

2010年秋期資格試験結果

2010年秋期資格試験の結果が発表された。新規試験結果（再試験を含む）の合格率は、レベル1が51.2%、レベル2が30.0%、レベル3が12.8%であり、2010年春期試験と比較すると、レベル3が少し低下しているが、レベル1、2はほぼ同様であった。また、合格者数も同様であった。受験申請者数は、新規試験、再試験、再認証試験を合わせて計11,650件であった。移行試験も終わり、再認証試験の該当者はまだ少ないことから受験者の殆どが新規試験であり、この新規試験の合格者がそのまま登録件数の増加に繋がっていると思われる。またJIS Z 2305 認証制度では、登録してから10年後の有効期限で再認証試験を受験することになっていることから、2011年秋から徐々に増加することが予想される。

各表の合格率は〔合格者数／（申請者数－欠席者数）〕で算出した値である。新規試験結果を表1に、レベル3の新規基礎試験結果を表2に、再認証試験結果を表3に示す。

表1 新規試験結果（再試験を含む）

| NDT方法 | 略称 | レベル1 ^{*1} | | | レベル2 ^{*1} | | | レベル3 ^{*1} | | |
|-------------|----|--------------------|------|-------|--------------------|-------|------|--------------------|------|------|
| | | 申請者数 | 合格者数 | 合格率% | 申請者数 | 合格者数 | 合格率% | 申請者数 | 合格者数 | 合格率% |
| 放射線透過試験 | RT | 83 | 31 | 38.8 | 790 | 188 | 25.9 | 176 | 44 | 27.3 |
| 超音波探傷試験 | UT | 650 | 336 | 55.6 | 1873 | 472 | 27.3 | 624 | 44 | 7.9 |
| 超音波厚さ測定 | UM | 309 | 187 | 65.4 | — | — | — | — | — | — |
| 磁粉探傷試験 | MT | 167 | 74 | 46.5 | 1773 | 402 | 23.9 | 223 | 11 | 5.5 |
| 極間法磁粉探傷検査 | MY | 110 | 29 | 27.9 | 211 | 44 | 22.7 | — | — | — |
| 通電法磁粉探傷検査 | ME | 23 | 3 | 13.0 | — | — | — | — | — | — |
| コイル法磁粉探傷検査 | MC | 3 | 3 | 100.0 | — | — | — | — | — | — |
| 浸透探傷試験 | PT | 418 | 178 | 45.4 | 2203 | 751 | 36.5 | 363 | 60 | 19.2 |
| 溶剤除去性浸透探傷検査 | PD | 195 | 97 | 53.6 | 640 | 253 | 42.1 | — | — | — |
| 水洗性浸透探傷検査 | PW | 0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| 渦流探傷試験 | ET | 50 | 21 | 43.8 | 472 | 116 | 26.1 | 94 | 8 | 9.2 |
| ひずみ測定 | SM | 9 | 7 | 87.5 | 162 | 44 | 30.1 | 22 | 4 | 23.5 |
| 合計 | | 2,017 | 966 | 51.2 | 8,124 | 2,270 | 30.0 | 1,502 | 171 | 12.8 |

表2 レベル3新規基礎試験結果

| NDT方法 | 略称 | 申請者数 | 合格者数 | 合格率 |
|-------|----|------|------|-------|
| 基礎試験 | — | 689 | 94 | 15.0% |

