

## RTレベル3 二次C3(手順書)試験のポイント

### 1. はじめに

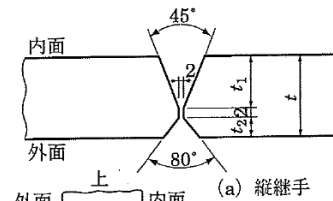
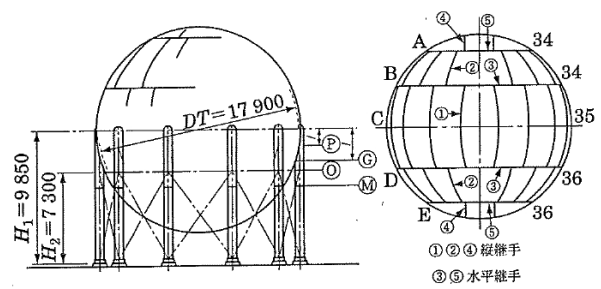
RTレベル3の二次試験は、一般試験(C1)、専門試験(C2)及びNDT手順書作成(C3)で実施され、NDT手順書を作成するC3問題は70%以上の得点で合格となることは、周知のことである。放射線透過試験 NDT 手順書の作成例については、当協会発行の放射線透過試験Ⅲ(以下RⅢとする)の第13章に各種のサンプルが示されている。ここでは、球形タンクの溶接部の場合について要点を抜粋して紹介する。ここで、紙面の関係から割愛した図表等については、RⅢを参照されたい。

解答における諸注意事項については、これまでに本欄にて示してきた。繰り返しになるが、次の2点は特に重要であることから、ここで再掲しておきたい。まず、本稿の記述は要点のみであり、実際の解答にあたってはこの内容に自らの文章で肉付けする必要がある。また、JIS Z 2305:2001における非破壊試験技術文書は、「NDT仕様書」、「NDT手順書」及び「NDT指示書」と、いずれも「NDT」の文字を冠して従来の用語と区別している。これに対する十分な理解と運用が求められている。

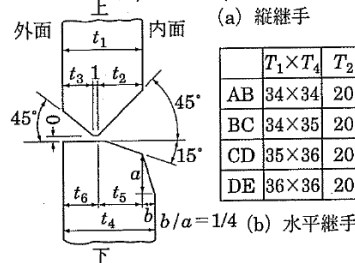
### 2. 球形タンク NDT 仕様書の要点

NDT手順書を作成するにあたって、その基本となる文書として位置付けられ、NDT仕様書に記載されている基本条件を次に示す。

- ・ 検査対象物の名称：球形タンク。
- ・ 製作時の法規：高圧ガス保安法、特定設備検査規則。
- ・ 検査対象物の仕様：図1及び(RⅢ174頁表13.1.10)に示す。溶接部の余盛は削除しない。
- ・ 検査方法及び準拠規格：放射線透過試験，JIS Z 3104:1995の像質区分A級。
- ・ 検査範囲：本体の縦及び水平溶接継手の全線。
- ・ 検査員の資格：試験責任者は、JIS Z 2305:2001のレベル2；試験作業実施者は、JIS Z 2305:2001のレベル2又はレベル1。
- ・ 検査の目的：欠陥の検出を目的とする。
- ・ 合否基準：JIS Z 3104:1995の分類結果の1類及び2類を合格とする。ただし、融合不良、溶込み不良及び第1種と第2種のきずの混在部は不合格とする。
- ・ 不合格の場合の処置：別途規定する補修要領により補修を行う。補修を行った場合は再試験を行い、合格することを確認しなければならない。



継手	T	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
AA	34	22	10
BB	34	22	10
CC	35	23	10
DD	36	24	10
EE	36	24	10



	T <sub>1</sub> ×T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	a	b
AB	34×34	20	13	20	14	—	0
BC	34×35	20	13	20	14	4	1
CD	35×36	20	14	20	15	4	1
DE	36×36	20	15	20	16	—	0

図1 球形タンクの構造と開先形状

### 3. 球形タンク溶接部の NDT 手順書の要点

#### 3.1 適用範囲

この NDT 手順書は、AAA ガス株式会社 BBB 供給所内に建設する球形タンク球殻溶接継手の、溶接後の放射線検査に適用する。

備考 この NDT 手順書の準拠規格及び図書を次に示す。

- JIS Z 2305:2001 非破壊試験—技術者の資格及び認証
  - JIS Z 2306:2000 放射線透過試験用透過度計
  - JIS Z 3104:1995 鋼溶接継手の放射線透過試験方法
  - JIS Z 4561:1992 工業用放射線透過写真観察器
  - JIS Z 4606:2007 工業用 X 線装置
- 球形タンク NDT 仕様書

