく測定しやすい姿勢で作業することを勧める。縦方向の測定では、試験体の向きを 90° 回転することも考えられる。

答案用紙への記入の仕方に迷った場合には、指示書に記入例が示されている。

3.3 直管の測定（図3）

円筒面や曲面の測定では、適切な接触媒質を選ぶことと、音響隔離面の向きとに注意する必要がある。

直管の肉厚は、位置によってばらつく可能性があるため、指示書に従って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、管軸と直交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。



図3 直管試験体

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ってはならない。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値の両側に求め（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。

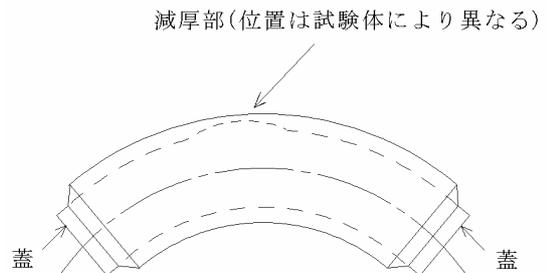


図4 曲管試験体

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つけることも大切である。

4. その他

最後に、試験においてよく見られる間違いを記す。

- (1) 小数点の位置の間違い。曲管の減厚部の幅などの数値を mm 単位で記入するときに、たとえば 50mm の 50 を 5.0 と cm 単位で記入してしまう。この間違いはかなり頻繁にあるので、とくに気をつける必要がある。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。
- (2) 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を使うことが指定されているが、その通りに使われていないことが少なくはない。
- (3) 機器の型名の書き忘れ。厚さ計本体や取扱説明書に書かれているので、忘れずに記入する必要がある。

なお本解説は 2003 年の春と秋に行われた試験内容に沿っているが、今後変わることもあり得る。

レベル2 移行試験問題の傾向

平成 15 年春期より JIS Z 2305 による資格認証試験が実施されるようになり、従来の NDIS 0601 による資格保有者は通常移行あるいは早期移行試験により JIS Z 2305 の資格へ移行することができる。レベル1については NDIS と JIS との資格内容に差がないため申請のみで移行が可能（申請料は必要）であるが、レベル2及びレベル3については差異がある部分について試験を受験・合格することにより移行できる。ここではレベル2の移行試験の内容について各部門毎にシリーズで概説する。

レベル2の移行試験問題は NDT 指示書作成に関する問題が 18 問、JIS Z 2305 の認証規格に関する一般的な問題が 2 問の計 20 問である。作業指示書に関する問題は添付の作業手順を読んで、作業指示書作成の問題を解答するもので、作業手順を確認すれば、レベル1技術者に必要な一般的な知識を除き、ほぼ答えられるようになっている。

今回は UT2 についてその傾向を紹介する。はじめに超音波探傷手順例を示し次に問題例の一部を示す。

UT レベル2 移行試験用「超音波探傷手順例」

建築鉄骨溶接部の超音波斜角探傷 NDT 手順

1. 適用範囲

本 NDT 手順は建築鉄骨用部材の工場溶接部に対する超音波斜角探傷試験に適用する。

2. 準拠規格

JIS Z 3060（鋼溶接部の超音波探傷試験方法）

3. 非破壊試験技術者

探傷試験を行う技術者は JIS Z 2305 による UT レベル1又はレベル2の資格者とする。

4. 超音波探傷装置

- (1) A スコープ形パルス反射超音波装置を使用すること。
- (2) 超音波探傷器は JIS Z 2352 の 5（定期点検）により、探傷器の購入時及び 12 ヶ月以内毎に点検し、所定の性能が維持されているものであること。
- (3) 超音波探傷装置は、以下の性能を満たすこと。

増幅直線性は ± 3% 以内。

時間軸の直線性は ± 1% 以内。

感度余裕値は JIS Z 2352 の 4.3（垂直探傷の感度余裕値）で測定し 40dB 以上。

5. STB 音速比の測定

- (1) 超音波厚さ計により 試験体の STB 音速比を測定する。

- (2) マイクロメーターを用い試験体の測定部の厚さ (t_M) 及び STB の厚さ (t_{SM}) を測定した後、超音波厚さ計、横波垂直探触子を使用して試験体の L 方向と C 方向の厚さ (t_S) 及び STB の厚さ (t_{STB}) を測定する。

- (3) 次式から STB 音速比を小数点以下 3 桁まで算出する。

$$V/V_{STB} = (t_M \cdot t_{STB}) / (t_{SM} \cdot t_S)$$

6. 超音波探触子

- (1) 溶接部の斜角探傷には公称周波数 5MHz、振動子寸法 10 × 10mm のものを使用する。
- (2) 使用する屈折角は、母材の板厚及び探傷する方向での母材と STB との音速比によって、表 1 に示す STB 屈折角又は探傷屈折角を用いて探傷する。

表 1 STB との音速比による屈折角の選定

試験体の板厚 (mm)	STB との音速比	探傷に使用する屈折角
6 t 25	0.990 V/V_{STB} 1.020	STB 屈折角 63° 以上 72° 以下
	0.990 > V/V_{STB}	探傷屈折角 63° 以上 72° 以下
	V/V_{STB} > 1.020	探傷屈折角 63° 以上 72° 以下
25 < t 75		省略
75 < t 100		省略