注*1：各部門の申請者数は一次（新規、再試験）と二次のみ（新規、再試験）の合計数

表3 再認証試験結果

| NDT方法 | 略称 | レベル1 | | | レベル2 | | | レベル3 ^{*2} | | |
|-------------|----|------|------|-------|------|------|-------|--------------------|------|-------|
| | | 申請者数 | 合格者数 | 合格率% | 申請者数 | 合格者数 | 合格率% | 申請者数 | 合格者数 | 合格率% |
| 放射線透過試験 | RT | 0 | 0 | — | 0 | 0 | — | 0 | 0 | — |
| 超音波探傷試験 | UT | 1 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | — | 0 | 0 | — |
| 超音波厚さ測定 | UM | 0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| 磁粉探傷試験 | MT | 0 | 0 | — | 1 | 1 | 100.0 | 0 | 0 | — |
| 極間法磁粉探傷検査 | MY | 0 | 0 | — | 0 | 0 | — | — | — | — |
| 通電法磁粉探傷検査 | ME | 0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| コイル法磁粉探傷検査 | MC | 0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| 浸透探傷試験 | PT | 0 | 0 | — | 0 | 0 | — | 1 | 1 | 100.0 |
| 溶剤除去性浸透探傷検査 | PD | 0 | 0 | — | 2 | 0 | 0.0 | — | — | — |
| 水洗性浸透探傷検査 | PW | 0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| 渦流探傷試験 | ET | 0 | 0 | — | 0 | 0 | — | 0 | 0 | — |
| ひずみ測定 | SM | 2 | 2 | 100.0 | 0 | 0 | — | 0 | 0 | — |
| 合計 | | 3 | 2 | 66.7 | 3 | 1 | 33.3 | 1 | 1 | 100.0 |

注*2：レベル3クレジット申請は除く

非破壊試験技術者資格登録件数（2010年10月1日現在）

JIS Z 2305 による資格認証制度が2003年に発足して7年が経過した。今回2010年10月時点での資格登録件数をまとめた。集計の結果、資格登録件数は、約78,000件となった。JIS Z 2305 資格のNDT方法別資格登録件数を表1に、NDT方法別比率を図1に示す。JIS Z 2305 資格登録件数には、新規試験による資格者とNDIS 0601 資格からの移行者の両方を含む。また、2003年以降のJIS 資格者とNDIS 資格者の資格登録件数の推移を図2に示す。NDIS 0601 資格の移行が終了し、JIS Z 2305 資格に一本化された。資格登録者の内訳は、従来と同様におおよそレベル1が20%、レベル2が70%、レベル3が10%である。資格登録件数の全体としては、JIS Z 2305 の認証制度開始時点と比較すると年々漸次増加しており、現在は約35%の増加となっている。

表1 非破壊試験技術者資格登録件数

単位：件

| NDT方法 | 略称 | JIS Z 2305 | | | |
|-------------|----|------------|--------|-------|--------|
| | | レベル1 | レベル2 | レベル3 | 計 |
| 放射線透過試験 | RT | 373 | 5,551 | 1,872 | 7,796 |
| 超音波探傷試験 | UT | 6,018 | 14,124 | 2,959 | 23,101 |
| 超音波厚さ測定 | UM | 2,648 | — | — | 2,648 |
| 磁粉探傷試験 | MT | 426 | 9,248 | 524 | 10,198 |
| 極間法磁粉探傷検査 | MY | 864 | 534 | — | 1,398 |
| 通電法磁粉探傷検査 | ME | 130 | — | — | 130 |
| コイル法磁粉探傷検査 | MC | 85 | — | — | 85 |
| 浸透探傷試験 | PT | 1,449 | 18,686 | 1,020 | 21,155 |
| 溶剤除去性浸透探傷検査 | PD | 2,721 | 2,886 | — | 5,607 |
| 水洗性浸透探傷検査 | PW | 67 | — | — | 67 |
| 渦流探傷試験 | ET | 162 | 3,526 | 526 | 4,214 |
| ひずみ測定 | SM | 179 | 1,096 | 248 | 1,523 |
| 総計 | | 15,122 | 55,651 | 7,149 | 77,922 |

