

## RTレベル1 実技試験のポイント

2007年の8月号にRTレベル1の二次試験の概要とポイントについて掲載したが、2008年の春期試験から、平板試験体の撮影及びきずの像の分類について適用されていたJIS Z 3105（アルミニウム溶接継手の放射線透過試験方法）適用年版が、1993年版から2003年版に切換えられたので、それに伴う変更を主体にもう一度実技試験のポイントについて述べ、これから受験する方への参考にした。

### 1. RTレベル1の二次試験の概要

RTレベル1の二次試験は、アルミニウム平板試験体の撮影及び写真処理、得られた透過写真についての必要条件の確認等の試験結果の観察記録ときずの像の分類である。きずの像の分類については、自分で撮影した透過写真1枚をJIS Z 3105によって行う。さらに、配布された透過写真を試料にして、鋼溶接継手についてはJIS Z 3104を、鋳鋼品についてはJIS G 0581を用いてきずの像の分類をそれぞれ2枚ずつ、合計で5枚の透過写真について行う。試験時間の配分は表1に示すとおりである。

表1 試験項目と時間

試験項目	時間
(1) 平板試験体の撮影 (2) 写真処理	45分
(3) 試験結果の観察記録 (4) きずの像の分類 a) JIS Z 3105 1枚 b) JIS Z 3104 2枚 c) JIS G 0581 2枚	45分

受験者は8名ずつが指定された時刻に集合し、1番から8番の指定されたテーブルに着席する。各テーブルには「放射線透過試験 レベル1用二次試験」、記録用紙（5枚を綴じたもの）及びバックフィルムが1枚配布されている。バックフィルムには受験者各自の指定されたフィルム記号が記入されている。

## 2. 実技試験

### 2.1 アルミニウム平板試験体の撮影

試験体は母材の厚さが、9mm、11mm、及び13mmの3種類があり、いずれも余盛に相当する高さ3mmの凸部が加工されている。溶接部にあたる部分に、ブローホー

ルを模擬した種々の直径のきずが設けられている。受験者は3種類の厚さの試験体のうちの1枚と、その試験体用の「平板試験体撮影 NDT 指示書」が渡される。「アルミニウム平板試験体の撮影記録及び観察記録票」のI.撮影記録の部分について、指示書に記載されている内容を記入して確認する。管電圧、露出時間等は指示書に記載されている。II.観察記録の部分については、透過写真が仕上がってから記入するが、透過写真の必要条件についての規定値が、指示書に示されているので、欄外の余白に記入しておくとい。

渡された試験体の上に、指示書に従って図1の例のように透過度計、階調計及びフィルムマークをセロファンテープを用いて取付ける。なお、フィルムマークについては試験体番号、母材の厚さ及び試験部の有効長さの両端を示す矢印マークは事前に取り付けてある。バックフィルムに記されている指定されたフィルム記号と受験年月日を各自が取付ける事になる。マークの取付け位置は溶接部から10mm～12mm程度離れた位置がよい。離れ過ぎるとマークが透過写真に入らないミスをしてしまう。

JIS Z 3105:2003を適用することから、階調計は母材の厚さが9mmの場合は、従来の2段階のD3形から1ブロックの10形に、母材の厚さが11mm及び13mmの場合はE3形から15形に変わった。また、透過度計も2008年春期二次試験から、従来のA02形から04A形に変えたが、7本の針金の線径は両者とも同じである。なお、透過度計は一番細い線が矢印の上になるように取付けることに注意が必要である。

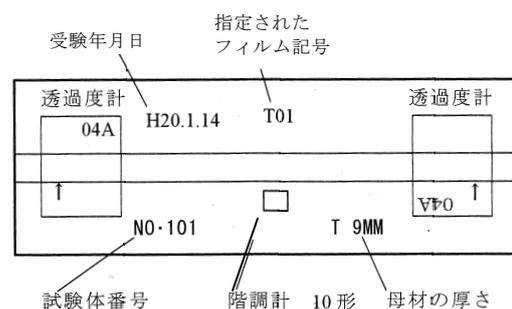


図1 透過度計、階調計、フィルムマークの配置  
(母材の厚さ9mmの例)

X線照射ボックスの扉を開き、マークされた位置にバックフィルムを置くが、この際、セロファンテープで1箇所とめておくとい。フィルムの上に、試験体の溶接部が下のセンターラインを示すマークの上にくるように置いて、扉を静かに閉じる。X線制御器の管電圧及び露

