

R T レベル 2 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 半価層の値は、X 線及び γ 線などの放射線の透過力が [] ほど大きい。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) 弱い (b) 強い (c) 軽い (d) 重い

正答 (b)

半価層とは、放射線が物質との相互作用によって放射線量(率)を 1/2 に減弱する物質の厚さのことであり、半価層の値が大きいということは、放射線の透過力が強いということになる。したがって、正答は (b) である。

問 2 金属蛍光増感紙は、金属箔による散乱線低減と蛍光増感紙による高い増感効果を組み合わせる目的で開発されている。増感率はエネルギーによって異なるが、スクリーン形フィルムと組み合わせた場合、[] 倍程度となる。括弧に入れる最も適切な数値を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 2, 3 (b) 3~10
(c) 20~100 (d) 1000~10000

正答 (c)

増感紙の種類、フィルムの形の相違による増感率の程度を表 1 に示す。したがって、正答は (c) である。

表 1 増感率の程度

増感紙の種類	フィルムの形	増感率の程度
金属増感紙	ノンスクリーン形	2, 3 倍程度
金属蛍光増感紙	ノンスクリーン形	3~10 倍程度
	スクリーン形	20~100 倍程度
蛍光増感紙	スクリーン形	10~200 倍程度

問 3 ^{60}Co , ^{192}Ir などの γ 線のエネルギーは、数種類の [] から成り立っている。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) 電磁波 (b) 放射性同位元素
(c) 連続エネルギー (d) 単色エネルギー

正答 (d)

放射線透過試験に使用される主な放射線同位元素を表 2 に示す。X 線装置から発生される連続エネルギーとは異なり、いずれも、数種類の単色エネルギーの γ 線から成り立っている。したがって、正答は (d) である。

表 2 放射線透過試験に使用される主な放射性同位元素

核種	^{60}Co	^{192}Ir	^{169}Yb
半減期	5.2 年	74 日	32 日
γ 線エネルギー (MeV)	1.17, 1.33	0.30, 0.31, 0.32, 0.47, 0.60	0.06, 0.11, 0.13, 0.18, 0.20, 0.31

問 4 次の文は、透過光と入射光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) 透過光の輝度が入射光の輝度の 1/100 になった。
この透過写真の濃度は 0.5 である。
(b) 透過光の輝度が入射光の輝度の 1/100 になった。
この透過写真の濃度は 1.0 である。
(c) 透過光の輝度が入射光の輝度の 1/100 になった。
この透過写真の濃度は 2.0 である。
(d) 透過光の輝度が入射光の輝度の 1/100 になった。
この透過写真の濃度は 3.0 である。

正答 (c)

透過写真の濃度 D は式 (1) で定義される。

$$D = \log_{10} \frac{L_0}{L} \quad (1)$$

ここで、 L_0 : 入射光の輝度

L : 透過光の輝度

透過光の輝度が入射光の輝度の 1/100 となるため、式 (1) を計算すると 2.0 が得られる。したがって、正答は (c) である。

問 5 X 線を使用して母材の厚さ 15.0 mm、余盛の高さ 4.0 mm の鋼溶接部を撮影した。この場合、X 線フィルムの感度係数を考慮した散乱比 n が、母材部では 2.0、余盛部では 3.5 とする。試験部を透過する厚さが異なっても線質の変化がなく、使用した X 線に対する試験体の半価層が 2.0 mm であるとすれば、母材部において X 線フィルムに到達する X 線量(透過線と散乱線の合計)は、溶接余盛部において X 線フィルムに到達する X 線量の [] 倍である。括弧に入れる最も適切な数値を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 1.5 (b) 2.0 (c) 2.7 (d) 4.5

正答 (c)

母材部の透過線量を E_1 とすれば、半価層が2.0 mmであるため、高さ4.0 mmの余盛により溶接部の透過線量 E_2 は式(2)で与えられる。

$$E_2 = E_1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}E_1 \quad (2)$$

母材部の散乱線量 E_3 は、散乱比が2.0であるため、式(3)で与えられる。

$$E_3 = 2.0E_1 \quad (3)$$

溶接部の散乱線量 E_4 は、散乱比が3.5であるため、式(4)で与えられる。

$$E_4 = 3.5E_2 \quad (4)$$

式(4)に式(2)を代入すれば式(5)となる。

$$E_4 = \frac{3.5}{4}E_1 \quad (5)$$

母材部においてX線フィルムに到達する線量 E_5 は式(6)となる。

$$E_5 = E_1 + E_3 = E_1 + 2.0E_1 = 3.0E_1 \quad (6)$$

溶接部においてX線フィルムに到達する線量 E_6 は式(7)となる。

$$E_6 = E_2 + E_4 = \frac{1}{4}E_1 + \frac{3.5}{4}E_1 = \frac{4.5}{4}E_1 \quad (7)$$

