

RTレベル2 一般・専門試験のポイント

近年に出題された一般試験と専門試験の問題のうち、正答率の低かった問題と類似した例題により各試験のポイントを解説する。問1~3が一般試験の問題に、問4と問5が専門試験の問題に類似した例題である。

なお、過去の試験問題に基づいて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ので参考にしてほしい。

問1 次の文は、散乱線を含まないX線の減弱曲線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) 散乱線を含まない単色X線の減弱曲線は、凸の曲線となる。
- (b) 散乱線を含まない単色X線の減弱曲線は、凹の曲線となる。
- (c) 散乱線を含まない白色X線の減弱曲線は、凸の曲線となる。
- (d) 散乱線を含まない白色X線の減弱曲線は、凹の曲線となる。

正答 (d)

散乱線を含まない単色X線の減弱曲線の例を図1に示す。減弱係数 $\mu$ は吸収体の厚さ $T$ に依存せず、一定値であるため、減弱曲線は直線となる。

散乱線を含まない白色X線の減弱曲線の例を図2に示す。 $T$ の小さい範囲では減弱曲線の曲り方が急であるが、 $T$ が大きくなるにつれて曲がり方が緩やかになり、最後は直線に近くなる。すなわち、白色X線は最初のうちは $\mu$ の大きいX線を多く含んでいるため、減弱曲線の勾配は急であるが、 $T$ が増えるにつれて、逐次 $\mu$ の大きいX線の部分が吸収され、 $\mu$ の小さいX線の割合が多くなるため、減弱曲線の曲がり方が緩やかになる。そして、ある程度の $T$ を透過したX線は、 $\mu$ の値が一定値に近づくため減弱曲線も直線に近づく。このように、散乱線を含まない白色X線の減弱曲線は、下向きに凸の曲線となる。したがって、正答は (d) である。

問2 次の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。

透過写真を観察する場合、透過写真からの透過光の強さ $L$ が同じであれば、識別限界コントラスト $\Delta D_{min}$ は等

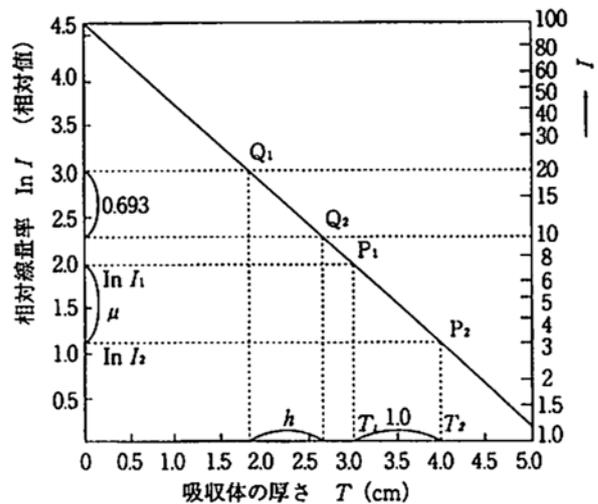


図1 散乱線を含まない単色X線の減弱曲線の例

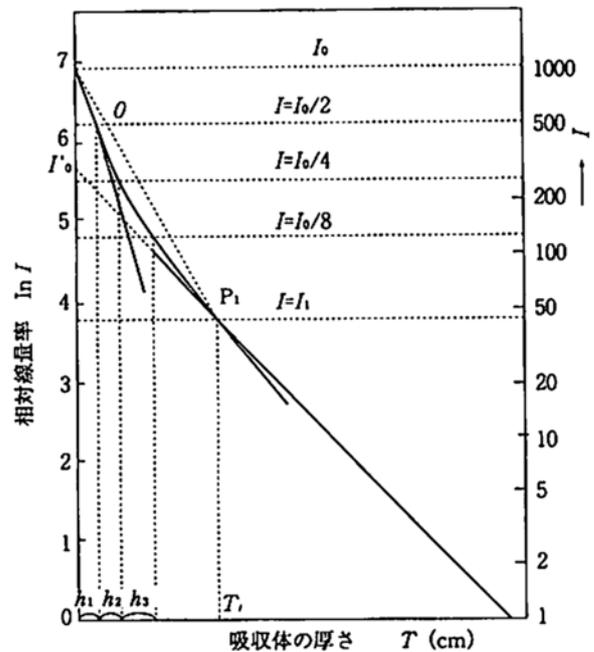


図2 散乱線を含まない白色X線の減弱曲線の例

しい。

濃度 1.50 の透過写真を明るさ  $L_{1.50}$  の観察器で観察し、次に濃度 2.80 の透過写真を観察する場合、 $L_{1.50}$  の明るさでは観察しにくいので、観察器の明るさが  $L_{2.80}$  になるように明るくして観察した。

