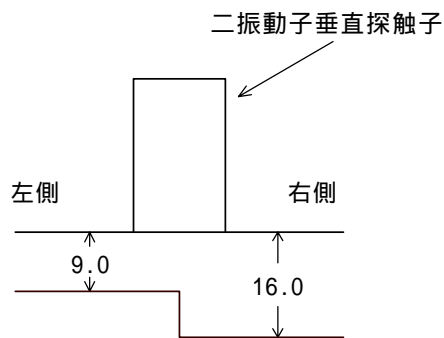


UMレベル1 一次一般試験問題のポイント

UMレベル1の新規一次試験については、2005年3月号の本欄で、一般と専門の例題を数問選んで解説した。

今回は、一般問題の中で相対的に正解率の低い問題と類似の例題を選んで解説する。一般問題には、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などがあり、30問以上が出題される。

問1 図のような段差の上で二振動子垂直探触子を左から右に走査すると、厚さ計の表示値は9.0 mm から16.0 mm に変わる。図に示されているように、探触子の中心がちょうど段差の真上にあるときの表示値として、最も可能性の高い数値はどれか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。ただし、エコーは十分な感度で検出されているものとする。



- (a) 9.0 mm
- (b) 16.0 mm
- (c) 9.0 mm を超え16.0 mm 未満の数値。
- (d) 厚さ計により9.0 mm のことも16.0 mm のこともある。

探触子が図1上部のような3つの位置にある場合を考える。それぞれの位置での超音波エコーは、図1中央のようになると考えられる。左側の(1)では9.0 mmの点に、右側の(3)では16.0 mmの点にエコーが検出される。中央の(2)では9.0 mmと16.0 mmの点に2つのエコーが検出される。

汎用のデジタル超音波厚さ計では、最初のエコーが検出されるまでの時間を厚さに換算して表示する。そのため、(2)の位置での表示値は9.0 mmになり、正解は(a)である。

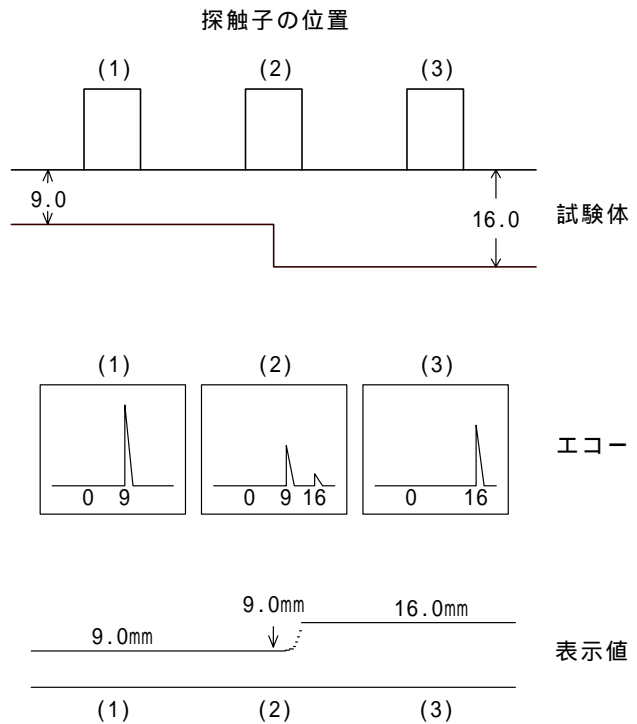


図1 試験体上の探触子の位置による超音波エコーと表示値の変化（厚さ計は最初に検出されるエコーまでの時間を距離に換算して表示する。）

(2)の9.0 mmの点のエコーの振幅は、(1)のときの同じ点のエコーの振幅のちょうど1/2になるため、(1)のときに十分な感度でエコーが検出されれば、(2)のときにも十分確実に検出される。

厚さ計の位置と表示値の関係は、およそ図1下部のようになる（2004年4月号の本欄UM1実技試験の概要とポイントの図2参照）。この図からも想像出来るように、9.0 mmの底面からのエコーが16.0 mmの底面からのエコーよりもかなり小さくならないと、表示値は16.0 mm に変わらない。この位置は、中央（段差の真上）よりも数mm以上右にずれている。

