

RTレベル1 一次一般試験問題のポイント

RTレベル1の一次試験については、54巻1号に一般問題及び専門問題を、55巻2号に一般問題を取り上げて解説を行った。今回は最近の一次試験の一般問題で比較的に正答率の低い問題を選んで解説を行い、受験者の参考にしたい。

一般問題は40問出題され、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、一つの文章問題のなかに複数問が設けられて、それぞれに四者択一の解答が示されている形式がある。専門問題と共に70%以上の正答で合格となる。

問1 放射線のうち非電荷の放射線の一つを選び、記号で答えよ。[A]

- (a) α 線 (b) β 線 (c) X線 (d) 重陽子線

正答 (c)

非電荷という単語に戸惑ったようで、解答がばらつき、重陽子線にマークした者が意外に多かった。 α 線と重陽子線は+の電荷を、 β 線は-の電荷を帯びており、非電荷はX線である。

問2 放射線透過試験に用いられる次の核種の半減期について[B]～[D]に入れる適正な数値を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

^{60}Co の半減期は[B]、 ^{169}Yb の半減期は[C]、 ^{192}Ir の半減期は[D]である。

[解答群]

[B] (a) 74日 (b) 5.3年 (c) 32日 (d) 33年

[C] (a) 74日 (b) 5.3年 (c) 32日 (d) 33年

[D] (a) 74日 (b) 5.3年 (c) 32日 (d) 33年

正答 [B] (b), [C] (c), [D] (a)

放射線透過試験に用いられるガンマ線源としては、出題の3核種が主なものであるが、これに ^{137}Cs を加えて、半減期、エネルギー、適用される鋼板厚さの範囲などの数値を記憶しておくが良い。

問3 次の文は、白色X線の実効エネルギー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。

白色X線の実効エネルギーは[E]である。

- (a) X線スペクトルの平均エネルギー

- (b) 同一半価層を有する単色X線のエネルギー
(c) X線スペクトルの最大エネルギー
(d) 管電圧の実効値

正答 [E] (b)

X線には単一波長の単色X線と、幅広い波長域を有する白色X線があり、後者が透過試験に用いられている。白色X線の幅広いエネルギー範囲を取扱い易いように表示するものが、実効エネルギーであり、半価層が等しい単色X線のエネルギーで表すことになっている。X線スペクトルの平均エネルギーや最大エネルギーではない。

問4 次の文は、X線の性質について述べたものである。

[F]及び[G]に適する語句を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

X線透過写真の像質に大きな影響を与えるのが[F]である。線質を定量的に表すには半価層及び[G]が用いられる。

[解答群]

[F] (a) 線質と線量強度 (b) 線質と散乱線

(c) 線質と光電子 (d) 線質と直接線

[G] (a) 視野の大きさ (b) 焦点寸法

(c) 線量 (d) 実効エネルギー

正答 [F] (b), [G] (d)

X線透過写真の像質に大きな影響を与えるものは、きずの像のコントラストと明瞭度である。前者に関係する因子はフィルム・コントラスト、線質、撮影配置、散乱線の大小であり、後者に関係する因子は撮影配置と焦点寸法である。したがって、[F]の線質と組み合わせるのは(b)の散乱線である。[G]については、線質の表示方法であるから、半価層の値と(d)の実効エネルギーであるが、何故か(b)、(c)にマークした者がかなりいた。

問5 次の文の[H]～[K]に入れるべき適切な語句を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

試験体に対する放射線の照射方向は、検出すべききずによって生ずる放射線の[H]の差を、最も容易に[I]方向とすることが原則である。また、溶接部が試験対象である場合、放射線の照射方向は、試験体を透過する厚さが[J]になる[K]方向とする。

[解答群]

- [H] (a) 減弱 (b) 厚さ (c) 線質 (d) 線量
 [I] (a) 測定できる (b) 濃度が得られる
 (c) 検出できる (d) 向上可能な
 [J] (a) 効率的 (b) 45度
 (c) 最小 (d) 最大
 [K] (a) 肉厚 (b) 角度
 (c) 横割れ (d) 面状

