

**非破壊試験技術者資格登録件数（2013年4月1日現在）**

2013年4月時点での資格登録件数を表1にまとめた。JIS Z 2305 と赤外線サーモグラフィ試験(NDIS 0604)に加えて新たに漏れ試験が NDIS 0605 として立ち上がり、レベル1で47件の登録があった。集計の結果、資格登録件数は、JIS Z 2305 資格と NDIS 資格の総数で 88,501 件となった。NDT 方法別比率を図1に示す。また、2003年以降の JIS 資格者と NDIS 資格者の資格登録件数の推移を図2に示す。JIS Z 2305 資格登録件数には、新規試験による資格者と NDIS 0601 資格からの移行者の両方を含んでいる。資格登録者の内訳は、従来と同様におおよそレベル1が20%、レベル2が70%、レベル3が10%である。資格登録件数は、JIS Z 2305 の認証制度開始時点と比較して現在は約1.4倍である。

表1 非破壊試験技術者資格登録件数 単位：件

NDT方法		略称	レベル1	レベル2	レベル3	計
JIS Z 2305	放射線透過試験	RT	460	6,166	1,994	8,620
	超音波探傷試験	UT	6,402	15,705	3,163	25,270
	超音波厚さ測定	UM	3,101	—	—	3,101
	磁粉探傷試験	MT	670	10,460	604	11,734
	極間法磁粉探傷検査	MY	906	648	—	1,554
	通電法磁粉探傷検査	ME	133	—	—	133
	コイル法磁粉探傷検査	MC	80	—	—	80
	浸透探傷試験	PT	2,124	21,269	1,252	24,645
	溶剤除去性浸透探傷検査	PD	2,790	3,788	—	6,578
	水洗性浸透探傷検査	PW	60	—	—	60
	渦流探傷試験	ET	228	3,958	577	4,763
	ひずみ測定	SM	214	1,318	266	1,798
NDIS	赤外線サーモグラフィ試験	TT	118	—	—	118
	漏れ試験	LT	47	—	—	47
総計			17,333	63,312	7,856	88,501