式(6)を式(7)で除して、式(8)が求まる。

$$\frac{E_5}{E_6} = \frac{3.0E_1}{\frac{4.5}{4}E_1} = 2.7 \quad (8)$$

したがって、正答は(c)である。

専門試験の類題

問6 次の文は、複線形像質計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) 12 対の同一径の線材を並べたもので、一对の線の間隔は線径と同じである。
- (b) 各対の線径は、等比数列で構成されている。
- (c) 一般に使用する方法としては、縦・横 2 枚の複線形像質計を直交したものを使用する。なお、基本空間分解能を確認するため、像質計の置き方は検出器 (IP 又は FPD) の軸に対して平行に置くように規定されている。
- (d) 各対の線の直径が決められているが、像質計の大きさ (寸法) は一回の撮影視野に入る大きさで良く、任意である。

正答 (b)

複線形像質計は、図1に示す様に 70×15 mm の透明な

樹脂のフォルダーに同じ線径で構成する 13 線対の系列を埋め込んだ構造としている。それぞれの線対の針金直径は、一般の針金形透過度計と同様に等比数列で構成されている。形状、寸法などは、JIS Z 2307 : 2017「放射線透過試験用複線形像質計による像の不鮮鋭度の決定」に規定されている。複線形像質計は、基本空間分解能を確認するために使用され、デジタル画像の水平方向又は垂直方向に対し数度 (2~5 度) 傾けて配置するように JIS Z 3110 : 2017「溶接継手の放射線透過試験方法—デジタル検出器によるX線及びγ線撮影技術」で規定されている。したがって、正答は(b)である。

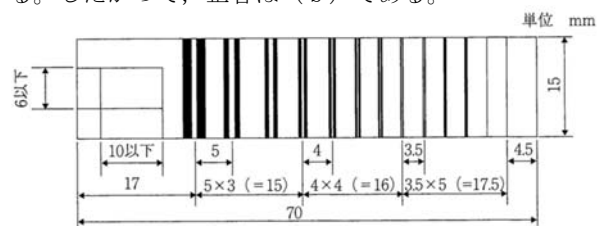


図1 複線形像質計の形状、寸法

問7 JIS Z 3104 : 1995「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」の附属書 2「鋼管の円周溶接継手の撮影方法及び透過写真の必要条件」に従って、試験部における横割れの検出を特に必要とする管の円周溶接継手を内部線源撮影方法（分割撮影）において撮影する場合、試験部の有効長さ L_3 は、透過度計の識別最小線径、透過写真の濃度範囲及び階調計の値の規定を満足し、かつ、線源と試験部の線源側表面間距離 L_1 の[]以下の制限を満足している範囲とする。括弧に入れる最も適切な数値を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 1/2 (b) 1/6 (c) 1/10 (d) 1/12

正答 (a)

試験部における横割れの検出を特に必要とする場合の試験部の有効長さ L_3 は、表3の制限を満足している範囲と規定されている。したがって、正答は(a)である。なお、規定内容の考え方は、横割れと放射線のなす角度を制限するものであり、JIS Z 3104 : 1995 の解説 18 頁に記載されている。

表3 撮影方法による試験部の有効長さ L_3

撮影方法	試験部の有効長さ L_3
内部線源撮影方法 (分割撮影)	線源と試験部の線源側表面間距離 L_1 の 1/2 以下
内部フィルム撮影方法	管の全周長さの 1/12 以下
二重壁片面撮影方法	管の全周長さの 1/6 以下

