

## UMレベル1 一次専門試験問題のポイント

2005年3月号の本欄では、UMレベル1一次試験の一般と専門の例題を数問選んで解説した。また、2006年5月号では、一般問題の中で相対的に難度の高い問題について解説した。

今回は、専門問題について解説する。出題の形式は、一般と専門の間に差はなく、正しいもの、又は誤っているものを四者択一で選ぶ形式と、2～4の空欄に適切な語句を解答群から四者択一で選ぶ形式があり、30問以上が出題される。

**問1** 次の文は、デジタル超音波厚さ計の特性について述べている。〔1〕～〔4〕に最も適切な語句をそれぞれの解答群から一つ選び、記号で答えよ。

デジタル超音波厚さ計では、予想外の厚さが表示されることがある。たとえば、〔1〕からの小さなエコーが検出されて実際よりは薄い数値が表示されたり、曲面からの測定では、接触媒質層内を伝搬した超音波が検出されて〔2〕の数値が表示されることもある。検出感度を下げれば、これらの小さなエコーは検出されなくなる。しかし、そうすると、裏面が腐食しているときに〔3〕などを確実に検出することができなくなるため、厚さ計の感度は高めに設定されている。そのため、表示値に疑問があるときには、探触子の〔4〕してみたり、余分な接触媒質を拭き取ってみるなどの方法で、可能な限りでの正確なデータを得る必要がある。

[解答群]

- |     |              |              |
|-----|--------------|--------------|
| 〔1〕 | (a) 底面       | (b) 側面       |
|     | (c) 非金属介在物   | (d) ラミネーション  |
| 〔2〕 | (a) 0～1 mm   | (b) 3～5 mm   |
|     | (c) 10～20 mm | (d) 50 mm 以上 |
| 〔3〕 | (a) ラミネーション  | (b) 底面エコー    |
|     | (c) 非金属介在物   | (d) 表面エコー    |
| 〔4〕 | (a) 再校正を実行   | (b) 接触圧を増加   |
|     | (c) 接触圧を減少   | (d) 位置を移動    |

正答：〔1〕 (c) , 〔2〕 (a) , 〔3〕 (b) , 〔4〕 (d)

この形式の問題では、〔1〕から〔4〕までの空欄に、解答群の選択肢 (a) ～ (d) の中から最も適した語句又は数値を選ぶ。

〔1〕:鋼板に内在する小さなきずに対する超音波厚さ計の検出能は、きずの種類や状態によっては比較的高い。そのため、非金属介在物などからの小さなエコーが検出されて、そこまでの距離が厚さとして表示されることがある。このことから、〔1〕の空欄には、(c) 非金属介在物が当てはまる。

普通は、(b) 側面からは検出されるようなエコーは戻らず、また、(d) ラミネーションからのエコーは比較的大きい。(a) 底面からのエコーは、言うまでもなく、厚さ計が検出しなければならないエコーである。

〔2〕:接触媒質層に厚みがあると、その内部を伝搬した超音波によるエコーが検出されることがある。接触媒質層の厚さはごく薄いので、(a) 0～1 mmくらいの小さな数値が表示される。

〔3〕:裏面の腐食が進むと、この面からの (b) 底面エコーが小さくなる。厚さを測定するためには、この底面エコーを確実に検出しなければならない。そのため、感度は高めに設定されることになると考えられる。

〔4〕:厚さ測定では、1点での測定から得られる情報は限られているが、多数の点で測定することにより、試験体についての有効な情報が得られる。この場合にも、まず、少し探触子の (d) 位置を移動して表示値の変化を見る必要がある。

**問2** 次の文は、曲面での厚さ測定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) 探触子と測定面が点又は線接触となるので、接触媒質は音響インピーダンスの大きいものが有利である。
- (b) 二振動子垂直探触子による管材の厚さ測定では、管径とは無関係に音響隔離面を管軸と直交方向に設定すべきである。

- (c) 管材測定用として探触子に付属している治具は、必ずこれを装着して使うようにしないと、管厚の正確な測定ができない。
- (d) 同一曲面を凸面側から測定しても、凹面側から測定しても、厚さ表示値に差を生じることはない。