この場合、 $\Delta D_{min}$  が変わらないようにするには、明るさ  $L_{2.80}$  は  $L_{1.50}$  の [ ] 倍にする必要がある。

- (a) 2      (b) 5      (c) 10      (d) 20

正答 (d)

透過写真の濃度  $D$  は、式(1)で定義される。

$$D = \log \frac{L_0}{L} \quad (1)$$

ここで、

$L_0$  : 入射光の強さ

$L$  : 透過光の強さ

題意から  $\Delta D_{\min}$  が変わらないようにするためには、観察器の明るさを  $L_{1.50}$  から  $L_{2.80}$  に明るくし、 $L_0$  を強くして両者の  $L$  を等しくする必要がある。

このことから、式(2)と式(3)の関係が成り立つ。

$$1.50 = \log \frac{L_{1.50}}{L} \quad (2)$$

$$2.80 = \log \frac{L_{2.80}}{L} \quad (3)$$

式(3)から式(2)を減じ、変形すると式(4)が成り立つ。

$$\log \frac{L_{2.80}}{L_{1.50}} = 1.30 \quad (4)$$

式(4)から  $L_{2.80}/L_{1.50}$  を求めるには式(5)を計算すればよい。

$$\frac{L_{2.80}}{L_{1.50}} = 10^{1.30} \quad (5)$$

式(5)を計算すると 19.95 となる。したがって、正答は (d) である。

問 3 次の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。

母材の厚さ 13.0 mm、余盛高さ 3.0 mm の鋼板の突合せ溶接継手を焦点とフィルム間の距離 80 cm、管電圧 180 kV、管電流 4 mA、露出時間 2 分の条件で、X 線フィルム IX100 と増感紙 Pb0.03 mm の組合せを用いて撮影した結果、試験部の最高濃度が 1.5 の透過写真が得られた。

試験部の最高濃度を 2.5 にするためには、露出時間を [ ] にする必要がある。

- (a) 1 分 51 秒      (b) 2 分 35 秒  
(c) 3 分 36 秒      (d) 4 分 25 秒

正答 (c)

「放射線透過試験Ⅱ問題集2017」P.156のIX100+Pb0.03のX線フィルムの特性曲線から、濃度1.5の露出量は58秒、濃度2.5の露出量は105秒と読み取れる。試験部の最高濃度を1.5から2.5にするためには、最高濃度が1.5での露出時間2分に105/58秒(1.81)を乗ずれば3.62分(3分36秒)が求まる。したがって、正答は(c)である。

問 4 「帯形透過度計 A010」と関係の深い JIS 規格を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) JIS Z 3104 : 1995  
(b) JIS Z 3105 : 2003  
(c) JIS Z 3107 : 1993  
(d) JIS G 0581 : 1999

正答 (b)

「帯形透過度計A010」は、帯形透過度計のA形であり、直径0.10 mmのアルミニウム線を9本等間隔に配置した透過度計である。JIS Z 2306 : 2015「放射線透過試験用透過度計」で規定されている。

JIS Z 3104 : 1995「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」では、円周溶接継手の撮影に帯形透過度計のF形及びS形の使用が規定されているが、A形の使用は規定されていない。

JIS Z 3105 : 2003「アルミニウム溶接継手の放射線透過試験方法」では、円周溶接継手の撮影に帯形透過度計のA形の使用が規定されている。

JIS Z 3107 : 1993「チタン溶接部放射線透過試験方法」では、円周溶接継手の撮影に帯形透過度計のT形の使用が規定されているが、A形の使用は規定されていない。

JIS G 0581 : 1999「鋳鋼品の放射線透過試験方法」では、帯形透過度計の使用は規定されていない。

したがって、正答は (b) である。

問 5 「P 形」と関係の深い JIS 規格を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) JIS Z 3106 : 2001  
(b) JIS G 0581 : 1999  
(c) JIS Z 4560 : 1991  
(d) JIS Z 4615 : 2007

正答 (c)

「P形」は、操作者が持ち運びできるようにした携帯式工業用γ線装置の種類として、JIS Z 4560 : 1991「工業用γ線装置」で規定されている。

JIS Z 3106 : 2001「ステンレス鋼溶接継手の放射線透過試験方法」、JIS G 0581 : 1999及びJIS Z 4615 : 2007「工業用X線装置の実効焦点寸法測定方法」では、「P形」という語句は規定していない。

したがって、正答は (c) である。

## L T レベル 1 実技試験のポイント

漏れ試験には種々の方法があるが、実技試験ではその中から代表的な、発泡漏れ試験、圧力変化による漏れ試験、ヘリウム漏れ試験の三つの試験が実施されている。NDT 指示書に基づき試験を実施し、実施結果を報告書形式の解答用紙に記載する。それぞれの試験時間は各 30 分で、合格基準はそれぞれについて 70 % 以上である。