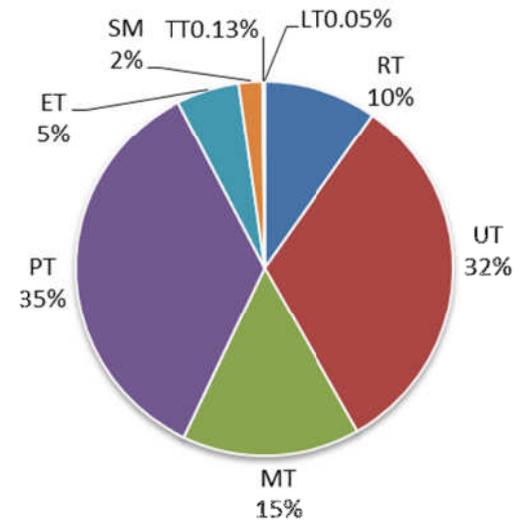


図1 NDT方法別比率

—：該当資格なし

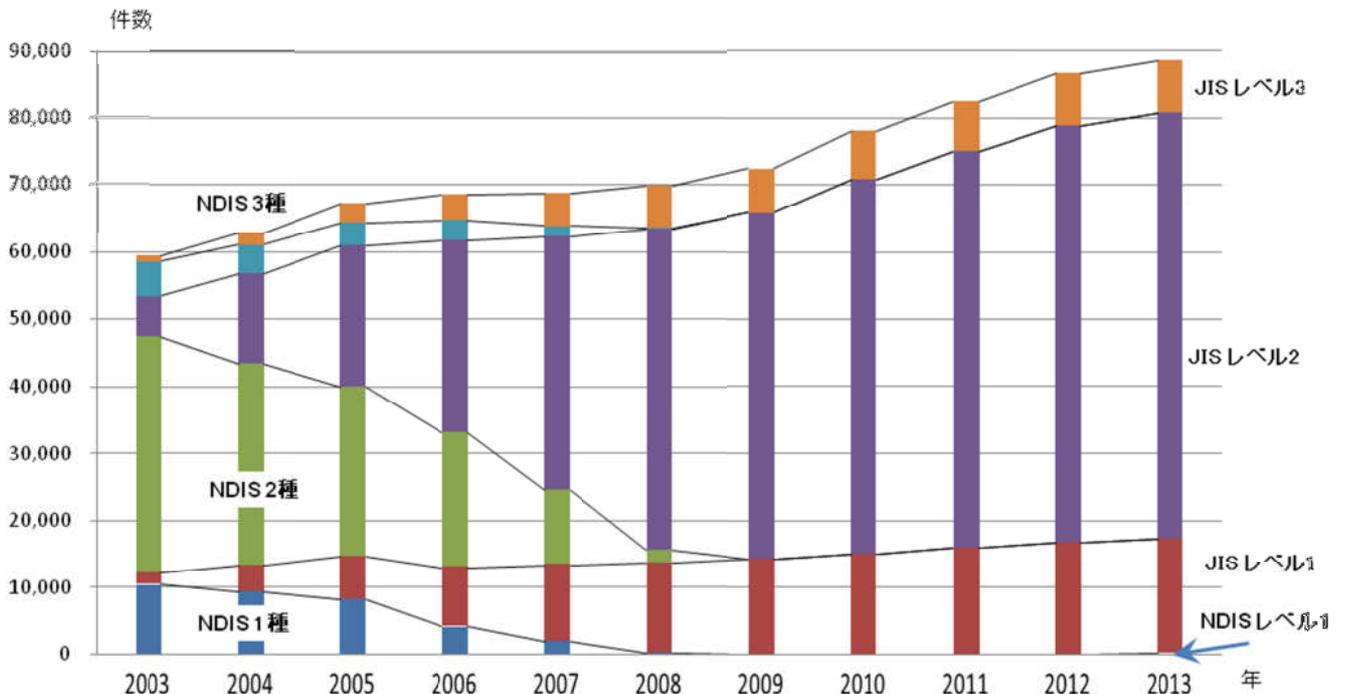


図2 非破壊試験技術者登録件数推移

## 技術者ウオッチング

このコーナーは非破壊試験技術者として第1線で活躍されている若手技術者をご紹介します。

新日鐵住金(株)尼崎研究開発センターにお勤めの太田祥之さんをご紹介します。

現在の業務を教えてください。

製鐵所で使用する品質保証装置の開発です。その中でも、電磁気を応用した探傷技術を主体として、装置開発や実験、さらには現場での試験などを行っています。業務に必要な知識はET資格試験取得を通して得ていますが、電気や磁場が目に見えないので理論通りに結果がでなかったり、また高校では金属材料の勉強がなかったので、いざ実務になると鉄でも色々な種類があり、ステンレス鋼でも磁性があったりなかったりと実験の度に毎度勉強をし直す日々です。

職場の先輩方からの指導はどうか。

実のところ、自分が入社したときは、職場での基幹職の先輩とは42歳も年が離れていました。私の親より年配ですよ。今は退職されていますが、私自身が久しぶりのルーキーだったんです。そしてその人と一緒に仕事をすることになったのですが、やることなすことすべて見透かされていて、けがに繋がることは注意されますが、単なる失敗で済むことは、まず一旦自分でやってみて、駄目だということを認識させられて、それから手直しをさせられる、ということで実務面で教育されてました。

研究所ならNDI資格の取得は不要ではないですか？

製品検査はしませんから、資格は必ずしも必要ではないのですが、資格取得を通して電磁気に関していろいろ勉強できたと思います。あと、現場では“研究所でレベル3をもっていない人は信用できない”という雰囲気を感じます。とくに社内の講習会に参加したときにも、現場の人からは「研究所の人は理論的なところは必ず押さえておいて欲しい。そのためにもレベル3をもっていて欲しい」と言われたことがあります。

