

R T レベル 2 一次専門試験問題のポイント

2004年8月号の本欄で、R T レベル 2 の新規試験問題について、一般試験と専門試験について例題を数問選んで紹介した。また、2005年9月号で一般試験のみを取り上げて、数問の例題について多少詳しく解説した。

今回、一次試験の専門試験について、受験生が解答に苦慮していると思われる類似問題を数問取り上げて解説することとした。なお、専門試験は30問出題され、四者択一方式であり、出題内容も2004年8月号で紹介したものと、ほぼ同程度である。

問1 次の語句と最も関係の深い JIS 規格を、解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

- [A] 試験視野 50mm [B] 非破壊試験用語
[C] 階調計 20形 [D] 二重壁片面撮影方法
[E] B種

[解答群]

- [A] (a) JIS Z 3104:1995 (b) JIS G 0581:1999
(c) JIS Z 3861:1979 (d) JIS Z 2300:2003
[B] (a) JIS Z 3104:1995 (b) JIS G 0581:1999
(c) JIS Z 3861:1979 (d) JIS Z 2300:2003
[C] (a) JIS Z 3104:1995 (b) JIS G 0581:1999
(c) JIS Z 3861:1979 (d) JIS Z 2300:2003
[D] (a) JIS Z 3104:1995 (b) JIS G 0581:1999
(c) JIS Z 3861:1979 (d) JIS Z 2300:2003
[E] (a) JIS Z 3104:1995 (b) JIS G 0581:1999
(c) JIS Z 3861:1979 (d) JIS Z 2300:2003

放射線透過試験関係の JIS 規格は、解答群に記載されている4規格の他8規格程ある。「放射線透過試験問題集」1999の「2.4 撮影配置及び適用規格」では、重要な9規格について解説表1及び解説表2に整理されているので、活用してほしい。少なくとも JIS 番号とその標題は、しっかり記憶しておくことが必要である。

試験視野は、溶接継手に対しては正方形又は矩形であり、円形は鋳鋼品の場合のみで、(b) が正答である。非破壊試験用語は、(d) の標題そのものである。階調計20形は、15形、25形と共に(a)に規定されている。階調計の他の形名についても、前掲の表1で確認しておくが良い。二重壁片面撮影方法は、(a) の JIS Z 3104 の他に JIS Z 3108 : 1986 にもあるが、この解答群には入っていない。B種は、JIS Z 3861 に T種、F種と共に規定され

ている。

問2 線フィルムの特性曲線及び露出線図(本文では省略するが、前記の問題集の282頁及び283頁の2図を参照)を用いて、次の文の[F]~[H]に入れる最も適切な数値を、解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

図1に示すような厚さの差のある試験体を撮影する必要が生じた。厚い方のほぼ中央(点A)の濃度を1.50にするための撮影条件は、線フィルム IX100、鉛箔増感紙 0.03mm、線源とフィルム間の距離(SFD)600mm、管電圧200kV、管電流5mA、露出時間[F]分である。このとき、これより薄い方のほぼ中央(点B)の濃度が3.50になる厚さは[G]mmである。

次に、この透過写真上に割れらしい線状の像が認められたので、確認のため、線フィルムと増感紙の組合せをIX80とPb0.03mmに変えて厚い方の中央(点A)の濃度が2.50となるように撮影した。そのときの露出時間は[H]分である。

ただし、他の条件は変わらないものとする。

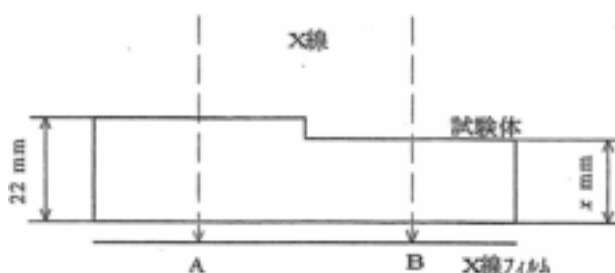


図1

[解答群]

- [F] (a) 0.7 (b) 1.4 (c) 2.8 (d) 4.6
[G] (a) 7.6 (b) 10.3 (c) 12.1 (d) 16.4
[H] (a) 7.4 (b) 9.4 (c) 12.6 (d) 15.8

露出線図は撮影条件を決めるために使用される。露出線図に示された条件の下で、横軸の鋼板の厚さに対して必要な露出量を縦軸に、パラメータの管電圧ごとに示したものである。

露出線図には濃度が指定されているが、線フィルムの特性曲線と組み合わせることによって、異なる厚さの部分の濃度を推定することができる。

問題を解くに当たって、線フィルムと増感紙の組合せ、SFDの値、指定濃度を確認する必要がある。与えられている露出線図がIX100とPb0.03mmのもので、SFDも600mmであり、濃度も1.50であるから、点Aに対する露出時間