次に各試験の概要とポイントを説明する。

1. 発泡漏れ試験：NDT 指示書に従い、平板の貫通きずを発泡漏れ試験で検出し、記録書を作成する。

1) 試験方法：発泡漏れ試験-発泡液塗布法（加圧法）

2) 試験体：200×300 mm の SUS304 平板

3) 試験条件：差圧 3×10 kPa,  
圧力保持時間は指示された時間、  
観察は試験体表面で 500 lx 以上

4) 試験機材：コンプレッサ、加圧箱、オイル、圧力計、照度計他

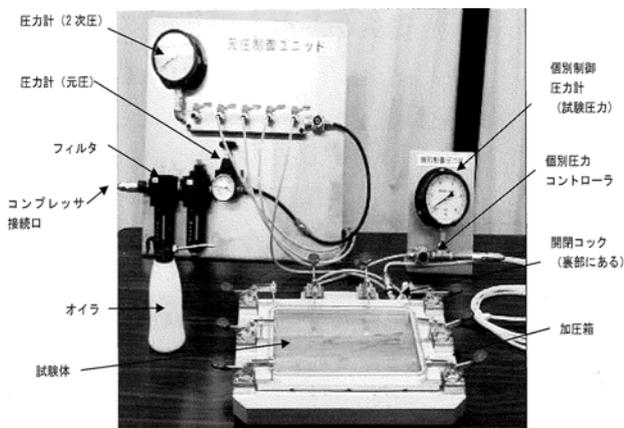


図 1 発泡漏れ試験の装置例

5) 試験手順（\*は注意事項等）

①試験準備：加圧箱に試験板をセットし、クランプで固定する。

\*加圧箱にパッキンシールを敷き、その上に試験板を置き、固定枠をクランプで固定する。

\*加圧箱に木片を置き、試験体をやや斜めになるように固定する。

\*スポットライトを点灯させ試験面の照度を 500 lx 以上とする。

②加圧：加圧箱のコックが閉じた状態で昇圧弁を開き、指定された圧力に加圧する。次に、加圧箱のコックを開き、再度指定された圧力に調整する。

③発泡液の塗布：発泡液を検査面に塗布する。

オイルを逆さまにしてノズルをできるだけ試験面に近付けて静かに発泡液を塗布する。

④観察：見落としがないよう検査面を片側から順に、観察する。

\*漏れが大きい場合、塗布した瞬間に液が飛ばされるので見落さないようにする。

⑤記録：記録用紙に発泡している箇所を赤鉛筆で印をした後、位置を (X, Y) 座標で記載する。

\*数値や符号 (±) を間違えないようにする。

2. 圧力変化漏れ試験：加圧法と差圧法の 2 種類を実施する。

2. 1 圧力変化漏れ試験（加圧法）

NDT 指示書に従い、試験体に孔径が既知の 3 種類の漏れ素子の孔径と圧力変化量のグラフを作成する。次に試験対象の漏れ素子についても圧力変化量を計測し、作成したグラフから漏れ孔径を求める。

1) 試験方法：圧力変化漏れ試験（加圧法）

2) 試験体：5 L のタンク + 漏れ素子

3) 試験条件：試験圧力 0.050 MPa ± 0.002 MPa,  
加圧時間 10 秒、平衡時間 0 秒、  
検出時間 5 秒、排気時間 10 秒

4) 試験装置：

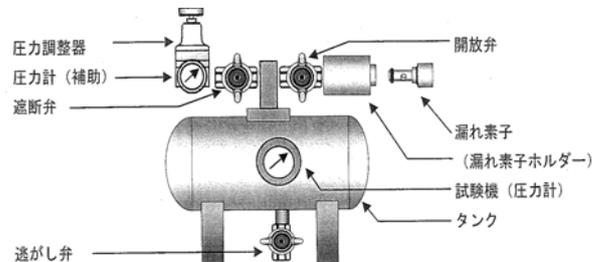


図 2 圧力変化法（加圧法）の装置例

5) 試験手順（\*は注意事項等）

①試験前作業：配管、計器類の表示を確認する。

②漏れ素子を取り付け、逃がし弁を閉、遮断弁及び開放弁を開にし、圧力調整弁で指定された試験圧力に正確に合わせる。

③加圧時間の経過後に遮断弁を閉にし、検査開始圧力を読む。検出時間の経過後に検査終了圧力を読む。最初に孔径が既知の 3 種類の漏れ素子について実施し、孔径と圧力変化量の関係をグラフにする。

\*圧力は 0.001 MPa まで読む。

④試験対象の漏れ素子も、同様に計測し、作成し

たグラフから漏れ素子の孔径を求める。

2. 2 圧力変化漏れ試験 (差圧法)