UT レベル 1 専門試験問題のポイント

UT レベル 1 の新規専門試験は、問題数が 30 問以上で、70%以上の正答で合格となる。今回は UT レベル 1 の専門試験問題について類題により解説する。

問 1 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) 超音波の伝搬距離が長い場合は、高い周波数が適している。
- (b) 探傷面が曲率を持っている場合は、高い周波数が適している。
- (c) 探傷面が粗い場合は、低い周波数が適している。
- (d) 減衰の著しい試験体には高い周波数が適している。

正答 (c)

試験体中を超音波が伝搬する際、超音波の周波数が高いと波長は短くなり、周波数が低いと波長は長くなる。試験体中を超音波が伝搬する場合、波長の長い超音波は遠距離まで通過することができるが、波長が短い超音波は減衰が大きく長い距離を通過することが困難である。また、表面が粗い場合や曲率があると波長の長い超音波は通過しやすいが、波長の短い超音波は通過しにくい。したがって、(c) が正答となる。

問 2 ある鍛鋼品を 5 MHz の垂直探触子で探傷したとき、全体的に林状エコーが高く現れ、底面エコーが十分得られなかった。探傷条件を改善する方法として正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 探傷感度を高くする。
- (b) 探傷感度を低くする。
- (c) 周波数を高くする。
- (d) 周波数を低くする。

正答 (d)

鍛鋼品や鍛鋼品で試験体の結晶粒が大きく組織が粗い場合、超音波の散乱や減衰が大きく林状エコーなどが現れることがある。このような場合は超音波の波長が長くなる低い周波数の探触子を用いるか、波数の少ない広帯域探触子を用いると改善することができる。探傷感度を変化させても林状エコーの改善はできない。したがって (d) が正答となる。

問 3 次の文は、JIS G 0801:2023 に基づく垂直探触子による探傷試験におけるきずの分類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) きずのエコー高さが、 $F_1 < 25\%$ のものを小さきずと呼び○の記号で表す。
- (b) きずのエコー高さが $25\% < F_1 \leq 50\%$ のものを中きずと呼び△の記号で表す。
- (c) きずのエコー高さが $50\% < F_1 \leq 100\%$ のものを軽きずと呼び△の記号で表す。
- (d) きずのエコー高さが $100\% < F_1$ のものを重きずと呼び×の記号で表す。

正答 (d)

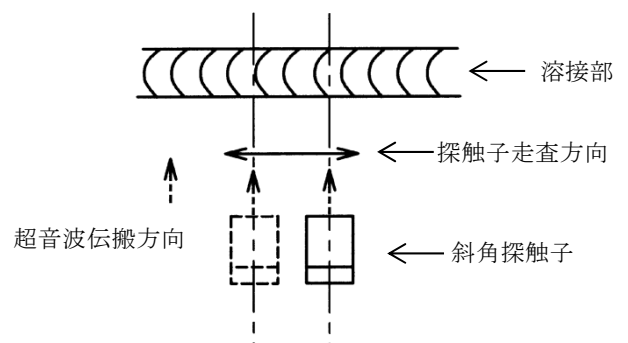
JIS G 0801 ではきずの分類及び表示記号について表 1 のように定められている。

表 1 垂直探触子によるきずの分類及び表示記号

きずの分類 (呼称)	きずの評価基準	表示 記号
軽きず (○きず)	$25\% < F_1 \leq 50\%$ ただし B_1 が 100%未満の場合は $25\% < F_1/B_1 \leq 50\%$	○
中きず (△きず)	$25\% < F_1 \leq 50\%$ ただし B_1 が 100%未満の場合は $25\% < F_1/B_1 \leq 50\%$	△
重きず (×きず)	$100\% < F_1$, $100\% < F_1/B_1$ 又は $B_1 \leq 50\%$	×

したがって、(d) が正答となる。

問 4 次の図は、溶接部の斜角探傷における探触子の走査方法を示したものである。JIS Z 2300:2020 に記載されている走査方法の名称として正しいものを一つ選び、記号で答えよ。



- (a) 振子走査
- (b) 左右走査
- (c) 前後走査
- (d) 平行走査

正答 (b)

超音波斜角探傷における斜角探触子の走査方法に関する問題である。斜角探傷での基本走査として左右走査、前後走査、首振り走査があり、このほか振子走査がある。振子走査はきずを中心とする円周上の中心点に向けて時計の振子のように探触子を移動させて行う走査、左右走査は探傷面上で超音波の進行方向に対して、探触子を直交する方向に移動する走査、前後走査は探傷面上で超音波の進行方向に沿って探触子を移動する走査と定義されている。JIS Z 2300 に平行走査は記載されていない。したがって、図は左右走査であり、(b) が正答となる。