正答：(a)

管などの曲面からの厚さ測定では、接触媒質の選択と二振動子探触子の音響隔離面の向きとが重要になる。

管の内面からのエコーは、管径が小さくなるほど、同じ厚さの平板に比べて小さくなる。この効果を少なくするために、接触媒質には音響インピーダンスの大きいグリセリンペーストなどが使われる。また、音響隔離面の向きは、管軸と直交するように配置することが原則になっている。しかし、管径が小さくなると、図1(ア)のように、超音波が有効に送受信される範囲が小さくなり、検出されるようなエコーが得られなくなる。この場合でも、音響隔離面を管軸に平行に配置すると、図1(イ)のように、超音波が有効に送受信される範囲が少し広くなり、表示値が得られることがある。このときの表示値は、正しく校正されていないので、注意して取り扱う必要があるが、測定値として利用することはできる。そのため、(a)は正しいが、(b)は正しいとは言えない。また、探触子に付属している治具を使わなくても正確な測定はできるので、(c)も正しくはない。

汎用の超音波厚さ計では、凹面側からの測定で凸面側からと同等な結果を得ることは難しいので(d)も正しくはない。

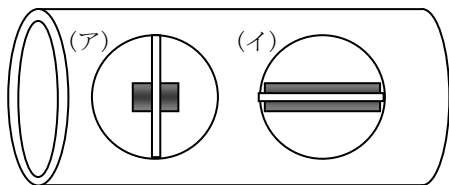


図1 管の肉厚測定と音響隔離面の向き

問3 次の文は、腐食部分の厚さ測定について述べている。誤っているものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 腐食が進んでいなくても、非金属介在物やラミネーションがあると、実際の厚さよりもかなり薄い表示値が得られることがある。
- (b) 裏面の腐食が進み凹凸ができて、厚さ測定は可能である。
- (c) 腐食域の広さと厚さ測定の難易には相関があり、狭いときのほうが測定しやすい。
- (d) 孔食があると、安定した測定値を得にくくなる。

正答：(c)

(a)と(b)は正しい。しかし、腐食の状態によっては、(d)のように測定が難しいこともある。超音波は、超音波ビームに対して垂直な反射面があると強く反射されるが、反射面がビームに対して傾いているときや反射面に凹凸があるときには、図2のように、強いエコーは得られない。このことは、水面の波が、防波堤や浴槽の平らな壁や、岩礁のような凹凸のあるところで反射するときの様子と同じである。孔食のような著しい凹凸があると、安定したエコーが得られない場合があるだけでなく、厚さ測定だけで腐食の状態を評価することは難しくなる。

超音波の反射についてのこれらの現象は、裏面が腐食した部分を厚さ測定するときの難易を決める主な要因になっている。腐食した面の凹凸の程度などは、腐食域の広さと直接の関係がないため、(c)は正しくはない。

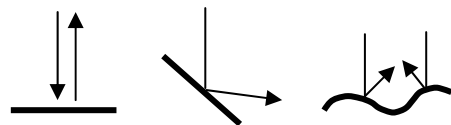


図2 超音波の反射と散乱

UMレベル1の専門試験では、保守検査の分野からの出題も多い。参考書の「超音波厚さ測定I」には腐食による減肉の測定など、保守検査についての詳しい説明が載っているので、一読しておくことを勧める。

## RTレベル2 実技試験のポイント

2003年の8月号にRTレベル2の実技試験のポイントについて掲載したが、その後誤りやすいと考えられるポイントについて解説を加え、これから受験する方の参考にした。

### RTレベル2の二次試験の概要

RTレベル2の二次試験は実技試験(管試験体の撮影ときずの像の分類)とNDT指示書の作成で行われることは、前回の紹介と同じである。現在は指示書の作成を最初に行い、試験体の撮影、きずの像の分類の順で行われている。

試験項目及び時間は表1の通りであり、80点以上で合格となる。

表1 試験項目及び時間

試験項目		時間
(1)レベル1へのNDT指示書の作成		30分
(2)実技試験	①管試験体の撮影 ②写真処理	60分
	③試験結果の記録 ④きずの像の分類	40分
	JIS Z 3105 1枚	
JIS Z 3104 2枚 JIS G 0581 2枚		