正答 [H] (a), [I] (c), [J] (c),
 [K] (a)

試験体に対する放射線の照射方向は、きずの検出の可否に対して重要な問題である。きずの存在によって生じるフィルム上の濃度差は、放射線の減弱の差によって生ずる。したがって、きずの検出を目的とする場合は、きずによる減弱の差が大きくなる方向から放射線を照射する必要がある。溶接部を撮影する場合の放射線の照射方向は、試験体を透過する厚さが最小になる肉厚方向とするのが原則である。[J]において(d)の最大に、[K]において(b)の角度や(d)の面状にマークした者が少なくなかった。

問6 次の文は、透過写真の濃度と特性曲線について述べたものである。[L]～[O]に適する語句を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

写真濃度Dは、透過写真の[L]の程度をあらわすものである。

濃度を表わす式は[M]で定義される。ただし、入射光の強さを L_0 、透過光の強さをLとする。

X線フィルムの特性曲線は、[N]を縦軸に取り、横軸に[O]を取ったものである。

[解答群]

- [L] (a) 白さ (b) 黒さ
 (c) 色合い (d) 鮮明さ
 [M] (a) $\log_{10}(L_0/L)$ (b) $\log_e(L/L_0)$
 (c) $\log_{10}(L/L_0)$ (d) $\log_{10}(L_0 \times L)$
 [N] (a) 露出量 (b) フィルム濃度
 (c) 管電圧値 (d) 管電流値
 [O] (a) 露出量 (b) フィルム濃度
 (c) 管電圧値 (d) 管電流値

正答 [L] (b), [M] (a), [N] (b),
 [O] (a)

フィルム濃度の定義及びフィルムの特性曲線を知って

いれば、特に問題はないと思われるが、解答結果ではマークが分散しており、よく理解していない者がいると考えられるので、もう一度しっかり確認しておいて欲しい。

問7 次の文は、放射線透過試験におけるNDT指示書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。[P]

- (a) NDT指示書は、NDT仕様書の中に呼び込まれる形で使用される。
 (b) NDT指示書は、NDT手順書の中に呼び込まれる形で使用される。
 (c) NDT指示書は、現場での作業に使用される。
 (d) NDT指示書は、溶接継手の種類が多くても、1回だけ作成して使用される。

正答 [P] (c)

RTレベル1の技術者にとって、一番身近かな文書であるNDT指示書についての問題である。(a)、(b)にマークをつけた者が少なくないので注意して欲しい。

問8 次の文は、個人の被ばく線量測定用に用いられている測定器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。[Q]

- (a) 個人の被ばく線量の測定には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) フィルムバッジは、比較的長時間の積算線量の測定ができるが使用時の温度、湿度により潜像退行があるので注意を要する。
 (c) 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で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橙色の蛍光を発する。

正答 [Q] (b)

個人被ばく線量計は放射線管理用の測定器として重要なものである。ガラス線量計、フィルムバッジ、ポケット線量計、熱ルミネッセンス線量計等の代表的な測定器について、原理、長所、短所をしっかりと理解しておくことが大切である。従来はフィルムバッジが主流であったが、最近では蛍光ガラス線量計の使用が多くなっている。

MT レベル 3 二次試験 C₃ 問題のポイント

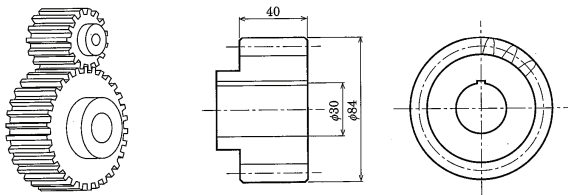
MT レベル 3 の二次試験は C₁, C₂, C₃ の三つに分かれている。最近の数回の試験の合格率は残念ながら芳しくなく、特に C₃ の手順書作成問題でその傾向は著しい。2007 年に長年親しまれてきた JIS G 0565 が廃止され、JIS Z 2320 (以下、新 JIS) が発行された。これに対応し参考書「磁粉探傷試験 I」, 「II」に続き「III」 「問題集」が改訂され学習の要に供されているが、レベル 3 の合格率の低迷については、新 JIS, 参考書等の内容の周知の遅れや理解不足などが影響しているように思われる。