お若いですが資格はいつ取られましたか？

ETはレベル1を入社1年目に、レベル2を2年目で取りました。ET2の直後にMT2、続いてUT2も取りました。ETレベル3は入社4年目の秋に合格したのですが、実務経験が丸4年間必要ということで、実際に資格を申請して証明書を頂いたのは入社5年目になります。たぶんレベル3取得最年少記録ではないかと思っています。

資格取得の難易度はどうですか？

レベル3は一次試験での金属材料学が難しいです。それと4手法が必要でET,UT,MTの他にPTを選択しましたが、これは全然やっていない。PTレベル2は受けたことがないのでかなり勉強しました。また専門試験



太田 祥之(23) 新日鐵住金(株)尼崎研究開発センター勤務。NDI装置開発に従事。神戸市立科学技術高等学校卒。入社6年目。  
保有資格 ET1~3, UT2, MT2

もETレベル3では、規格に加えて、難しい電磁気理論を覚えるのが大変でした。でも、社内の教育体制がとてもしっかりしており、受験資料もたくさんありましたし、また研究所の強みとして専門分野の講師もいるので、色々と質問できて助かりました。

ただ実技は何かと焦りました。MT実技のコイル法では、先輩方の助言で周方向きずもあるはずと言われていましたが、実際の試験では指示が出ずに「落ちた！」と思いましたね。UT実技ではSTBとの感度補正をしますが、練習と本番で感度補正量の差が20dBくらいあって焦りました。ETの実技では試験途中でチャート用紙がつかまって焦りました(笑)。

これから2年間、産業技術短期大学に留学するのですが、レベル3の一次試験の有効期間が5年間ありますので、在学中にUT3を取ろうと思っています。その次はMT3ですね。時間が許せばPTも実技を練習して、PT3を取得したいです。やはりレベル3は複数もっておきたいです。

これからレベル3を取る方へ一言お願いします。

レベル3を取得するというは、その分野のある意味エキスパートを目指す道だと思います。取得するだけでなく、そのあと自分の知識をどう活かすかが重要であると考えます。例えば環境や条件が変われば違う試験結果がでてくるので、知識を存分に活用して、なぜそのようになるかをよく考察してほしいと思います。

私はいま電磁気関係の探傷装置の開発を担当して、主に鋼管を対象としています。これからは厚板やその他の全社的な製品の開発におけるリーダーシップをとれる人材を目指したいと思っています。

(インタビュー&文責 藤原 弘次)

本欄にて紹介したい技術者を募集しています(自薦・他薦を問わず)。詳しくは事務局(03-5821-5104)までお問い合わせください。

**PT・PDレベル1 一般試験のポイント**

PT・PD レベル1 の新規一次一般試験問題については、これまで何回か本欄で解説を行ってきた。

今回は、さらに基本的に理解してほしい問題及び説明の足りなかった例題について解説する。

**問1** 次の文は、試験準備・前処理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) 試験面についた固形異物を除去する場合、固形異物の種類にかかわらず有機溶剤を使用した方が水を使用するより除去しやすい。
- (b) 試験準備や前処理として油脂類の除去に使用されるものは、一般に界面活性剤である。
- (c) 試験面の塗装、さび等を除去する作業は、試験準備に含まれるので、専門部署に任せるべきである。
- (d) 製造検査及び保守検査における前処理では、同様な前処理方法を選択する必要がある。

**正答 (c)**

泥や汚れ等の固形物の除去には、一般的にブラシ又はウエスを用いて水洗い又は界面活性剤を入れた水洗いで落とすことができる。強く付着しているものはグラインダ等機械的に除去することが必要になる。固形物は一般に有機溶剤に溶解しない。したがって (a) は誤っている。油脂類の除去には一般に有機溶剤が用いられている。(b) も誤っている。