出時間の設定を指示書に従って行うが、タイマーは受験地の周波数に合わせて、内側（60Hz）、外側（50Hz）を間違えないように注意する。この際、管電圧が所定の値に到達するタイムラグを考慮して、5秒程長く時間をセットすること。X線照射ボタンを押して撮影を行い、露出時間が終了したら、扉を開けて試験体とフィルムを回収する。試験体から各自が取付けた透過度計、階調計、年月日と指定されたフィルム記号を取り外して、試験体を試験員に返却する。撮影は1枚限りであるので、透過度計の取付け、フィルム及び試験体のセット、管電圧、露出時間のセットには十分注意することが必要である。

## 2.2 写真処理

撮影を終了した2名（東京、大阪では2台のX線装置を使用するので4名）が一緒に暗室に入り、写真処理を行う。暗室の照明を消す前に、最初に説明された処理時間、処理液の位置等をもう一度確認してから、セーフライトに切り変える。しばらく眼をセーフライトの明るさに慣れさせてから、パックフィルムの包装を破り、フィルムを取り出してフィルムハンガーに確実に取り付ける。白い挟み紙は暗室を退室する時に忘れずに持ち出すこと。各自1枚ずつの2本のハンガー（東京、大阪では4枚を2本に）は、一緒に現像タンクに入れ、タイマーを起動させる。所定の時間で現像、停止、定着、予備水洗、水洗促進処理、本水洗を順次行い、水切剤処理をした後暗室から持ち出して、フィルム乾燥機に入れて乾燥を行う。

## 2.3 試験結果の観察記録

受験者は乾燥を待たずに、きずの像の分類を行うための試験室に移動する。乾燥した透過写真は、きずの像の分類を行っている間に本人に届けられる。撮影した透過写真について、濃度計とフィルム観察器を用いて、JIS Z 3105:2003に規定する透過写真の必要条件の確認を行う。試験結果を前記の記録票の観察記録の欄に記入する。濃度測定にはコニカのPDA-85形デジタル濃度計を使用するので、この濃度計の取扱いに習熟しておくこと。特に零点調節に注意が必要である。さらに、階調計の値を求めるために、階調計の中央部の濃度(D<sub>2</sub>)と階調計の隣接部の濃度(D<sub>1</sub>)を測定して、 $(D_1 - D_2)/D_1$ の計算を行う。分母のD<sub>1</sub>をD<sub>2</sub>と間違えて計算している場合も見受けられるので注意してほしい。計算値の処理は規定値が小数点以下2桁であるので3桁目を切り捨てて、四捨五入しないこと。時間が限られているので、透過写真の必要な測定箇所をしっかりと把握して、迅速にかつ、確実に測定し、正しく計算できるようにしておくことが重要である。

## 2.4 きずの像の分類

受験者自身が撮影した平板試験体の透過写真についてきずの像の分類を行い、その結果を「JIS Z 3105:2003のきずの像の分類記録票」に記録する。試験部で識別されたきずは、すべてを図中の所定の位置に記入し、分類用のゲージを用いて、それぞれのきず点数を正確に求めて記入する。最もきず点数が大きくなる箇所に試験視野を設定して、きず点数の合計をきず点数の欄に記入する。テーブルに配布されている規格の抜粋の表により分類結果を求めて、分類の欄に記入する。試験視野の枠を、設定した位置に記入することを忘れないこと。

JIS Z 3105:2003では1993年版のきずの像の分類での「未満」が「以下」に、「以上」が「超え」と変わっているので、20.0mmとか区切りの数値の所で注意が必要である。

鋼溶接継手については、配布された透過写真2枚について行い、「JIS Z 3104:1995によるきずの像の分類記録票」2枚にそれぞれ記入する。記録票には分類の対象にした第1種のきず及び第2種のきずの位置を図中の所定の位置に記入するように指示されている。3105の分類のようにすべてのきずについて記入する必要はなく、どのきずを対象にしたかが分かるように記入すればよい。なお、第2種のきずでは、きず長さが1類であっても、溶込み不良又は融合不良が存在する場合は2類になることに留意すること。また、複数の第2種のきずが一線上に並んだ場合に、きずときずとの間隔が大きい方のきずの長さより短い場合は、きず群の扱いとなり、きずときずの間隔も入れて、両端の長さをきずの長さとする規定があるが、この規定の扱いも注意が必要である。