2009 年秋期では C₃ の出題形式が見直され、受験者の負担を軽減するため参考資料として新 JIS を貸与し、解答の作成に必要な事項が参照できる形が検討されている。

今回は、最近の C₃ の出題傾向を考慮して、新 JIS に従った手順書例について注意点・ポイントなどを解説する。なお、磁粉探傷試験手順書に記載すべき項目については、以前の專欄 (2005 年, 54 巻 8 号) に詳述されている。

手順書作成の問題例 (抜粋)

図に示すピニオンギア (外径 84mm, 内径 30mm, 歯幅 40mm, 材質: S35C, ギア部加工後に高周波焼入れ, 内孔面研磨加工, ピニオンギア数 50 個) の製造時の最終製品検査について、次に示す NDT 仕様書に基づいて、磁粉探傷試験 NDT 手順書を作成せよ。



ピニオンギアの NDT 仕様書例

「ピニオンギアの製造時検査仕様書」

1. 検査対象物の名称
ピニオンギア (材質: S35C, 高周波焼入れ)
2. 検査対象数 50 個
3. 準拠規格 JIS Z 2320-1:2007 非破壊試験-磁粉探傷試験-第 1 部:一般通則
4. 試験技術者 JIS Z 2305:2001 に規定する, MT レベル 2 またはレベル 1 技術者
5. 試験実施時期
ギア部切削加工, 高周波焼入れ, 内孔面研磨加工後の,

最終製品検査

6. 探傷装置 使用装置は、対象とするきずの検出に対して適正な性能を有するものを使用すること。
7. 磁化方法 磁化方法は、対象とするきずの検出に対して適正な方法を選定すること。
8. 合否判定基準
割れによる磁粉模様があってはならない。
歯底・歯筋及び内孔面に長さ 2mm 以上の線状磁粉模様があってはならない。

以下に、JIS Z 2320-1 工程確認方式に基づく NDT 手順書作成問題の解答例を示す。なお、一部の内容は省略し、特に注意しなければならない項目には解説を加えた。

NDT 手順書作成問題解答例

1. 適用範囲
この手順書は、〇〇株式会社〇〇工場において製造されるピニオンギア (部品番号: 〇〇-〇〇) の最終製品検査における磁粉探傷試験に適用する。
2. 準拠規格
JIS Z 2320-1:2007 非破壊試験-磁粉探傷試験-第 1 部: 一般通則
JIS Z 2320-2:2007 非破壊試験-磁粉探傷試験-第 2 部: 検出媒体
JIS Z 2320-3:2007 非破壊試験-磁粉探傷試験-第 3 部: 装置
3. 試験技術者
探傷は JIS Z 2305:2001 に規定する MT レベル 1 以上、合否判定はレベル 2 以上の技術者が行う。
4. 探傷装置
 - (1) 一般事項
探傷機器はすべて、管理基準〇〇により管理され、定期的に点検・校正されたものを使用する。
また JIS Z 2320-3:2007 の要求に合致していること。
 - (2) 磁化装置
 - ① 定置式磁化装置: 直流 (脈流, 単相半波整流), 交流とも最大磁化電流 1500A (実効値) 以上, 最大通電時間 10 秒以上
 - ② 極間式磁化器: 交流, 起磁力 1200A (実効値) 以上, 磁極間内のり 140mm
 - (3) 紫外線照射灯
波長 315~400nm、装置のフィルタ面から 400mm の距離において 10W/m² 以上の紫外線強度を有す

ること。

(4) テスラメータ

0.01mT が測定できる感度を有すること。

- (5) その他の器具 電流貫通棒 $\phi 20 \times 300\text{mm}$
磁束貫通棒 $20 \times 20 \times 190\text{mm}$