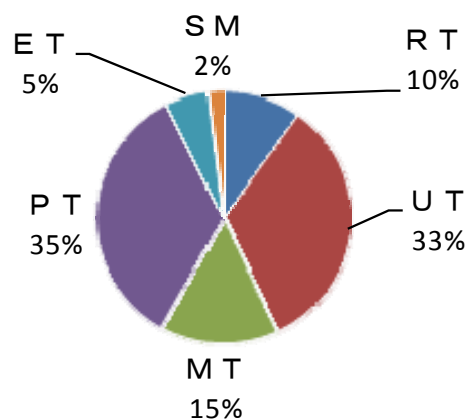


図1 NDT方法別比率

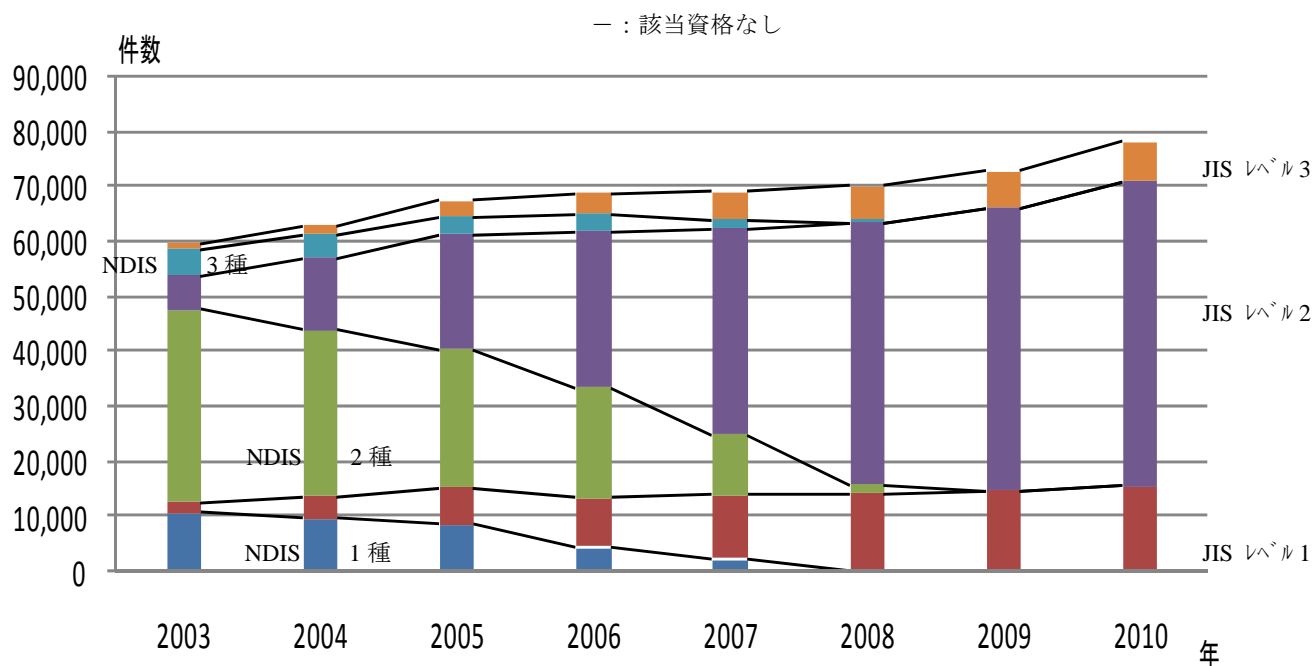


図2 非破壊試験技術者登録件数推移

UT レベル 2 一次一般試験問題のポイント

UT レベル 2 一次試験の一般試験問題は、探傷技術者に必要な超音波探傷試験に関する基礎知識の他、探傷装置および試験片など器材に関する問題も含めて 40～50 問出題される。問題は全て四者択一により、正しいもの、又は誤っているものを選ぶ形式である。

この一般試験問題のポイントは以前、機関誌「非破壊検査」の 2005 年 11 月号及び 2008 年 5 月号の本欄で、例題をあげて紹介した経緯がある。今回も最近実施された試験のなかで、比較的正答率の低かった類題について解説を行うので、今後の参考としていただきたい。

