

**RT レベル1 一般・専門試験のポイント**

近年出題された一般・専門試験のうち、正答率の低かった問題の類題によって各試験のポイントを解説する。

なお、同様のポイントを解説した過去の NDT フラッシュを日本非破壊検査協会のホームページに公開しているので参考にしてほしい。

**一般試験の類題**

**問1** 工業用一体形 X 線装置の X 線発生器は、高電圧発生器及び X 線管を一体としている。これには放射線取扱上の安全確保のため、[ ] を取り付けられる構造となっている。文中の括弧に入れる最も適切な語句を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 照射筒及び絞リ
- (b) 電源安全装置
- (c) 管電圧、管電流の表示器
- (d) 冷却装置

**正答 (a)**

照射筒及び絞りは、いずれも装置から放射される X 線束の大きさを、必要な範囲に制御し、放射線を安全に扱う目的で装置の放射口に装着して使用することから、正答は (a) である。

照射筒は、ラップ状の、主に鉛製の遮へい体である。照射筒を最も有効に使用するためには、照射筒先端を試験体表面に接近させる必要がある。

絞りは、X 線の照射される範囲、すなわち照射野を制限するための矩形又は円形の穴をあけた鉛製の遮へい板で、効果は照射筒より劣るが、小型軽量なので簡便に使用できる。

**問2** 次の文は、X 線と物質の相互作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) 光電効果とは、X 線光子が原子の軌道電子に全エネルギーを与えて、自らはエネルギーを失い消滅する現象である。
- (b) 可干渉性散乱（レイリー散乱、トムソン散乱）は、X 線の回折現象とは関係がない。
- (c) コンプトン散乱とは、X 線光子が原子の軌道電子と衝突してこれを原子の外に飛び出させ、自らは運動の向きを変える現象であり、散乱する X 線の波長は入射 X 線の波長より短くなる。
- (d) 電子対生成とは、X 線光子が原子核の影響を受け一対の電子と陽電子になる現象であり、5 MeV 程

度のエネルギーの X 線では起こらない。

**正答 (a)**

X 線と物質との相互作用について表 1 にまとめて説明する。

したがって、正答は (a) である。

**表 1 X 線と物質との相互作用**

相互作用	説明
光電効果	X 線光子が原子の軌道電子に全エネルギーを与えて、自らはエネルギーを失い消滅する現象である。X 線光子エネルギーが軌道電子の結合エネルギーより大きければ、軌道電子は原子の外に放出される。
可干渉性散乱（レイリー散乱、トムソン散乱）	入射 X 線の光子エネルギーと同じ光子エネルギーの X 線が放出されることから弾性散乱とも言われる。入射 X 線と散乱線の波長が等しいため、別々の散乱体により散乱した X 線は、互いに干渉しあう。結晶による X 線の回折現象は、この散乱線の干渉の結果である。
コンプトン散乱	X 線光子が原子の軌道電子と衝突してこれを原子の外に飛び出させ、自らは運動の向きを変える現象であり、散乱する X 線のエネルギーは入射 X 線より減少する。このため、散乱する X 線の波長は入射 X 線の波長より長くなる。
電子対生成	電子と陽電子の静止質量の和に相当する 1.02 MeV 以上の X 線光子が原子核の近くを通過する際、消滅し、代わりに一対の電子と陽電子を生じる現象である。

**問3** 次の文は、照射線量の単位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) 照射線量の単位は、電子・ボルト (eV) で表わす。
- (b) 照射線量の単位は、クーロン毎キログラム (C/kg) で表わす。
- (c) 照射線量の単位は、物質 1 kg 当たり 1 ジュール (J) のエネルギーを吸収したとき、1 グレイ (Gy) で表わす。
- (d) 照射線量の単位は、生体に与える影響を考慮し、シーベルト (Sv) で表わす。

**正答 (b)**

放射線に関する主な単位を表 2 にまとめて説明する。  
したがって、正答は (b) である。

表 2 放射線に関する主な単位

用語	単位	説明
放射能	ベクレル (Bq)	放射性同位元素が壊変を起こして別の元素に変化する性質(能力)。単位時間当たりの放射線壊変の数で表わす。
エネルギー	電子・ボルト (eV)	電荷 (e) をもつ粒子を 1V の電圧で加速したとき、粒子の得る運動エネルギー。
照射線量	クーロン毎キログラム (C/kg)	電離放射線によって、空气中に生成される電荷量。
吸収線量	グレイ (Gy)	放射線が当たった物質が吸収したエネルギーで表わされる放射線量。
線量当量	シーベルト (Sv)	放射線の人体への影響を表わす量。吸収線量と線質係数との積で表わす。