前処理とは、有機溶剤等を用いて試験体及びきず中を清浄にし、浸透処理に適した状態にすることをいい、試験準備とは指示書の準備、探傷器材の準備、試験環境の整備、及び試験体表面を前処理の適用が可能な状態にすることをいう。塗装・さびの除去は専門的知識を有する作業であり試験準備に含まれる。したがって、(c) は正しい。ただ、どこまでが前処理でどこまでが試験準備であるという明確な区切りはなく、試験準備として行われる作業を前処理として行う場合もある。

製造検査・保守検査では試験体の表面状態も異なり、また、検出対象きずの種類も異なるため、当然前処理の方法も異なってくる。したがって、(d) は誤っている。

**問2** 次の文は、浸透液の粘性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) 浸透液の粘度が高くなると、きずの中に浸透する

時間が長くかかる。

- (b) 浸透液の温度が低くなると粘度が低くなる。
- (c) 浸透液の粘度が低くなると、浸透液の密度(比重)は高くなるが、浸透時間は変わらない。
- (d) 浸透液の粘度の変化は、浸透液の温度より浸透液の種類の違いによる方が大きい。

**正答 (a)**

浸透液の粘度が高くなると、流動性が悪くなり、きずの中に浸透する時間は長くかかる。したがって、(a) は正しい。浸透液の成分は有機溶剤が主成分であるため、温度が低くなると粘度は高くなる。したがって、(b) は誤っている。

浸透液の粘度が低くなっても、浸透液の密度(比重)はほとんど変化しないと考えてよく、また、浸透時間は短くなる。したがって、(c) も誤っている。浸透液の粘度は浸透液の種類やメーカーにより異なるが、その程度は温度による変化の方がはるかに大きい。したがって、(d) も誤っている。

**問3** 次の文は、浸透処理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) スプレで適用するときは、試験面から 30cm 以上離して塗布するとよい。
- (b) 溶接部を試験する場合は、溶接金属部と熱影響部を含めた範囲に塗布する。
- (c) 浸透時間が長くなる場合は、浸透液が乾燥しないように注意が必要である。
- (d) 浸透時間を適用するときの、試験体と浸透液の標準的な温度は 10~50℃の範囲である。

**正答 (a)**

スプレ法で浸透液を適用するときは試験体の形状・大きさに合わせて適切な距離を保たなければならない。近すぎると浸透液の跳ね返りが大きくなるし、また、遠くなると液が拡散して広がり余分なところまで塗布される。そのため試験体に応じた適切な距離が必要となる。したがって、(a) は誤っている。

溶接部の試験範囲は溶接金属部と熱影響部を含めたものとなる。したがって (b) は正しい。一般的には浸透液を塗布した場合、よほど浸透時間が長くない限り乾燥することはないが、高温での探傷の場合には乾燥することも考えられる。したがって、(c) も正しい。

浸透探傷試験の JIS Z 2343-1:2001「浸透探傷試験—第一部」に、浸透探傷の試験温度は 10～50℃と規定されている。したがって、(d) も正しい。

**問 4** 水洗性浸透探傷試験の特徴として正しいものを一つ選び記号で答えよ。(PTのみ)

- (a) 浸透液を塗布した後に乳化剤を適用して洗浄する探傷方法である。
- (b) 複雑な形状あるいは表面の粗い試験体に対して有効である。
- (c) 浅くて幅の広いきずの検出に適している。
- (d) 前処理で使用した水分が残っていてもそのままの状態でも浸透処理できる。

**正答 (b)**

浸透液を塗布した後に乳化剤を適用して洗浄する探傷方法は後乳化性浸透探傷試験であり、(a)は誤っている。

水洗性浸透探傷試験は余剰浸透液を水で洗浄するため、複雑な形状あるいは表面の粗い試験体に対して有効に洗浄できる。ただし、浅くて幅の広いきずの場合には過洗浄になりやすいため、注意が必要である。したがって、(b)は正しく、(c)は誤っている。

