

UT レベル 2 一次一般試験問題のポイント

一次試験の一般問題は 40 問以上出題され、四者択一形式により正しいもの、又は誤っているものを選ぶ形式と、一つの文章問題の中に 2～5 問が設けられ、それぞれに四者択一形式の解答が示されている形式の問題がある。

レベル 2 の一般試験問題解説は過去 2 回行われ、2004 年 10 月号及び 2006 年 5 月号の本欄で紹介した経緯がある。

今回は最近出題された問題の中から、特に正答率の低かった探傷装置に関する問題や探傷規格に関する問題を取り上げ、JSNDI 発行の「超音波探傷試験問題集 2002」の参考書を基に理解を深めて頂きたい点を解説した。

問 1 次の文は、斜角探傷における屈折角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) 探傷屈折角とは、A1 形又は A3 形系の標準試験片を用いて測定した屈折角のことである。
- (b) 探傷屈折角とは、試験体又は試験体から切り出した対比試験片を用いて、探傷方向において V 透過法によって測定した屈折角のことをいう。
- (c) STB 屈折角とは、試験体又は試験体から切り出した対比試験片を用いて、探傷方向と同じ方向で測定した屈折角のことをいう。
- (d) STB 屈折角度差とは、公称屈折角と A1 形又は A3 形系の標準試験片を用いて測定した STB 屈折角との差のことをいう。

正答 (b)

超音波斜角探傷に関する用語は JIS Z 2300 に規定されている。STB 屈折角とは、標準試験片 STB-A1 試験片又は STB-A3 形系試験片を用いて測定した屈折角をいう。

探傷屈折角とは、試験体又は試験体から切り出した対比試験片を用いて、探傷方向に測定した屈折角で、JIS Z 3060 では、V 透過法や STB 音速比による算出法が規定されている。

STB 屈折角度差とは、探傷屈折角と A1 形 STB 又は A3 形系 STB の標準試験片を用いて測定した STB 屈折角との差で、JIS Z 3060 で定義されている用語である。

問 2 次の文は、探触子について述べたものである。誤っているものを選び、記号で答えよ。

- (a) 斜角探触子は、くさびの温度が変化すると屈折角が

変わるので、試験体の温度変化に注意する必要がある。

- (b) 一般の斜角探触子の振動子は横波を発生し、試験体中に伝搬する。この横波の探触子は一般に SV 波探触子と呼ばれている。
- (c) 可変角探触子で入射角を変えると、試験体中に横波及び縦波を斜めに伝搬させることができる。また、表面波探触子としても使用できる。
- (d) オーステナイト系ステンレス鋼 (SUS 304) 溶接部の探傷には主に縦波斜角探触子が用いられ、探傷法は直射法のみ限定される。

正答 (b)

媒質中を通過する超音波の音速は、温度により変化する。媒質 1 から媒質 2 への超音波の入射角・屈折角はスネルの法則に従う。媒質 2 が鋼の場合、10℃変化すると屈折角は 1 度程度変化する。

一般の斜角探触子の振動子は縦波を発生し、試験体に縦波臨界角以上の角度で試験体に入射させると、モード変換により試験体中には SV 波と呼ばれる横波が伝搬するように設計されている。したがって、(b) の記述は誤りである。また、振動子が剪断方向に振動して振動子から横波を発生する波を SH 波という。

可変角探触子を用いて縦波臨界角以内で材料中に超音波を入射させると、縦波と横波を伝搬させることができる。また、入射角が縦波臨界角付近ではクリーピング波が表面近傍を伝搬し、入射角が横波臨界角付近では表面波成分が多くなる。

オーステナイト系ステンレス鋼溶接部は、柱状晶組織で超音波の散乱や減衰及び音速の異方性があるため、縦波斜角探触子が適用される。裏面に対して斜めに入射した縦波は反射の際に横波にモード変換するため、直射のビーム路程範囲以降のエコーを解析するのは困難である。このことから、探傷法は直射法に限定されている。

問 3 次の文は、STB と音速の差がある鋼板の溶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) STB と音速の差がある鋼板の溶接部の探傷では、圧延方向と直角方向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。
- (b) STB と音速の差がある鋼板の溶接部の探傷では、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。