問 4 次の文は、白色 X 線についての一般的な原則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) 管電圧が一定の場合、管電流を増加させると、発生する X 線の波長は短い方へ移る。
- (b) 管電圧が一定の場合、管電流を増加させると、発生する X 線の線量は管電流に比例して増加する。
- (c) 管電圧が一定の場合、管電流を増加させると、発生する X 線の波長は長い方へ移る。
- (d) 管電圧が一定の場合、管電流を増加させても、発生する X 線の全強度は変らない。

正答 (b)

X 線管の陽極に到達した熱電子流を管電流、X 線管の両極に加えられる電圧を管電圧という。

発生する X 線の線量は、管電流に比例し、管電圧が高まるにつれて増大する。また、X 線の波長は、管電圧が高くなるほど短くなり、透過力は大きくなる。

このため、管電圧が一定の場合、管電流を増加させると、発生する X 線の線量は管電流に比例して増加するた

め、正答は (b) である。

専門試験の類題

問 5 呼称厚さ 25.4 mm の鋳鋼品を単壁撮影した。JIS G 0581 : 1999 「鋳鋼品の放射線透過試験方法」の B 級の像質が要求されていることから、透過度計の識別最小線径は [ ] mm 以下の条件を満足する必要がある。文中の括弧に入れる最も適切な数値を一つ選び、記号で答えよ。  
なお、必要に応じて、JIS G 0581 を参照しなさい。  
(a) 0.32 (b) 0.40 (c) 0.50 (d) 0.63

正答 (c)

呼称厚さは、製造上の誤差を考慮しない材料の厚さで、単壁撮影の場合、透過厚さと同じになる。JIS G 0581 の「表 3 透過厚さと識別されなければならない透過度計最小線径」において、B 級での透過厚さ 25 mm 以上 32 mm 未満の場合の識別最小線径は 0.50 mm と規定されていることから、正答は (c) である。

問 6 呼称厚さ 25.4 mm の鋳鋼品を単壁撮影した。JIS G 0581 : 1999 の B 級の像質が要求されていることから、透過写真の濃度範囲は [ ] の条件を満足しなければならない。文中の括弧に入れる最も適切な数値を一つ選び、記号で答えよ。

- なお、必要に応じて、JIS G 0581 を参照しなさい。  
(a) 1.0 以上 4.0 以下 (b) 1.3 以上 4.0 以下  
(c) 1.5 以上 4.0 以下 (d) 1.8 以上 4.0 以下

正答 (c)

JIS G 0581 の「表 4 写真濃度範囲」において、B 級の濃度範囲は 1.5 以上 4.0 以下と規定されていることから、正答は (c) である。

問 7 JIS Z 2305 : 2013 は次の ISO 規格のどれを一部修正したものか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) ISO 5580 (b) ISO 9712  
(c) ISO 9935 (d) ISO 15549

正答 (b)

JIS Z 2305 : 2013 は、非破壊試験技術者の資格と認証について規定している ISO 9712 : 2012 「Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel」を一部修正したものであるから、正答は (b) である。

### UT レベル3 パートE 試験問題のポイント

UT レベル3 の新規パートE 試験は、問題数が 20 問以上で、70%以上の正答で合格となる。今回はパートE 問題の正答率が低い問題の類題により解説する。

問1 次の文は、JIS G 0801:2008 による鋼板の垂直探傷において複数のきずが直線状に隣接して検出された場合の、きずの指示長さの求め方の規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) 隣り合うきずときずの間隔が長い方のきずの指示長さより小さい場合は、間隔を含め連続したきずとして、それらの総和をきずの指示長さとする。
- (b) 隣り合うきずときずの間隔が長い方のきずの指示長さより小さい場合は、隣接するきずの指示長さを合わせて、きずの指示長さとする。
- (c) 隣り合うきずときずの間隔が短い方のきずの指示長さより小さい場合は、隣接するきずの指示長さを合わせて、きずの指示長さとする。
- (d) 隣り合うきずときずの間隔が短い方のきずの指示長さより小さい場合は、間隔を含め連続したきずとして、それらの総和をきずの指示長さとする。