試験体 (170 mL タンク+漏れ素子) の圧力変化量を測定し、基準漏れ量のグラフから、漏れ素子の漏れ量を計算する。

- 1) 試験方法：圧力変化漏れ試験 (差圧法)
- 2) 試験体：0.2 L のタンク，漏れ素子 3 種類
- 3) 試験条件：試験圧力 0.100 MPa (100 kPa)，  
試験時間 20 秒，平衡時間 5 秒  
検出時間 5 秒，排気時間 5 秒
- 4) 試験装置：

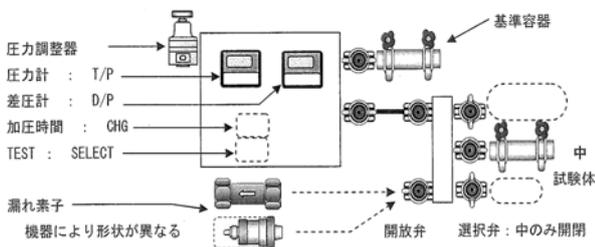


図3 圧力変化法 (差圧法) の装置例

5) 試験手順

- 試験前作業：チェック項目の部位を確認後、試験機の設定を実施し、試験前点検欄に「OK」を記入。
- 試験：①試験体の漏れ素子を取り付け、圧力調整弁を開にして調整し、指定の試験圧に合わせる。
- ②指定された時間を設定し、試験機の「START」ボタンを押し、計測結果を待つ。
- ③3 種の漏れ素子の測定が終了したら、与えられたグラフに各素子のデータをプロットしたグラフから、試験体の漏れ素子の漏れ量を求める。
- ④指示に従い後処理をする。

3. ヘリウム漏れ試験

試験体に対し、NDT 指示書に従いヘリウム漏れ試験を実施し、漏れの有無と漏れ量を記録する。

- 1) 試験方法：ヘリウム漏れ試験-真空吹き付け法
- 2) 試験体と試験範囲：図4に示すような試験体の A 及び B ポート (各ポートには 3 か所の検査部) の合計 6 か所
- 3) 試験条件：項目及び条件の一例を次に示す。
  - ①温度 ②気圧 ③サーチガス ④サーチガス吹き付け量  $0.15 \pm 0.05$  L/min ⑤機種名 ⑥装置単体バックグラウンド基準値  $1.0 \times 10^{-8}$  Pa·m<sup>3</sup>/s 以下
  - ⑦リーク量指数部上限 -4 (既設定値) ⑧リーク量指数部下限 -11 ⑨時間軸スケール 12

分フルスケール (既設定値) ⑩応答時間 ⑪リークと見なす閾値  $1.0 \times 10^{-7}$  Pa·m<sup>3</sup>/s ⑫ヘリウムボンベ 2 次側圧 0.02~0.06 MPa

- 4) 試験機材：①リークディテクタ ②共通コントローラ ③ヘリウムガスボンベ ④減圧弁 ⑤吹き付けプローブ

5) 試験手順 (\*は注意事項等)

ヘリウムガスを流す場合の基本的操作、ヘリウムリークディテクタの基本操作などは、資料で把握しておく。

- ①初期状態を確認する (リークディテクタ、共通コントローラ、ヘリウムガスボンベと吹き付けプローブ)。
- ②共通コントローラの画面で受験番号を登録する。
- ③吹き付けプローブから出るヘリウムガス流量を指定された値になるよう調整する。
- ④試験体を装着する。
  - \*試験体は、治具でしっかりと固定する。
- ⑤リークディテクタ装置単体のバックグラウンドを記録する。
- ⑥試験体の A および B ポート (それぞれ 3 か所) の対象部について試験を実施する。
  - \*マスク材は十分に密着させないと、近くに大きな漏れ箇所があれば、リーク見なし閾値より高くなる場合があるので、注意する。
- ⑦漏れ試験の記録は、記録用紙に機器の点検結果、試験条件等必要事項及び測定したリーク量などを記入する。
  - \*試験条件、リーク量などは単位や桁数に注意する。
- ⑧試験が完了したら、試験体を取り外し、すべてを初期状態に戻す。

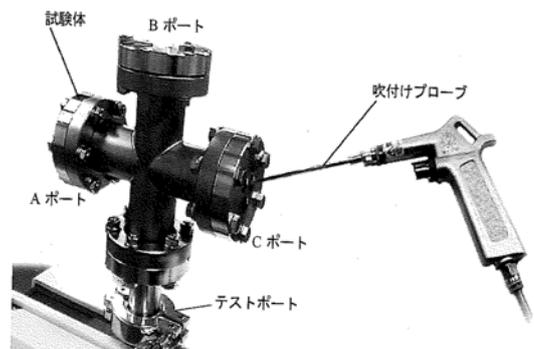


図4 ヘリウム漏れ試験の試験体及び吹き付けプローブ例

以上