- (c) STB と音速の差がある鋼板の溶接部の探傷では、伝搬方向の V 透過法により、探傷屈折角を測定する。
- (d) STB と音速の差がある鋼板の溶接部の探傷では、伝搬方向によって屈折角が異なるので、超音波探傷はできない。

正答(c)

制御圧延された鋼材や耐火鋼材では STB と音速差を有するものがある。さらに、これらの鋼材では圧延方向(L 方向)とこれに直角な方向(C 方向)とで、横波の音速に差が生じる場合がある。近年では STB との音速差は概ね 2% 以内に収まっているようであるが、まれに 2% を上回る材料もある。これらの鋼材の溶接部を STB 屈折角で探傷を行うと、きずの位置を誤って測定する。

JIS Z 3060 では、音速差を有する材料については探傷屈折角を用いると規定している。探傷屈折角の測定には STB 音速比による方法、探傷方向の V 透過法のいずれかによるとしている。前者は横波垂直探触子で探傷方向の音速を求めて STB 音速比を求める手法であるが、若干の問題点を含んでいる。一方、後者も V 透過パルスのピークが得にくいとの問題点を含んでいる。しかし、両者共に STB との音速差が 2% 程度であればきずの位置測定誤差は ±1 mm 以内に収まるとの実験結果から、探傷の作業性も考慮して規定されている。

問 4 次の文は、超音波探触子について述べたものである。誤っているものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 集束範囲とは、集束探触子において、距離振幅特性曲線上で最大エコー高さに対して、-6 dB 以上の高さを示す範囲をいう。
- (b) 斜角探触子の吸音材は、くさび内で反射した超音波を除去する働きをする。
- (c) 周波数帯域の広い広帯域探触子は、組織が粗い試験体に用いると、SN 比が改善できる。
- (d) 広帯域探触子のことをクリーピング波探触子ともいう。

正答(d)

超音波ビームの集束範囲は、JIS Z 2350「超音波探触子の性能測定方法」で各距離における距離振幅特性曲線上の最大エコー高さ 1/2 (-6 dB) と規定されている。吸音材は斜角探触子振動子から発生した超音波ビームがク

サビ内で反射し、振動子に再び戻るエコーを吸収する働きをし、近距離の不感帯を改善する働きを持つ。広帯域探触子は広い周波数帯域を有するため、減衰の大きな材料でも低い周波数成分が伝搬するため、SN 比を改善することができる。クリーピング波は問 2 に解説したように、表面近傍を伝搬する。

問 5 次の文は、超音波探傷装置の点検時期及び性能に関する JIS Z 3060-2002「鋼溶接部の超音波探傷試験方法」の規定の一部である。文中の [1] ~ [5] 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。

探傷器の性能の点検は [1] 及び [2] 以内ごとに実施し、増幅直線性は [3] の範囲内、時間軸直線性は [4] の範囲内、感度余裕値は [5] 以上の各性能が維持されていることを確認する。

[解答群]

- | | |
|-----------------|-----------|
| [1] (a) 作業開始時 | (b) 調整時毎 |
| (c) 購入時 | (d) 補修時 |
| [2] (a) 2 ヶ月 | (b) 4 ヶ月 |
| (c) 6 ヶ月 | (d) 12 ヶ月 |
| [3] (a) ±1% | (b) ±2% |
| (c) ±3% | (d) ±4% |
| [4] (a) ±1% | (b) ±2% |
| (c) ±3% | (d) ±4% |
| [5] (a) 30 dB | (b) 40 dB |
| (c) 50 dB | (d) 60 dB |

正答 [1] (c), [2] (d), [3] (c), [4] (a), [5] (b)

JIS Z 3060 の附属書 1 (規定) 超音波探傷装置の機能及び性能では、探傷器に必要な性能として JIS Z 2352「超音波探傷装置の性能測定方法」を引用しており、増幅直線性は ±3% の範囲内、時間軸の直線性は ±1% の範囲内と定められている。また、装置の性能点検時期として、購入時及び 12 か月以内毎に点検し、所定の性能が維持されていることを確認すると定められている。