水洗性浸透液に水が混入するとゲル化を起し、浸透液の粘度が高くなり、浸透能力が低下するので試験体表面及びきず内部は十分に乾燥しなければならない。したがって、(d)も誤っている。

**問 5** 次の文は、現像剤の性質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) すべての現像剤は、時間が経過すると指示模様がにじんでくる。
- (b) すべての現像剤は、現像時間が経過した後の観察時間を決めておかなければならない。
- (c) 現像剤の種類によっては、きず指示模様の経時変化の程度が異なる。
- (d) 現像剤に使われる粉体は全て同じ原料で作られており、水又は有機溶剤に分散して使用するか、粉体のままで使用するかにより名称が異なる。

**正答 (c)**

現像剤には速乾式、湿式、乾式の三種類がある。このうち速乾式と湿式は試験体表面に現像塗膜が形成されるため、時間が経過すると指示模様がにじんでくるが、乾

式現像剤は、きず部にのみ現像剤が付着するので指示模様のにじみはほとんどないと考えてよい。したがって (a)は誤っており、(c)は正しい。

浸透探傷試験において観察時間という定義は決められておらず、前述したように速乾式及び湿式現像剤は時間が経過すると指示模様のにじみが考えられるので現像時間経過後すみやかに観察を終えるようにしなければならない。したがって、(b)は誤っている。

現像剤粉末の原料は、一般に速乾式現像剤は酸化マグネシウム等の金属酸化物、湿式現像剤はベントナイト等が用いられている。したがって (d)も誤っている。レベル 1 としては現像剤粉末の成分までは覚える必要はないが、現像剤の種類によって異なっていることは覚えておく必要がある。

**問 6** 次の文は、指示模様の評価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) 製品検査において、線状のきず指示模様が検出された場合は、そのきずは割れと考えるべき。
- (b) 指示模様が、割れによるものかどうかを確認するには、その部分の現像剤を取り除き明るいところで拡大鏡で観察するのがよい。
- (c) 何回再試験を行っても、きずかどうかの判断がつかないときは、浸透探傷試験がその試験体の試験に適していないことがあるので、他の試験方法での試験を検討する。
- (d) 割れによる指示模様が必ず線状に現れるとは限らないので指示模様を観察する場合は十分に注意する必要がある。

**正答 (a)**

きず指示模様は、試験体表面のきずのおおよその形状を現しているだけであり、きずの種類や内部形状等を推定することはできない。したがって (a)は誤っており、(d)は正しい。きずの種類を確認するためには現像剤を取り除き、表面状態を拡大鏡等で確認する必要がある。したがって、(b)は正しい。浸透探傷試験のみならず他の試験方法においてもきずの判断ができない場合がある。その場合には他の試験方法の適用を検討することが必要である。したがって、(c)も正しい。

本解説及び前回までの解説を参考にして、参考書、実技参考書、問題集等の内容をよく学習してほしい。

E T レベル 1 一般・専門試験のポイント

JIS Z 2305:2001 非破壊試験 - 技術者の資格及び認証 - に基づく ET レベル 1 の新規一次試験は『渦流探傷試験 I』の記述範囲内から出題されるものとしているが、試験の結果を見ても受験者の理解不足や誤解によると思われる正答率の低い問題が見受けられる。本稿では、最近行われた試験のうち正答率の低かった問題を、類似した例題によりポイントを解説する。

問 1 次の文は、コイルのインダクタンス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) 周波数により変化しない。
- (b) 周波数により変化する。
- (c) コイルの巻数により変化しない。
- (d) コイルの直径と幅により変化しない。

正答 (a)