は、露出線図の横軸の 22mm から立ち上げて 200kV の線で縦軸の露出量を読み取ると 14mA・min が得られる。5mA で撮影するので、 $14 \div 5 = 2.8$ (分) となり、[F] は (c) が正答である。次に、線フィルムの特性曲線の図で IX 100+Pb0.03 の曲線で濃度 1.50 と 3.50 に対応する露出量を求めると、58 秒と 150 秒が求められる。 $150 / 58 = 2.59$ 倍の露出を与えると、濃度が 1.50 から 3.50 に上がる。22mm の点 A に濃度 1.50 を与えると 14mA・min に $58 / 150$ を乗じた 5.4mA・min に対応する 200kV における鋼板の厚さを、露出線図から求めると 16.4mm が得られる。この厚さに対して 5.4mA・min の露出を与えれば、濃度 1.50 になるが、 $150 / 58$ 倍の 14mA・min で撮影するので、16.4mm の点 B は濃度が 1.50 から 3.50 に上がる。

[G] の正答は (d) である。また、線フィルムの特性曲線の IX 100 + Pb0.03 の曲線の濃度 1.50 と IX 80+Pb0.03 の濃度 2.50 に対応する露出量を求めると、58 秒と 260 秒が得られる。22mm の点 A が濃度 1.50 となる露出時間の 2.8 分に $260 / 58$ を乗じると $2.8 \times 260 / 58 = 12.6$ 分となり [H] は (c) が正答である。

問 3 図 2 は鋼溶接部の透過写真に現れたきずをスケッチしたものである。JIS Z 3104:1995 に基づいてきずの分類を行う場合、次の文の [I] ~ [M] に適する数字を、解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。なお、JIS Z 3104 附属書 4 表 3 ~ 表 6 を巻末に示す。

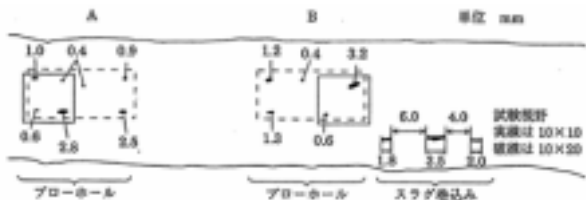


図 2

この溶接部は母材の厚さが 30.0mm であり、余盛は両面にあり、その高さは測定していない。A の部分の第 1 種のきずはきず点数が [I] 点で [J] 類、B の部分の第 1 種のきずはきず点数が [K] 点で [L] 類である。スラグ巻き込みは、第 2 種のきずとして取り扱い、第 2 種のきず長さの最大値は 3.5mm となり、1 類と分類される。試験部の有効長さを対象として決定する総合分類は、第 1 種の試験視野内に第 2 種の分類に供したきずが混在していないため、[M] 類となる。

[解答群]

[I] (a) 6 (b) 8 (c) 10 (d) 12

[J] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

[K] (a) 6 (b) 8 (c) 10 (d) 12

[L] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

[M] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

鋼溶接部のきずの像の分類は、JIS Z 3104 の附属書 4 に従って行う。第 1 種のきずについては、母材の厚さに応じて規定されている大きさの試験視野を、きずの密集している部分に適用し、それぞれのきずとその寸法に応じて規定されているきず点数を与えて、試験視野内のきずのきず点数を合計する。求められた第 1 種のきずのきず点数によって、附属書 4 表 5 により類を決定する。

この問題では、母材の厚さは 30.0mm であるから、試験視野の大きさは、破線の 10×20 mm である。A の部分については、2.8mm と 2.5mm のきずは 3 点ずつで 6 点、1.0mm と 0.9mm のきずは、1 点ずつで 2 点、0.6mm と 0.4mm のきずは、0.7mm 以下であるので、算定しないきずであり 0 点である。したがって、きず点数の合計は 8 点であるから [I] の正答は (b) である。表 5 から母材の厚さ 25mm を超え 50mm 以下の欄により、きず点数 8 点は 2 類に分類される。[J] の正答は (b) である。B の部分では、3.2mm のきずは点数が 6 点、1.3mm と 1.2mm のきずは、2 点ずつで 4 点、0.6mm と 0.4mm のきずは 0 点、したがって、きず点数の合計は 10 点であるから、[K] の正答は (c) であり、[L] の正答は (b) である。