さらに、鋳鋼品の透過写真の2枚についてのきずの像の分類結果は、「JIS G 0581:1999によるきずの像の分類記録票」に記入する。鋳鋼品のきずの像の分類においては、きずの寸法を測定する場合に、きずの像の明瞭な部分について測定し、ぼけた部分まで測定しないとなっているが、樹枝状の引け巣の場合、受験者の多くが過小に評価し過ぎて、そのために分類結果が不正解になる傾向が見られる。また、数えないきずの最大寸法が、1類の場合と2類以下の場合とに分けて規定されているが、一般的には2類以下の欄の値を使用すればよい。

分類作業に必要な各規格の表は、各自のテーブルに配布されているが、鋳鋼品ではブローホールや引け巣で表が分かれており、慌てて間違った表を見てしまうミスが見られるので十分注意して欲しい。

## ET レベル 2 一次一般試験問題のポイント

JIS Z 2305 による ET レベル 2 の一次試験は、原則として四者択一形式で、一般試験 (40 問以上) と専門試験 (30 問以上) とに分けて行われ、それぞれ正答 70% 以上が合格である。一般試験は ET の原理及び基礎 (装置等も含む) に関する問題で、専門試験は ET の適用及び装置等の使用方法に関する問題である。ここでは、2007 年春秋期に行われた一次試験で正答率の低かった問題に類似した問題について解答のポイントを解説する。

問 1 次の文は空心コイルにかけた正弦波交流電圧を一定にしたまま、コイル内に鉄の棒を挿入した場合の現象と電流の関係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) コイルの静電容量が下がるので、電流が大きくなる。
- (b) コイルのリアクタンスが小さくなり、電流は大きくなる。
- (c) コイルのリアクタンスが増加するので、電流は小さくなる。
- (d) 鉄の透磁率によって電圧が低下し、電流は小さくなる。

正答 (c)

渦電流探傷試験に用いられるコイルのインダクタンスは次式で表わされる。  $L = k \times \mu A I N^2$   
 ただし、 $L$ : インダクタンス  $k$ : 長岡係数  $A$ : コイルの断面積  $I$ : コイル長さ  $N$ : コイル巻数  $\mu$ : 透磁率、 $\mu_0$ : 真空透磁率、 $\mu_s$ : 比透磁率である。これよりコイルの形状が変わらないとしても  $\mu$  が変われば  $L$  は変化することが分かる。 $\mu = \mu_0 \times \mu_s$  であるから、鉄の比透磁率を 500 と仮定してもインダクタンスはかなり増加し、したがってリアクタンスも増加するので、オームの法則から電流は減少することになる。なお、コイルの静電容量は浮遊容量といい、コイル内部に挿入される金属によって、大きく変動することはない。また、正弦波交流電圧を一定にしたままでコイルに電流を流す回路 (定電圧源という) では、コイルに流れる電流により電圧は変化しない。

問 2 次の文は初透磁率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) 初磁化曲線上で飽和に達する直前の透磁率

- (b) 初磁化曲線上で最も大きな磁界における透磁率
- (c) 初磁化曲線上の任意の点で磁界を増減させたときの透磁率
- (d) 初磁化曲線上における磁界がゼロ近傍の透磁率

正答 (d)

図 1 に各種透磁率の定義を示すので、これらをすべて記憶することが大切である。透磁率は磁化曲線上の磁束密度  $B$  と磁界  $H$  の比  $B/H$  で表わされる、つまり磁化曲線は非線形であるから、計算する部分で数値が異なるわけである。なお、磁性体が全く磁化されていない状態から磁化した場合の磁化曲線を初磁化曲線と言う。

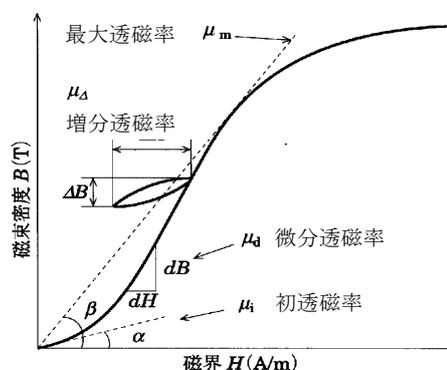


図 1 各種透磁率の定義

問 3 渦電流探傷器において、きず信号によって変調された交流波形が見られるのは、次のどの回路からの出力か。次のうちから正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) ブリッジ
- (b) 移相器
- (c) 同期検波器
- (d) フィルタ