### 1. NDT指示書の作成

試験体として、例えば、軟鋼溶接継手の母材の厚さが、20mm、余盛の高さ2.0mmが与えられ、それをJIS Z 3104:1995を適用してX線透過試験を行う場合について、レベル1技術者に与える指示書を作成する問題である。問題と共にJIS Z 3104の規格票が配布される。

装置及び機材、撮影配置、露出条件、写真処理、透過写真の必要条件の各項目について全部で15箇所の空所が設けられており、規格票と問題に添付されている露出線図及びフィルムの特性曲線を用いて、適切な文字、記号、数値を記載すればよい問題である。規格の内容及び露出条件の求め方が分かれば問題ないと思われるが、必要な数値が規格のどの表をみればよいかを、しっかりと把握しておくことが大事である。また、それぞれの表で、“以上”“以下”はその数値を含み、“未満”“超えて”はその数値を含まないことに留意して、欄を間違えないこと。

## 2. 実技試験

### 2.1 アルミニウム管試験体の撮影

撮影する試験体は、管の肉厚(母材の厚さ)が6.0mm、外径100mmのアルミニウム管に余盛部に相当する厚さ2.0mmで幅15mmの帯板を中央部に巻き、管と帯板の間に厚さ0.5mmの板に、ドリル穴による人工きずを設けたものを、挟み込んでネジで固定したアルミニウム管試験体である。(図1参照)円周を5分割した指定された試験部を撮影する。「アルミニウム管試験体撮影NDT指示書」及び「アルミニウム管試験体の撮影について」が受験者毎に配布され、撮影についての注意事項が説明される。二重壁片面撮影方法によって撮影を行うが、X線の照射は垂直で、図1のように撮影治具によって、試験体を12度傾斜させている。フィルムはフジIX-80であるが、包装されているパックフィルムを使用する。受験者にはT24などのフィルム記号が記入されたものが配布され、その記号を撮影の際に試験体番号と共に入れて、受験番号に代えている。帯形透過度計及びE0形階調計は、管の外側すなわちフィルム側に取り付ける。フィルムマークは所定の透明な取付け板に、図2のように指定の位置に貼り、ゴムベルトで試験体に取り付ける。

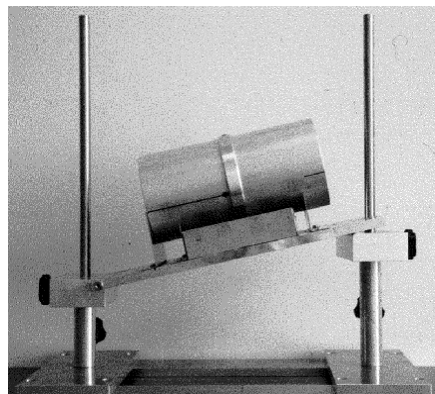


図1 管試験体と撮影用治具

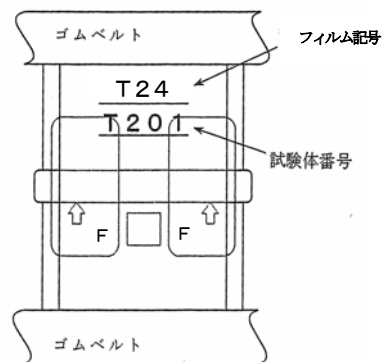


図2 透過度計、階調計、フィルムマークの取付け

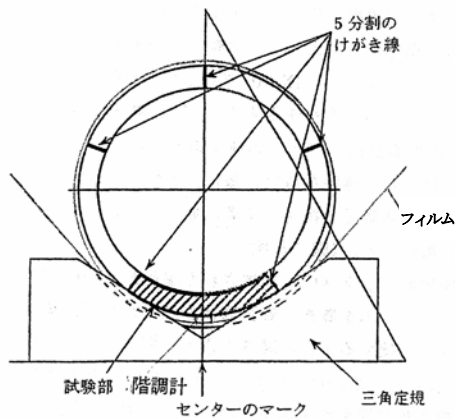


図3 管試験体の置き方

X線照射ボックス内に設置された撮影治具の所定の位置に、フィルムを置き、管試験体の指定された試験部がフィルムに接するように置く(図3参照)。三角定規を用いて、真上のけがき線を中心に合わせる。ボックスの扉を閉じる前に、次の3点をチェックすることが大事である。