渦電流試験機器のセンサーとなるコイルの性能を表す一つの指標がインダクタンス  $L$  であり、単位はヘンリー (H) である。インダクタンスは抵抗  $R$  やコンデンサ  $C$  と共に電気回路要素の性質を表す量の一つで、電圧と電流変化率との比であり、式(1)で示される。

$$L = N\phi / I \text{ (H)} \dots\dots\dots(1)$$

式(1)において、 $I$  は電流(A)、 $N$  はコイルの巻き数、 $\phi$  は発生する磁束(Wb)である。インダクタンスはコイルの巻き数に比例するため、(c) は不正解である。インダクタンスは形状で決まる定数であり、(d) は不正解である。また、インダクタンスは周波数に依存しないため、(b) は不正解である。したがって、正答は (a) となる。

問 2 図 1 は渦電流探傷試験の原理を示したものである。次の文は、試験コイルに一定電流の交流を流した場合のコイルと渦電流による磁界について述べたものである。ただし、導体は非磁性体とする。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

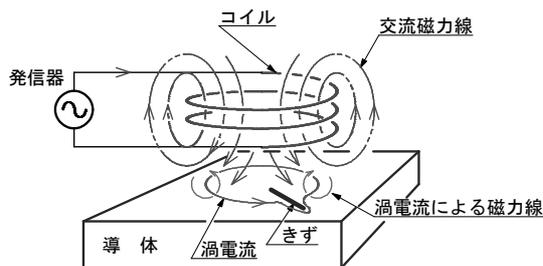


図 1 渦電流探傷試験の原理

- (a) 試験周波数の増加に伴い、渦電流が減少し、渦電流による反発磁界は小さくなる。
- (b) 試験周波数の増加に伴い、反磁界の作用を受ける試験コイルの磁界は増加する。
- (c) 試験コイルの磁界は渦電流の反磁界により減少する。
- (d) 導体にきずがあると渦電流が増加するため、試験コイルの磁界が増加する。

正答 (c)

試験コイルに流している電流は一定であることから、コイルから発生する磁力線の強さは試験周波数に依存せず一定である。導体内に誘起される渦電流の量は、試験周波数が高くなるほど多くなる。渦電流により発生する反磁界(コイルから発生した磁界と逆向き)の強さは渦電流の増加に伴い増加する。したがって、(a) は不正解である。コイル内の磁界の強さは、コイルから発生した磁力線による磁界と渦電流による反磁界との合成磁界であり、(b) は不正解である。導体にきずが存在すると見掛けの電気抵抗が増加し、渦電流が減少し、(d) は不正解である。したがって、正答は (c) となる。

問 3 次の文は、貫通コイルを用いて渦電流探傷する場合の、試験体の材質と適正な試験周波数の関係を示したものである。ただし、試験体の形状と寸法は同一とする。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) タングステンよりもアルミニウムの試験周波数は高く設定する。
- (b) アルミニウムよりも銅の試験周波数は高く設定する。
- (c) 銅よりもタングステンの試験周波数は低く設定する。
- (d) アルミニウムよりもタングステンの試験周波数は高く設定する。

正答 (d)

この問題を解くにあたって、渦電流の表皮深さ  $\delta$  を参考とし、表皮深さを一定にすることを考えればよい。式(2)は渦電流の表皮深さを示したものである。

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2)$$

3つの試験体は全て非磁性であり透磁率  $\mu$  は一定である。渦電流の表皮深さを一定とするためには、試験体の導電率  $\sigma$  と試験周波数  $f$  は反比例する。導電率と抵抗率  $\rho$  は逆数関係にあり、3つの金属のうちタングステンが

最も抵抗率が高いので、正答は（d）となる。

なお、代表的な金属の抵抗率は、『渦流探傷試験Ⅰ』の p.20 や p.105 に記載されており、資格取得を目指す人は理解しておく必要がある。この問題は貫通コイルについて示されているが、内挿コイルや上置コイルについても同様の考え方でよい。

**問 4** 次の文は、渦電流探傷器の同期検波器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) きずに対応した振幅変化を取り出す働きをする。
- (b) 探傷器の構成回路上では、増幅器回路の後に位置する。
- (c) 信号の振幅に基づく信号処理を行う。
- (d) 二つの同期検波回路により信号のベクトル表示が可能になる。

