

RTレベル3 パートD・E試験のポイント

近年出題されたパートD・E試験問題のうち、正答率の低かった問題の類題により各パートのポイントを解説する。

類題には、レベル1又はレベル2の試験としても出題されたものもある。レベル3には広範囲な知識が求められている。

なお、過去にも試験問題に基づいた同様のポイントを解説したNDTフラッシュが日本非破壊検査協会のホームページで公開されている。参考にしてほしい。

パートDの類題

問1 次の示す放射線のうち電荷をもたない放射線の一つを選び、記号で答えよ。

- (a) α線 (b) β線 (c) X線 (d) 陽子線

正答 (c)

主な放射線に関して表1にまとめて説明する。
したがって、正答は(c)である。

表1 主な放射線に関する説明

種類	電荷	説明
α線	+2e	ヘリウムの原子核が外部に飛び出したヘリウム粒子の流れ
β線	-e	原子を構成している電子が外部に飛び出した電子の流れ
γ線	0	原子核内から発生したX線と同じ性質を持つ光子の流れ
X線	0	紫外線の1/1000以下の波長を持つ光子の流れ
陽子線	+e	原子核の外部に飛び出した陽子の流れ
中性子線	0	原子核の外部に飛び出した中性子の流れ

問2 次の文は、照射線量の単位について述べたものである。正しいもの一つを選び、記号で答えよ。

- (a) 照射線量の単位は、電子・ボルト (eV) で表わされる。
- (b) 照射線量の単位は、クーロン毎キログラム (C/kg) で表わされる。
- (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) で表わされる。

- (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) で表わされる。

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)	放射性物質が1秒間あたりに壊変する原子の個数
照射線量	クーロン毎キログラム (C/kg)	1 C/kgは、1 kgの空气中に放射線を照射したとき、電離作用で1 Cの電荷を生じる線量
吸収線量	グレイ (Gy)	1 Gyは、物質1 kgあたり1 Jのエネルギーを吸収したときの吸収量
線量当量	シーベルト (Sv)	生体に与える影響(生物学的効果比率)を考慮した吸収線量
エネルギー	電子・ボルト (eV)	電荷(e)をもつ粒子を1 Vの電圧で加速したとき、粒子の得る運動エネルギー

問3 次の文は、個人の被ばく線量測定に用いられる測定器について述べたものである。正しいもの一つを選び、記号で答えよ。

- (a) 測定値が直読できるガラス線量計が主に使われている。
- (b) フィルムバッジが主流であったが、現在は主にガラス線量計等他の線量計に変わり、フィルムバッジは一部で使用されている。
- (c) 直読式ポケット線量計は、衝撃に強く、湿度や温度にも影響されないのによく利用されている。
- (d) 熱ルミネッセンス線量計は、放射線を受けると安定な蛍光中心を作り、これに紫外線を当てると蛍光を発する。

正答 (b)

ガラス線量計は、紫外線を照射することにより入射した放射線量に比例した蛍光量を発生することを利用した

ものであり、測定値は直読できないため、間違いである。直読式ポケット線量計は、電離箱検出器を使用したもので衝撃に弱く、湿度や温度にも影響されやすいため、間違いである。なお、これらの特徴があるため、直読式ポケット線量計は、近年の使用頻度は低くなっている。熱ルミネッセンス線量計は、熱を加えることにより蛍光が発生するため、間違いである。したがって、正答は (b) である。

問4 工業用一体形X線装置でのX線発生器では、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。空欄に入れる適切な言葉の一つを選び、記号で答えよ。

- (a) 照射筒及び絞り (b) 電源開閉器
(c) 管電圧・管電流の表示器 (d) 冷却装置

正答 (a)

工業用一体形X線装置は、X線発生器と制御器の間を低電圧ケーブルで接続するものである。電源は制御器に接続される。

制御器は、主に電源開閉器、電源電圧調整器、X線開閉器、管電圧調整器、管電流調整器、管電圧・管電流の表示器、タイマ及び保安回路より構成される。このため、(b)と(c)は間違いである。

X線発生器は、主にX線管、冷却装置及び附属品(照射筒及び絞り、ろ過板(フィルタ)、中心指示器)で構成される。冷却装置は、X線管で発生した熱を冷却するためのもので、放射線取扱上の安全確保のためのものではないため、間違いである。照射筒及び絞りは、X線発生器の放射口外面に取り付け、放射口から放射されるX線束の大きさを必要な範囲に制限することにより、放射線取扱上の安全確保のためのものである。したがって、正答は(a)である。

パートEの類題

問5 母材の厚さが30.0 mmで両面に余盛のある鋼製突合せ溶接継手を撮影する。透過写真の像質は、JIS Z 3104:1995「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」のA級が要求されている場合、最も適した透過度計の一つを選び記号で答えよ。なお、必要とする場合は、JIS Z 3104:1995を用いよ。

- (a) 04F (b) 08F (c) 16F (d) 32F

正答 (b)