これは、超音波エコーを利用する厚さ計のもっとも基本的な性質であり、分かっしまえば当り前の事なので、よく理解しておく必要がある。

汎用のデジタル超音波厚さ計では、図1中央のようなエコーを、直接観察することはできない。しかし、超音波エコーの性質と厚さ計の動作の特徴を知っておくことは、厚さ計を正しく使う意味でも重要である。

問2 次の文は、超音波探傷器の基本的調整法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)電源スイッチを入れればそのまま探傷できる状態となり、特に調整の必要はない。
- (b)時間軸調整は、主として平行面の多重エコーによって行う。
- (c)縦軸関係のつまみには、測定範囲と零点調整とがある。
- (d)感度は、 B_1 エコー高さを20%位にすることが原則である。

超音波探傷器を使うときには、表示器の時間軸(横軸)と感度(縦軸)とを調整する必要があるので、(a)は正しくはない。

(b)は、垂直探傷の場合に時間軸を調整する手順としてもっとも一般的な方法である。超音波探傷器により厚さ測定を行うときにもこの調整は必要になるので、そのことを知っていれば、正解が(b)であることは簡単に分かる。

(c)は、測定範囲と零点は時間軸(横軸)を決める調整値なので、縦軸と横軸が取り違えられている。

(d)は、 B_1 エコーの高さを感度の基準にするところまでは正しい。しかし、特殊な場合を除くと、底面に近い深さのきずからのエコー高さが B_1 エコーを超えることはないため、 B_1 エコーが20%になるように感度を調整すると、きずエコーが小さくなりすぎる。実際は、 B_1 エコーを80%に感度調整することが多いので、(d)は正しいとはいえない。(この感度設定法は、底面エコー方式と呼ばれる。他に、標準試験片や対比試験片を使う試験片方式がある。超音波探傷法では、これらの方式で感度を設定して、きずの検出と評価が行われる。汎用のデジタル超音波厚さ計では、感度は装置によりあらかじめ設定されているため、測定者がこれらの操作を行う必要はない。)

選択肢(b)の多重エコーは、板を垂直探傷したときに得られるエコーで、超音波ビームが板の表裏面で反射を繰り返す結果、等間隔のエコーが検出される。これは超音波厚さ計が、文字通り理想的に動作する場合で、表示値の精度も高い。このことは、超音波による厚さ測定の原点といえるため、確実に理解しておく必要がある。

問3 超音波厚さ計をあらかじめ校正して測定しているときに、突然、表示値が0000か、又は表示しなくなった。その理由として正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a)ラミネーションがあった。
- (b)非金属介在物があった。
- (c)裏面に孔食があった。
- (d)不適当な接触媒質を使っていた。

この問題は、鋼板に発生する典型的なきずや腐食部からのエコーの特徴を知っていると簡単に解答できる。

ラミネーションは、板の表面に平行な層状の不連続部で、面積も比較的大きい。そのため、安定したエコーが得られることが予想され、厚さ計の表示値も他のきずに比べて安定している。

非金属介在物は、ラミネーションに比べると面積が小さいので、密集していない限りはエコーも小さい。厚さ計で検出されたとしても、探触子の位置を少し移動すると正常な板厚に戻ることが期待される。

圧延された鋼板では、これらのきずは表面に平行な方向に引き伸ばされているため、超音波はこの方向に垂直に入射することになる。その結果、エコーは相対的に検出されやすい。しかし、孔食のような局部的な腐食が裏面に発生していると、その表面に入射する超音波ビームのほとんどは、斜めに入射することになる。その結果、エコーは検出され難く、腐食の程度によっては底面エコーなどのその他の部分からのエコーも検出されないことになり、測定は不可能になる。

異常な表示が突然現れたとすれば、接触媒質が原因ではないと考えられるため、正解は(c)であることが分かる。

UMレベル1では、超音波探傷器についてはあまり詳しい知識は要求されていない。しかし、厚さ計の表示値に比べて、超音波探傷器によるエコーの表示は直感的に分かり易いので、超音波探傷器の表示の意味をよく理解しておくことや、表示されるエコーの特徴を知っておくことは、厚さ計により厚さ測定を行うときにも十分に役立つ。一般試験でもこの知識があると解答しやすい問題は多いので、[超音波厚さ測定]などの参考書により、超音波探傷についても基礎的な理解を得ておくことがポイントといえる。