問 1 次の文は、円形振動子の中心軸上の音圧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) 垂直探触子の中心軸上の音圧は遠距離音場では振動子の面積に比例し、波長及び距離に反比例するのが基本的な性質である。
- (b) 小さな円形平面きずからのエコー高さは遠距離音場ではきず面積に比例し、波長及び距離に反比例するのが基本的な性質である。
- (c) 遠距離音場では、円形平面きずのエコー高さは円形平面きずの直径の 2 乗に比例し、探傷面からきずまでの距離に反比例するのが基本的な性質である。
- (d) エコー高さは、エコーの音圧の 2 乗に比例する。

正答 (a)

媒質中を伝搬する超音波について、振動子の直径、周波数、距離との関係は最も基本的な事項で、これに関する問題は形を変えながら毎回のように出題されている。

円形振動子の中心軸上の音圧は、近距離音場限界距離 X_0 より近い近距離音場と X_0 より遠い遠距離音場とは異なる。

遠距離音場における中心軸上の音圧は、振動子の面積に比例し、波長及び距離に反比例して小さくなる。また、円形平面きずのエコー高さはきずの面積に比例し、波長の 2 乗及び距離の 2 乗に反比例する。

問 2 次の文は、STB と音速差がある鋼板の溶接部の探傷について述べたものである。正しいものを選び。

- (a) 圧延方向と直角方向の音速比を求めて音速のみ補

正する。

- (b) 圧延方向と直角方向の鋼板のコーナーエコー高さの比を求めて探傷感度のみ補正する。
- (c) 屈折角 60° 又は 65° の斜角探触子を用いて探傷しなければならない。
- (d) 伝搬方向の V 透過法により、探傷屈折角を測定する。

正答 (d)

斜角探傷試験の調整に使用する STB-A1 は、音速などの超音波特性が一定となるように厳密な管理の下で製作されている。しかし、市場に流通する鋼材の中には、STB と音速が異なるものや、圧延方向 (L 方向) とこれに直角な方向 (C 方向) とで、音速の異なるものもある。このような材料を探傷する場合、STB-A1 で測定した STB 屈折角とは異なる角度で材料に屈折することになり、きずの位置を誤って測定することとなる。

JIS Z 3060「鋼溶接部の超音波探傷試験方法」では、探傷方向の横波音速を横波垂直探触子にて求め、STB との音速比から探傷屈折角を求める方法とともに、V 透過法による最大透過パルス位置から探傷屈折角を求める方法が規定されている。

問 3 次の文は、音圧反射率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。ただし、答は小数点以下第 1 位を四捨五入せよ。

局部水浸法で厚さ 30 mm の鋼板を垂直探傷し、表面エコー高さを 100% に調整したときの第 1 回底面エコー高さは [1] % となる。ただし、材料中の減衰及び音場の拡散は考慮に入れないものとする。また、鋼材の密度は 7.8 g/cm^3 、縦波音速は 5920 m/s 、水の密度は 1 g/cm^3 、音速は 1480 m/s とした。

- (a) 9 (b) 13 (c) 15 (d) 18

正答 [1] (b)

この問題は超音波の境界面での反射と通過に関する問題である。二つの媒質の片方から界面に垂直に入射するときの反射と通過は、音響インピーダンス Z (密度 ρ と音速 C の積) で決まり、音圧反射率は次式にて表される。

$$r_{1 \rightarrow 2} = P_R / P_I = (Z_2 - Z_1) / (Z_1 + Z_2)$$

ここで、 P_I は媒質 1 を伝搬してきた超音波の音圧、 P_R は境界面での反射波の音圧、 Z_1 は媒質 1 の音響インピーダンス、 Z_2 は媒質 2 の音響インピーダンスを示す。

また、音圧 P_1 の超音波が境界面を通過して媒質2に入り、音圧 P_T になったときの音圧通過率は次式で表される。

$$t_{1 \rightarrow 2} = P_T / P_1 = 2Z_2 / (Z_1 + Z_2)$$

なお、エコーとして観察するのは境界面を往復するエコーなので、音圧往復通過率で考えなければならない。

この問題に関して、参考書「超音波探傷試験Ⅱ」P8-9に計算方法が詳細に記述されているので、参考としていただきたい。また、試験対象材料がジュラルミンや黄銅であっても考え方は同じなので、境界面での反射と通過の理論を整理しておくことが重要である。なお、試験問題では媒質の密度や音速の数値は与えられている。