第 2 種のきずは、試験視野を用いず、最も長いきずの寸法を第 2 種のきずのきず長さとし、附属書 4 表 6 により類を決定する。きずが一線上に存在する場合は、きずときずの間隔によって、独立なきず群かの判断が必要になる。間隔が大きい方のきず長さより短い場合はきず群となり、きずときずとの間隔を含めて測定した寸法を、そのきず群のきず長さとする。この問題では間隔がきず長さより長いので、最大の 3.5mm が第 2 種のきずのきず長さとなり、母材の厚さ 30.0mm の $1/4$ 以下であるので、1 類に分類される。

この問題とは別に、きず長さで 1 類になっても、きずが溶込み不良、融合不良の場合は 2 類とすることを忘れてはいけない。

また、2 種類以上のきずがあつて、総合分類を行う場合は、下位の方の類とし、第 1 種のきずの試験視野に第 2 種のきずの一部がかかるような場合は、混在の扱いとなり、両方の種の分類結果が同じ類の場合は、一つ下位の類とする。この場合は混在しておらず、総合分類は 2 類となるから [M] の正答は (b) である。

UTレベル1 一次一般試験問題のポイント

2005年2月号の本欄で、UTレベル1の新規一次試験問題について、例題を挙げて一般試験と専門試験を数問選んで紹介した。

今回、新規一次試験の一般試験の中から、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。一般試験は40問以上出題され、四者択一形式により正しいもの、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 次の文中の[1]、[2]に適する数値を解答群から一つ選び、記号で答えよ。

STB-N1の探傷面(表面)から標準穴までの距離は[1]mmで穴径は[2]mmである。

[解答群]

[1] (a) 10 (b) 15 (c) 20 (d) 25

[2] (a) 2.8 (b) 4 (c) 5.6 (d) 8

正答 [1] (b)

[2] (c)

STB-N1に関する問題は前回の本欄においても解説したところである。しかし、相変わらずSTB(標準試験片)の用途、寸法形状に対する正答率は低いようである。

超音波探傷試験において使用するSTBはJIS Z 2345に規定されており、超音波探傷技術者として寸法形状、

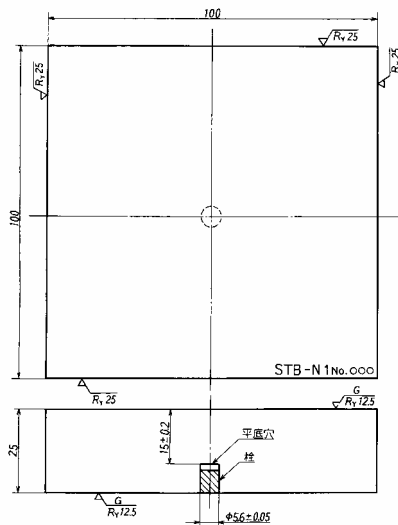


図1 STB-N1の寸法形状(JIS Z 2345)

用途などを記憶しておくことは必須条件である。図1に示すように、STB-N1はSTB-A1と同じ材質で、同じ25mm板厚で製作されている。JIS G 0801(压力容器用鋼板の超音波探傷試験方法)およびJIS G 0901(建築用鋼板及び平鋼の超音波探傷試験による等級分類と判定基準)では厚板における探傷感度の調整に用いることが規定されている。

問2 ある仕様書の規定では「使用探触子はジルコンチタン酸鉛又は水晶とし、その直径はすべての周波数に対して $20\text{mm} \pm 1\text{mm}$ のものでなければならない」とされている。下記に示す探触子のうち使用できるものを一つ選び、記号で答えよ。

(a) 20Q5N (b) 5C20N (c) 5Q19N (d) 20Z5N
正答 (c)

この問題はJIS Z 2350(超音波探触子の性能測定方法)で規定されている探触子の種類と記号の理解度を問うものである。探触子表示記号の一番最初の数値は、公称周波数を表している。次の記号は、振動子材料を示すもので、水晶はQ、ジルコンチタン酸鉛はZ、圧電磁器一般はCの記号で表すこととされている。記号の次の数値は振動子の公称寸法で円形振動子の場合は直径で示している。最後の記号Nは垂直探触子であることを示している。ちなみに、斜角探触子はAの記号で示される。

この表示形式に従って問題を考えると、この仕様書においては周波数の規定がされていないので振動子材料から検討すると、まず(b)の5C20Nが除外される。次に、直径は $20\text{mm} \pm 1\text{mm}$ まで許容されており、これに合致するものは残りの中から(c)の5Q19Nとなる。

問3 次の文は、超音波探傷器の表示器上の探傷図形を変化させるつまみ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) パルス位置つまみは、エコーの間隔を変えるために使用する。
(b) ゲインつまみは、エコーの間隔を変えるために使用する。
(c) 測定範囲調整つまみは、エコーの間隔を変えるために使用する。
(d) 測定範囲調整つまみは、エコーの間隔を変えずに平行移動させるために使用する。

正答 (c)