母材の厚さが30.0 mmでは、A級として直径0.50 mmの針金形透過度計の識別が要求されている。04F及び32Fは、直径0.50 mmの針金が含まれていないため適していない。08F及び16Fは、直径0.50 mmの針金が含まれているが、08Fでは直径0.50 mmより細い針金は4本含まれているのに対し、16Fでは直径0.50 mmより細い針金は1本しか含まれていない。このため、透過度計の識別最小線径より、より細い針金を確認するため、08Fが最も適している。したがって、正答は(b)である。

問6 溶接線の長さ3210 mm、母材の厚さ14.0 mm、両面に余盛がある平板突合せ溶接継手の放射線透過試験を実施することになった。作業現場の状況から、焦点とフィルム間の距離(L_1+L_2)を465 mm以下にする必要がある。透過写真の像質としてJIS Z 3104:1995「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」のA級が要求されている場合、少なくとも[]枚以上の撮影を必要とする。ただし、使用するX線装置の焦点寸法は2.0 mmであり、試験部の線源側表面とフィルム間の距離(L_2)は17.0 mmに設定できる。空欄に入れる適切な数値の一つを選び、記号で答えよ。なお、必要とする場合は、JIS Z 3104:1995を用いよ。

- (a) 9 (b) 11 (c) 13 (d) 15

正答 (d)

A級の撮影配置は、式(1)及び式(2)を満足する必要がある。

$$L_1 + L_2 \geq mL_2 \quad (1)$$

$$L_1 \geq 2L_3 \quad (2)$$

m は $2f/d$ 又は6のいずれか大きい方の値、 f は焦点寸法、 d は規定する透過度計の識別最小線径、 L_3 は試験部の有効長さである。

L_1 は、448 mm以下にする必要があるため、式(2)から L_3 は224 mm以下とする必要がある。溶接線の長さを224 mmで除すと14.3枚となるため、15枚以上撮影する必要がある。したがって、正答は(d)である。

なお、 f は2.0 mm、 d は0.32 mmであるため、 m は12.5を必要とする。これらの値でも式(1)を満足するため、15枚以上撮影すれば、A級の撮影配置を満足する。

UT レベル3 NDT 手順書作成問題のポイント

UT レベル3 の二次試験では、①UT3 に必要な基礎知識に関する問題、②超音波探傷試験の適用、コード、規格に関する問題及び③超音波探傷試験の手順書の作成の問題がある。手順書作成の問題については 2012 年 7 月号及び 2015 年 10 月号でかなり細かに解説したが、昨今の UT3 の合格率を見ると十分理解されているとはいえない。今回はこの手順書作成問題にスポットを当てて解説する。

1. NDT 手順書作成問題の概要

- (1) 試験対象物及び対象規格は表 1 の通りであり、この中から一つを選択して解答する。

表 1 試験対象物及び対応規格

No.	試験対象物	主規格	補足規格
1	圧力容器用鋼板	JIS G 0801	JIS Z 2344
2	圧力容器溶接部	JIS Z 3060	JIS Z 2345
3	鍛鋼品	JIS G 0587	JIS Z 2352
4	建築鉄骨溶接部	建築学会規 準	同上及び JIS Z 3060

- (2) NDT 手順書の記述要領は、各試験対象物の適用される規格などにより異なるが、試験対象物ごとに記述項目が指定されている。指定項目以外は、記述不要である。
- (3) NDT 手順書の項目としては、①適用範囲 ②準拠図書 ③協議事項 ④探傷技術者 ⑤被検査材 ⑥使用機材 ⑦探傷方法 ⑧きずの検出及び測定 ⑨結果の評価 ⑩合否判定 ⑪探傷結果の記録などがある。これらのうち重要な⑥使用機材、⑦探傷方法、⑧きずの検出及び測定、⑨結果の評価などについて、試験対象物ごとに異なるが、主な 4 項目について記述が求められている。
- (4) 指定された項目について、細かく記述することが求められている。レベル 3 又はレベル 2 技術者がこの手順書に基づいて具体的に探傷できる作業指示書を作成できるよう丁寧に記述することが必要である。
- (5) NDT 手順書の試験時間は 60 分である。この時間内で題意を読み取り、問題で要求された内容について記述する必要がある。また答案用紙の記述スペースも限られている。このため不要な記述は避け、必要

なポイントを簡潔に記述することが重要である。

事前にテーマを選び、時間を測定しながら NDT 手順書を作成する練習を積み重ねておくことが合格の門を開くことになる。

2. NDT 手順書作成問題の最近の傾向

過去には 1 (3)に示した①～⑪の各項目について記述の要求がされていたが、試験時間なども考慮されて最近では表 2 に示すような試験対象物ごとに重要な 4 項目について記述が求められている。ただし、これらの項目は常に同じとは限らないので、出題内容の確認が重要である。