#### 3.2 透過写真の像質区分

JIS Z 3104:1995 の A 級とする。

#### 3.3 使用装置及び材料

定期点検記録において、点検結果が良好な装置及び材料の中から次を選択して使用する。

- (1) X線発生装置：携帯式 X線装置，RF300EG-S2(JIS Z 4606:2007, ○○電機)，定格管電圧(300kV, 定格管電流 5mA, 焦点寸法; 2.5mm×2.5mm)
- (2) X線フィルム：工業用 X線フィルム，IX100 (4・1/2×17 インチ, ○○社)

- (3) 増感紙：鉛箔増感紙(0.03mm,フロント&バック)
- (4) 透過度計：08F形(JIS Z 2306:2000)
- (5) 階調計：20形(JIS Z 3104:1995)
- (6) フィルム観察器：KG-4型(JIS Z 4561:1992のD30形  
○○社)及びPHC-2型(JIS Z 4561のD35形,○○工業)
- (7) 濃度計：PDA-85(○○社)

### 3.4 試験範囲

溶接金属及び止端部から母材側へ 5mm の範囲の全体積とする。

### 3.5 試験部の有効長さ及び撮影枚数

透過写真 1 枚当たりの有効長さ及び撮影枚数を (RIII 175 頁表 13.1.11) に示す。

### 3.6 撮影配置及び露出条件

撮影配置を図 2 に、参考露出条件を (RIII 176 頁表 13.1.12) に示す。継手記号 AA, AB, BB, BC 及び CC は、外面から照射する。継手記号 CD, DD, DE 及び EE は、内面から照射する。

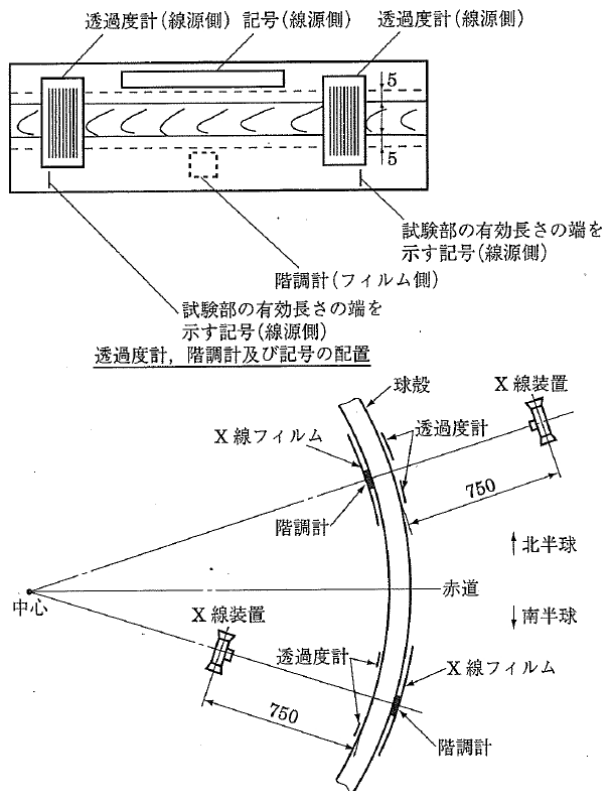


図 2 撮影配置

透過度計は、試験部の線源側の表面に溶接継手をまたいで、試験部の有効長さの両端付近に、透過度計の最も細かい線が位置するように各 1 個置く。この際、細線が外側になるようにする。階調計は、試験部の有効長さの中

央付近のフィルム側に 1 個置く。継手の両側で母材の厚さが異なる場合 (継手記号: BC 及び CD) は、階調計は、厚い方の母材部 (BC においては C, CD においては D) のフィルム側表面に置く。試験部の有効長さの端、撮影日、母材の厚さ、継手記号及び箇所番号を示す記号を試験部の線源側表面に置く。

〔解説〕横割れに対する照射角度

本手順書では、北半球は外面側から、南半球は内面側から X 線を照射する。試験部の有効長さの境界に横割れがあった場合、内面から X 線を照射する場合は、球殻の曲率が横割れの検出に有利に働くが、外面から照射する場合は不利になることが予想される。一例として (RIII 177 頁図 13.1.9) において、 $T = 25\text{mm}$ 、試験部の有効長さは  $370\text{mm}$  (外面上) とする場合について検討する。

$$\alpha = 185 / (8950 + 25) = 185 / 8975 \text{ (rad)} = 1.18^\circ$$

$$\begin{aligned} FH &= OF - OP \cos \alpha = (8950 + 25 + 750) - (8950 + 25) \cos \alpha \\ &= 9725 - 8975 \cos \alpha \end{aligned}$$

$$PH = OP \sin \alpha = (8950 + 25) \sin \alpha = 8975 \sin \alpha$$

$$\eta = \tan^{-1}(PH / FH)$$

$$= \tan^{-1}(8975 \sin 1.18^\circ / (9725 - 8975 \cos 1.18^\circ)) = 13.81^\circ$$