UTレベル2 一次専門試験問題のポイント

2004年10月号の本欄で、UTレベル2の新規一次試験問題について、例題を挙げて一般試験問題と専門試験問題を数問選んで紹介した。

今回、新規一次試験の専門試験の中から、受験者の理解不足と思われる問題、単純なミスを犯しやすい問題等を選んで、注意して欲しい点などを含めて解説することとした。専門試験は30問以上出題され、四者択一により正しいもの、又は誤っているものを選ぶ形式と、一つの文章問題の中に2~4問が設けられて、それぞれに四者択一形式の解答が示されている形式の問題である。

問1 次の文は、超音波の減衰係数について述べたものである。文中の[1]に適する数値を一つ選び、記号で答えよ。

厚さが500mmで表面粗さを $25\mu\text{m Rz}$ に仕上げ加工した鍛鋼品を2Z28Nの探触子で探傷したところ、健全部において、 B_1/B_2 の値が10.0dBであった。この鍛鋼品の減衰係数を計算した結果、[1] dB/mmとなった。

ただし、この条件では反射損失の影響は極めて少ないので、これを無視した。

- (a) 0.004 (b) 0.01 (c) 0.02 (d) 0.02

正答 (a)

垂直探触子の近距離音場限界距離 X_0 の値は次の式で表される。

$$X_0 = D^2 / 4$$

したがって、ここで用いる探触子の X_0 は、
 $= 28^2 / (4 \times 5.9/2) = 66.4\text{ mm}$ となる。

厚さ500mmの材料における規準化距離(ビーム路程を X_0 で除したものは $n = 500/66.4 = 7.5$ であり、この値が4より大きいときは、距離とエコー高さは反比例の関係となって、距離が2倍になるとエコー高さは半分となる。したがって、 B_1 と B_2 間でエコー高さが低下する間に距離による減衰が含まれることになる。さらに、底面での反射損失や距離による拡散損失も考慮すべきであるが、この問題ではこれらの影響は無視するとされているので、減衰係数は次式で表される。

$$= (B_1/B_2 - 6\text{ dB} - \text{反射損失} - \text{拡散損失}) / (2 \times \text{板厚})$$

$$= (10.0 - 6 - 0 - 0) / (2 \times 500) = 0.004\text{ dB/mm}$$

問2 次の文は、JIS Z 2355 で定められた表示器付き超音波厚さ計とその適用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) 基本表示の超音波探傷器と同様な表示器により、ゲート内のエコー信号間隔からデジタルで厚さを表示する厚さ計を示している。
(b) 材料の音速をあらかじめ設定し、材料中のパルス伝搬時間を厚さに換算してデジタル表示する厚さ計を指している。
(c) 厚さ測定で異常な表示値が現れたときは超音波探傷器を併用するので、表示器付き厚さ計は用いない。
(d) 連続測定法/精密測定法では表示器付き厚さ計の併用を義務づけている。

正答 (a)

JIS Z 2355「超音波パルス反射法による厚さ測定法」は2005年12月に改正版が発行された。改正規格では測定結果をデジタル値で表示する小型で一般に用いられるデジタル表示超音波厚さ計をa)「はん用超音波厚さ計測定装置」とし、これとは機能又は性能で区別されるb)「特定機能厚さ計」が8種類に分類されている。この特定機能厚さ計のなかに「表示器付超音波厚さ計」が規定されている。その詳細は附属書7(参考)特定機能厚さ計による厚さ測定方法に規定されている。それによると、表示器付超音波厚さ計は機能として、はん用超音波厚さ計に超音波探傷器と同様の基本表示(Aスコープ)モニターを付加した構造で、両者の機能は切換えて使用できる。

また、連続測定法や精密測定法では測定間隔や指定された範囲内の測定点と記録方法の内容についての規定で、適用装置には言及していない。

なお、改正規格と旧規格(JIS Z 2355:1994)とは表現方法が異なっているものの、表示器付超音波厚さ計の性能と測定方法に相違はなく、本問題を解答するにおいて特別な相違はない。