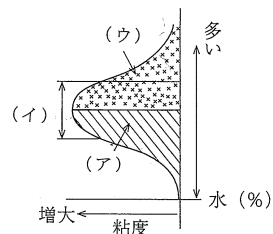
レベル 2 の受験者は、日常的に使用する探傷装置の性能チェックに必要な規格類および鋼板、溶接部、鍛鋼品などの各種材料規格にも理解しておくことを望むものである。

PTレベル3 二次C₁（基礎）試験のポイント

JIS Z 2305 による資格試験について、今月号ではPTレベル3のC₁問題のポイントについて解説する。

PTレベル3の二次試験は、3つの筆記試験（C₁:PTに関するレベル3の知識、C₂:規格、仕様を含む関連する工業分野におけるPTの適用、C₃:手順書の作成）で行われ、C₁、C₂は四択形式、C₃は記述式である。以下にC₁問題について、最近の正答率の低い問題に類似した問題例及び基本的に理解してほしい問題例のポイントを解説する。

問1 水洗性浸透液に、水が徐々に添加された場合の粘度変化を示すと下図のようになる。この図の変化の過程で正しいものを一つ選び記号で答えよ。



- (a)ア：可溶化現象 イ：乳化現象 ウ：ゲル化領域
- (b)ア：乳化現象 イ：ゲル化領域 ウ：可溶化現象
- (c)ア：可溶化現象 イ：ゲル化領域 ウ：乳化現象
- (d)ア：ゲル化領域 イ：可溶化現象 ウ：乳化現象

正答 (c)

水洗性浸透液が水と混じた場合の挙動は、最初に可溶化が起り、ゲル化し、そして乳化するという手順をよく理解していればすぐ解ける問題である。水洗性浸透液は水に混ざると乳化現象を起こすということは良く知られている。しかし、これは洗浄処理のように多量の水が加えられた場合である。乳化までの過程も含めて覚えてほしい。

問2 浸透液を実際の試験体の表面に塗布する場合、試験体表面の粗さによってぬれ性、浸透性が変わる。次のうちから正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)表面が滑らかな場合ぬれ性は良いが浸透性は悪い。
- (b)表面が粗い場合ぬれ性は良いが浸透性は悪い。
- (c)表面が滑らかな方がぬれ性も浸透性も良い。
- (d)表面が粗い方がぬれ性も浸透性も良い。

正答 (d)

(c)の表面が滑らかな方がぬれ性も浸透性も良い、と考える人がかなり多く見受けられるが、鏡のような滑らかな面に水滴を垂らすと丸まってはじける現象を思い出してほしい。また、表面が粗いほうが接触角は小さくなるため、(d)が正答となる。

問3 次の文は、溶剤除去性浸透探傷法に変えて、水型エアゾール法が適用される場合を述べたものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)余剰浸透液の除去を短時間で行いたい場合。
- (b)洗浄設備が利用できない場合。
- (c)より微細なきずを検出したい場合。
- (d)複雑な形状の試験体に適用する場合。

正答 (c)

水型エアゾールを用いた水洗性浸透探傷試験は、通常的水洗性浸透探傷試験とほぼ同じ特徴を有しており、洗浄設備がなくても適用できる方法である。したがって、(b)と(d)は正しい。(a)については、試験体等他の条件により異なることもあるが、水洗性の特徴を示しているので正しい。また、(c)は水洗性探傷試験の特徴としては明らかに誤っている。したがって、(c)が正答となる。

問4 次の文で、正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)きずの内表面では、酸化皮膜でおおわれている場合と、そうでない場合では、前者の方が浸透液の浸透能力は高くなる。
- (b)浸透液が試験体表面をぬらし広がる場合、浸透液の表面張力は小さく、接触角は大きい方がよい。
- (c)水で作られた浸透液は、きず内部が油等で汚染されていても、浸透性に影響は与えない。
- (d)ピーカーに入れた蛍光浸透液に紫外線を照射したとき、蛍光染料濃度が高いほど、液の深い部分まで蛍光を発する。

正答 (a)