$$\phi = \alpha + \eta = 1.18^\circ + 13.81^\circ = 15.0^\circ$$

球形タンクの曲率が大きいいため、外側から照射した場合でも横割れに対しては、ほぼ平板の A 級の撮影と同等の照射角度となる。

### 3.7 透過写真の必要条件

- (1) 識別されなければならない透過度計の線径  
直径 0.63mm 以下の針金が識別されること。
- (2) 濃度範囲  
試験部のきず以外の部分の濃度は、1.3 以上 4.0 以下とする。
- (3) 階調計の値  
階調計の値は、0.032 以上とする。
- (4) その他  
溶接部の位置、試験部の有効長さを表わす記号などが識別できること。

### 3.8 きずの像の分類

JIS Z 3104:1995-附属書 4 に従って分類を行う。

### 3.9 合格基準

JIS Z 3104:1995-附属書 4 の 1 類及び 2 類を合格とする。融合不良、溶込み不良及び第 1 種と第 2 種のきずの混在部は不合格とする。

### 3.10 試験結果の記録

試験結果は、様式 CCC に記録する。

## E T レベル 1 一次専門試験問題のポイント

JIS Z 2305 に基づく資格試験の試験問題に関しては〔非破壊検査技術シリーズ〕渦電流探傷試験 I の記述範囲から出題されている。本解説は過去に出題された問題の中から、受験者の理解あるいは知識不足と思われるものを分析し、正答率の低い問題と類似の例題を選び、その問題について解説を行うものである。専門問題は四者択一で、正しいもの又は誤っているものを選択することで解答を行うものである。

問 1 次の文は、渦電流探傷器の発振器で設定する試験周波数に関する記述である。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 試験周波数は、探傷速度によって変える必要がある。
- (b) 試験周波数は、試験体の材質により変える必要がない。
- (c) 試験周波数は、探傷結果に影響を与える。
- (d) 試験周波数は、探傷器に供給される商用電源の周波数を考慮する必要がない。

正答 (b)

試験周波数の決定は上位の技術者によって提示される指示書によるが、レベル 1 技術者としても知っておくべき事項である。まず、探傷器の各回路に供給される電源は、商用電源を直流定電圧に変換し供給される。したがって、商用電源の周波数 (50/60Hz) を考慮し試験周波数を変える必要はない。試験周波数の選定に当たって考慮する事項は、

- (1) 試験体の材質による渦電流の浸透深さの変化。
- (2) きずとガタ雑音などその他の因子によるインピーダンス変化。
- (3) きず信号を忠実に検波するために必要な試験周波数の確保。

である。(3)は探傷器に組み込まれている検波回路の関係で、きず信号の周波数とキャリアとなる試験周波数の比が約 10 倍以上ないと、きず信号波形に影響が現れる。したがって、正答は (b) となる。

問 2 上置コイルによる渦電流探傷試験には磁気シールド付きコイルが用いられる。次の中から、このコイルの特長として正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) リフトオフの影響は抑制できないが、割れ検出感度を高くすることができる。
- (b) リフトオフの影響を抑制することができるが、割れ検出感度は低下する。
- (c) リフトオフの影響を抑制することができ、割れ検出感度が向上する。
- (d) 締結ボルト周りを探傷したとき、締結ボルトへの接近性や周囲の障害物の状況に応じてボルト周囲が走査しやすくなる。

正答 (c)

磁気シールド付きコイルは、小型のコイルに磁気コアや磁気シールドを施し端末効果を抑制したり、きず検出感度を高めている。図 1 に示すように、コイルを ±20° 程度傾けても探傷に支障のないレベルまでリフトオフの影響を抑制することができる。磁気シールドを施すことによりコイルから発生した磁界分布が狭くなり、締結ボルト周りを探傷したときボルトの影響も受け難くなっている。(d)については、プローブの構造によるものであり磁気シールド付きコイルによるものではない。したがって、正答は (c) となる。

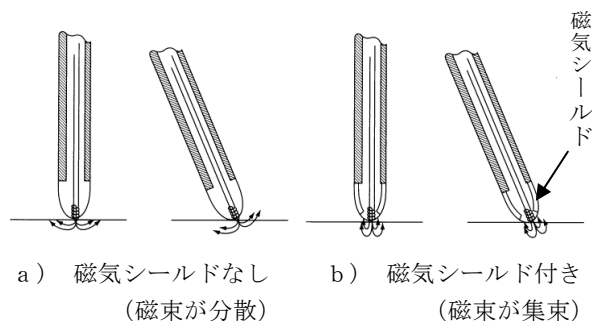


図 1 コイルの傾きに対する磁気シールドの効果

問 3 次の文は、内挿コイルによる探傷試験において基準となる貫通きず位相角を 135° に設定した場合の、外面きず位相角と試験周波数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) 試験周波数が高くなると、外面きずの位相角変化は大きくなる。
- (b) 試験周波数が高くなると、外面きずの位相角変化は小さくなる。
- (c) 試験周波数が低くなると、外面きずの位相角変化は大きくなる。
- (d) 試験周波数が変わっても、外面きずの位相角変化は一定である。