正答 (d)

JIS G 0801「圧力容器用鋼板の超音波探傷検査方法」9.2 で、きずが連続して検出された場合のきずの指示長さの測定方法が規定されており、きずと隣接するきずとの間隔が短い方のきずの指示長さより短い場合に連続したきずとみなされ、きずの指示長さとその間隔を含めてきずの指示長さとする。したがって、(d) が正答となる。JIS Z 3060:2015 で規定する指示長さの測定方法とは異なることに注意されたい。

問2 次の文は、JIS Z 3060:2015 に規定されている STB 音速比の測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) 試験体及び STB-A1 の板厚をノギス又はマイクロメータで測定した後、横波垂直探触子とグリセリンペーストを用い、探触子の振動方向を試験体の圧延方向及びその直角方向に合わせたときの B<sub>1</sub> エコーのビーム路程から STB 音速比を求める。
- (b) 試験体及び STB-A1 の板厚をノギス又はマイクロメータで測定した後、横波垂直探触子と横波専用

の接触媒質を用い、探触子の振動方向を試験体の探傷方向に合わせたときの B<sub>1</sub> エコーのビーム路程及び標準試験片の B<sub>1</sub> エコーのビーム路程から STB 音速比を求める。

- (c) 試験体及び STB-A1 の板厚をノギス又はマイクロメータで測定した後、縦波垂直探触子とグリセリンを用い、B<sub>1</sub> エコーのビーム路程と標準試験片の B<sub>1</sub> エコーのビーム路程から STB 音速比を求める。
- (d) 試験体及び STB-A1 の板厚をノギス又はマイクロメータで測定した後、斜角探触子を用いて V 透過法で試験体と標準試験片のビーム路程から STB 音速比を求める。

正答 (b)

JIZ 3060「鋼溶接部の超音波探傷試験方法」において STB 音速比を求める方法は超音波厚さ計を用いる方法と超音波探傷器を用いる方法があるが、ここでは超音波探傷器を用いる方法を記載している。対象となる試験体の STB 音速比を求める場合、該当の試験体及び標準試験片の板厚を、縦波探触子を使用する超音波厚さ計又は寸法測定器によって測定し、それぞれ  $t_M$  (mm),  $t_{SM}$  (mm) とする。次に、超音波探傷器の横軸を横波音速に調整した状態で、横波垂直探触子を接続し横波専用の接触媒質を用いて、振動方向が、試験体の探傷方向と一致するようにして得られた試験体及び標準試験片それぞれの第 1 回底面エコーのビーム路程を求め、これを  $W_S$  (mm),  $W_{STB}$  (mm) とする。これらの比を式(1)により小数点以下 3 桁まで求め STB 音速比( $V/V_{STB}$ )とする。

$$\frac{V}{V_{STB}} = \frac{t_M \times W_{STB}}{t_{SM} \times W_S} \quad (1)$$

横波垂直探触子ではグリセリンペーストなどの一般に使用される接触媒質では超音波の伝搬が困難なため専用の接触媒質の使用が必要であり、(b) が正答となる。

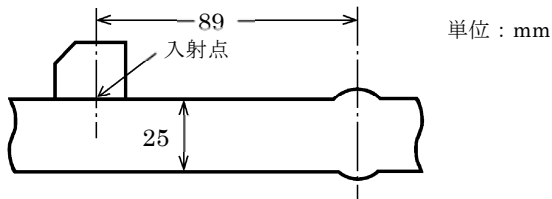
問3 次の文は、アルミニウム合金溶接部の超音波探傷の結果を示したものである。文中の [ア] に適する数値を一つ選び、記号で答えよ。

板厚が 25 mm の次の図に示すアルミニウム合金の突合せ溶接部を 5Z10×10A70 (STB 屈折角 69.5 度) の探触子を用いて探傷したところ、ビーム路程が 100 mm の位置できずの最大エコー高さを検出した。