問 5 次の文は、溶接部の斜角探傷における JIS Z 3060:2015 に規定された検出レベル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) L 検出レベルと M 検出レベルがあり、より小さいきずまで検出しようとするれば、M 検出レベルで探傷する。
- (b) L 検出レベルと M 検出レベルがあり、より小さいきずまで検出しようとするれば、L 検出レベルで探傷する。
- (c) L/2 検出レベルと L 検出レベルがあり、より小さいきずまで検出しようとするれば、L/2 検出レベルで探傷する。
- (d) L 検出レベルと M 検出レベルがあり、検出できる最小のきずの大きさは同じである。

正答 (b)

JIS Z 3060 に規定されている検出レベルは、問 6 の図 2 に示すエコー高さ区分線で M 線を超えるきずエコーを検出の対象とする M 検出レベルと L 線を超えるきずエコーを検出の対象とする L 検出レベルがある。L 検出レベルは M 検出レベルより 6 dB 低いエコー高さのきずまで検出する方法でより小さいきずまで検出の対象となる。JIS Z 3060 では L/2 検出レベルは規定されていない。したがって、(b) が正答となる。

問 6 板厚 20 mm の鋼板の突合せ溶接部を、JIS Z 3060:2015 に従って探傷した。探触子は 5Z10×10A70 (STB 屈折角 69.5 度) を用い、STB-A2 により探傷感度を調整し、検出レベルを L 検出レベルに選定して、きずエコーを検出した。きずの最大エコー高さは 80% で、そのときのビーム路程は 50 mm であり、きずの指示長さを測定するために作成した左右走査グ

ラフは図 1 のとおりであった。きずの指示長はいくらか。最も適切なものを一つ選び、記号で答えよ。ただし、エコー高さ区分線は図 2 のとおりで、測定範囲は 125 mm である。

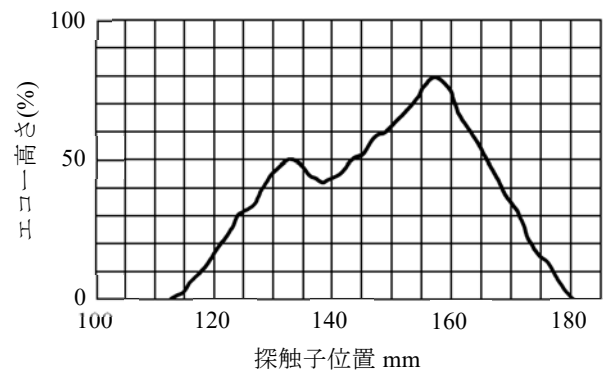


図 1

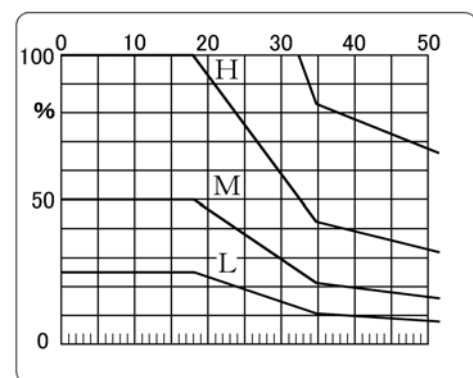


図 2

- (a) 48 (b) 51 (c) 54 (d) 57
(単位 mm)

正答 (b)

題意より測定範囲は 125 mm で表示器上 50 目盛あるので、1 目盛 2.5 mm である。きずエコーのビーム路程は 50 mm であるから、50 mm を 2.5 mm で除すると 20 目盛のところにきずエコーがあることになる。この位置において L 線の高さは 23% と読み取れる。図 1 の左右走査グラフで 23% の高さとなるきずの始点側と終点側の探触子位置を読み取ると始点側が 122 mm、終点側が 173 mm となる。これらからきず指示長さは 173 mm から 122 mm を引いた 51 mm となり (b) が正答となる。この問題ではきずの位置によって L 線の高さが変化するので、きずのビーム路程を考慮して L 線の高さを求めることがポイントである。