問4 次の文は、横波の音圧反射率について述べたものである。文中の [2] ~ [4] に適する数値又は語句を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

軟鋼中で横波が裏面などの平面に入射角 α_S が 30 度で斜めに入射したとき、縦波の反射角 β_L は [2] 度である（小数点以下四捨五入）。この場合、反射横波の音圧反射率は概略 [3] % であり、大部分のエネルギーは [4] となる。ただし、軟鋼中の縦波の音速は 5900 m/s で、横波の音速は 3230 m/s とする。

【解答群】

[2] (a) 16 (b) 32 (c) 66 (d) 68

[3] (a) 13 (b) 30 (c) 48 (d) 67

[4] (a) 縦波 (b) 横波 (c) 板波

(d) 表面波

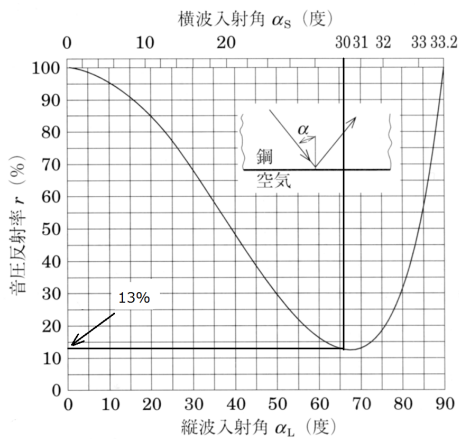


図1 斜め入射時の音圧反射率（鋼→空気）

注：図中の横波入射角 30 度から下ろした実線は、解説のために引いた線である。

正答 [2] (c) [3] (a) [4] (a)

この問題は横波が端面に対して入射角 α_S が 30 度で入射した場合の縦波反射波の反射角 β_L を求めるもので、超音

波が斜めに入射したときのモード変換を伴う反射の最も一般的な問題である。

入射角と反射角はスネルの法則に従うことから、次式に基づいて計算する。

$$\sin \alpha_S / C_S = \sin \beta_L / C_L$$

$$\beta_L = \sin^{-1} \{ \sin \alpha_S (C_L / C_S) \} = \sin^{-1} \{ \sin 30^\circ (5900 / 3230) \} \approx 66^\circ$$

図1のグラフを用い、横波の入射角 30 度の位置から、真下に直線を引き、曲線との交点から横波の音圧反射率は約 13% と読み取ることができる。

このとき、エネルギーの大部分は縦波に変換される。問題集にも類題がいくつか掲載されているので、必ず解けるように考え方をマスターしておくことが大切である。

問5 次の文は、超音波探傷試験における試験周波数の選定方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) 遠距離分解能は、低い周波数より高い周波数の方が優れている。
- (b) 林状エコーが探傷の支障になるときは高い周波数を使用する。
- (c) きず位置の測定精度を高めるには、低い周波数がよい。
- (d) 超音波ビームに対して傾きのあるきずを探傷する場合は高い周波数がよい。

正答 (a)

超音波の試験周波数とその特性は、参考書「超音波探傷試験Ⅱ」の 2.4 超音波の音場特性、2.5 超音波の伝搬特性、2.6 エコー高さに影響を及ぼす因子の項に詳述されている。(a) 高い周波数は低い周波数に比べてパルス幅が小さいため、距離分解能は優れている。(b) 結晶粒が粗大化した材料では、結晶粒又は結晶粒界による散乱のためノイズ（林状エコー）が発生するが、低い周波数の超音波ではノイズの発生が軽減される。(c) きずの位置精度は主として方位分解能に依存する。超音波の指向性は波長が短いほど鋭くなる。(d) 反射指向性は波長が短い（高い周波数）ほど鋭くなり、きずに傾きがあると受信できないことがある。

一般問題は参考書、問題集の中から、超音波の基礎的な事項を問う問題が多く出題されるので、参考書をよく理解しておくことを勧める。