正答 (a)

渦電流探傷器の信号は、試験周波数をコイルを介して、きず信号で変調した変調回路と見ることができる。これは探傷器のブロックダイアグラムを参照すればよく理解できる。試験コイルを含んだブリッジ回路の出力部には、試験片の健全部では無信号で、きずがあった場合、試験コイル中を通過するきずの速度と大きさに対応した信号が発生する。この信号はきず信号によって変調された交流波形である。

問 4 渦電流探傷器のブリッジが不平衡のまま探傷すると、どのような影響があるか。次のうちから正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 探傷器出力指示に周期的な雑音が発生する。
- (b) 探傷器出力指示に小さな雑音が発生する。
- (c) 探傷器出力指示が安定せずに、定まらなくなる。
- (d) きずの検出能力が低下することがある。

正答 (d)

図2はブリッジが不平衡の状態です試験コイル中をきずが通過した場合のブリッジ出力を表わしている。ブリッジの不平衡電圧が大きいまま、次段の増幅器で増幅すると、この不平衡電圧で次段の増幅器が飽和した場合きず信号は全く検出されなくなる、もし飽和に近い場合は本来の出力よりきずの検出能力が低下することがある。

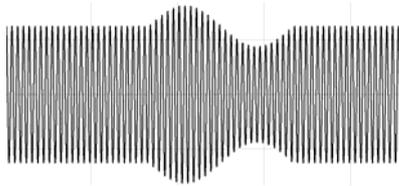


図2 ブリッジ出力(例)

問5 リモートフィールド渦電流探傷試験による配管の保守検査について、次の文のうちから正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 電磁気エネルギーが、管の内部空間を軸方向に伝わることを利用している。
- (b) 電磁気エネルギーが、管の外表面を軸方向に伝わることを利用している。
- (c) 電磁気エネルギーが、管の肉厚内部を軸方向に伝わることを利用している。
- (d) 電磁気エネルギーが、管の中心軸部を軸方向に伝わることを利用している。

正答 (b)

通常の渦電流探傷では試験コイル近傍の磁束を利用しているが、リモートフィールド渦電流探傷試験では、試験コイルの励磁電磁気エネルギーが、管の肉厚を透過して外部空間に出てから、管の外壁に沿って軸方向に伝わり、再び管の内部に入り込む現象を利用している。

問6 次の[ ]内に入るそれぞれの語の組み合わせのうち、正しいものを一つ選び記号で答えよ。

鉄のような強磁性体の場合、外部磁界を取り去った後も残っている磁束を[ア]といい、これを打ち消すのに必要な外部磁界の強さを[イ]という。

- (a) ア 最大磁束 — イ 残留磁束
- (b) ア 残留磁束 — イ 保磁力
- (c) ア 保磁力 — イ 残留磁界
- (d) ア 残留磁束 — イ 反磁界

正答 (b)

これは、磁化曲線の解説をよく読んで理解することが大切である。間違えやすい言葉に(d)の反磁界があるが、保磁力の意味をよく理解してもらいたい。

問7 次の文は、探傷試験周波数の選定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) 内挿コイルを用いて、フィン管の試験を行う時、試験周波数を高くして低速で試験すれば、フィン先端の部分割れを検出できる。
- (b) 管の内挿コイルによる二重周波数試験で、一方の試験周波数を4倍程度高くすると、今まで検出していた内面きず信号は出力しなくなる。
- (c) 内挿コイルにおける試験の最適な試験周波数は、計算または今までの経験から目安を求め、実験結果と照合して決定する。
- (d) 内挿コイルの試験周波数が高すぎると、探傷速度を速くできないので、注意が必要である。

正答 (c)

管の内挿コイルによる試験では、試験周波数の選定は重要である。一般には、管の内面と外面のきずを分離できるような周波数が選定される。(a)は浸透深さの原理で明らかに間違いがわかる。(b)は二重周波数試験の周波数選択の目安であるが、「内面きず信号は出力しなくなる」ことはない。(d)試験周波数は特別低い場合を除いて探傷速度に影響しない。したがって(c)が正答である。

本解説は最新の出題例の中で、正答率の低かった問題に類似した問題を解説したが、受験生諸君はこれらにこだわらず、問題集を広く勉強し試験に臨んでほしい。