超音波探傷器の表示器の縦軸および横軸の調整つまみに

ついでの問題である。ゲインつまみは感度調整を行うもので、縦軸のエコー高さを変化させるものである。測定範囲つまみは音速調整つまみともいい、音速を変化させるとエコーの間隔が変化する。パルス位置つまみは掃引遅延を行うもので、横軸をエコーの間隔を変えことなく平行移動するつまみである。

J S N D I 発行の「超音波探傷試験実技参考書」などの参考書に基づいて勉強した人や超音波探傷器をある程度操作した経験のある技術者であれば、常識的な問題といえよう。しかし、この問題の正答率が低いのは、一次試験合格後に二次試験対策を勉強する段になって初めて超音波探傷器を操作するという訓練方法に問題がある。訓練指導者は受験申請に必要な訓練時間の内容に是非とも探傷器の操作実習を含めて頂きたいものである。

問4 次の文は、超音波の発生について述べたものである。誤っているものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 超音波の発生は、高周波電圧を振動子に加える。
- (b) 超音波の発生は、圧電材料が用いられる。
- (c) 超音波の発生は、パルス電圧を機械振動に変換して行う。
- (d) 超音波の発生は、機械振動を電気信号に変換して行う。

正答 (d)

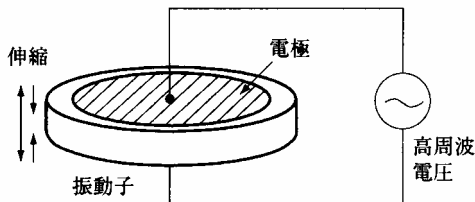


図2 振動子

超音波の発生と受信は、図2に示すように圧電材料に電極を取り付け、両極間に高周波のパルス電圧を加えると、振動子は厚さ方向に伸び縮みする。この結果、電気振動が機械振動に変換され、超音波を発生させる。超音波の受信は、逆にきずや底面から反射して戻ってきた超音波パルスが振動子を振動させ、その振動の大きさに比例した高周波電圧が発生する。このことから、誤った記述は(d)であることが分かる。

問5 次の文は、アクリル樹脂と鋼との平らな境界面に縦波超音波がアクリル樹脂側から斜めに入射した場合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) 縦波反射角は、縦波屈折角と等しい。
- (b) 縦波屈折角は、入射角より大きくなる。
- (c) 横波屈折角は、横波反射角より小さくなる。
- (d) 縦波反射角は、縦波屈折角より大きくなる。

正答 (b)

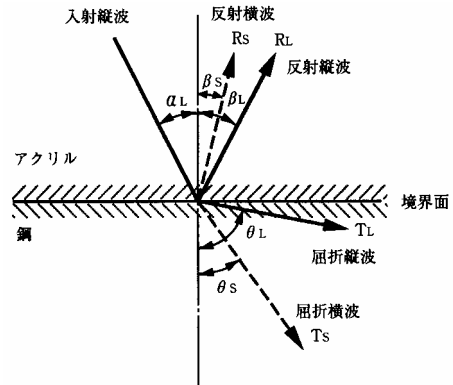


図3 アクリルから鋼への斜め入射

超音波が境界面に斜めに入射した場合に起こる反射と屈折に関するスネルの法則に関する問題で、アクリルのくさびを用いた斜角探触子で鋼に超音波を入射することをイメージしたもので、実際の斜角探触子では、縦波の入射角が縦波の臨界角以上に設計されているために鋼中には縦波を屈折させないようにしている。

入射角 α 、反射角 β 、屈折角 θ および媒質1 (アクリルの音速 $C_{1L} = 2730\text{m/s}$)、媒質2 (鋼中縦波音速 $C_{2L} = 5900\text{m/s}$ 、鋼中横波音速 $C_{2S} = 3230\text{m/s}$) の関係を次式に当てはめると答えが得られる。

$$\frac{\sin \alpha}{C_1} = \frac{\sin \beta}{C_1} = \frac{\sin \theta}{C_2}$$

図3で、縦波屈折角が縦波入射角よりも大きくなっているのは、鋼の縦波音速がアクリルの縦波音速よりも早いからである。この原則を覚えておくと、計算しなくても、スネルの法則に関する類似の問題を解くことができる。

レベル1の基礎問題では、超音波探傷の原理原則を問う出題が多く見受けられる。いずれレベル2にステップアップを目指す人にとっても、超音波探傷の基礎的分野を良く理解しておくことを希望する。

【54巻12月号掲載記事に関する訂正】

「ETレベル3 二次試験のポイント (C3・手順書)」記事に訂正がありました。詳細は協会HPの「NDTフラッシュコーナー」内 機関誌 Vol. 54 No. 12 に掲載させていただきます。お詫びして訂正致します。