- (3) 遠距離分解能は JIS Z 2352 の 4.8 により測定し、5mm 以下

- (4) 接近限界長さは 15mm 以下

- (5) 不感帯は JIS Z 2350 の 13.4 により測定し、15mm

7. 接触媒質

- (1) 濃度 75% 以上のグリセリン又はグリセリンペーストを用いること。
- (2) 探傷終了後はきれいに拭き取ること。

8. 探傷部位

- (1) 斜角探傷を適用する部位は図 1 に示す溶接部である。
- (2) 母材の材質はいずれも SN490 である。
- (3) 溶接方法は CO₂ 半自動多層盛溶接である。
- (4) 開先はいずれも裏当て金付きのレ形開先である。

9. 探傷方法

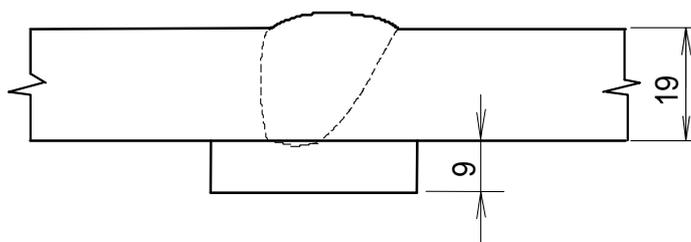


図 1 裏当て金付き突合せ溶接部

- (1) 探傷部位

斜角探傷は突合せ継手については片面両側から直射及び 1 回反射法により探傷を行う。

探傷器測定範囲は、使用する探触子で1.0スキップ以上1.5スキップ未満とする。

(2) エコー高さ区分線の作成

STB-A2の4×4mmの標準きずを用い、実際に使用する探触子により、表示器上に少なくとも3本以上のエコー高さ区分線を描く。下位から3番目以上の線をH線とし、これを感度調整基準線とする。

(3) 探傷感度の調整

公称屈折角70°の探触子を使用する場合にはH線に、公称屈折角65°の探触子を使用する場合にはM線にそれぞれ標準きずのエコー高さが一致するように探傷感度を合わせる。

(4) 探傷面の手入れ

探傷面に浮いたスケールやスパッタ及び超音波探傷を妨害するような著しいさびなどは除去すること。

探傷面が粗い場合には適切な方法で仕上げること。

(5) 探傷感度の補正

標準試験片と試験体との感度補正はJIS Z 3060の附属書2により測定し、試験体の感度が低い場合、その差の感度を補正すること。

標準試験片と試験体との感度差が2dB以内であれば感度補正はしなくて良い。

(6) 探触子の走査方法

溶接部に向かってジグザグ走査により探傷を行う。必要に応じ前後・左右・首振り走査を併用する。

(7) 検査の時期

溶接完了後24時間経過後探傷を行う。

超音波探傷試験は外観検査の後行う。

(8) きずの検出

エコー高さ区分線でL線を超えるきずエコーを検出する。

最大エコー高さを示す位置でビーム路程、探触子溶接部距離を測定し、異常部がきずか否か判定し、きずと判断されたものについて領域の測定、溶接端からの距離の測定、及びきずの指示長さの測定を行う。

L線を超える範囲をきずの指示長さとして測定する。

10. きずの評価

(1) 複数のきずが近接して検出された場合は、同一きず群か否かを判定してきずの指示長さを求める。

(2) 検出したきずエコーはその領域と、きず指示長さによって表2により分類する。

11. 合否判定

(1) きずの分類が3類、4類となるものは不合格とする。

表2 きずエコー高さの領域ときずの指示長さによるきずの分類 単位：mm

領域 板厚 mm	M 検出レベルの場合は			L 検出レベルの場合は		
	t 18	18 < t 60	60 < t	t 18	18 < t 60	60 < t
1類	6以下	t/3以下	20以下	4以下	t/4以下	15以下
2類	9以下	t/2以下	30以下	6以下	t/3以下	20以下
3類	18以下	t以下	60以下	9以下	t/2以下	30以下
4類	3類を超えるもの					

12. 不合格の場合の措置

省略

13. 報告書

省略

指示書作成の問題例（抜粋）

「建築鉄骨溶接部の超音波斜角探傷 NDT 手順」に基づき、次に示す超音波 NDT 指示書の各項目について、適切な文、又は用語を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

非破壊試験技術者

(1) 本工事の超音波探傷試験を実施する者は、JIS Z 2305に基づくUT [] 又はレベル2であること。

(a) レベル1 (b) レベル3 (c) 1級 (d) 2級

超音波探傷装置

(1) 超音波探傷装置は定期点検されたものを使用し、増幅直線性は [] 以内、時間軸の直線性は [] 以内であることを確認して使用すること。

(a) +5% (b) ±5% (c) ±3% (d) -5%

(a) +1% (b) ±1% (c) ±2% (d) -1%

探傷方法

(1) 探傷は指定された部分について実施すること。

(2) 裏当て金付き突合せ継手は両側から直射法及び [] により探傷を行う。

(a) 1回反射法 (b) 1スキップ

(c) 1.5スキップ (d) V透過法きず指示長さの測定

以上概略を述べたが、記載の項目などの詳細は超音波探傷試験を参考にされたい。なお、今後問題の内容、出題要領については変更がありうるので注意のこと。