解説) 探傷に際し、どのような機能・性能を有する機器装置が必要かを考慮して記述する。磁化装置では、最大磁化電流、表示値、波形などは重要である。

5. 試験の時期

高周波焼入れ、内孔面研磨加工後の最終製品検査

6. 試験範囲

対象部品全面の全方向のきずを対象とする。

7. 前処理

表面の汚れ、油脂類は白灯油で洗浄、除去する。

8. 検出媒体 (磁粉及び検査液)

検出媒体の特性は JIS Z 2320-2:2007 に合致すること。

- (1) 磁粉 蛍光, 湿式, 平均粒子径 約 $5 \mu\text{m}$
(2) 分散媒 白灯油を使用する。
(3) 検査液濃度 0.5 g/L
(4) 検査液の性能確認 試験に先立ち、タイプ 1 対比試験片を用いて検査液の性能を確認すること。

解説) 以上は、対象とするきずの種類や大きさ、磁化条件、試験体の表面状態 (使用状況)・性質等を考慮して決定する。工程確認方式では、検出媒体は必ず JIS Z 2320-2 の要求に合致している必要がある。

9. 磁化条件

(1) 磁化方法

工程確認方式による電流貫通法及び磁束貫通法

(2) 探傷条件

歯筋方向のきず：電流貫通法，直流（脈流，単相半波整流）520A（実効値）

円周方向のきず：磁束貫通法，起磁力 交流 1200A（実効値），交流極間式磁化器及び磁束貫通棒使用

通電時間：10 秒以上とする。

(3) 磁化の確認

磁束貫通法では、テスラメータで試験体の表面磁界の強さを測定し 2000A/m 以上であることを確認する。

解説) 始めに、工程確認方式か標準試験片確認方式かを宣言する。次に検出すべききずに対して、適用する磁化方法、電流の種類、磁化電流値（実効値）を示す。磁化方法によっては、探傷ピッチ、電極間隔等も必要

である。磁化電流値は附属書 A を参考に、探傷有効範囲は JIS Z 2320-1:2007 に基づいて決定する。

電流値が、例示された経験式、理論式等で求められない場合は、測定により磁化の確認が必要である。なお磁化方法は実現可能で、試験面に適切な方向と強さの磁界が与えられ、かつ経済性も考慮して選定する。

例題では、試験体が S35C なので電流値は $H=2000\text{A/m}$ で計算したが、材質によっては B-H 曲線から磁束密度 1T に対応する H を読み取って算出する必要がある。

10. 検査液の適用

小形オイラーを使用し、連続法にて適用する。

解説) 工程確認方式は連続法しかないことに留意する。

11. 観察

暗室内の明るさは 20Lx 以下であること。

試験面における紫外線強度は 10W/m^2 以上であること。磁粉模様が検出された場合には、きずによる磁粉模様か疑似模様かを確認する。

きずによる磁粉模様の場合には、割れによる磁粉模様か、その他の磁粉模様かを確認する。

解説) 必要により検出及び評価の対象となるきずの大きさを明示する。磁粉模様の分類に関しても記述する。

12. 記録 省略

13. 合否判定基準

割れによる磁粉模様及び長さ 2mm 以上の線状磁粉模様があってはならない。

解説) 仕様書で基準が明確でない場合、試験体の使用条件等を考慮し、検出すべき最小のきずの長さを示す。

14. 後処理 省略

以上、新 JIS の工程確認方式を主に、MT レベル 3 の手順書に関する必要最小限の要点について紹介した。紙面の関係で例題を取り上げられないが、他の磁化方法を適用する場合や、標準試験片確認方式による手順書についても新 JIS の内容を確認し、書けるようにして欲しい。

本解説を参考に、新 JIS の理解を深め、各確認方式別に、磁化方法、磁化条件、確認手段、検出媒体・装置などの選定・設定について整理するとよい。また各磁化方法に関する知識や試験体への適用等についても復習しておく必要がある。これからレベル 3 の二次試験を目指す人は、「磁粉探傷試験Ⅲ」はもちろん各レベルの参考書、及び「磁粉探傷試験問題集」、JIS Z 2320-1~3、以前の本欄の解説等を熟読して学習し、臨んで欲しい。