(b),(c)を正しいとする人はほとんど見受けられない。(d)は、浸透液の濃度が高いと蛍光輝度は高くなるが、紫外線は表面でほとんど吸収され内部まで届かないため誤っている。(a)については、試験体の表面が酸化皮膜で覆われていると勘違いしたのか、(a)を誤っていると

した人が多く見受けられる。きずの内表面が酸化皮膜で覆われていると、酸化皮膜表面は母材よりも表面エネルギーが高いため接触角が小さくなり浸透性はよくなる。したがって、(a)が正答となる。

問5 繰り返し使用した蛍光浸透液の蛍光輝度が疲労しているかどうか調べる方法として、次の文のうち正しいものを一つ選び記号で答えよ。

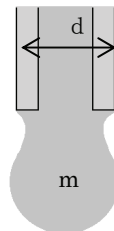
- (a) A形対比試験片に、繰り返し使用した浸透液を塗布してぬれ具合を調べる。
- (b) 白色の布に、繰り返し使用した浸透液を塗布して明るいところで色調を調べる。
- (c) 繰り返し使用した浸透液と未使用の浸透液のそれぞれを、浸透液がよく溶ける有機溶剤で薄めた後、ろ紙の上に少量滴下してブラックライトの下で輝度の違いを調べる。
- (d) 黒いプラスチックの板に繰り返し使用した浸透液と未使用の浸透液をそれぞれ少量滴下し、ブラックライトの下で輝度の違いを調べる。

正答 (c)

浸透液のぬれ具合や色調では蛍光浸透液の疲労を調べることはできない。したがって、(a)、(b)は誤っている。蛍光浸透液の疲労を調べるためには、原液を薄めて比較することでわずかな疲労の差でも違いが出てくる。原液のままであると、疲労の程度が小さい場合、その差は明確にならない。したがって(d)ではこの判断ができないので(c)が正しい。

問6 図のように細かい管の先から液体を滴下させるとき、滴下する直前のつりあいの式として正しいものを一つ選び記号で答えよ。ただし、 m ：液滴の質量、 d ：管外径、 g ：重力加速度、 Γ ：液体の表面張力とする。

- (a) $\pi d \Gamma = m g$
- (b) $(\pi d^2 / 4) \Gamma = m g$
- (c) $\pi d^2 / 4 \Gamma = m g$
- (d) $2 \pi d \Gamma = m g$



正答 (a)

液体が落下する直前のつりあい状態では、表面張力によって支えられる力と液体の重さにより落下する力が等しいと考えられる。すなわち表面張力によって支えられ

る力(F1)は、管の外周×表面張力で表される。

$$F1 = \pi d \Gamma$$

また、液体が落下する力(F2)は、質量×重力加速度で表される。

$$F2 = m g$$

したがって、(a)が正答となる。

問7 次は、界面活性剤の働きを示したものである。水洗性浸透液の洗浄処理において過洗浄を防止するための働きをするものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 乳化
- (b) ゲル化
- (c) 可溶化
- (d) 湿潤

正答 (b)

乳化は洗浄性を高めるものであり、可溶化と湿潤は洗浄性とは関係のない作用であり、浸透液がゲル化した場合には粘性が高くなり、洗浄性が悪くなる。すなわち過洗浄をおさえる働きをする。したがって、(b)が正答となる。

問8 ヤングの方程式において、固体の表面を液体が拡がる、ぬれの現象を説明するために導入している物理量は次のどれか。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 固体と液体の表面張力、固体と液体間の界面張力、液体の密度
- (b) 液体の表面張力、固体と液体間の界面張力、液体の接触角
- (c) 液体の表面張力、固体と液体間の界面張力、液体の密度
- (d) 固体と液体の表面張力、固体と液体間の界面張力、液体の接触角

正答 (d)

この問題は、ヤングの方程式の基本となる、液体が固体をぬらす現象を理解していれば解ける問題である。多くの人は、液体の表面張力、固体と液体間の界面張力、液体の接触角が関係していることは理解しているが、固体の表面張力も関係していること見落としている。ヤングの方程式を含め、ぬれが起こる現象をよく理解してほしい。

以上、紙面の都合上簡単な解説になったところもあるが、参考書と、問題集をよく勉強されることを望むものである。