正答 (a)

図2は内挿コイルを用いた場合の試験周波数によるきず信号位相角の変化を示したものであり、これは試験体内部の渦電流密度の分布と、渦電流の位相遅れによるものである。図から試験周波数が変わるとききず信号位相角が変化していることが分かる。試験周波数が低い場合は内外面きずの位相角変化は小さくなり、逆に試験周波数が高い場合は内外面きずの位相角変化は大きくなる。特に外面きずの位相角変化が大きい。したがって、正答は(a)となる。

参考までに貫通コイルを用いた場合は、図に示すきず信号位相角の変化は内面側と外面側が入れ替わる。

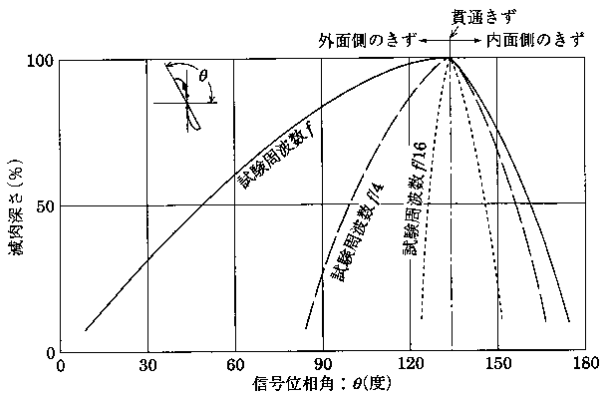


図2 試験周波数によるきず信号位相角の変化

問4 次の文は、鋼管を貫通コイルによって渦電流探傷試験をする場合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) 試験体の導電率が高くなったが、検出すべききずの位置や大きさは変わらない。きずの検出感度を同程度とするためには、試験周波数は低くすべきである。
- (b) 試験体の透磁率が高くなったので、試験周波数とともに直流磁気飽和の励磁電流も再調整する必要がある。
- (c) 処理能力を上げるために試験体の搬送速度を速くして渦電流探傷試験をすることになったが、探傷条件は変える必要がない。
- (d) 管状試験体の軸方向に発生する短いきずの感度を高めるためには、試験コイルの巻線幅などの幾何学的形状も検討する必要がある。

正答 (c)

問1にも示したが試験体の材質が変わった場合は試験

体の電磁気的特性(透磁率、導電率)も変化するため試験周波数を再設定する必要がある。設問には無いが試験体の外径や肉厚が変わった場合も試験周波数を再設定する必要がある。鋼管など強磁性材料を探傷する場合は、試験体の磁気特性により飽和磁束密度が変わるため、磁気飽和電流を再調整する必要がある。試験コイルの巻線幅などの幾何学的形状も、検査対象とするきずの長さによりきず検出力が大きく左右されるため予め考慮する必要がある。また、試験体の搬送速度を変えるときず信号の周波数成分が変わるためフィルタなど探傷条件を再設定する必要がある。したがって、正答は(c)となる。

問5 次の文は、「JIS Z 2300 非破壊試験用語」に定義されている用語の定義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) きずとは「材料や部品に、製造時や使用期間中に生じた割れや穴」である。
- (b) きずとは「欠陥」と同義である。
- (c) 探傷試験とは「きずを検出し、その大きさを定量的に評価し、有害か無害かを判定する」である。
- (d) 欠陥とは「規格、仕様書などで規定された判定基準を超え、不合格となるきず」である。

正答 (d)

規格によるときずとは「非破壊試験の結果から判断される不連続部」であり、きずの発生要因は記されていないため(a)は不正解である。欠陥とは「規格、仕様書などで規定された判定基準を超え、不合格となるきず」と記されており、判定基準を超えないきずも含まれるため(b)は不正解である。また、探傷試験(非破壊試験)とは「素材や製品を破壊せずに、きずの有無及びその存在位置・大きさ・分布状態などを調べる方法」であり、「有害か無害かを判定する」ことは記されていないため(c)は不正解である。したがって、正答は(d)となる。

ETレベル1の受験者で貫通・内挿・上置の3種類の試験方法を日常手掛けている者は少ない。試験方法自体は設定条件や判定方法が異なるがほぼ同一といえる。このため、受験者は専門試験を解くにあたり日常手掛けている試験方法に置き換えると理解し易いと思われる。また、文書類(規格)についても試験範囲に含まれており、事前によく読んで理解しておくことを奨める。