**正答** (c)

この問題を解くにあたって、『渦流探傷試験Ⅰ』の p.45 に記載されている図 4.2 の渦電流探傷器のブロック図を理解する必要がある。試験コイルを含むブリッジからの信号は微弱なため、信号処理できるレベルまで増幅する必要があり、(b) は正しい。増幅された信号は、試験周波数のいわば搬送波の成分を含んでいるので、同期検波器により搬送波を除去してきず信号に対応した振幅変化を取り出すので、(a) は正しい。図 4.2 に示されているベクトル出力型の渦電流探傷器は同期検波器を 2 回路持っており、それぞれが、インピーダンス平面上の横軸(X)と縦軸(Y)に対応した成分を抽出する働きを有しており、(d) は正しい。したがって、正答は (c) となる。

**問 5** 導電率を表す単位はどれか。次の中から正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a)  $[\Omega \cdot m]$                       (b)  $[S/m]$
- (c)  $[A/m]$                               (d)  $[\Omega]$

**正答** (b)

(a) の  $[\Omega \cdot m]$  は抵抗率の単位であり不正解である。(c) の  $[A/m]$  は磁界の単位であり不正解である。(d) の  $[\Omega]$  は抵抗の単位であり不正解である。導電率  $\sigma$  は電気の流れやすさを表し抵抗率  $\rho$  の逆数であり、単位は  $[S/m]$  である。したがって、正答は (b) となる。

その他、渦電流探傷試験に用いられる単位には、電圧  $[V]$ 、電流  $[A]$ 、周波数  $[Hz]$ 、角周波数  $[rad/s]$ 、透磁率  $[H/m]$ 、渦電流の表皮深さ  $[m]$  などがあり、ET レベ

ル 1 の資格取得を目指す人は理解しておく必要がある。

**問 6** 次は、外径  $\phi 160mm$  の鋼管を渦電流探傷試験するとき用いられる試験コイルについて示したものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 相互誘導形標準比較方式
- (b) 相互誘導形自己比較方式
- (c) 自己誘導形標準比較方式
- (d) 自己誘導形自己比較方式

**正答** (b)

渦電流試験機器に用いられる試験コイルの分類としては、構造から分類する方法（自己比較方式／標準比較方式）や電磁的に分類する方法（自己誘導形／相互誘導形）などがある。

このうち、自己比較方式のコイルとは、2つのコイルを接近させて配置して一体化しておき、ブリッジ回路や差動増幅器などを用いてその信号の差を求めて信号とするものであり、探傷を目的としている。標準比較方式のコイルは、2つのコイルを別々に設置し、コイル 1 には標準となる試験片をセットしておき、コイル 2 で試験体を挿入し、標準の試験片と試験体を比較する形で試験が行われるので、材質判別を目的としており、(a) と (c) は不正解である。また、自己誘導形は、1つのコイルに巻線を 1つしか持たず、1つの巻線で渦電流を誘導するための励磁と、渦電流の変化を検出することを行う。構造が比較的簡単である。これに対し、相互誘導形は磁束を発生させるための励磁コイルの巻線と、起電力として信号を取り出す検出コイルの巻線の 2つを持っている。外径  $\phi 160mm$  の大きな径の鋼管の渦電流探傷のような特定の目的を持つ場合は、設計の自由度が高い相互誘導形が用いられる。したがって、正答は (b) となる。

以上、最近行われた試験のうち正答率の低かった問題を類似した例題によりポイントを解説した。他に、最近の出題傾向として、試験周波数、渦電流の表皮深さ、試験体の導電率を計算で求める内容も見られ、Vol.60 No12(2011)「ET レベル 1 一次一般試験問題のポイント」を参考にして欲しい。ET レベル 1 の資格取得を目指す人は、参考書を何回も読み返し記載内容を正しく理解することを奨める。