- ①バックフィルムのグリーンの帯が奥の方にあること。
- ②試験体の赤く塗られた試験部が手前の下側の所定の位置にあること。
- ③試験体が奥のストップまできちんと収まっていること。

また、フィルムマーク取付け板もしっかり取り付けないと、試験体を治具に取り付ける時にずれてしまう失敗の原因になる。

撮影条件は、管電圧及び管電流が指定されており、露出時間は与えられた露出線図及びフィルムの特性曲線を使用して、各自が計算をして決める。線源・フィルム間距離が600mmから450mmに、濃度を2.0から2.8に変更する計算が必要である。露出が終了したら暗室で所定の写真処理を行う。

東京、大阪の試験場では、2台のX線装置を使用するので、2人が1グループとなって、撮影、写真処理を一緒に行う。写真処理については、自動現像機の普及で、恒温現像タンクによる手現像は、不慣れな受験者が多いが、協会が試験で使用するものと同じ機材を使用して行う実技講習会を開催しているので、参加して経験しておくことを勧めたい。

## 2.2 試験結果の記録

撮影した透過写真について、濃度計と観察器を用いて、JIS Z 3108:1986に規定する透過写真の必要条件の確認を行う。「アルミニウム管試験体の撮影記録及び観察記録」に試験結果を記入するが、前半の撮影記録は、配布されている指示書をみて撮影前に記入する。この際、観

察記録の余白部に必要条件の規格値を記入しておくといよい。なお、観察記録の記入は、次のきずの像の分類の作業中に、乾燥が終了した透過写真が各自に渡されるので、作業としては後になるが、40分の中で行わなければならない。濃度計の取扱い、零点調節、濃度を測定する箇所に注意することがポイントである。

## 2.3 きずの像の分類

きずの像の分類は、自分が撮影した管試験体の透過写真については、その結果を「JIS Z 3105:1993によるきずの像の分類記録票」に記入する。記録票に指示している通りに、識別されたきずを全て指定された所に記入し、適用した試験視野の枠、それぞれの点数も全て記入すること。

母材の厚さの2/3を超える大きさのきず、この試験体では4.0mmを超えるきずがあると、4類となることに留意すること。

鋼溶接継手については、予め撮影した透過写真2枚について行い、「JIS Z 3104:1995によるきずの分類記録票」2枚にそれぞれ記入する。記録票には分類の対象としたきずについて、位置と点数又は寸法と試験視野を図中に記入するように指示されており、全てのきずを記入する必要はない、ここでも、第2種のきずで、きず長さから1類と分類された場合でも、溶込み不良又は融合不良があれば2類とすることに留意すること。

さらに、鋳鋼品の透過写真の2枚について、きずの像の分類を行い、その記録を「JIS G 0581:1999によるきずの像の分類記録票」に記入する。JIS G 0581は1999年に改正され、従来の等級分類が、溶接継手と同様にきずの像の分類と変わり、欠陥点数がきず点数に、欠陥面積がきず面積に、試験部の肉厚が試験部の呼称厚さにそれぞれ変わった。用語は変わっても、分類の方法は改正前と同じと考えてよい。鋳鋼品のきずの分類においては、きずの寸法を測定する場合に、きずの像の明瞭な部分について測定し、ぼけた部分までは測定しないとなっているが、樹枝状の引け巣の場合、受験者の測定が多くが過小に評価し過ぎて、そのために分類結果が不正解になる傾向が見られる。

また、数えないきずの最大寸法が規定されているが、一般的には2類以下の欄の値を使用すればよい。

なお、分類作業に必要な各規格の表は、各自のテーブルにケースに入れて配布されている。鋳鋼品ではブローホールや引け巣で表が分かれており、慌てて間違った表を見てしまう事がないように留意して欲しい。