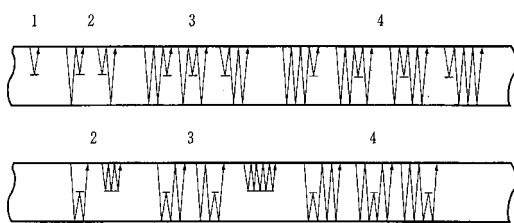
問3 次の文は、積算効果について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 積算効果は板厚が30mm程度以下の鋼板の探傷時に、良く見受けられる。
(b) 積算効果は残留エコーの一種である。
(c) 積算効果は減衰の多い鋼板の探傷時に、よく見受けられる。

(d)積算効果が現れた場合、きずの評価は特に指定がないかぎり、F エコー高さの最大のところ（例えば F_4, F_5 ）で行う。

正答（a）

積算効果とは、きずが小さく減衰の少ない材料の垂直探傷時に現れる現象で、きずエコーが1回目より2回目、3回目と高くなることをいう。きずエコーは送信パルスと底面エコーとの間に現れるが、図1に示すように、板厚の中央部にある場合は幾つかの経路のエコーが重なり合って表示されるため、2回目、3回目のエコーの方が高く表示される。このような場合でも、JIS G 0801では、きずエコーの評価は F_1 で行うこととされている。



(a) 中央にきずがある場合

図1 エコーの積算効果（超音波の経路）

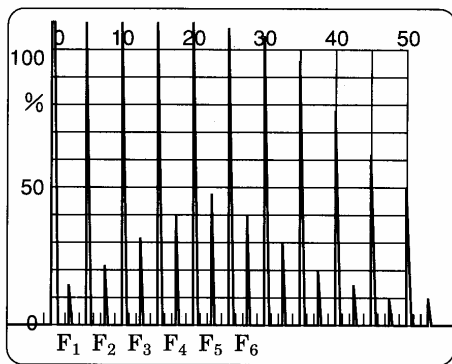


図2 積算効果の探傷図形

問4 次の文は、縦波斜角探触子について述べたものである。文中の[2]に適する数値を一つ選び、記号で答えよ。

18 - 8 ステンレス鋼（縦波音速が $5,790\text{m/s}$ 、横波音速が $3,100\text{m/s}$ ）の斜角探傷のために、屈折角 70° の縦波斜角探触子を設計した。入射角は [2] 度である。ただし、くさびの音速を $2,730\text{m/s}$ とする。

(a) 23 (b) 26 (c) 28 (d) 30

正答（b）

本問題は、超音波縦波がアクリルからステンレス鋼に屈折する場合の入射角を問うものである。スネルの法則を用いて求めるもので、超音波の斜め入射、反射、屈折の基本的問題といえる。これと類似の問題はレベル1でも毎回出題されている。この問題のむずかしい理由がよく分からないが、題意ではステンレス中に伝搬させるのは縦波であることをよく理解していないのではないと思われる。

問5 次の文は、JIS Z 3060 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) JIS Z 3060 に規定している領域とは、エコー高さを測定してきずを等級分類するために、校正目盛板上に作成されたエコー高さの範囲をいう。
- (b) JIS Z 3060 に規定している領域とは、エコー高さによってきずの種類を推定するために、校正目盛板上に作成されたエコー高さの範囲をいう。
- (c) JIS Z 3060 に規定している領域とは、M線とH線に囲まれた領域をいう。
- (d) JIS Z 3060 では、距離振幅特性曲線により作成されたエコー高さ区分線の範囲を、下から領域、及びと名付けている。

正答（a）

JIS Z 3060 ではエコー高さからきずの種類を推定するような規定はなく、領域はきずを評価するために用いられる。(c)のJIS Z 3060 に規定している領域とは、H線以上を領域、M線を超えH線以下を領域、L線を超えM線以下を領域、L線以下を領域と定義している。

(d)でいう領域とは、日本建築学会規準「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」に規定されているもので、H線+6dBのところU線が設けられている。U線以上の領域をと規定しているが、JIS Z 3060ではH線以上を全て領域としている。

今回解説を加えた専門問題は、問題内容から判断すると、レベル1の内容に近いものである。レベル2の出題範囲にはレベル1の範囲や、厚さ測定も出題範囲に含まれていることを理解すべきである。これから超音波探傷の資格取得を考えている方は、専門分野の出題範囲について再度確認し、幅広く専門分野の知識を深めるよう希望するものである。