測定範囲の調整及び屈折角の測定は STB-A1 を用いて行い、特に補正を加えていない。このきずの探傷

面からの深さ位置は [ア] mm である。ただし、鋼の縦波音速を 5900 m/s、横波音速を 3230 m/s、アルミニウム合金中の縦波音速を 6380 m/s、横波音速を 3150 m/s とする。

- (a) 10 (b) 12 (c) 13 (d) 17



正答 (a)

本問題は、超音波探傷器の設定を鋼の探傷条件で調整した状態でアルミニウム合金溶接部の斜角探傷を行う場合についての問題である。したがって、音速が異なることから屈折角、ビーム路程の補正が必要となる。屈折角  $\theta_{AL}$  はスネルの法則から式(2)で求められる。

$$\theta_{AL} = \sin^{-1} \left( \sin 69.5^\circ \times \frac{3150}{3230} \right) = 66.0^\circ \quad (2)$$

またビーム路程  $W_{AL}$  は

$$W_{AL} = 100 \times \frac{3150}{3230} = 97.5 \text{ (mm)} \quad (3)$$

この場合、直射の範囲のビーム路程は、

$$25 \div \cos 66^\circ = 61.5 \text{ (mm)} \quad (4)$$

となりビーム路程 97.5 mm は一回反射での探傷となる。これらの値を用いてきずの深さ位置  $d$  を推定すると、

$$d = 2t - W \times \cos 66^\circ = 10.3 \text{ (mm)} \quad (5)$$

したがって、(a) が正答となる。

この問題はレベル 2 の問題であるが、しばしばレベル 3 でも出題されている。

問 4 次の文は、日本建築学会「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」:2018における斜角一探触子法について述べたものである。正しいものを選び、記号で答えよ。

- (a) エコー高さの領域区分は、I~IVの 4 種類である。
- (b) H 線は、原則として、欠陥エコーの評価に用いられるビーム路程の範囲で、その高さが 40%以下にならない線とする。
- (c) 突合せ継手の探傷は、継手の両面片側から行う。
- (d) 最大エコー高さが M 線を超える欠陥を評価の対象とする。

正答 (b)

「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」では、エコー高さ区分線は下位から L, M, H, U の 4 本があり、エコー高さの領域区分は L 線以下が領域 I, L 線を超え M 線以下が II, M 線を超え H 線以下が III, H 線を超え U 線以下が IV, U 線を超えるものが V で I~V の 5 種類となっている。H 線は、欠陥エコーの評価に用いられるビーム路程の範囲で、その高さが 40%以下にならない線とされており、(b) は正答である。突合せ継手の探傷は片面両側から行う。また、検出された欠陥の評価は L 線を超える欠陥について行う。

問 5 次の文は、JIS Z 3062:2014「鉄筋コンクリート用異形棒鋼ガス圧接部の超音波探傷試験方法及び判定基準」による鉄筋ガス圧接部の超音波探傷試験について述べたものである。正しいものを選び、記号で答えよ。

- (a) JIS Z 3062では、試験技術者はJIS Z 2305:2013で認証を受けたUTレベル1又はレベル2の技術者が試験を実施するものと規定されている。
- (b) 異形棒鋼ガス圧接部の探傷では、探傷感度の調整に STB-A2 の  $\phi 4 \downarrow 4 \text{ mm}$  の平底穴を使用する。
- (c) 異形棒鋼ガス圧接部の超音波探傷は、鉄筋のリブ上から斜角二探触子法で行う。
- (d) 異形棒鋼ガス圧接部の超音波探傷は、鉄筋のリブ上から斜角一探触子法で行う。

正答 (c)

JIS Z 3062 では試験技術者は、超音波探傷試験の原理及び鉄筋ガス圧接部に関する知識を持ち、かつ、その超音波探傷についての十分な技術及び経験をもつ者とされており、必ずしも JIS Z 2305 による有資格者とはされていない。探傷は、振動子寸法 5×5 mm、屈折角 70° の斜角二探触子を用いて K 走査で行う。基準感度は鉄筋のリブの上面と下面で透過法により透過パルスが最大になる部分でその高さを 50%に調整する。探傷は、鉄筋のリブ上から鉄筋の溶接部に向かって超音波を送信し、反対側のリブ上に受信探触子をセットする K 走査により探傷する。基準感度より -24 dB を超える反射パルスがあると不合格となる。感度調整に標準試験片は用いない。したがって、(c) が正答となる。