表 2 試験対象物に対して指定される記述要求項目

No.	試験対象物	指定される記述要求項目例
1	圧力容器用鋼板	① 探触子、探傷装置の性能 ② 探傷方法 ③ きずの評価 ④ 合否判定
2	圧力容器溶接部	① 使用探触子 ② エコー高さ区分線図の作成及び適用方法 ③ 探触子の走査範囲と走査方法 ④ きず位置の推定方法
3	鍛鋼品	① 探触子、超音波探傷装置の性能 ② 距離振幅特性曲線の作成 ③ 探傷感度の調整、感度補正 ④ きずの分類、きずの評価
4	建築鉄骨溶接部	① 使用探触子 ② 探触子の走査範囲と走査方法 ③ 探傷感度の調整と感度補正 ④ 予備探傷の実施要領

これらのうち、使用探触子や探傷装置についてはただ単にどの形式の探触子を使用するというだけでなく、それらの性能が決められた規格に基づいて検定を行い使用する規格で規定する基準を満足していることを確認しなければならない。また、適用する規格の中で一元的に使用する探触子が決められる場合には選定理由は不要であるが、例えば屈折角を 65 度にするか 70 度にするかなど規格の中で選択が必要なる場合は、指定した探触子を選定した理由（課題によっては根拠となる数値を含む）も必要となる。

3. 各試験対象物に対するポイント

(1) 全般

- ① この問題は NDT 手順書の作成であるから記述の要領は例えば「探触子は 5Z20N を用いる。」のように文章として完結していること。
- ② 与えられた NDT 仕様書の試験対象物の材質や寸法、継手形状などはその都度異なるので、解答前に仕様書をよく読んで要求されている内容をよく理解して解答することが必要である。
- ③ 試験時間は 60 分であるので、この時間内で記述できるか事前によく演習を行っておくことが大事である。また、演習を行った記述項目と問題提示された内容が異なった場合を想定して準備しておく必要がある。

(2) 圧力容器用鋼板

- ① 探触子の走査方法については規格の内容をよく理解した上で、技術者が具体的に作業できるように記述しなければならない。
- ② きずの指示長さを測定する基準や、きずの判定基準に関する記述について、NDT 手順書として独立した書類となるので、例えば「JIS G 0801 の表 12 により測定する。」のような表現ではなく、具体的な数値を記述する必要がある。

(3) 圧力容器溶接部

- ① 指定された溶接部が円周継手か長手継手かによって使用する探触子や対比試験片が異なるので、よく確認する。特に長手継手の場合は t/D (板厚対外径比) によって適用可能な屈折角が異なり、直射や一回反射のビーム路程も平板の場合と異なるので探触子の周波数や振動子寸法の選定にも影響する。屈折角の選定に注意が必要である。必要に応じて複数の探触子を使用する。
- ② エコー高さ区分線は、使用する探触子ごとに作成が必要であり、使用する対比試験片や作成方法、領域の設定についても具体的に説明する。
- ③ 探触子の走査範囲は、対象物の形状・寸法に応じた設定が必要で、具体的な数値を記載する。
- ④ 長手継手の探傷の場合、きずエコーを検出してきず位置を計算式によって求めるが、どのような方法できず位置を推定するのか具体的に示す必要がある。

(4) 鍛鋼品

- ① JIS G 0587 では DGS 線図を使用することから探触子の周波数特性を Q 値で表して 1.8~3.3 の範囲内にあることを規定している。
(Q 値=中心周波数/帯域幅)
- ② 探傷感度の調整は底面エコー方式、試験片方式のいずれでも構わないがその後の距離振幅特性曲線の作成や感度補正について一貫して選択した方式で行わなければならない。

(5) 建築鉄骨溶接部

- ① 継手の形状は、柱-梁溶接部、ボックス柱の角継手あるいは、角形鋼管柱の通しダイアフラム溶接継手など種々のものがあるので、これらに対応できるよう準備しておく必要がある。
- ② 探触子の選定については、板厚、検出すべききずなどから選択し、場合によっては複数の探触子を選択して行うことも必要である。
- ③ エコー高さ区分線を作成する場合、探傷感度の調整を STB-A2 で行うのか ARB (又は、RB-41A など) を用いるのか明確にして、その作成方法を明記する。
- ④ 角形鋼管柱の溶接部の場合、探傷範囲は、平行部も角部も対象であり、その要領も明確に示す必要がある。角部の探傷の場合は、探傷感度が低下することから感度補正が必要である。また角部できずが検出された場合のきずの指示長さの測定要領についても NDIS 2432 を参照して記述しておく必要がある。
- ⑤ 建築学会規準では予備探傷が規定されており、その要領についても明記しておく必要がある。

UT3 の NDT 手順書作成問題のポイントについて述べたが、時間が 60 分で問題内容を把握して手順を要領よく記述するには前記したように予めテーマを想定して演習を行っておく必要がある。十分な準備を整えて試験に臨んでいただきたい。